

Biblioteka Główna i OINT  
Politechniki Wrocławskiej



100100212833

# Die Werkzeugmaschinen

von

Fr. W. Hülle

Vierte Auflage







Archivum

~~R 1289~~ kl

# Die Werkzeugmaschinen

ihre neuzeitliche Durchbildung für wirtschaftliche  
Metallbearbeitung

Ein Lehrbuch

von

Professor **Fr. W. Hülle**

Oberlehrer an den Staatl. Vereinigten Maschinenbauschulen  
in Dortmund

Vierte, verbesserte Auflage

Mit 1020 Abbildungen im Text und auf  
Textblättern, sowie 15 Tafeln

Manuldruck 1923



Berlin

Verlag von Julius Springer

1919

1928.619

~~X~~  
muwliotA



~~X~~  
Chw. 24247.

Alle Rechte insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1919 by Julius Springer in Berlin.



346896 L | 1

2010/5045/W

## Vorwort zur vierten Auflage.

Soll sich die deutsche Industrie nach diesem Weltkriege wieder einen Platz auf dem Weltmarkt erobern, so kann sie es nur durch sparsamste Bewirtschaftung der Rohstoffe, hohe Wirtschaftlichkeit in den Arbeitsverfahren und eine weise Preispolitik.

Die zweite Forderung setzt genaue Kenntnisse über die Werkzeugmaschinen und ihre wirtschaftliche Ausnutzung voraus. In dieser Richtung ist die vorliegende Auflage des Buches vervollständigt. Zahlreiche neue Bauarten von Maschinen sind aufgenommen. Weitgehende Berücksichtigung fanden die Werkzeugmaschinen mit Stahlwechsel, wie die Hand- und selbsttätigen Revolverbänke, die Ein- und Mehrspindel-Ganz- und Halbautomaten. Die Zukunft fordert von unseren Maschinenherstellern weitgehende Beschränkung auf möglichst wenig Maschinenarten — Spezialisierung — und auf möglichst wenig Maschinengrößen — Typisierung — als Grundlage für die Reihenfertigung — Serienbau —, sowie ein weitgehendes Vereinheitlichen der Maschinenteile für die Massenfertigung — Normalisierung. Nur auf dieser Grundlage ist eine wirtschaftliche Fertigung und ein Wettbewerb auf dem Weltmarkt möglich. Den Arbeitsmaschinen mit Stahlwechsel wird daher die Zukunft gehören. Wesentlich erweitert ist der Abschnitt über Schleifmaschinen im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Fertigung austauschbarer Massenteile. Die Maschinen für die Bearbeitung der Zahnräder sind in eingehender Weise behandelt. Neue Abschnitte über das Prüfen von Werkzeugmaschinen und ihre wirtschaftliche Ausnutzung sind aufgenommen.

Möge das Buch auch in der neuen Auflage weitere Freunde finden.

Dortmund, im Juli 1919.

F. W. Hülle.

## Vorwort zum Neudruck 1922.

Nachdem bereits das Buch in früherer Auflage ins Russische übersetzt wurde, ist es nunmehr auch in die französische und spanische Sprache übertragen worden. Trotzdem hat der Neudruck 1920 zur 4. Auflage einen so schnellen Absatz gefunden, daß abermals zu einem Neudruck geschritten werden mußte, um das Buch nicht für längere Zeit entbehren zu müssen. Der Verfasser konnte sich zu diesem Schritt um so leichter entschließen, da die in dem Buche enthaltenen Werkzeugmaschinen durchweg neuester Bauart sind.

Dortmund, im Frühjahr 1922.

F. W. Hülle.

# Inhaltsverzeichnis.

## Erstes Kapitel.

### Allgemeines über Werkzeugmaschinen.

	Seite
1. Die Bedeutung der Werkzeugmaschinen und ihre Entwicklung . . . . .	1
Die Erhöhung der Leistung . . . . .	2
Das Prüfen der Arbeitsergebnisse . . . . .	7
2. Das Aufstellen der Werkzeugmaschinen . . . . .	13
3. Die Arbeitsweise der Werkzeugmaschinen . . . . .	15

## Zweites Kapitel.

### Die Getriebe der Werkzeugmaschinen.

Die Hauptgetriebe . . . . .	19
Der Antrieb . . . . .	19
a) Der Antrieb der kreisenden Hauptbewegung . . . . .	19
Der Stufenscheibenantrieb . . . . .	21
Die Vergrößerung des Geschwindigkeitswechsels . . . . .	23
1. Der Geschwindigkeitswechsel am Deckenvorgelege . . . . .	23
a) Das Deckenvorgelege mit mehreren Riemen . . . . .	23
b) „ „ „ 2 Stufenscheiben . . . . .	24
c) „ „ „ Stufenrädern . . . . .	25
d) „ „ „ stufenlosen Scheiben . . . . .	26
2. Der Geschwindigkeitswechsel an der Maschine . . . . .	28
a) Der Spindelstock mit Stufenscheibe und 2 Rädervorgelegen . . . . .	28
b) Spindelstöcke für Schnellbetrieb . . . . .	32
c) Spindelstöcke mit mehreren Rädervorgelegen . . . . .	35
d) Die Stufenrädernetriebe . . . . .	40
3. Der Geschwindigkeitswechsel am Antriebsmotor . . . . .	51
b) Der Antrieb der geraden Hauptbewegung . . . . .	53
c) Der Antrieb der geraden hin- und hergehenden Hauptbewegung . . . . .	56
Das Kurbelgetriebe mit unrunder Rädervorgelegen . . . . .	57
Die Kurbelschleifen . . . . .	59
Die Umlaufschleife . . . . .	59
Die Kurbelschwinge . . . . .	60
Die Anwendung des Kurbelgetriebes und seine bauliche Anordnung . . . . .	61
Die Umsteuerungen oder die Wendegetriebe . . . . .	64
Die Räderumsteuerungen . . . . .	64
Die Riemenumsteuerungen . . . . .	68
Die Kupplungsumsteuerungen . . . . .	70
Das elektrische Umsteuern . . . . .	73
Die Ausrückung . . . . .	73



	Seite
Die Schaltgetriebe oder die Schaltsteuerung . . . . .	75
Die Schaltsteuerung für Ruckvorschübe . . . . .	76
Die Schaltsteuerung für Dauervorschübe . . . . .	77
Der Vorschubwechsel . . . . .	78
Die Wechslrädergetriebe . . . . .	80
Die Umsteuerung des Vorschubes . . . . .	83
Die Selbstausrückung des Vorschubes . . . . .	85

## Drittes Kapitel.

## Die Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung.

1. Die Drehbänke . . . . .	88
Die verschiedenen Dreharbeiten . . . . .	89
a) Die Spitzendrehbank . . . . .	90
Der Spindelstock . . . . .	90
Die Spindellager . . . . .	91
Der Reitstock . . . . .	97
Der Werkzeugschlitten . . . . .	100
Der Stahlhalter . . . . .	102
Die Steuerung des Werkzeugschlittens . . . . .	104
Die Steuerung der Leitspindeldrehbänke . . . . .	105
Das Mutterschloß . . . . .	105
Die Planzüge . . . . .	108
Die Steuerung der Leit- und Zugspindeldrehbänke . . . . .	112
Die Verriegelung der Züge . . . . .	116
Die Selbstausrückung der Züge . . . . .	119
Der Antrieb der Leit- und Zugspindel . . . . .	120
Neuere Drehbankbauarten . . . . .	122
Das Gewindeschneiden auf der Drehbank . . . . .	134
Die Berechnung der Wechslräder für das Gewindeschneiden . . . . .	134
Die Vereinfachungen für das Gewindeschneiden . . . . .	135
Die Gewindedrehbank . . . . .	136
b) Die Formdrehbänke . . . . .	137
Das Kegeldrehen nach dem Leitlineal . . . . .	138
Die Oval-Drehwerke . . . . .	139
Die Radsatzdrehbänke . . . . .	139
c) Die Hinterdrehbänke . . . . .	141
d) Die Vorrichtung zum Kugeldrehen . . . . .	148
e) Die Revolverdrehbänke . . . . .	148
f) Die selbsttätigen Revolverbänke (Automaten). . . . .	172
g) Die halbselfsttätigen Revolverbänke (Halbautomaten). . . . .	189
h) Die Plan- oder Kopfdrehbänke . . . . .	203
i) Die senkrechten Dreh- und Bohrwerke . . . . .	204
k) Die Kurbelzapfendrehwerke . . . . .	210
2. Die Bohrmaschinen . . . . .	211
a) Die senkrechten Bohrmaschinen . . . . .	213
1. Die Einzelteile der Senkrechtbohrmaschinen . . . . .	213
Die Bohrspindel . . . . .	213
Die Steuerung der Bohrmaschine . . . . .	216
Die Selbstauslösung des Vorschubes . . . . .	218
Der Bohrtisch . . . . .	220
2. Die Säulenbohrmaschinen . . . . .	220
3. Die Schnellbohrmaschinen . . . . .	227
4. Die Ständerbohrmaschinen . . . . .	231
5. Die Wandbohrmaschinen . . . . .	236
6. Die Auslegerbohrmaschinen . . . . .	236
7. Die Mehrspindelbohrmaschinen . . . . .	245

	Seite
b) Die wagerechten Bohr- und Fräswerke . . . . .	250
1. Die wagerechten Bohrwerke mit festliegender Spindel . . . . .	250
2. Die wagerechten Bohr- und Fräswerke mit verschiebbarer Spindel . . . . .	253
3. Die Zylinderbohrmaschinen . . . . .	253
3. Die Fräsmaschinen . . . . .	262
a) Die Entwicklung des Fräasers und der Fräseerei . . . . .	262
b) Die verschiedenen Bauarten der Fräsmaschinen . . . . .	267
Die wagerechten Fräsmaschinen . . . . .	267
1. Die einfache Fräsmaschine . . . . .	267
Der Spindelstock . . . . .	268
Der Arbeitstisch . . . . .	277
Der Antrieb des Vorschubes . . . . .	279
Der Größenwechsel des Vorschubes . . . . .	281
Die Selbstausrückung des Vorschubes . . . . .	284
2. Die allgemeine oder Universal-Fräsmaschine . . . . .	285
Der Arbeitstisch mit Selbstgang nach 3 Richtungen . . . . .	289
Der Teilkopf und seine Anwendung . . . . .	293
1. Das Fräsen von Stirnrädern . . . . .	296
2. Das Fräsen von Spiralfräsern . . . . .	297
3. Das Fräsen von Schraubenrädern . . . . .	298
4. Das Fräsen von Schneckenrädern . . . . .	300
5. Das Fräsen von Kegeln . . . . .	301
Die Schnellteilverrichtung . . . . .	305
Neuere Teilkopf-Ausführungen . . . . .	306
Der selbsttätige Schalt- und Teilkopf . . . . .	309
3. Die Planfräsmaschine . . . . .	309
b) Die senkrechten Fräsmaschinen . . . . .	313
c) Die Langlochfräsmaschine . . . . .	324
d) Die Langfräsmaschinen . . . . .	324
e) Die Rundfräsmaschine . . . . .	327
f) Die Formfräsmaschine . . . . .	327
g) Die Gewindefräsmaschine . . . . .	330
h) Die Zahnradfräsmaschinen . . . . .	332
Die verschiedenen Fräsverfahren . . . . .	332
a) für Stirnräder . . . . .	332
b) „ Schraubenräder . . . . .	334
c) „ Schneckenräder . . . . .	335
Bauarten der Räderfräsmaschinen . . . . .	337
α) Die allgemeine Räderfräsmaschine . . . . .	337
β) Die Schraubenräderfräsmaschine . . . . .	348
γ) Die Kammwalzen-Fräsmaschinen . . . . .	350
δ) Die Pfeilradfräsmaschinen . . . . .	350
ε) Die Kegelnradfräsmaschinen . . . . .	352
4. Die Schleifmaschinen . . . . .	353
a) Die Werkzeugschleifmaschinen . . . . .	353
Die allgemeine Werkzeugschleifmaschine . . . . .	353
Das Schleifen der Werkzeuge . . . . .	356
Der Teilkopf für das Schleifen von Spiralfräsern . . . . .	357
Das Rundschleifen gehärteter Werkstücke . . . . .	359
Schwere Werkzeugschleifmaschinen . . . . .	360
b) Die Flächenschleifmaschinen . . . . .	363
1. Die Rundschleifmaschinen für kreisende Werkstücke . . . . .	366
2. Die Kolbenstangen- und Schieberstangen-Schleifmaschine . . . . .	373
3. Die Rundschleifmaschinen für sperrige Werkstücke . . . . .	374
4. Die Zylinderschleifmaschinen . . . . .	379
5. Die Planschleifmaschinen . . . . .	381
6. Die Planschleifmaschine für Ringflächen . . . . .	388

	Seite
7. Die Einständer-Planschleifmaschine . . . . .	393
8. Die Kolbenringschleifmaschine . . . . .	393
9. Die Zahnräder-Schleifmaschine . . . . .	399
10. Die Kugelschleifmaschine . . . . .	403
Die Auswahl der Schleifräder . . . . .	404
5. Die Gewindeschneidmaschinen . . . . .	405
Die Gewindedrehbank . . . . .	405
Die Revolverbank . . . . .	405
Die selbsttätige Revolverbank . . . . .	407
Die Schraubenschneidmaschinen . . . . .	407
Die Gewindeschneidköpfe . . . . .	408
Die Gewindefräsmaschinen . . . . .	413
Die Gewinderollmaschinen . . . . .	414
Die Gewindewalzmaschinen . . . . .	417

#### Viertes Kapitel.

##### Die Werkzeugmaschinen mit gerader Hauptbewegung.

1. Die Hobelmaschinen . . . . .	419
Die Tischhobelmaschine . . . . .	420
Der Hobelschlitten . . . . .	420
Das Hobeln nach Lehre . . . . .	425
Der Hobeltisch . . . . .	426
Die Führung des Hobeltisches . . . . .	427
Der Antrieb des Hobeltisches . . . . .	430
Die Steuerung . . . . .	432
Die Umsteuerung des Hobeltisches . . . . .	432
Die Schaltsteuerung des Hobelschlittens . . . . .	436
Die selbsttätige Meißelabhebung . . . . .	443
Die Einständer-Hobelmaschinen . . . . .	443
Die Schnellhobelmaschinen . . . . .	448
Die elektromagnetische Umsteuerung . . . . .	452
Die elektrische Umsteuerung . . . . .	454
2. Die Stößelhobelmaschine oder Shapingmaschine . . . . .	465
Die Stößelhobelmaschine für kleine Werkstücke . . . . .	466
Der Hobelschlitten . . . . .	466
Der Antrieb . . . . .	468
Der Arbeitstisch . . . . .	472
Die Steuerung . . . . .	473
Die Schnellhobelmaschinen . . . . .	474
Das Rundhobeln . . . . .	479
Das Kegelräderrhobeln . . . . .	480
Die Stößelhobelmaschine für sperrige Werkstücke . . . . .	483
3. Die Kegelräderrhobelmaschinen . . . . .	486
4. Die Stirnräderrhobelmaschine . . . . .	489
5. Die Stoßmaschine . . . . .	490
Der Stößel . . . . .	490
Der Antrieb . . . . .	491
Die Steuerung . . . . .	494
Der Arbeitstisch . . . . .	495
Die Zweiständer-Stoßmaschine . . . . .	497
Die Stirnrad-Stoßmaschinen . . . . .	497
6. Die Keilnutenhobelmaschine . . . . .	501
7. Die Blechkantenhobelmaschinen . . . . .	504
8. Die Blechzungenhobelmaschine . . . . .	508
9. Die Grubenhobelmaschine . . . . .	599
10. Die Senkrecht- und Wagerecht-Hobelmaschinen . . . . .	510

## Fünftes Kapitel.

**Die Maschinensägen.**

	Seite
1. Die Kreissägen . . . . .	512
2. Die Bandsägen . . . . .	519
Die Hubsägen . . . . .	525

## Sechstes Kapitel.

**Die Maschinen für die Blechbearbeitung.**

1. Die Blechbiegemaschinen . . . . .	526
2. Die Scheren und Lochmaschinen . . . . .	532

## Siebentes Kapitel.

**Die ortsbeweglichen Werkzeugmaschinen . . . . . 544**

## Achstes Kapitel.

**Die Abnahme und das Prüfen von Werkzeugmaschinen . . . . . 547**

## Neuntes Kapitel.

**Berechnungen.**

1. Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe . . . . .	554
2. Die Berechnung des Schnittdrucks und des Arbeitsbedarfs . . . . .	556
3. Die Berechnung der Antriebe von Werkzeugmaschinen . . . . .	565
a) Die Berechnung der Stufenscheibe und der Rädervorgelege . . . . .	565
b) Die Berechnung der Stufenrädergetriebe . . . . .	575
c) Die Berechnung des Vorschubantriebes . . . . .	587
5. Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen . . . . .	591
a) Rechnerische Ermittlung der Geschwindigkeitsverhältnisse und Leistungsfähigkeit von Werkzeugmaschinen . . . . .	591
b) Zeichnerische Ermittlung der Drehdurchmesser . . . . .	597
· Sachregister . . . . .	609

## Allgemeines über Werkzeugmaschinen.

### 1. Die Bedeutung der Werkzeugmaschinen und ihre Entwicklung.

In der hochentwickelten Industrie unserer Zeit, in der Völker gegen Völker wetteifern, ist es jedem Fabrikbetriebe zur Lebensbedingung geworden, immer mehr menschliche Arbeit der leistungsfähigeren Maschine zuzuweisen; denn die Macht und Wohlfahrt eines gewerbetreibenden Volkes hängt von der Leistungsfähigkeit seiner Unternehmungen ab.

Große volkswirtschaftliche Dienste leistet hier die rastlos fortschreitende Technik. Das Ziel ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bestrebungen ist, die Leistung der Kraft- und Arbeitsmaschinen zu heben, um die durch die höheren Arbeitslöhne und Rohstoffpreise gesteigerten Gesteigungskosten auszugleichen und so die Erzeugnisse der Industrie auf dem Weltmarkte wettbewerbsfähig zu halten.

Die hier in Frage kommenden Fortschritte verdanken wir einerseits der Verbesserung der Baustoffe, der Einführung höherer Arbeitsgeschwindigkeiten und Betriebsdrücke und andererseits der Vervollkommnung unserer Werkzeugmaschinen. Die höheren Betriebsdrücke und Geschwindigkeiten ergeben zwar eine größere indizierte Leistung der Maschinen, doch die eigentliche Nutzleistung läßt sich nur durch geringe Reibungswiderstände in den Getrieben erhöhen. Diese Aufgabe fällt den Werkzeugmaschinen zu. Sie haben daher saubere Arbeitsflächen zu schaffen, welche die Gleitwiderstände und die Abnutzung in den Getrieben vermindern, so daß sich Wirkungsgrad und Lebensdauer der Maschine günstiger gestalten.

Die Bedingungen, die auf Grund dieser Betrachtung jede zeitgemäße Werkzeugmaschine zu erfüllen hat, sind, daß sie

1. eine große Leistungsfähigkeit besitzt und
2. gute Arbeit liefert.

Diese beiden Forderungen bedingen als Grundsatz für den gesamten Werkzeugmaschinenbau: „alle Arbeitsmaschinen in möglichst kräftiger Bauart auszuführen“. Soll nämlich eine Werkzeug-

maschine saubere Arbeit liefern, so ist vor allem ein ruhiger Gang anzustreben, damit Stahl und Werkstück keine Erschütterungen erfahren. Ruhiger Gang läßt sich aber bei der großen Anstrengung der Maschine, wie sie die Wirtschaftlichkeit ihres Betriebes verlangt, nur durch eine kräftige Bauart erreichen.

### Die Erhöhung der Leistung.

Die Leistung einer Werkzeugmaschine wird durch das Gewicht der Späne in kg/Std. oder bei Massenteilen durch die Stückzahl i. d. Std. bestimmt. Bei Schlichtmaschinen, wie Schleifmaschinen, kann die in der Stunde geschlichtete Fläche als Leistung betrachtet werden.

Das Bestreben der Technik, die Leistung der Werkzeugmaschinen zu heben, war sehr mannigfaltig. Die zunächstliegenden Mittel waren größere Schnittgeschwindigkeiten und stärkere Späne. Mit diesen Größen wächst aber die Beanspruchung von Werkzeug und Maschine. Der Stahl wird durch die große Reibungswärme stark angelassen, weich und stumpf. Die besten Werkzeuge aus gewöhnlichem Werkzeugstahl halten Hitzen von höchstens 250° C stand. Schon bei 150° C macht sich bei dauernder Erwärmung eine Abnahme in der Härte des Stahles unangenehm bemerkbar. Die Schneidhaltigkeit unserer gewöhnlichen Werkzeuge gestattet daher nur kleine Schnittgeschwindigkeiten, die beim Drehen nicht über 13 m gehen.

Einen großen Sieg errangen hier die Schnellstähle. Die Eigenart dieser Stähle liegt in der großen Arbeitshitze, die sie vertragen, ohne weich zu werden. Ihre Erhitzung kann auf 300 bis 700° C (dunkle Rotglut) gesteigert werden, ohne daß sich eine wesentliche Abnutzung der Schneiden bemerkbar macht. Vermöge dieser Rotwarmhärte eignen sich die Schnellstähle nicht nur für stärkere Späne und größere Schnittgeschwindigkeiten, sondern sie zeichnen sich auch durch eine längere Schnittdauer aus. Die Schnellstähle können also nicht nur schneller, sondern auch länger arbeiten. Hierin liegen für die Leistungsfähigkeit eines Betriebes unverkennbare Vorzüge.

Die Zahlentafel I gibt einen interessanten Vergleich über die praktisch zulässigen Schnittgeschwindigkeiten bei Verwendung der ver-

Zahlentafel I.<sup>1)</sup>

### Praktische Schnittgeschwindigkeiten in m/Min.

Stoff des Werkstückes	Werkzeugstahl			Schnellstahl		
	Bohren	Drehen	Fräsen	Bohren	Drehen	Fräsen
Guß Eisen . . .	5—9	6—10	12—16	12—18	14—20	25—38
Maschinenstahl . .	6—8	7—9	13—18	14—20	16—24	30—40
Schmiedeeisen . . .	7—9	10—13	20—25	18—25	22—32	45—60
Messing . . . . .	20—28	32—40	50—60	32—40	45—52	70—80

<sup>1)</sup> Ludw. Loewe & Co., Schnellschnittstahl.

schiedenen Werkzeugstähle, und die Zahlentafel II zeigt die Überlegenheit des Schnellstahles gegenüber einem guten Selbsthärter.

Zahlentafel II<sup>1)</sup>  
Vergleich zwischen Selbsthärter und Schnellstahl.

Rohstoff	Art des Werkzeugstahles			
	Selbsthärter	Schnellstahl	Selbsthärter	Schnellstahl
Beschaffenheit des bearbeiteten Flußeisens . . . . .	hart	hart	weich	weich
Anzahl der bearbeiteten Stücke bis zum Stumpfwerden des Stahles . .	18	80	40	100
Schnittgeschwindigkeit m Min . . . .	20,7	27,4	18,5	32,3
Vorschub mm/Min . . . . .	175	216	93	165
Kosten des Werkzeugstahles für je 100 Arbeitsstücke M. . . . .	2,94	1,09	1,26	0,84
Kosten der Arbeit für je 100 Stück M.	13,80	12,60	3,15	2,40
Anzahl der in einem Jahr hergestellten Stücke . . . . .	38 371		19 025	
Lohnersparnis für je 100 Stück M. . .	—	1,20	—	0,75
Ersparnis in einem Jahr M. . . . .	—	460,00	—	143,00
Anzahl der Arbeitstage, an denen die Maschine für andere Arbeiten frei geworden ist . . . . .	—	57	—	19,5

Durch die größere Schnittgeschwindigkeit und durch die schwereren Schnitte wird in erster Linie eine größere Spanleistung der Maschinen erzielt. Ein klares Bild von dem Einfluß, den die Schnellstähle auf die Entwicklung unserer Metallbearbeitungsmaschinen gehabt haben, geben zwei Zahlen: Noch in den 60er Jahren galt eine Drehbank als außergewöhnlich stark, wenn sie in der Stunde 5 kg Späne lieferte, und noch vor 30 Jahren zerspanten unsere schwersten Bänke höchstens 9 kg in der Stunde. Unsere heutigen Schnelldrehbänke erzeugen Spanmengen, die das 30- bis 50fache betragen. Auch der Arbeitsbedarf älterer und neuerer Maschinen zeugt von diesem Einfluß. Früher verlangte der Antrieb einer Werkzeugmaschine selten mehr als 3 bis 5 PS., heute beanspruchen unsere Schnelldrehbänke 10 bis 20 PS. und mehr. Die schwerste Sonderdrehbank, die auf dem Festlande je gebaut worden ist, erfordert einen Arbeitsaufwand von nicht weniger als 120 PS. und leistet bei einem Spanquerschnitt von 200 qmm und Stahl von 50 bis 60 kg/qmm Festigkeit 1300 bis 1400 kg Späne in der Stunde.

Die größere Schnittdauer der Schnellstähle vermindert das häufige Auswechseln der Stähle, die hiermit verbundene Unterbrechung der Arbeit und die Zeitverluste und die Unkosten, die durch das häufige

<sup>1)</sup> The Iron Age 1. XII. 1904, S. 14.

Nacharbeiten der Werkzeuge entstehen. Außerdem hält die größere Schneidhaltigkeit den Arbeitsbedarf der Maschinen ziemlich gleich, während er bei den weniger schneidhaltigen Werkzeugen stärkeren Schwankungen unterworfen ist. Der ganze Betrieb muß also viel wirtschaftlicher arbeiten.

Durch diese Erfahrungen haben sich in der Metallbearbeitung bereits große Umwälzungen vollzogen. Noch vor wenigen Jahrzehnten zielte man schon beim Gießen und Schmieden auf möglichst genaue Abmessungen hin. Die Maschinenarbeit erstreckte sich meist nur auf die Paß- und Gleitflächen. Heute werden die Maschinenteile roh gegossen oder geschmiedet und auf leistungsfähigen Werkzeugmaschinen fertig bearbeitet. Dieses Verfahren hat sich bei den hohen Arbeitslöhnen als billiger erwiesen. Ja, die Hüttenwerke gehen sogar so weit, daß sie, um Fracht zu sparen, rohe Schmiedestücke vor dem Versand schrappen.

Zahlentafel III.<sup>1)</sup>

Gegenstand	Rohgewicht ab Schmiede kg	Fertig- gewicht kg	Späne kg
1 Druckwelle, 180 mm Schaft $\varnothing$ . . .	1 250	483	767
1 Druckwelle, 540 mm Schaft $\varnothing$ . . .	23 500	11 850	11 650
1 einfache Kurbelwelle, 125 mm Hub, 110 mm Schaft $\varnothing$ . . . . .	162	76	86
1 Kurbelwelle mit 2 Kurkeln, 450 mm Hub, 185 mm Schaft $\varnothing$ . . . . .	2 050	800	1 250

Auf Grund dieser Erfahrungen hat sich eine neue Arbeitsteilung vollzogen: „Schrappen als Ersatz des teureren Schmiedens“. Klassische Beispiele, wie weit die Praxis mit der mechanischen Bearbeitung heute geht, gibt uns die Tafel III. Sie zeigt, daß bei großen Schmiedestücken bis zu 60 v. H. des Rohgewichts auf Werkzeugmaschinen zerspant werden. Die Massen- und Gruppenherstellung nutzt diese Fortschritte in noch größerem Maße aus. Sie schält aus Walzeisen und Blöcken fertige Gegenstände unter Vermeidung jeder Schmiedearbeit heraus (Tafel IV, S. 5).

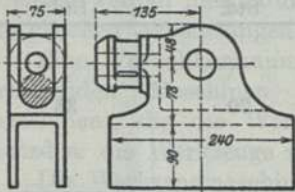
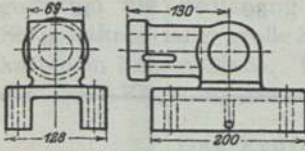
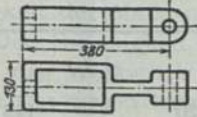
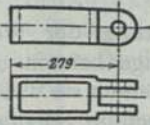
Der Aufschwung zum Schnellbetrieb mußte sich auch in den Arbeitszeiten bemerkbar machen. In der Zahlentafel V, S. 6, sind für einige Maschinenteile die Schrappzeiten vor der Einführung des Schnellstahles denen nach der Einführung gegenübergestellt. Im allgemeinen kann man rechnen, daß sich mit dem Schnellstahl mindestens 25–30 v. H. Zeitersparnisse erzielen lassen. Dieser Umstand gewinnt bei den heutigen kurzen Lieferfristen besondere Bedeutung.

<sup>1)</sup> Nach Angaben des „Vulcan“, Stettin.



Zahlentafel IV.<sup>1)</sup>

## Vergleich der Selbstkosten beim Ausschälen aus dem Vollen und dem Ausschmieden.

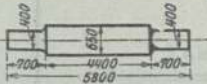
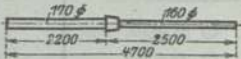

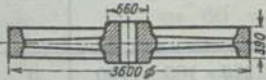
Gegenstand mit Hauptmaßen in mm	Stoff	Maße des Rohblockes in mm	Die aus dem Block hergestellte Stückzahl	Selbstkostenverhältnis (ausgeschält; geschmiedet)
<p>Kreuzkopf</p> 	Flußeisen	265 × 80 × 1580	6	0,75:1
<p>Schieberstangenkopf</p> 	Flußeisen	155 × 135 × 1440	6	0,76:1
<p>Federgehänge</p> 	Flußeisen	135 × 85 × 1720	4	0,78:1
<p>Federkorb</p> 	Flußeisen	125 × 105 × 1700	5	0,60:1

Eine große Errungenschaft für die Leistungsfähigkeit der Werkzeugmaschinen ist auch das mehrschneidige Werkzeug, der Fräser. Er

<sup>1)</sup> WT 1907, S. 219. H. Fischer, Über das Ausschälen von Werkstücken aus rohen Blöcken.

hat ein großes Arbeitsgebiet in der Metallbearbeitung erobert, weil er starke Späne von der Breite des Werkstückes zu nehmen vermag und mit größerer Geschwindigkeit arbeiten kann als das einschneidige Werkzeug (siehe Tafel I, S. 2).

Zahlentafel V.<sup>1)</sup>  
Schruppszeiten vor und nach Einführung des Schnellstahles.

Gegenstand	Arbeitszeiten für das Vorschruppen	
	vor Einführung des Schnellstahles Std.	nach Einführung des Schnellstahles Std.
Kurbelwelle aus geschmiedetem Stahl 	70	38
Kolbenstange aus geschmiedetem Stahl 	30	18
Lokomotivkolben aus geschmiedetem Stahl 	15	10
Schwungrad aus Stahlguß 	220	145

Ein weiteres Mittel für eine größere Leistung der Werkzeugmaschinen ist die Benutzung mehrerer Werkzeuge bei ein und derselben Maschine. Arbeiten sie gleichzeitig, so können sie das Schrumpfen und Vorschlichten mit einem Gang der Maschine erledigen oder das Werkstück an mehreren Stellen zugleich bearbeiten. Einen Rekord hat hier wohl eine Maschine von Martin H. Blancke aufgestellt, die mit 32 Stählen zugleich arbeiten kann. Arbeiten die Werkzeuge nacheinander (Revolverbank), so gestatten sie durch den Stahlwechsel,

<sup>1)</sup> Nach Angaben der Gutehoffnungshütte, Oberhausen.

die bei Massenteilen vorkommenden Arbeiten an einer Maschine vorzunehmen, ohne Werkzeug und Werkstück umzuspannen. Sie vereinfachen daher nicht nur die Bedienung, sondern sie kürzen auch die Arbeitszeit in hohem Maße.

Ein sehr dankbares Mittel, die Werkzeugmaschinen leistungsfähiger zu gestalten, ist schließlich die Vereinfachung der Bedienung. Dieser Weg ist bei allen Maschinen zu benutzen. In der Massenherstellung hat er zu sich selbsttätig auslösenden oder gar vollkommen selbsttätig arbeitenden Maschinen, Automaten, geführt.

Durch die Selbstausslösung wird der Vorschub des Werkzeuges an bestimmten Arbeitsgrenzen durch die Maschine ausgeschaltet. Diese Grenzen werden meist durch verstellbare Anschläge festgelegt, die auf die gleichen Arbeitslängen der Massenteile einzustellen sind.

Eine Vervollkommnung höheren Grades bieten die selbsttätig arbeitenden Maschinen (Zahnradfräsmaschinen, Schraubenschneidmaschinen), die die Werkstücke vollkommen selbsttätig bearbeiten, trotzdem die Werkzeuge nur zeitweise tätig sind.

Die Werkzeugmaschinen mit Selbstausslösung des Vorschubes oder rein selbsttätiger Wirkungsweise verdienen eine besondere Beachtung für die Massenherstellung. Sie liefern stets gleiche Arbeitsstücke und gestatten die Bedienung mehrerer Maschinen durch einen Arbeiter. Sie gewähren daher große Zeitersparnisse und verringern die Herstellungskosten in hohem Maße. Über den Erfolg dieser Entwicklungslinie gibt die Tafel VI, S. 8, Auskunft.

### Das Prüfen der Arbeitserzeugnisse.

Die Güte der Arbeit wird durch die Genauigkeit der Arbeitserzeugnisse festgestellt. Jedes Arbeitsstück läßt sich nämlich auf die Genauigkeit der Maße und die Genauigkeit der Form prüfen.

Die Genauigkeit der Form hat eine untergeordnete Bedeutung, wenn das Werkstück nur des besseren Aussehens oder des geringeren Gewichtes wegen bearbeitet wird. Sie spielt dagegen eine große Rolle bei Passungen, die nicht nur volle Genauigkeit der Maße, sondern auch volle Genauigkeit der Form verlangen.

Die Genauigkeit der Maße wird durch das Messen der Arbeitsstücke mit Meßwerkzeugen geprüft.

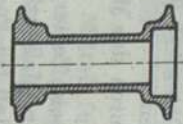
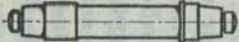
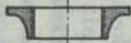

Die älteren Meßwerkzeuge sind Zollstock, Taster, Schublehren und Schraublehren. Bei diesen verstellbaren Meßwerkzeugen spielt das Gefühl des Menschen eine große Rolle, so daß bei Passungen viel Nacharbeit nötig ist.

Seit die Massenherstellung die Austauschbarkeit der Einzelteile fordert, mußte die Praxis zu den festen Meßwerkzeugen übergehen, die einfacher und schneller zu handhaben sind.

Die Normallehren werden heute fast nur noch zum Messen von Kegeln und als Prüf- und Einstellehren benutzt. Das Arbeitsstück

Zahlentafel VI.<sup>1)</sup>

Vergleich der Herstellungskosten von Maschinenteilen auf der Drehbank, der Hand-Revolverbank und der selbsttätigen Revolverbank.

Nr.	Stoff	Gegenstand	Gewöhnliche Drehbank		Hand-Revolver-Drehbank		Selbsttätige Revolver-Drehbank		Bemerkungen
			Zeit	Kosten	Zeit	Kosten	Zeit	Kosten	
1	Nabenstahl	Fahrradnabe 	Min. 40 Ab- stechen	Mark 0,40—0,45 0,05 0,05 0,45—0,50	Min. 10	Mark 0,40—0,45 M. 0,07—0,08	Min. 6	Mark bei 1 Maschine 0,04—0,045, bei 4 Maschinen 0,01—0,012	Auf der Hand-Revolver-Drehbank und auf der selbsttätigen Revolver-Drehbank werden die Naben, wie die Figur zeigt, von der Stange hergestellt. Auf der gewöhnlichen Drehbank werden auf erforderliche Länge abgeschnittene Stücke verarbeitet. Es sind daher für diesen Fall noch die Kosten für das Abstechen mit 0,05 M. zu berücksichtigen.
2	Achsenstahl	Tretkurbelachse 	30 Ab- stechen	0,30—0,33 0,02 0,02 0,32—0,35	7 1/2	0,05—0,06	6	bei 1 Masch. 0,04—0,045, bei 4 Masch. 0,01—0,012	Für die Herstellung der Achsen gilt das oben Erwähnte.
3	Kegelstahl	Fahrradkegel 	10	0,10—0,11	3	0,02 bis 0,025	2	bei 1 Masch. 0,013—0,015, bei 4 Masch. 0,003—0,004	Die Kegel werden auf allen drei Maschinen von der Stange hergestellt.
4	Gußeisen	Nähmaschinenschwungrad 	60	0,60—0,65	12	0,08—0,09	3 3/4	bei 1 Maschine 0,025—0,028, bei 4 Maschinen 0,006—0,007	Die Nähmaschinenschwungräder werden auf der Drehbank bei dreimaligem Aufspannen, auf der Hand-Revolver-Drehbank bei zweimaligem Aufspannen und auf der selbsttätigen Revolver-Drehbank in einer Aufspannung fertig gestellt. Auf der letzten Maschine wird das Rad gleichzeitig von vier Seiten bearbeitet. Hieraus erklärt sich die kurze Arbeitszeit gegenüber den anderen Maschinen.

1) Nach Angaben der Leipziger Werkzeugmaschinenfabrik vorm. W. v. Pittler, A.-G., Leipzig.

gilt erst dann als normal, wenn das Meßwerkzeug überall gleichmäßig sitzt (Abb. 1)

Die Grenzlehren geben die Grenzen an, zwischen denen die Abmessungen der Werkstücke liegen sollen. Sie haben als Kennzeichen

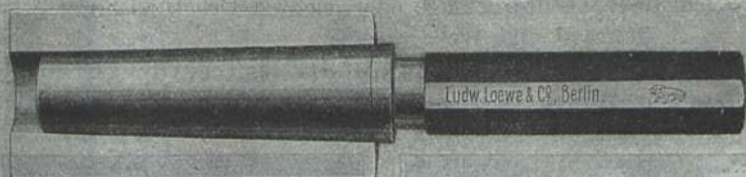
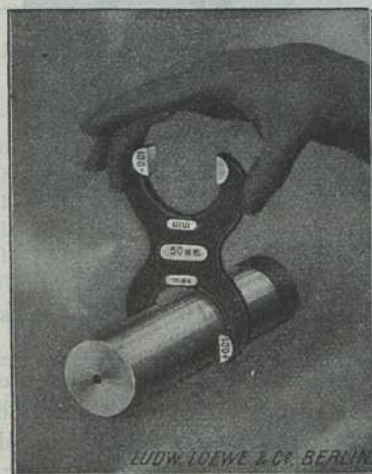
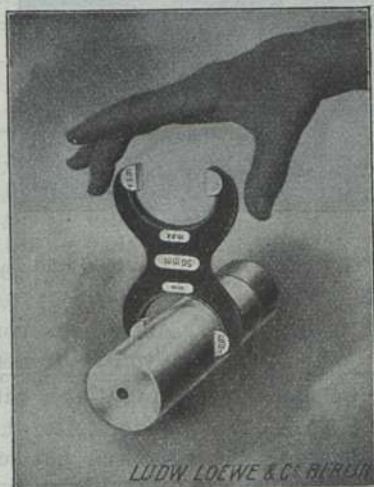


Abb. 1. Normalkegel.

eine „Gutseite“ und eine Ausschußseite“. Die Gutseite der Grenz-  
rachenlehre muß leicht über die Welle herübergehen (Abb. 2), dagegen  
darf die Ausschußseite höchstens anschnäbeln (Abb. 3). Beim Messen



Gutseite



Ausschußseite

Abb. 2 und 3. Grenzrachenlehre.

von Bohrungen muß die Gutseite des Grenzlehrdornes leicht in das  
Loch hineingehen (Abb. 4), während die Ausschußseite höchstens an-  
fassen darf (Abb. 5). Die Grenzlehren lassen also kleine Unterschiede  
zu, die von der Art der Passung abhängen.

Bei den Passungen unterscheiden wir nämlich:

1. den Laufsitz für Teile, die ineinander laufen und Spiel für Öl haben müssen, z. B. Lager und Welle,
2. den Schiebesitz für Teile, die noch hinreichend Spiel für ein leichtes Aufschieben haben sollen, z. B. Riemscheibe und Welle,
3. den festen Sitz für Teile, die so genau passen müssen, daß sie sich durch leichte Schläge oder leichten Druck aufbringen lassen, z. B. Zahnrad und Welle,
4. den Preßsitz oder Schrumpfsitz für Teile, die sich nur unter starkem Druck oder durch Erwärmen miteinander vereinigen



Gutseite



Ausschußseite

Abb. 4 und 5. Grenzlehrdorn.

lassen, z. B. Aufpressen von Eisenbahnrädern auf die Achsen oder Aufziehen von Radreifen.

Bei der Anwendung obiger Sitze sind zwei Systeme zu beachten:

Bei dem System der „gleichbleibenden Bohrung“ erhält die Bohrung für alle Passungen den vollen Durchmesser, z. B. 50 mm, dagegen die Welle die verschiedenen Sitze.

Bei dem System der „gleichbleibenden Welle“ hat die Welle überall den gleichen Durchmesser, dagegen erhalten die Bohrungen die betreffenden Sitze.

Die Zahlentafel VII gibt die Grenzmaße für die beiden Systeme und die verschiedenen Sitze an, während die Abb. 6 bis 25 von beiden Systemen je ein Beispiel mit Arbeitslehren zum Messen der Arbeitsstücke und den Prüflehren zum Nachprüfen der Arbeitslehren zeigen.

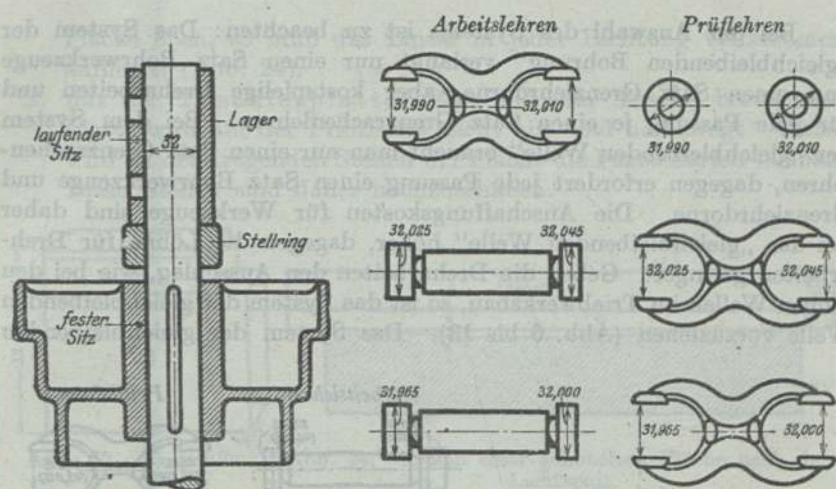


Abb. 6 bis 13. Arbeits- und Prüflehren für Welle, Lager und Scheibe, System der gleichbleibenden Welle.

Zahlentafel VII.<sup>1)</sup>

Grenzmaße für Durchmesser bis 100 mm.

Grenzmaße für die gleichbleibende Bohrung.

Paßstück- Ø	Bohrung		Welle					
	gleichbleibend		Laufsitz		Schiebesitz		Fester Sitz	
6—10	+ 0,01	- 0,01	- 0,015	- 0,025	- 0,007	- 0,012	± 0,00	+ 0,02
11—20	+ 0,01	- 0,01	- 0,015	- 0,03	- 0,01	- 0,015	± 0,00	+ 0,025
21—30	+ 0,015	- 0,015	- 0,02	- 0,035	- 0,012	- 0,02	± 0,00	+ 0,03
31—50	+ 0,015	- 0,02	- 0,025	- 0,045	- 0,012	- 0,025	± 0,00	+ 0,035
51—75	+ 0,02	- 0,02	- 0,03	- 0,05	- 0,012	- 0,03	± 0,00	+ 0,04
76—100	+ 0,02	- 0,025	- 0,035	- 0,06	- 0,015	- 0,035	± 0,00	+ 0,045

Grenzmaße für gleichbleibende Welle.

Paßstück- Ø	Welle		Bohrung					
	gleichbleibend		Laufsitz		Schiebesitz		Fester Sitz	
6—10	+ 0,01	- 0,01	+ 0,015	+ 0,03	+ 0,01	+ 0,018	± 0,00	- 0,02
11—20	+ 0,01	- 0,01	+ 0,018	+ 0,035	+ 0,01	+ 0,02	± 0,00	- 0,025
21—30	+ 0,01	- 0,01	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,012	+ 0,022	± 0,00	- 0,03
31—50	+ 0,01	- 0,01	+ 0,025	+ 0,045	+ 0,012	+ 0,025	± 0,00	- 0,035
51—75	+ 0,01	- 0,01	+ 0,03	+ 0,05	+ 0,012	+ 0,03	± 0,00	- 0,04
76—100	+ 0,01	- 0,01	+ 0,035	+ 0,06	+ 0,015	+ 0,035	± 0,00	- 0,045

<sup>1)</sup> Rich. Weber & Co., Das Grenzlehnsystem.

Bei der Auswahl des Systems ist zu beachten: Das System der „gleichbleibenden Bohrung“ verlangt nur einen Satz Bohrwerkzeuge und einen Satz Grenzlehrdorne, aber kostspielige Dreharbeiten und für jede Passung je einen Satz Grensrachenlehren. Bei dem System der „gleichbleibenden Welle“ braucht man nur einen Satz Grensrachenlehren, dagegen erfordert jede Passung einen Satz Bohrwerkzeuge und Grenzlehrdorne. Die Anschaffungskosten für Werkzeuge sind daher bei der „gleichbleibenden Welle“ höher, dagegen die Löhne für Dreharbeiten geringer. Geben die Dreharbeiten den Ausschlag, wie bei den langen Wellen im Triebwerksbau, so ist das System der gleichbleibenden Welle vorzuziehen (Abb. 6 bis 13). Das System der gleichbleibenden

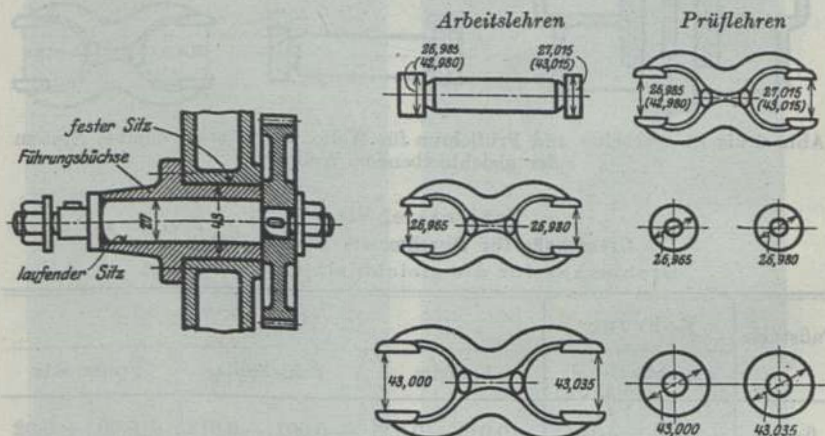


Abb. 14 bis 22. Arbeits- und Prüflehren für Bolzen und Büchse, System der gleichbleibenden Bohrung.

Bohrung hat den Vorteil, daß die Passungen am Bolzen leichter zu messen sind und Handräder, Kurbel, Handgriffe, Stirnräder sich leicht auf die Zapfen schieben lassen. Die gleichbleibende Bohrung ist daher für kurze und besonders mehrfach abgesetzte Teile zu empfehlen (Abb. 14 bis 22).

Zum Messen genauer Maße dienen die Endmaße. Es sind dies Meßplättchen, die aufs sauberste und genaueste geschliffen sind. Sie werden unter leichtem Druck aufeinander geschoben und saugen sich so fest. Mit einem Satz von 103 Endmaßen lassen sich 20 000 Maße von 1 mm bis 200 mm steigend um  $\frac{1}{100}$  mm zusammensetzen (Abb. 23).

Die Genauigkeit der Form prüft man:

1. mit dem Lichtspalt: Ein Lineal mit abgeschrägter Kante wird nach verschiedenen Richtungen über die zu prüfende Fläche geführt und das Erscheinen eines Lichtspaltes beobachtet. Ist die



Fläche eben, so muß das Lineal in jeder Richtung vollkommen aufliegen (Abb. 24).

- mit der Tuschierplatte: Eine mit der Tusche bestrichene Platte wird auf der Prüffläche leicht hin- und herbewegt. Dabei wird an den tragenden Stellen der Fläche die Farbe haften bleiben. Diese Stellen sind daher nachzuschaben.

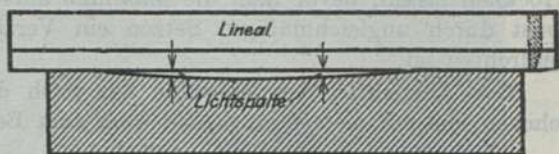
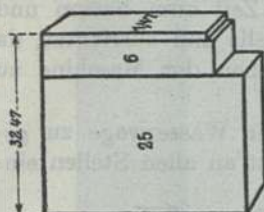


Abb. 23. Endmaße. Abb. 24. Prüfen einer gehobelten Fläche nach dem Lichtspalt.

- mit der Wasserwage: Eine beliebige Stelle der Prüffläche wird nach der Wage ausgerichtet und dann eine kleine Wasserwage oder Libelle auf der Fläche verschoben, die überall einspielen muß.
- mit dem Fühlhebel: Das zu prüfende Stück wird auf eine Richtplatte gelegt und der Fühlhebel mit dem Taster angesetzt. Der Fühlhebel wird dann mit dem Fuß verschoben, dabei muß der

Bibliothek  
Pol. Wrocł.

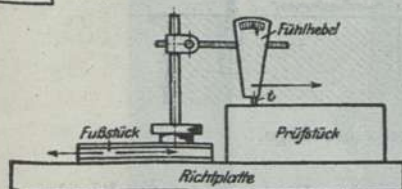


Abb. 25. Prüfen ebener Flächen mit dem Fühlhebel.

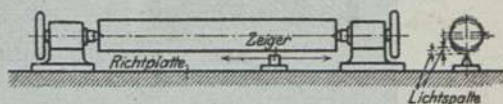


Abb. 26. Prüfen runder Flächen nach dem Lichtspalt.

Fühlknopf alle Stellen der Fläche bestreichen. Bei ebenen Flächen bleibt der Zeiger auf Null stehen. Sind jedoch die Ausschläge vorhanden, so müssen die Stellen geschabt werden (Abb. 25).

Diese Prüfverfahren sind auch für runde Körper verwendbar, die man zum Prüfen zwischen Spitzen spannt. Bei langsamem Drehen lassen sich ihre Ungenauigkeiten mit dem Fühlhebel oder einem Lichtspaltzeiger feststellen (Abb. 26).

## 2. Das Aufstellen der Werkzeugmaschinen.

Unerläßliche Vorbedingung für gute Arbeit ist, wie bereits erwähnt, ein ruhiger Gang der Maschine. Er erfordert außer einer soliden

Bauart der Maschine ein kräftiges und dauerhaftes Grundmauerwerk, das den Arbeitsdruck ohne Erschütterungen aufzunehmen vermag. Leichte Maschinen werden auf dem Fußboden, Holz- oder Eisenschwellen befestigt (Abb. 27) oder auf einem Steinsockel verankert (Abb. 28). Größere und schwere Werkzeugmaschinen verlangen einen Steinunterbau, auf dem sie durch kräftige Ankerschrauben verankert werden (Abb. 359).

Dem Steinmauerwerk soll man genügend Zeit zum Setzen und Trocknen lassen, bevor man die Maschine aufstellt und ausrichtet, da sonst durch ungleichmäßiges Setzen ein Verziehen der Maschine zu befürchten ist.

Das Ausrichten der Maschine hat nach der Wasserwage zu geschehen, die mindestens längs und quer zum Bett an allen Stellen ein-

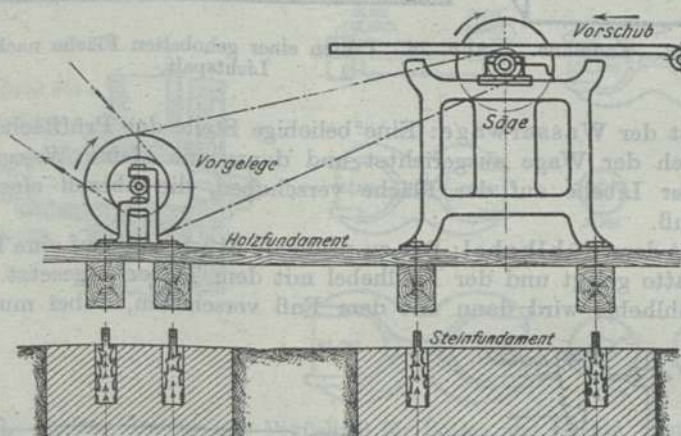


Abb. 27 und 28. Aufstellen einer Säge.

spielen muß. Zu diesem Zweck sind unter das Bett nicht zu schmale Eisenkeile mit ganz geringem Anzug zu legen. Um ein Lockern dieser Keile zu verhindern, lege man um sie einen Lehmrand und umgieße sie mit Beton oder Schwefel; bei Holzunterbau ist ein Gemisch von Pech und Asphalt mit Sand zu empfehlen. Nach dem Erstarren der Gußmasse ist der Lehmrand zu entfernen und die Stelle etwas zu beputzen.

Beim Aufstellen einer Fräsmaschine (Abb. 29) sind bei *A*, *B* und *C* Keile unterzulegen. Vor allem dürfen bei schweren Modellen die Keile *B* nicht vergessen werden, da sich sonst die Grundplatte durchhängt und die Teleskopspindel verbiegt. Die Keile *C* müssen zunächst ganz lose liegen, so daß die ganze Last auf *A* und *B* ruht. Jetzt versuche man, ob sich der Tisch leicht heben läßt. Ist dies nicht der Fall, so sind die Keile *C* nach Bedarf anzuziehen. Die Wage muß sowohl quer als auch längs zum Aufspanntisch einspielen.

### 3. Die Arbeitsweise der Werkzeugmaschinen.

Die Aufgabe der Werkzeugmaschinen ist, die zum selbsttätigen Bearbeiten eines Werkstückes erforderlichen Bewegungen hervorzu- bringen. Danach arbeiten die Werkzeugmaschinen mit einer Haupt-

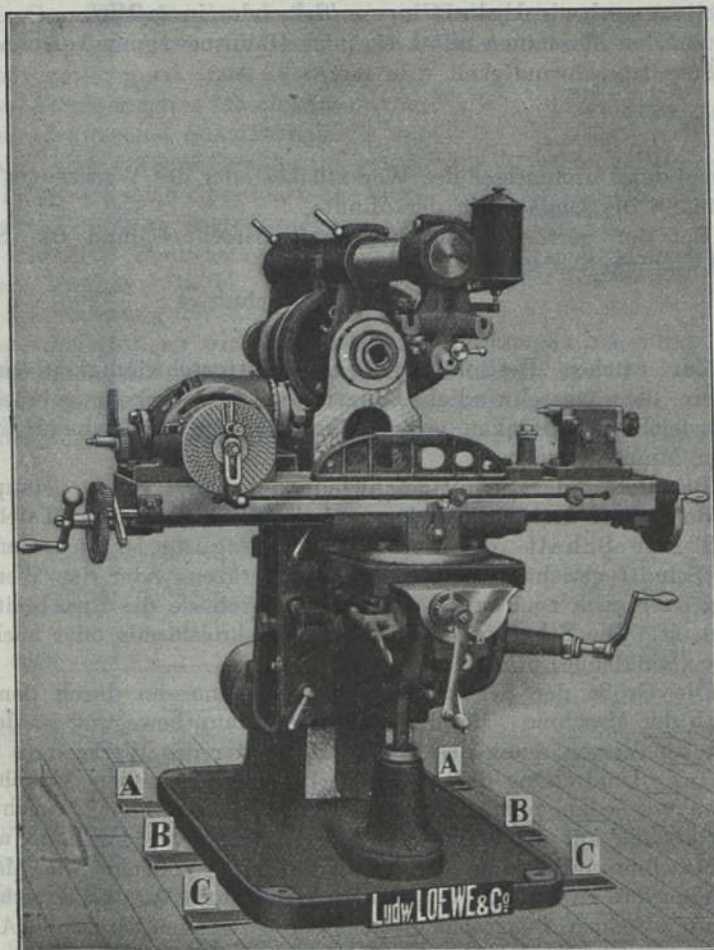


Abb. 29. Aufstellen einer Fräsmaschine.

oder Arbeitsbewegung und einer Schalt- oder Fortrückbewegung. Zu diesen beiden Bewegungen treten noch die zum Einstellen von Werkzeug und Werkstück erforderlichen Einstellbewegungen.

1 Die Haupt- oder Arbeitsbewegung einer Werkzeugmaschine vermittelt den Schnitt des Werkzeuges. Sie hat daher stets die Rich-

tung des Schnittes und kann eine geradlinige oder eine kreisförmige Bewegung sein. Ist demgemäß die Hauptbewegung einer Werkzeugmaschine zu bestimmen, so ist nur die Bewegung zu beobachten, durch die das Werkzeug den Span abhebt.

Die Hauptbewegung der Maschine wird gemessen durch die Schnittgeschwindigkeit in mm/Sek. oder in m/Min.

Bei den Maschinen mit kreisender Hauptbewegung berechnet man die Schnittgeschwindigkeit  $v$  in mm/Sek. aus:

$$v = \frac{\pi d n}{60}$$

wenn  $d$  der Durchmesser des Werkstückes oder des Werkzeuges in mm ist und  $n$  die Umläufe in der Minute.

Bei der geraden Hauptbewegung berechnet man die Schnittgeschwindigkeit  $c$  aus:

$$c = \frac{s}{t} = \frac{\text{Weg des Schnittes}}{\text{Zeit}}$$

Zur raschen Bestimmung der Schnittgeschwindigkeit sind besondere Schnittgeschwindigkeitsmesser in den Verkehr gebracht, die durch leichtes Andrücken einer Reibscheibe die Geschwindigkeit in m in der Minute anzeigen.

Die Größe der Schnittgeschwindigkeit hängt in der Hauptsache von dem Stoff des Werkstückes und des Werkzeuges ab (Tafel I).

2. Die Schalt- oder Fortrückbewegung ist stets senkrecht zum Schnitt gerichtet. Sie rückt das Werkzeug oder das Werkstück stetig oder auch ruckweise vor, so daß durch sie die Spanbreite festgelegt ist. Die Schaltung kann geradlinig, kreisförmig oder nach einer Lehre (Schablone) erfolgen.

Die Größe der Schaltbewegung wird gemessen durch den Vorschub der Maschine. Bei der kreisenden Hauptbewegung ist der Vorschub die Verschiebung des Werkstückes oder des Werkzeuges in mm bei einer Umdrehung der Maschine, bei der geraden die Verschiebung in mm vor jedem neuen Schnitt. Erstreckt sich dieser Vorschub ununterbrochen auf die Dauer des ganzen Arbeitsvorganges, so arbeitet die Maschine mit einem Dauervorschub. Vollzieht die Maschine den Vorschub ruckweise vor jedem neuen Schnitt, so daß er sich jedesmal nur auf einen Augenblick erstreckt, so bezeichnen wir ihn als Augenblicksvorschub oder Ruckvorschub.

Die Haupt- und Schaltbewegung werden bei den einzelnen Werkzeugmaschinen verschieden ausgeführt. Bei der Tischhobelmaschine besitzt nämlich das Werkstück die gerade Hauptbewegung (Abb. 30) und das Werkzeug die ruckweise Schaltung (Abb. 31). Bei der Drehbank vollzieht das Werkstück die kreisförmige Hauptbewegung (Abb. 32) und der Stahl ununterbrochen den geraden Vorschub (Abb. 33). Nach der Arbeitsweise der Fräsmaschine erhält der Fräser die kreisende Haupt-

bewegung und das Arbeitsstück den geraden Vorschub (Abb. 34). Das Werkzeug der Bohrmaschine arbeitet gleichzeitig mit beiden Bewegungen. Der Bohrer schneidet nicht nur durch seine kreisende Arbeitsbewegung, sondern er dringt auch durch seinen geraden Vorschub tiefer in das Werkstück ein.

Als Grundsatz für den Aufbau einer Werkzeugmaschine ist jedoch festzuhalten, daß getrennte Bewegungen leichter und mit größerer Genauigkeit zu erzeugen sind als zusammengesetzte Bewegungen. Maschinen mit getrennter Haupt- und Schaltbewegung werden daher eine größere Gewähr für genaue Arbeit bieten als solche, bei denen das Werkstück oder Werkzeug beide Bewegungen zugleich ausführt. Zu diesem Grundsatz tritt noch ein zweiter: Da bei dem Ruckvorschub die Belastung der Maschine jedesmal ruckweise einsetzt, so wird bei diesen Schwankungen der ruhige Gang der Maschine gefährdet. Für die Güte der Arbeit spricht daher, die Maschinen möglichst mit einem Dauervorschub auszustatten.

Sind für die Bearbeitung eines Werkstückes Schnittgeschwindig-

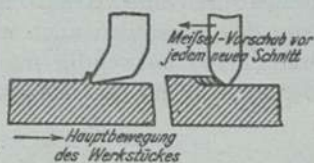


Abb. 30 und 31. Arbeitsweise der Hobelmaschine.

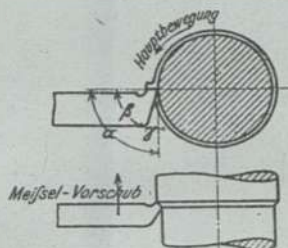


Abb. 32 und 33. Arbeitsweise der Drehbank.

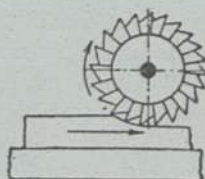


Abb. 34. Arbeitsweise der Fräsmaschine.

keit und Vorschub gewählt, so ist damit auch die Arbeitszeit der Maschine bestimmt.

Bei Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung ist

$$\text{die Arbeitszeit } t = \frac{\text{Länge der Arbeitsfläche}}{\text{Vorschub in der Minute}} = \frac{L}{n \cdot \delta'}$$

wenn  $\delta$  der Vorschub für eine Umdrehung und  $n$  die Umläufe in der Minute sind. Bei Werkzeugmaschinen mit gerader Hauptbewegung

$$\text{ist die Arbeitszeit } t = \frac{\text{Breite der Arbeitsfläche}}{\text{Vorschub in der Minute}} = \frac{B}{n \cdot \delta'}$$

wenn  $n$  die minutliche Hubzahl und  $\delta$  der Vorschub für einen Hub ist.

Ist z. B. eine Welle bei 75 Umläufen in der Minute und bei einem

Vorschub von 1 mm auf eine Länge von 1500 mm abzdrehen, so ist die reine Drehzeit =  $\frac{1500}{75 \cdot 1} = 20$  Min.

3. Die Einstellbewegungen sind meist gerade Bewegungen zum Einstellen des Werkzeuges oder des Werkstückes. Hierzu ist in der Regel eine Doppelbewegung nach zwei sich kreuzenden Richtungen erforderlich, die in der Bauart des Werkzeugschlittens oder des Arbeitstisches durch einen Kreuzschlitten geschaffen wird. In besonderen Fällen kann das Einstellen auch eine Drehbewegung erfordern, die dann eine Drehscheibe notwendig macht. Die Einstellungen können von Hand oder auch durch die Maschine vorgenommen werden.



## Zweites Kapitel.

# Die Getriebe der Werkzeugmaschinen.

Die Mittel, welche zur Erzeugung der Haupt- und Schaltbewegung dienen, bezeichnet der Werkzeugmaschinenbau als Getriebe oder Mechanismen. Die Getriebe der Hauptbewegung, die Hauptgetriebe, haben den Antrieb, das Umsteuern und das Ausrücken der Maschine zu bewirken. Die gleiche Aufgabe haben die Schaltgetriebe für die Schaltbewegung der Maschine. An alle Getriebe müssen wir eine gemeinsame Bedingung stellen: Um glatte Schnitte zu erzielen, müssen sie uns volle Gewähr für einen ruhigen Gang der Maschine bieten.

Die Aufgabe des Erbauers ist es nun, für die Haupt- und Schaltbewegung in jedem Falle die vorteilhaftesten Getriebe zu wählen, sie sachgemäß anzuordnen und so eine handliche und gut arbeitende Werkzeugmaschine zu schaffen.

## Die Hauptgetriebe.

### Der Antrieb.

Die Aufgabe des Antriebes ist, die Hauptbewegung einer Werkzeugmaschine hervorzubringen. Diese Bewegung ist entweder von dem Triebwerksvorgelege oder dem Motor abzuleiten. Nach der Art der zu erzeugenden Arbeitsbewegung unterscheiden wir: Antriebe für eine kreisende, eine gerade und eine gerade hin- und hergehende Hauptbewegung.

#### a) Der Antrieb der kreisenden Hauptbewegung.

Der Antrieb der kreisenden Hauptbewegung hat die Drehbewegung des Deckenvorgeleges auf die Maschine zu übertragen. Diese Bewegungsübertragung muß gleichförmig erfolgen, wenn die Maschine ruhig arbeiten soll. Sie beansprucht daher zwangläufige Getriebe, und zwar ist bei größeren Wellenentfernungen der Riemen-, Seil- oder Kettentrieb zu verwenden und bei kleineren Wellenabständen der Rädertrieb.

Nach dem Grundgesetz eines gleichmäßig arbeitenden Antriebes

müssen die zusammenarbeitenden Räder und ebenso die Riemscheiben, Seilscheiben und Kettenräder gleiche Geschwindigkeit haben. Hieraus ergibt sich:

$$r_1 n_1 = r_2 n_2$$

oder:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Die praktische Ausführung dieser Getriebe bedarf noch einer kurzen Bemerkung. Der Werkzeugmaschinenbau stellt an die Rädergetriebe höhere Ansprüche als der allgemeine Maschinenbau. Er verlangt von ihnen vollkommen ruhigen Gang und möglichst stoßfreies Umsteuern. Dies bedingt gefräste Zähne, die ohne Spiel arbeiten, und bei höheren Ansprüchen Schraubenräder.

Um den Verschleiß in der Verzahnung, der sich stets in dem Gange der Maschine störend bemerkbar macht, nach Möglichkeit unschädlich zu halten, werden die Räder vielfach aus Stahl gefertigt und gehärtet. Für weitergehende Ansprüche sind die Räder ihrer Breite nach zu teilen, so daß durch ein Verstellen der Radhälften jeder Verschleiß auszugleichen ist.

Aus denselben Gründen erklärt sich auch die vielfache Anwendung des Schneckengetriebes. Es bietet nicht nur eine große Übersetzung, sondern es gewährt auch bei guter Ausführung ruhigen Gang und stoßfreien Richtungswechsel, ohne zu große Arbeitsverluste zu verursachen.

Die jüngsten Verbesserungen des Riementriebes zielen auf eine größere Sicherheit in dem Antriebe hin. Diese setzt eine größere Anhaftung zwischen Riemen und Scheibe voraus, so daß Scheibendurchmesser und Breite möglichst groß zu nehmen sind.

Ein sehr dankbares Mittel, den Riemenbetrieb für ein ruhiges und gleichmäßiges Arbeiten zu verbessern, ist auch eine hohe Riemen- geschwindigkeit. Hat der Riemen z. B. *NPS*. zu übertragen, so läßt die hohe Riemengeschwindigkeit  $V_{\max}$ , wie die Gleichung  $N = \frac{P_{\min} V_{\max}}{75}$  zeigt, eine kleinere Durchzugskraft  $P_{\min}$  des Riemens zu. Die kleinere Durchzugskraft  $P_{\min}$  verbiegt auch die Wellen weniger und verringert die Lagerreibung, so daß der Riemen leichter durchziehen kann. Außerdem gestattet die hohe Riemengeschwindigkeit schmale Riemen und Riemscheiben. Infolgedessen wird auch das Umsteuern der Maschine eine geringere Riemenverschiebung und dementsprechend einen geringeren Arbeitsaufwand beanspruchen. Der Riemen selbst wird sich weniger abnutzen und durch seine hohe Geschwindigkeit schnell und sicher umsteuern. Wir gewinnen also durch die höhere Arbeitsgeschwindigkeit des Riemens, die bis auf die 40- bis 50fache Schnittgeschwindigkeit gesteigert wird, nicht nur einen zuverlässigeren sondern auch einen billigeren Antrieb, der auch weniger Platz erfordert.



## Der Stufenscheibenantrieb.

Jede Werkzeugmaschine soll in ihrem Betriebe die höchste Leistung mit einer guten Arbeit vereinigen. Dieser Grundsatz bedingt für die verschiedenen Rohstoffe bestimmte Schnittgeschwindigkeiten, die durch Versuche festgelegt sind. Ihre Grenzen müssen stets eingehalten werden, weil die Werkzeuge höheren Schnittgeschwindigkeiten nicht standhalten.

Die Anwendung einer bestimmten Schnittgeschwindigkeit  $v = \pi d n$  erfordert jedoch, bei den verschieden großen Durchmessern der Werkstücke die Umdrehungen der Maschine entsprechend ändern zu können. Diese Veränderung der Umlaufzahl wird beim Riemenantrieb vielfach durch Stufenscheiben (Abb. 35) erreicht. Bei leichten Maschinen ersetzt man sie wohl durch mehrrollige Schnurläufe.

Das Baugesetz für zusammenarbeitende Stufenscheiben verlangt unter der Voraussetzung einer gleichbleibenden Riemenlänge  $L$ , daß beim gekreuzten Riemen die Summe der zusammengehörigen Halbmesser gleich ist, d. h.  $R_1 + r_1 = R_2 + r_2 = R_3 + r_3 = \dots R_n + r_n$ . Für den offenen Riemen genügt diese Beziehung jedoch nur, wenn die Wellenentfernung  $E \geq 20 (R_1 - r_1)$  ist. Sobald der Wellenabstand kleiner ist, muß die Stufenscheibe in anderer Weise berechnet werden, wie dies in dem Abschnitt VII behandelt ist.

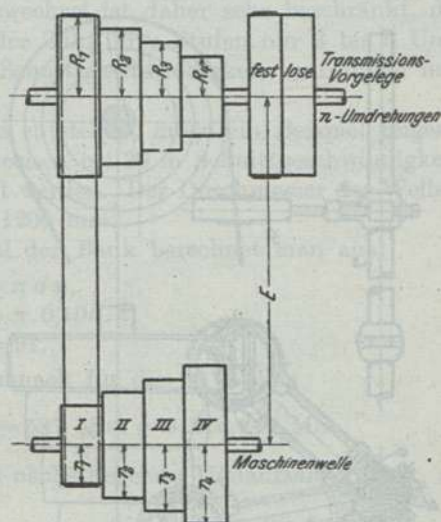


Abb. 35. Stufenscheibenantrieb.

Größte Umdrehungszahl d. Maschinenwellen  $n_{\max} = n_1 = \frac{n \cdot R_1}{r_1}$ , Riemen auf I.

Kleinste „ „ „ „  $n_{\min} = n_4 = \frac{n \cdot R_4}{r_4}$ , „ „ IV.

Die im Werkzeugmaschinenbau sehr gebräuchliche Stufenscheibe ist allerdings nicht frei von Unvollkommenheiten.

Die Sicherheit ihres Antriebes wird stark beeinträchtigt durch die geringe Umspannung der kleinsten Scheiben in den äußersten Riemenlagen. In ihnen ist entweder die höchste Umlaufzahl oder die größte Leistung der Maschine zu erzeugen, so daß der Riemen leicht gleitet, zumal er bei der größten Belastung der Maschine mit der kleinsten

Geschwindigkeit läuft. Um die Verhältnisse zu verbessern, besitzen neuere Stufenscheiben, wie bereits erwähnt, größere Durchmesser und Breiten. Diese Verbesserung ist besonders bei den Fräsmaschinen und den Schnelldrehbänken charakteristisch.

Für die Bedienung bietet die Stufenscheibe den Nachteil, daß das Riemenumlegen sehr umständlich und zeitraubend ist. Dieser Übelstand beeinträchtigt die Leistung der Maschine sehr. Er verführt den Arbeiter zu oft, den Stufenwechsel zu unterlassen. Die Maschine wird daher entweder nicht mit ihrer vollen Leistung arbeiten oder aber den Stahl überlasten, der frühzeitig stumpf wird. Der einfache Stufenriemen genügt daher weitergehenden Ansprüchen nicht mehr. Diese Tatsache führt zu einer Reihe von Riemenumlegern <sup>1)</sup>.

Der Grundgedanke des Bamag-Riemenumlegers (Abb. 36 und 37) ist, mit einer drehbaren Gabel den Stufenriemen umlegen zu können. Ein derartiger Riemenumleger stellt zwei Bedingungen. Zum ersten muß sich die Gabel auf einem Kreise bewegen, der durch die Mitte der größten und kleinsten Scheibe geht. Zum zweiten muß sich die Gabel selbst auf den jedesmaligen Scheibenabstand einstellen können.

Die erste Forderung erfüllt der Bamag-Riemenumleger durch die als ringförmiger Riemenführer ausgebildete Gabel *g*, die sich auf dem Kreisbogen *RR* bewegt. Die Einstellbarkeit der Gabel auf den jedesmaligen

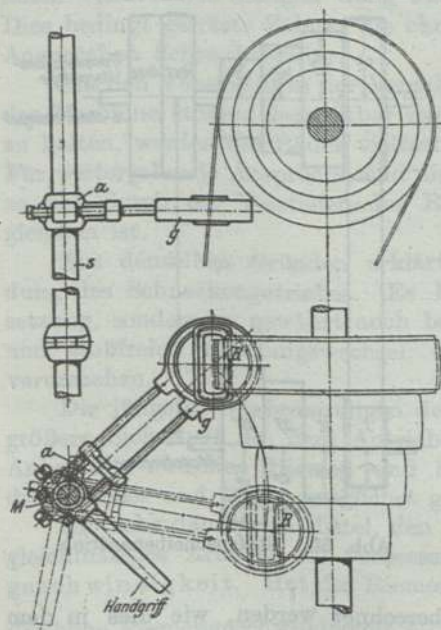


Abb. 36 und 37. Bamag-Riemenumleger.

Scheibenabstand ist durch das Doppelauge *a* geschaffen, in dem sich die 2 Führerstangen längs verschieben. Der Stufenwechsel wird mit dem unteren Handgriff vollzogen. Er legt die Stange *s* mit der Gabel herum, wobei diese den Riemen auf die Nachbarstufe bringt. Zur besseren Führung des Riemens dient noch eine Blechscheibe, die sich lose in dem Ringe dreht. Bei einiger Geschicklichkeit lassen sich mit dem Umleger beträchtliche Zeitersparnisse erzielen

<sup>1)</sup> WT 1907, S. 410. Hülle, Schnellbetrieb.

### Die Vergrößerung des Geschwindigkeitswechsels.

Die Vorbedingung für den wirtschaftlichen Betrieb einer Maschine ist bekanntlich, bei allen Arbeiten die volle Leistung auszunutzen. Die strenge Durchführung dieses Grundgesetzes scheidet jedoch an der Verschiedenheit der Werkstücke in ihren Abmessungen und der Beschaffenheit ihres Stoffes, sowie der Güte der einzelnen Arbeitsstähle. Jedenfalls ist es eine billige Forderung jeder Werkstatt, um wirtschaftlich arbeiten zu können, von ihren Maschinen einen ausreichenden Geschwindigkeitswechsel zu verlangen.

Gegenüber dieser Forderung besitzt die Stufenscheibe einen großen Nachteil. Sie gestattet bekanntlich nur eine stufenweise Änderung der Umläufe. Der Geschwindigkeitswechsel ist daher sehr beschränkt, da die Stufenscheibe entsprechend der Zahl ihrer Stufen nur 3 bis 5 Umlaufzahlen gestattet. Die volle Schnittgeschwindigkeit kann daher nur selten ausgenutzt werden.

Welche Zeitverluste dadurch entstehen, möge ein Beispiel zeigen: Es sollen 30 Wellen aus Schmiedeeisen bei 30 m Schnittgeschwindigkeit und 0,75 mm Vorschub abgedreht werden. Der Durchmesser der Wellen ist 105 mm und die Drehlänge 1200 mm.

Die erforderliche Umlaufzahl der Bank berechnet man aus:

$$\begin{aligned}v &= \pi d n, \\30 &= \pi \cdot 0,105 \cdot n, \\n &= 91.\end{aligned}$$

Die reine Drehzeit wäre demnach für die 30 Wellen

$$t = \frac{30 \cdot L}{n \cdot \delta} = \frac{30 \cdot 1200}{91 \cdot 0,75} = 527 \text{ Min.} = 8 \text{ Std. } 47 \text{ Min.}$$

Da jedoch die Maschine als nächstliegende Umlaufzahl 75 hat, so ist die wirkliche Drehzeit

$$= \frac{30 \cdot 1200}{75 \cdot 0,75} = 640 \text{ Min.} = 10 \text{ Std. } 40 \text{ Min.}$$

Durch den nicht ausreichenden Geschwindigkeitswechsel sind daher fast 2 Stunden verloren.

Die Vergrößerung des Geschwindigkeitswechsels kann am Deckenvorgelege, an der Maschine oder an dem Antriebsmotor vorgenommen werden.

#### 1. Der Geschwindigkeitswechsel am Deckenvorgelege.

##### a) Das Deckenvorgelege mit mehreren Riemen.

Ein praktisches Mittel, in dem Antriebe der Maschine zu einer größeren Reihe von Umdrehungen zu gelangen, ist ein Deckenvorgelege mit verschiedenen Umläufen. Ein derartiges Vorgelege verlangt natürlich eine entsprechende Anzahl von Treibriemen, von denen immer nur ein Riemen arbeiten darf, während die übrigen lose mitlaufen. Diese Bedingung kann durch Verschieben der Riemen auf Fest- und Los-

scheiben oder durch Kuppeln der betreffenden Riemscheibe (Tafel I) erfüllt werden.

Dem mehrfachen Deckenvorgelege muß man von praktischer Seite entgegenhalten, daß es bei mehreren Riemen teuer und wenig übersichtlich ist. Es erfordert daher eine größere Aufmerksamkeit in der Bedienung und außerdem viel Platz. Durch das ständige Mitlaufen aller Riemen wird viel Arbeit vergeudet. Man geht daher über 2 Arbeitsriemen und einen Rücklaufriemen selten hinaus. Bei der vierstufigen Scheibe gewährt das doppelte Deckenvorgelege 8 verschiedene Umläufe der Maschine.

Soll das Deckenvorgelege einen größeren Geschwindigkeitswechsel haben, so ist es mit Stufenscheiben, Rädervorgelegen oder mit stufenlosen Scheiben auszustatten.

#### b) Das Deckenvorgelege mit 2 Stufenscheiben.

Das Deckenvorgelege der Gray-Hobelmaschine hat 2 vierläufige Stufenscheiben, auf denen der Riemen *R* läuft (Abb. 38). Dieser

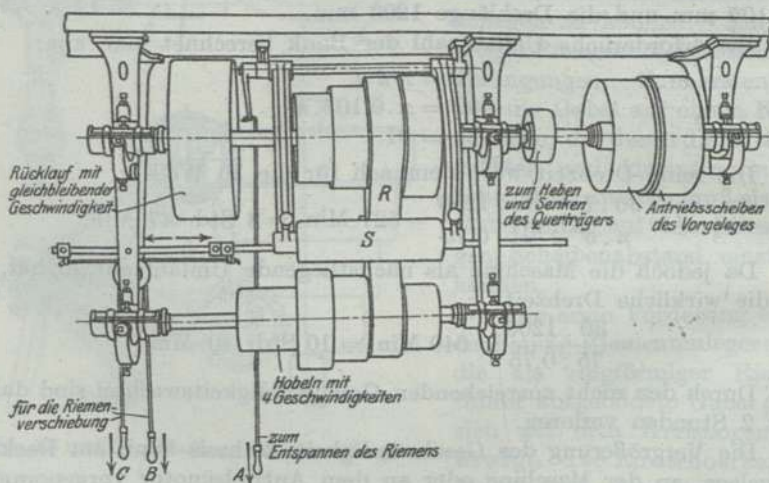


Abb. 38. Gray-Deckenvorgelege mit Stufenriemen.

Stufenriemen hat die Eigenart, durch einen Seilzug rasch von Stufe zu Stufe verschoben und durch die Spannrolle *S* angespannt zu werden. Der Riemen muß also in jeder Lage durchziehen und sich auch während des Ganges einstellen lassen. Zum Verschieben des Riemens ist zunächst durch Zienen am Seil *A* die Spannrolle *S* zu lüften und hierauf an einem der Seile *B* oder *C* zu ziehen. Das Deckenvorgelege von Gray gestattet daher 4 Geschwindigkeiten für das Hobeln und eine Geschwindigkeit für den Rücklauf der Maschine.

## c) Das Deckenvorgelege mit Stufenrädern.

Die Deckenvorgelege von Gust. Wagner in Reutlingen vollziehen den Geschwindigkeitswechsel mit Rädern (Abb. 39 bis 41). Auf 2 gleichlaufenden Wellen sitzt je ein Satz von 10 Staffelnrädern ohne gegenseitigen Eingriff. Den Eingriff vermittelt das verschiebbare Zwischenrad  $r$ . Es läuft auf einer schrägbohrten Büchse, mit der es sich auf der schrägen Welle  $I$  verschieben läßt. Da die Welle  $I$  mit den Kegellinien  $AA$  gleich läuft, so steht das Verschieberad  $r$  stets zum Eingriff bereit. Das Einstellen einer neuen Geschwindigkeit verlangt daher nur, das Verschieberad  $r$  zunächst durch Anheben auszurücken, dann auf  $I$  vor das betreffende Räderpaar zu schieben und hierauf durch Senken einzurücken.

Bei dem Wandvorgelege wird das Zwischenrad  $r$  mit dem Handhebel  $h$  ein- und ausgerückt. Die Welle  $I$  ist hier an zwei senkrechten Zapfen geführt, die sich durch den Handhebel  $h$  so weit heben lassen, daß  $r$  nicht mehr kämmt (in Abb. 39 gestrichelt). Das Verschieben von  $r$  geschieht mit der Einstellgabel  $g$ , die sich mit der Hand auf die Rasten des Gehäuses einstellen läßt. An einer Zahlentafel lassen sich die betreffenden Geschwindigkeiten ablesen.

Bei dem Deckenvorgelege (Abb. 41) wird das Ausheben des Zwischenrades mit dem Kettenzug bewirkt, der zum Anhalten der Räder zugleich die links sichtbare Bandbremse einrückt. Das Einstellen der Geschwindigkeit geschieht mit dem Handgriff nach der Zahlentafel.

Jedes Deckenvorgelege hat 2 Fest- und Losscheiben für einen offenen und einen gekreuzten Riemen, so daß 10 Geschwindigkeiten für den Vor- und Rücklauf vorrätig sind oder bei 2 verschiedenen Antriebscheiben am Haupttriebwerk 20 Geschwindigkeiten.

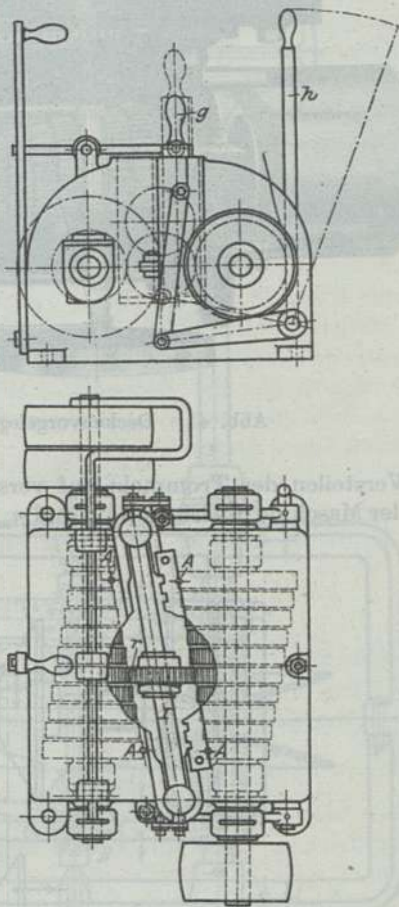


Abb. 39 und 40. Boden- und Wandvorgelege mit Stufenrädern. G. Wagner, Reutlingen.

## d) Das Deckenvorgelege mit stufenlosen Scheiben.

Die Deckenvorgelege mit stufenlosen Scheiben, d. h. mit kegelförmigen Riementrommeln verfolgen den Grundgedanken, durch

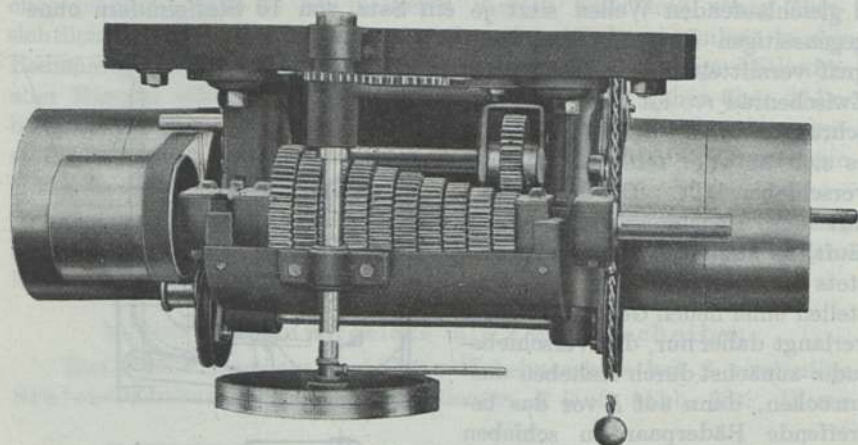


Abb. 41. Deckenvorgelege. G. Wagner, Reutlingen.

Verstellen der Trommeln auf verschiedene Übersetzungen die Umläufe der Maschine innerhalb  $n_{\max}$  und  $n_{\min}$  beliebig ändern zu können (Abb. 42).

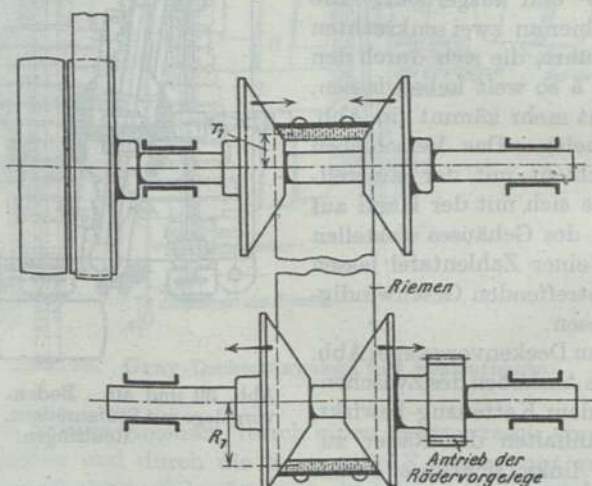


Abb. 42. Keilriemenantrieb von Reeves.

Ein Antrieb dieser Art ist der Keilriemen von Reeves. Um die erforderliche Geschwindigkeitsreihe zu bekommen, wählte Reeves 2 in der Achsenrichtung verstellbare Riementrommeln. Sie bestehen aus

je 2 Kegelscheiben (Abb. 42), auf deren Mantel der mit Holzstäben besetzte Keilriemen läuft. Der Geschwindigkeitswechsel bedingt daher,

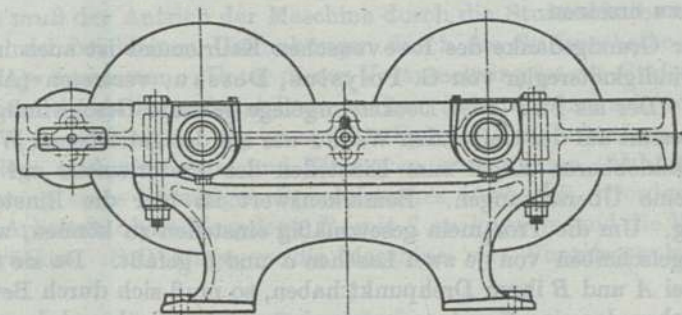


Abb. 43.

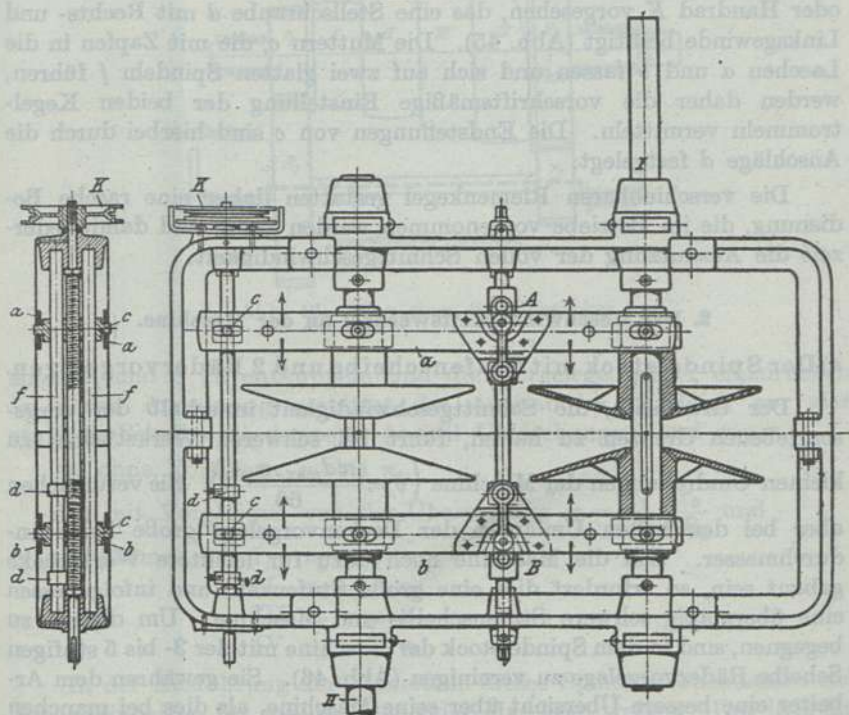


Abb. 44.

Abb. 45.

Abb. 43 bis 45. Geschwindigkeitsregler von G. Polysius, Dessau.

abwechselnd das eine Kegelpaar zusammenzuziehen und gleichzeitig das zweite auseinanderzuschieben. Die Folge ist, daß der Keilriemen sich mit den Scheiben einstellt und jede Umdrehung zwischen  $n_{\max}$

und  $n_{\min}$  zuläßt. Man könnte dieser Bauart vorhalten, daß sich die Holzstäbe an den Stirnseiten stark abnutzen, jedoch sind sie leicht wieder zu ersetzen.

Der Grundgedanke des Reeve'schen Keilriemens ist auch in dem Geschwindigkeitsregler von G. Polysius, Dessau, vertreten (Abb. 43 bis 45). Der als Fuß- oder Deckenvorgelege gebaute Geschwindigkeitsregler besitzt auf der treibenden Welle *I* wie auf der getriebenen Welle *II* die verschiebbaren Kegel zum Einstellen des Treibriemens auf große und kleine Übersetzungen. Bemerkenswert ist hier die Einstellvorrichtung. Um die Trommeln gesetzmäßig einstellen zu können, werden ihre Kegelscheiben von je zwei Laschen *a* und *b* gefaßt. Da sie in der Mitte bei *A* und *B* ihren Drehpunkt haben, so muß sich durch Bewegen der Laschen das eine Kegelpaar zusammenschieben, während das zweite auseinander geht. Zum handlichen Einstellen des Reglers ist ein Ketten- oder Handrad *K* vorgesehen, das eine Stellschraube *d* mit Rechts- und Linksgewinde betätigt (Abb. 45). Die Muttern *c*, die mit Zapfen in die Laschen *a* und *b* fassen und sich auf zwei glatten Spindeln *f* führen, werden daher die vorschriftsmäßige Einstellung der beiden Kegeltrommeln vermitteln. Die Endstellungen von *c* sind hierbei durch die Anschläge *d* festgelegt.

Die verschiebbaren Riemenkegel gestatten daher eine rasche Bedienung, die im Betriebe vorgenommen werden kann, und damit jederzeit die Ausnutzung der vollen Schnittgeschwindigkeit.

## 2. Der Geschwindigkeitswechsel an der Maschine.

a) Der Spindelstock mit Stufenscheibe und 2 Rädervorgelegen.

Der Grundsatz, die Schnittgeschwindigkeit innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen zu halten, führt bei schweren Werkstücken zu kleinen Umdrehungen der Maschine ( $v = \frac{\pi d_{\max} \cdot n_{\min}}{60}$ ). Sie verursachen aber bei den hohen Umläufen der Deckenvorgelege große Scheibendurchmesser. Soll die Maschine noch dazu für leichtere Werkstücke gebaut sein, so erfordert dies eine große Stufenzahl und infolgedessen eine übermäßig schwere Stufenscheibe und Maschine. Um diesem zu begegnen, sind in dem Spindelstock der Maschine mit der 3- bis 5 stufigen Scheibe Rädervorgelege zu vereinigen (Abb. 46). Sie gewähren dem Arbeiter eine bessere Übersicht über seine Maschine, als dies bei manchen Deckenvorgelegen der Fall ist.

Die Rädervorgelege des Spindelstockes haben folgende Bedingung zu erfüllen: Sie sollen für die kleinen Umdrehungen der Maschine eine genügende Übersetzung bieten, damit die vorgeschriebene Schnittgeschwindigkeit nicht überschritten wird und der Riemen beim Schruppen schwerer Werkstücke gleichmäßig durchzieht.



Die Anordnung dieser Rädervorgelege muß daher gestatten, daß die Maschine mit und ohne Vorgelege arbeiten kann. Bei hohen Umlaufzahlen muß der Antrieb der Maschine durch die Stufenscheibe allein erfolgen und bei kleinen Umdrehungen durch die Stufenscheibe und die Vorgelege zusammen. Unter dieser Voraussetzung ist die Stufenscheibe  $S$  lose auf der Arbeitsspindel  $D$  anzuordnen (Abb. 47) und mit dem losen Rade  $r_1$  zu verbinden.  $R_2$  ist auf der Spindel  $D$  zu befestigen, und die Vorgelege sind zum Aus- und Einrücken einzurichten (Abb. 48). Die Bedienung eines derartigen Spindelstockes (Abb. 46) erfordert daher, beim Arbeiten ohne Vorgelege  $R_2$  mit  $S$  zu kuppeln und die Vorgelege auszurücken. Soll hingegen die Maschine mit Vorgelegen laufen, so

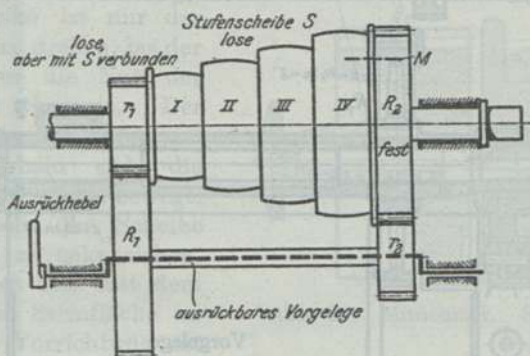


Abb. 46. Plan eines Spindelstockes.

sind  $R_2$  und  $S$  zu entkuppeln und die Vorgelege wieder einzurücken. In dieser Anordnung gestattet der Antrieb im Vergleich zur vierstufigen Scheibe die doppelte Anzahl Umdrehungen, und zwar:

a) ohne Vorgelege,  $n_1$  bis  $n_4$ ,

b) mit Vorgelegen von der Übersetzung  $\varphi = \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2}$  und

Riemen auf I,	$n_5 = \varphi \cdot n_1$ ,
„ „ II,	$n_6 = \varphi \cdot n_2$ ,
„ „ III,	$n_7 = \varphi \cdot n_3$ ,
„ „ IV,	$n_8 = \varphi \cdot n_4$ .

In der Ausführung der Einzelteile dieses Spindelstockes lassen sich noch Feinheiten für ruhigen Gang der Maschine treffen. Um jede Erschütterung durch die Fliehkraft der Stufenscheibe von der Arbeitsspindel fernzuhalten, ist die Scheibe genau zu zentrieren und auszugleichen. Manche Firmen drehen die Scheiben sogar innen aus, um jede Erschütterung zu vermeiden. Zum Schutz gegen Schlagen sind die Laufflächen der Scheibe möglichst lang zu halten. Derartige Stufenscheiben laufen bei guter Schmierung nur unwesentlich aus. Sie gewähren durch ihre

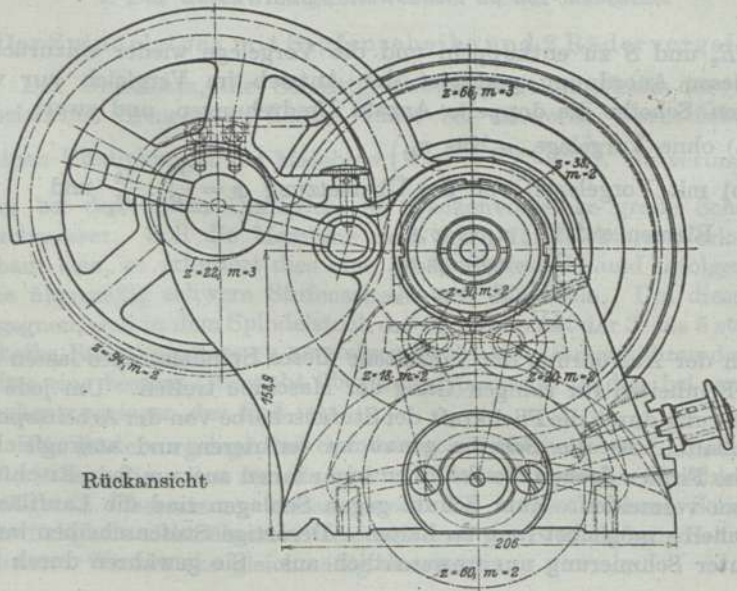
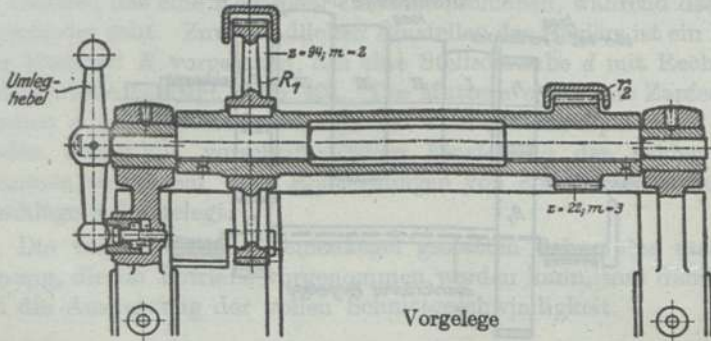
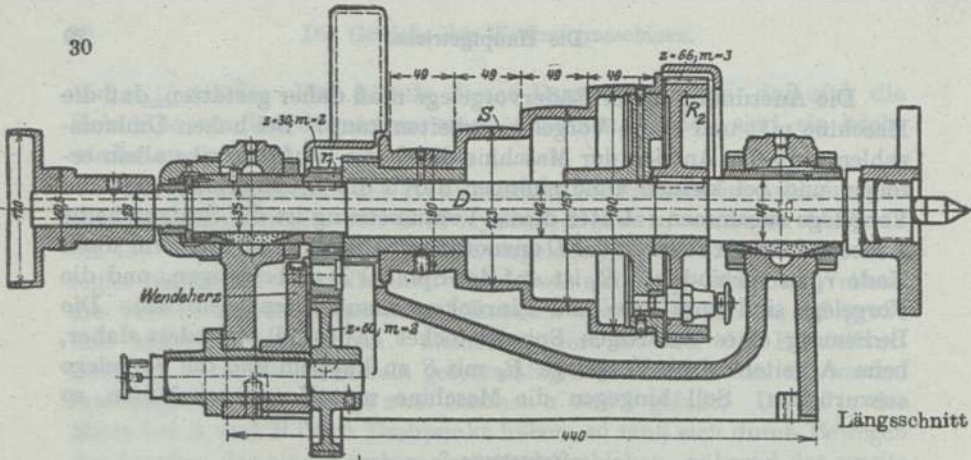


Abb. 47 bis 49. Spindelstock der Drehbank von Ludw. Loewe & Co., Berlin.

langen Naben noch eine gute Versteifung für die stark beanspruchte Spindel.

#### Das Kuppeln der Stufenscheibe.

Das Kuppeln der losen Stufenscheibe mit dem festen Zahnrad  $R_2$  erfolgt durch den Mitnehmer. Die Mitnehmerschraube wird mit dem Kopf in die Nut der Stufenscheibe geschoben und festgezogen. Dieser Mitnehmer wird nur noch bei schweren Maschinen angewandt. Er verlangt aber eine ganze Reihe Handgriffe und ist nur beim Stillstand der Maschine zu bedienen.

Praktischer ist der Federbolzen in Abb. 47 und 50, der durch Federdruck einspringt. Für das Kuppeln der Scheibe ist nur der Knopf so weit zu drehen, bis der Federkeil  $s$  vor die Nut der Glockenmutter kommt. Der Springbolzen springt dann von selbst ein, sobald sich die Büchse  $c$  an ihm vorbei bewegt. Zum Entkuppeln der Scheibe ist der Knopf zurückzuziehen, etwas zu drehen und mit dem Keil  $s$  vor die Stirnfläche zu legen. Diese Vorrichtung ist

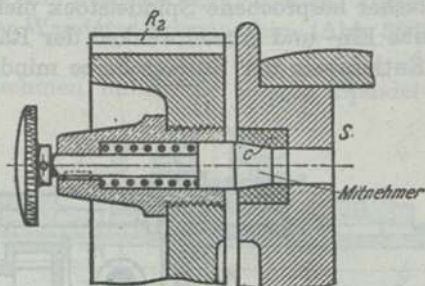


Abb. 50. Mitnehmer. Springbolzen.

bei allen leichten und mittleren Maschinen zu empfehlen, bei denen häufiger die Geschwindigkeit gewechselt wird

#### Das Ausrücken der Rädervorgelege.

Die bisher besprochenen Kupplungen (Abb. 47 bis 50) erfordern für die Bedienung des Spindelstockes noch eine besondere Ausrückung für die Vorgelege. Für sie bieten sich drei Möglichkeiten: Die Räder können entweder in ihrer Achsenrichtung verschoben werden — Verschieberäder — oder seitlich ausgeschwenkt — Schwenkräder — oder auch durch eine Kupplung entkuppelt werden — Kuppelräder.

Das Ausrücken der Vorgelege verlangt bei der Anwendung von Verschieberädern, daß die Räder  $r_2$  und  $R_1$  in ihrer Achsenrichtung gemeinsam verschoben werden. Das Einrücken der Vorgelege wird durch das Aufsuchen zweier Zahneingriffe erschwert, doch läßt es sich durch Zuspitzen der Zähne etwas erleichtern.

Das Ausschwenken der Vorgelege ist handlicher und daher auch sehr gebräuchlich. Es wird durch eine außerachsig gelagerte Vorgelegewelle erreicht (Abb. 48).

Die Vorgelegewelle hat beiderseits einen außerachsigen Zapfen, so daß sie beim Umlegen des Handhebels die Vorgelege ein- und ausschwenkt. Um sie beim Arbeiten mit Vorgelegen in Eingriff zu halten,

sind die Schwenkräder auf einer losen Hülse anzuordnen, und die Vorgelegewelle selbst ist gegen nicht beabsichtigtes Umlegen zu verriegeln. Der letzten Aufgabe dient eine Federbüchse, die den Handgriff sichert. Zur weiteren Sicherheit ist noch ein Einsteckstift vorgesehen (Abb. 49).

Das Einschwenken der Vorgelege bietet keine Schwierigkeit, da sich die Räder selbst den Eingriff suchen. Wird dabei der Handgriff um  $180^\circ$  herumgelegt, so muß die Vorgelegewelle um ein wenig mehr als die halbe Zahnhöhe  $h$  außerachsig gelagert sein ( $e > \frac{h}{2}$ )

#### b) Spindelstöcke für Schnellbetrieb.

Den erhöhten Anforderungen des Schnellbetriebes entspricht der bisher besprochene Spindelstock nicht immer. Er verlangt nämlich für das Ein- und Ausschwenken der Rädervorgelege und das Kuppeln und Entkuppeln der Stufenscheibe mindestens 2 Handgriffe. Bei schweren

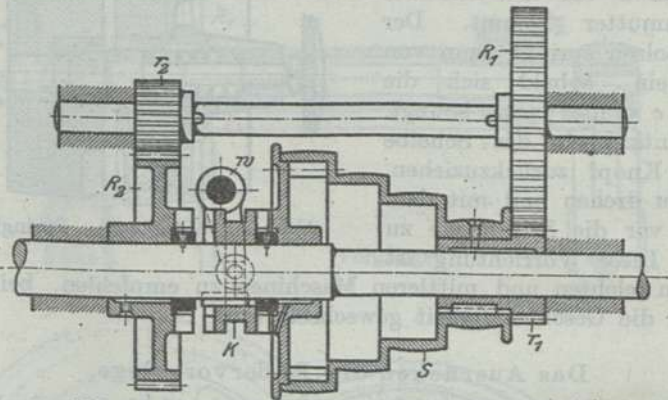


Abb. 51. Spindelstock mit kuppelbaren Vorgelegen.

Maschinen ist der Arbeiter vielfach noch gezwungen, um den Ausrückhebel der Vorgelege fassen zu können, auf die Rückseite zu treten. Bei den stehenden Maschinen muß der Spindelstock stets in handlicher Höhe liegen, so daß er häufig den Raum beengt. Der Spindelstock ist auch nicht vollkommen betriebssicher. Denn vergißt der Arbeiter, bei eingerückten Vorgelegen die Stufenscheibe zu entkuppeln, so können leicht Zahnbrüche eintreten. Wo heute alles auf möglichste Ausnutzung der Arbeitskräfte hinstrebt, und der Arbeiter oft seine Aufmerksamkeit mehreren Maschinen zuwenden muß, ist es Pflicht des Erbauers, die Bedienung der Maschinen möglichst handlich und sicher zu gestalten. Für Maschinen, die in ihrem Betriebe öfter die Geschwindigkeit zu wechseln haben, wäre daher ein großer Fortschritt erreicht, wenn der Spindelstock mit einem einzigen Handgriff und ohne jeden Fehler bedient werden könnte. Derartige Vervollkommnungen lassen sich nur mit Kupplungen erreichen.

Der in Abb. 51 gezeichnete Spindelstock besitzt für das Kuppeln der Stufenscheibe und der Rädervorgelege eine Zahnkupplung  $K$ , die auf Federn verschiebbar auf der Maschinenwelle sitzt. Soll bei diesem Spindelstock die Maschine ohne Vorgelege arbeiten, so ist die Kupplung  $K$  in die Stufenscheibe  $S$  einzurücken und beim Arbeiten mit Vorgelegen in das lose Kuppelrad  $R_2$ . Hierzu ist nur der Ausrückhebel  $w$  nach rechts oder links heranzulegen, wobei die Stellringe den Stoß der Kupplung aufnehmen.

Der Spindelstock in Abb. 51 ist auch nicht frei von Mängeln, da die Räder beim Arbeiten ohne Vorgelege leer mitlaufen. Sollen sie ausgerückt werden, so müßten die Räder  $R_1$  und  $r_2$  beim Umlegen des Kupplungshebels seitlich verschoben oder ausgeschwenkt werden. Dieser Gedanke ist bei dem Spindelstock der Wanderer-Fräsmaschine (Abb. 506) durchgeführt.

Für schnelllaufende Arbeitsmaschinen haben die letzten Spindel-

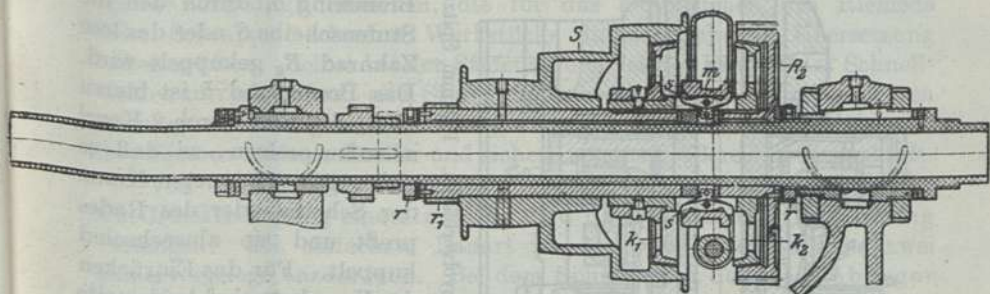
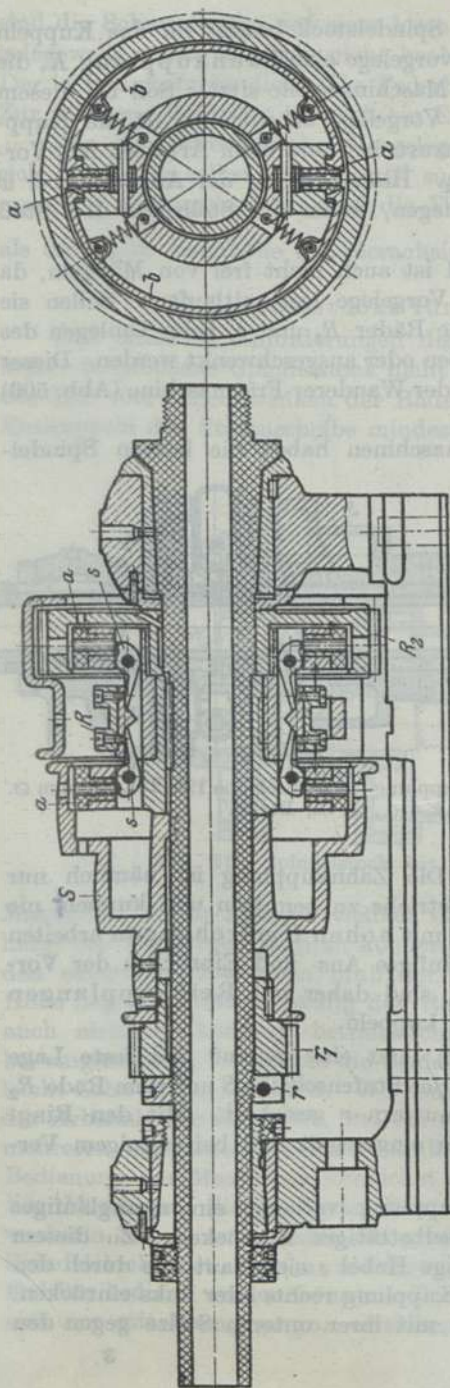


Abb. 52. Spindelstock mit Kegelreibkupplung. Stufenscheibe 126, 221, 280 mm  $\varnothing$ . Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.

stöcke eine Unvollkommenheit: Die Zahnkupplung ist nämlich nur bei mittleren Umdrehungen im Betriebe zu benutzen und kuppelt nicht stoßfrei. Werkzeugmaschinen, die mit hohen Umdrehungen arbeiten und außerdem im Betriebe ein häufiges Aus- und Einrücken der Vorgelege verlangen (Revolverbänke), sind daher mit Reibkupplungen auszurüsten, die jederzeit stoßfrei kuppeln.

Die Kegelkupplung (Abb. 52) setzt eine genaue und feste Lage der Gegenkegel voraus. Sie ist bei der Stufenscheibe  $S$  und dem Rade  $R_2$  durch Druckringe und die Ringmutter  $r$  gesichert. Mit den Ringmutter  $r$  können die Kupplungen eingeregelt und bei etwaigem Verschleiß nachgestellt werden.

Der Rückdruck der Kegelkupplung verlangt ein zwangsläufiges Kuppelschloß als Schutz gegen selbsttätiges Ausrücken. Zu diesem Zweck sind in Abb. 52 sichelförmige Hebel  $s$  eingebaut, die durch den verschiebbaren Schliebring  $m$  die Kupplung rechts oder links einrücken. Die Sicheln  $s$  stützen sich hierbei mit ihrer unteren Stelze gegen den



festen Ring und drücken so die Kupplung  $k_1$  in die Stufenscheibe  $S$  oder  $k_2$  in das lose Zahnrad  $R_2$ . Sie sind dabei durch die ihr eigene Sichelform und durch den Schließring  $m$  gegen Zurückgehen gesichert.

Die Kegelkupplung wird ihres Rückdruckes wegen vielfach durch eine Zylinderkupplung ersetzt, wie sie in Abb. 53 und 54 ausgeführt ist. Diese Kupplung besitzt rechts und links einen Bremsring  $b$ , durch den die Stufenscheibe  $S$  oder das lose Zahnrad  $R_2$  gekuppelt wird. Das Bremsband  $b$  ist hierzu zweiteilig und durch 2 Kegel  $a$  aufzuspreizen, so daß es sich gegen den inneren Kranz der Scheibe oder des Rades preßt und sie abwechselnd kuppelt. Für das Einrücken der Kupplung sind beiderseits 2 Sichel  $s$  eingebaut, die die Kegel  $a$  anheben und den Bremsring andrücken, sobald der Schließring  $R$  verschoben wird. Das Ausrücken der Kupplung ist dadurch gesichert, daß 4 Federn das Bremsband zurückziehen.

Als Nachteil dieser Spindelstöcke könnte man anführen, daß die Kupplungen die Baulänge vergrößern. Dieser Punkt verschwindet aber vollständig gegenüber der großen Vereinfachung und Sicherheit in der Bedienung. Die Kupplungen gestatten, nicht nur den Spindelstock durch einen Handgriff zu

Abb. 53 und 54. Spindelstock mit Zylinderreibkupplung für Revolverbänke. 150 mm Spitzenhöhe. Karl Hasse & Wrede, Berlin N.

bedienen, sondern sie schließen auch die Gefahr aus, daß bei eingerückten Vorgelegen die Stufenscheibe noch gekuppelt ist. Sie bieten daher eine größere Sicherheit gegen Zahnbrüche. Bei senkrechten Maschinen lassen sie eine beliebige Höhenlage des Spindelstockes zu. Ihre Einführung in den Werkzeugmaschinenbau bedeutet daher einen aner kennenswerten Erfolg des Schnellbetriebes.

### c) Spindelstöcke mit mehreren Rädervorgelegen.

Die Ausnutzung des Schnellstahles verlangt bei den Werkzeugmaschinen einen größeren Geschwindigkeitswechsel, als die bisher besprochenen Spindelstöcke bieten. Denn soll dieser Stahl zum Schruppen und Schlichten der Werkstücke gebraucht und dabei stets die volle Schnittgeschwindigkeit ausgenutzt werden, so ist eine größere Geschwindigkeitsreihe in dem Antriebe der Maschine erforderlich. Sie läßt sich bei dem Stufenscheibenantrieb nur durch mehrere ausrückbare Rädervorgelege erreichen, die für das Durchziehen des Riemens beim Schruppen schwerer Werkstücke die ausreichende Übersetzung haben müssen. Selbst bei der Stufenscheibe ist der Einfluß des Schnellstahles unverkennbar: alle Stufenscheiben für Schnellarbeitsmaschinen zeichnen sich nämlich durch ihre großen Durchmesser und Breiten aus, ihre Riemen laufen schneller und sichern so eine größere Durchzugskraft.

Von den Spindelstöcken mit mehreren Rädervorgelegen muß man als Grundbedingung eine einfache und übersichtliche Bedienung verlangen. Die einfachste Bauart ist, links der Stufenscheibe zwei Rädervorgelege anzuordnen. Bei dem Spindelstock der Magdeburger Schnelldrehbank ist diese Anordnung gewählt (Abb. 55 und 56). Mit der Stufenscheibe *St* sind die Triebe  $r_1$ ,  $r_2$  verbunden. Auf der Radhülse der Vorgelegewelle können die Räder  $R_1$  und  $R_2$  durch den Ziehkeil  $z$  einzeln gekuppelt werden. Hierzu ist der Stelling *S* mit dem Schnäpper *s* auf *I* oder *II* einzurücken. Um ein rasches Einstellen des Ziehkeiles zu sichern, ist die gleiche Lage der Keilnuten durch Striche an dem Stelling, den Rädern und der Radhaube angezeigt. Der Ziehkeil kann nur bei ausgeschwenkten Vorgelegen verstellt werden, da sich die Striche nur in eine Gerade bringen lassen, wenn sich die Räder  $R_1$ ,  $R_2$  lose drehen.

Schaltungen:

a) Ohne Vorgelege: mit *h* Vorgelege ausschwenken und *M* kuppeln.  
Umläufe:  $n_1 = 317$  bis  $n_4 = 114$ ,

b) mit den Vorgelegen  $\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{4}$ : *M* ausrücken, mit *h* Vorgelege ein-

schwenken, *S* nach *I*. Umläufe:  $n_5 = n_1 \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 79$  bis  $n_8 =$

$$n_4 \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 28,5$$

c) mit den Vorgelegen  $\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{14}$ , Schaltung wie bei b, nur  $S$  nach II.

Umläufe:  $n_9 = n_1 \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 22,6$  bis  $n_{12} = n_4 \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 8$

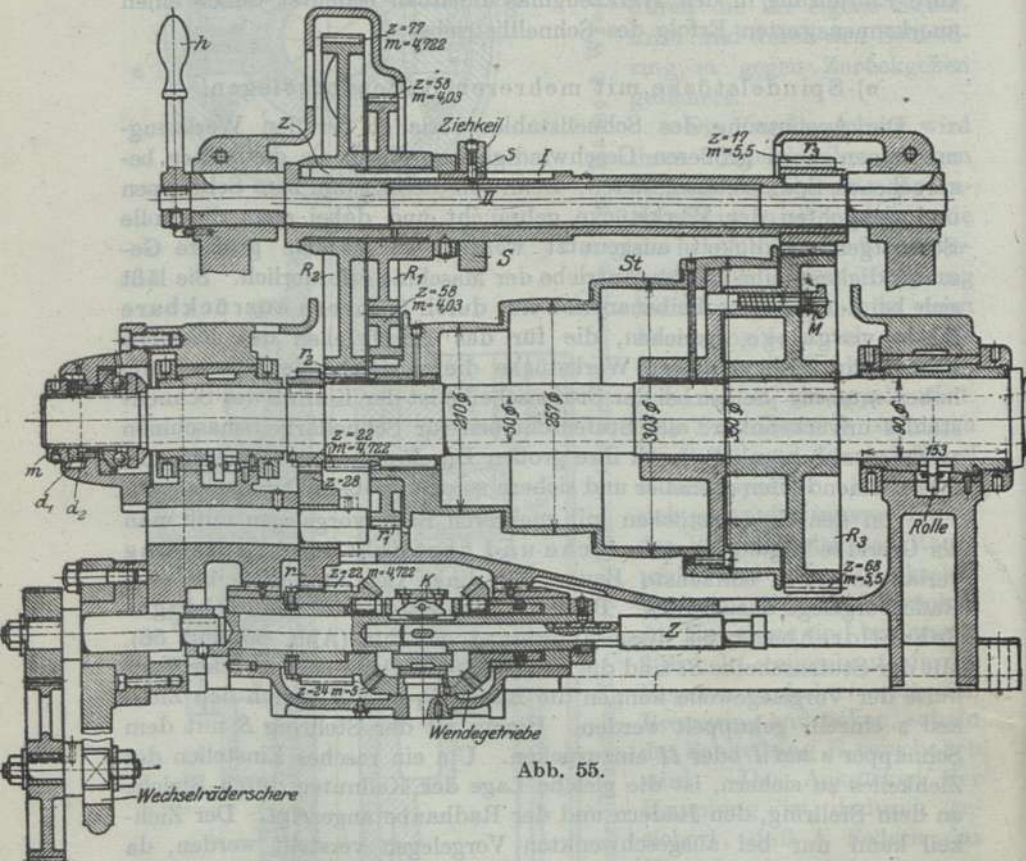


Abb. 55.

Wird von dem Spindelstock volle Betriebsicherheit verlangt, so muß mit dem Ausschwenken der Vorgelege die Stufenscheibe gekuppelt werden. Eine Ausführung dieser Art ist in dem Aufsatz: Neuere Schnelldrehbänke, Z. d. V. deutsch. Ing. 1910, S. 337, besprochen.

Für die fachmännische Welt dürfte der Wohlenbergsche Spindelstock neuester Bauart (Abb. 57 bis 59) von Bedeutung sein. Die Stufenscheibe  $S$  und die 5 Rädervorgelege lassen sich mit 3 Handgriffen fehlerfrei schalten, ein Meisterstück technischer Kunst. Zum Ein- und Ausschalten der Vorgelege, sowie zum Kuppeln der Stufenscheibe sind nur verschiebbare Räder gewählt, so daß jede außerachsig gelagerte Welle



und auch der umständliche Mitnehmer fehlen. Der Mitnehmer ist hier durch die Innenverzahnung der Stufenscheibe ersetzt.

Soll die Maschine ohne Rädervorgelege laufen, so ist das auf *I* verschiebbare Zahnrad  $R_5$  mit dem Ausrücker *efg* in den Zahnkranz der Stufenscheibe *S* zu schieben. In dieser Stellung treibt die Stufenscheibe *S* über  $R_5$  die Drehbankspindel. Eine besondere bauliche Aufgabe stellt noch das Einschalten von 2 und 4 Vorgelegen. Soll nämlich die

Maschine mit den Vorgelegen  $\frac{r_2}{R_2}, \frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}, \frac{r_5}{R_5}$  oder mit  $\frac{r_1}{R_1}, \frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}, \frac{r_5}{R_5}$  betrieben werden, so laufen die linken Räder  $R_2, R_1$  und  $r_3$  schneller

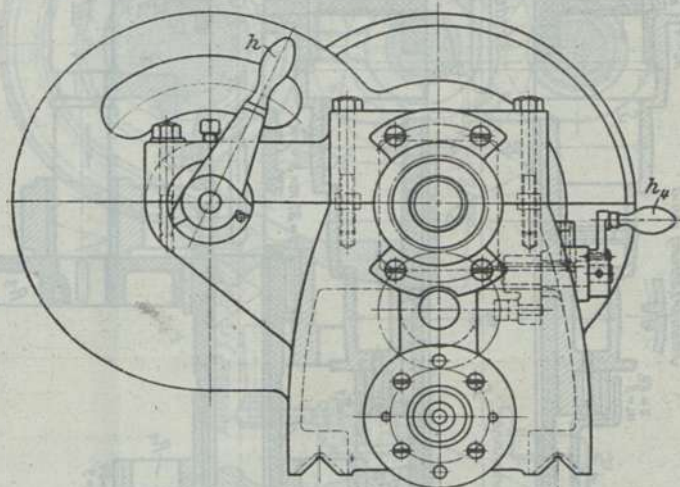


Abb. 56.

Abb. 55 und 56. Spindelstock der Schnelldrehbank der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, A. G., Magdeburg-Neustadt.

als  $r_5$  und  $R_4$ . Infolgedessen müssen die linken Räder mit einer Laufbüchse *L* auf *II* sitzen, während die rechten  $r_5$  und  $R_4$  festzukeilen sind.

Für das abwechselnde Einschalten von  $\frac{r_1}{R_1}$  und  $\frac{r_2}{R_2}$  sind die Räder  $R_1$  und  $R_2$  auf *L* zu verschieben. Hierzu ist der Zahnbogen *a* mit einem Handgriff zu drehen, so daß die Zahnstange *b* mit der Gabel *c* diese Räder einstellt. Bei 2 Vorgelegen, z. B.  $\frac{r_2}{R_2}, \frac{r_5}{R_5}$ , muß das Rad  $R_2$  treibend auf

die Welle *II* wirken, während die Vorgelege  $\frac{r_3}{R_3}$  und  $\frac{r_4}{R_4}$  auszuschalten sind. Hierzu ist die Welle *III* mit ihren Rädern  $R_3$  und  $r_4$  nach links

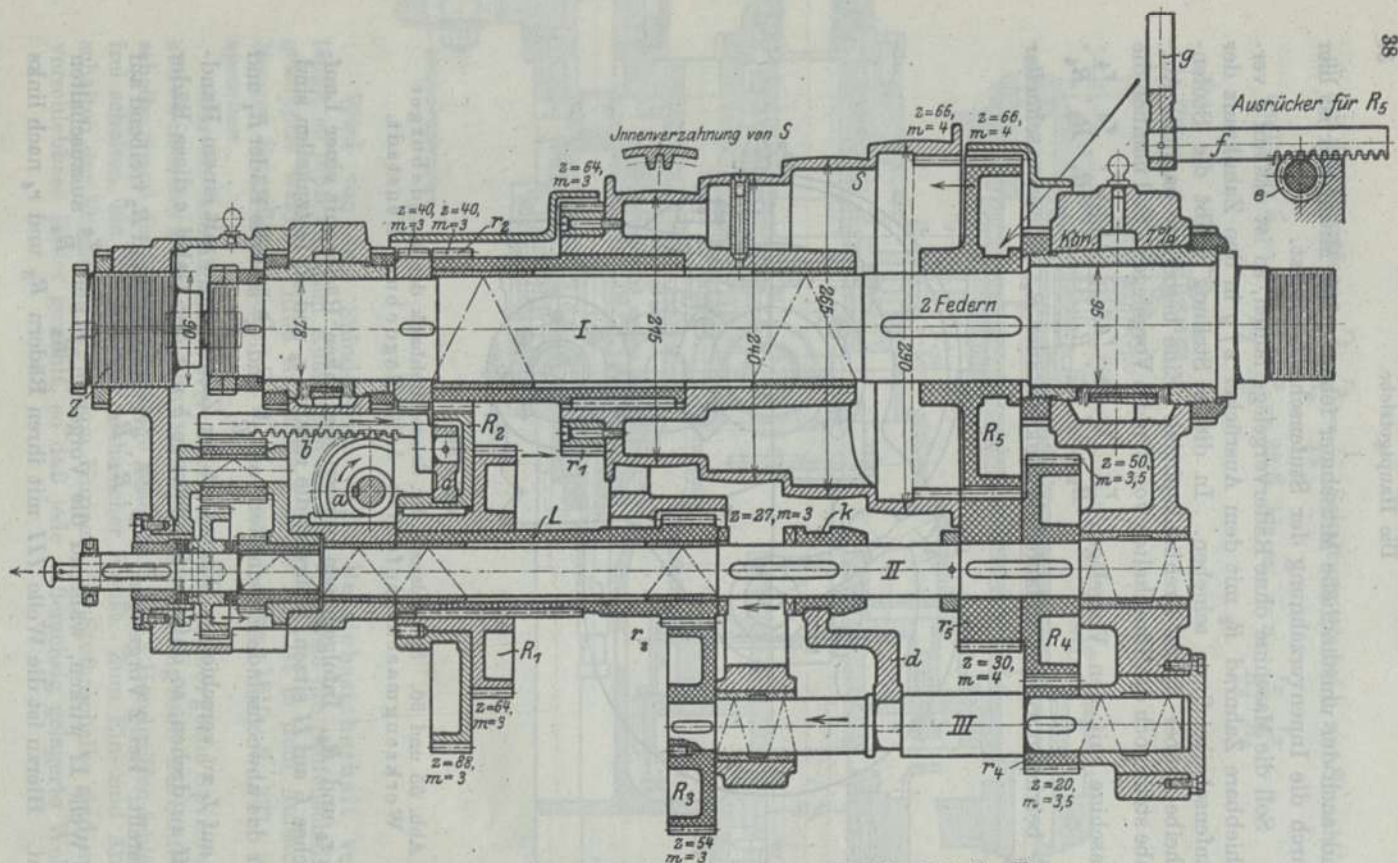


Abb. 57. Spindelstock (D.R.P.) von H. Wohlenberg, Drehbankfabrik, Hannover.

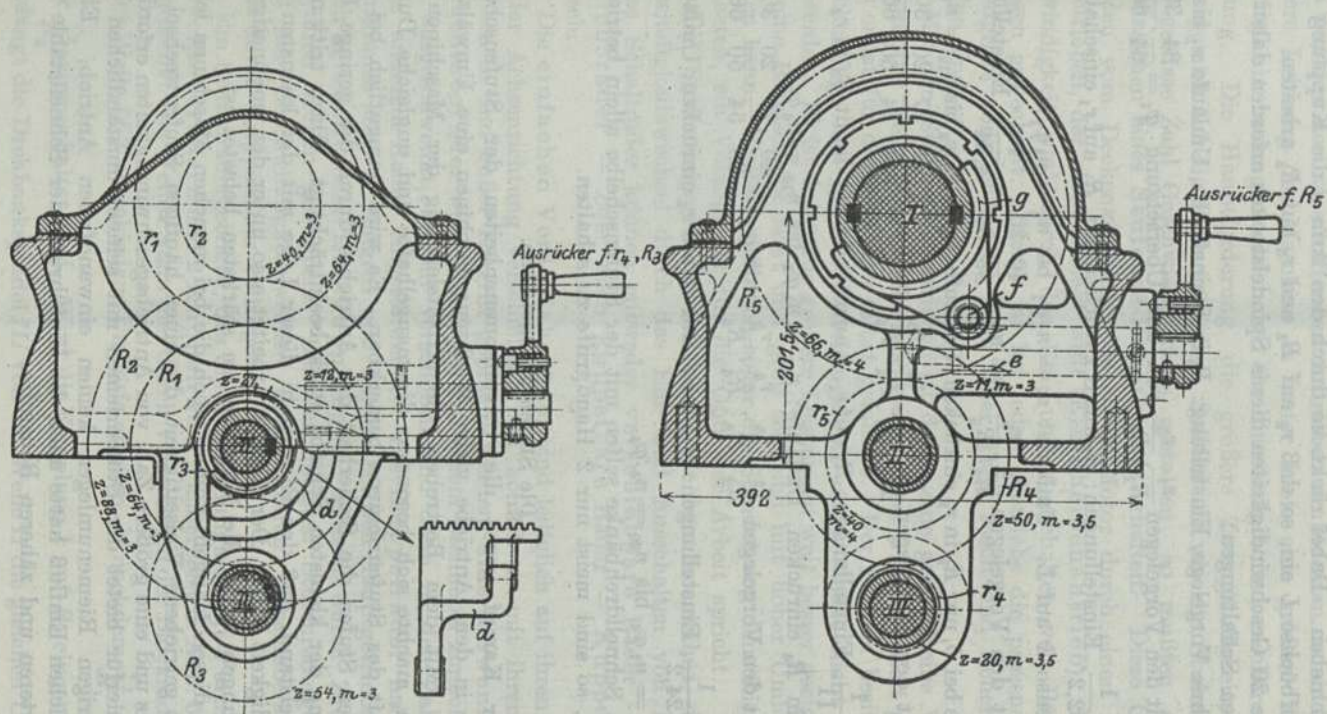


Abb. 58 und 59. Seitenrisse des Wohlenbergschen Spindelstockes.

zu verschieben. Dabei rückt sie durch den Arm  $d$  die Kupplung  $k$  in die Laubbüchse  $L$  ein, so daß  $r_2$  auf  $R_2$  und  $r_5$  auf  $R_5$  arbeiten.

Die 20 Geschwindigkeiten dieses Spindelstockes erfordern daher die folgenden Schaltungen:

a) Ohne Vorgelege, Einstellung:  $R_5$  in  $S$  einrücken, Umläufe  $n_1$  bis  $n_4$ ;

b) mit den Vorgelegen  $\frac{r_1}{R_1}, \frac{r_5}{R_5}$  von der Übersetzung  $\varphi_1 = \frac{64}{64} \cdot \frac{30}{66} = \frac{1}{2,2}$ , Einstellungen:  $R_5$  aus  $S$  zurückziehen,  $R_1$  auf  $r_1$  einschalten, ebenso  $k$  auf  $L$ . Umläufe:  $n_5 = n_1 \varphi_1$  bis  $n_8 = n_4 \varphi_1$ ;

c) mit den Vorgelegen  $\frac{r_2}{R_2}, \frac{r_5}{R_5}$  mit  $\varphi_2 = \frac{40}{88} \cdot \frac{30}{66} = \frac{1}{4,84}$ , Einstellung:

wie bei  $b$ , nur  $R_2$  in  $r_2$  einrücken, Umläufe:  $n_9 = n_1 \varphi_2$  bis  $n_{12} = n_4 \varphi_2$ ;

d) mit den Vorgelegen  $\frac{r_1}{R_1}, \frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}, \frac{r_5}{R_5}$  mit  $\varphi_3 = \frac{64}{64} \cdot \frac{27}{54} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{30}{66} = \frac{1}{11}$ , Einstellungen:  $R_1$  auf  $r_1$ ,  $k$  ausrücken und damit  $R_3$  in  $r_3$  und

$r_4$  in  $R_4$  einrücken, Umläufe:  $n_{13} = n_1 \varphi_3$  bis  $n_{16} = n_4 \varphi_3$ ;

e) mit den Vorgelegen  $\frac{r_2}{R_2}, \frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}, \frac{r_5}{R_5}$  mit  $\varphi_4 = \frac{40}{88} \cdot \frac{27}{54} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{30}{66} = \frac{1}{24,2}$ , Einstellungen: wie bei  $d$ , nur  $R_2$  auf  $r_2$  einrücken, Umläufe:

$n_{17} = n_1 \varphi_4$  bis  $n_{20} = n_4 \varphi_4$ .

Da Schnelldrehbänke selten mit der Stufenscheibe allein betrieben werden, so sind meist nur 2 Handgriffe zu schalten.

### Die Stufenrädernetriebe.

Der Kampf gegen die Unvollkommenheiten der Stufenscheibe brachte in dem Antriebe vieler Werkzeugmaschinen eine Umwälzung hervor. Mit dem Bestreben, die Arbeitsleistung der Maschinen zu steigern, machte sich besonders die mangelhafte und ungleiche Durchzugskraft des Stufenriemens bemerkbar. Es wird namentlich bei den äußersten Stufen die Sicherheit des Antriebes durch die geringe Umspannung der kleinsten Scheibe stark beeinträchtigt. Dazu tritt noch der Übelstand, daß der Riemen in dieser Lage mit der kleinsten Geschwindigkeit läuft. Der Riemen arbeitet also unter den ungünstigsten Bedingungen, wenn die Maschine am stärksten belastet ist.

Zu diesen Mängeln kommt noch die bei manchen Maschinen leider zu weit getriebene Vielseitigkeit, die einen häufigen Stufenwechsel des Riemens und eine größere Zahl von Antriebsgeschwindigkeiten erfordert. Auch hierfür bietet der Stufenriemen mit seinem umständlichen und langwierigen Riemenumlegen keinen einwandfreien Antrieb. Einen wesentlichen Einfluß hatte auch die Einführung der Schnellstähle und der härteren und zäheren Baustoffe.

Von den neu zu schaffenden Antrieben mußte man daher für eine höhere Leistung der Maschine in erster Linie eine größere Zwangläufigkeit verlangen und neben ihr eine sichere und raschere Handhabung. Die Hauptforderung, die größere Zwangläufigkeit, lenkte naturgemäß auf die Rädergetriebe. Sollten sie wie die Stufenscheibe eine gewisse Zahl Geschwindigkeiten gestatten, so mußten sie das Kennzeichen eines Stufenrädergetriebes erhalten. Diese Getriebe werden vom Deckenvorgelege oder vom Motor durch einen Riemen angetrieben, der nicht verlegt wird (Einscheibenantrieb). Die Geschwindigkeit wird durch das Ein- und Ausschalten von Rädervorgelegen gewechselt. Hierzu ist bei jedem Getriebe die passende Zahl Handgriffe vorgesehen, die nach einer Tafel rasch und sicher einzustellen sind.

Mit den Stufenrädergetrieben ist daher eine ganze Reihe Vorzüge verknüpft. Bei jedem Geschwindigkeitswechsel wird viel Zeit gespart, und er ist für die Maschine selbst gefahrlos. Der Riemen besitzt eine gleichmäßige und größere Durchzugskraft und braucht nicht verlegt zu werden. Er ist daher für größere Leistungen weit besser geeignet, da die eine Riemscheibe breit und groß sein und mit hoher Umlaufzahl laufen kann. Vielfach läßt sich sogar die Spindel von dem Riemenzug entlasten, ein Vorzug, der für die Güte der Arbeit spricht.

Die Stufenrädergetriebe vollziehen, wie bereits erwähnt, den Geschwindigkeitswechsel durch das Ein- und Ausschalten von Rädern. Diese Schalträder können entweder verschiebbare Räder — Verschieberäder — oder auch kuppelbare Räder — Kuppelräder — sein.

Die einfachen Verschieberäder sind lediglich auf ihren Wellen in der Achsenrichtung verschiebbar und können so mit ihren Zahnkränzen in und außer Eingriff gebracht werden. Die schwenkbaren Verschieberäder werden dagegen mit einem Stellhebel zunächst seitlich ausgeschwenkt, hierauf verschoben und dann in den Zahnkranz eines anderen Rades eingeschwenkt. Die Kuppelräder halten die Zahnkränze stets in Eingriff und werden bei den Hauptgetrieben meist durch Klauen- oder Reibkupplungen, seltener durch Ziehkeile auf ihren Wellen gekuppelt. Bei den meisten Stufenrädergetrieben wird der Geschwindigkeitswechsel sowohl durch Verschieberäder als auch durch Kuppelräder vollzogen.

Ein Stufenrädergetriebe, das die Geschwindigkeit mit 3 einfachen Verschieberädern und 2 Kuppelrädern ändert, ist in Abb. 60 bis 64 dargestellt. Die Welle *I* kann hier durch Verschieben der Blockräder  $r_1, r_2, r_3$  der Welle *II* 3 verschiedene Umläufe erteilen, je nachdem  $\frac{r_1}{R_1}$  oder  $\frac{r_2}{R_2}$  oder  $\frac{r_3}{R_3}$  eingeschaltet wird. Wird die Kupplung *k* auf  $R_1$  eingertickt, so empfängt die Drehbankspindel *III* von der Welle *II* die gleichen Umläufe,

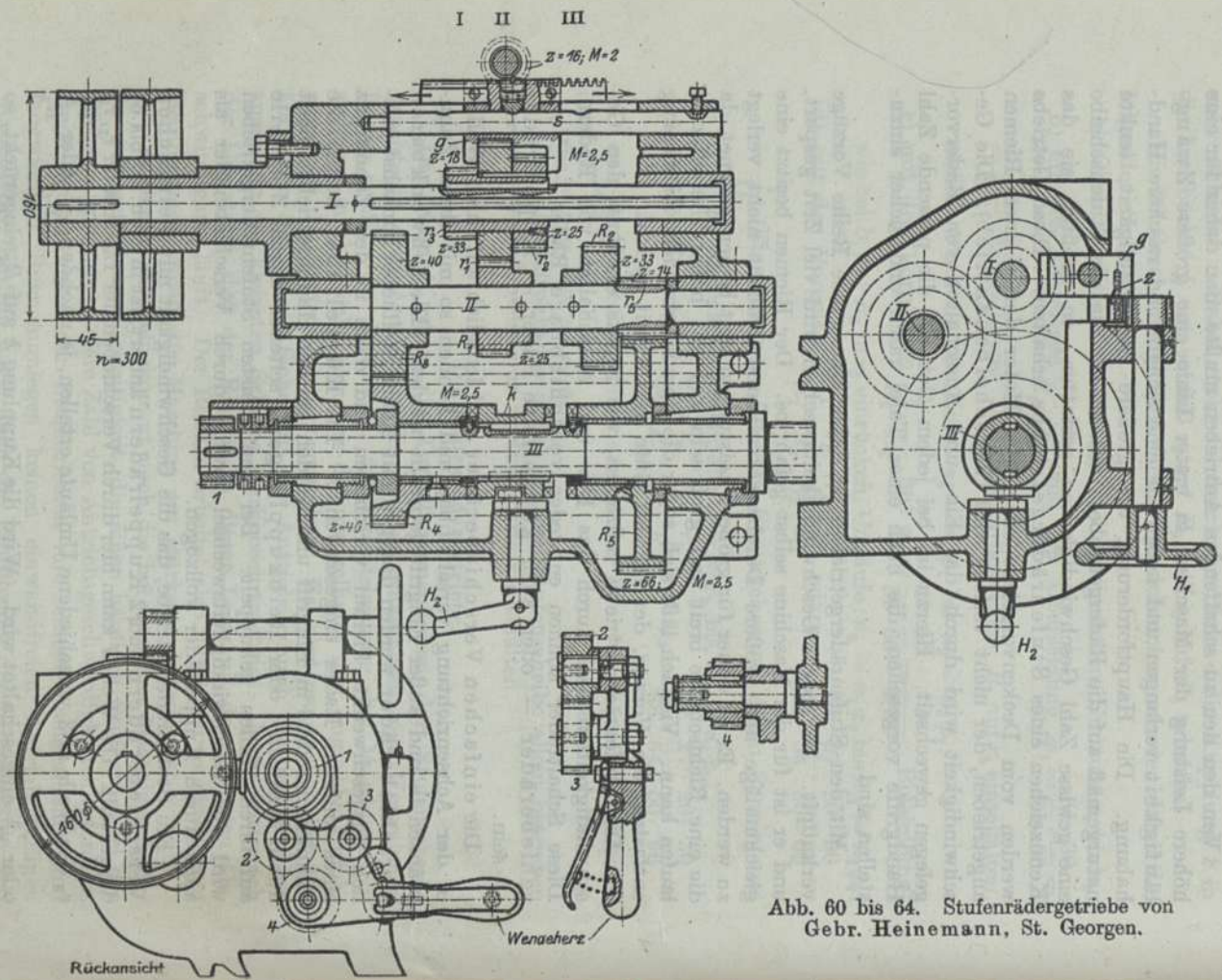
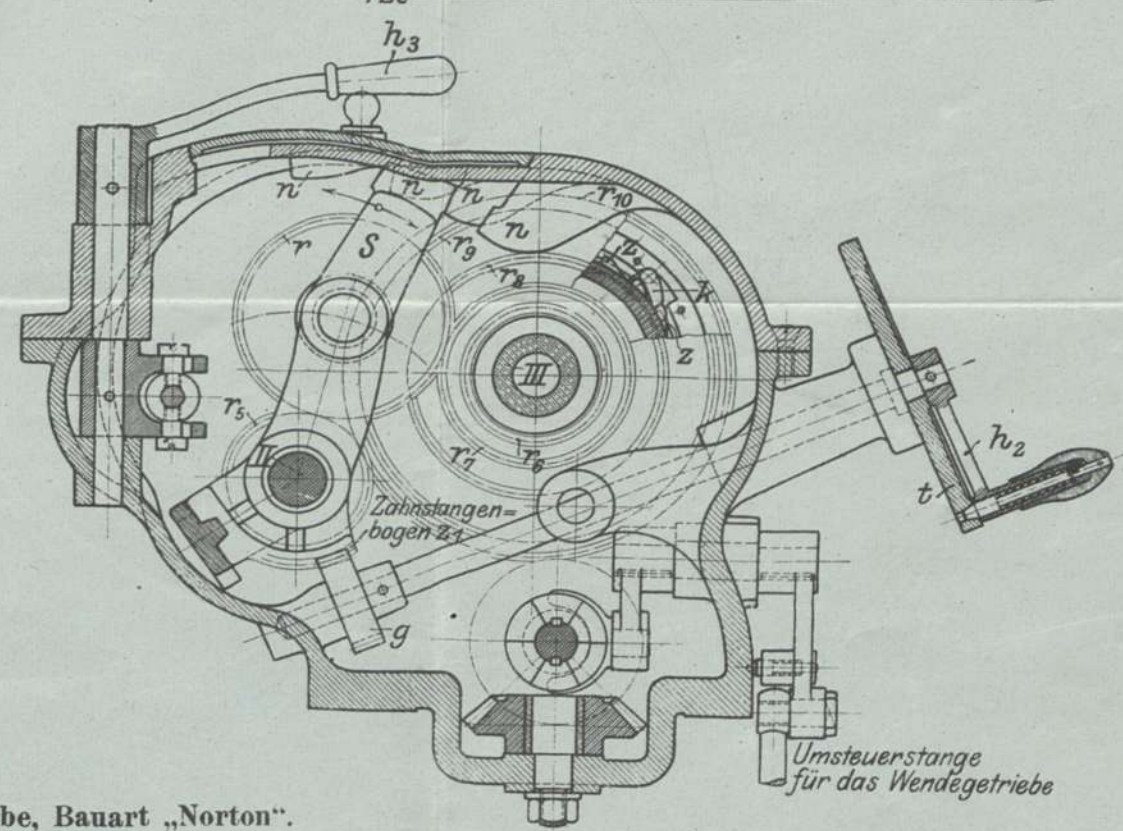
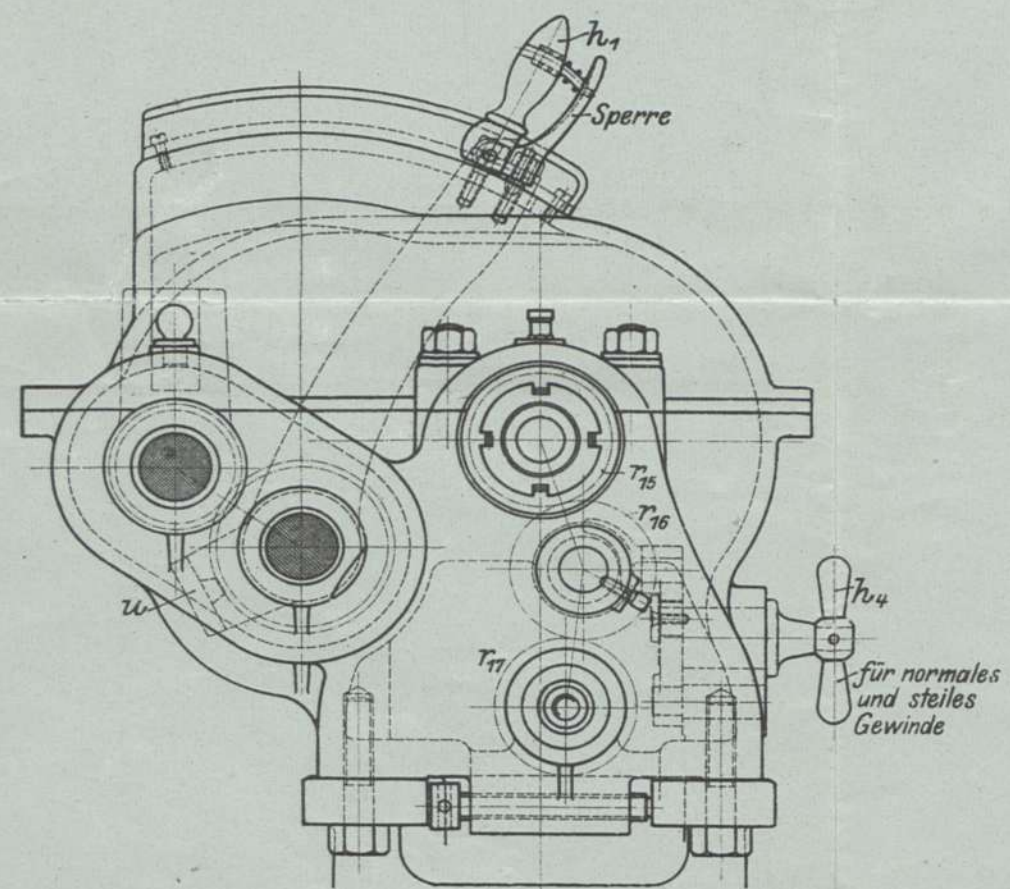
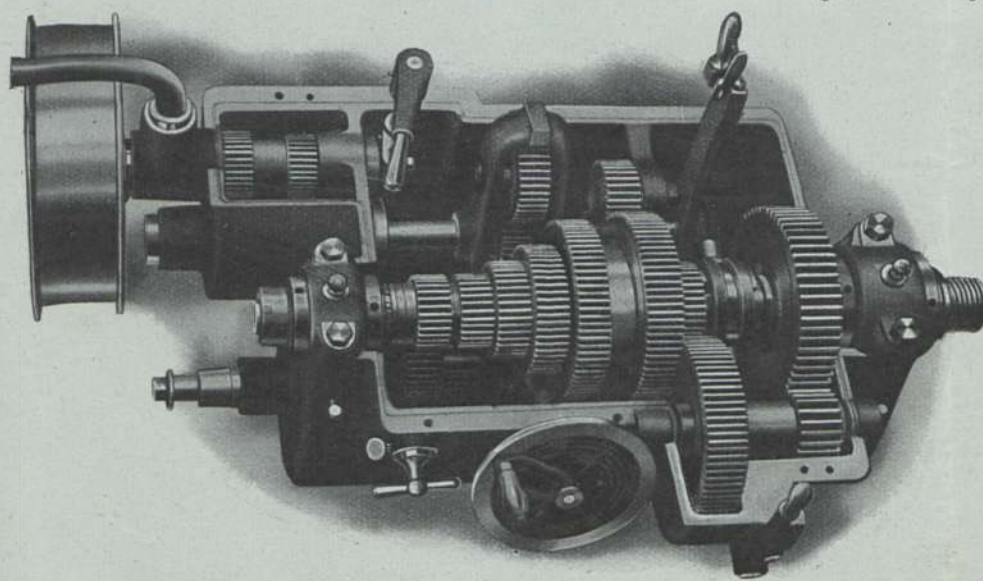
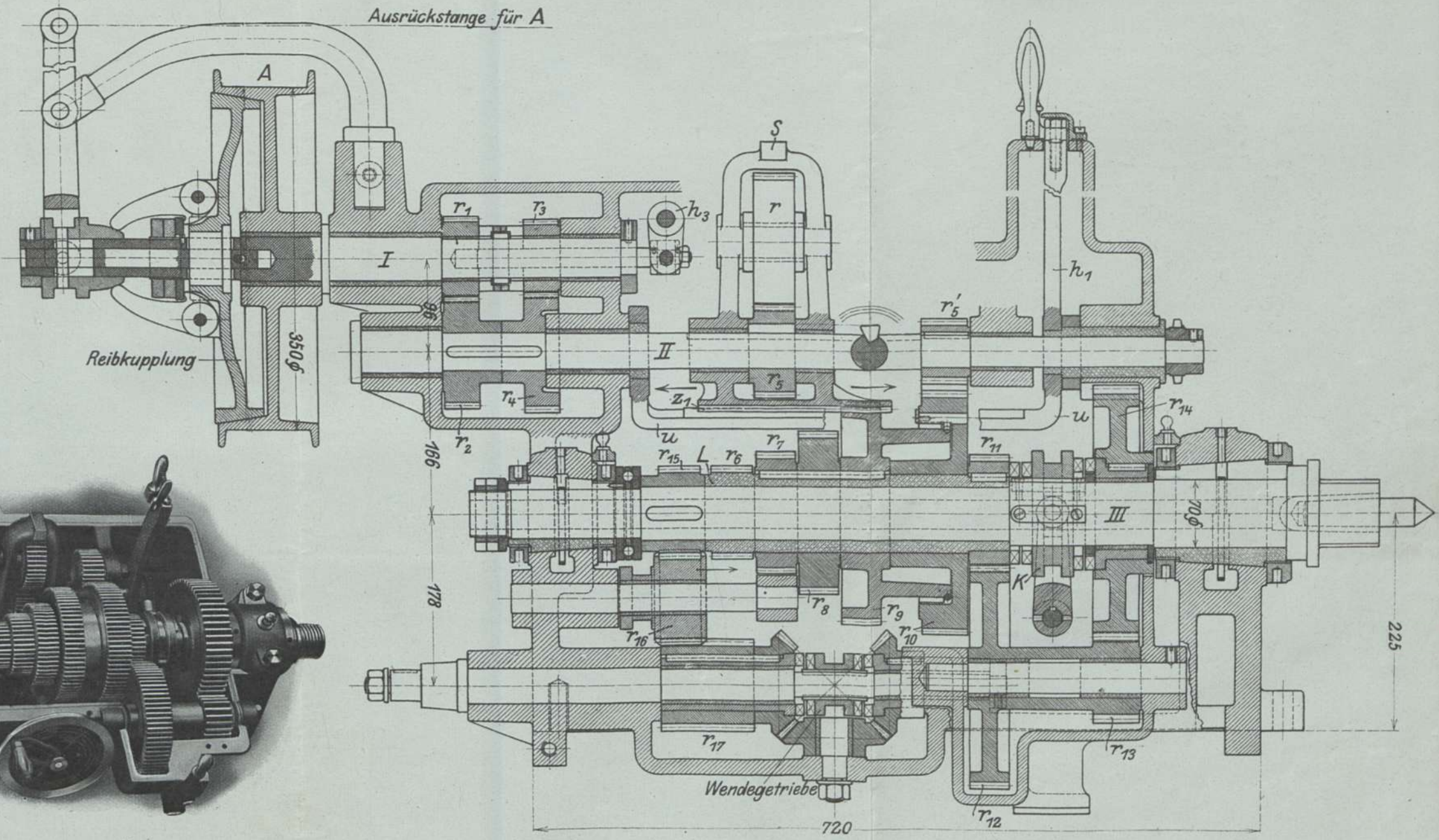


Abb. 60 bis 64. Stufenrädergetriebe von Gebr. Heinemann, St. Georgen.



Stufenrädergetriebe, Bauart „Norton“.  
L. Schuler, Göppingen.  
Abb. 65 bis 68. Ansichten und Schnitte.

da  $R_3 = R_4$  ist. Schaltet man hingegen  $k$  auf  $R_5$  um, so erfährt die Drehbankspindel 3 weitere Umläufe, so daß das Getriebe einen 6 fachen Geschwindigkeitswechsel zuläßt. Durch die Wahl der Blockräder sind Fehler in der Bedienung ausgeschlossen. Das Verschieben der Blockräder geschieht mit dem Handrade  $H_1$ , das beim Drehen durch das Zahnradchen die Zahnstange  $z$  mit der Gabel  $g$  verschiebt, die die Blockräder faßt. Sobald die Zahnkränze kämmen, hält ein Federriegel die Zahnstange auf  $s$  fest. Zum Umschalten der Kupplung  $k$  ist der Handgriff  $H_2$  vorgesehen.

Schaltplan zu Abb. 60 bis 64.

Lfd. Nr.	Arbeitende Räder	Stellung		Umdrehungen der Maschine
		des Blockrades	des Schalthebels $H_2$	
1	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{R_3}{R_4}$	II		$n_1 = 300 \cdot \frac{33}{25} \cdot \frac{40}{40} = 396$
2	$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$	III		$n_2 = 300 \cdot \frac{25}{33} \cdot \frac{40}{40} = 227$
3	$\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{R_3}{R_4} = \frac{r_3}{R_4}$	I		$n_3 = 300 \cdot \frac{18}{40} \cdot \frac{40}{40} = 135$
4	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_5}{R_5}$	II		$n_4 = 300 \cdot \frac{33}{25} \cdot \frac{14}{66} = 84$
5	$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_5}{R_5}$	III		$n_5 = 300 \cdot \frac{25}{33} \cdot \frac{14}{66} = 48$
6	$\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_5}{R_5}$	I		$n_6 = 300 \cdot \frac{18}{40} \cdot \frac{14}{66} = 29$

Das Norton-Getriebe wechselt die Geschwindigkeit mit einem einschwenkbaren Verschieberad (Abb. 65 bis 68). Auf der Welle *II* sitzt das Triebrad  $r_5$ , das durch das Zwischenrad  $r$  auf die 4 Räder  $r_6$  bis  $r_9$  der Hauptspindel *III* einzeln eingeschwenkt werden kann. Hierzu ist mit dem Handhebel  $h_1$ , der durch den Bügel  $u$  die Norton-Schwinge  $S$  aushebt, das Zwischenrad  $r$  seitlich auszuschwenken. In dieser eingriffsfreien Stellung ist die Schwinge  $S$  mit dem Zwischenrade  $r$  vor eins der Wechselräder  $r_6$  bis  $r_9$  zu schieben. Dies geschieht durch Drehen der Kurbel  $h_2$ , die durch das Zahnrad  $g$  und die Zahnstange  $z_1$  die Schwinge  $S$  auf *II* verschiebt. Auf der Schalttafel  $t$  sind die einzelnen Stellungen der Schwinge und die zugehörigen Spindelgeschwindigkeiten angegeben. Durch Vorziehen von  $h_1$  läßt sich jetzt die Schwinge  $S$  mit dem Zwischenrade  $r$  wieder einschwenken. Um hierbei jedesmal die genaue Eingriffsstellung festzuhalten, legt sich die Schwinge  $S$  gegen die Nasen  $n$  des Räderkastens. Durch diese 4 Schaltungen erfährt die lose Radhülse  $L$  4 Geschwindigkeiten, die sich durch Einschalten der Klauenkupplung  $K$  unmittelbar auf die Drehbankspindel *III* übertragen lassen.



Wird dagegen  $K$  auf das Rad  $r_{14}$  umgeschaltet, so arbeiten die Vorgelege  $\frac{r_{11}}{r_{13}}, \frac{r_{13}}{r_{14}}$  mit, so daß 8 Geschwindigkeiten zur Verfügung stehen.

Da dem Norton-Getriebe noch 2 ausrückbare Vorgelege  $\frac{r_1}{r_2}$  und  $\frac{r_3}{r_4}$  vorgebaut sind, die sich mit dem Handgriff  $h_3$  einzeln einschalten lassen, so gestattet der Norton-Antrieb  $2 \times 8$  Geschwindigkeiten. Diese 16 Ge-

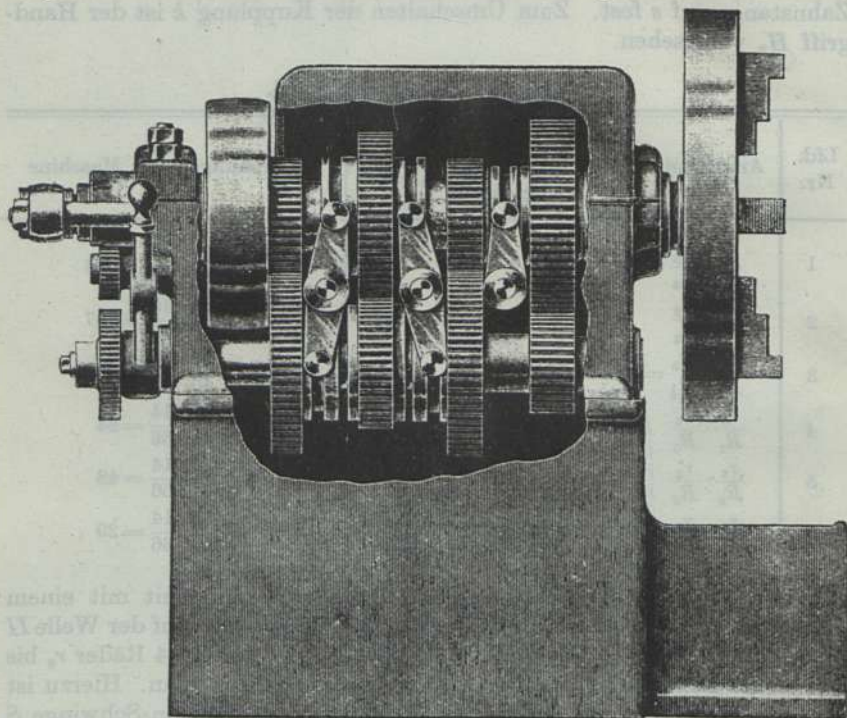


Abb. 69. Ruppert-Getriebe.

schwindigkeiten lassen sich ohne jede Gefahr einschalten, es sind nur 4 Handhebel zu bedienen.

Der Geschwindigkeitswechsel mit verschiebbaren Rädern hat gewöhnlich den Nachteil, daß beim Einrücken der Zahneingriff abgepaßt werden muß. Bei hohen Umläufen ist es fast unmöglich, das Zwischenrad einzuschalten, und beim Stillstand der Maschine müssen die Räder von Hand langsam bewegt werden. Dieser Nachteil ist in Abb. 68 in sinnreicher Weise beseitigt. Sobald nämlich die Norton-Schwinge  $S$  mit dem Zwischenrad  $r$  zurückgelegt wird, hält ein Klingenge triebe die Räder in langsamer Drehung, so daß die Zahnkränze schnell kämmen können.

Das Klinkengetriebe besteht hier aus dem Rad  $r_{10}$ , das auf der Laufbüchse  $L$  lose läuft und unter Mitwirkung eines Federringes die Klinke  $k$  gegen die Zähne  $z$  von  $r_9$  stemmt. Bei zurückgelegter Schwinge  $S$  treibt  $r_5'$  über ein Zwischenrad (Abb. 65) das Klinkenrad  $r_{10}$ , das durch die Klinke  $k$  das Rad  $r_9$ , also auch  $L$ , mitnimmt. Hierdurch bleibt das ganze Räderwerk in langsamer Drehung. Wird die Schwinge  $S$  auf  $r_6$ ,  $r_7$ ,  $r_8$  oder  $r_9$  eingerückt, so eilt der Räderblock gegenüber  $r_{10}$  vor. Die Klinke wird infolgedessen durch den Federring ausgehoben, so daß  $r_{10}$  lose weiterläuft.

Mit dem Klinkengetriebe wird nicht nur das Räderwerk zum bequemen Einrücken der Norton-Schwinge in langsamer Drehung gehalten, sondern auch durch Umschalten von  $h_3$  und  $K$  werden 4 weitere Umläufe der Spindel erreicht, so daß sich der gesamte Geschwindigkeitswechsel auf 20 Geschwindigkeiten stellt.

Schalttafel zu Abb. 65 bis 68.

Lfd. Nr.	Schaltung der Vorgelege $\frac{r_1}{r_2}, \frac{r_3}{r_4}$	Schaltung des Norton- oder Klinkengetriebes	Schaltung von $K$ auf	Übersetzung des Räderantriebes
1	$\frac{r_1}{r_2}$	$\frac{r_5}{r_6}$	$L$	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_6}$
2	"	$\frac{r_5}{r_7}$	"	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_7}$
3	"	$\frac{r_5}{r_8}$	"	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_8}$
4	"	$\frac{r_5}{r_9}$	"	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_9}$
5	"	$\frac{r_5'}{r_{10}}$	"	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5'}{r_{10}}$
6	$\frac{r_3}{r_4}$	$\frac{r_5}{r_6}$	$L$	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_6}$
7	"	$\frac{r_5}{r_7}$	"	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_7}$
8	"	$\frac{r_5}{r_8}$	"	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_8}$
9	"	$\frac{r_5}{r_9}$	"	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_9}$
10	"	$\frac{r_5}{r_{10}}$	"	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_{10}}$

Wird jetzt  $K$  auf  $r_{14}$  umgeschaltet, so laufen die Vorgelege  $\frac{r_{11}}{r_{12}}, \frac{r_{13}}{r_{14}}$  mit, und es ergeben sich nochmals 10 Schaltungen. Ihre Übersetzungen

erhält man, indem man die unter 1 bis 10 mit  $\frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$  vervielfacht.

Das Ruppert-Getriebe (Abb. 69) vollzieht den Geschwindig-

Schaltbild	Ø mm	Minutl. Umdr.		Schaltbild	Ø mm	Minutl. Umdr.	
		langs.	schnell			langs.	schnell
	70	175	400		85	23	18
	20	90	270		160	13	28
	35	58	130		260	7	77
	65	35	75		500	4	10

Abb. 70. Schalttafel.

keitswechsel lediglich mit Kuppelrädern. Es besitzt bereits bei 4 Räderpaaren und 5 Kupplungen 8 Geschwindigkeiten. Die verhältnismäßig große Geschwindigkeitsreihe ist durch eine sehr sinnreiche Anordnung der 8 Räder auf 2 Wellen und entsprechenden Laufbüchsen erreicht. Die 4 Räderpaare sind durch 2 zwangsläufig verbundene Kupplungspaare und eine freie Kupplung zu schalten. Die Bedienung erfordert höchstens 3 Handgriffe, die nach eine Tafel (Abb. 70) auszuführen sind. Hierdurch entstehen die in Abb. 71 dargestellten Schaltungen. Um die in diesem Getriebe steckende geistige Arbeit auch nur annähernd schätzen zu lernen, sei es jedem ans Herz gelegt, auf Grund der Abbildungen den Aufbau des Getriebes selbst zu entwickeln <sup>1)</sup>.

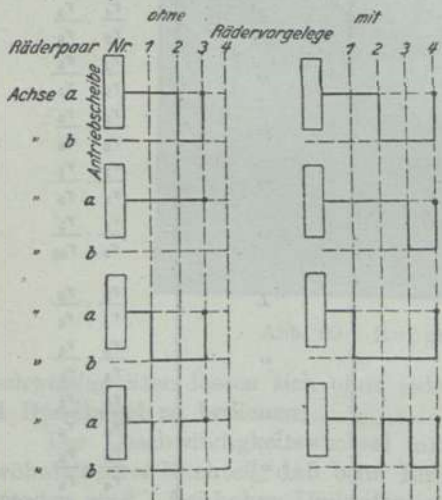
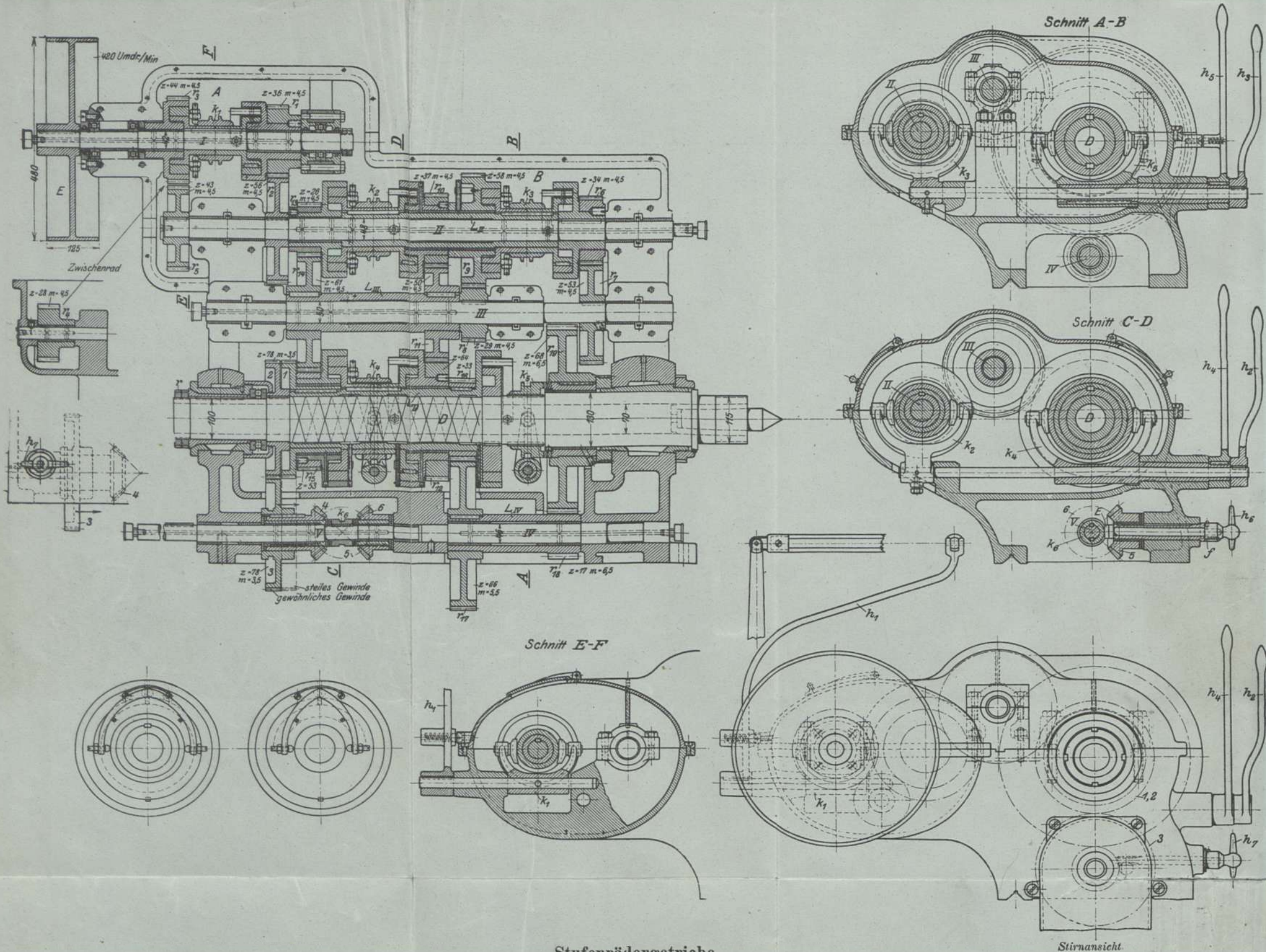


Abb. 71. Schaltplan der Vorgelege.

Die Stufenrädernetriebe, die den Geschwindigkeitswechsel mit Reibkupplungen vollziehen, gleichen in ihrem Aufbau denen mit Klauen-

<sup>1)</sup> Zeitschr. für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge 1908, S. 193.



**Stufenrädergetriebe**  
 von Gebr. Böhlinger, Göppingen.  
 Abb. 72 bis 80. Schnitte und Ansicht.

kupplungen. Sie besitzen jedoch den Vorzug, daß sie sich im Betriebe schalten lassen; es empfiehlt sich aber, die Maschine dabei anzuhalten.

Bei dem Böhlinger-Stufenrädergetriebe in Abb. 72 bis 80 treibt die Einscheibe  $E$  die Welle  $I$ , auf der sich die Räder  $r_1$  und  $r_3$  durch je eine Reibkupplung kuppeln lassen, die mit der Muffe  $k_1$  eingerückt werden. Zwischen den Wellen  $I$  und  $II$  ist ein Wendegetriebe eingebaut, das mit  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{36}{56}$  den Arbeitsgang der Maschine treibt und mit  $\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_4}{r_5} = \frac{44}{43}$  den schnellen Rücklauf. Diese Vor- und Rücklaufgeschwindigkeit gelangt über  $r_6$  oder über die Vorgelege  $\frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_8}{r_9}$  auf die Laufbüchse  $L_{II}$ . Hierzu wird  $k_3$  auf  $r_6$  oder auf  $r_9$  eingeschaltet.  $L_{II}$  erhält also 2 Geschwindigkeiten für den Vor- und Rücklauf. Sie können auf vierfachem Wege über  $L_{III}$  nach  $L_D$  gelangen, so daß  $L_D$   $4 \times 2$  Geschwindigkeiten erhält.

Schaltet man  $k_2$  und  $k_4$  nach rechts, so treibt  $L_{II}$  durch  $\frac{r_{10}}{r_{11}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$  die Laufbüchse  $L_D$ , nach links, durch  $\frac{r_{13}}{r_{14}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$ . Das sind die beiden geraden Schaltwege. Schaltet man  $k_2$  nach rechts und  $k_4$  nach links oder umgekehrt, so treten zwei Zickzackwege hinzu, d. h.  $L_{II}$  treibt über  $\frac{r_{10}}{r_{11}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$  oder über  $\frac{r_{13}}{r_{14}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$ . Die so erzielten 8 Geschwindigkeiten können durch Einschalten von  $k_5$  auf  $L_D$  direkt auf die Drehspindel  $D$  übertragen werden oder durch Umschalten von  $k_5$  auf  $r_{19}$  über die Vorgelege  $\frac{r_{16}}{r_{17}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{19}}$ . Die Maschine hat also für die Hauptbewegung  $2 \times 8 = 16$  Geschwindigkeiten für den Vor- und Rücklauf. Diese große Geschwindigkeitsreihe ist durch die geschickte Anordnung der Vorgelege erreicht, die zwar Laufbüchsen, aber keine neuen Wellen erfordert, die Ausladung des Räderkastens wird daher nicht vergrößert. Die Laufbüchsen müssen natürlich gut geölt werden.

Schalttafel zu Abb. 72 bis 80.

Schaltung Nr.	Hebelstellungen					Eingeschaltete Räder	Umläufe der Maschine
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$		
1	●	●	●	●	●	$\frac{r_1 \cdot r_{10} \cdot r_{14}}{r_2 \cdot r_{11} \cdot r_{15}} = \frac{36 \cdot 37 \cdot 61}{56 \cdot 50 \cdot 53}$	$n_1 = 420 \cdot \frac{36 \cdot 37 \cdot 61}{56 \cdot 50 \cdot 53} = 230$
2	●	●	●	●	○	$\frac{r_1 \cdot r_{10}}{r_2 \cdot r_{12}} = \frac{36 \cdot 37}{56 \cdot 64}$	$n_2 = 420 \cdot \frac{36 \cdot 37}{56 \cdot 64} = 156$
3	●	○	●	●	○	$\frac{r_1 \cdot r_{10}}{r_2 \cdot r_{15}} = \frac{36 \cdot 26}{56 \cdot 53}$	$n_3 = 420 \cdot \frac{36 \cdot 26}{56 \cdot 53} = 132,5$
4	●	○	●	●	○	$\frac{r_1 \cdot r_{13} \cdot r_{11}}{r_2 \cdot r_{14} \cdot r_{12}} = \frac{36 \cdot 26 \cdot 50}{56 \cdot 61 \cdot 64}$	$n_4 = 89,9$
5	●	○	○	○	○	$\frac{r_1 \cdot r_8 \cdot r_9 \cdot r_{10} \cdot r_{14}}{r_2 \cdot r_7 \cdot r_9 \cdot r_{11} \cdot r_{15}} = \frac{36 \cdot 34 \cdot 29 \cdot 37 \cdot 61}{56 \cdot 53 \cdot 58 \cdot 50 \cdot 53}$	$n_5 = 73,8$
6	●	○	○	○	○	$\frac{r_1 \cdot r_6 \cdot r_8 \cdot r_{10}}{r_2 \cdot r_7 \cdot r_9 \cdot r_{12}}$	$n_6 = 50$
7	●	○	○	○	○	$\frac{r_1 \cdot r_6 \cdot r_8 \cdot r_{13}}{r_2 \cdot r_7 \cdot r_9 \cdot r_{15}}$	$n_7 = 42,5$
8	○	○	○	○	○	$\frac{r_1 \cdot r_6 \cdot r_8 \cdot r_{13} \cdot r_{11}}{r_2 \cdot r_7 \cdot r_9 \cdot r_{14} \cdot r_{12}}$	$n_8 = 28,8$

Für die 8 weiteren Schaltungen wiederholen sich die Hebelstellungen für  $h_2, h_3, h_4$ , nur muß  $h_5$  auf ● stehen. Die Umläufe der

Maschine sind dann:  $n_9 = n_1 \cdot \frac{r_{16} \cdot r_{18}}{r_{17} \cdot r_{19}} = 230 \cdot \frac{33 \cdot 17}{66 \cdot 68} = \frac{230}{8} = 28,8$ ;

$n_{10} = n_2 \cdot \frac{1}{8} = 19,5$ ;  $n_{11} = n_3 \cdot \frac{1}{8} = 16,5$ ;  $n_{12} = n_4 \cdot \frac{1}{8} = 11,2$ ;  $n_{13} =$

$73,8 \cdot \frac{1}{8} = 9,2$ ;  $n_{14} = \frac{n_6}{8} = 6,25$ ;  $n_{15} = \frac{n_7}{8} = 5,3$  und  $n_{16} = \frac{n_8}{8} = 3,6$ .

Für den Rücklauf ist  $h_1$  auf ○ zu schalten.

Die Stufenrädernetriebe mit Ziehkeilschaltung lassen sich ebenfalls im Betriebe schalten, aber auch hier wird die Maschine zweckmäßig angehalten.

Das Getriebe in Abb. 81 ist für 6 Geschwindigkeiten gebaut, die durch  $2 \times 3$  Rädervorgelege geschaffen sind. Von den ersten beiden Vorgelegen sind die Räder  $r_1, r_3$  auf I festgekeilt, während die Kuppelräder  $r_2, r_4$  auf II durch den Ziehkeil  $k_1$  zu kuppeln sind. Von den letzten drei Vorgelegen sitzen  $r_5, r_7, r_9$  fest auf II und die durch den Ziehkeil  $k_2$  einzuschaltenden Kuppelräder  $r_6, r_8, r_{10}$  auf III. Durch die beiden Einstellungen von  $k_1$  und die drei von  $k_2$  empfängt die Welle III von der Antriebsscheibe  $S_1$  6 Geschwindigkeiten, die über die Räder  $r_{11}, r_{12}$  auf die Antriebsscheibe  $S_2$  und von hier durch einen zweiten Riemen auf die Frässpindel gelangen.

Eine besondere Frage ist das Unterbringen der Ziehkeile. Hierzu sind die Wellen *II* und *III* auf passende Tiefen gebohrt und der Breite der Kuppelräder entsprechend genutet. In den Bohrungen von *II* und *III* befindet sich je ein ausziehbarer Stift, in dessen schmalem Schlitz der Ziehkeil sitzt. Er ist einerseits um einen Zapfen drehbar und wird andererseits durch eine Feder in die Keilnut des betreffenden Kuppelrades gedrückt. Sollen Fahrlässigkeiten in der Schaltung vermieden werden, so darf der Ziehkeil selbst beim Verstellen immer nur ein Rad kuppeln. Diese Bedingung ist durch Zwischenringe erfüllt, die zwischen je 2 Kuppelrädern sitzen. Sobald der Ziehkeil eingestellt wird, drücken ihn die Zwischenringe beim Übergang von einem Rade ins andere in die Nut der Welle zurück. Er kann also erst einspringen, wenn die Keilnut des langsam kreisenden Rades vor ihm steht.

Schaltplan zu Abb. 81.

Lfd. Nr.	Arbeitende Räder	Einstellungen	Umläufe von $S_2$
1	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$k_1$ auf <i>B</i> , $k_2$ auf <i>III</i>	$n_1 = n \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$
2	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	„ „ „ „ „ <i>II</i>	$n_2 = n \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$
3	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	„ „ „ „ „ <i>I</i>	$n_3 = n \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$
4	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$k_1$ auf <i>A</i> , $k_2$ auf <i>III</i>	$n_4 = n \cdot \frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$
5	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	„ „ „ „ „ <i>II</i>	$n_5 = n \cdot \frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$
6	$\frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	„ „ „ „ „ <i>I</i>	$n_6 = n \cdot \frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$

Wollte man die Stufenrädergetriebe einem Vergleich unterziehen, so wären sie auf ihre Räderzahl, ihren Wirkungsgrad, ihre rasche und sichere Handhabung und ihre Übertragungsfähigkeit zu prüfen.

Die geringste Räderzahl beanspruchen die Stufenrädergetriebe mit schwenkbaren Verschieberädern nach der Bauart von Norton. Bei ihnen laufen auch keine Räderpaare leer mit, so daß sie den günstigsten Wirkungsgrad haben. Sie gewähren volle Zwangläufigkeit und sind daher auch für größere Kraftübertragungen geeignet. Sie lassen sich am schnellsten beim Anlaufen der Maschine schalten, jedoch nicht im Betriebe. Ihre Handhabung ist vollkommen fehlerfrei. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Getrieben mit einfachen Verschieberädern, nur verlangen sie eine größere Räderzahl. Die Getriebe mit Kuppelrädern erfordern die größte Räderzahl, und alle Räder laufen leer mit. Diese Getriebe sind daher mit einem etwas schlechteren Wirkungsgrad be-

haftet. Für das Ein- und Ausrücken der Kupplungen ist eine Reihe Handhebel erforderlich, die nach einer Schalttafel einzustellen ist. In vollem Betriebe lassen sich nur die Reibkupplungen schalten, dafür bieten die Klauenkupplungen eine große Übertragungsfähigkeit.

Von diesen Gesichtspunkten betrachtet wären die Getriebe mit Klauenkupplungen wegen ihrer großen Übertragungsfähigkeit für die schwersten Maschinen besonders geeignet, die Getriebe mit Verschieberädern für mittelschwere und die mit Reibkupplungen für leichtere und

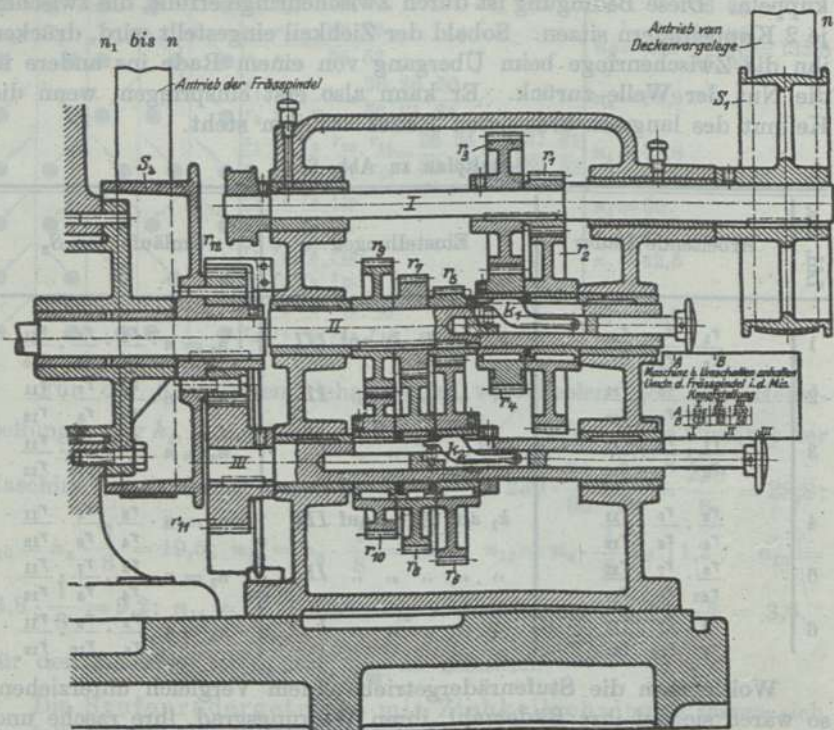


Abb. 81. Stufenrädernetriebe mit Ziehkeilschaltung.

mittelschwere Maschinen, vorausgesetzt, daß die Reibung an genügend großen Hebelarmen wirkt.

Es läßt sich nicht leugnen, daß der Stufenräderntrieb empfindlicher und in seinem Aufbau schwieriger ist als der Stufenscheibenantrieb. Er ist auch stärkerem Verschleiß ausgesetzt und in seiner Herstellung 2- bis 3 mal so teuer. Es ist daher wohl die Frage berechtigt: Wann soll man bei einer Maschine den teureren Räderntrieb verlangen? Diese Frage läßt sich leicht entscheiden, wenn man bedenkt, daß die Stufenrädernetriebe 1. für hohe Leistungen und 2. für eine rasche und sichere Handhabung gebaut sind.



Von dem ersten Gesichtspunkte aus betrachtet, kann man wohl sagen, daß für alle Maschinen, die mehr als 5 bis 8 Pferdestärken verlangen, der Räderantrieb gerechtfertigt ist. Leistungen unter 5 PS. lassen sich mit dem Stufenscheibenantrieb in den meisten Fällen leicht bewältigen. Der Räderantrieb wäre daher in erster Linie bei schweren Werkzeugmaschinen, z. B. Schruppmaschinen, und der Stufenscheibenantrieb bei leichteren Maschinen angebracht. Doch ist bei den leichteren Maschinen noch eine Einschränkung zu machen: Wird nämlich bei einer leichten Werkzeugmaschine die Geschwindigkeit häufig gewechselt, wie bei Maschinen für Einzelarbeiten, so läßt das Stufenrädergetriebe große Zeitersparnisse erzielen, die die Mehrkosten mehr als wettmachen. Bei leichten Maschinen für Massenarbeiten, die stets mit derselben Geschwindigkeit laufen, ist dagegen das teure Räderwerk nicht gerechtfertigt.

#### Der Geschwindigkeitswechsel am Antriebsmotor.

Die nächste Entwicklungslinie in dem Antriebe der kreisenden Hauptbewegung wäre, den Geschwindigkeitswechsel ganz oder teilweise in den Antriebsmotor der Maschine zu verlegen. Dies erfordert regelbare Motoren — Stufenmotoren —, deren Umläufe sich durch Anlasser im Verhältnis 1:3 bis 1:4 regeln lassen. Die Vorzüge eines derartigen elektrischen Antriebes liegen in dem einfachen Räderwerk der Maschine und der bequemen Regelbarkeit. Der Arbeiter kann mit dem Regler die Maschine anlassen, regeln und umsteuern. Aus diesem Grunde sind die regelbaren Motoren für den Antrieb schwerer Maschinen besonders geeignet, bei leichten Maschinen sind sie meist zu teuer.

Die Abb. 82 und 83 zeigen den Antrieb der Schnelldrehbank von Gebr. Böhlinger in Göppingen. Der Stufenmotor hat 20 PS. und einen Regelbereich in 5 Abstufungen von 400 bis 1400 Umläufen in d. Min. Der Motor treibt durch die Vorgelege  $\frac{r_1}{R_1}, \frac{r_2}{R_2}$  die Laufbüchse  $L$ , deren 5 Geschwindigkeiten durch den Mitnehmer  $M$  über  $R_4$  auf die Drehspindel  $D$  gelangen. 5 weitere Geschwindigkeiten werden durch die 2 Vorgelege  $\frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}$  erreicht und nochmals 5 Geschwindigkeiten durch die 3 Vorgelege  $\frac{r_3}{R_3}, \frac{r_5}{R_5}, \frac{r_6}{R_6}$ , von denen  $r_6$  als Verschieberad in den Zahnkranz  $R_6$  der Planscheibe eingerückt werden kann. Mit dem Griff  $h$  wird der Mitnehmer  $M$ , mit  $h_1$  die Vorgelege  $\frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}$  und mit dem Handrade  $H$  der Zahnkranzantriebe in- und ausgerückt (Schaltplan S. 53).

Die Druckknopfsteuerung<sup>1)</sup> bietet in der elektrischen Steuerung einer Werkzeugmaschine große Bequemlichkeit. Wird der Motor mit dem Anlasser auf die richtige Umlaufzahl eingeregelt, so muß der

<sup>1)</sup> Pollok, Anlaß und Regelvorrichtungen. Z. d. V. deutsch. Ing. 1916, S. 362.

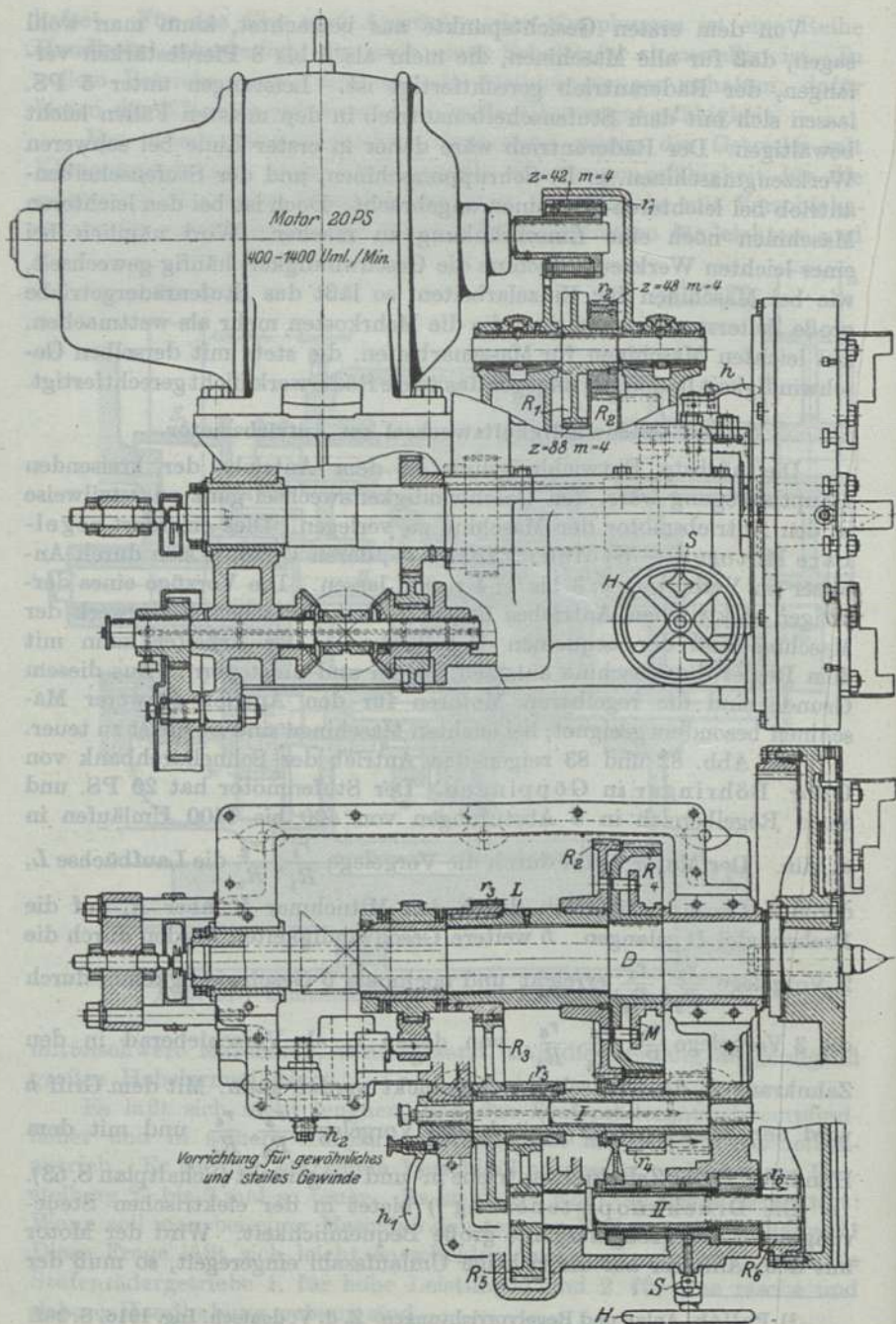


Fig. 82 u. 83. Antrieb mit Stufenmotor. Gebr. Böhlinger, Göppingen.

Schaltplan zu Abb. 82 und 83.

Lfd. Nr.	Arbeitende Räder	Einstellungen	Umläufe der Maschine
1	$\varphi_1 = \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} = \frac{42}{88} \cdot \frac{48}{122}$	<i>I</i> mit $h_1$ ausschwenken, mit $H r_6$ aus $R_6$ zurückziehen, mit $h M$ in $R_2$	$n_1 = 1400 \cdot \varphi_1 = 263,$ $n_2 = 1155 \cdot \varphi_1 = 217,$ $n_3 = 903 \cdot \varphi_1 = 170,$ $n_4 = 652 \cdot \varphi_1 = 123,$ $n_5 = 400 \cdot \varphi_1 = 75$
2	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_4}{R_4}$ $= \frac{42}{88} \cdot \frac{48}{122} \cdot \frac{54}{90} \cdot \frac{25}{75}$	<i>M</i> mit $h$ ausrücken, mit $H r_6$ ausrücken und $r_4$ einrücken, <i>I</i> einschwenken	$n_6 = 52,6, n_7 = 43,4, n_8 = 33,8,$ $n_9 = 24,6, n_{10} = 15$
3	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_4}{R_4} \cdot \frac{r_5}{R_5} \cdot \frac{r_6}{R_6}$ $= \frac{42}{88} \cdot \frac{48}{122} \cdot \frac{54}{90} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{16}{96}$	wie bei 2, nur mit $H r_6$ auf $R_6$ einrücken und damit ist $r_4$ aus $R_4$ ausgerückt	$n_{11} = 10,5, n_{12} = 8,7, n_{13} = 6,8,$ $n_{14} = 4,9, n_{15} = 3$

Arbeiter seinen Platz verlassen und zum Anlasser laufen. Diese Unbequemlichkeit beseitigt die Druckknopfsteuerung. Die Druckknöpfe werden an dem Spindelstocke angebracht. Durch Drücken auf die betreffenden Knöpfe kann man die Maschine ein- und ausschalten, langsamer und schneller laufen lassen. Der Druckknopf schaltet nämlich einen kleinen Hilfsmotor ein, der den Regulieranlasser auf die Anlaßwiderstände für langsamen oder schnellen Gang oder auf Stillstand steuert. Diese Einrichtung ist besonders wertvoll bei langen, schweren Maschinen, insbesondere bei ortsveränderlichen.

### b) Der Antrieb der geraden Hauptbewegung.

Die Aufgabe dieses Antriebes ist, die Drehbewegung des Deckenvorgeleges oder des Motors in eine gerade Hauptbewegung der Maschine umzusetzen.

Für diesen Antrieb kommen demnach in Betracht:

1. Zahnrad und Zahnstange,
2. Schnecke und Zahnstange,
3. Schraubenspindel und Mutter.

Bei dem Antrieb durch Zahnrad und Zahnstange bewirkt das von dem Deckenvorgelege aus betätigte Treibrad die gerade Hauptbewegung der mit dem Tisch verschraubten Zahnstange. Das Getriebe gewährt jedoch nur bei guten Eingriffsverhältnissen ruhigen Gang. Infolgedessen verlangt ein guter Zahnstangenantrieb ein großes Treibrad,

das allerdings bei den hohen Riemengeschwindigkeiten wiederum eine große Übersetzung in den Rädervorgelegen verursacht (Kap. IV, 1).

Ein Nachteil, den die Zahnstange mit sich führt, ist der auf den Tisch hebend wirkende Zahndruck, der den Gang der Maschine beeinträchtigen kann. Toter Gang ist schwer ganz zu vermeiden, so daß ein vollkommen stoßfreier Hubwechsel nur bei guter Ausführung zu erwarten ist. Eine Verbesserung des Antriebes ist noch durch die Doppelzahnstange und das Doppelrad angestrebt, die durch Nachstellen den toten Gang in der Verzahnung ausgleichen und so den Gang ruhiger gestalten.

Der Zahnstangenantrieb war bisher nur bei mittleren Maschinen beliebt. Seitdem aber die Zahnstange aus Stahl gefertigt wird, findet sie auch bei schweren Maschinen immer mehr Aufnahme, weil sie als solche eine große Sicherheit gegen Zahnbrüche bietet, und der schräge Zahndruck auf den schweren Tisch ohne Einfluß bleibt.

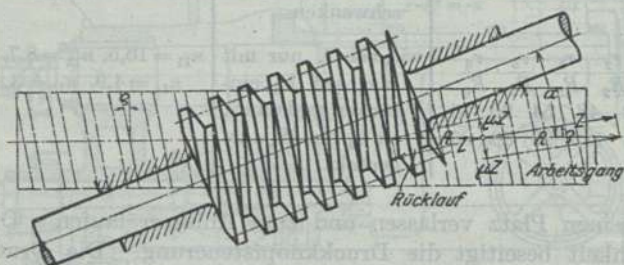


Abb. 84. Schnecke-Zahnstangenantrieb nach Sellers.

Bei dem Antriebe durch Zahnstange und Schnecke (Abb. 84) wirkt die Schnecke treibend. Prüfen wir dieses Getriebe auf ruhigen Gang der Maschine, so ist er nur zu erwarten, wenn kein Seitendruck auf den Tisch kommt. Die Bedingung ist erfüllt, sobald die Mittelkraft  $R$  aus dem Zahndruck  $Z$  und der Zahnreibung  $\mu Z$  beim Hin- und Rückgang in die Bewegungsrichtung des Tisches fällt. Dies erfordert allerdings eine schräge Lage der Schnecke. Für den Eingriff der Zähne muß nämlich die Schnecke unter ihrem Steigungswinkel  $\alpha$  angeordnet sein. Für den ruhigen Gang des Tisches müssen außerdem die Zähne der Zahnstange noch schräg stehen und zwar unter  $\varphi$  ( $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\mu Z}{Z} = \mu$ ), damit die Mittelkraft  $R$  beidemale in die Zahnstangenachse fällt und kein seitlicher Druck auf den Tisch kommt. Der Schneckenantrieb besitzt in sich schon eine große Übersetzung. Der Riemen kann daher schnell laufen, ohne daß die Maschine die Schnittgeschwindigkeit überschreitet.

Die Verzahnung des Antriebes bietet aber an jedem Gewindegang nur ein geringes Angriffsfeld, das einen größeren Verschleiß mit sich

bringt. Diese Unvollkommenheit ist jedoch neuerdings beseitigt durch die Schraubenzahnstange (Abb. 85 und 86). Sie besteht aus einem langgestreckten Schneckenrade, das der Schnecke ein größeres Eingriffsfeld bietet. Die Schnecke läßt sich vorzüglich schmieren, da sie in einem Ölbad läuft. Der erste Antrieb eignet sich besonders für leichte und

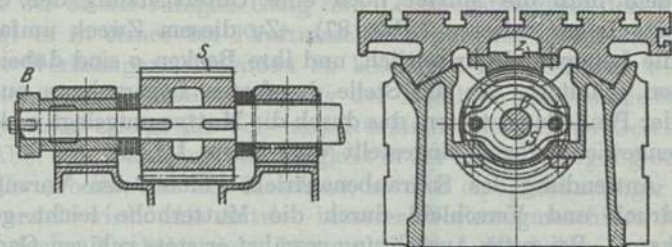


Abb. 85 und 86. Schraubenzahnstangenantrieb.

mittlere Maschinen, der letzte wird selbst bei den schwersten Hobelmaschinen angewandt. So zeigen die Abb. 85 und 86 den Antrieb einer Hobelmaschine der Mammutwerke, Nürnberg. Die Schraubenzahnstange  $Z$  ist hier mit dem Hobeltisch verschraubt. Mit ihr steht die parallel zum Tisch liegende Schnecke  $S$  in Eingriff, die abwechselnd durch einen offenen und gekreuzten Riemen angetrieben wird und so den Vor- und Rücklauf des Tisches vermittelt. Gegenüber ihrem Arbeitsdruck ist die Schnecke  $S$  nach beiden Richtungen durch Druck-

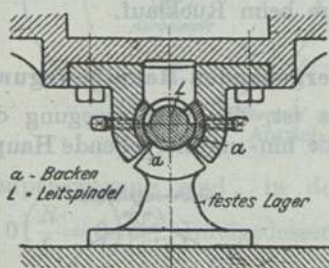


Abb. 87. Leitspindelmutter.

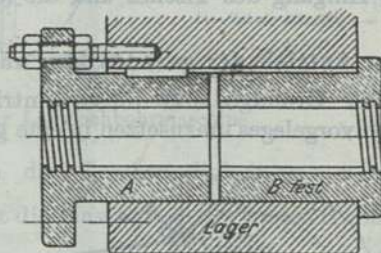


Abb. 88. Nachstellbare Leitspindelmutter.

ringe festgelegt (Abb. 85), und jedes Spiel in ihrer Lagerung ist durch Anziehen der Büchse  $B$  auszugleichen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt bei  $n$  Umdrehungen und der Steigerung  $s$  bei der gerade liegenden

$$\text{Schnecke } c = \frac{n \cdot s}{60}, \text{ bei der schräg liegenden } c = \frac{n \cdot s}{60} \cdot \cos \alpha.$$

Bei der Schraubenzahnstange wirkt allerdings der schräge Zahn-  
druck auf den Tisch. Soll er den Gang nicht beeinträchtigen, so muß  
 $Z \sin \alpha = \mu Z \cdot \cos \alpha$ , d. h.  $\tan \alpha = \mu$  sein, andernfalls sind zwei Zahn-  
stangen von entgegengesetzter Steigung anzuordnen.

Schraubenspindel und Mutter arbeiten als Antrieb der geraden Hauptbewegung in der Regel so, daß die Leitspindel sich dreht, während die mit dem Tisch verschraubte Mutter den geraden Arbeitsweg vollzieht. Hierzu muß die Schraube gegen Verschieben festgelegt und die Mutter gegen Drehen gesichert sein. Bei langen, freitragenden Leitspindeln muß die Mutter noch eine Unterstützung der Spindel durch feste Lager zulassen (Abb. 87). Zu diesem Zweck umfaßt die Mutter die Leitspindel nur seitlich, und ihre Backen  $a$  sind dabei durch Schrauben gehalten. An die Stelle des festen Lagers kann auch ein Kipp- oder Pendellager treten, das durch die Mutter umgelegt und durch ein Gegengewicht wieder eingestellt wird (Kap. IV, 6).

Die Anwendung des Schraubenantriebes bietet den Vorzug, daß Flächenndruck und Verschleiß durch die Mutterhöhe leicht geregelt werden kann. Bei guter Ausführung gewährt er stets ruhigen Gang und eine große Übersetzung, so daß der Riemen mit großer Geschwindigkeit arbeiten kann. Der Schraubenantrieb ist daher bei schweren Maschinen zu empfehlen. Er bietet allerdings Schwierigkeiten in einer gut wirkenden Schmierung.

Der Verschleiß in dem Muttergewinde wird auf die Dauer nicht ohne Einfluß auf den Gang der Maschine bleiben. Will man auch hier den toten Gang ausgleichen können, so ist die Mutter zweiteilig auszuführen und die eine Hälfte nachstellbar einzurichten. Hierzu ist in Abb. 88 die Mutterhälfte  $A$  nach Art einer Stopfbüchsenbrille anzuziehen, während der Backen  $B$  festsetzt. Es trägt somit die eine Mutterhälfte beim Hingang des Tisches und die andere beim Rücklauf.

### e) Der Antrieb der geraden hin- und hergehenden Hauptbewegung.

Der Grundgedanke dieses Antriebes ist, die Drehbewegung des Deckenvorgeleges umzusetzen in eine gerade hin- und hergehende Haupt-

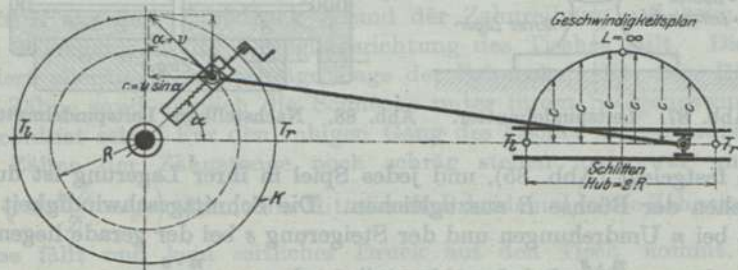


Abb. 89. Plan des Kurbelantriebes.

bewegung der Maschine. Die Getriebe dieser Art müssen daher in jedem Totpunkt zwangläufig umsteuern, obwohl die Maschinenwelle ständig in derselben Richtung läuft. Da die Maschinen mit gerader Hauptbewegung

nur während des Vorwärtsganges arbeiten, so bedeutet der leere Rücklauf tote Arbeitszeit. Im Interesse einer größeren Leistung ist daher dieser Zeitverlust möglichst zu kürzen. Dies stellt an das Getriebe die weitere Forderung, den Rücklauf der Maschine zu beschleunigen.

Ein Getriebe mit zwangsläufiger Umsteuerung ist das Kurbelgetriebe. Prüfen wir es auf ruhigen Gang und Leistungsfähigkeit der Maschine, so zeigt es in seiner bei Kraftmaschinen üblichen Form zwei Fehler, die der Werkzeugmaschinenbau zu beseitigen hat. Erstens wird beim Kurbelantrieb die Hauptbewegung der Maschine stets ungleichförmig, und zweitens erfolgt ihr Vor- und Rücklauf mit gleicher Geschwindigkeit (Abb. 89). Die Ungleichförmigkeit in der Hauptbewegung beeinflusst aber die Arbeitsweise der Maschine, so daß ein gleichmäßiger Schnitt selten erzielt wird. Als Antrieb besserer Werkzeugmaschinen ist daher das einfache Kurbelgetriebe auszuschließen. Höchstens wäre es bei kurzhubigen Arbeitsmaschinen, wie Stemmaschinen, Pressen, Gattersägen usw. anzuwenden.

#### Das Kurbelgetriebe mit unrunder Rädervorgelegen.

Die Ursache der ungleichförmigen Hauptbewegung liegt darin, daß die beiden Totpunkte der Maschine  $T_1$  und  $T_2$ , die Wendepunkte der

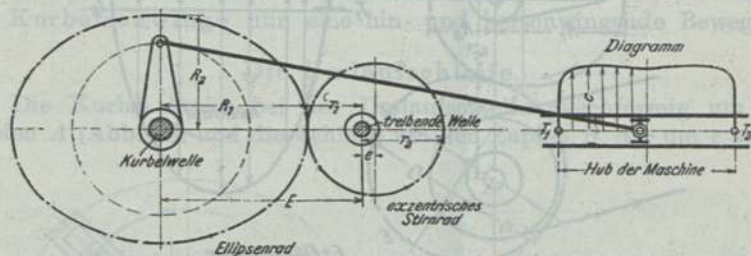


Abb. 90. Antrieb einer Langlochbohrmaschine.

Hauptbewegung sind, in denen die Geschwindigkeit  $c = v \cdot \sin \alpha = 0 \left( \frac{R}{L} = 0 \right)$  ist. Infolgedessen hat die Maschine in der ersten Hubhälfte die Geschwindigkeit des Schlittens auf  $c = v \sin 90^\circ = v$  zu beschleunigen und in der zweiten wieder auf  $c = 0$  zu verzögern (Abb. 89). Dieser ständige Wechsel von Beschleunigung und Verzögerung läßt einen glatten Schnitt selten zustande kommen.

Ein Mittel, die Geschwindigkeitsverhältnisse zu verbessern, wäre, den Gang der Maschine gegen Hubmitte etwas zu verzögern und gegen Hubende zu beschleunigen. Durch diese Arbeitsweise würde die Schnittgeschwindigkeit ziemlich gleichmäßig ausfallen, die Maschine aber in den Totpunkten schnell umsteuern. Der Gedanke läßt sich durch ein Vorgelege aus unrunder Rädern verwirklichen. Es ändert stetig seine Übersetzung, so daß die Kurbel zwar ungleichmäßig läuft, der Tisch sich aber ziemlich gleichmäßig bewegt.

Einen Antrieb nach obigen Gesichtspunkten zeigt das Kurbelgetriebe mit einem Vorgelege aus einem ellipsenähnlichen Rade und einem außerachsigen Stirnrade in Abb. 90. Das Getriebe steuert in  $T_1$  und  $T_2$  schnell um mit  $\frac{r_2}{R_2}$  und verzögert gegen Hubmitte mit  $\frac{r_1}{R_1}$  den Gang der Maschine. Der Vorgang wiederholt sich beim Vor- und Rücklauf. Das Getriebe wird daher bei Langlochbohrmaschinen, die beim Vor- und Rücklauf arbeiten, anzuwenden sein. Das Baugesetz für dieses Getriebe ist:

$$r_1 + R_1 = r_2 + R_2 = r_n + R_n = E.$$

Der Umfang des Stirnrades muß dabei gleich dem halben Umfang des Ellipsenrades sein.

Bei den meisten Werkzeugmaschinen mit gerader Hauptbewegung ist nicht nur die Schnittgeschwindigkeit zu verbessern, sondern auch der

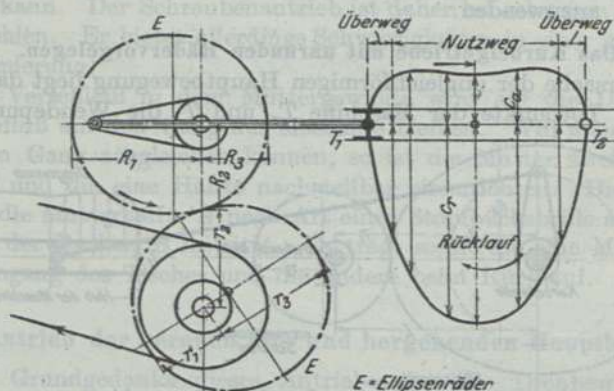


Abb. 91. Kurbelantrieb mit Ellipsenrädern.

Rücklauf zu beschleunigen. Beide Bedingungen sind erfüllt, sobald das Vorgelege aus zwei gleichen Ellipsenrädern  $E$  besteht, die sich um einen ihrer Brennpunkte drehen (Abb. 91). Diese Räder bewirken durch ihre sich stetig ändernde Übersetzung, daß die Maschine etwa gegen Mitte Arbeitslauf durch  $\frac{r_1}{R_1}$  ihren Gang etwas verzögert, in den Totpunkten aber mit  $\frac{r_2}{R_2}$  schneller umsteuert und ihren Rücklauf mit  $\frac{r_3}{R_3}$  stark beschleunigt.

Die unrunderen Räder sind, sofern sie nicht nach einem genauen Verfahren hergestellt sind, mit unruhigem Gang behaftet. Sie entsprechen den erhöhten Anforderungen der Neuzeit nicht mehr und stehen nur noch vereinzelt in Anwendung.



## Die Kurbelschleifen.

Das zweite Mittel, beim Kurbelantrieb die Schnittgeschwindigkeit zu verbessern und den Rücklauf zu beschleunigen, wäre, für den Arbeitsgang der Maschine den größeren Kurbelweg  $AB$  zu nehmen und für den Rücklauf den kleineren Weg  $BA$  (Abb. 92). Die gleichförmig kreisende Kurbel würde gewissermaßen einen Uhrzeiger bilden, und die von ihr durchheilten Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  würden ein Zeitmaß sein für die Dauer von Arbeitsgang und Rücklauf. Wäre z. B.  $\alpha = 3\beta$ , so würde der Rücklauf der Maschine auf das Dreifache beschleunigt. Dieser Gedanke liegt den Kurbelschleifen zugrunde, bei denen im Vergleich zu dem gewöhnlichen Kurbelantrieb (Abb. 89) zwischen Kurbel und Schubstange eine Schleife eingebaut ist. Liegt der Drehpunkt dieser Schleife innerhalb des Kurbelkreises, so muß sie als Umlaufscheibe die vollen Umläufe der Kurbel mitmachen, liegt hingegen der Drehpunkt außerhalb des Kurbelkreises, so macht die Schleife als Kurbelschwinge nur eine hin- und herschwingende Bewegung.

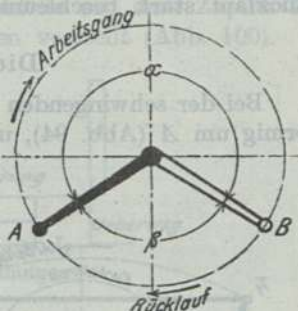


Abb. 92. Kurbel.

## Die Umlaufschleife.

Die Kurbel kreist bei der Umlaufschleife gleichförmig um den Zapfen  $A$  (Abb. 93) und die Schleife um den Zapfen  $B$ , der um  $e$  außer-

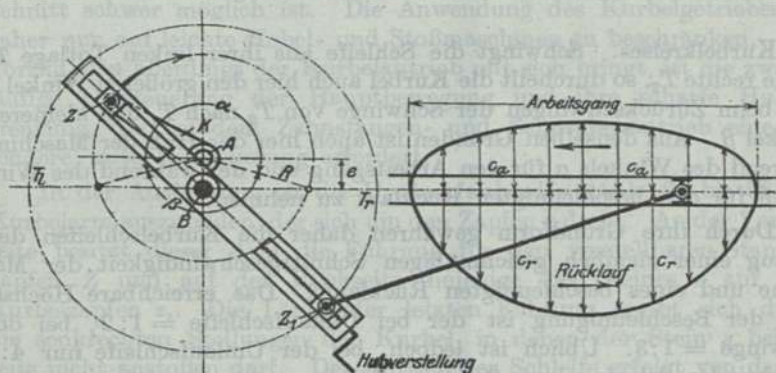


Abb. 93. Plan der Umlaufschleife.

achsig zu  $A$  sitzt, aber innerhalb des Kurbelkreises liegt. Geht die Schleife mit dem Zapfen  $Z_1$  von  $T_r$  nach  $T_l$ , so durchläuft die Kurbel  $K$  den größeren Winkel  $\alpha$ . Bewegt sich die Schleife von  $T_l$  nach  $T_r$  zurück, so durchläuft die Kurbel  $K$  den kleineren Winkel  $\beta$ . Da die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  für die gleichmäßig laufende Kurbel Zeitmaße sind, so ist der



Dabei kann beim Kurbelantrieb infolge der zwangläufigen Umsteuerung der Auslauf  $l_2$  sehr klein sein, während der Anlauf  $l_1$  für das Schalten der Werkzeuge etwa  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{8}$  der Kurbelumdrehung in Anspruch nimmt. Dieser verhältnismäßig große Kurbelweg ist auch ein Nachteil des Kurbelgetriebes. Der Hub wird bei der Umlaufschleife mit dem Zapfen  $Z_1$  und bei der Schwinge mit dem Kurbelzapfen verstellt (Abb. 100).

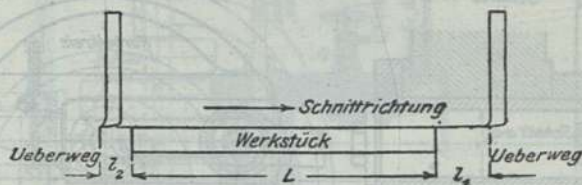


Abb. 95. Hub und Hobellänge.

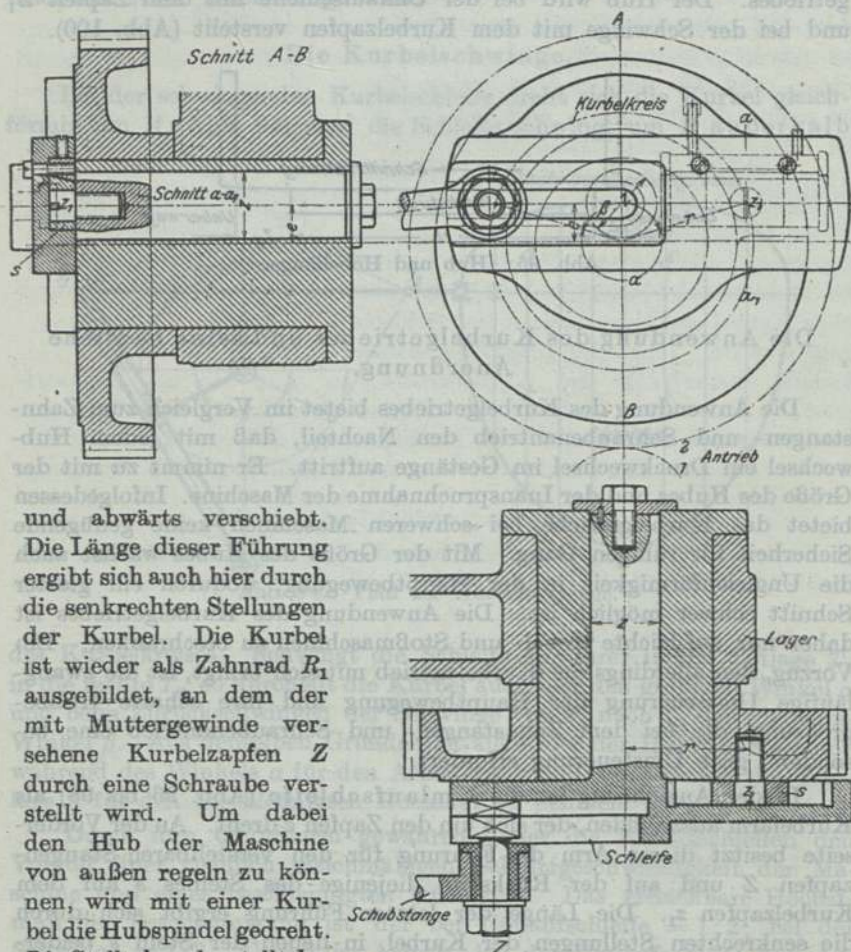
### Die Anwendung des Kurbelgetriebes und seine bauliche Anordnung.

Die Anwendung des Kurbelgetriebes bietet im Vergleich zum Zahnstangen- und Schraubenantrieb den Nachteil, daß mit jedem Hubwechsel ein Druckwechsel im Gestänge auftritt. Er nimmt zu mit der Größe des Hubes und der Inanspruchnahme der Maschine. Infolgedessen bietet das Kurbelgetriebe bei schweren Maschinen keine genügende Sicherheit für ruhigen Gang. Mit der Größe des Hubes wächst auch die Ungleichförmigkeit in der Hauptbewegung, wodurch ein glatter Schnitt schwer möglich ist. Die Anwendung des Kurbelgetriebes ist daher nur auf leichte Hobel- und Stoßmaschinen zu beschränken. Ein Vorzug, den allerdings der Kurbelantrieb mit sich bringt, ist die zwangläufige Umsteuerung der Hauptbewegung und ihre scharfe Hubbegrenzung, die bei dem Zahnstangen- und Schraubenantrieb eine besondere, gute Umsteuerung erfordert.

In der Ausführung ist die Umlaufschleife (Abb. 96 bis 98) als Kurbelarm auszubilden, der sich um den Zapfen  $z$  dreht. An der Vorderseite besitzt dieser Arm die Führung für den verstellbaren Stangenzapfen  $Z$  und auf der Rückseite diejenige des Steines  $s$  auf dem Kurbelzapfen  $z_1$ . Die Länge der letzten Führung ergibt sich durch die senkrechten Stellungen der Kurbel, in denen der Stein  $s$  beiderseits nicht anstoßen darf. Der Antrieb der Schleife erfolgt von der als Zahnrad ausgebildeten Kurbel vom Halbmesser  $r$ . Sie ist um  $e$  außerschisig zur Schleife gelagert, so daß sie beim Hin- und Rückgang der Maschine verschiedene Wege durchheilt. Der Antrieb vollzieht sich dabei in der Weise, daß das Zahnrad durch den Zapfen  $z_1$  die Schleife mitnimmt, wobei sich der Stein  $s$  in seiner Führung hin- und herbewegt. Die hierdurch entstehende ungleichförmige Drehbewegung der Schleife wird in der bekannten Weise durch die Schubstange auf den sich geradlinig

bewegenden Tisch oder den Stößel der Maschine übertragen. Der Hub der Maschine wird durch Verstellen des Stangenzapfens  $Z$  geändert.

Die Kurbelschwinge (Abb. 99 bis 100) ist als schwingender Hebel auszuführen, in dem sich der Stein  $S$  des Kurbelzapfens  $Z$  auf-



und abwärts verschiebt. Die Länge dieser Führung ergibt sich auch hier durch die senkrechten Stellungen der Kurbel. Die Kurbel ist wieder als Zahnrad  $R_1$  ausgebildet, an dem der mit Muttergewinde versehene Kurbelzapfen  $Z$  durch eine Schraube verstellbar ist. Um dabei den Hub der Maschine von außen regeln zu können, wird mit einer Kurbel die Hubspindel gedreht. Die Stellschraube stellt dabei den Kurbelzapfen  $Z$  auf den Hub ein.

Abb. 96 bis 98. Aufbau der Umlaufschleife.  
Rad  $z:z = 54$ ,  $M = 4,5$ .

Der Antrieb gestaltet sich in der Weise, daß das durch den Stufenriemen betätigte Rad  $r_1$  die Kurbel  $R_1$  treibt. Hierdurch erzeugt sie die hin- und herschwingende Bewegung der Kurbelschwinge, die den Stößel mitnimmt.

Die Schwinge besitzt infolge ihres kleineren Schwingungsbogens den

Vorzug, daß sie sich in das Gehäuse der Maschine bequem einbauen läßt, während die Umlaufscheibe in der Anordnung in den Abb. 96 bis 98 frei liegen muß.

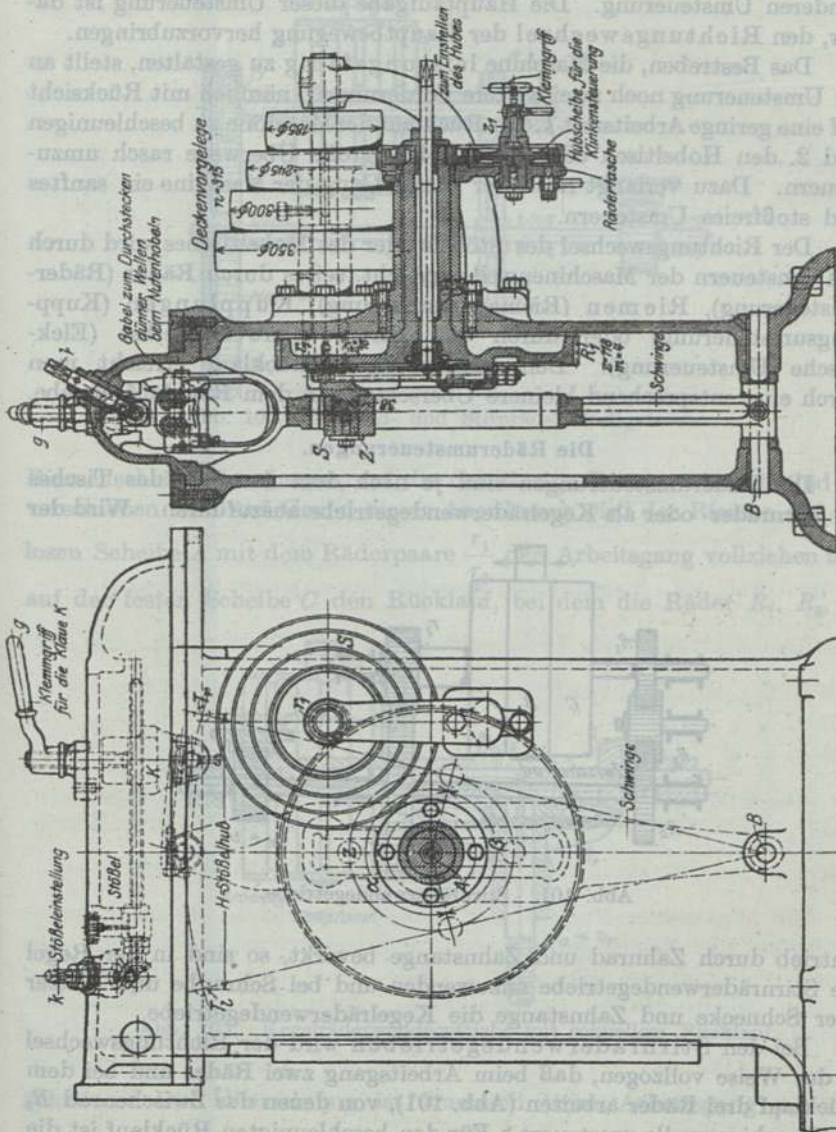


Abb. 99 und 100. Einbau der Kurbelschwinge. Wotanwerke, Leipzig.

## Die Umsteuerungen oder die Wendegeriebe.

Der Antrieb der geraden Hauptbewegung durch Zahnstange oder Leitspindel bedarf für den Vor- und Rücklauf des Hobeltisches einer besonderen Umsteuerung. Die Hauptaufgabe dieser Umsteuerung ist daher, den Richtungswechsel der Hauptbewegung hervorzubringen.

Das Bestreben, die Maschine leistungsfähig zu gestalten, stellt an die Umsteuerung noch zwei weitere Forderungen: nämlich mit Rücksicht auf eine geringe Arbeitszeit 1. den Rücklauf der Maschine zu beschleunigen und 2. den Hobeltisch oder Stößel ohne große Überwege rasch umzusteuern. Dazu verlangt noch der ruhige Gang der Maschine ein sanftes und stoßfreies Umsteuern.

Der Richtungswechsel des Stößels oder des Hobeltisches wird durch das Umsteuern der Maschinenwelle erreicht, sei es durch Räder (Räderumsteuerung), Riemen (Riemenumsteuerung), Kupplungen (Kupplungsumsteuerung) oder durch den Antriebsmotor selbst (Elektrische Umsteuerung). Den beschleunigten Rücklauf erreicht man durch eine entsprechend kleinere Übersetzung in dem Rücklaufgetriebe.

### Die Räderumsteuerungen.

Die Räderumsteuerungen sind je nach dem Antriebe des Tisches als Stirnräder- oder als Kegeleräderwendegeriebe auszuführen. Wird der

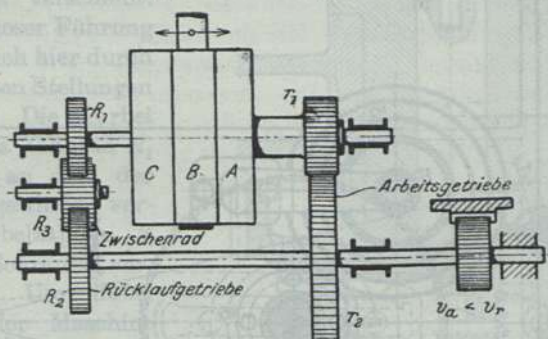


Abb. 101. Stirnräderwendegeriebe.

Antrieb durch Zahnrad und Zahnstange bewirkt, so sind in der Regel die Stirnräderwendegeriebe anzuwenden und bei Schraube und Mutter oder Schnecke und Zahnstange die Kegeleräderwendegeriebe.

Bei den Stirnräderwendegerieben wird der Richtungswechsel in der Weise vollzogen, daß beim Arbeitsgang zwei Räder und bei dem Rücklauf drei Räder arbeiten (Abb. 101), von denen das Zwischenrad  $R_3$  die Maschinenwelle umsteuert. Für den beschleunigten Rücklauf ist die Übersetzung  $\varphi_r = \frac{R_1}{R_2}$  kleiner als  $\varphi_a = \frac{r_1}{r_2}$  zu wählen.

Ein derartiges Wendegetriebe zeigt Abb. 101. Es wird als Kennzeichen durch einen Riemen von dem Deckenvorgelege angetrieben. Für den Arbeitsgang, Stillstand und Rücklauf der Maschine ist daher je eine

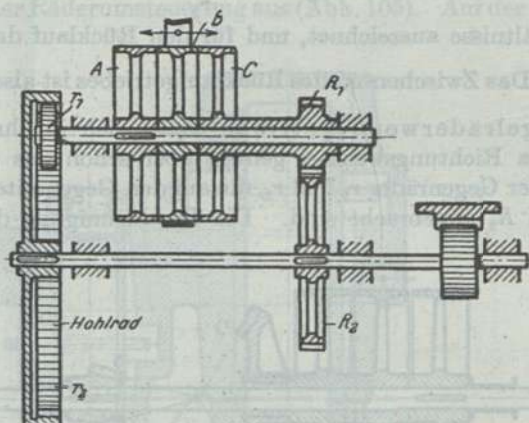


Abb. 102. Hohlrad- und Stirnräderwendegetriebe.

Riemenscheibe einzubauen, auf die der einzige Riemen abwechselnd zu verschieben ist. Auf Grund dieser Anordnung wird der Riemen auf der losen Scheibe  $A$  mit dem Räderpaare  $\frac{r_1}{r_2}$  den Arbeitsgang vollziehen und auf der festen Scheibe  $C$  den Rücklauf, bei dem die Räder  $R_1, R_2, R_2$

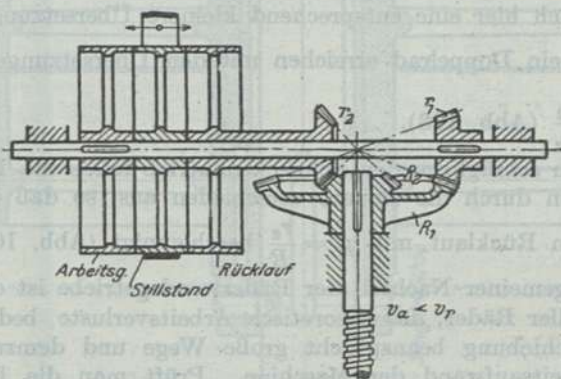


Abb. 103. Kegelräderwendegetriebe mit schnellem Rücklauf.

arbeiten. Die Übersetzung ist demnach beim Arbeitsgang  $q_a = \frac{r_1}{r_2}$  und beim Rücklauf  $q_r = \frac{R_1}{R_2}$ .

Der Richtungswechsel läßt sich auch durch Stirnräder mit Innen- und Außenverzahnung erreichen. Mit Rücksicht hierauf ist in Abb. 102 als Arbeitsgetriebe ein Hohlradgetriebe  $\frac{r_1}{r_2}$  benutzt, das sich durch gute Eingriffsverhältnisse auszeichnet, und für den Rücklauf das Stirnrädergetriebe  $\frac{R_1}{R_2}$ . Das Zwischenrad des Rücklaufgetriebes ist also fortgefallen.

Die Kegelräderwendegetriebe bauen sich in ähnlicher Weise auf. Für den Richtungswechsel genügt aber schon das abwechselnde Arbeiten zweier Gegenräder  $r_1$  und  $r_2$ , die auf den Gegenseiten der Haupträder  $R_1$  und  $R_2$  angebracht sind. Die Beschleunigung des Rücklaufs

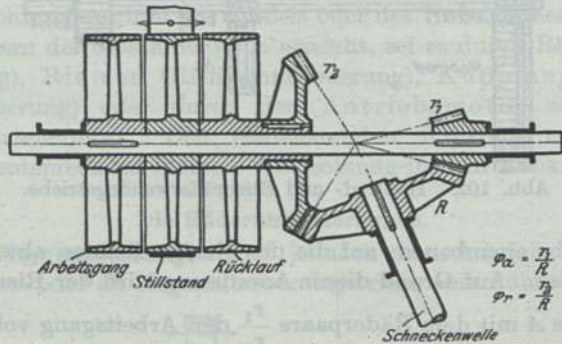


Abb. 104. Kegelräderwendegetriebe mit schnellem Rücklauf.

erfordert auch hier eine entsprechend kleinere Übersetzung. Sie läßt sich durch ein Doppelrad erreichen mit den Übersetzungen  $\varphi_a = \frac{r_1}{R_1}$  und  $\varphi_r = \frac{r_2}{R_2}$  (Abb. 103).

Bei dem schrägliegenden Schneckenantrieb fallen die Triebräder  $r_1$  und  $r_2$  schon durch die Bauart verschieden aus, so daß das Wendegetriebe den Rücklauf mit  $\varphi_r = \frac{r_2}{R}$  beschleunigt (Abb. 104).

Ein allgemeiner Nachteil der Räderwendegetriebe ist das ständige Mitlaufen aller Räder, das theoretisch Arbeitsverluste bedeutet. Die Riemenverschiebung beansprucht große Wege und demzufolge einen großen Arbeitsaufwand der Maschine. Prüft man die Räderwendegetriebe auf ruhigen Gang, so arbeiten sie selten stoßfrei, da toter Gang in der Verzahnung schwer zu vermeiden ist. Bei jedem Hubwechsel werden daher mehr oder weniger starke Stöße auftreten. Aus diesen Gründen werden bei Genauigkeitsmaschinen mit gerader Hauptbewegung heute die Riemen-, Kupplungs- und elektrischen Umsteuerungen vorgezogen.



Bei den Maschinen mit kreisender Hauptbewegung liegt die Umsteuerung entweder im Deckenvorgelege oder im Spindelstock.

Die Firma H. Wohlenberg, Hannover, führt ihr Deckenvorgelege mit einer Räderumsteuerung aus (Abb. 105). Auf der Festscheibe A

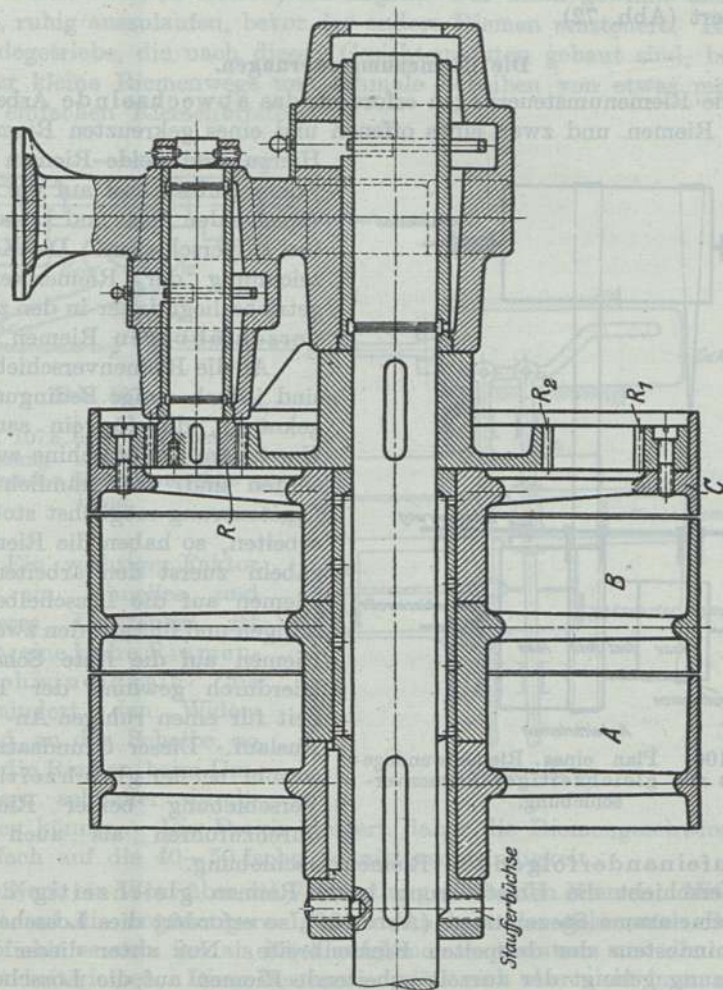


Abb. 105. Deckenvorgelege mit schnellem Rücklauf von H. Wohlenberg, Hannover.

vollzieht der Riemen den Arbeitsgang der Maschine, auf der Losscheibe B setzt er sie still, und auf der Zahnkranzscheibe C steuert er die Maschine mit dem Zwischenrade R und der Übersetzung  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{107}{67}$  in den schnellen Rücklauf um.

Bei dem Böhlinger-Stufenrädergetriebe ist ein Räderwendegetriebe zwischen den Wellen *I* und *II* eingebaut. Mit der Ausrückstange wird die Kupplung  $k_1$  entweder auf das Räderpaar  $\frac{r_1}{r_2}$  oder auf die drei Räder  $\frac{r_3}{r_4} \frac{r_4}{r_5}$  eingerückt und die Maschine umgesteuert (Abb. 72).

### Die Riemenumsteuerungen.

Die Riemenumsteuerungen erfordern das abwechselnde Arbeiten von 2 Riemen und zwar eines offenen und eines gekreuzten Riemens.

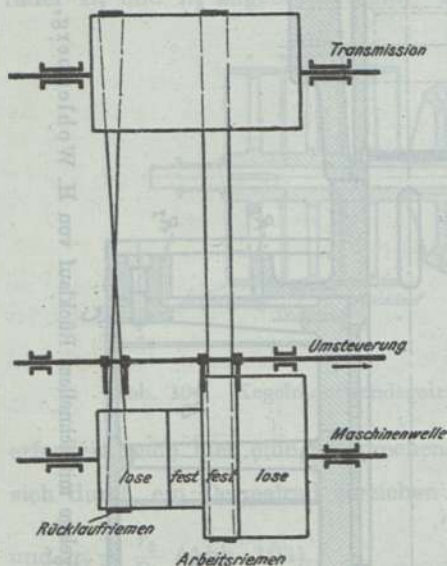


Abb. 106. Plan eines Riemenwendegetriebes mit gleichzeitiger Riemenverschiebung.

Hierzu sind beide Riemen vor jedem Hubwechsel auf die entsprechenden Fest- und Losscheiben zu verschieben. Die Kennzeichnung der Riemenwendegetriebe liegt daher in den zwei verschiebbaren Riemen.

An die Riemenverschiebung sind jedoch einige Bedingungen geknüpft, die für ein sanftes Umsteuern der Maschine zu beachten sind. Soll nämlich die Umsteuerung möglichst stoßfrei arbeiten, so haben die Riemen gabeln zuerst den arbeitenden Riemen auf die Losscheibe zu bringen und hierauf den zweiten Riemen auf die feste Scheibe. Hierdurch gewinnt der Tisch Zeit für einen ruhigen An- und Auslauf. Dieser Grundsatz ist sowohl bei der gleichzeitigen Verschiebung beider Riemen durchzuführen als auch bei

der aufeinanderfolgenden Riemenverschiebung.

Verschiebt die Umsteuerung beide Riemen gleichzeitig durch eine gemeinsame Steuerstange (Abb. 106), so erfordert dies Losscheiben von mindestens der doppelten Riemenbreite. Nur unter dieser Voraussetzung gelangt der zurzeit arbeitende Riemen auf die Losscheibe, bevor der andere seine feste Scheibe erreicht. Die breiten Losscheiben sind aber bei einer gedrängten Bauart hinderlich. Die Riemenverschiebung selbst beansprucht große Riemenwege, die bei dem ständigen Hubwechsel einen großen Verschleiß der Riemen verursachen. Das Umsteuern erfordert dazu einen beträchtlichen Arbeitsaufwand der Maschine, da beide Riemen zugleich und um große Wege zu verschieben

sind. Aus diesen Gründen erscheint es praktischer, die Riemen durch je eine Riemengabel nacheinander zu verschieben.

Bei der aufeinanderfolgenden Riemenverschiebung wird daher zuerst der jeweilig arbeitende Riemen verschoben, so daß beide noch kurze Zeit auf den Losscheiben liegen. Der Tisch gewinnt hierdurch Zeit, ruhig auszulaufen, bevor der andere Riemen umsteuert. Riemenwendegetriebe, die nach diesen Gesichtspunkten gebaut sind, besitzen daher kleine Riemenwege und schmale Scheiben von etwas mehr als der einfachen Riemenbreite.

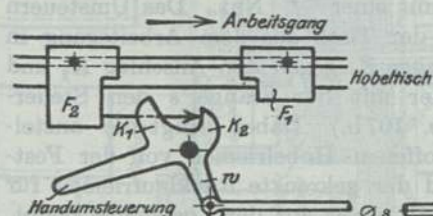


Abb. 107 b.

Abb. 107 a u. b. Riemenumsteuerung mit aufeinanderfolgender Riemenverschiebung.

Ein wichtiger Faktor für ein schnelles und sicheres Umsteuern ist auch eine hohe Riemen-geschwindigkeit. Sie vermindert den Widerstand an der Scheibe, so daß die Riemen beim Umsteuern schneller durch-

ziehen können. Die Praxis steigert daher die Riemen-geschwindigkeit vielfach auf die 40–50 fache Schnittgeschwindigkeit.

Noch ein Wort über die Verwendung der beiden Riemen. Mit Rücksicht auf die ungünstigere Inanspruchnahme des gekreuzten Riemens empfiehlt es sich, ihn als Rücklaufriemen zu benutzen und den offenen als Arbeitsriemen. Diese Bestimmung läßt sich aber nicht immer streng durchführen. Bei größeren Übersetzungen bietet nämlich der gekreuzte Riemen eine größere Sicherheit in dem Antriebe, während der offene leicht schleift. Der Umstand zwingt häufig dazu, den gekreuzten Riemen als Arbeitsriemen zu verwenden.

Ein Riemenwendegetriebe, das die beiden Riemen zugleich verschiebt, bringt Abb 106. Steuert es in den Rücklauf um, so zieht die

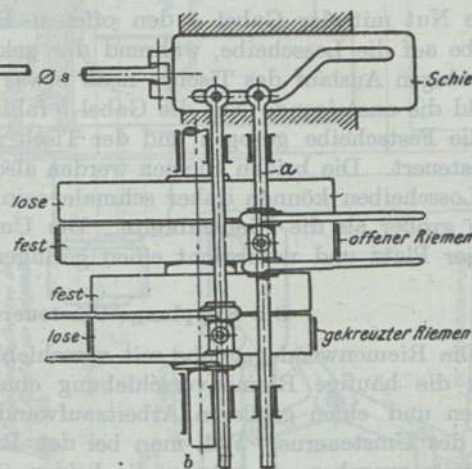


Abb. 107 a.

nach rechts gehende Riemenstange mit ihren beiden Gabeln zuerst den offenen Riemen auf die lose Scheibe und etwas später den gekreuzten auf die feste Scheibe. Soll dazu der Rücklauf beschleunigt werden, so muß der gekreuzte Riemen auf einer kleineren Scheibe arbeiten als der offene. Als äußeres Kennzeichen hat dieses Wendegetriebe breite Losscheiben und eine Umsteuerstange mit zwei Riemengabeln.

In der Neuzeit wird jedoch aus den bereits erwähnten Gründen die aufeinanderfolgende Riemenverschiebung allgemein bevorzugt (Abb. 107a). Sie erfordert als äußeres Merkmal 2 Steuerstangen  $a$  und  $b$  mit je einer Gabel und einen Steuerschieber  $S$  mit einer  $\sqrt{\quad}$  Nut. Das Umsteuern geschieht folgendermaßen: Steuert der Tisch aus dem Arbeitsgang in den Rücklauf um, so stößt die Knagge  $F_2$  gegen den Anschlag  $K_2$  und legt den Steuerhebel  $w$  herum, der mit der Stange  $s$  den Steuerschieber  $S$  nach links zieht. (Abb. 107b.) Dabei bringt die ansteigende Nut mit der Gabel  $a$  den offenen Hobelriemen von der Festscheibe auf die Losscheibe, während der gekreuzte Rücklaufriemen für den ruhigen Auslauf des Tisches noch etwas auf der Losscheibe bleibt. Sobald die ansteigende Nut die Gabel  $b$  faßt, wird der Rücklaufriemen auf die Festscheibe gezogen und der Tisch in den schnellen Rücklauf umgesteuert. Die beiden Riemen werden also nacheinander verschoben. Die Losscheiben können daher schmaler sein, und die Riemenwege sind etwas größer als die Riemenbreite. Die Umsteuerung erfordert daher weniger Platz und verursacht einen geringeren Riemenverschleiß.

#### Die Kupplungs-Umsteuerungen.

Die Riemenwendegetriebe mit verschiebbaren Riemen verursachen durch die häufige Riemenverschiebung einen starken Verschleiß der Riemen und einen größeren Arbeitsaufwand der Maschine im Augenblick des Umsteuerns. Will man bei den Riemenwendegetrieben diese Nachteile umgehen, so müssen die beiden Riemen auf losen Scheiben laufen, die zum Umsteuern auf der Antriebswelle der Maschine abwechselnd gekuppelt werden können. Das Kuppeln der Antriebsscheiben kann durch eine Hebelsteuerung (Kap. IV, 2) oder durch Elektromagnete erfolgen. Als äußeres Merkmal haben diese Umsteuerungen als Riemenwendegetriebe nur 2 schmale Scheiben und 2 nicht verschiebbare Riemen.

Bei der elektromagnetischen Umsteuerung in Abb. 108 sind die Arbeitsscheibe  $A$  und die Rücklaufscheibe  $B$  mit Magnetspuln ausgerüstet, die an die Schleifkontakte angeschlossen sind. Zwischen  $A$  und  $B$  sitzt fest auf der Welle  $I$  die Ankerscheibe  $C$ . Steuert die Maschine in den Rücklauf um, so wird durch den Umschalter der Stromkreis wie gezeichnet auf die Scheibe  $B$  geschaltet. In demselben Augenblick wird sie mit der festen Ankerscheibe  $C$  magnetisch gekuppelt, wobei sich jedoch nur die äußeren Reibringe berühren. Legt nun gegen

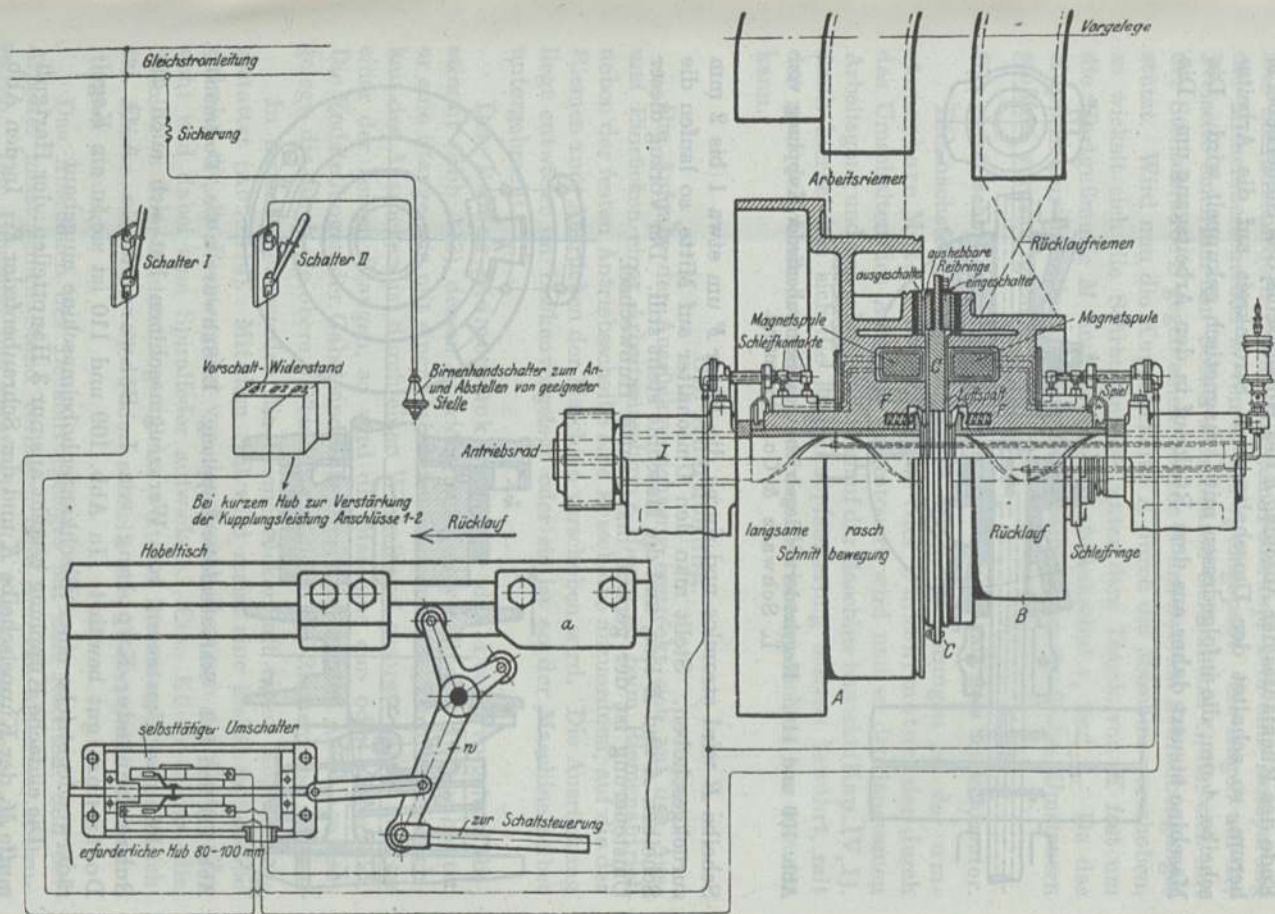


Abb. 108. Elektromagnetische Umsteuerung mit Vulkan-Kupplung. Maschinenfabrik „Vulkan“, Berlin.

Ende des Rücklaufes der Anschlag  $a$  des Hobeltisches den Steuerhebel  $w$  herum, so schaltet der Umschalter den Stromkreis auf die Arbeits-scheibe  $A$  um, die infolgedessen mit  $C$  magnetisch gekuppelt wird. Die Maschine steuert daher aus dem Rücklauf in den Arbeitsgang um. Die

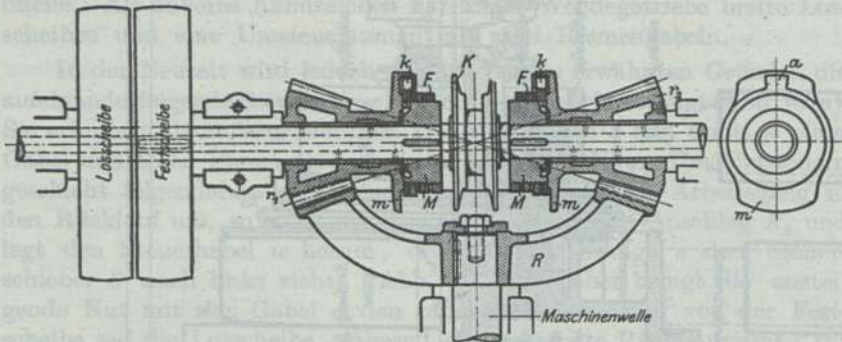


Abb. 109 und 110. Kegelhäderwendegetriebe mit Schraubenfeder-Kupplung von L. Schwarz & Co., Dortmund.

Scheibe  $B$  wird stromlos und durch die Feder  $F$  um etwa 1 bis 2 mm zurückgeschoben. Stellt man den Umschalter auf Mitte, so laufen die Scheiben  $A$  und  $B$  lose, und die Maschine steht still. Der Vorzug dieser Umsteuerung ist der genaue und sanfte Hubwechsel.

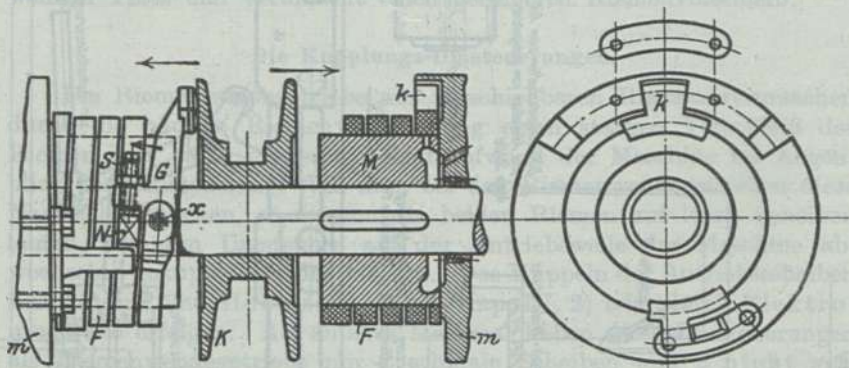


Abb. 111 und 112. Schraubenfeder-Kupplung. L. Schwarz & Co., Dortmund.

Für das Umsteuern von Werkzeugmaschinen hat sich auch die Schraubenfeder-Kupplung von L. Schwarz & Co., A.-G. in Dortmund, gut bewährt. In Abb. 109 und 110 ist sie in ein Kegelhäderwendegetriebe einer Blechkantenhobelmaschine eingebaut.

Die einfache Kupplung besteht aus nur 3 Hauptteilen: der Hartgußmuffe  $M$ , der Kuppelscheibe  $K$  und der Schraubenfeder  $F$ . In den Abb. 111 u. 112 sind die Hartgußmuffen  $M$  auf der Vorgelegewelle festgekeilt.

Die Schraubenfedern  $F$  sind mit dem Federkopf  $k$  in eine Aussparung der Mitnehmerscheiben  $m$  von  $r_1$  und  $r_2$  eingepaßt. Sie tragen auf der Freiseite einen um den Bolzen  $x$  drehbaren Gelenkhebel  $G$ , der sich mit der Stellschraube  $S$  gegen einen Nocken  $N$  des zweiten Schraubenganges stützt. Wird nun die Kuppelscheibe  $K$  durch die Maschine verschoben, so wickelt sich die Schraubenfeder unter dem Druck von  $K$  fest um die Hartgußmuffe  $M$  und kuppelt so abwechselnd  $r_1$  und  $r_2$ . Da das Kuppeln durch Reibung allmählich geschieht, so muß das Umsteuern stoßfrei vor sich gehen.

#### Das elektrische Umsteuern oder das Umsteuern mit dem Umkehrmotor.

Die nächste Entwicklungsstufe der Umsteuerungen ist der umsteuerbare Motor, Wendemotor oder Umkehrmotor, der durch das Umschalten des Anlassers umgesteuert wird und so den langsamen Arbeitsgang und den schnellen Rücklauf der Maschine bewirkt (Kap. IV, 1). Auch hierbei hat sich die Druckknopfsteuerung bestens bewährt, mit der man den Umkehranlasser von der Werkzeugmaschine aus steuern kann.

#### Die Ausrückung.

Die Aufgabe der Ausrückvorrichtung erstreckt sich auf das Aus- und Einrücken einer Arbeitsmaschine. Hierzu ist beim Riemenantrieb neben der festen Antriebsscheibe eine Losscheibe anzuordnen, auf die der Riemen zum Ausrücken der Maschine verschoben wird. Die Ausrückung liegt entweder im Deckenvorgelege oder sie ist an der Maschine selbst untergebracht.

Der Bamag-Riemenrücker ist für das Deckenvorgelege bestimmt (Abb. 113), dessen Antriebsriemen er verschiebt. Hierzu besitzt er eine Stange, die mit einer Gabel den Riemen faßt. Für die Handlichkeit des Ausrückers ist durch einen Winkelhebel gesorgt. Zieht man an einer der beiden Stangen, so wird die Maschine ein- oder ausgerückt. Die Endstellungen der Gabel sind dabei durch die rechten Anschläge festgelegt, die durch die obere Verbindung zugleich die Riemengabel führen.

In neuerer Zeit werden die Riemenrücker mit einem Zugseil ausgestattet (Abb. 114). Mit dem Seil wird meist eine kleine Seilscheibe gedreht, die die Riemengabel von der Losscheibe nach der Festscheibe zieht und dabei eine Spiralfeder aufwickelt. Eine Klinke sichert die Scheibe in ihrer Endstellung. Beim weiteren Ziehen am Seil löst sich die Klinke aus, und die Feder schnellt die Riemengabel mit dem Riemen zurück.

Das Ausrücken des Deckenvorgeleges hat den Nachteil, daß der Arbeiter meist seinen Stand verlassen muß, um die Maschine stillzusetzen. Der Umstand hat veranlaßt, die Ausrückung nach der Maschine selbst zu verlegen. Dieser Schritt war jedoch erst seit der Ein-

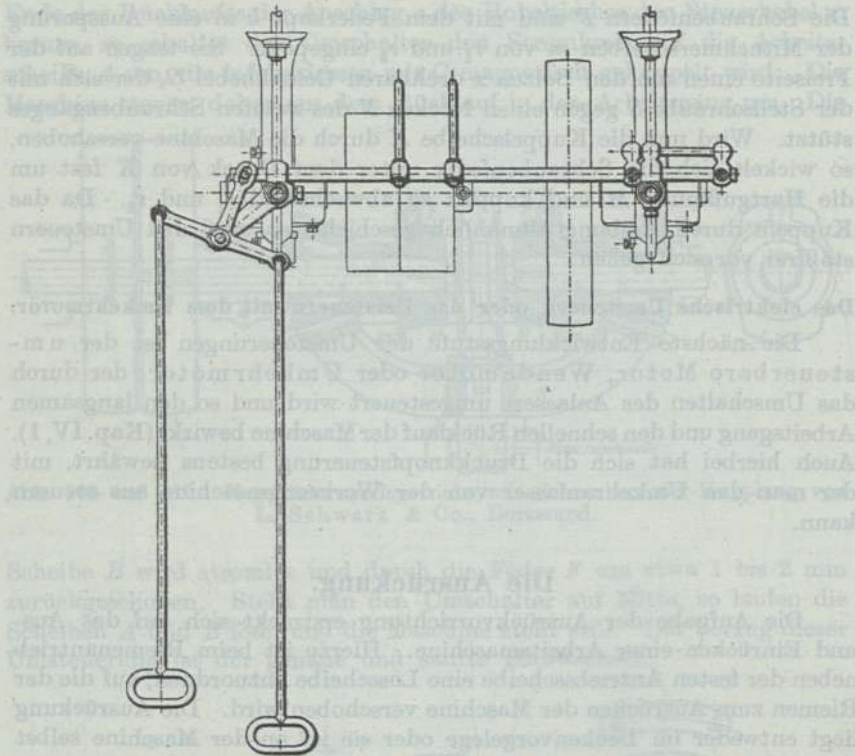


Abb. 113. Riemenrücken. Barmag, Dessau.

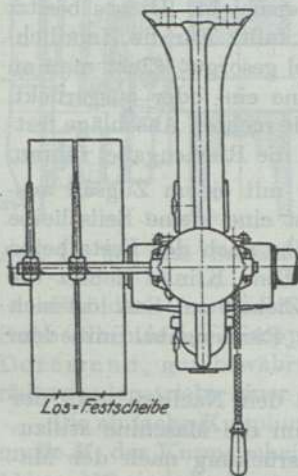


Abb. 114. Riemenrücken.

führung des Stufenräderantriebes möglich. Die Ausrückung wird beim Einscheibenantrieb durch das Entkuppeln der Antriebscheibe der Maschine vorgenommen. Hierzu ist eine lange Ausrückstange vorgesehen, so daß der Arbeiter von seinem Stande aus die Maschine jederzeit stillsetzen kann (Abb. 65).

Die Massenherstellung fordert, wie bereits früher erwähnt, von ihren Werkzeugmaschinen vielfach Selbstauslösung des Antriebes, d. h. eine selbsttätige Ausrückung. Sie verlangt, daß sich die Maschine nach beendeter Arbeit stillsetzt, wenn z. B. die Räderfräsmaschine das Rad fertig gefräst oder die selbsttätige Revolverbank die Rohstange aufgearbeitet hat.



Eine derartige Selbstausrückung bietet den Vorzug, mehrere Maschinen durch einen Arbeiter bedienen zu können. Praktisch ist die Selbstausrückung in der Weise zu erreichen, daß die Verschiebung der Riemengabel durch eine kräftige Spiralfeder bewirkt wird. Dieser Gedanke ist in dem Deckenvorgelege in Abb. 115 und 116 durchgeführt. Zum Einrücken der Maschine dient hier ein Handhebel *c*, der den Riemen rechts auf die feste Scheibe bringt und hierbei die Feder *a* anspannt. In dieser Stellung ist aber die Stange *b*, solange die Maschine arbeiten soll, gegen Zurückschnellen zu verriegeln. Die Aufgabe übernimmt der durch Federdruck schließende Riegel *d*, der die Stangengabel *b* festhält. Die Selbstauslösung vollzieht sich wie folgt: Ein verstellbarer Anschlag der Maschine zieht den Draht *e* nach unten und löst hierdurch den Riegel *d* aus. In dem Augenblick wird die entriegelte Riemengabel

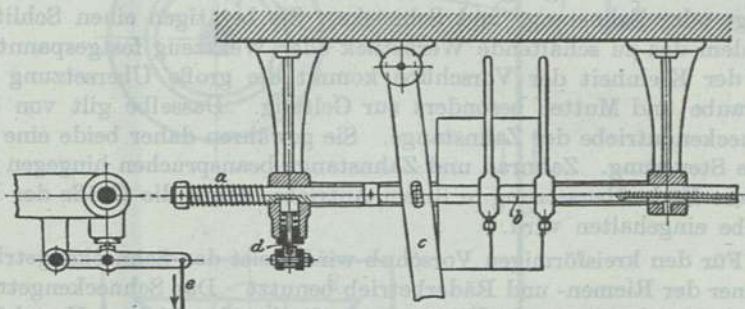


Abb. 115 und 116. Selbstausrücker. Wanderer-Werke, Chemnitz.

durch die Spiralfeder zurückschnellen und den Riemen auf die Losscheibe bringen.

Eine ähnliche Selbstausrückung läßt sich auch mit einem Fallgewicht erreichen, das mit einem Winkelhebel die Ausrückstange *b* zurückzieht, sobald die Maschine ihn freigibt.

## Die Schaltgetriebe oder die Schaltsteuerung.

Die Aufgabe der Schaltgetriebe einer Werkzeugmaschine ist, den Vorschub zu erzeugen und nach Bedarf umzusteuern, sowie seine Größe zu regeln. Je nach der Arbeitsweise der Maschine wird der Vorschub entweder vom Werkstück oder vom Werkzeug ausgeführt. Grundlegend für die Bauart der Steuerung ist die Art des zu erzeugenden Vorschubes. Wie bereits bekannt, kann der Vorschub entweder ein Dauervorschub oder ein Augenblicks- oder Ruckvorschub sein.

Die Maschinen mit kreisender Hauptbewegung arbeiten in der Regel mit einem Dauervorschub, der sich auf die ganze Dauer des Arbeitsganges erstreckt. Bei ihnen muß daher die Steuerung dauernd in Tätig-

keit sein (Drehbank, Bohrmaschine usw.). Bei den Maschinen mit gerader Hauptbewegung darf infolge des leeren Rücklaufs der Vorschub erst in dem Augenblick beginnen, in dem das zu schaltende Werkzeug von dem zurücklaufenden Werkstück freigegeben wird, und er muß beendet sein, bevor der neue Schnitt beginnt (Hobelmaschine, Stoßmaschine usw.). Infolgedessen arbeiten diese Maschinen mit einem Ruckvorschub, so daß ihre Steuerung nur ruckweise, d. h. augenblicklich schalten darf.

Die Schaltung dieser Dauer- und Ruckvorschübe kann geradlinig (Drehbank, Bohrmaschine), kreisförmig (Rundstoßen, Rundfräsen) oder kurvenartig (Formdrehbänke) erfolgen.

Die Steuerungsgetriebe für gerade Vorschübe sind wie bei der geraden Hauptbewegung Schraube und Mutter, Zahnrad und Zahnstange oder Zahnstange und Schnecke. Sie betätigen einen Schlitten, auf dem das zu schaltende Werkstück oder Werkzeug festgespannt ist. Bei der Kleinheit der Vorschübe kommt die große Übersetzung von Schraube und Mutter besonders zur Geltung. Dasselbe gilt von dem Schneckenantriebe der Zahnstange. Sie gewähren daher beide eine einfache Steuerung. Zahnrad und Zahnstange beanspruchen hingegen eine größere Räderübersetzung in ihrem Antriebe, damit die Größe der Vorschübe eingehalten wird.

Für den kreisförmigen Vorschub wird meist das Schneckengetriebe, seltener der Riemen- und Räderbetrieb benutzt. Das Schneckengetriebe besitzt in sich eine große Übersetzung, die bei den kleinen Vorschüben sehr zustatten kommt, und beansprucht daher wenig Raum.

Der Antrieb der Schaltsteuerung erfolgt in der Regel von dem Hauptantriebe der Maschine oder von einem besonderen Deckenvorgelege. Im letzten Falle ist man in der Wahl des Vorschubes von der Hauptbewegung unabhängig. Bei schweren Maschinen mit elektrischem Antrieb findet man auch wohl einen besonderen Motor für den Antrieb des Vorschubes.

#### Die Schaltsteuerung für Ruckvorschübe.

Die Schaltsteuerung für Ruckvorschübe darf bekanntlich nur in dem geeigneten Augenblick schalten. Erfolgt ihr Antrieb von der ständig laufenden Hauptwelle der Maschine, so ist das Antriebsmittel eine Nutenscheibe  $N$  (Abb. 117), die mit ihrer Steuernut  $ABC$  die Schaltung augenblicklich vollzieht. Solange nämlich der runde Teil der Nut um den Rollenzapfen  $Z$  läuft, ruht die Steuerung. Sie tritt erst in Tätigkeit, sobald die ausgekragte Nut  $AB$  den Zapfen  $Z$  faßt. Bei einer rechtslaufenden Scheibe  $N$  wird daher durch die steigende Nut  $AB$  der Zapfen  $Z$  nach oben bewegt und durch den fallenden Teil  $BC$  wieder zurückgeführt. Dieser kurze Ausschlag des Steuerhebels  $h$  verursacht während des oberen Hubwechsels der Stoßmaschine eine auf- und ab-

spielende Bewegung des Gestänges  $s$ , die zum Schalten des Werkstückes zu benutzen ist. Sie darf aber nur in einer Richtung auf die Querschlittenspindel  $g$  übertragen werden, da sonst der Schlitten  $Q$  wieder zurückgeschoben und kein Vorschub zustande kommen würde. Diese Aufgabe übernimmt ein Klinkenschaltwerk, dessen Schaltzahnrad  $S$  mit dem Kegelrade  $1$  zu einem Block vereinigt ist, während die Klinke  $k$  an dem frei drehbaren Winkelhebel  $w$  sitzt. Die Steuerung wird daher auf dem Wege  $A B$  schalten, da die Klinke  $K$  gegen die Zähne des Rades  $S$  drückt und so über die Räder  $1$  bis  $6$  mit einem Ruck den Vorschub des Querschlittens  $Q$  vollzieht. Auf dem Wege  $B C$  zieht sie die Schal-

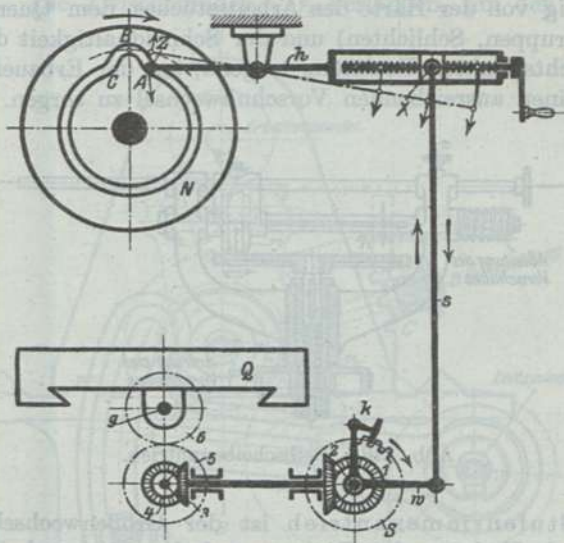


Abb. 117. Plan der Steuerung einer Stoßmaschine.

ung wieder auf, d. h. die Klinke gleitet über einige Zähne in ihre Anfangslage zurück. Es wird also zuerst geschaltet, so daß der Stahl vor jedem neuen Schnitt richtig zur Ruhe kommt.

#### Die Schaltsteuerung für Dauervorschübe.

Die Schaltsteuerung für Dauervorschübe wird durch Riemen, Ketten, Reibscheiben oder Räder angetrieben. Der Riemenantrieb besitzt den Vorzug, daß er gleitet, sobald der Vorschubwiderstand eine außergewöhnliche Größe erreicht. Er bietet daher infolge seiner begrenzten Durchzugskraft eine gewisse Sicherheit gegen eine Überlastung des Werkzeuges und der Maschine. Dasselbe gilt von dem Antriebe mit Reibrädern. Für die schweren Schnitte des Schnellstahles genügt der Riemenantrieb häufig nicht mehr, weil bei der kleinen Riemengeschwindig-

keit die Durchzugskraft versagt. An seine Stelle sind bereits die Ketten- und Zahnradantriebe getreten. Sie gewähren beide durch ihre Zwangläufigkeit einen gleichmäßigen und genauen Vorschub. Der Räderantrieb wird zur Notwendigkeit beim Gewindeschneiden auf der Drehbank, um Gewidengänge von gleicher Steigung zu erhalten.

#### Der Vorschubwechsel.

Die Leistung einer Werkzeugmaschine ist nicht nur ein Faktor der Schnittgeschwindigkeit sondern auch des Vorschubes. Die zulässige Größe des Vorschubes ist in gleicher Weise wie die Schnittgeschwindigkeit abhängig von der Härte des Arbeitsstückes, dem Querschnitt des Spanes (Schruppen, Schichten) und der Schneidhaltigkeit des Stahles. Diesen Gesichtspunkten Rechnung tragend, hat der Erbauer jeder Maschine für einen ausreichenden Vorschubwechsel zu sorgen.

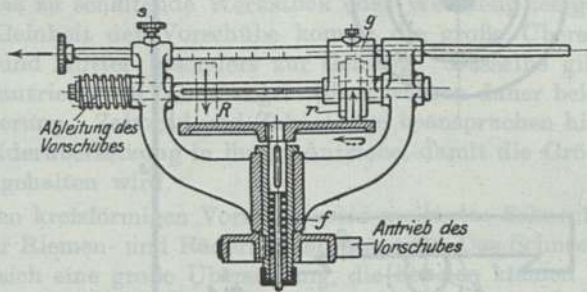


Abb. 118. Reibscheibenantrieb.

Beim Stufenriemenantrieb ist der Größenwechsel des Vorschubes durch Verlegen des Riemen auf den Stufenscheiben zu erreichen. Die Anzahl der Vorschübe ist hierbei gleich der Stufenzahl der Scheiben. Der Vorschubwechsel läßt sich jedoch durch gegenseitiges Vertauschen beider Scheiben verdoppeln, sobald sie verschieden groß und fliegend angeordnet sind. Auf diese Weise lassen sich mit 2 dreiläufigen Scheiben 6 Vorschübe erreichen.

Die gleiche Zahl der Vorschübe erhält man auch durch 2 Riemen, von denen der erste auf zweiläufigen und der zweite auf dreiläufigen Scheiben läuft. Immerhin ist der Riemenwechsel lästig und zeitraubend, ein Umstand, der ebenfalls bei der Bevorzugung des Räderantriebes mitgesprochen hat.

Große Bequemlichkeit bietet der Vorschubwechsel mit Reibscheiben (Abb. 118). Hierbei ist nur die Scheibe  $r$  mit der Stange  $s$  und der Gabel  $g$  auf  $R$  für große Vorschübe nach außen und für kleine nach der Mitte zu schieben. Von der Schneckenwelle kann die Maschine daher beliebige Vorschübe empfangen, die sich im Betriebe einstellen

lassen. Die Feder  $f$ , die die Scheiben andrückt, sichert das Durchziehen der Reibscheiben.

Der Kettenantrieb gestattet praktisch nur einen Vorschubwechsel durch das Ein- und Ausschalten verschiedener Rädervorgelege (Abb. 506 und 512).

Der Vorschubwechsel wird beim Räderantrieb durch Wechselräder (Satzräder) vollzogen, mit denen man die Übersetzung zwischen Drehspindel und Leitspindel ändert. Diese Räder sitzen vor der Bank auf verschiedenen Zapfen (Abb. 119). Das erste Rad  $r_5$  sitzt auf der Umsteuerwelle vom Wendeherz und das letzte  $r_8$  auf dem Kopf der Leitspindel. Die Zwischenräder  $r_6, r_7$  verlangen, um den Zahneingriff

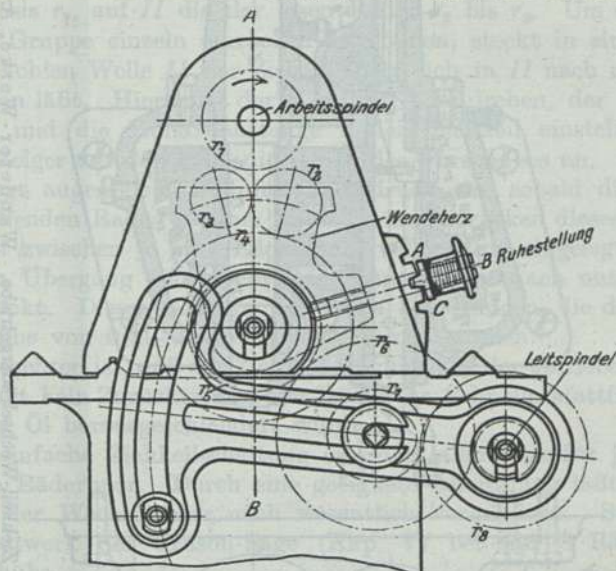


Abb. 119. Wechselräderantrieb mit Wendeherz.

herzustellen, eine einstellbare Lagerung. Diese Einstellbarkeit ist meist durch eine Schere geboten, die auf der Leitspindel drehbar sitzt und zur Aufnahme der verschiedenen Räder einen verstellbaren Zapfen trägt. In ihrer jeweiligen Arbeitsstellung ist die Schere durch eine Bogennut und eine Schraube festzuklemmen.

Das Auswechseln dieser Räder ist sehr zeitraubend und erschwerend für die Bedienung der Maschine. Etwas einfacher gestaltet sich das Auswechseln der Räder bei der geschlitzten Vorsteckscheibe, die aufgesteckt und weggezogen werden kann.

Ein besonderer Fortschritt ist mit diesen zeitsparenden Mitteln nicht erreicht. Den größten Zeitaufwand erfordert nämlich, die Räder von den einzelnen Zapfen wegzunehmen, aus dem Satz die passenden auszusuchen und wieder richtig aufzustecken.

## Die Wechselrädernetriebe.

Will man das zeitraubende Auswechseln der Wechselräder umgehen, so müssen sie in der erforderlichen Anzahl gleich in der Maschine gebrauchsfertig eingebaut sein. Soll die Maschine z. B. 4 Vorschübe haben

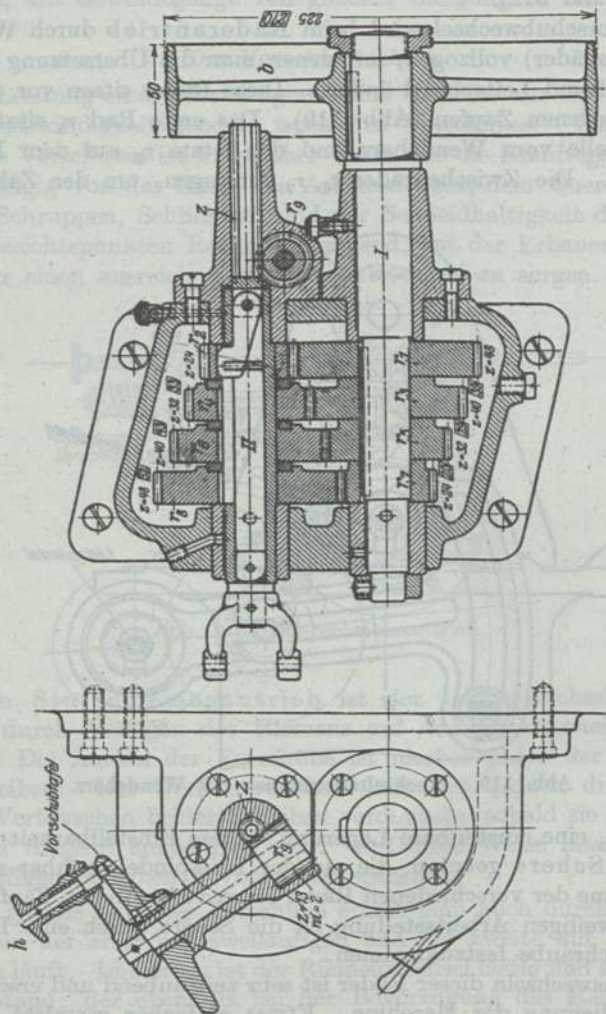


Abb. 120 und 121. Ziehkeil-Wechselrädernetriebe. Wanderer-Werke, A.-G. Chemnitz.

und sie stets gebrauchsfertig halten, so wären in dem Antrieb der Vorschubwellen 4 Räderpaare von entsprechender Übersetzung einzubauen. Dabei müßte noch eine weitere Bedingung erfüllt sein: Von den 4 Räderpaaren dürfte, wie bei den Stufenrädernetrieben immer nur eins arbeiten, alle übrigen müßten lose laufen. Hierzu sind die Wechselräder in 2 Grup-

pen von festen und losen Rädern zu ordnen. Von der losen Gruppe muß aber das jeweilig arbeitende Rad mit der Welle zu kuppeln sein, sei es durch eine Kupplung oder durch einen Ziehkeil. Derartige Wechselrädlergetriebe können in einem geschlossenen Räderkasten untergebracht werden, so daß sie vollständig geschützt sind. Ein Vorschubwechsel verlangt nur, nach einer Tafel die erforderlichen Handgriffe einzustellen.

Die einzelnen Gesichtspunkte sind in dem Ziehkeil-Wechselrädlergetriebe der Wanderer-Werke, A.-G., Chemnitz-Schönau, Abb. 120 bis 121, zum Ausdruck gebracht. Die Scheibe  $b$  wird von der Hauptspindel aus angetrieben. Auf  $I$  sitzt die Gruppe der festgekeilten Räder  $r_1$  bis  $r_7$ , auf  $II$  die der losen Räder  $r_2$  bis  $r_3$ . Um die Räder der losen Gruppe einzeln einrücken zu können, steckt in einer langen Nut der hohlen Welle  $II$  der Ziehkeil, der sich in  $II$  nach rechts und links ziehen läßt. Hierzu ist der Handgriff  $h$  zu drehen, der durch das Ritzel  $r_9$  und die Rundzahnstange  $z$  den Ziehkeil einstellt. Dabei gibt der Zeiger auf der Tafel die Größe des Vorschubes an. Der Ziehkeil springt augenblicklich durch Federdruck ein, sobald die Keilnut des betreffenden Rades vor ihm steht. Zum Ausrücken dieses Springkeiles ist zwischen je zwei Rädern ein voller Ring eingelegt, der den Keil beim Übergang von einem Rade zum andern nach unten drückt und ausrückt. Dieses Getriebe hat also 4 Schaltungen, die dem Tische 4 Vorschübe von 0,41—0,72—1,26—2,13 mm erteilen.

Zu beachten ist, daß der Ziehkeil möglichst in der getriebenen Welle liegt, damit kein Zurücktreiben der Räder ins Schnelle stattfindet, wodurch das Öl herausgeschleudert würde.

Die einfache Ziehkeilschaltung erfordert allerdings für jeden Vorschub ein Räderpaar. Durch eine geeignete Anordnung läßt sich aber die Zahl der Wechselräder noch wesentlich vermindern. So gewährt das Schaltwerk der Gruson-Säge (Kap. V) bei nur 8 Räderpaaren 15 Vorschübe.

Eine bedeutende Ersparnis an Wechselrädern ist zu erzielen, sobald man den Vorschubwechsel nach Norton mit einem einschwenkbaren Verschieberad vollzieht.

Bei dem Norton-Wechselrädlergetriebe, Abb. 122 bis 123, sitzen auf der Leitspindel 12 Wechselräder  $R_1$  bis  $R_{12}$  staffelförmig angeordnet und in einem Räderkasten geschützt. In dem Kasten ist unten die treibende Welle  $d$  gelagert, die durch außen liegende Wechselräder von der Arbeitsspindel angetrieben wird. Für das Einschalten der einzelnen Übersetzungen sitzt auf  $d$  das Verschieberrad  $r_2$ , das durch das Schwenkrad  $r_1$  auf jedes der 12 Wechselräder arbeiten kann. Zu diesem Zweck sind beide Räder  $r_2$  und  $r_1$  in einer auf  $d$  verschiebbaren Tasche  $T$  untergebracht. Durch Verschieben und Einschwenken der Tasche auf die 12 Kämme läßt sich jedes der 12 Räder in den Antrieb der Leitspindel einzeln einschalten. Hierbei ist die Tasche mit dem

Griff *b* zu fassen und durch die Fallsperre *a*, die in die Löcher *c* der Stellplatte einschnappt, gegenüber dem Arbeitsdruck zu verriegeln. Diese Einrichtung bietet daher ohne weiteres die Vorschübe für 12 der gebräuchlichsten Gewinde.

Das Nortongetriebe hat im deutschen Werkzeugmaschinenbau eine große Verbreitung gefunden. Besonders wird es bei den Gewindedrehbänken bevorzugt. Die Firma Gebr. Böhringer in Göppingen wendet das Nortongetriebe in der Bauart der Abb. 124 bis 129 an. Die Wechselräder in der Schere *A* treiben die Welle *I*. Soll Whitworthgewinde geschnitten werden, so schaltet man das 52er Rad auf das 90er.

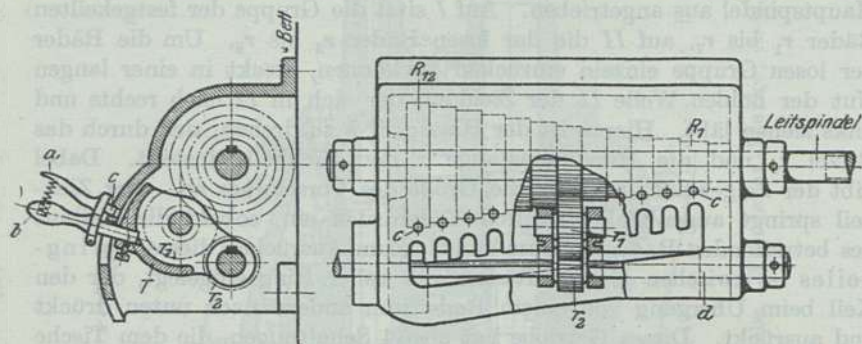
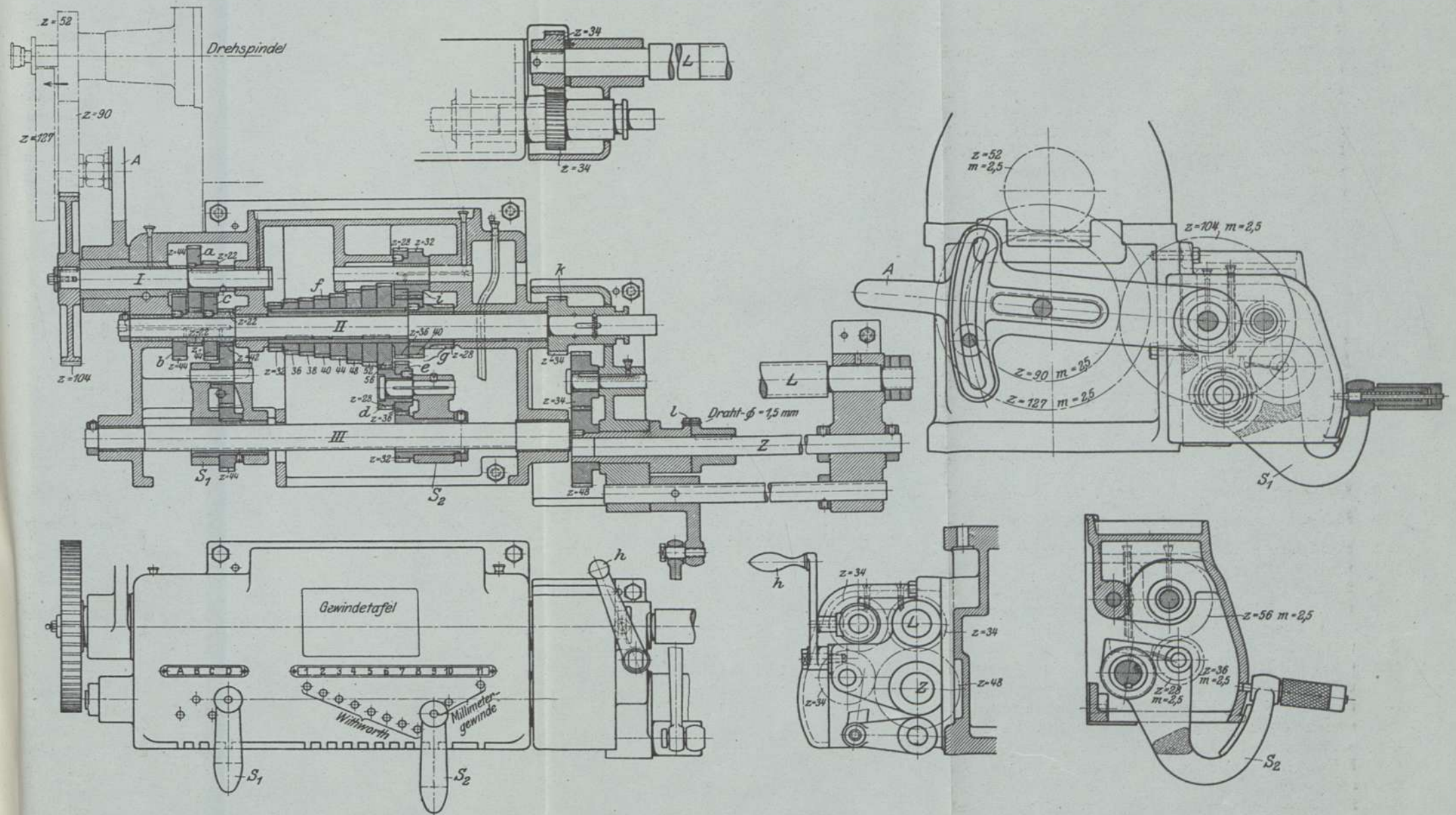


Abb. 122 und 123. Norton-Wechselrädernetriebe.

Für Millimetergewinde senkt man die Schere *A* und zieht das 52er Rad vor, so daß  $\frac{52}{127}$  und  $\frac{90}{104}$  geschaltet sind. Die Welle *I* treibt mit den Rädern *a* die beiden losen Doppelräder *b* und *c* auf *II*. Mit der Schwinge *S*<sub>1</sub> kann man 4 mal auf *III* schalten (*A B C D*) und mit der Schwinge *S*<sub>2</sub>, die das Doppelrad *d e* trägt, 8 mal von *III* auf den Räderblock *f* auf *II* (Löcher 1 bis 8). Für Whitworthgewinde sind daher 4 × 8 Steigungen vorgesehen. Das Millimetergewinde wird mit den Rädern *g* geschnitten. Die Schwinge *S*<sub>2</sub> läßt sich hierzu mit ihrem Doppelrade *d e* auf 9 bis 11 schalten, so daß beide Schwingen *S*<sub>1</sub> und *S*<sub>2</sub> 3 × 4 = 12 Millimetersteigungen gestatten. Passende Millimetersteigungen ergeben auch die Stellungen *S*<sub>2</sub> auf 1, 2 und 6. Damit steigt die Gesamtzahl der Millimetersteigungen auf 6 × 4. Die beiden Vorgelege *i* übertragen von *g* aus die Bewegung auf *f* und *II*. Mit dem Griff *h* kann das Rad *k* auf die Leitspindel *L* oder die Zugspindel *Z* geschaltet werden. Um die Räder zu schützen, ist die Zugspindel *Z* mit einer Sicherheitskupplung angekuppelt, deren Draht bei einer etwaigen Überlastung reißt. Durch die Vereinigung der beiden Nortongetriebe sind daher 4 × 11 = 44 Schaltungen erreicht.

Eine Frage von wesentlicher Bedeutung ist auch hier: Wann soll man den Räderantrieb dem Riemenantrieb des Vorschubes vorziehen?





### Nortongetriebe.

Von Gebr. Böhringer, Göppingen.

Abb. 124 bis 129. Schnitte und Ansichten.

Wie bei den Stufenrädernetrieben der Hauptbewegung, so ist auch hier zu bemerken, daß die Wechsellädergetriebe teurer und empfindlicher sind als Riemenantriebe. Kommt der Schlitten gegen ein Hindernis, so fehlt die Sicherheit gegen Brüche. Außerdem muß der Stahl beim Räderantrieb harte und weiche Stellen mit gleichem Vorschub nehmen. Dadurch werden Werkzeug und Maschine stark belastet. Geradezu stoßweise wirkt die Belastung bei Werkstücken mit unterbrochenen Arbeitsflächen. In allen diesen Fällen wirkt der nachgiebige Riemen als Puffer.

Diesen Nachteilen gegenüber steht der rasche und bequeme Vorschubwechsel. Bei Maschinen, die im Betriebe häufig den Vorschub wechseln müssen, sind daher die Wechsellädergetriebe äußerst wertvoll. Sie sind daher wie bei der Hauptbewegung in erster Linie bei Maschinen für Einzelarbeiten zu empfehlen, wie bei Drehbänken, Bohrmaschinen, Fräsmaschinen usw. Da die Vorschubarbeit nur einen geringen Bruchteil der Schnitтарbeit ausmacht, so kann man sie wohl bei leichten und mittleren Maschinen einem genügend schnellaufenden Riemen zumuten. Man hat also alle Vorzüge vereinigt, sobald man bei diesen Maschinen das Wechsellädergetriebe durch einen Riemen von der Hauptwelle aus betreibt. Bei schweren Maschinen muß man der größeren Leistung wegen zum vollen Räderantrieb greifen, es sei denn, daß der Vorschub von einem besonderen Deckenvorgelege abgeleitet wird.

Die Größe des Vorschubes läßt sich auch elektrisch mit Druckknöpfen oder Schaltern regeln wie die Schnittgeschwindigkeit bei der Druckknopfsteuerung. Damit fallen die umfangreichen Räderkästen fort. Doch dürfte sich die elektrische Vorschubsteuerung nur auf schwere Werkzeugmaschinen beschränken, bei denen sie große Bequemlichkeit bietet.

Der Größenwechsel wird bei den Ruckvorschüben durch verstellbare Zapfen erreicht. Sie sind wie in Abb. 117 mit einem Stein in einer Schleife des Gestänges geführt und durch Stellschraube zu verstellen.

#### Die Umsteuerung des Vorschubes.

Die Leistung einer Arbeitsmaschine wird sehr gesteigert, wenn sie nach beiden Richtungen arbeiten kann. Die Zeitverluste zwischen den einzelnen Arbeitsgängen werden dadurch stark gekürzt und die Arbeitskräfte besser ausgenutzt.

Will man die Maschine vor- und rückwärts arbeiten lassen, so muß der Vorschub seine Richtung wechseln. Der Richtungswechsel kann beim Riemenantrieb der Steuerung durch einen offenen und gekreuzten Riemen bewirkt werden. Allerdings ist dieser Weg umständlich und nur gangbar, wenn die Umsteuerung des Vorschubes den Wendegetrieben der Hauptbewegung nachgebildet werden kann.

Viel handlicher ist das Einrücken eines oder mehrerer Zwischenräder. Der Gedanke ist auch in der Herzumsteuerung der Drehbank verkörpert, bei der durch ein Wendeherz entweder das Zwischenrad  $r_2$  oder beide Zwischenräder  $r_2$  und  $r_3$  in den Antrieb der Leitspindel eingerückt werden (Abb. 119 und 49). Durch die Zwischenräder wird, ohne die Übersetzung zu ändern, der Richtungswechsel vollzogen, so daß die Maschine vor- und rückwärts arbeiten kann. Steht z. B. das Wendeherz auf  $A$ , so ist nur  $r_2$  in Eingriff und die Leitspindel läuft rechts herum. Die Übersetzung ist hierbei  $\varphi = \frac{r_1 \cdot r_2 \cdot r_5 \cdot r_7}{r_2 \cdot r_4 \cdot r_6 \cdot r_8} = \frac{r_1 \cdot r_5 \cdot r_7}{r_4 \cdot r_6 \cdot r_8}$ .

Rückt man das Wendeherz auf  $C$  ein, so arbeiten beide Zwischenräder. Die Leitspindel steuert infolgedessen um und schiebt den Schlitten mit gleicher Geschwindigkeit zurück, da die Übersetzung wieder  $\varphi = \frac{r_1 \cdot r_5 \cdot r_7}{r_4 \cdot r_6 \cdot r_8}$  ist.

$$\frac{r_3 \cdot r_2 \cdot r_5 \cdot r_7}{r_2 \cdot r_4 \cdot r_6 \cdot r_8} = \frac{r_1 \cdot r_5 \cdot r_7}{r_4 \cdot r_6 \cdot r_8} \text{ ist.}$$

Wie bei den Räderwendegetrieben der Hauptbewegung, so läßt sich auch der Vorschub mit Kegelrädern umsteuern. Eine derartige Umsteuerung läßt sich in der Weise erreichen, daß wie in Abb. 72 die Räder 2, 3 von der Drehspindel  $D$  aus das Kegelräderwendegetriebe 4, 5, 6 treiben. Die Räder 4, 6 des Wendegetriebes laufen lose, können aber durch die Kupplung  $k_6$  auf der Umsteuerwelle  $V$  gekuppelt werden. Zum Ein- und Ausrücken der Kupplung  $k_6$  ist am Spindelkasten ein Handgriff  $h_6$  vorgesehen (Abb. 76), der mit der Kurbel  $E$  die Kupplung verstellt. Ein Federstift  $f$  sichert den Griff in seinen 3 Stellungen. Wird z. B.  $k_6$  auf 6 eingerückt, so läuft die Umsteuerwelle  $V$  in demselben Sinne wie die Arbeitsspindel. Rückt man hingegen  $k_6$  auf 4 ein, so steuert  $V$  um. Diese beiderseitige Bewegung wird durch die Wechselräder in der Schere auf die Leitspindel übertragen. Mit dem Griff  $h_7$ , Ritzel und Zahnstange (Abb. 74 und 80) läßt sich das Verschieberad 3 auf 2 einstellen. Damit wird für steile Gewinde der Vorschub bei eingerückten Vorgelegen von der schnelllaufenden Laufbüchse  $L$  abgeleitet und auf das  $\frac{66}{33} \cdot \frac{68}{17} = 8$ fache erhöht.

Die Umsteuerung des Vorschubes kann bei Drehbänken auch als Kegelräderwendegetriebe in die Schloßplatte verlegt werden (Abb. 169), so daß der Arbeiter von seinem Stande aus jederzeit den Werkzeugschlitten umsteuern kann.

Sehr bequem ist das Umsteuern des Vorschubes bei Reibscheiben (Abb. 118), bei denen  $r$  nur über die Mitte von  $R$  hinaus zu verschieben ist.

Der Richtungswechsel wird bei den Ruckvorschüben durch Umlegen der Schaltklinke erreicht (Abb. 117).

## Die Selbstausrückung des Vorschubes.

Die Massenherstellung stellt an die Schaltsteuerung ihrer Arbeitsmaschinen schärfere Bedingungen. Sie verlangt von ihr zum mindesten Selbstausrückung des Vorschubes oder sogar Selbstumsteuerung. Um an toter Arbeitszeit zu sparen, ist mit diesem Umschalten oder Ausrücken des Vorschubes vielfach noch ein beschleunigter Rücklauf des Tisches zu verbinden.

Eine derartige Einrichtung einer Reinecker-Zahnstangenfräsmaschine zeigt Abb. 130.

Für den Vorschub des Frästisches ist hier ein Schneckengetriebe und für den schnellen Rücklauf ein Schraubenrädertrieb vorgesehen. Soll die Maschine jedesmal den Tisch stillsetzen, so ist sein Antrieb vor jedem Hubwechsel durch den Frästisch selbst zu entkuppeln. Diese Aufgabe vollführt der Anschlag  $s$ , der gegen Ende des Arbeitsganges den Gegenanschlag  $m_1$  mit der Steuerstange um die Strecke  $l$  verschiebt. Dabei wird die Schneide des Schlosses  $k$  den Riegel  $u$  zurückdrücken, die Kupplung  $a$  aber zunächst noch eingerückt bleiben. In dem Augenblick, wo aber Schneide auf Schneide steht, vollzieht sich die Ausrückung vollkommen selbsttätig. Sobald nämlich der Tisch nur ein

wenig weiter läuft, springt der Riegel  $u$  durch den Druck der Feder augenblicklich auf die Mittelbrust von  $k$  ein. Mit dem Einschnappen des Riegels wird zugleich die Steuerstange mit einem Ruck weiter vorgeschoben, der Kupplungshebel herumgelegt und die Kupplung  $a$  ausgerückt. Etwaige Zwischenarbeiten können jetzt vorgenommen werden, worauf der Arbeiter mit einem Handhebel  $h$  die Kupplung  $a$  für den Rücklauf in das Schraubenrad einrückt. Beim Rück-

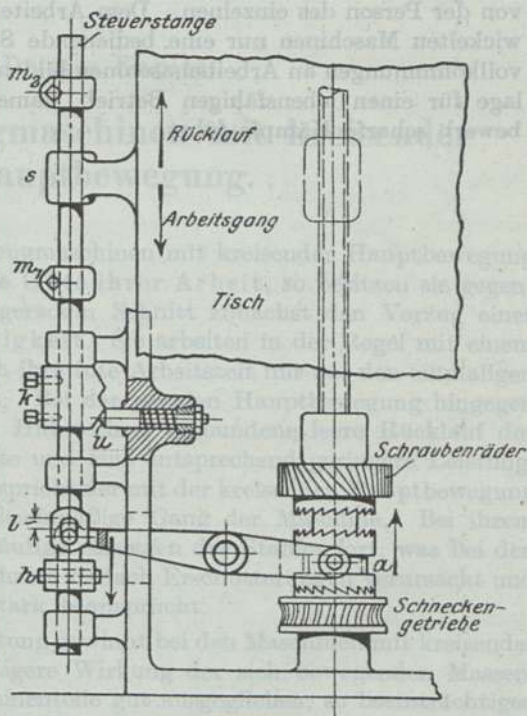
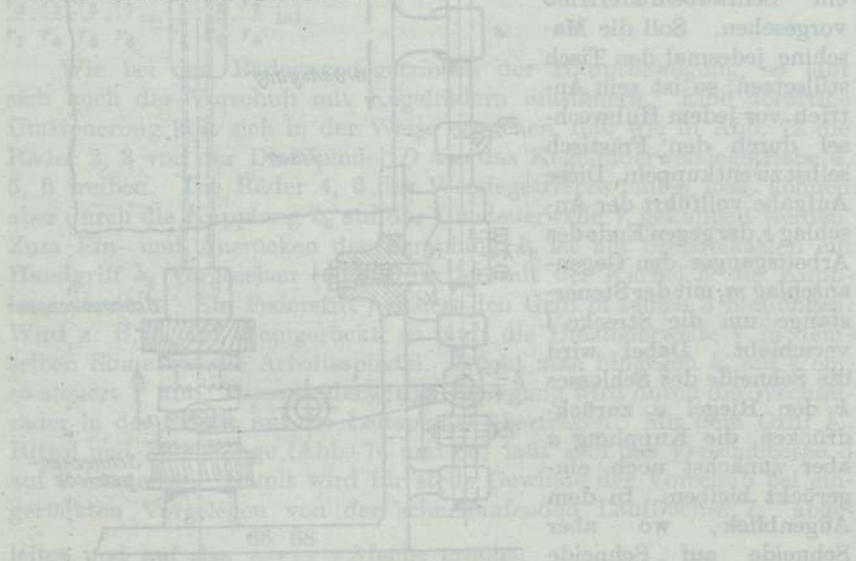


Abb. 130. Selbstausrückung und Umsteuerung mit Schneiden an einem Arbeitstische einer Fräsmaschine von J. E. Reinecker, Chemnitz.

lauf wird die Maschine in ähnlicher Weise den Tisch stillsetzen und zwar mit dem Anschläge  $m_2$  und der zweiten Schneide von  $k$ .

Diese Ausrückung läßt sich auch in einfacher Weise als Selbstumsteuerung ausbauen. Bei ihr müßte natürlich die Kupplung  $a$  direkt in das andere Getriebe überspringen. Hierzu wäre das Schloß  $k$  nur mit einer Schneide auszustatten, so daß die Mittelbrust fehlt.

Obige Einrichtungen sind in hohem Maße geeignet, die Arbeitsleistung einer Maschine zu heben. Sie nutzen Zeit und Arbeitskräfte in wirtschaftlicher Weise aus und machen den Betrieb viel unabhängiger von der Person des einzelnen. Dem Arbeiter selbst fällt bei diesen entwickelten Maschinen nur eine bedienende Stellung zu. Derartige Vervollkommnungen an Arbeitsmaschinen bilden in vielen Fällen die Grundlage für einen lebensfähigen Betrieb, namentlich dort, wo der Wettbewerb scharfe Kämpfe führt.



### Drittes Kapitel.

## Die Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung.

Prüft man die Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung auf ihre Leistung und die Güte ihrer Arbeit, so besitzen sie gegenüber den Maschinen mit geradem Schnitt zunächst den Vorzug einer größeren Leistungsfähigkeit. Sie arbeiten in der Regel mit einem Dauervorschub, so daß sich ihre tote Arbeitszeit nur auf den einmaligen An- und Auslauf erstreckt. Bei der geraden Hauptbewegung hingegen verursacht der mit jedem Hubwechsel verbundene leere Rücklauf der Maschine große Zeitverluste und eine entsprechend geringere Leistung. Für die Güte der Arbeit spricht der mit der kreisenden Hauptbewegung verbundene ruhige und gleichmäßige Gang der Maschine. Bei ihrem Dauervorschub fällt das häufige Ansetzen des Stahles fort, was bei den Maschinen mit geradem Schnitt vielfach Erschütterungen verursacht und Werkzeug und Getriebe stark beansprucht.

Eine besondere Bedeutung gewinnt bei den Maschinen mit kreisender Hauptbewegung die günstigere Wirkung der sich bewegenden Massen. Sind die kreisenden Maschinenteile gut ausgeglichen, so beeinträchtigen sie den Gleichförmigkeitsgrad der Maschine nicht. Die geradlinig sich bewegenden Teile vollziehen den Vorschub und erzeugen infolge ihrer geringen Geschwindigkeit nur kleine Massendrucke, die auf den Gang der Maschine keinen Einfluß haben. Bei den Maschinen mit gerader Hauptbewegung treten aber bei jedem Hubwechsel große Massendrucke auf, die nur durch eine schwere und kostspielige Bauart zu beherrschen sind. Die kreisende Hauptbewegung wird infolgedessen trotz ihrer größeren Leistung eine verhältnismäßig leichte Bauart der Maschine gestatten, ohne deren ruhigen Gang zu gefährden. Ein klares Bild bietet hier der Vergleich einer Drehbank mit einer Hobelmaschine, die für gleiche Schnitte gebaut sind. (Zahlentafel VIII, § 88.)

## Zahlentafel VIII.

## Vergleich der Gewichte von Drehbänken und Hobelmaschinen.

Maschinengattung	Hauptmaße in mm	Zulässiger Span- querschnitt in qmm	Gewicht der Maschine in kg
Drehbank . . . . .	225 × 2000	30	2750
Hobelmaschine . . . . .	2000 × 800 × 800	30	5300
Drehbank . . . . .	250 × 2500	45	3800
Hobelmaschine . . . . .	2500 × 1000 × 1000	45	7600
Drehbank . . . . .	300 × 3000	60	5250
Hobelmaschine . . . . .	3000 × 1400 × 1400	60	14725

Die Schnittgeschwindigkeit der Maschinen mit kreisender Hauptbewegung kann infolge der günstigeren Massenwirkung auch größer gewählt werden. So beträgt die Schnittgeschwindigkeit beim Hobeln selten mehr als 8 bis 15 m in der Minute, während sie beim Drehen 20 bis 30 m und beim Fräsen 25 bis 60 m in der Minute sein kann. Hieraus erklärt sich auch das Bestreben der Technik, die Maschinen mit geradem Schnitt soweit als möglich durch solche mit kreisender Hauptbewegung zu ersetzen. Ein treffendes Beispiel hierfür bietet die Fräsmaschine, die als Ersatz für die Hobel- und Stoßmaschine überall warme Aufnahme gefunden hat.

## 1. Drehbänke.

Eine unserer bewährtesten und wichtigsten Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung ist die Drehbank. Sie besitzt vor anderen Arbeitsmaschinen den Vorzug einer vielseitigen Verwendung, derzufolge sie mit Recht als die allgemeine Arbeitsmaschine der Metallbearbeitung bezeichnet werden kann. Aus ihrem Urbilde, der Spitzendrehbank, ist eine Reihe Sonderdrehbänke entstanden, die den gesteigerten Bedürfnissen der Praxis in vollendetem Maße angepaßt sind. Einen besonderen Ansporn hat hier der Aufschwung der Massenherstellung gegeben. Durch den starken Wettbewerb auf diesem Gebiete sind die Sondermaschinen zur Lebensbedingung der Betriebe geworden. Als Sonderdrehbänke wären zu erwähnen: die Plan- oder Kopfdrehbänke, die Revolverdrehbänke, die Form- und Hinterdrehbänke und andere. Ihre Bauarten beruhen jedoch alle auf demselben Grundgedanken. Nach ihm soll das Werkstück die kreisende Hauptbewegung und das Werkzeug den Vorschub vollziehen.

## Die verschiedenen Dreharbeiten.

Die vielseitige Anwendung der Drehbank findet ihre Begründung in ihren zahlreichen Arbeitsverfahren. Ihre Hauptarbeit erstreckt sich wohl auf das Lang- und Plandrehen.

Das Langdrehen umfaßt das Abdrehen zylindrischer Arbeitsflächen. Hierbei wird das Werkzeug parallel zur Maschinenachse geschaltet (Längsgang). Die Späne werden daher nach einer Schraubelinie geschnitten, deren Steigung gleich dem Vorschub der Maschine ist.

Mit dem Langdrehen verwandt ist das Gewindeschneiden. Es erfordert jedoch einen bestimmten Vorschub, der gleich der Steigung des zu schneidenden Gewindes sein muß.

Das Kegeldrehen ist ebenfalls ein Langdrehen, das sich jedoch verschieden handhaben läßt. Zum Abdrehen schlanker Kegel wird vielfach der Reitstock gegenüber dem Spindelstock um  $e = \frac{d_1 - d_2}{2l} \cdot L$  = Steigung  $\times$  Werkstücklänge verschoben (Abb. 131). Das Verfahren ist

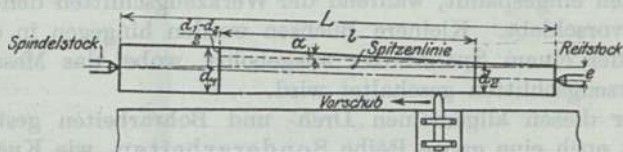


Abb. 131. Kegeldrehen mit versetztem Reitstock.

zwar handlich, aber nicht einwandfrei, weil die Spitzelinie der Bank nicht mit der Mittelachse des Drehkörpers zusammenfällt. Genaue Kegel sind infolgedessen schwer zu erreichen. Richtiger wäre es, den Stahl gleichzeitig mit einem Längs- und Planvorschub arbeiten zu lassen, so daß bei einer Neigung von 1:25 auf 100 mm Längsgang 4 mm Plan- gang kämen. Dieses Kegeldrehen ist allerdings weniger üblich, weil es bei gewöhnlichen Drehbänken bestimmte Übersetzungen in dem Plan- und Längszug verlangt.

Ein bequemes und zugleich brauchbares Verfahren ist das Kegeldrehen nach dem Leitlineal. Bei ihm wird der in der Längsrichtung wandernde Stahl durch das geneigt stehende Lineal gleichzeitig in der Planrichtung vorgeschoben (siehe Formdrehbänke).

Für die massenweise Bearbeitung kegelförmiger Schäfte hat man Reit- und Spindelstock auf einer drehbaren Bettplatte angeordnet, die sich auf dem Bett auf die Neigung des zu drehenden Kegels einstellen läßt.

Kurze Kegel werden meist mit der Hand gedreht. Hierzu ist der obere Werkzeugschlitten auf die Neigung des Kegels  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_1 - d_2}{2l}$  (Abb. 131) einzustellen und der Stahl mit der Hand zu schalten.

Das Plan-, Quer- oder Freidrehen umfaßt das Abdrehen ebener Flächen (Stirnflächen von Naben und Flanschen). Bei diesem Vor-



gang ist der Vorschub quer zur Bank (Plangang), also senkrecht zum Werkstück gerichtet. Die Späne werden daher nach einer Spirale geschnitten.

Das Bohren läßt sich ebenfalls auf der Drehbank ohne weitere Abänderungen vornehmen. Zum Lochbohren können Reitstock und Spindelstock benutzt werden. Beim Bohren mit dem Reitstock sitzt der Bohrer an dem Reitstock, so daß er durch Drehen des Handrades geschaltet werden kann. Das Werkstück hingegen ist am Spindelstock eingespannt und vollzieht mit ihm die Hauptbewegung. Dieses Verfahren ist nur bei kleinen Werkstücken möglich, die in ein Spannfutter oder eine Planscheibe zu spannen sind. Sperrige Werkstücke müssen am Schlitten festgespannt und mit dem Spindelstock gebohrt werden. Der Bohrer sitzt hierbei an der Spindel und erhält durch sie die Hauptbewegung, während das Werkstück mit dem Schlitten geschaltet wird. In ähnlicher Weise erfolgt auch das Ausbohren mit dem Bohrmesser. Bei dem Verfahren wird die Bohrstange zwischen den Spitzen eingespannt, während der Werkzeugschlitten den sperrigen Zylinder vorschiebt. Kleinere Büchsen werden hingegen in der Planscheibe oder einem Spannfutter ausgebohrt, wobei das Messer durch den Werkzeugschlitten geschaltet wird.

Außer diesen allgemeinen Dreh- und Bohrarbeiten gestattet die Drehbank noch eine ganze Reihe Sonderarbeiten, wie Kugeldrehen, Formdrehen, Hinterdrehen von Fräsern und dergleichen. Allerdings erfordern die Arbeiten einige Abänderungen in der Bauart des Werkzeugschlittens, wie sie bei den betreffenden Drehbänken besprochen werden.

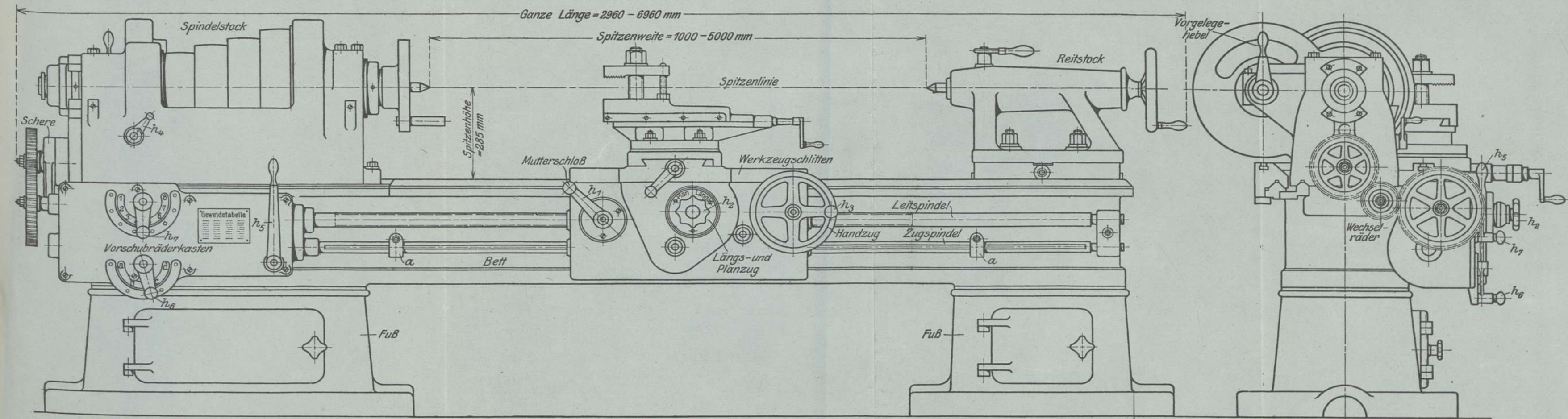
### a) Die Spitzendrehbank.

Die Spitzendrehbank erfordert in ihrer Bauart für die kreisende Hauptbewegung des Werkstückes einen Spindelstock und für den geraden Vorschub des Werkzeuges einen Werkzeugschlitten. Sie trägt lange Arbeitsstücke zwischen zwei Spitzen, von denen der erste Körner im Spindelstock sitzt und der zweite im Reitstock. Für die handliche Bedienung der Bank sind diese Einzelteile auf dem Drehbankbett so anzuordnen, daß der Reitstock rechts und der Spindelstock links vom Dreher sitzt, und der Werkzeugschlitten sich zwischen beiden frei bewegen kann (Abb. 132 und 133).

#### Der Spindelstock.

Die Aufgabe des Spindelstocks (Abb. 47 bis 49 und 55 bis 59) ist, die Hauptbewegung zu vermitteln, infolgedessen muß er zugleich Träger des kreisenden Werkstückes sein. Hierzu verlangt der Spindelstock eine Arbeitsspindel, von der der Antrieb des Werkstückes abzuleiten ist.

Die Arbeitsspindel ist jedoch gewissen Bedingungen unterworfen: Soll nämlich die Drehbank gute Arbeit liefern, so darf ihre



### Spitzendrehbank

Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik A. G., Magdeburg-Neustadt.

Abb. 132 und 133. Gesamtbild.

- Abb. 55 bis 56. Spindelstock.
- „ 152 „ 153. Werkzeugschlitten.
- „ 171 „ 173. Schloßplatte.
- „ 191 „ 194. Vorschubräderkasten.

Spindel unter keinen Umständen federn. Sie darf daher unter der Last des Werkstückes, des Stahldruckes und des Riemenzuges nicht nachgeben, da die geringste Federung der Spindel Erschütterungen des Werkstücks verursacht und zu Unebenheiten in den Arbeitsflächen führt. Danach bildet eine kräftige Arbeitsspindel gewissermaßen die Vorbedingung für eine gute Drehbank.

Die Federung der Spindel ist bei einer Belastung von  $P$  kg:

$$f = \frac{P \cdot l^3}{C \cdot E \cdot J}$$

Die Gleichung lehrt, die Spindel aus widerstandsfähigem Tiegelstahl herzustellen, sie in dem Durchmesser möglichst kräftig und in der Länge recht kurz zu halten, da die Federung mit  $l^3$  zunimmt und mit  $E$  und  $d^4$  abnimmt. Sehr zu empfehlen ist, die Spindel vom Riemenzug zu entlasten ( $P_{\min}$ ) und bei stark beanspruchten Bänken dreimal zu lagern ( $C_{\max}$ ) (Abb. 197). Auch das Ausbohren der Spindel ist sehr zweckmäßig, weil man hierbei eine bessere Kontrolle über den Rohstoff gewinnt. Die hohle Spindel gewährt außerdem eine bessere Kühlung und ein leichtes Heraustreiben der Körner (Abb. 47 und 55).

#### Die Spindellager.

Eine weitere Forderung, die ebenfalls die Güte der Arbeit an den Spindelstock einer Drehbank stellt, ist die ruhige und unverschiebbare Lage der Spindel. Sie darf unter dem Arbeitsdruck des Stahles weder Quer- noch Längsbewegungen erfahren, d. h. sie darf nicht schlagen. Diese Aufgabe fällt den Spindellagern zu. In ihnen müssen demnach die Laufzapfen allseitig schließen, ohne daß die Spindel ihren leichten Gang einbüßt. Gegenüber dem nach rechts oder links wirkenden Arbeitsdruck des Stahles muß die Spindel in ihren Lagern vollkommen festliegen, so daß sie sich in keiner Richtung verschieben kann. Nur unter diesen Voraussetzungen vermag die Drehbank gut zu arbeiten.

Der größte Feind einer ruhig laufenden Spindel ist das Auslaufen der Lager und die Abnutzung der Zapfen. Hierdurch bekommt die Spindel Spiel und schlägt. Die weitere Forderung muß daher sein, den Verschleiß der Lager und Zapfen möglichst gering zu halten und ein Mittel zu schaffen, ihn jederzeit ausgleichen zu können.

Aus dem Grunde sind zunächst die Laufzapfen der unter starkem Druck laufenden Spindel zu härten und sauber einzuschleifen. Außerdem sind die Lagerschalen aus harter Phosphorbronze und bei größeren Beanspruchungen sogar aus Stahl zu wählen. Die Spindellager selbst sind möglichst lang zu halten ( $l = 1,5 \div 2 d$ ) und mit einer gut wirkenden Schmierung auszustatten. Um aber den unvermeidlichen Verschleiß ausgleichen zu können, sind die Spindellager nachstellbar einzurichten. Durch die Nachstellbarkeit ist sodann die Möglichkeit geboten, den toten Gang der Spindel auszugleichen und den Flächendruck in den Lagern

zu regeln, so daß ein Bremsen und Festbrennen der Zapfen vermieden wird, und die Spindel leicht laufen kann.

Die Bedingungen für die Spindel und ihre Lagerung lassen sich danach in 3 Fragen zusammenfassen:

1. Wie begegnet man dem Zittern der Spindel?
2. Wie wird die Spindel gegenüber den Schubkräften nach rechts und links festgelegt?
3. Wie gleicht man den Verschleiß der Lager aus?

Die Mittel für eine nachstellbare Spindellagerung sind Kegelszapfen oder Kegelschalen, die gleichachsig nachzuziehen sind. In dieser Form erfüllen die Spindellager noch einen weiteren Zweck. Für ein genaues Langdrehen muß nämlich die Spitzenhöhe des Reit- und Spindelstockes scharf übereinstimmen. Um sie genau auszurichten,

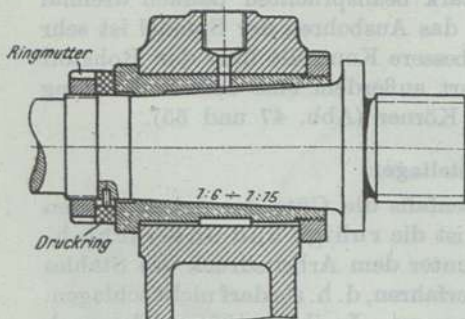


Abb. 134. Hauptlager mit Kegelszapfen.

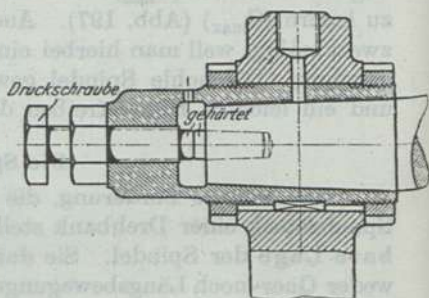


Abb. 135. Entlastetes Endlager mit Kegelszapfen.

können die nachstellbaren Spindellager benutzt werden, sofern sich die Spindel durch das Auslaufen der Lager etwas gesenkt hat. Nach diesen Gesichtspunkten sind die folgenden Lager entworfen.

Der Kegelszapfen (Abb. 134) nimmt beim Drehen nach dem Spindelstock den nach links wirkenden Arbeitsdruck auf. Beim Drehen nach dem Reitstock wirft sich der nach rechts wirkende Zug auf den Druckring am Hauptlager. Diese Festlegung genügt, da der Hauptdruck ja auf dem Reitstock lastet. In diesem Lager liegt demnach die Spindel nach beiden Richtungen unverschiebbar fest. Der leichte Gang der Spindel läßt sich durch ein sachgemäßes Anziehen der Ringmutter erreichen.

Ein wirksames Mittel, das Hauptlager von dem starken Spindel-  
druck teilweise zu entlasten, wäre, in dem Endlager einen zweiten Kegel-  
zapfen und eine gehärtete Druckschraube anzuordnen (Abb. 135). Diese  
Lagerung erfordert allerdings beim Nachstellen eine ganze Menge Hand-  
griffe. Da das Hauptlager stärker verschleißt, so muß auch das End-  
lager jedesmal eingestellt werden. Man hat daher zuerst die Druck-

schraube und die vordere Ringmutter zu lüften. Hierauf wird die Spindel am Hauptlager angezogen, das Endlager und die Druckschraube wieder nachgestellt.

Die gleiche Entlastung des Haupt- und Endlagers kann auch durch ein Kugellager erreicht werden.

Soll die Drehspindel mit zylindrischen Laufzapfen laufen und dabei den obigen Anforderungen genügen, so müssen die Lagerschalen

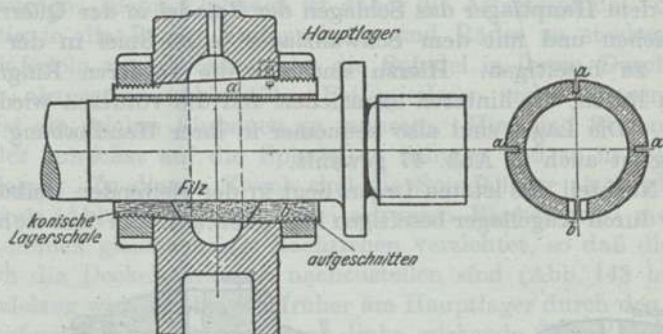


Abb. 136 und 137. Hauptlager mit Kegelschale.

Kegelschalen sein, die beiderseits durch Ringmuttern in dem geschlossenen Lagerkörper gehalten werden (Abb. 136). Das Einstellen der Spindel erfolgt hierbei durch ein Anziehen der Schalen, die durch einen Stift gegen Drehen zu sichern sind. Zur besseren Nachgiebigkeit sind die Schalen bei *b* geschlitzt und am äußeren Umfang bei *a* ange-schnitten (Abb. 137). In dieser Form vermögen sie sich beim Nachstellen dem Zapfen besser anzupassen.

Für die Schmierung derartiger Lager bieten sich zwei Möglichkeiten. Bei oben liegendem Schlitz kann das Öl dem Zapfen direkt zufließen. Liegt der Schlitz unten, so ist der Lagerkörper als Ölbehälter auszubilden, das Öl durch Filz-

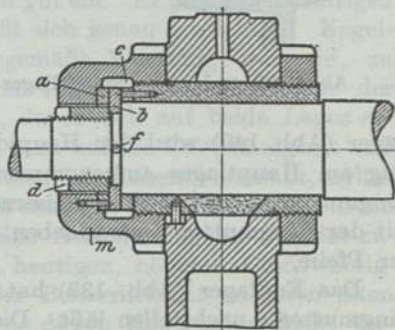


Abb. 138. Drucklager. Ludw. Loewe & Co., Berlin.

einlagen anzusaugen und durch sie dem Laufzapfen zuzuführen (Abb. 136). Dabei können die Schlitzte durch Leder abgedichtet werden.

Die Aufnahme des nach rechts und links wirkenden Spindel-druckes erfordert bei zylindrischen Laufzapfen ein besonderes Drucklager, durch das die Spindel nach beiden Richtungen festzulegen ist (Abb. 138). Dieses Lager besteht aus drei gehärteten Druckringen, die aufeinander

gleiten und den Spindelndruck aufnehmen. Von ihnen sitzt der mittlere Ring  $b$  durch die Feder  $f$  und die Mutter  $d$  fest auf der Spindel. Die äußeren Ringe  $a$  und  $c$  sind an der Überwurfmutter  $m$  und an der Lager- schale befestigt. Der nach links wirkende Spindelndruck wird daher von  $b$  auf  $a$  übertragen, während der nach rechts wirkende von  $c$  aufgenommen wird. Die Spindel ist demnach durch den mittleren Druckring  $b$  nach beiden Richtungen gehalten. Diese Lagerung gestattet daher, mit dem Hauptlager das Schlagen der Spindel in der Querrichtung auszugleichen und mit dem Schwanzlager jedes Spiel in der Längsrichtung zu beseitigen. Hierzu sind nur die vorderen Ringmuttern etwas zu lüften, die hinteren anzuziehen und die vorderen wieder festzuziehen. Die Lager sind also bequemer in ihrer Handhabung. Diese Lagerung ist auch in Abb. 47 gewählt.

Ein Nachteil des letzten Lagers liegt in der gleitenden Reibung, die sich aber durch Kugellager beseitigen läßt (Abb. 55). Bei dem Schaerer-

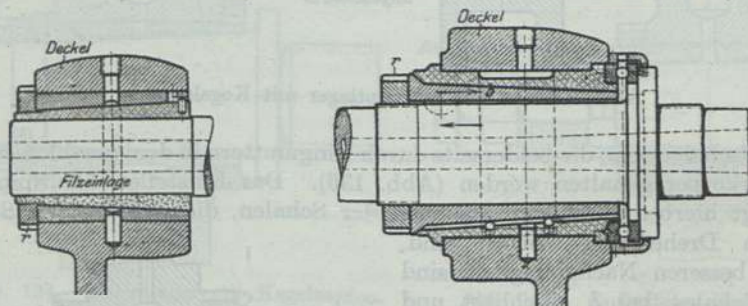


Abb. 139 und 140. Spindellager von Schaerer & Co., Karlsruhe.

Lager (Abb. 140) wird der Hauptdruck der Spindel durch den Kugerring am Hauptlager aufgenommen, der Spindelzug hingegen von der Ringmutter  $r$  und dem gußeisernen Laufkegel  $b$ . Beim Nachstellen mit der Ringmutter  $r$  verschieben sich Büchse  $b$  und Spindel im Sinne der Pfeile.

Das Endlager (Abb. 139) hat eine Kegelschale, die sich mit ihrer Ringmutter  $r$  nachstellen läßt. Die Drehspindel  $D$  in Abb. 72 läuft im Hauptlager in einer nachstellbaren Kegelschale, während das Schwanzlager den Spindelndruck mit einem Kugellager und den Zug mit den Ringmuttern  $r$  aufnimmt. Die Spindel kann sich daher bei dieser Lagerung im Hauptlager frei ausdehnen.

Auch die Druckschraube kann bei diesen Lagern zur Aufnahme des Spindelndruckes benutzt werden. So nimmt bei den Wohlenberg'schen Lagern (Abb. 141 und 142) die Druckschraube  $s$  den nach links gerichteten Druck auf und der Druckring  $m$  den nach rechts gerichteten. Die Spurfläche der Druckschraube wird hier durch Ringschmierung

geölt. Ein derartiges Drucklager ist allerdings etwas umständlicher nachzustellen.

Seit der Einführung des Schnellbetriebes hat man die Güte und die Betriebssicherheit der Spindellager noch durch die besser wirkende Ringschmierung oder federnd gelagerte Ölrollen erhöht, wie dies aus den Abb. 55, 65, 80, 141 und 142 ersichtlich ist.

Bei allen leichten Bänken können die Spindellager geschlossen ausgeführt werden. Beim Einbauen ist daher die Arbeitsspindel von vorn gleichzeitig in die Lager, Stufenscheibe und Räder zu stecken. Um dieses Einfädeln zu erleichtern, ist die Spindel in ihrem Durchmesser mehrfach abzusetzen (Abb. 47). Bei mittleren und schweren Drehbänken ist ein solches Einbauen zu mühsam. Hier sind Stufenscheibe und Räder zunächst auf die Spindel zu bringen und so in die Lager hineinzulegen. Zu diesem Zweck sind die Spindellager als Deckellager auszuführen (Abb. 55 und 56). Bei schweren Bänken wird meist auf ein vollkommen gleichschiebiges Nachziehen verzichtet, so daß die Lager nur durch die Deckelschrauben nachzustellen sind (Abb. 143 bis 145). Der Spindelzug wird hierbei wie früher am Hauptlager durch den Druckring *d* aufgenommen und der nach links wirkende Druck durch den Bund *b* am Hauptlager und durch die Druckschraube *s* am Endlager. Man findet aber auch bei schweren Planbänken Kegelzapfen, die im Sinne der früheren Lager nachzustellen sind.

Ein Vergleich der Kegelzapfen mit den Zylinderzapfen gibt, theoretisch betrachtet, den ersteren den Vorzug; denn der Kegelzapfen läßt sich gut einpassen, und er läuft sich auch gut ein. Er gibt einen kräftigen Spindelkopf, und die Spindel selbst läßt sich genau ausrichten. Kegelzapfen beanspruchen aber eine sachgemäße Wartung, weil sie, zu stark angezogen, bremsen und warm laufen. Das Einstellen der Spindel ist vielfach sehr umständlich, da es sich auf beide Lager erstreckt. Die letzten Punkte, in denen man auf die Zuverlässigkeit und Geschicklichkeit des Arbeiters angewiesen ist, haben veranlaßt, zylindrische Laufzapfen zu nehmen, die sich sehr gut bewährt haben. Dazu kommt noch, daß die Kegelzapfen keine Ausdehnung der Spindel zulassen, ein schwerer Nachteil bei den heutigen, höheren Geschwindigkeiten. Selbst Firmen, die mit großer Beharrlichkeit an ihren alten Bauweisen festhielten, haben sich daher diesen Neuerungen nicht verschließen können. So besitzen die neueren Drehbänke fast durchweg zylindrische Spindelzapfen. Das Kugellager wird bei Genauigkeitsmaschinen nur zur Aufnahme des Spindeldruckes benutzt, während das Nachstellen der Lager mit Kegelschalen geschieht.

Der Antrieb des Spindelstockes ist in seinen Grundzügen bekannt. Nach ihnen hat der Erbauer, um die Leistung der Drehbank voll ausnutzen zu können, bei seinem Entwurf die Schnittgeschwindigkeit den vorgeschriebenen Grenzen entsprechend einzuhalten und auf eine einfache und sichere Bedienung Rücksicht zu nehmen.

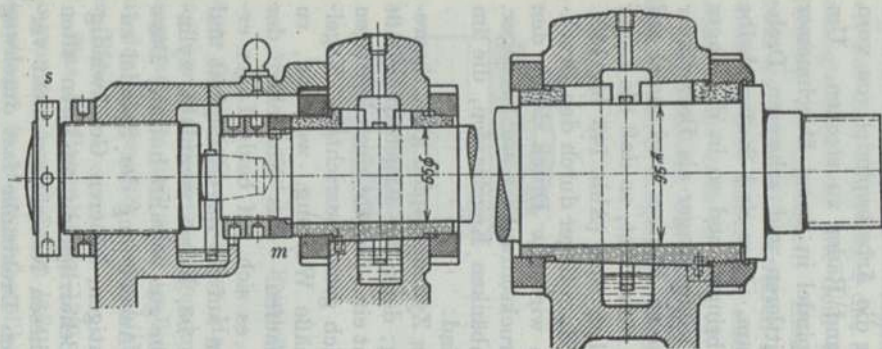


Abb. 141 und 142. Spindellagerung von H. Wohlenberg, Hannover.

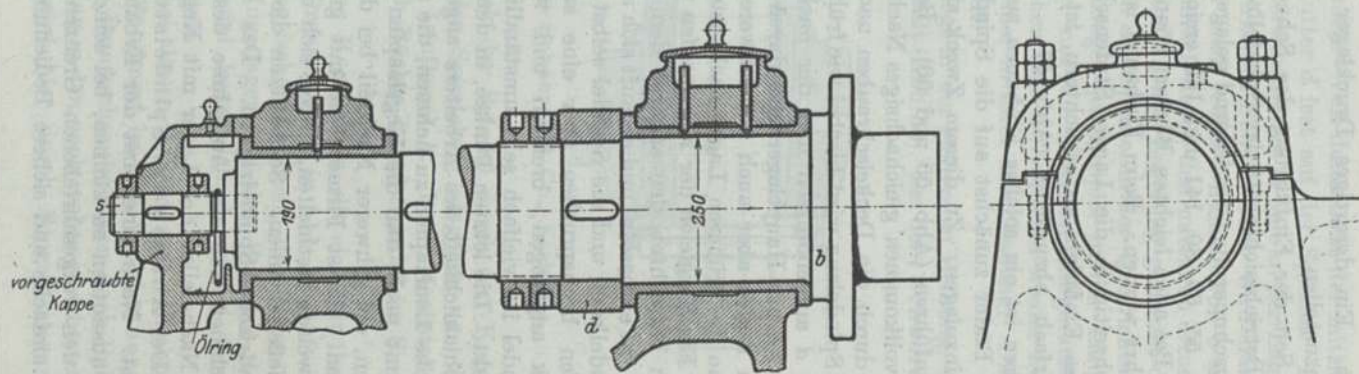


Abb. 143 bis 145. Lagerung einer schweren Spindel. H. Wohlenberg, Hannover.



## Der Reitstock.

Der Reitstock hat mit dem Spindelstock die gemeinsame Aufgabe, beim Langdrehen zum Einspannen des Werkstückes zu dienen. Hierzu trägt er wie die Arbeitsspindel einen Körner, den Reitnagel *R*, der in das Werkstück eingesetzt wird. Aus dieser Handhabung folgt auch der innere Bau des Reitstockes. Für das gerade Ansetzen des Körners erscheinen Schraube und Mutter mit Selbsthemmung am besten geeignet. Ihre Anwendung gestattet zwei Formen, die bei dem Reitstock mit äußerer und innerer Spindel zum Ausdruck kommen.

Bei dem Reitstock mit äußerer Spindel (Abb. 146) sitzt der Körner in der Schraube, Patrone, so daß die Mutter als Handrad auszubilden ist. Es wird durch eine zweiteilige Scheibe gehalten, während die Patrone durch eine Feder *f* gegen Drehen gesichert ist. Auf diese Weise kann der Körner mit dem Handrade angesetzt werden, ohne daß ihn das kreisende Werkstück wieder zurückschraubt. Um aber ein ruhig laufendes Werkstück zu bekommen und die Feder *f* von dem ständigen Druck zu entlasten, ist namentlich bei schweren Schnitten die Patrone in dem Reitstock festzuklemmen. Diese Mantelklemmung besteht aus der Schraube *s* und der Handmutter *m*, die den geschlitzten Reitstockmantel zusammendrücken (Abb. 147).

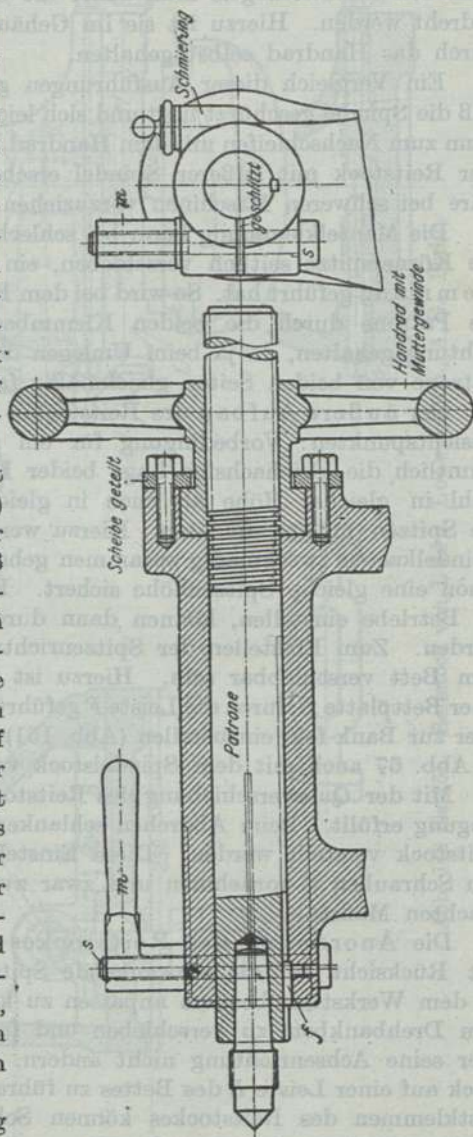


Abb. 146 und 147. Reitstock mit äußerer Spindel. H. Wohlenberg, Hannover. 180 mm Spitzenhöhe.

Der Reitstock mit innerer Spindel (Abb. 148) trägt den Körner  $R$  in der langen Patrone  $P$ , die durch die Schraube  $f$  gegen Drehen gesichert und rechts mit einer Mutter ausgestattet ist. Zum Ansetzen des Reitnagels muß daher die Spindel  $S$  mit dem Handrade gedreht werden. Hierzu ist sie im Gehäuse  $G$  durch einen Bund und durch das Handrad selbst gehalten.

Ein Vergleich dieser Ausführungen gibt der letzten den Vorzug, daß die Spindel geschützt liegt und sich leichter drehen läßt. Der Körner kann zum Nachschleifen mit dem Handrad leicht herausgedrückt werden. Der Reitstock mit äußerer Spindel erscheint allerdings kräftiger und wäre bei schweren Maschinen vorzuziehen.

Die Mantelklemmung kann bei schlecht schließender Patrone leicht die Körnerspitze seitlich verschieben, ein Nachteil, der zur Backenklemmung geführt hat. So wird bei dem Reitstock in Abb. 7, Tafel XII, die Patrone durch die beiden Klemmbacken genau in der Spitzenrichtung gehalten, da ja beim Umlegen des Handgriffs die Backen die Patrone von beiden Seiten gleichmäßig fassen.

Der äußere Aufbau des Reitstockes gestaltet sich nach folgenden Gesichtspunkten: Vorbedingung für ein genaues Langdrehen ist bekanntlich die gleichachsige Lage beider Körner. Sie müssen sich sowohl in gleicher Höhe als auch in gleicher Richtung treffen, d. h. die Spitzen müssen fluchten. Hierzu werden Reitstockgehäuse  $G$  und Spindelkasten zweckmäßig zusammen gehobelt, so daß die Bearbeitung schon eine gleiche Spitzenhöhe sichert. Kleine Unterschiede, die sich im Betriebe einstellen, können dann durch die Spindellager beseitigt werden. Zum Einstellen der Spitzenrichtung muß der Reitstock quer zum Bett verschiebbar sein. Hierzu ist das Reitstockgehäuse  $G$  auf einer Bettplatte  $B$  durch die Leiste  $F$  geführt und mit den Stellschrauben  $s$  quer zur Bank fein einzustellen (Abb. 151). Diese Feineinstellung kann in Abb. 67 auch mit dem Spindelstock vorgenommen werden.

Mit der Querverschiebung des Reitstocks ist noch eine weitere Bedingung erfüllt. Beim Abdrehen schlanker Kegel muß bekanntlich der Reitstock verstellt werden. Diese Einstellung läßt sich ebenfalls mit den Schrauben  $s$  vornehmen und zwar zweckmäßig nach einem angebrachten Maßstab.

Die Anordnung des Reitstockes auf dem Drehbankbett hat mit Rücksicht auf die schwankende Spitzenlänge zu erfolgen. Um sie dem Werkstück bequem anpassen zu können, ist der Reitstock auf dem Drehbankbett zu verschieben und festzuklemmen; dabei darf er aber seine Achsenrichtung nicht ändern. Infolgedessen ist der Reitstock auf einer Leiste  $L$  des Bettes zu führen (Abb. 149 und 151). Zum Festklemmen des Reitstockes können Schraube und Mutter benutzt werden, die beim Anziehen die Klemmplatte gegen die inneren Bettwangen drücken (Abb. 8, Tafel XII). Diese Schraubenklemmung ist zwar umständlich, dafür kann sich der Reitstock aber nicht so leicht

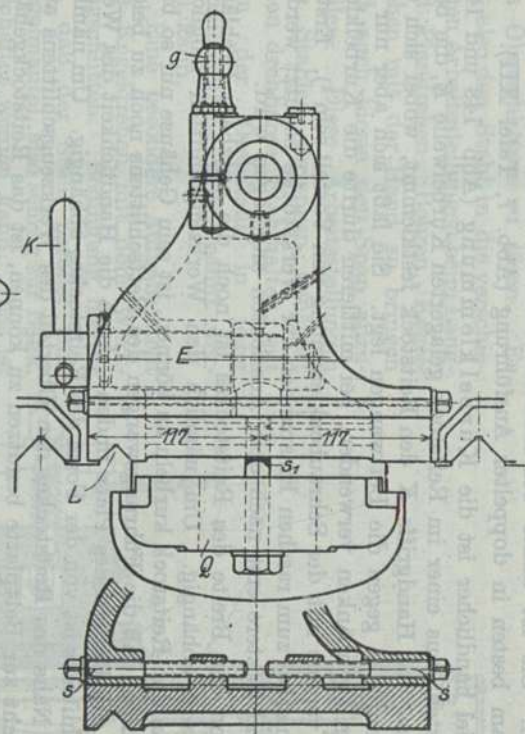
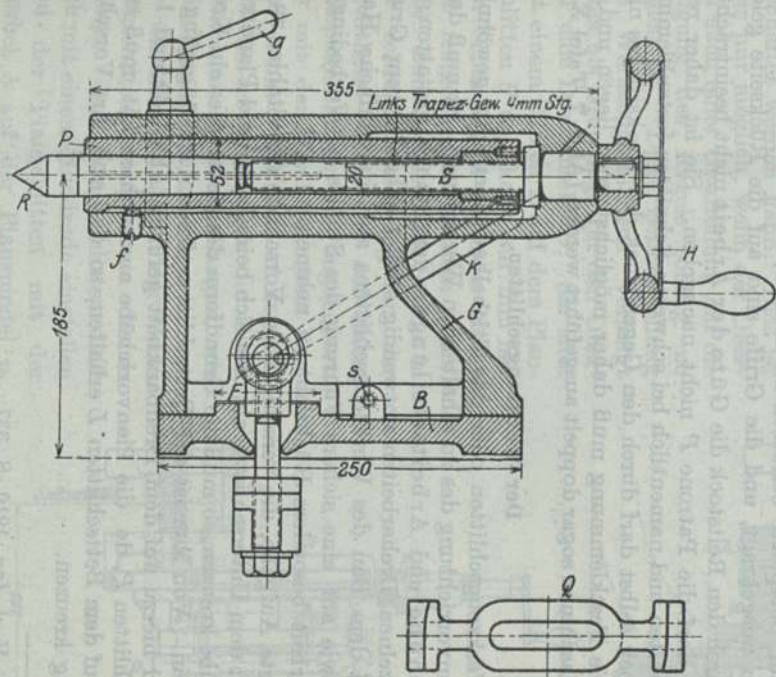


Abb. 148 bis 151. Reitstock von Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.

lockern. Sie ist daher bei schweren Bänken stets anzuwenden und zwar am besten in doppelter Ausführung (Abb. 7, Tafel XII).

Viel handlicher ist die Kurbelklemmung (Abb 148 und 149). Sie besteht aus einer im Reitstock gelagerten Kurbelwelle *E*, die beim Umlegen des Handgriffs *K* den Reitstock festklemmt, wobei sich das Querhaupt *Q* gegen die Bettwangen legt. Sie läßt sich aber nur bei leichten Drehbänken verwenden, bei mittleren dürfte die Kurbelklemmung vereint mit der Schraubenklemmung von Vorteil sein <sup>1)</sup>. Erstere kann hierbei zum raschen Einspannen der Werkstücke benutzt werden, während letztere erst nach dem Ausrichten angezogen wird.

Von der Breite des Reitstockes ist noch die nutzbare Drehlänge der Bank abhängig. Um nämlich den Werkzeugschlitten möglichst nahe an den Reitstock kurbeln zu können, ist sein Gehäuse nur so breit zu wählen, daß die Führungswangen des Bettschlittens noch zu beiden Seiten des Reitstockes Platz finden. Auch die Handlichkeit des Werkzeugschlittens ist von der Form des Reitstockes abhängig. Um nämlich in der Nähe des Reitstockes den Oberteil des Werkzeugschlittens auch senkrecht zur Bettplatte benutzen zu können, ist das Reitstockgehäuse nach hinten ausgekragt, und die Griffe sind auf die Rückseite gelegt.

Soll durch den Reitstock die Güte der Arbeit nicht beeinträchtigt werden, so darf die Patrone *P* nicht nachgeben. Sie ist daher recht kräftig zu halten und namentlich bei schweren Schnitten festzuklemmen. Der Reitstock selbst darf durch den Gegendruck des Werkstückes nicht kippen. Die Festklemmung muß daher möglichst vorn liegen und bei schweren Maschinen sogar doppelt ausgeführt werden (Abb. 7, Tafel XII).

#### Der Werkzeugschlitten.

Der Werkzeugschlitten oder das Stichelhaus dient für gewöhnlich als Einspannvorrichtung des zu schaltenden Werkzeuges. Er muß daher alle Vorschübe und Arbeitsstellungen des Stahles gestatten, die für die einzelnen Dreharbeiten notwendig sind. Neben diesem Grundsatz ist bei dem Bau des Werkzeugschlittens auf eine einfache Handhabung, sowie auf eine sichere Führung des Stahles als Vorbedingung für gute Arbeit besonders Rücksicht zu nehmen.

Die erste Aufgabe, die verschiedenen Vorschübe des Stahles zu erzeugen, fällt dem Unterschlitten zu. Da sich beim Lang- und Plandrehen die Vorschübe kreuzen, so muß die Grundform des Unterteiles ein Kreuzschlitten sein. Von ihm ist der Bettschlitten *L* für den Längsgang bestimmt und hierzu auf dem Drehbankbett geführt (Abb 152 und 153). Der Planschlitten *P*, der die Planvorschübe auszuführen hat, muß seine Führung auf dem Bettschlitten *L* erhalten, so daß sich ihre Vorschübe rechtwinklig kreuzen.

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. Ing. 1910, S. 337.

Die zweite Aufgabe ist durch den Oberschlitten zu lösen. Er hat also den Stahl in die verschiedenen Arbeitsstellungen beim Lang- und Plandrehen, Bohren, Kegeldrehen mit der Hand zu bringen und auch hierin den Span anzustellen. Diese Arbeitsstellungen des Stahles verlangen zunächst einen drehbaren Stahlhalter, mit dem der Drehstahl in jeder Schnittstellung festgespannt werden kann.

Eine besondere Aufgabe stellt das Kegeldrehen mit dem Werkzeugschlitten. Bedingung hierfür ist, daß der Stahl parallel zum Kegelmantel, also schräg zur Bank, geschaltet werden kann. Dies ist aber nur möglich, wenn der Ober- teil nach einer Gradteilung auf die Neigung des Kegels schräg zu stellen ist. Diese Schrägstellung des Werkzeugschlittens verlangt daher als Grundlage für den Ober- teil eine Drehscheibe *D*. Sie sitzt mit einem Zapfen *Z* auf dem Planschlitten *P* und kann auf ihm mit den Schrauben *k* in einer Kreis- nut festgeklemmt werden (Abb. 153). Zum Schalten des Stahles in der schrägen Richtung ist der eigentliche Stahlhalter auf einem Aufspannschlitten *A* angeordnet, der mit der Hand gekurbelt werden kann. Mit dem Aufspannschlitten *A* kann auch der Stahl in einzelnen Arbeitsstellungen, wie beim Plandrehen, angesetzt werden.

In dieser Bauart ist der Werkzeugschlitten einfach zu handhaben. Der Längsschlitten läßt sich mit einem Handrade einstellen und der Planschlitten mit der Kurbel *h* auf der Planspindel *p*.

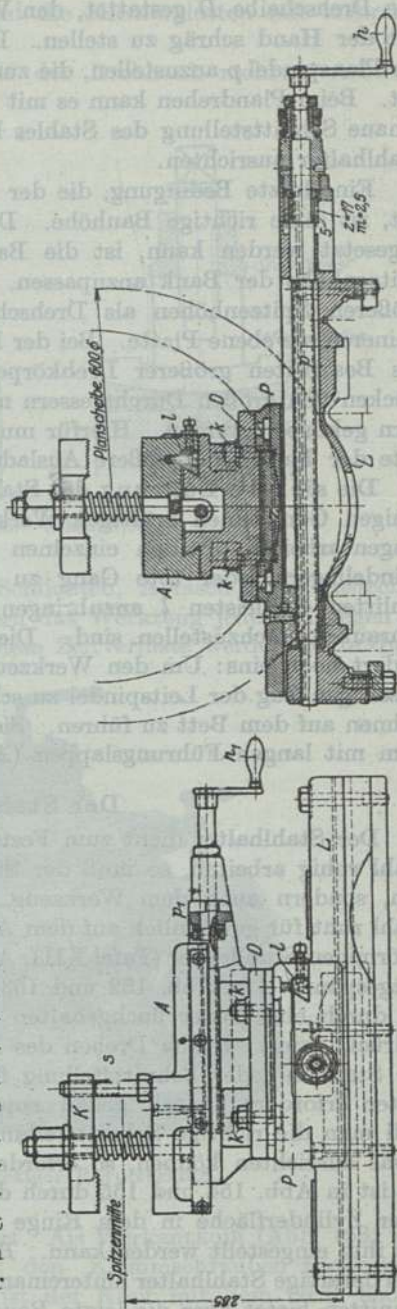


Abb. 152 und 153. Magaburger Werkzeugschlitten, 255 mm Spitzenhöhe.

Die Drehscheibe  $D$  gestattet, den Werkzeugschlitten beim Kegeldrehen mit der Hand schräg zu stellen. Der Span ist beim Langdrehen mit der Planspindel  $p$  anzustellen, die zum Feineinstellen meist einen Teilring hat. Beim Plandrehen kann es mit der oberen Spindel  $p_1$  erfolgen. Die genaue Schnittstellung des Stahles läßt sich dabei mit den drehbaren Stahlhalter ausrichten.

Eine letzte Bedingung, die der Werkzeugschlitten noch zu erfüllen hat, ist seine richtige Bauhöhe. Damit der Stahl in der Spitzenlinie angesetzt werden kann, ist die Bauhöhe des Werkzeugschlittens der Spitzenhöhe der Bank anzupassen. Hierzu ist die Drehscheibe  $D$  bei größeren Spitzenhöhen als Drehschemel auszubilden (Abb. 153), bei kleineren als ebene Platte. Bei der Formgebung der Bettplatte ist noch das Bearbeiten größerer Drehkörper zu berücksichtigen. Bei Werkstücken von großen Durchmessern muß nämlich der Oberteil weit nach vorn gekurbelt werden. Hierfür muß der Bettschlitten auf der Vorderseite der Bank eine größere Ausladung haben (Abb. 153).

Die sichere Führung des Stahles erfordert als Vorbedingung für ruhigen Gang einen kräftigen Werkzeugschlitten, der ohne Erschütterungen arbeitet. In den einzelnen Schlittenführungen ist wie bei den Spindellagern jeder tote Gang zu vermeiden. Hierzu sind bei allen Schlitten Stelleisten  $l$  anzubringen (Abb. 152 bis 153), die durch Schrauben nachzustellen sind. Die genaue Führung des Stahles erfordert noch eins: Um den Werkzeugschlitten gegen Ecken durch den einseitigen Zug der Leitspindel zu schützen, ist die Bettplatte in langen Bahnen auf dem Bett zu führen. Sie hat daher eine  $\perp$ -förmige Grundform mit langen Führungslappen (Abb. 156).

### Der Stahlhalter.

Der Stahlhalter dient zum Festspannen des Drehstahles. Soll der Stahl ruhig arbeiten, so muß der Stahlhalter nicht nur kräftig gebaut sein, sondern auch dem Werkzeug eine sichere Auflage bieten. Der Stahl ruht für gewöhnlich auf dem Aufspannschlitten. Er wird bei dem Z-förmigen Stahlhalter (Tafel XIII, Abb. 1, 2) durch zwei Druckschrauben festgespannt. In Abb. 152 und 153 besorgt dies eine Klemmplatte  $K$ , die durch eine Feder hochgehalten und durch die Stellschraube  $s$  angeedrückt wird. Durch Drehen des Halters kann, wie bereits erwähnt, der Stahl in jeder Schnittstellung festgespannt werden. Beide Stahlhalter erfordern jedoch genau zum Schnitt geschliffene Werkzeuge. Will man die richtige Schnittstellung des Stahles mit dem Stahlhalter etwas ausrichten können, so erfordert dies eine bewegliche Unterlage. Sie ist in Abb. 154 und 155 durch den Meißelteller geschaffen, der mit einer Zylinderfläche in dem Ringe ruht, so daß der Drehstahl genau mit ihm eingestellt werden kann. Bei langen Stählen lassen sich sogar zwei derartige Stahlhalter hintereinander benutzen. Gegenüber schweren Schnitten bietet aber die letzte Bauart dem Werkzeug keine genügend

ruhige Lage. In diesen Fällen sind die Klemmplatten mit mehreren Druckschrauben vorzuziehen.

Sind an einem Werkstück auf der Drehbank mehrere Arbeiten

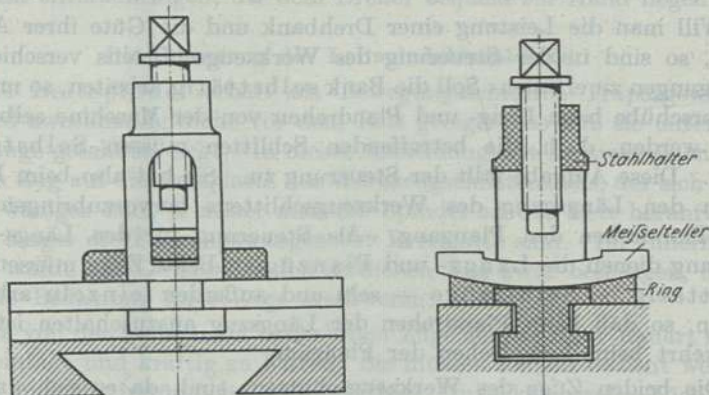


Abb. 154 und 155. Stahlhalter.

vorzunehmen, z. B. Schruppen, Schlichten, Abfasen oder Abstechen, so muß bei den obigen Stahlhaltern das Werkzeug jedesmal gegen ein anderes ausgewechselt werden. Diese Zeitverluste werden heute durch

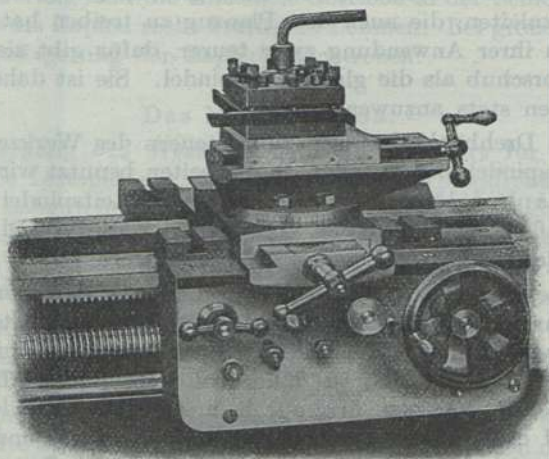


Abb. 156. Viereckiger Revolverkopf.

den Revolverstahlhalter vermindert. Als Vierkantkopf (Abb. 156) kann er 4 Werkzeuge fassen, die mit den Klemmschrauben festgespannt werden. Für den Stahlwechsel ist der Kopf mit dem Griff hochzu-

schrauben, bis ein Riegel ihn freigibt. Er wird hierauf um einen Zapfen geschwenkt und wieder festgezogen.

#### Die Steuerung des Werkzeugschlittens.

Will man die Leistung einer Drehbank und die Güte ihrer Arbeit heben, so sind in der Steuerung des Werkzeugschlittens verschiedene Bedingungen zu erfüllen: Soll die Bank selbsttätig arbeiten, so müssen die Vorschübe beim Lang- und Plandrehen von der Maschine selbst erzeugt werden, d. h. die betreffenden Schlitten müssen Selbstgang haben. Diese Aufgabe fällt der Steuerung zu. Sie hat also beim Langdrehen den Längsgang des Werkzeugschlittens hervorzubringen und beim Plandrehen den Plangang. Als Steuerung für den Längs- und Plangang dienen die Längs- und Planzüge. Beide Züge müssen also selbsttätig — Selbstzüge — sein und außerdem einzeln arbeiten können, so daß beim Plandrehen der Längszug auszuschalten ist und umgekehrt beim Langdrehen der Planzug.

Die beiden Züge des Werkzeugschlittens sind, da es sich um gerade Vorschübe handelt, durch Schraube und Mutter, Zahnstange und Zahnrad oder durch Zahnstange und Schnecke zu bilden. Wird der Längszug durch eine Schraube gebildet, so heißt die Bewegungsschraube Leitspindel. Von ihr ist auch der Antrieb des Planzuges zu vermitteln. Benutzt man eine Zahnstange zum Steuern des Werkzeugschlittens, so ist der Vorschub von einer glatten Triebwelle, der Zugspindel, abzuleiten, die auch den Planzug zu treiben hat. Die Leitspindel ist in ihrer Anwendung zwar teurer, dafür gibt sie aber einen genaueren Vorschub als die glatte Zugspindel. Sie ist daher beim Gewindeschneiden stets anzuwenden.

Einfache Drehbänke besitzen zum Steuern des Werkzeugschlittens nur eine Leitspindel, die bei allen Dreharbeiten benutzt wird. Bei derartigen Leitspindelbänken wird daher die Leitspindel sehr angestrengt, so daß sie bald durch den Verschleiß der Mutter und der Spindel beim Gewindeschneiden mangelhafte Arbeit liefert.

Die gesteigerten Ansprüche an die Leistung der Bank und die Güte ihrer Arbeit haben daher veranlaßt, neben der Leitspindel eine Zugspindel anzuordnen. Bei diesen Leit- und Zugspindeldrehbänken (Abb. 132 und 133) ist daher bei gewöhnlichen Dreharbeiten die Zugspindel zu benutzen, und nur beim Gewindeschneiden die Leitspindel. Auf diese Weise schonen sie die Leitspindel und sichern so für längere Betriebszeiten eine größere Genauigkeit des Gewindes. Drehbänke für allgemeine Zwecke sollten daher stets eine Leit- und Zugspindel haben, dagegen genügt für Gewindedrehbänke eine Leitspindel und für Wellendrehbänke und sonstige Langdrehbänke eine Zugspindel.

Außer den erwähnten Selbstzügen für den Längs- und Plangang muß jeder Werkzeugschlitten noch eine Handsteuerung besitzen für



das Einstellen mit der Hand. Dieser Handzug besteht für gewöhnlich aus einem Handrade, mit dem ein Zahnstangengetriebe bedient wird. Alle Züge der Steuerung sind in der Schloßplatte oder Schürze geschützt unterzubringen, die dem Dreher bequem zur Hand liegen soll.

#### Die Steuerung der Leitspindeldrehbänke.

Die Leitspindel erhält als Bewegungsschraube Trapezgewinde. Sie wird zweckmäßig dicht vor dem Bett gelagert, so daß sie unter der Bettwange geschützt liegt. In dieser Anordnung übt sie zwar einen einseitigen Zug auf die Bettplatte des Werkzeugschlittens aus, der sich aber um so weniger eckt, je näher man die Spindel an das Bett heranrückt, und je länger die Führungswangen der Bettplatte sind. Im Innern des Bettes würde die Leitspindel den seitlichen Zug zwar beseitigen, dafür aber die Bedienung ihrer Züge erschweren.

Die von der Leitspindel betriebenen Züge sind in ihrer Bauart möglichst einfach und kräftig zu halten. Sie müssen schnell bedient werden können und ein irrtümliches gleichzeitiges Einrücken zweier Züge ausschließen. Zum Schutz gegen Späne und zur Sicherheit des Arbeiters sind ihre einzelnen Räder verdeckt anzuordnen. Aus diesem Grunde liegen die Züge zweckmäßig hinter der Schloßplatte und nur die Handgriffe auf der Vorderseite. Ist diese Anordnung nicht durchzuführen, so sind die Räder vor der Schloßplatte wenigstens einzukapseln. Für den ruhigen Gang der Steuerung sind die einzelnen Getriebe in der Schloßplatte gut zu lagern und die Zapfen recht kräftig zu nehmen. Bei größeren Längen ist eine Doppellagerung der Zapfen anzustreben.

#### Das Mutterschloß.

Der Längsgang des Werkzeugschlittens erfordert für seinen Antrieb durch die Leitspindel eine Mutter, die beim Plandrehen zu öffnen und für das Langdrehen zu schließen ist. Kommt der Stahl an der Arbeitsgrenze an, so muß der Werkzeugschlitten mit einem Griff stillzusetzen sein. Die Leitspindelmutter ist daher als Mutterschloß auszubilden (Abb. 157 bis 159). Zu diesem Zweck ist die Mutter in zwei Backen zerlegt, die zum Mitnehmen des Werkzeugschlittens in der Schloßplatte geführt sind. Durch den Schlüssel des Schlosses läßt sich die Mutter öffnen und schließen.

Als Schlüssel kann eine Nutenscheibe dienen, in deren außerachsige Nuten die Stifte *a* der Mutterbacken fassen. Durch Drehen der vorderen Kurbel wird daher die Nutenscheibe das Schloß öffnen und schließen, indem die Nuten die Mutterbacken auseinanderschieben oder zusammenziehen. Bei diesem Mutterschloß ist zuerst der Schlüssel in die Schloßplatte einzubauen. Hierauf sind die Mutterbacken von oben und unten in die Führung einzuführen, wobei die Stifte *a* die gegenseitig ausmündenden Nuten des Schlüssels zugleich fassen.

Eine zweite Schlüsselform bieten Schraube und Mutter (Abb. 160). Da sich die Backen *a* und *b* beim Öffnen und Schließen entgegengesetzt bewegen, so ist die Schraube mit Rechts- und Linksgewinde zu ver-

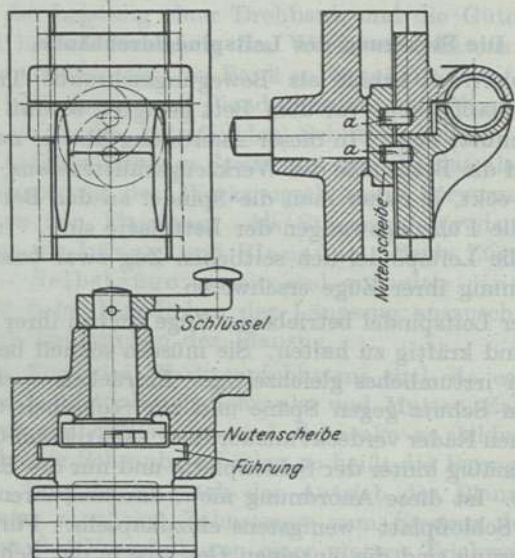


Abb. 157 bis 159. Mutterschloß.

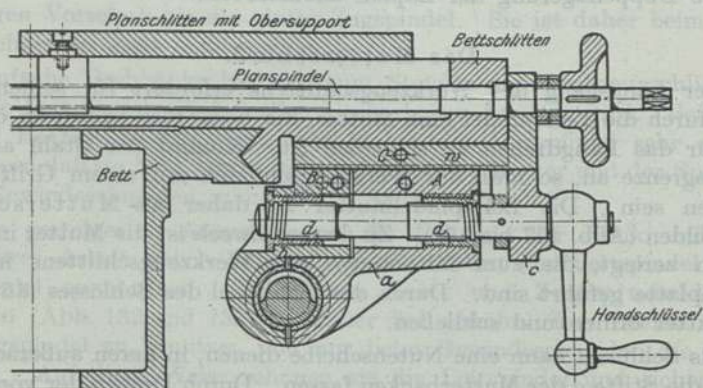


Abb. 160. Mutterschloß mit Stahlrückzug. Wohlenberg, Hannover.

sehen, so daß durch Drehen der Handkurbel das Mutterschloß geöffnet und geschlossen werden kann (S. 135).

Die Neuerungen an dem Mutterschloß sind auswechselbare Gewindebacken mit besonderer Ölzufuhr (Abb. 161 und 162). Um einen

ruhigen Gang zu sichern, sind Stelleisen angebracht, die ein Nachstellen der Führung gestatten. Vielfach wird das Mutterschloß in aus-

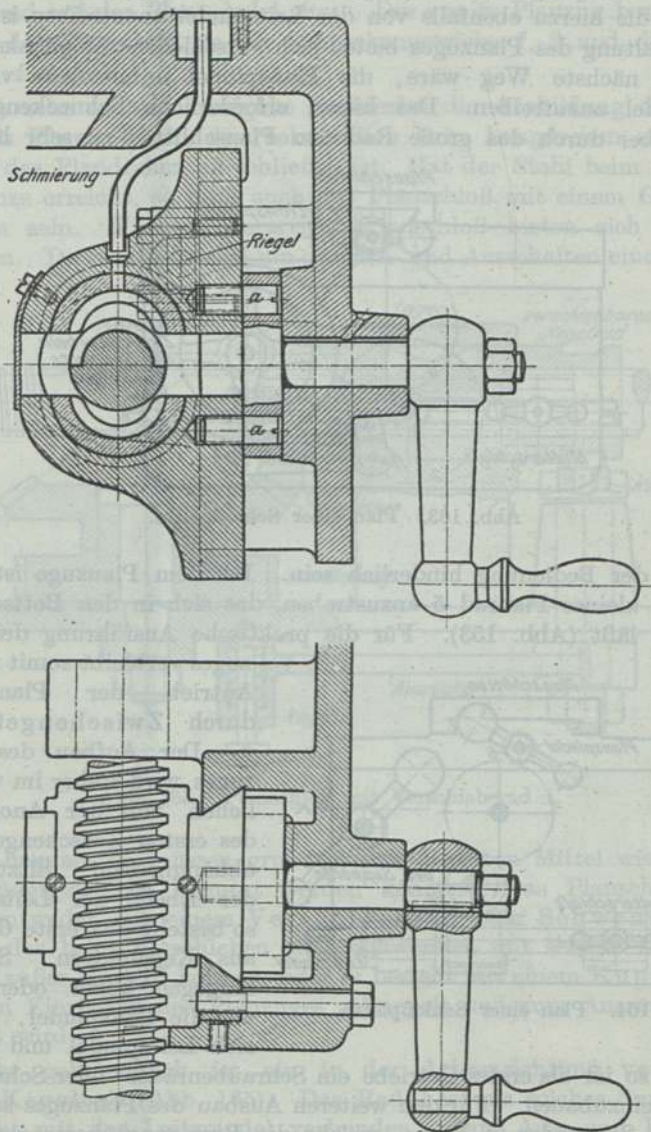


Abb. 161 und 162. Mutterschloß. Braun & Bloem, Düsseldorf.

gerücktem Zustande verriegelt (Abb. 179), sobald man den Planzug eingerückt hat.

## Die Planzüge.

Den Plangang des Werkzeugschlittens hat die Planspindel zu vermitteln, die hierzu ebenfalls von der Leitspindel anzutreiben ist. Für die Gestaltung des Planzuges bieten sich verschiedene Möglichkeiten.

Der nächste Weg wäre, die Planspindel unmittelbar von der Leitspindel anzutreiben. Das hierzu erforderliche Schneckengetriebe würde aber durch das große Rad den Planschlitten zu sehr hemmen

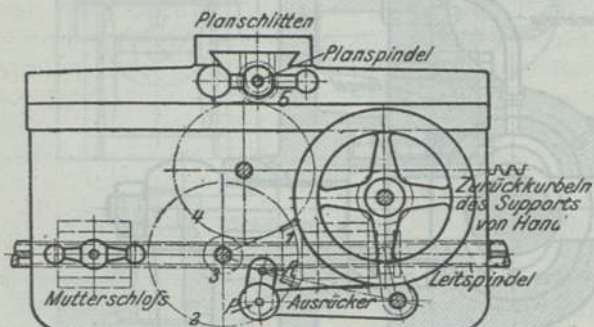


Abb. 163. Plan einer Schloßplatte.

und bei der Bedienung hinderlich sein. Bei dem Planzuge ist daher stets ein kleines Planrad 5 anzustreben, das sich in den Bettschlitten einbauen läßt (Abb. 153). Für die praktische Ausführung des Planzuges verbleibt somit nur der Antrieb der Planspindel durch Zwischengetriebe.

Der Aufbau des Planzuges wird daher im wesentlichen von der Anordnung des ersten Zwischengetriebes abhängig sein. Sitzt es in der Ebene der Leitspindel, so besteht das erste Getriebe aus Kegelnrädern. Sitzt es hingegen höher oder tiefer als die Leitspindel, so daß sich Leitspindel und Zapfen

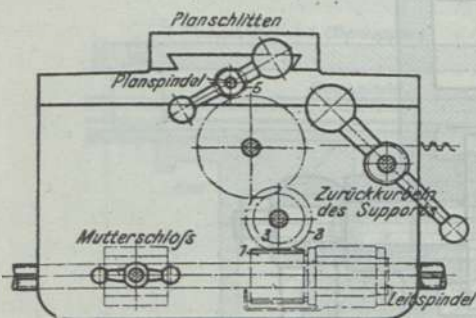


Abb. 164. Plan einer Schloßplatte.

kreuzen, so ist als erstes Getriebe ein Schraubenräder- oder Schneckengetriebe einzubauen. Für den weiteren Ausbau des Planzuges kommen nur noch Stirnräder in Frage, welche die Bewegungsübertragung von dem ersten Zwischengetriebe auf die gleich gerichtete Planspindel vermitteln. Jeder Planzug wird danach aus einem Kegelnräder- oder Schneckengetriebe und einer Reihe Stirnräder bestehen.

Zwei nach diesen Gesichtspunkten entworfene Planzüge zeigen die

Schloßplatten in Abb. 163 und 164. Der erste Planzug besteht hier aus den Kegelrädern 1 und 2, sowie den Stirnrädern 3, 4 und 5, von denen 5 als Planrad auf der Planspindel sitzt. Der zweite Planzug besitzt zum Steuern des Planschlittens ein Schneckengetriebe 1, 2 und die Stirnräder 3, 4 und 5.

Eine sehr wichtige Aufgabe ist hierbei die Ausbildung des Planzuges als Planschloß, das bekanntlich beim Langdrehen zu öffnen und für das Plandrehen zu schließen ist. Hat der Stahl beim Arbeiten die Grenze erreicht, so muß auch das Planschloß mit einem Griff auszurrücken sein. Für ein derartiges Planschloß bieten sich mehrere Lösungen. Da es sich hierbei um das Ein- und Ausschalten eines Räder-

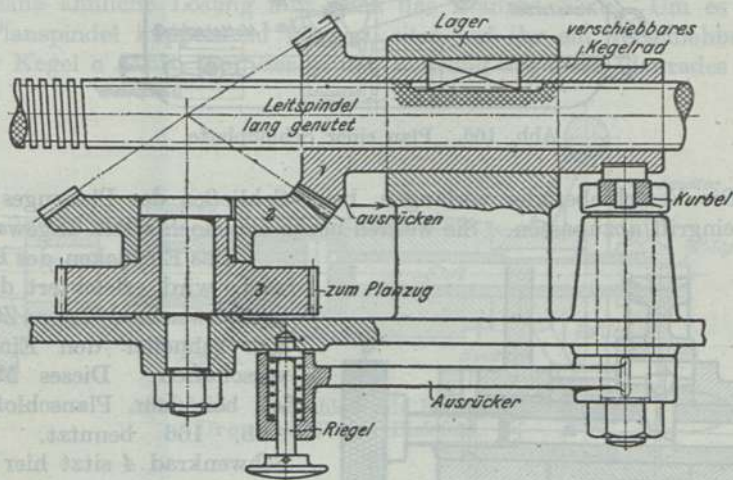


Abb. 165. Planschloß mit Verschieberad 1.

werkes handelt, so müssen grundsätzlich dieselben Mittel wie bei den Stufenrädernetrieben benutzt werden können. Das Planschloß kann daher entweder aus einem Verschieberad oder Schwenkrad bestehen, das beim Verschieben oder Schwenken mit seinem Zahnkranz in oder außer Eingriff kommt, oder es besteht aus einem Kuppelrade, das zum Einrücken des Planzuges gekuppelt und zum Ausrücken entkuppelt wird.

Sehr gebräuchlich ist ein in der Achsenrichtung verschiebbares Kegelrad (Abb. 165). Das Rad 1 ist als solches durch Feder und Nut mit der Leitspindel verbunden. Zum Aus- und Einrücken dient eine Kurbel, die die Radnabe faßt und durch einen Ausrücker vor der Schloßplatte zu bedienen ist. Der Ausrücker besitzt zwei gekennzeichnete Stellungen *P* und *R* (Abb. 163). Stellt man ihn auf *P* ein, so wird die Kurbel nach links ausschlagen, das Verschieberad 1

einrücken und den Planzug schließen. Legt man den Ausrücker auf *R*, so ist das Schloß geöffnet. Beide Stellungen sind durch den Federriegel gesichert.

Eine ähnliche Lösung bietet ein verschiebbares Stirnrad. Als solches kann das Planrad 5 oder eins der Räder 3, 4 dienen.

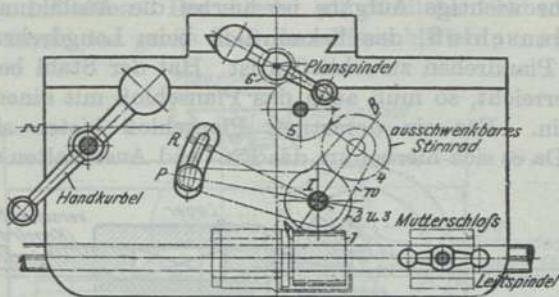


Abb. 166. Plan einer Schloßplatte.

Die Verschieberäder verlangen, beim Schließen des Planzuges den Zahneingriff abzuspannen. Sie werden heute nur noch selten angewandt.

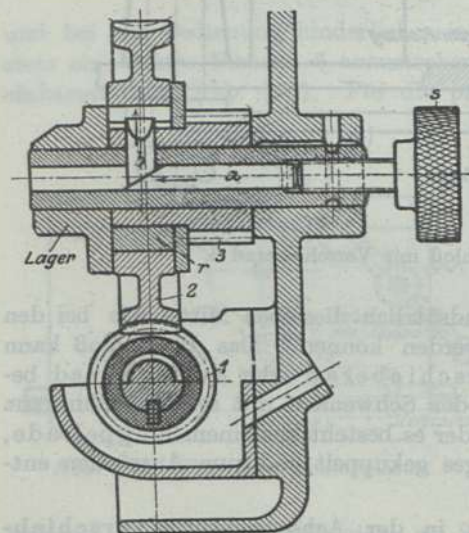


Abb. 167. Planschloß. Schaerer & Co., Karlsruhe.

Das Einrücken des Planzuges wird erleichtert durch ein Schwenkrad, dessen Zähne sich schneller den Eingriff verschaffen. Dieses Mittel ist bei dem Planschloß in Abb. 166 benutzt. Das Schwenkrad 4 sitzt hier lose auf einem Zapfen des Winkelhebels *w*. Er ist zum Ein- und Ausschwenken des Rades 4 um *I* drehbar und durch den Ausrücker in seinen Stellungen zu verriegeln. Setzt man den Ausrücker auf *P*, so ist der Planzug eingerückt, auf *R* ausgerückt.

Soll das Ein- und Ausrücken des Planzuges mit einem Kuppelrade geschehen, so kann das betreffende Rad durch eine Zahnkuppelung, Reibkuppelung oder Klemmkuppelung gekuppelt werden. Hiermit ist der Vorzug verbunden, daß die Zahnkränze der Räder stets in Eingriff bleiben. Das Planschloß mit Zahnkuppelung gewährt den Ver-

schieberädern gegenüber insofern Vorzüge, daß alle Zähne der Kupplung auf einmal fassen und sich etwas zuspitzen lassen, so daß sie auch rascher fassen. Seiner Zwangläufigkeit wegen ist dieses Planschloß für schwere Maschinen besonders geeignet.

Größere Bequemlichkeit bietet das Planschloß mit Reibkuppelung. So wird in Abb. 167 das Schneckenrad 2 des Planzuges durch Reibung gekuppelt. Das lose Schneckenrad 2 sitzt hier auf dem geschlitzten Spreizring  $r$  des Stirnrades 3. Wird nun die Schraube  $s$  angezogen, so drückt der Stift  $a$  mit seiner schrägen Stirn den Druckstab  $b$  hoch, der den Ring  $r$  aufspreizt und so durch Reibung 2 mit 3 kuppelt. Mit einem ähnlichen Planschloß läßt sich das Rad 3 mit 4 kuppeln.

Eine ähnliche Lösung läßt auch das Planrad 5 zu. Um es mit der Planspindel kuppeln zu können, sitzt auf ihr ein verschiebbarer, fester Kegel  $a$  (Abb. 168), der in der Bohrung des losen Planrades ein-

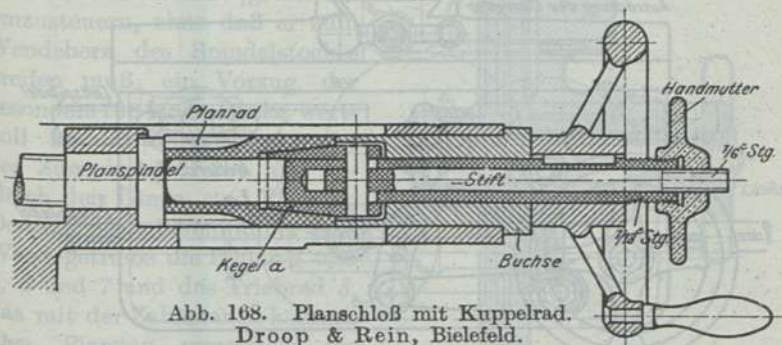


Abb. 168. Planschloß mit Kuppelrad.  
Droop & Rein, Bielefeld.

zurück ist. Hierzu ist das Kopfende der Spindel ausgebohrt und mit Rechtsgewinde von  $\frac{1}{12}$  Steigung versehen. In der Bohrung der Spindel liegt ein Stift, der einerseits den Kegel  $a$  faßt und andererseits Rechtsgewinde von  $\frac{1}{8}$  Steigung hat. Wird die vordere Differenzmutter etwas zurückgeschraubt, so schließt sie daher die Kupplung. Dabei verschiebt sich der Kegel  $a$  bei jeder Umdrehung der Mutter um den Unterschied in den Gewindesteigungen und kuppelt so das Planrad durch Reibung. Zum Ausrücken des Planzuges ist nur die Handmutter etwas anzuziehen, so daß der Kegel  $a$  aus dem Planrade wieder zurückgezogen wird.

Alle Planzüge mit Reibkupplungen können bei schweren Schnitten versagen. Sie bieten aber eine nicht zu unterschätzende Sicherheit gegen Zahnbrüche. Dieser Vorzug mag auch mitgewirkt haben, daß selbst mittelschwere Schnelldrehbänke derartige Züge aufweisen. Allerdings muß hierbei die Reibung an genügend großen Scheiben wirken.

## Die Steuerung der Leit- und Zugspindeldrehbänke.

Bei den Leit- und Zugspindeldrehbänken (Abb. 132) ist, wie bereits erwähnt, die Leitspindel nur beim Gewindeschneiden zu benutzen und die Zugspindel bei allen übrigen Dreharbeiten. Die für die verschiedenen Arbeiten bestimmten Züge der Steuerung müssen daher voneinander unabhängig arbeiten können. Aus diesem Grunde sind sie wie bei der einfachen Leitspindelbank zum Öffnen und Schließen als Schloß auszubilden.

Unter Zugrundelegung der obigen Gebrauchsanweisung ist demnach bei den Leit- und Zugspindeldrehbänken für die Leitspindel ein Mutterschloß in die Schloßplatte einzubauen und für die Zugspindel ein Längs- und Planschloß. Hierzu kommt noch ein Handzug für das Einstellen des Werkzeugschlittens.

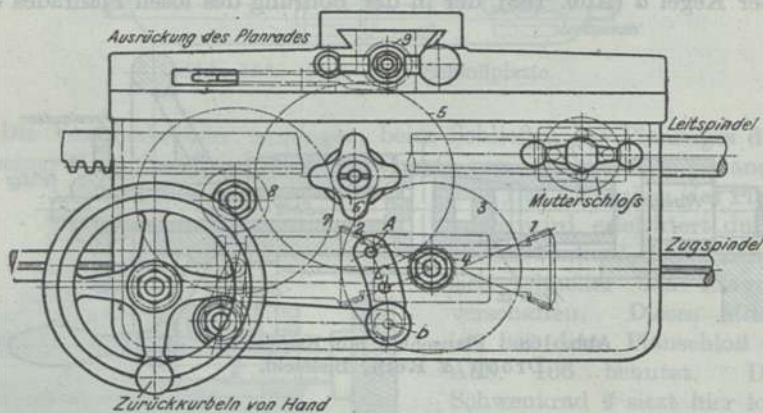


Abb. 169. Plan einer Schloßplatte für eine Leit- und Zugspindelbank.

Die Bedienung einer solchen Schloßplatte verlangt demnach, daß beim Gewindeschneiden die Zugspindel ausgeschaltet und die Leitspindelmutter geschlossen wird. Beim gewöhnlichen Langdrehen hingegen sind Planschloß der Zugspindel und Mutterschloß der Leitspindel zu öffnen, der Längszug der Zugspindel hingegen zu schließen. Beim Plandrehen ist das Planschloß zu schließen, und beide Längszüge sind auszuschalten. Für das Zurückkurbeln und Einstellen des Werkzeugschlittens sind Leit- und Zugspindel auszuschalten.

Die Grundzüge, nach denen man derartige Schloßplatten zu entwerfen und zu prüfen hat, sind:

1. möglichst geringe Räderzahl,
2. möglichst wenig Handgriffe für das Ein- und Ausschalten der Züge,
3. volle Sicherheit in der Bedienung.



Die beiden ersten Bedingungen verlangen eine geschickte und übersichtliche Anordnung der vier Züge, die letzte eine gegenseitige Verriegelung der zu bedienenden Handgriffe.

Eine nach obigen Angaben entworfene Schloßplatte zeigt Abb. 169. Sie besitzt für das Gewindeschneiden mit der Leitspindel ein Mutter-schloß. Die Zugspindel steuert den Werkzeugschlitten durch ein Kegelräderwendegetriebe, von dem die Räder 1 und 2 als verschiebbare Räder abwechselnd in 3 einzurücken sind. Hierzu sitzen beide Räder auf einer Hülse, die durch Feder und Nut mit der Zugspindel verbunden ist. Dieses Wendegetriebe wird durch einen Ausrücker bedient (Abb. 165), der in seinen äußersten Stellungen A und B den Rechts- oder Linksgang des Werkzeugschlittens einstellt und in seiner Mittelstellung C die Zugspindel ausschaltet. Die

Steuerung gestattet daher dem Dreher, den Werkzeugschlitten umzusteuern, ohne daß er zum Wendeherz des Spindelstockes greifen muß, ein Vorzug, der besonders für lange Bänke wertvoll ist. Das Wendegetriebe der Zugspindel treibt hier zugleich den Längs- und Planzug. Den Längszug bilden außer dem Wendegetriebe die Räder 4 und 5, 6 und 7 und das Triebrad 8, das mit der Zahnstange kämmt. Den Planzug vermitteln die Räder 4, 5 und das Planrad 9. Da beide Züge einzeln arbeiten

müssen, so liegt das Schloß für den Plan- und Längszug in den Rädern 5 und 6. Von diesen Rädern darf nämlich beim Plandrehen nur 5 laufen, dagegen beim Langdrehen beide. Diese Bedingung ist in der Weise gelöst, daß 6 fest auf dem Zapfen sitzt und sich mit dem losen Rade 5 durch eine Reibkupplung R kuppeln läßt (Abb. 170). Sie wird durch Anziehen des Handschlüssels eingerückt. Bei dieser Steuerung ist daher beim Langdrehen die obige Kupplung zu schließen und das Planrad 9 auszurücken, so daß 4 mit 5, 6 mit 7 und 8 mit der Zahnstange arbeiten kann. Für das Plandrehen ist die Kupplung zu lösen und 9 einzurücken, so daß 4, 5 und 9 arbeiten.

Prüft man diese Schloßplatte auf ihre Bedienung, so sind, um die Zugspindel zu benutzen, im ungünstigsten Falle 4 Ausrücker zu untersuchen. Dabei bietet sie wenig Sicherheit gegen fahrlässiges Einrücken der einzelnen Züge. Als Vorzug wäre zu rühmen, daß bei ihr durch die weitgehende Vereinigung von Plan- und Längszug nur wenig Räder kämmen.

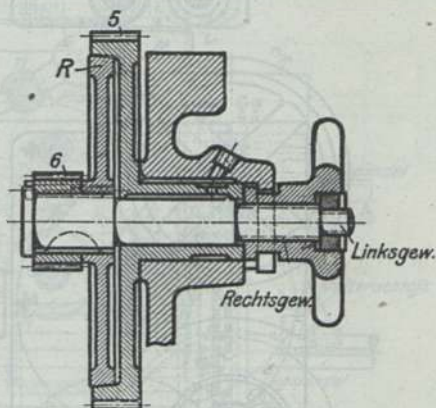


Abb. 170. Längsschloß.

Ein schönes Beispiel, welche Mittel der Werkzeugmaschinenbau benutzt, eine einfache und sichere Bedienung zu erreichen, zeigt die Schloßplatte der Magdeburger Schnelldrehbank in Abb. 171 bis 173

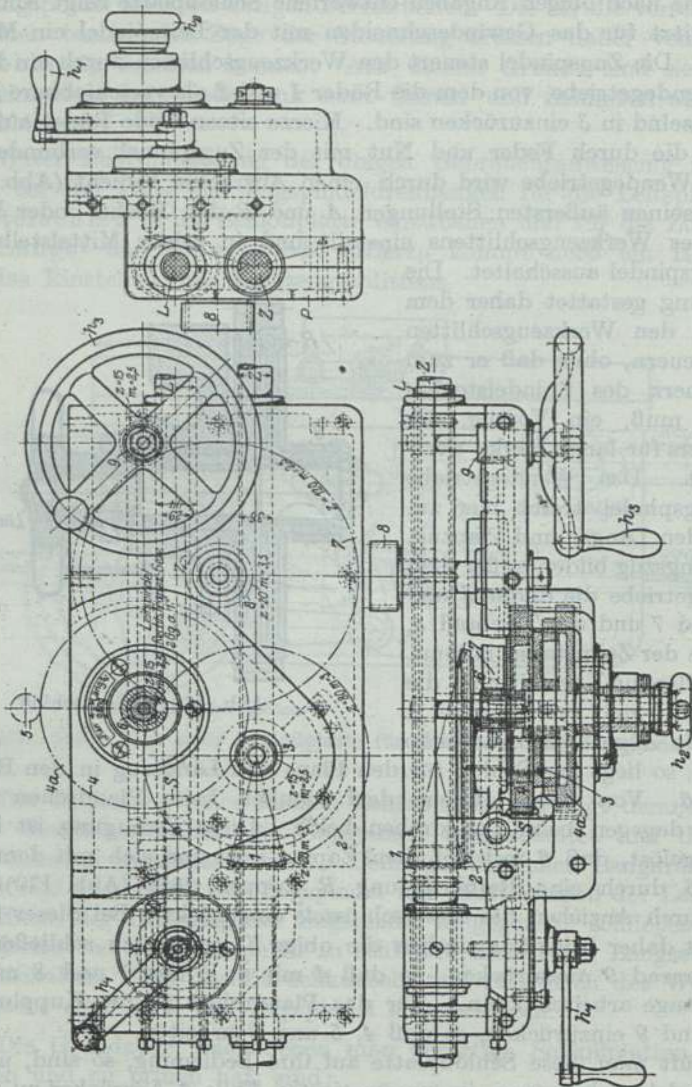


Abb. 171 bis 173. Magdeburger Schloßplatte.

Mit dem Griff  $h_1$  wird das Mutterschloß ein- und ausgerückt. Der Planzug besteht aus den Rädern 1 bis 5 und der Längszug aus den Rädern 1 bis 4, 6 bis 8 und der Zahnstange Z am Bett der Bank. Mit dem Handrade  $h_3$ , das mit  $\frac{9}{7}$  auf das Zahnstangengetriebe wirkt, läßt sich der

Werkzeugschlitten einstellen. Das Schloß liegt im Rade 4, das als Doppelkegelkupplung ausgebildet ist. Der Planzug wird durch Linksdrehen des Handschlüssels  $h_2$  eingerückt, wobei 4 die Plansteuerung 4 a kuppelt. Der Längszug schließt durch Rechtsdrehen des Handschlüssels  $h_2$ , der zunächst den Planzug zwangsläufig auslöst und hierauf 4 mit 6 kuppelt. Es arbeiten daher 1 mit 2, 3 mit 4, 6 mit 7 und 8 mit der Zahnstange. Der Vorzug dieses Schlosses liegt darin, daß ein gleichzeitiges Einrücken beider Selbstzüge ausgeschlossen ist. Die Radbolzen sind in der Schloß- und Gegenplatte  $P$  doppelt gelagert und bieten Gewähr für ruhigen Gang der Räder. Die Schloßplatte hat für die 4 Züge nur die 2 Handgriffe  $h_1$  und  $h_2$  und das Handrad  $h_3$ , während hierzu in Abb. 169 5 Handgriffe nötig waren. Dazu sperren sich die

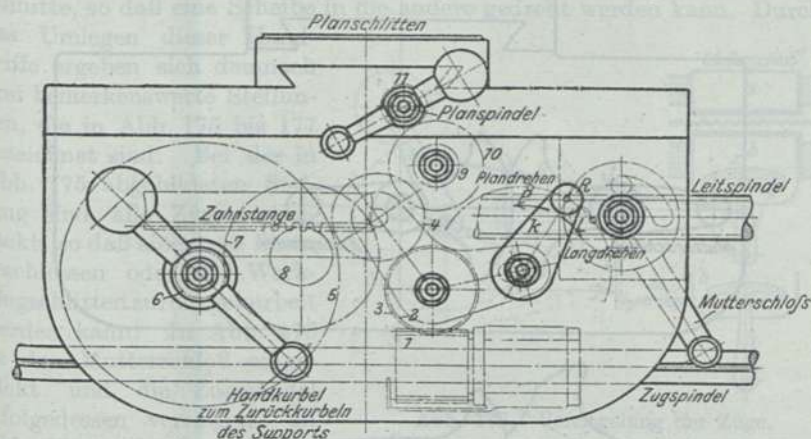


Abb. 174. Plan einer Schloßplatte. 250 mm Spitzenhöhe.

Räder:  $z_1=22$ ,  $M=4$ ,  $z_3=z_4=40$ ,  $z_5=120$ ,  $M=2,25$ .  $z_6=20$ ,  $z_7=60$ ,  $M=2,5$ .  $z_8=15$ ,  $M=4$ .  
 $z_9=20$ ,  $z_{10}=40$ ,  $z_{11}=20$ ,  $M=2,25$ .

Griffe  $h_1$  und  $h_2$  gegenseitig, so daß volle Betriebssicherheit erreicht ist (S. 117).

Die gleiche Sicherheit in der Bedienung ist in Abb. 174 mit dem Schwenkrad 4 erreicht. Es ist für den Plangang in 9 und für den Längsgang in 5 einzuschwenken. Hierzu sitzt es an einem Winkelhebel, der durch den Ausrücker  $k$  umzulegen ist. Bei dieser Schloßplatte wird demnach der Plangang durch das Schneckengetriebe 1, 2 und die Stirnräderpaare 3 und 4, 4 und 9, 10 und 11 vollzogen. Den Längsgang bewirken die Räderpaare 1 und 2, 3 und 4, 4 und 5, 6 und 7 und das Zahnstangengetriebe 8. Von ihnen sind die Räder 7 und 8 in einem zweiten Schilde gelagert, der auch als Stütze für die übrigen Zapfen dient. Die Bedienung der Zugspindel erstreckt sich daher nur auf das Umlegen des Ausrückers  $k$  auf eine der drei Stellungen  $L$ ,  $P$  und  $R$ . Von diesen ist auf  $L$  der Längsgang, auf  $P$  der Plangang eingerückt, während auf  $R$

die Zugspindel ausgerückt ist. Es ist deshalb ausgeschlossen, beide Züge der Zugspindel gleichzeitig einzurücken. Der Werkzeugschlitten wird auch hier durch das Wendeherz im Spindelstock umgesteuert. Durch den gemeinsamen Schneckenantrieb des Plan- und Längszuges ist die Räderzahl sehr beschränkt. Es fehlt allerdings jede Sicherheit gegen Zahnbrüche, die sich aber durch eine Sicherheitskupplung im Antriebe der Zugspindel schaffen läßt (Abb. 124).

#### Die Verriegelung der Züge.

Verfolgt man die Entwicklung der Drehbänke, so zeigt sich vielfach das Bestreben, sie für alle Arbeiten einzurichten. Bei derartigen

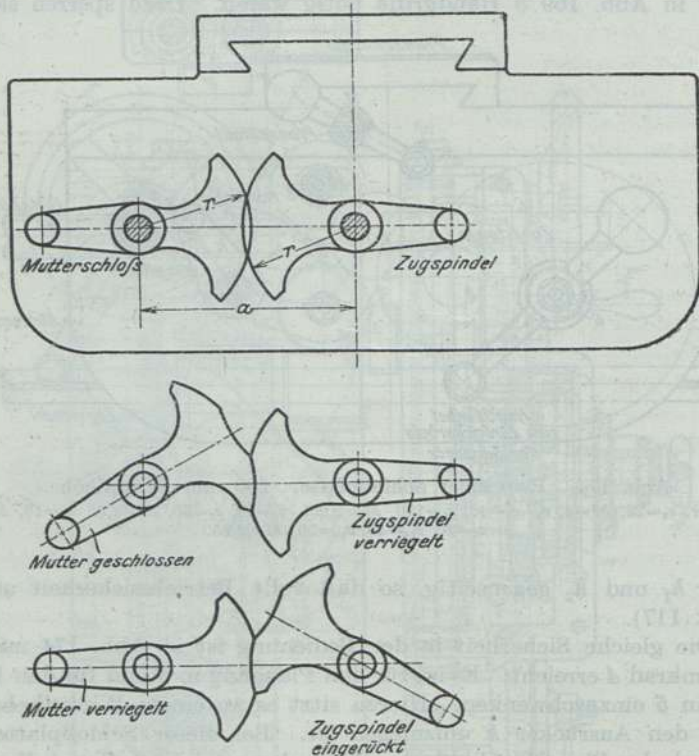


Abb. 175 bis 177. Verriegelung der Leit- und Zugspindel.  
J. E. Reinecker, Chemnitz.

Drehbänke für allgemeine Zwecke kommt daher eine Menge Handgriffe zusammen, so daß es zweifelhaft erscheint, ob ein Durchschnittsarbeiter jederzeit die erforderliche Übersicht über seine Maschine hat. Besonders erschwert wird ihm dies in der Massenherstellung, wo er meistens mehrere Maschinen zu bedienen hat. Bei dieser Vielseitigkeit der Drehbänke ist

man gezwungen, Sicherheitsvorrichtungen zu treffen, durch die sich die einzelnen Handgriffe der Schloßplatte gegenseitig sperren. Unter dieser Voraussetzung kann der Arbeiter keine Fahrlässigkeiten begehen.

Um die Züge der Leit- und Zugspindel gegenseitig zu sperren, sind sie derartig einzurichten, daß bei eingerücktem Mutterschloß die Züge der Zugspindel ausgerückt und verriegelt sind. Sie dürfen daher nicht eher einzuschalten sein, bis die Mutter geöffnet ist.

Eine derartige zwangsweise Verriegelung läßt sich in der in Abb. 175 angegebenen Weise erreichen. Die zum Schließen der Leit- und Zugspindelzüge dienenden Handgriffe sind mit Scheiben vom Halbmesser

$r > \frac{a}{2}$  ausgestattet. Sie besitzen ihrem Halbmesser entsprechende Aus-

schnitte, so daß eine Scheibe in die andere gedreht werden kann. Durch

das Umlegen dieser Hand-

griffe ergeben sich demnach

drei bemerkenswerte Stellungen,

die in Abb. 175 bis 177

gezeichnet sind. Bei der in

Abb. 175 abgebildeten Stellung

sind alle Züge ausgerückt,

so daß einer von ihnen geschlossen

oder der Werkzeugschlitten zurückgekurbelt

werden kann. In Abb. 176

ist das Mutterschloß eingerückt

und die Zugspindel infolgedessen verriegelt.

In Abb. 177 ist der Längs- oder

Plangang der Zugspindel eingerückt

und die Leitspindel verriegelt.

Die Verriegelung der Züge ist in

Abb. 178 durch die Stange  $g$  und

die Sperrkurbel  $S$  erreicht. Steht

der Griff  $h_2$  des Schwenkrades  $4$  auf

Langdrehen ( $L$ ), so steht die Kurbel  $S$

bei  $1$  und sperrt mit dem Zapfen  $Z$

die Mutter. Beim Plandrehen steht  $h_2$

auf  $P$  und  $S$  in der Sperrstellung  $2$ .

Soll Gewinde geschnitten werden, so

muß  $h_2$  auf  $R$  stehen, damit die

Mutter geschlossen werden kann. Der

Sperrzapfen  $Z$  kommt dann in die

Mittelnut des Mutterbackens  $b$  und

sperrt so den Hebel  $h_2$ .

Eine einfache Verriegelung ist auch

bei der Magdeburger Schloßplatte in

Abb. 171 mit dem Sperrhebel  $S$  getroffen.

Wird das Schloß (Abb. 173) auf Lang- oder

Plandrehen eingestellt, so legt sich

der Sperrhebel  $S$  in die Mutter und

sperrt sie. Steht  $h_2$  auf Mitte, so

faßt die geschlossene Mutter in den

linken Schlitz von  $S$  und sperrt

damit das Kuppelrad  $4$ .

Im Anschluß an diese Besprechung

soll die Schloßplatte einer Drehbank

von 210 mm Spitzenhöhe der Firma

Gebr. Böhringer, Göppingen, behandelt

werden (Abb. 179 bis 186).

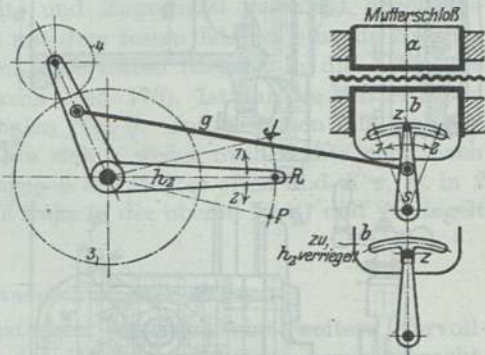


Abb. 178. Verriegelung der Züge.

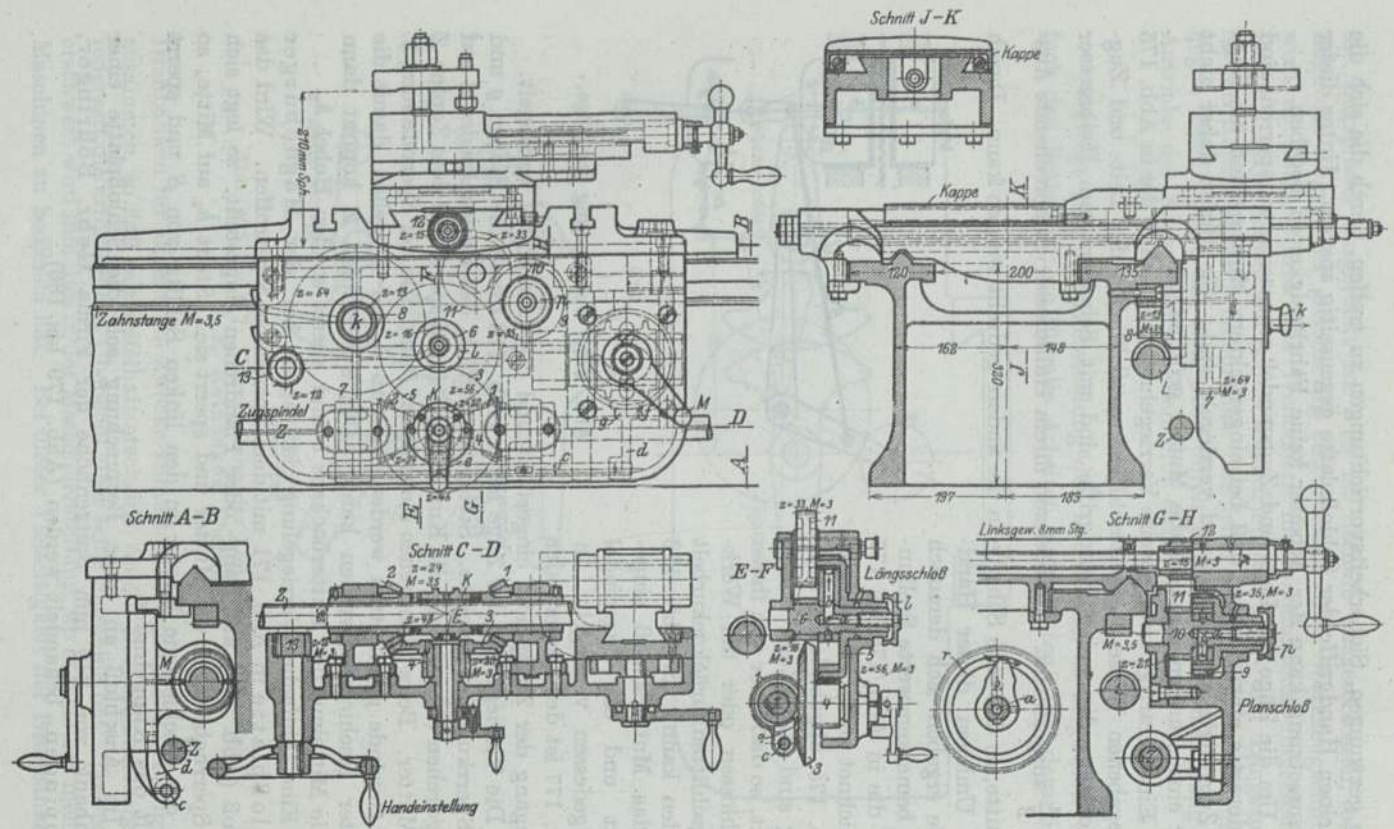


Abb. 179 bis 186. Werkzeugschlitten mit Schloßplatte. Gebr. Böhringer, Göppingen.

Die Schloßplatte zeigt eine gewisse Verwandtschaft mit den bereits bekannten. Das Mutterschloß *M* dient auch hier zum Gewindeschneiden. Der Längszug besteht aus dem Wendegetriebe 1, 2, 3, sowie den Rädern 4 bis 8 und der Zahnstange. Er zeigt eine praktische Neuerung dadurch, daß der Zahnstangentrieb 8 mit dem Knopf *k* zurückgezogen werden kann, so daß die Räder beim Gewindeschneiden nicht mitlaufen (Abb. 181). Der Planzug setzt sich aus den Rädern 1 bis 5 und 9 bis 12 zusammen. Das Längsschloß liegt in den Rädern 5 und 6, das Planschloß in den Rädern 9 und 10. Sie bestehen beide aus einer Reibkupplung, die in Abb. 184 das Rad 5 mit 6 und in Abb. 186 das Rad 9 mit 10 kuppelt. Wird nämlich der Schlüssel *l* oder *p* angezogen, so drücken die Stäbe *a*, *b* den Reibring *r* im Sinne der Pfeile auseinander und kuppeln so das Rad 5 oder 9. Bei diesen Kupplungen wirkt die Reibung am größten Hebelarm und schützt vor Zahnbrüchen.

Die Verriegelung der Leit- und Zugspindel geschieht durch die Stange *c* (Abb. 179). Sie faßt mit dem festen Kloben *e* in die Nut der Kupplung *K* (Abb. 184) und mit dem festen Riegel *d* in die T-förmige Nut *f g* des unteren Mutterbackens (Abb. 179). Ist nun die Mutter zu, so steht der Riegel *d* in der schmalen Nut *g*. Infolgedessen läßt sich die Kupplung *K* nicht einrücken, da sich *c* weder nach rechts noch nach links verschieben läßt. Ist hingegen die Mutter offen und *K* z. B. in 2 eingerückt, so sitzt der Riegel *d* links in der oberen Nut *f* und verriegelt so das Mutterschloß.

#### Die Selbstausrückung der Züge.

Das vorhin erwähnte Bestreben hat noch eine weitere Vervollkommnung in der Steuerung des Werkzeugschlittens hervorgebracht. Die Massenherstellung verlangt nämlich von den Erzeugnissen ihrer Maschinen gleiche Arbeitslängen. Um dieser Forderung gerecht zu werden, muß der Werkzeugschlitten stets an derselben Stelle stillgesetzt werden. Soll dabei aus Gründen der Wirtschaftlichkeit der Arbeiter mehrere Maschinen zugleich bedienen, so ist für die Züge der Zugspindel eine Selbstausrückung einzurichten. Sie sichert die bei Massenerzeugnissen stets erforderlichen gleichen Arbeitslängen, ohne daß man von der Gewissenhaftigkeit des Arbeiters abhängig ist.

Die Selbstausrückung der Züge kann in dem Antriebe der Zugspindel liegen (Abb. 187). Die Stufenrolle 1, die von der Arbeitsspindel betrieben wird, treibt hier durch das Vorgelege 2, 3 die Zugspindel. Die Selbstausrückung wird mit dem Rade 3 vollzogen und zwar durch Zurückziehen der Kupplung *K*. Die Schloßplatte schiebt nämlich an der Arbeitsgrenze durch den Anschlag *a* die Zugspindel nach links und mit ihr auch die Kupplung *K*. Die Folge ist, daß das lose Rad 3 entkuppelt und die Zugspindel stillgesetzt wird. Kurbelt man den Werkzeugschlitten zurück, so schaltet sich die Zugspindel unter dem Druck der Feder *f* wieder ein.

Statt der Verschiebung der langen Zugspindel läßt sich bequemer ihr Kegelrad *1* entkuppeln (Abb. 188). Stößt der Werkzeugschlitten mit der Ausrückstange *s* gegen einen der verstellbaren Anschläge *a*<sub>1</sub>, *a*<sub>2</sub>

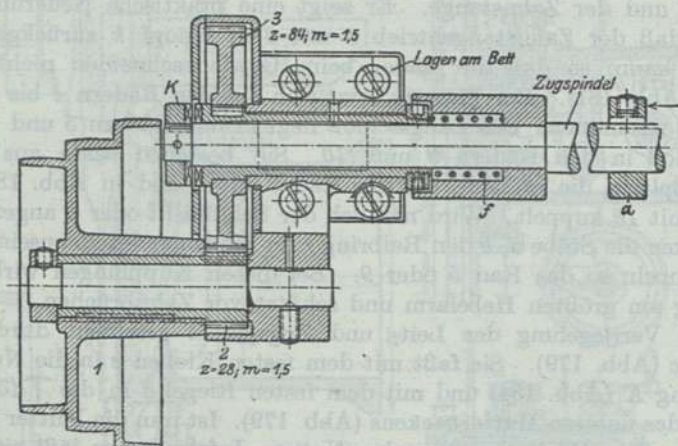


Abb. 187. Selbstausrückung der Zugspindel. Ludw. Loewe & Co., Berlin.

des Bettes, so hebt das Schloß *m* den Winkelhebel *w* an, der die Kuppung *k* aus *1* zurückzieht. Damit ist der Vorschub ausgerückt. Beim Zurückkurbeln des Schlittens stellen die Federn *f* das Schloß *m* wieder

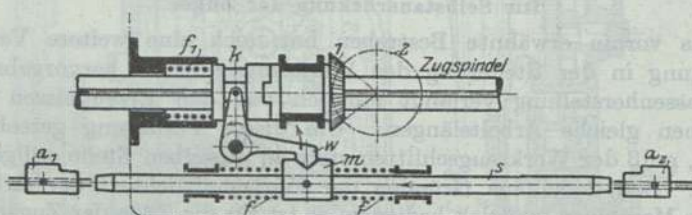


Abb. 188. Selbstausrückung der Zugspindel.

ein, während *f*<sub>1</sub> die Kupplung *k* einrückt. Damit springt auch *w* wieder auf die Nut von *m* ein.

#### Der Antrieb der Leit- und Zugspindel.

Für den Selbstgang des Werkzeugschlittens ist die Leitspindel oder die Zugspindel vom Spindelstock aus anzutreiben. Zum Antriebe der Zugspindel dienen Riemen oder Räder oder auch Zahnketten. Bei der Leitspindel sind stets Räder anzuwenden, sobald es sich um das Gewindeschneiden handelt. Die neuzeitliche Anordnung ist, daß beide Spindeln durch dasselbe Räderwerk angetrieben werden, das nach Bedarf auf die Leitspindel oder auf die Zugspindel umgeschaltet werden



kann. Auf diese Weise wird der Leerlauf der Spindeln vermieden (Tafel V).

Das Gewindeschneiden stellt an den Leitspindelantrieb noch einige besondere Bedingungen. Wie bereits früher erwähnt, müssen die Wechselräder dieses Antriebes Satzräder sein. Für das Schneiden von Rechts- und Linksgewinde ist die Leitspindel durch das Wendeherz umzusteuern.

Es bleibt nur noch das Schneiden von steilem Gewinde zu besprechen, für das manche Drehbänke eine besondere Einrichtung haben. Diese Bänke treiben beim Schneiden von gewöhnlichem Gewinde die Leitspindel von der Hauptspindel an und bei steilem Gewinde von der rasch-

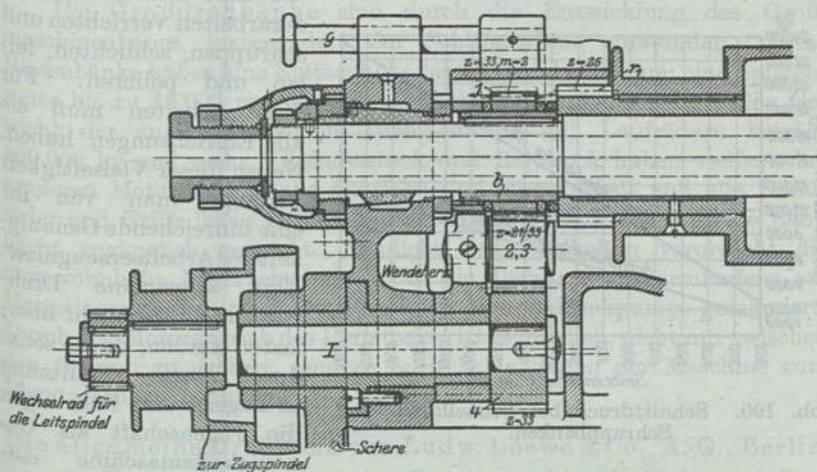


Abb. 189. Wendeherz für gewöhnliches und steiles Gewinde. Gebr. Böhringer, Göppingen.

laufenden Stufenscheibe. Hierzu sitzt auf der Hauptspindel in Abb. 189 die feste Büchse  $b$  mit dem Verschieberad  $I$ , das sich mit dem Griff  $g$  nach rechts mit der Stufenscheibe kuppeln läßt und nach links durch  $b$  mit der Spindel selbst. Das Rad  $I$  treibt über die Herzräder  $2, 3$  das Rad  $4$  auf der Umsteuerwelle  $I$ , von der aus durch Wechselräder die Leitspindel und durch Riemen die Zugspindel angetrieben wird. Haben dabei die Vorgelege im Spindelstock die Übersetzung  $1:10$ , so wird durch das Umschalten von  $1$  auf  $r_1$  der Vorschub für das steile Gewinde verzehnfacht.

In Abb. 72 ist das Verschieberad  $3$  mit dem Kegeleräderwendegetriebe vereinigt so daß es mit dem Griff  $h_7$  auf  $1$  oder  $2$  eingeschaltet werden kann.

## Neuere Drehbankbauarten.

## Allgemeine Drehbanke, Schnelldrehbänke, Schruppdrehbänke, Großdrehbänke.

Im neuzeitlichen Drehbankbau mußte man sich unter dem Einfluß des Schnellstahles und der Entwicklung der Massenherstellung und des Großmaschinenbaues zu verschiedenen Bauarten der Drehbänke entschließen, die man als allgemeine Drehbänke, Schnelldrehbänke, Schruppdrehbänke und Großdrehbänke bezeichnen kann.

Die allgemeine Drehbank ist für allgemeine Zwecke des Maschinenbaues bestimmt. Ihr Wesen liegt also in der Vielseitigkeit ihrer Arbeit. Sie soll lang- und plandrehen, kegeldrehen, bohren und Gewinde schneiden, Sonderarbeiten verrichten und schruppen, schlichten, feilen und polieren. Für diese Arbeiten muß sie alle Einrichtungen haben. Neben dieser Vielseitigkeit verlangt man von ihr eine hinreichende Genauigkeit der Arbeitserzeugnisse. Eine allgemeine Drehbank darf daher nicht überlastet werden, da sie sonst durch starke Abnutzung in Lagern und Führungen die Eigenschaft als Genauigkeitsmaschine einbüßt.

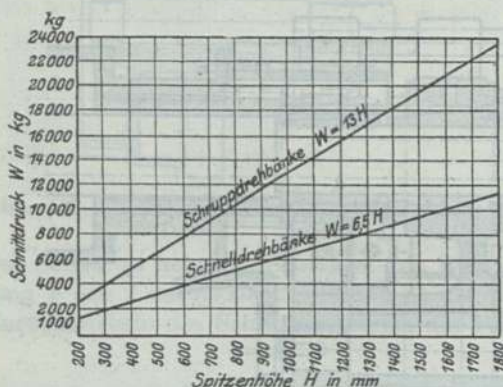


Abb. 190. Schnittdruck bei Schnelldreh- und Schruppbänken.

Sie nutzt daher nur die hohe Schnittgeschwindigkeit und Schnittdauer des Schnellstahles aus, nicht aber seine große Spanleistung.

Die Schnelldrehbank ist nur fürs Schnelldreuen, nicht fürs Schnellschruppen eingerichtet. Nach H. Fischer soll sie einem Schnittdruck gewachsen sein, der das 6,5fache der Spitzenhöhe in Millimetern beträgt (Abb. 190). Dieser Belastung entsprechend müssen ihre Einzelteile gebaut sein. Die äußeren Kennzeichen einer Schnelldrehbank sind daher breite und große Stufenscheiben, breite Räder mit hinreichend großer Übersetzung, großer Geschwindigkeitswechsel, kräftige Spindel und lange Lager mit guter Schmierung, lange Schlitten mit guten Führungen, Leitspindel fürs Gewindeschneiden und Zugspindel fürs Drehen, Schloßplatte mit gesperrten Zügen, Räderkasten für 4 bis 6 Vorschübe mit Selbstausrückung und die wichtigsten Steigungen fürs Gewindeschneiden. Für Bänke mit mehr als 5 PS. soll der Hauptantrieb ein Stufenrädernetriebe sein. Alle Forderungen kann man

an jede neuzeitliche allgemeine Drehbank stellen, die ohne weiteres als Schnelldrehbank bezeichnet werden kann.

Die Schruppbank ist eine vorbereitende Arbeitsmaschine mit großer Spanleistung. Ihre Hauptarbeit erstreckt sich auf das Schruppen von Rundstangen. Die Hauptforderungen sind stärkste Bauart und größte Einfachheit. H. Fischer hat den zulässigen Schnittdruck zu 13 mal Spitzenhöhe in Millimetern ermittelt. Die erste Forderung verlangt, Spitzenhöhe und Spitzenweite möglichst klein zu halten, damit die starken Schruppkräfte am kleinsten Hebelarm wirken, und die Einzelteile sehr stark zu halten. Die Einfachheit der Bank verlangt Geschwindigkeits- und Vorschubwechsel und alle Einzelteile nur fürs Schruppen einzurichten und alles Entbehrliche zu vermeiden.

Die Großdrehbänke sind durch die Entwicklung des Großmaschinenbaues, insbesondere der Schiffsturbine entstanden. Diese Riesenbänke haben eine Spitzenhöhe bis 2500 und 3000 mm, eine Spitzenweite bis zu 16 000 mm und ein Gewicht bis zu 350 000 kg. Das Gewicht der zu bearbeitenden Turbinenwelle mit Laufrädern beträgt 150 000 kg und mehr. Spindelstock und Reitstock haben vielfach besonderen Motorantrieb, alle Getriebe sind eingekapselt und alle Handräder und Griffe leicht faßbar, durch Treppen und Bühnen ist die Bank leicht zugänglich gemacht. Bauliche Schwierigkeiten verursacht die ungewöhnliche Lagerbelastung. Um die Gefahr des Warmlaufens am Hauptlager zu beseitigen, wird es durch eine Öldruckpumpe geschmiert. Durch den Motorantrieb des Reitstockes ist es möglich, nicht nur zwischen den Spitzen zu drehen, sondern auch beide Seiten der Maschine zum Plandrehen zu benutzen.

Die allgemeine Drehbank von Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin.

Als Drehbank für allgemeine Zwecke ist hier die Leit- und Zugspindeldrehbank von Ludw. Loewe & Co., Berlin NW., auf Tafel I, Abb. 1 bis 3 dargestellt.

Der Spindelstock (Tafel II, Abb. 1 bis 4) ist für 9 Geschwindigkeiten eingerichtet. Die dreiläufige Stufenscheibe  $S$  kann allein mit zwei Doppelvorgelegen  $\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{3}$  oder  $\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{10}$  die Bank treiben.

Die Einzelheiten dieses Antriebes sind aus der Abb. 55 bekannt, nur werden die Vorgelegeräder  $R_1, R_2$  verschoben. Hierzu müssen die Vorgelege ausgeschwenkt werden, da sonst die Sperrscheibe  $s$  keine Verschiebung der Räder zuläßt. Der Vorgelegehebel  $h$  ist mit einer Fallsperrung gesichert und der Mitnehmerbolzen  $M$  durch die Feder  $f$ .

Die Endstellungen vom Wendeherz sind durch die Anschläge  $a$  festgelegt. Die Drehspindel läuft in einem nachstellbaren Hauptlager und überträgt den Druck auf das hintere Drucklager.

Der Reitstock hat eine innere Spindel und ist in seiner Bauart aus Abb. 148 bis 151, S. 99, bekannt.

Der Werkzeugschlitten (Tafel III, Abb. 1 bis 6) ist mit dem Längsschlitten  $L$  und dem Planschlitten  $P$  für das Lang- und Plandrehen eingerichtet. Der Oberschlitten gestattet mit der Drehscheibe  $D$  und dem Aufspannschlitten  $A$  das Kegeldrehen mit der Hand. Die Schlittenspindeln  $p$  und  $p_1$  haben Feineinstellung und sind gegen Späne geschützt. Mit dem Griff  $g$  kann der Bettschlitten beim Plandrehen festgeklammt werden.

Bemerkenswert ist die Schloßplatte (Tafel IV, Abb. 1 bis 4). Sie enthält die Züge fürs Lang- und Plandrehen, die mit Selbstausrückung ausgeführt sind, sowie einen Gewindefzug und einen Handzug. Der Längszug besteht aus den Kegelrädern 1, 2, den Stirnrädern 3, 4, 6, 7, 8 und der Zahnstange  $Z_1$ , der Planzug aus den Trieben 1 bis 5. Das Langs- und Planschloß liegt in den Schwenkrädern 4 und 6, die mit einem Zapfen in einer drehbaren Büchse außerschisig gelagert sind. Steht der Hebel  $h_2$  auf Plandrehen, so sind 3, 4, 5 eingeschwenkt mit der Radmitte in  $M_1$ . Steht  $h_2$  auf Langdrehen, so kämmt 3 mit 4 und 6 mit 7 mit der Radmitte in  $M_2$ . Um eine Sicherheit gegen Zahnbrüche zu haben, sind die Räder 4 und 6 durch eine große Reibkupplung (Abb. 170) gekuppelt. Das Mutterschloß wird auch hier mit dem Griff  $h_1$  ein- und ausgerückt. Die Verriegelung der Züge der Zug- und Leitspindel geschieht durch die Stange  $s_1$  und die Sperrkurbel  $k$  nach Abb. 178. Die Selbstauslösung der Längsvorschübe besorgt die Ausrückstange  $s_2$ , die gegen die Anschläge des Bettes stößt. Dadurch hebt das Schloß  $m$  den Winkelhebel  $w$  an und rückt die Längskupplung  $K_1$  aus (s. auch Abb. 188). Neu ist die Selbstausrückung der Planvorschübe, die mit der Kupplung  $K_2$  vollzogen wird. Stellt man  $h_2$  auf Plandrehen, so rückt die Stange  $s_3$  mit der Kurbel  $w_1$  die Plankupplung  $K_2$  in das Kegelrad 1 ein. Gleichzeitig hebt der Daumen  $d$  von  $w_1$  die Kurbel  $w$  aus, die  $K_1$  zurückzieht. Die Selbstausrückung besorgt der Planschlitten  $P$  selbst (Tafel III). Er stößt mit der Stellschraube  $a$  gegen einen Anschlag, z. B.  $a_4$ , und schiebt die Ausrückstange  $s_4$  nach rechts. Das Schloß  $m_1$  drückt mit dem Stab  $s_5$  die Stange  $s_6$  nach unten, die mit den Hebeln  $h_4$ ,  $h_5$  die Kupplung  $K_2$  ausrückt und damit den Plangang stillsetzt. Mit dem Einrücken des Planzuges stellt die Stange  $s_3$  diese Ausrückvorrichtung ein. Die Schloßplatte entspricht also den höchsten Ansprüchen auf Sicherheit in der Bedienung und gegen Radbrüche sowie Selbstauslösung der Vorschübe. In der Nut des Bettes lassen sich zwischen den Anschlägen  $a$  noch wegklappbare  $b$  anbringen, so daß Werkstücke mit mehreren Absätzen selbsttätig auf genaue Längen gedreht werden können.

Der Vorschub wird vom Rade  $r_4$  auf der Drehspindel hergeleitet. (Tafel II, Abb. 1 und 3.) Das Wendeherz treibt mit  $r_5$ ,  $r_6$ ,  $r_7$  die Welle  $w$ , die entweder durch die äußeren Wechselräder oder durch die inneren Räder  $r_8$ ,  $r_9$ ,  $r_{10}$  auf das Ziehkeilgetriebe wirkt (Tafeln V, VI und VII). Der Handgriff  $h_5$  stellt bei I den Antrieb über  $r_8$ ,  $r_9$ ,  $r_{10}$  ein; bei II bringt er das Verschieberad  $r_{10}$  außer Eingriff,

d. h. er löst den Vorschubantrieb aus. In der Stellung *III* ist die Kupplung *k* eingerückt, so daß die äußeren Wechselräder den Vorschubantrieb vollziehen. Das Ziehkeilschaltwerk  $r_{11}$  bis  $r_{20}$  zwischen *I* und *II* (Tafel VII) ist für 5 Schaltungen eingerichtet, die mit  $h_6$  auf *I* bis 5 eingestellt werden. Von der Welle *II* aus kann die Leitspindel *L* oder die Zugspindel *Z* betrieben werden. Steht  $h_7$  auf *L*, so kämmt das Verschieberad  $r_{21}$  mit  $r_{22}$  auf der Leitspindel *L*, steht  $h_7$  auf *Z*, so greift  $r_{21}$  in  $r_{23}$  ein und treibt über dieses Zwischenrad die Zugspindel mit  $r_{24}$ . Für das Drehen sind ohne weiteres 5 Vorschübe vorhanden, deren Zahl durch die äußeren Wechselräder aber noch erhöht werden kann. Der Zugspindeltrieb durch die Wechselräder gestattet auch, Plangewinde zu schneiden. Als Schutz für das Räderwerk ist auch in dem Zugspindeltrieb eine Sicherheitskupplung vorgesehen. Das Rad 24 sitzt nämlich auf einer Büchse *b* (Tafel VI), in der die Zugspindel *Z* lose läuft. Die kräftige Druckfeder *f* drückt die Kuppelmuffe *m* der Zugspindel gegen die Büchse *b*, so daß die Zugspindel *Z* durch Reibung gekuppelt wird. Wird die Bank zu stark belastet, so setzt die Kupplung aus. Durch Anziehen der äußeren Kappe *k* kann die Durchzugskraft der Kupplung geregelt werden.

Die Schnelldrehbank der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, A.-G., Magdeburg-Neustadt.

Die Magdeburger Schnelldrehbank (Abb. 132 und 133) hat als Hauptantrieb eine Stufenscheibe mit zwei Doppelpädervorgelegen, deren Anordnung aus den Abb. 55 und 56 bekannt ist. Dieser Antrieb kann auch durch ein Stufenrädernetz ersetzt werden. Die Drehspindel läuft in dem Hauptlager mit Kegelschale, in die zum gleichmäßigen Anliegen außerachsig Nuten eingefräst sind. Der Hauptdruck wird am Endlager durch ein Kugellager und der Spindelzug durch die Druckringe  $d_1, d_2$  aufgenommen. Das Querschlagen der Spindel beseitigt man durch Nachstellen des Hauptlagers und das Längsschlagen durch Anziehen der Ringmutter *m*. Das Schmieren besorgen federnd gelagerte Ölrollen. Der Werkzeugschlitten ist aus den Abb. 152 und 153, bekannt und die Schloßplatte aus den Abb. 171 bis 173. Der Schlitten zeigt außer kräftigen Formen lange Führungen. Die Schloßplatte enthält die Züge fürs selbsttätige Lang- und Plandrehen mit der Zugspindel und das Mutterschloß fürs Gewindeschneiden mit der Leitspindel. Die Züge und das Mutterschloß sperren sich gegenseitig, so daß Fahrlässigkeiten ausgeschlossen sind. Der Antrieb der Leit- und Zugspindel liegt im Spindelkasten (Abb. 55 und 56). Für gewöhnliche Gewindesteigungen und fürs Drehen wird er von dem Spindelrade hergeleitet, für steile Gewinde wird mit der Kurbel  $h_4$  (Abb. 56) das Zwischenrad *r* auf das Stufenscheibenrad  $r_2$  eingerückt. Damit erhöhen sich die Steigungen auf das Vier- oder Vierzehnfache. Der Rechts- und Linkslauf der Schaltspindeln ist durch das Kegelrädernetz vorgesehen, das mit  $h_5$

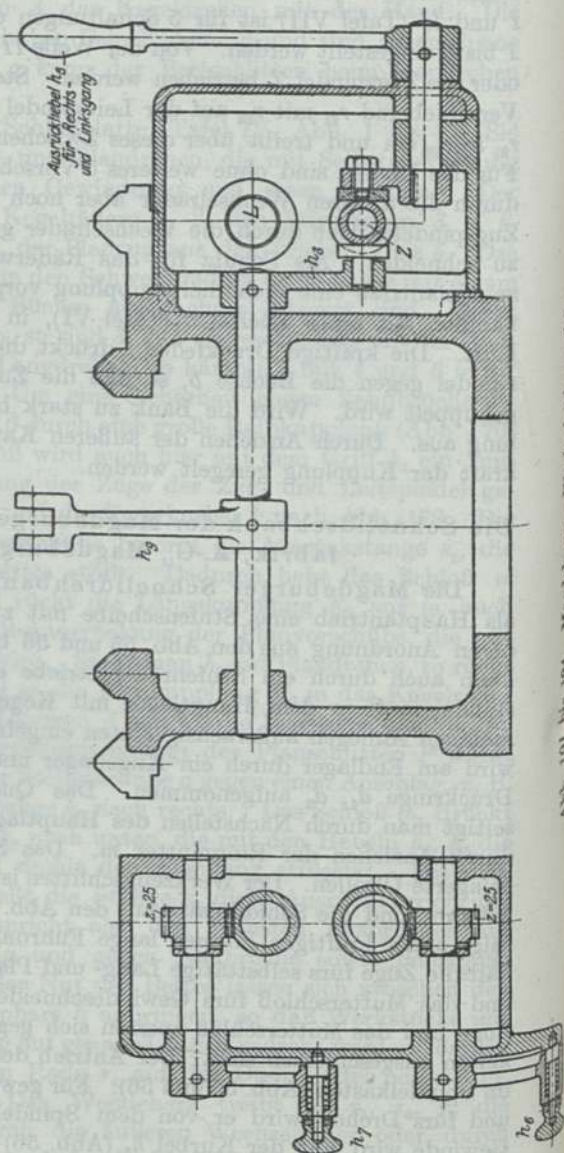
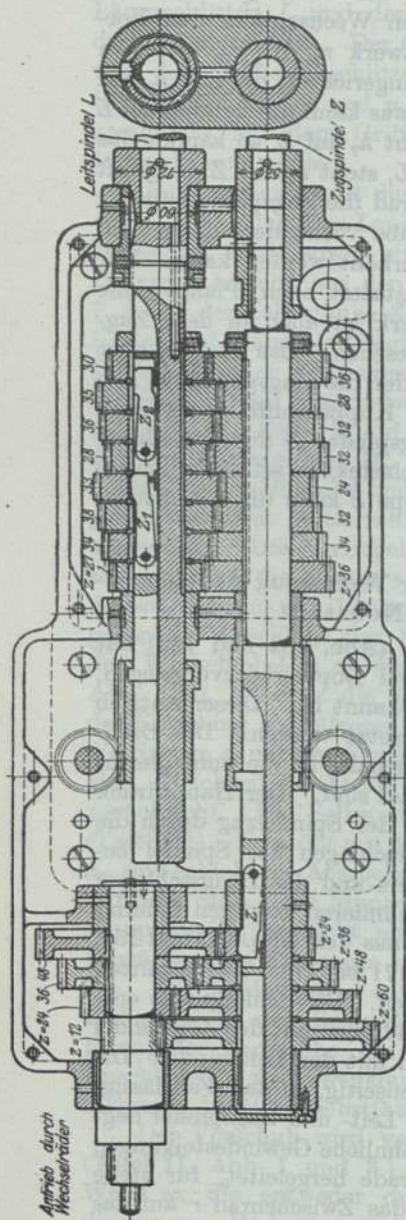


Abb. 101 bis 104. Messerschneid- und Schneidwerkzeuge.

(Abb. 152) umgeschaltet wird. Die Bank arbeitet daher lang und plan nach beiden Richtungen. Der Wechselräderekasten (Abb. 191 bis 194) enthält ein linkes und ein rechtes Ziehkeilschaltwerk. Das linke Schaltwerk ist für 4 Schaltungen eingerichtet, die mit der Kurbel  $h_6$  eingestellt werden und auf die Zugspindel gelangen. Das rechte Schaltwerk ist für die Leitspindel und gestattet 8 Schaltungen mit der Kurbel  $h_7$ . Die beiden Ziehkeile  $z_1, z_2$ , von denen immer einer ausgerückt ist, gestatten kurze Schaltwege und damit eine gedrungene Bauart des Räderekastens. Durch die Hintereinanderschaltung beider Getriebe stehen für die Leitspindel  $4 \times 8 = 32$  Schaltungen zur Verfügung. Die Bank kann daher mit 4 Vorschüben lang- und plandrehen und alle gebräuchlichen Gewinde schneiden. Der Vorschubwechsel verlangt nur, die Kurbeln  $h_6$  und  $h_7$  nach einer Vorschub- und Gewindetafel einzustellen. Ist die hohe Steigung ausgeschaltet, d. h. steht  $h_4$  rechts, so können die Kurbeln während des Laufens der Maschine geschaltet werden, nur soll mit  $h_5$  das Kegelwendegetriebe ausgerückt werden. Bei hoher Steigung soll man die Hebel  $h_5, h_6, h_7$  nur beim Stillstand der Maschine verstellen.

Das Selbstausrücken der Vorschübe beim Langdrehen und Gewindeschneiden besorgt die Bank mit der Zugspindel. Der Werkzeugschlitten stößt an der Arbeitsgrenze gegen die Anschläge  $a$  und verschiebt die Zugspindel nach rechts oder links. Hierdurch wird mit den inneren Hebeln  $h_8, h_9$  und der Zugstange  $Z$  die Kupplung  $k$  aus dem Kegelräderwendegetriebe (Abb. 194) zurückgezogen. Die Bank besitzt alle Einrichtungen, die man von einer Schnelldrehbank erwarten kann.

Die Schnelldrehbank von H. Wohlenberg, Hannover.

Die Wohlenberger Schnelldrehbank (Tafel VIII) hat für die Haupt- und Vorschubbewegung Räderantriebe.

Der Stufenrädereantrieb (Tafel IX bis XI) gestattet 16 Geschwindigkeiten, die mit 16 Rädern, 7 Reibkupplungen und 1 Zahnkupplung erreicht sind (Abb. 4). Die Welle  $I$  treibt nämlich die Welle  $II$  mit 4 Geschwindigkeiten durch die Vorgelege  $\frac{r_1}{R_1}, \frac{r_2}{R_2}, \frac{r_3}{R_3}, \frac{r_4}{R_4}$ .

Diese 4 Geschwindigkeiten können durch Umschalten von  $k_3$  entweder durch  $\frac{r_5}{R_5}$  oder durch  $\frac{r_6}{R_6}$  auf die Laufbüchse  $L$  gelangen und durch Einschalten von  $k_4$  auf die Drehspindel  $III$ , die somit von  $L$  8 Geschwindigkeiten empfängt. Schaltet man noch  $k_4$  auf  $R_8$  um, so treibt die Laufbüchse  $L$  über  $\frac{r_7}{R_7}, \frac{r_8}{R_8}$  die Drehspindel  $III$  nochmals mit 8 Geschwindigkeiten, so daß sich die Geschwindigkeitsreihe auf 16 stellt.

Die ersten Kuppelräder  $R_1$  bis  $R_4$  sitzen hier auf  $II$ , so daß die Reibung den größten Hebelarm findet und so ein Durchziehen der Kupp-

lungen sichert. Zum Einschalten der 4 Kupplungen dienen die beiden Hebel  $h_1$  und  $h_2$ , die mit je einer Gabel die Kuppelmuffen  $k_1$  und  $k_2$  fassen. Gegen Fahrlässigkeiten sind die beiden Handhebel verriegelt. Sobald nämlich  $h_2$  nach rechts herumgelegt wird, faßt der Riegel  $r$  in die Brust des Sperrhebels von  $h_1$  (Tafel X, Abb. 5).

Die letzten 4 Kupplungen werden mit den Hebeln  $h_3$  und  $h_4$  gefahrlos geschaltet. Dabei ist die gegenseitige Lage der Kupplungen so getroffen, daß  $h_1$  in  $h_3$  und  $h_2$  in  $h_4$  liegen kann. Die Hauptspindel III läuft in nachstellbaren Ringschmierlagern und ist nach beiden Richtungen durch die Druckschraube  $s$  und Druckringe festgelegt (Abb. 141).

Der Vorschub wird von der Hauptspindel III abgeleitet und zwar bei gewöhnlichem Gewinde von  $r_9$  und bei steilem Gewinde von  $r_7$  (Abb. 1, X). Hierzu ist  $r_{10}$  mit dem Knopf  $h_6$  zu verschieben (Abb. 2, X). Umgesteuert wird der Vorschub durch das Kegelräderwendegetriebe  $r_{11}$ ,  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  durch Umschalten von  $k_5$  mit dem Hebel  $h_6$  (Abb. 2, Tafel XI).

Die äußeren Wechselräder 1, 2, 3 übertragen den Vorschubantrieb auf das Mäander-Getriebe (Abb. 1 bis 4, Tafel XII), dessen 5 Schwenkräder 6, 5, 8, 9 und 12 auf das Verschieberad 13 einzeln einzuschalten sind. Das Rad 13 treibt ein 8 stufiges Norton-Getriebe (Abb. 5 und 6, Tafel XII), das sich entweder auf die Leitspindel oder die Zugspindel einschalten läßt. Durch die 5 Schaltungen des Mäander-Getriebes und die 8 Schaltungen des Norton-Getriebes sind  $5 \times 8$  Vorschübe möglich.

Das Mäander-Getriebe hat mit dem Norton-Getriebe die einschwenkbare Stelltasche gemeinsam, die aber nicht verschiebbar ist. Auf ihrem Zapfen Z sitzen als Schwenkräder 2 Blockräder 5 und 6, 8 und 9 und das Einzelrad 12. Die fehlende Verschiebbarkeit der Tasche ist durch das Verschieberad 13 ersetzt, das sich mit einem Schieber vor jedes der 5 Schwenkräder bringen läßt, so daß die Tasche eingeschwenkt werden kann. Hierdurch entsteht eine Art Zickzack-schaltung.

Lfd. Nr.	Schaltung	Übersetzung
1	Rad 13 vor Rad 6	$\frac{4}{5} \cdot \frac{6}{13} = \frac{60}{30} \cdot \frac{60}{60} = 2$
2	„ 13 „ „ 5	$\frac{4}{5} \cdot \frac{5}{13} = \frac{60}{30} \cdot \frac{30}{60} = 1$
3	„ 13 „ „ 8	$\frac{7}{8} \cdot \frac{8}{13} = \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{60} = \frac{1}{2}$
4	„ 13 „ „ 9	$\frac{7}{8} \cdot \frac{9}{13} = \frac{30}{60} \cdot \frac{30}{60} = \frac{1}{4}$
5	„ 13 „ „ 12	$\frac{7}{8} \cdot \frac{9}{10} \cdot \frac{11}{12} = \frac{30}{60} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{60}{60} = 1$



Bei dem Norton-Getriebe kann das Zwischenrad 15 mit der auf 4 verschiebbaren Tasche auf jedes der Stafflräder 16 bis 23 auf *B* eingeschwenkt und so die 8fache Schaltung erreicht werden.

Für das abwechselnde Einschalten der Leitspindel und der Zugspindel ist das verschiebbare Doppelrad 25, 27 auf *C* vorgesehen. Für die Leitspindel ist 25 auf 26 und für die Zugspindel durch Verschieben 27 auf 28 einzuschalten.

Die Schloßplatte (Abb. 2 bis 8, Tafel XIII) hat für das Gewindeschneiden mit der Leitspindel ein Mutterschloß, das mit dem Handgriff  $h_1$  eingerückt werden kann. Der Längszug besteht aus dem Kegelräderwendegetriebe  $r_1, r_2, r_3$  und den Stirnrädern  $r_4$  bis  $r_{10}$ , von denen  $r_{10}$  mit der Zahnstange des Bettes kämmt. Der Planzug setzt sich aus  $r_1$  bis  $r_5$  und  $r_{11}$  bis  $r_{12}$  zusammen. Das Schloß liegt in den Rädern  $r_8$  und  $r_{11}$ , die in einer um *Z* drehbaren Wippe *w* untergebracht sind. Wird sie mit dem Handgriff  $h_2$  auf *L* eingestellt, so kommt  $r_8$  mit  $r_2$  in Eingriff und schließt den Längszug. Stellt man  $h_2$  auf *P* ein, so schaltet  $r_{11}$  mit  $r_{12}$  den Planzug ein. Sobald der Plan- oder Längszug der Zugspindel

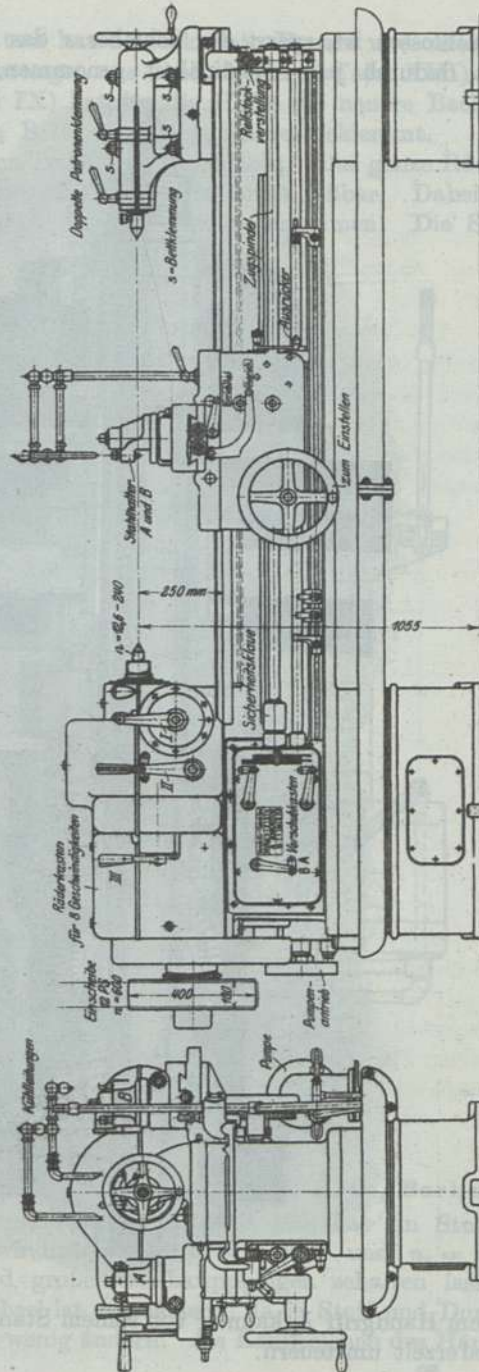


Abb. 195 und 196. Schraubbank von Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.

geschlossen ist, sperrt der Schieber *s* das Mutterschloß. Dem Dreher ist dadurch jede Möglichkeit genommen, Fehler zu begehen. Mit

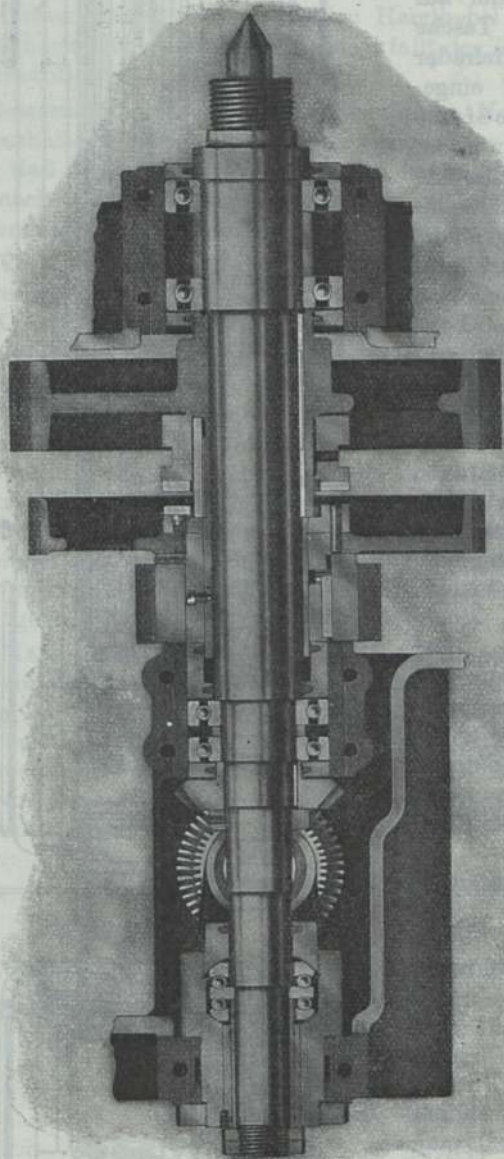


Abb. 197. Spindellagerung von Ludw. Loewe & Co., Berlin.

dem Handgriff *h*<sub>3</sub> kann er von seinem Stande aus den Werkzeugschlitten jederzeit umsteuern.

Der Werkzeugschlitten hat die bekannte Bauart und zeichnet sich durch seine langen Führungen aus (Abb. 1 und 2, Tafel XIII).

Der Reitstock (Tafel IX) hat für die Hülse die neuere Backenklemmung und ist auf dem Bett mit Schrauben festgeklemmt.

Die Drehbank ist in allen Teilen gut durchdacht. Das ganze Räderwerk liegt eingeschlossen und die Handgriffe leicht faßbar. Dabei ist auf gefahrlose Bedienung gebührend Rücksicht genommen. Die Stellungen der Handgriffe sind auf Tafeln angegeben.

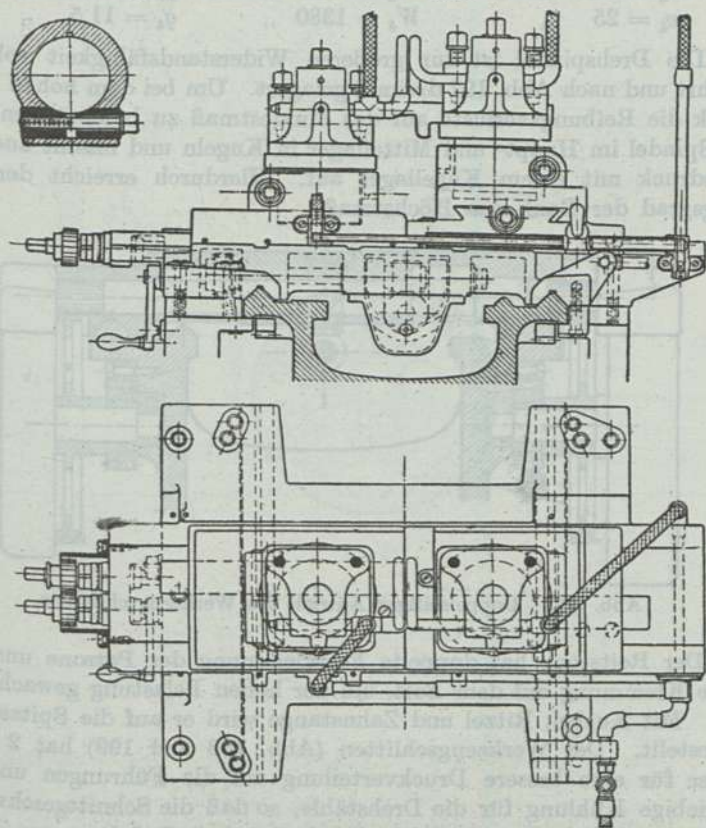


Abb. 198 und 199. Schruppwerkzeugschlitten.

Die Schruppbank von Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin.

Die Loewe-Schruppbank (Abb. 195 und 196) hat ein Stufenrädergetriebe für 8 Geschwindigkeiten mit  $n_1 = 12,6$  und  $n_8 = 240$ , die sich mit 3 Hebeln und großen Reibkupplungen schalten lassen. Dieser Geschwindigkeitswechsel ist ausreichend, da ja Stoff und Durchmesser der Werkstücke sich wenig ändern. Als Kennzeichen des Haupt-

antriebes ist die größte Übersetzung 1:48. Die Bank verlangt für den Antrieb einen 12 PS.-Motor und kann bei einem Wirkungsgrad  $\eta = 0,64$  nach Kapitel 8 bei den üblichen Schnittgeschwindigkeiten große Schnittdrücke und Spanquerschnitte bewältigen.

Schnittgeschwindigkeit	Schnittdruck	Spanquerschnitt
$v_1 = 10$ m/Min.	$W_1 = 3450$ kg	$q_1 = 28,8$ qmm
$v_2 = 15$ „	$W_2 = 2300$ „	$q_2 = 19,2$ „
$v_3 = 20$ „	$W_3 = 1725$ „	$q_3 = 14,4$ „
$v_4 = 25$ „	$W_4 = 1380$ „	$q_4 = 11,5$ „

Die Drehspindel ist zur größeren Widerstandsfähigkeit voll ausgeführt und nach Abb. 197 dreimal gelagert. Um bei dem hohen Lagerdruck die Reibungsverluste auf das Mindestmaß zu beschränken, läuft die Spindel im Haupt- und Mittellager in Kugeln und nimmt auch den Achsdruck mit einem Kugellager auf. Hierdurch erreicht der Wirkungsgrad der Bank das Höchstmaß.

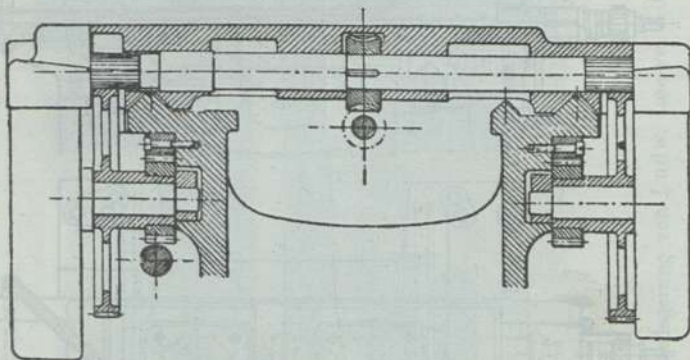
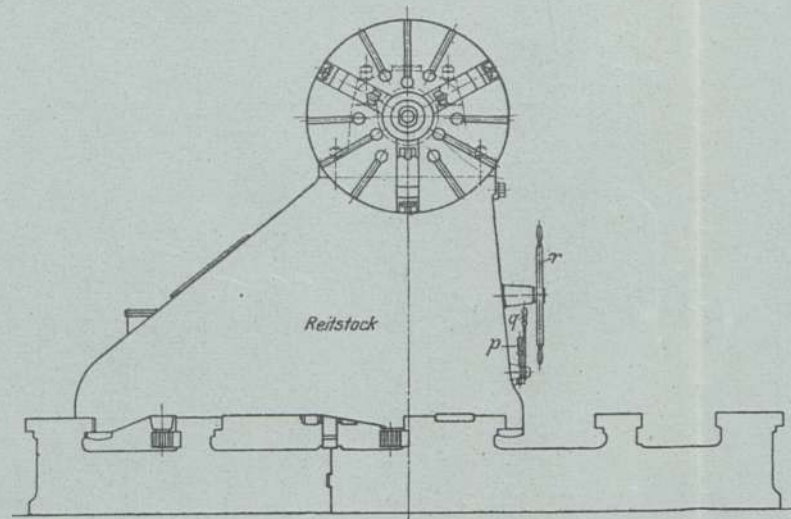
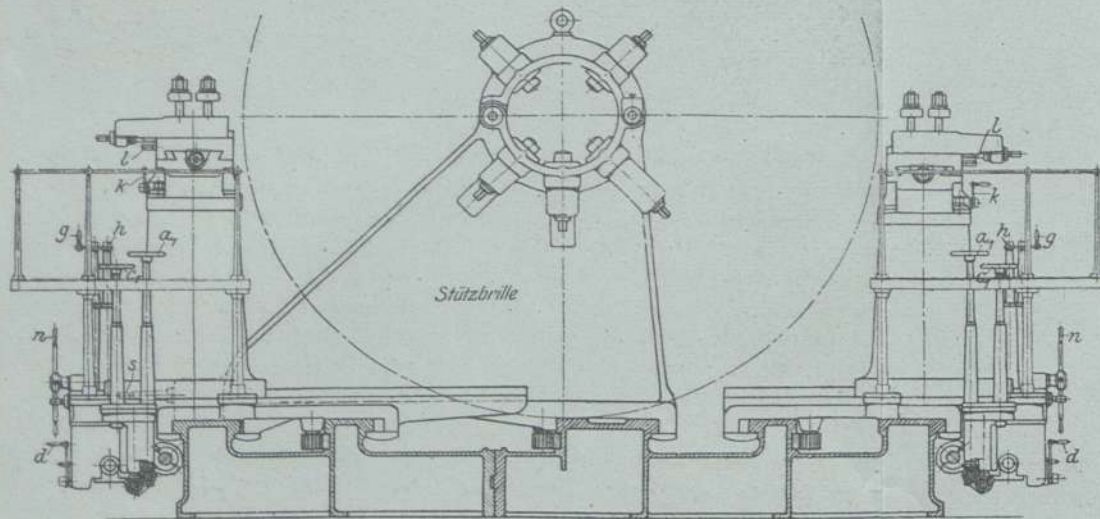
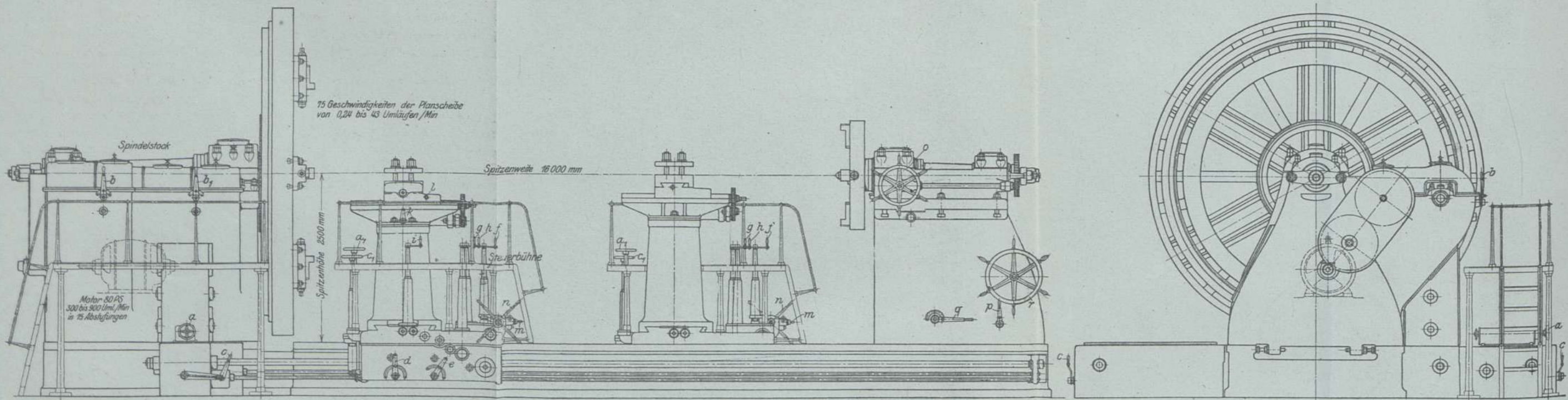


Abb. 200. Doppelseitiger Antrieb des Werkzeugschlittens.

Der Reitstock hat doppelte Festklemmung der Patrone und vierfache Klemmung auf dem Bett, um der hohen Belastung gewachsen zu sein. Mit Kurbel, Ritzel und Zahnstange wird er auf die Spitzenlänge eingestellt. Der Werkzeugschlitten (Abb. 198 und 199) hat 2 Stahlgalter für eine bessere Druckverteilung auf die Führungen und eine ausgiebige Kühlung für die Drehstähle, so daß die Schnittgeschwindigkeit beträchtlich gesteigert werden kann, bei Gußeisen um 16 bis 40 v. H. Gegen Ecken ist der Antrieb des Bettschlittens auf beiden Seiten ausgeführt (Abb. 200). Planschlitten und Kegeldrehvorrichtung fehlen, da sie beim Schruppen nicht benutzt werden. Die Schloßplatte enthält nur einen Längszug für die Zugspindel und einen Handzug für das Einstellen. Die Leitspindel fehlt, dagegen ist Selbstausrückung für die Vorschübe angebracht, da sie dem Dreher gestattet, mehrere Bänke zu bedienen. Der Vorschubantrieb muß bei Schruppbänken besonders stark sein. Er erfolgt zwangsläufig von der Drehspindel über



- Bedienungsplan:**
- Handräder *a* und *a<sub>1</sub>* zum Regeln der Umläufe des Motors.
  - Hebel *b* und *b<sub>1</sub>* zum Regeln der Umläufe der Planscheibe.
  - „ *c* und *c<sub>1</sub>* zum wechselseitigen Einstellen der Schalt- und Schnellbewegungen der Werkzeugschlitten.
  - „ *d* und *e* zum Regeln der Vorschübe.
  - „ *f* für Wendegetriebe.
  - „ *g* zum wechselseitigen Einstellen der Arbeits- und Schnellbewegungen.
  - „ *h* zum Einstellen der Längs- und Planbewegung.
  - „ *i* zum Einstellen des Plan- und Gewindeschneidganges.
  - „ *k* für den Gewindeschneidgang und Kegeldrehvorrichtung.
  - Vierkant *l* zum Feineinstellen beim Gewindeschneiden.
  - Hebel *m* und *n* zum Handverstellen der Werkzeugschlitten.
  - Handrad *o* zum Anstellen des Reitstockes.
  - Hebel *p* zum Einlegen der Sperrklinke für das Abstützen des Reitstockes.
  - „ *q* „ Anheben des Reitstockes.
  - „ *r* „ Verschieben des Reitstockes.
  - „ *s* „ „ der Stützbrille.
- 8 Längs- und Planvorschübe von 0,3 bis 8 mm/Umdr.

**Großdrehbank**  
von Wagner & Co., Dortmund.  
Abb. 201 bis 204. Gesamtbild.

einen Räderkasten für 8 Vorschübe zwischen 0,25 und 2,8 mm. Das Kastenbett hat zur Versteifung viele hohle Querrippen und Dachleisten für die Führung des Schlittens. Eine umfangreiche Ölschale ist Bedingung für ein Schruppbankbett, das ohne Kröpfung sein muß.

Die Großdrehbank von Wagner & Co., Dortmund.

Die Großdrehbank von Wagner & Co. (Abb. 201 bis 204) hat eine Spitzenhöhe von 2500 mm und eine Spitzenweite von 16 000 mm, das Gewicht ist etwa 300 000 kg. Der Spindelstock wird von einem eingebauten regelbaren 80 PS.-Motor betrieben. Die Planscheibe hat 75 Geschwindigkeiten. Mit den Handrädern  $a, a_1$  wird die Umlaufzahl des Motors geregelt und mit den Griffen  $b, b_1$  das Stufenrädergetriebe von der Brücke aus geschaltet. Die Werkzeugschlitten lassen sich mit

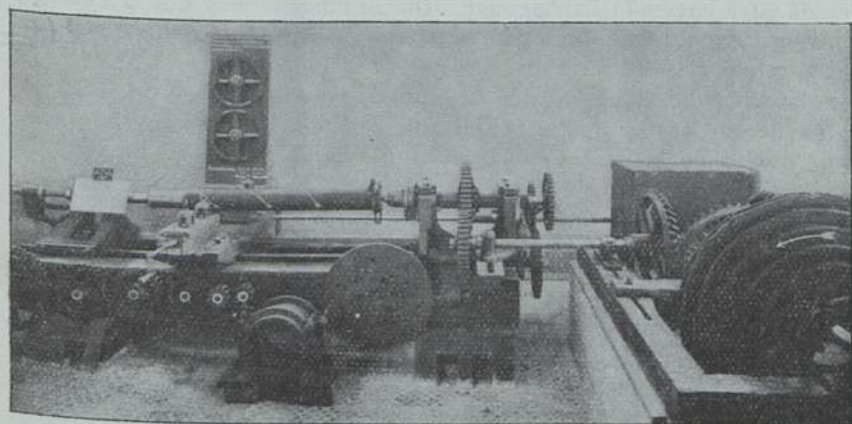


Abb. 205. Erste aus England eingeführte Drehbank. Baujahr 1810.

den Hebeln  $c, c_1$  auf den Vorschub oder auf Schnellverstellen einrücken. Sie haben fürs Lang- und Plandrehen 8 gleichmäßig abgestufte Vorschübe zwischen 0,3 und 8 mm bei einem Umlauf der Planscheibe. Von der Brücke der Werkzeugschlitten lassen sich mit Handrädern und Kurbeln alle erforderlichen Schaltungen vornehmen, wie Regeln des Motors, der Vorschub- und Schnellbewegung der Werkzeugschlitten, Umsteuern derselben, Einstellen der Längs- und Planbewegungen, sowie Einschalten des Gewindeschneidganges. Der Dreher beherrscht daher von seinem Arbeitsstande aus die ganze Maschine.

Der Reitstock wird zum Einstellen auf die Spitzenweite mit dem Hebel  $q$  auf Rollen angehoben und mit Handrad  $r$  verschoben. Mit dem Hebel  $p$  wird eine Klinke zum Abstützen des Reitstockes eingelegt. Das Handrad  $o$  setzt den Reitnagel an das Werkstück an.

Und nun 100 Jahre im Drehbankbau! Die Abbildung 205 zeigt

die erste Drehbank, die um 1810 von England nach Deutschland geliefert wurde. Sie steht heute als Wahrzeichen aus der guten alten Zeit im Deutschen Museum zu München. Die ganze Formgebung der Maschine trägt für das fachmännische Auge noch den Stempel der Unvollkommenheit. Wie anders die Maschinen in Abb. 196, 201, Tafel 1, Erzeugnisse deutscher Wissenschaft und deutschen Fleisses.

#### Das Gewindeschneiden auf der Drehbank.

Da der Stahl nicht mit einem Schnitt die volle Gewindetiefe schaffen kann, so ist er bei jedem folgenden von neuem anzusetzen. Hierbei ist zu beachten, daß der Gewindestahl jedesmal die ursprüngliche Stellung zum Gewinde wieder einnimmt. Diese Beobachtung genügt jedoch nur, sobald beide Gangzahlen, d. h. die der Leitspindel und die des Bolzens gerade oder ungerade Zahlen sind. Die Anfangsstellung des Werkzeugschlittens kann dabei durch den Reitstock oder durch Kreidestriche am Bett festgelegt werden.

Ist aber die Gangzahl der Leitspindel gerade und die des Bolzens ungerade, so ist bei jedem Schnitt die anfängliche Stellung der Leit- und Arbeitsspindel wieder einzurücken, die durch Kreidestriche gekennzeichnet werden kann.

Ist mehrgängiges Gewinde zu schneiden so muß zum Einstellen der einzelnen Gänge die Zähnezahl des Arbeitsspindelrades durch die Gangzahl teilbar sein.

Diese Beobachtungen erfordern jedoch viel Zeit und beeinträchtigen die Leistung der Bank. Neuere Drehbänke umgehen diese Zeitverluste dadurch, daß sie für den Werkzeugschlitten einen im Deckenvorgelege beschleunigten Rücklauf mit einem gekreuzten Riemen im Sinne der Abb. 106 haben. Bei diesen Bänken ist daher nur die Anfangsstellung des Stahles zu beachten.

#### Die Berechnung der Wechselräder für das Gewindeschneiden.

Bei jeder Umdrehung der Arbeitsspindel muß der Stahl um die Steigung  $s$  des zu schneidenden Gewindes vorgeschoben werden. Dieser Vorschub wird von der Leitspindel erzeugt. Ist die hierzu erforderliche Übersetzung von der Arbeitsspindel auf die Leitspindel  $\varphi$  und die Steigung der Leitspindel  $s_l$  mm, so schiebt sie den Werkzeugschlitten um  $\varphi \cdot s_l$  mm vor und zwar bei jeder Umdrehung der Arbeitsspindel

Demnach muß

$$s = \varphi s_l \text{ oder}$$

$$1. \quad \frac{s}{s_l} = \varphi$$

sein, d. h.

Übersetzung der Wechselräder =  $\frac{\text{Steigung des zu schneidenden Gewindes}}{\text{Steigung der Leitspindel}}$

Ist die Anzahl der Gewindegänge gegeben, so ist

$$2. \frac{f1}{g} = \frac{s}{s_1} = \varphi, \text{ d. h.}$$

Übersetzung der Wechsellräder =  $\frac{\text{Gangzahl der Leitspindel}}{\text{Gangzahl des zu schneidenden Gewindes}}$

Beispiel. Auf einer Drehbank soll ein Gewinde von 1,5 mm Steigung geschnitten werden. Die Leitspindel der Bank hat 5 Gänge auf 1", also  $\frac{25,4}{5}$  mm Steigung.

Lösung: a) mit 127er Rad. Übersetzung der Wechsellräder

$$\varphi = \frac{s}{s_1} = \frac{1,5 \cdot 5}{25,4} = \frac{15}{2} \cdot \frac{5}{127} = \frac{75}{80} \cdot \frac{40}{127}$$

Nach Abb. 119 war

$$\varphi = \frac{r_1}{r_4} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8}$$

Ist nun am Wendeherz  $r_1 = r_4$ , so müßten die äußeren Wechsellräder folgende Zähnezahlen haben:

$$\begin{aligned} r_5 &= 75 \text{ Zähne, } r_6 = 80 \text{ Zähne,} \\ r_7 &= 40 \quad \text{,,} \quad r_8 = 127 \quad \text{,,} \end{aligned}$$

b) ohne 127er Rad.

$$\varphi = \frac{1,5 \cdot 5}{25,4} = \frac{1,5 \cdot 5 \cdot 6,5}{25,4 \cdot 6,5} = \frac{1,5 \cdot 5 \cdot 6,5}{11 \cdot 15} = \frac{60 \cdot 39}{88 \cdot 90}$$

$$\begin{aligned} r_5 &= 60 \text{ Zähne, } r_6 = 88 \text{ Zähne} \\ r_7 &= 39 \quad \text{,,} \quad r_8 = 90 \quad \text{,,} \end{aligned}$$

#### Die Vereinfachungen für das Gewindeschneiden.

Das zeitraubende Auswechseln der Wechsellräder entspricht nicht mehr den heutigen Grundsätzen des Werkzeugmaschinenbaues. Eine weitgehende Verbesserung ist hier mit den Wechsellräderngetrieben mit Ziehkeil- oder Norton-Schaltung geschaffen, bei denen die hauptsächlichsten Übersetzungen ohne weiteres einzustellen sind (Abb. 114 und Tafel XII).

Die Drehbänke fürs Gewindeschneiden haben einen großen Vorschubwechsel mit einem Norton- oder Ziehkeilschaltwerk (Abb. 124, 191), ein Wendegetriebe für Rechts- und Linksgewinde (Abb. 55) und einen Selbststaurücker für den Vorschub (Abb. 191).

Eine bemerkenswerte Vereinfachung für das Gewindeschneiden bietet auch das Wohlenbergsche Mutterschloß mit Stahlrückzug (Abb. 160). Sein Grundgedanke ist, bei jedem Schnitt die Leitspindel und den Gewindestahl mit einem Griff gleichzeitig ein- und ausrücken zu können. Hierzu muß das Mutterschloß beim Öffnen den Gewindestahl zurückziehen und beim Schließen den Stahl wieder ansetzen. Diese Aufgabe ist in der Weise gelöst, daß die Mutterbacken *a* und *b* an einem



Winkel  $w$  gerührt sind, der auch die Planspindel faßt. Wird dieser Winkel  $w$  verschoben, so nimmt er den Planschlitten mit dem Obertheil mit, der den Stahl zurückzieht. Diese Verschiebung des Winkels  $w$  soll das Mutterschloß bewerkstelligen. Es besitzt als Schlüssel eine Spindel  $d$  mit Rechts- und Linksgewinde. Soll daher die Mutter den Winkel mitnehmen, so ist ein Backen mit  $w$  zu kuppeln. Hierzu dient ein Stift, der in Loch  $A$  oder  $B$  gesteckt wird. Auf Grund dieser Einrichtung ist für Bolzengewinde der rechte Mutterbacken  $a$  mit  $w$  zu kuppeln (Stift in  $A$ ), so daß die sich öffnende Mutter auch den Stahl aus dem Gewinde zurückzieht und beim Schließen wieder ansetzt. Beim Schneiden von Muttergewinde ist der linke Mutterbacken  $b$  mit dem Winkel  $w$  zu kuppeln (Stift in  $B$ ), während bei gewöhnlichen Dreharbeiten der Stift in  $C$  stecken soll. In diesem Falle ist der Winkel  $w$

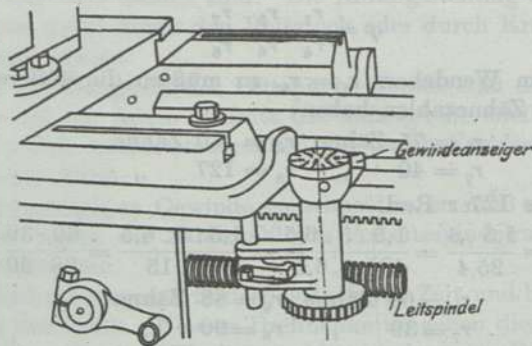


Abb. 206. Gewindeanzeiger.

mit dem Bettschlitten verriegelt und nur die Mutter zu öffnen oder zu schließen

Eine Erleichterung für das Einstellen des Werkzeugschlittens bietet auch die Gewindeuhr (Abb. 206). Sie steht durch ein Schneckenrädchen mit der Leitspindel in Eingriff, und nach ihrer Zeigerstellung kann der Stahl jedesmal angesetzt werden.

Eine große Vereinfachung beim Gewindeschneiden bieten auch die Drehbänke mit Einscheibenantrieb. Sie haben in dem Räderkasten außer dem Hauptgetriebe ein Wendegetriebe, das mit einer Ausrückstange umgeschaltet werden kann, so daß der Arbeiter nicht ständig zum Deckenvorgelege zu greifen braucht (Abb. 72).

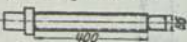
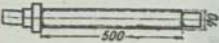
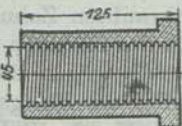
#### Die Gewindedrehbank.

Wird die Drehbank zur massenweisen Herstellung von Gewindebolzen, Spindeln usw. benutzt, so wäre die nächste Verbesserung, die Anfangs- und Endstellung des Schlittens durch verstellbare Anschläge festzulegen und die Maschine selbsttätig arbeiten zu lassen.

Die selbsttätige Gewindedrehbank zieht daher nach jedem Schnitt den Stahl oder die Stähle aus dem Gewinde zurück, bringt den Werkzeugschlitten mit schnellem Rücklauf in die Anfangsstellung, ohne daß das Mutterschloß geöffnet wird, und stellt hierauf den Stahl wieder an. Ist das Gewinde fertig, so setzt die Maschine selbsttätig aus. Alle Bewegungen erfolgen selbsttätig, so daß der Dreher die Maschine nebenbei bedienen kann oder mehrere zugleich. Den wirtschaftlichen Einfluß dieser Entwicklungslinie zeigt die Zahlentafel IX.

Zahlentafel IX<sup>1)</sup>.

Vergleich der Herstellungskosten von Gewinde auf der Drehbank und Gewindedrehbank.

Gewindeart	Stoff	Drehbank		Gewindedrehbank		Ersparnisse in M.	Bemerkung
		Zeit in Std.	Kosten M.	Zeit in Std.	Kosten M.		
Spindel mit Trapezgewinde, einf. rechts, 4 Gänge auf 1" 	Gußstahl, besonders zäh und hart	15	9,75	8	1,60	8,15	Die Maschine wurde von einem Dreher nebenbei bedient
Spindel mit Trapezgewinde, einf. rechts, 3 Gänge auf 1" 	Gußstahl, besonders zäh und hart	18	11,70	9	1,80	9,90	
Mutter mit flachem Gewinde von 4 Gängen auf 1" 	Rotguß	2	1,20	$\frac{2}{3}$	0,14	1,06	

### b) Die Formdrehbänke.

Die Formdrehbänke sind Arbeitsmaschinen für Massenerzeugnisse. Ihre Aufgabe ist, gleichartig geformte Drehkörper von veränderlichem Durchmesser herzustellen. Um derartige Formen drehen zu können, muß sich der Stahl gleichzeitig in der Längsrichtung und in

<sup>1)</sup> Blätter für den Betrieb.

der Planrichtung steuern lassen (Abb. 207). Nach diesem Grundsatz sind alle Formdrehbänke zu entwerfen. Ihre Eigenart liegt daher in dem Werkzeugschlitten, der hier gleichzeitig mit beiden Vorschüben arbeiten muß.

Der Werkzeugschlitten der Formdrehbank besitzt daher für den Längsgang einen Handzug oder einen selbsttätigen Längszug in bekannter Ausführung. Die wichtigste Aufgabe bei ihm ist die Durchbildung des Planzuges. Er hat nämlich den Stahl gegenüber dem Werkstück abwechselnd vorzuschieben und zurückzuziehen. In der Regel besteht er aus einer der zu drehenden Form entsprechenden Lehre

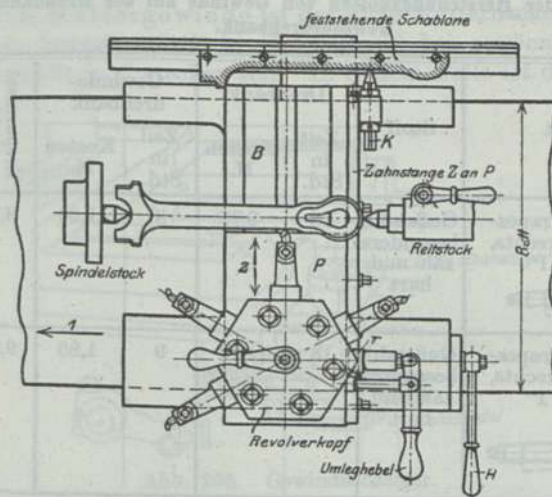


Abb. 207. Plan einer Formdrehbank.

oder Schablone, an der der Planschlitten entlang gleitet. Zu diesem Zweck trägt der Planschlitten  $P$  an der seitlich angeschraubten Zahnstange  $z$  den Leitstift  $K$ . Mit dem Handgriff  $H$ , der durch das Rädchen  $r$  die Zahnstange  $Z$  faßt, kann daher der Leitstift ständig gegen die Lehre gedrückt werden. Vollzieht nun der Bettschlitten  $B$  den Längsgang nach  $1$ , und wird zugleich der Planschlitten mit dem Handgriff  $H$  nach  $2$  gesteuert, so muß der Stahl nach Maßgabe der Lehre die Form herauschälen. Wird der Planschlitten hierbei durch einen Gewichtshebel oder Federdruck gesteuert, so arbeitet der Werkzeugschlitten selbsttätig

#### Das Kegeldrehen nach dem Leitlineal.

Nach obigen Gesichtspunkten sind auch die Vorrichtungen für das Kegeldrehen mit einem Leitlineal auszuführen. Bei diesen Arbeiten ist die Schablone durch ein gerades Leitlineal zu ersetzen, das sich auf die

Neigung des Kegels einstellen läßt. Diese Vorrichtung eignet sich für kleine und mittlere Bänke vorzüglich.

### Die Oval-Drehwerke.

Die Ovalwerke zum Ausschneiden und Abdrehen von Mannlöchern und Deckeln sind ähnlich gebaut (Abb. 208). Als Plansteuerung dient hier eine ovale Lehre *S*. Sie kreist mit der seitlich liegenden Welle *I* und ist auf ihr mit dem Werkzeugschlitten verschiebbar. Durch ein Spanngewicht wird die Rolle *r* des Planschlittens ständig gegen die langsam laufende Lehre *S* gedrückt. Das Werkstück ist an der Planscheibe festgespannt und dreht sich mit der Umlaufzahl der Lehre. Die Folge ist, daß auch hier der Stahl der Form der Lehre folgen muß.

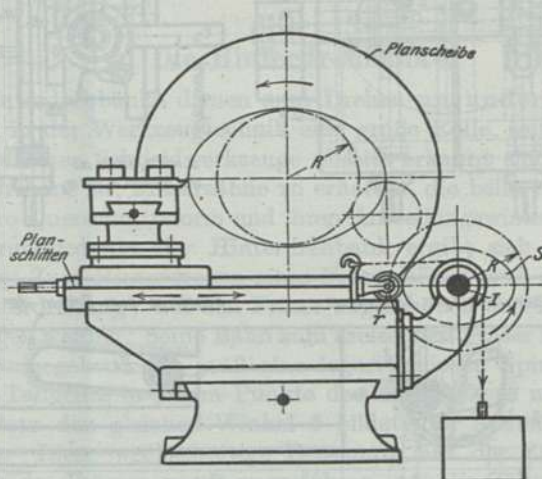


Abb. 208. Plan eines Ovalwerkes.

### Die Radsatzdrehbänke.

Die Radsatzdrehbänke müssen zum Fertigdrehen der genauen Form der Radreifen ebenfalls nach Lehre arbeiten. Die auf diesem Sondergebiete bekannte Maschinenfabrik Deutschland in Dortmund stattet ihre Radreifendrehbänke mit 2 Werkzeugschlitten *A* und *B* aus (Abb. 209 bis 211), von denen *A* den Spurkranz und *B* die schräge Lauffläche des Radreifens nach Lehren fertigdreht. Die Lehren sind in das Innere der Schlitten verlegt und sichern so ein ruhiges Arbeiten.

Das Schaltwerk *S*, das vom Spindelstock aus ruckweise betätigt wird, verschiebt durch die Schaltschraube *s* das Stichelhaus *B* nach *I*. Dabei gleitet sein Zapfen  $z_2$  in dem schrägen Schlitz der Lehre  $\beta$ ,

so daß der Kugelstahl  $b$  nicht nur nach 1, sondern auch der Neigung der Lauffläche entsprechend nach 2 vorgeschoben wird.

Das Stichelhaus  $A$  überwindet den steilen Spurkranz wie folgt: Die Spindel  $s$  treibt durch das Schneckengetriebe 1, 2 eine Kurbelscheibe  $k$ , in deren Schlitz der Stein  $x$  geführt ist. Das Stichelhaus  $A$  faßt nun mit dem Führungzapfen  $z_1$  durch den Schlitz der Lehre  $a$

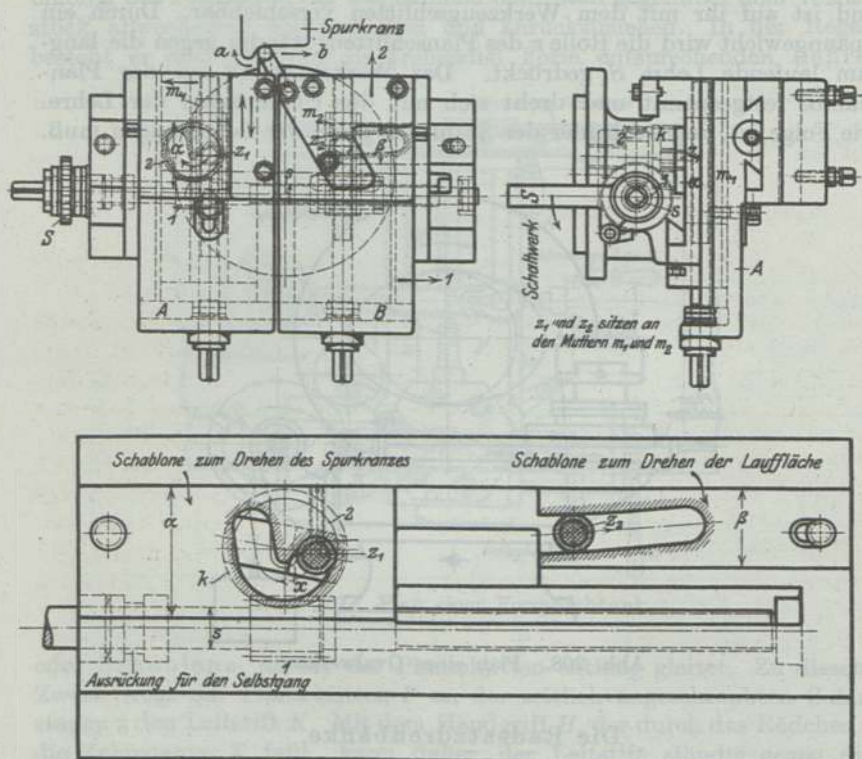


Abb. 209 bis 211. Werkzeugschlitten der Radsatzdrehbänke der Maschinenfabrik Deutschland, Dortmund.

in die Bohrung des Steines  $x$ . Infolgedessen wird im Betriebe die Lehre  $a$  den Kugelstahl  $a$  um den Spurkranz herumführen.

Interessant dürfte auch die wirtschaftliche Entwicklung dieser Drehbänke sein, wie sie die Tafel X, S. 141, zeigt.

Zahlentafel X<sup>1)</sup>.

## Arbeitszeiten und Kosten für 1 Radsatz (2 Reifen) mit Auf- und Abspannen.

Radsatzdrehbank älterer Bauart bei Verwendung				Radsatzdrehbank neuerer Bauart mit Schnellstahl arbeitend	
von gewöhnlichem Drehstahl		von Schnellstahl			
Zeit	Kosten	Zeit	Kosten	Zeit	Kosten
weiche Reifen					
2 Std. bis	1,40 M.	1 Std. 12 Min.	0,90 M.	35 bis 40 Min.	0,65 M.
2 Std. 20 Min.		bis			
harte Reifen		1 Std. 20 Min.			
3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> bis 4 Std.	2,40 M.				

## c) Die Hinterdrehbänke.

Die Hinterdrehbänke dienen zum Drehen unrunder Querschnitte und spielen in der Werkzeugtechnik eine große Rolle, seitdem die Vorzüge hinterdrehter Schneidwerkzeuge allseits erkannt sind. Der Zweck des Hinterdrehens ist, Fräserzähne zu erhalten, die beim radialen Nachschleifen ihre Querschnittsform und ihren Anstellungswinkel beibehalten.

Der Grundgedanke der Hinterdrehbank ergibt sich aus folgender Betrachtung: Zum Hinterdrehen eines Fräserzahnes muß der Formstahl um die Hinterdrehung  $f$  auf den Fräser zugeschoben und hierauf schnell zurückgezogen werden. Seine Bahn zum kreisenden Fräser ist in Abb. 212 gestrichelt angegeben. Sie muß eine logarithmische Spirale sein, weil bei ihr die Tangente in jedem Punkte des Zahnrückens mit dem Halbmesser  $r$  stets den gleichen Winkel  $\delta$  bildet, der Anstellungswinkel  $\gamma$  gleichbleibt. Diese wechselseitige Bewegung hat der Stahl bei jeder Umdrehung des Fräasers so oft auszuführen, wie die Zahnzahl beträgt. Sie kann natürlich nur durch einen entsprechenden Planzug des Werkzeugschlittens erreicht werden, der diese Maschinen kennzeichnet.

Einen derartigen Planzug bringt Abb. 213. Für den hin- und her spielenden Vorschub trägt die Planspindel  $p$  eine selbsttätige Zahnkupplung. Die Kuppelmuffe  $a$  ist auf  $p$  festgekeilt, die Muffe  $b$  in einem Auge des Planschlittens  $P$  durch die Ringmutter festgespannt und durch eine Feder gegen Drehen gesichert. Treibt die Hinterdrehwelle  $H$  die Planspindel im Sinne des Pfeiles  $3$ , so schieben die schrägen Zähne der Kupplung den Planschlitten  $P$  nach  $I$  zum Hinterdrehen vor. Sobald die Kuppelzähne aneinander vorbei sind, schnellt der Planschlitten  $P$  unter dem Druck der gespannten Feder  $f$  zurück. Die Kupplung rückt sich daher beim Hinterdrehen eines Fräserzahnes aus und springt wieder ein, wenn die Zahnücke des Fräasers am Hinterdrehstahl vorbeigeht.

<sup>1)</sup> Nach Angaben des Königl. Eisenbahn-Werkstätten-Amtes 2, Dortmund.

Hat der Fräser  $z_f$  Zähne, so muß die Kupplung  $z_f$  mal geöffnet und geschlossen werden. Bei  $z_k = 4$  Kuppelzähnen müßte die Planspindel  $p$

$n_p = \frac{z_f}{z_k} = \frac{z_f}{4}$  Umdrehungen machen. Der Hub der Kupplung muß

der Hinterdrehung  $f$  entsprechen, die von der Zahnteilung und dem Anstellungswinkel abhängt. Die Kupplung muß daher leicht auswechsel-

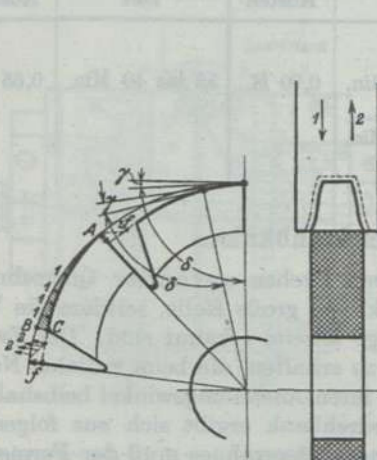


Abb. 212. Hinterdrehen eines Fräasers.

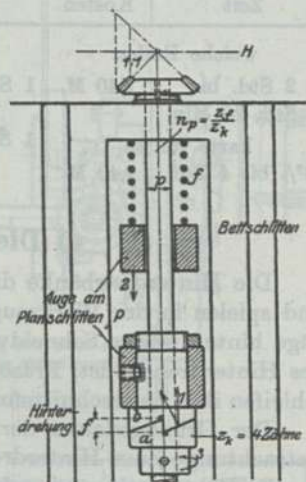


Abb. 213. Plan einer Hinterdrehbank.

bar sein. Die Hinterdrehung ist vielfach  $f = kt = k \frac{\pi D}{z}$ , hierin  $k = \frac{1}{2\pi}$ . Bei einem Fräser von 60 mm Durchmesser mit 20 Zähnen ist

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\pi \cdot 60}{20} = 1,5 \text{ mm.}$$

Der vorstehende Planzug gestattet jedoch nur ein Hinterdrehen der Zahnkrone. Für das seitliche oder schräge Hinterdrehen eines Fräasers müßte der Planschlitten bestimmte Gradstellungen einnehmen. Sie erfordern eine Drehscheibe  $b$ , die zwischen dem Planschlitten  $c$  und dem Bettschlitten  $a$  sitzt (Abb. 214 und 215). Bei dieser Ausführung muß jedoch der Antrieb 1, 2 der Plansteuerung in der Mitte des Drehscheibenzapfens liegen. Bei der Reinecker-Bank besteht diese Plansteuerung aus einer kreisenden Daumenscheibe  $d$ , gegen die der Dorn  $e$  des Planschlittens  $c$  durch die vordere Spannfeder gedrückt wird. Soll nun der Stahl in schräger Richtung hinterdrehen, so ist die Drehscheibe vorher auf den Hinterdrehungswinkel einzustellen.

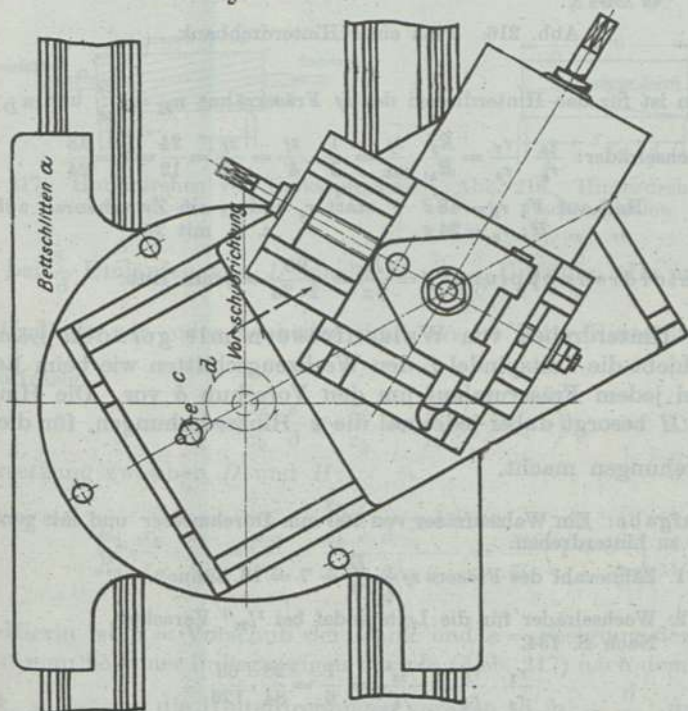
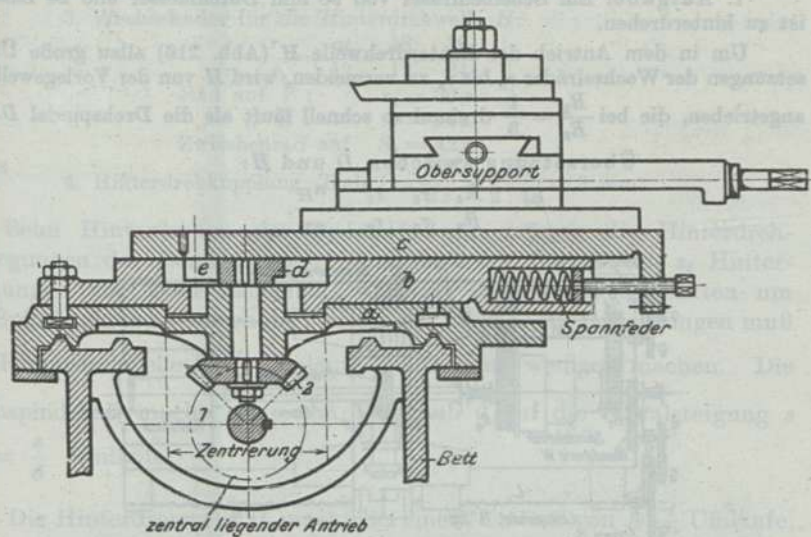


Abb. 214 und 215. Hinterdrehbank. J. E. Reinecker, Chemnitz.



1. Aufgabe: Ein Scheibenfräser von 90 mm Durchmesser und 24 Zähnen ist zu hinterdrehen.

Um in dem Antrieb der Hinterdrehwelle  $H$  (Abb. 216) allzu große Übersetzungen der Wechselräder  $r_5$  bis  $r_8$  zu vermeiden, wird  $H$  von der Vorlegewelle  $V$  angetrieben, die bei  $\frac{R_3}{R_4} = \frac{1}{3}$  dreimal so schnell läuft als die Drehspindel  $D$ .

Übersetzung zwischen  $D$  und  $H$ :

$$\frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{n_H}{n_D}$$

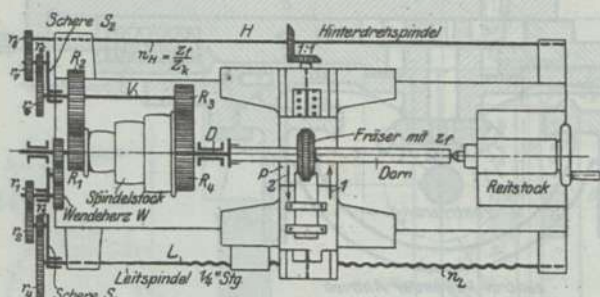


Abb. 216. Plan einer Hinterdrehbank.

Hierin ist für das Hinterdrehen der  $z_f$  Fräserzähne  $n_H = \frac{z_f}{z_k}$  und  $n_D = 1$ .

$$\text{Wechselräder: } \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{R_3}{R_4} \cdot \frac{z_f}{z_k} = \frac{1}{3} \cdot \frac{z_f}{4} = \frac{z_f}{12} = \frac{24}{12} = 2 = \frac{48}{24}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{Rad auf V: } r_5 = 48z & \text{statt } r_6 \text{ und } r_7 \text{ ein Zwischenrad auf } S_2 \\ \text{,, ,, H: } r_8 = 24z & \text{z. B. mit } 36z \end{array}$$

$$\text{Hinterdrehkupplung: } f = \frac{D}{2z} = \frac{90}{2 \cdot 24} = 2 \text{ mm Hub}$$

Beim Hinterdrehen von Walzenfräsern mit geraden Längsnuten schiebt die Leiterspindel  $L$  den Werkzeugschlitten wie beim Langdrehen bei jedem Fräserumlauf um den Vorschub  $\delta$  vor. Die Hinterdrehwelle  $H$  besorgt dabei jedesmal die  $z$  Hinterdrehungen, für die sie  $\frac{z_f}{z_k}$  Umdrehungen macht.

2. Aufgabe: Ein Walzenfräser von 100 mm Durchmesser und mit geraden Zähnen ist zu hinterdrehen.

$$1. \text{ Zähnezahl des Fräasers } z_f = \frac{D}{9} + 7 = 18 \text{ Zähne.}$$

2. Wechselräder für die Leiterspindel bei  $\frac{1}{24}$  Vorschub.  
Nach S. 134.

$$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{1/24''}{1/4''} = \frac{1}{6} = \frac{28}{84} \cdot \frac{63}{126}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{Rad auf W: } r_1 = 28z & \text{treib. Rad auf } S_1: r_3 = 63z \\ \text{,, ,, L: } r_4 = 126z & \text{getr. ,, ,, } S_1: r_2 = 84z \end{array}$$

3. Wechselräder für die Hinterdrehwelle
- $H$
- :

$$\frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{z_f}{12} = \frac{18}{12} = \frac{36}{24}$$

Rad auf  $V$ :  $r_5 = 36z$   
 „ „  $H$ :  $r_8 = 24z$   
 Zwischenrad auf  $S_2 = 42z$

4. Hinterdrehkupplung: Hub
- $f = \frac{D}{2z} = \frac{100}{2 \cdot 18} \approx 3 \text{ mm}$
- .

Beim Hinterdrehen der Spiralfräser müssen die Hinterdrehbewegungen der Bank je nach Gängigkeit der Spirale um  $z_f$  Hinterdrehungen vor- oder nachteilen, während der Werkzeugschlitten um die Spiralsteigung  $s$  verschoben wird. Für diese  $z_f$  Hinterdrehungen muß die Hinterdrehwelle  $H$   $\frac{z_f}{z_k}$  Umläufe mehr oder weniger machen. Die Drehspindel  $D$  macht bei einem Vorschub  $\delta$  auf die Spiralsteigung  $s$   $n_D = \frac{s}{\delta}$  Umläufe.

Die Hinterdrehwelle  $H$  macht bei einem Umlauf von  $D$   $\frac{z_f}{12}$  Umläufe,

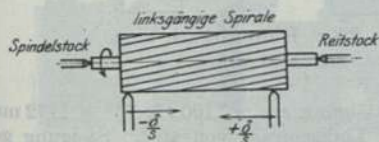


Abb. 217. Hinterdrehen von Linksspiralen.

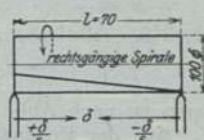


Abb. 218. Hinterdrehen von Rechtsspiralen.

also bei  $\frac{s}{\delta}$  Umläufen von  $D$  macht  $H$   $\frac{z_f}{z_k} \cdot \frac{s}{\delta}$  Umläufe. Da nun  $H$  um  $\frac{z_f}{z_k}$  Umläufe vor- oder nachteilen muß, so ist beim Hinterdrehen der Spiralfräser

$$n_H = \frac{z_f}{z_k} \frac{s}{\delta} \pm \frac{z_f}{z_k} = \frac{z_f}{12} \left( \frac{s}{\delta} \pm 1 \right)$$

Übersetzung zwischen  $D$  und  $H$ :

$$\frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{n_H}{n_D} = \frac{z_f}{z_k} \left( \frac{s}{\delta} \pm 1 \right) = \frac{z_f}{z_k} \left( 1 \pm \frac{\delta}{s} \right)$$

Hierin ist  $\delta =$  Vorschub der Bank und  $s =$  Steigung der Spirale. Dreht man bei einer linksgängigen Spirale (Abb. 217) nach dem Spindelstock, so müssen die Hinterdrehungen voreilen, d. h.  $+\frac{\delta}{s}$ ; dreht man nach dem Reitstock, so müssen sie nachteilen, d. h.  $-\frac{\delta}{s}$ . Bei einer

rechtsgängigen Spirale und Vorschub nach dem Spindelstock (Abb. 218) muß das Hinterdrehen nacheilen, d. h.  $-\frac{\delta}{s}$  und beim Vorschub nach dem Reitstock  $+\frac{\delta}{s}$ .

Aufgabe: Ein Spiralfräser von 100 mm Durchmesser, 14 Zähnen, ist zu hinterdrehen.

1. Wechselräder für die Leitspindel  $L$  bei  $\frac{1}{24}''$  Vorschub wie in Aufg. 2.

2. Wechselräder für die Hinterdrehwelle  $H$  bei  $\frac{R_3}{R_4} = \frac{1}{3}$  und  $z_k = 4$ :

$$\frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{z_f}{12} \left( 1 \pm \frac{\delta}{s} \right)$$



Abb. 219. Abwicklung der Spirale.

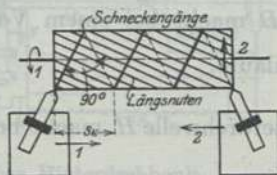


Abb. 220. Hinterdrehen eines Schneckenfräasers.

Hierin ist nach Abb. 219 die Spiraltangente  $s = \pi \cdot 100 \cdot \operatorname{tg} 75^\circ = 1172 \text{ mm} = 46\frac{1}{4}''$ . Auf der Fräsmaschine sei eine Linksspirale von  $46\frac{1}{4}''$  Steigung geschnitten, sie soll mit Vorschub nach dem Spindelstock hinterdreht werden (Abb. 217).

$$\frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{14}{12} \left( 1 + \frac{1/24''}{46\frac{1}{4}''} \right) = \frac{7}{6} \left( 1 + \frac{1}{6 \cdot 185} \right) = 1,16772 = \frac{34 \cdot 47}{38 \cdot 36}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{Rad auf } V: r_5 = 34z & \text{trieb. Rad an } S_2: r_7 = 47z \\ \text{,, ,, } H: r_8 = 36z & \text{getrieb. ,, ,, } S_2: r_6 = 38z \end{array}$$

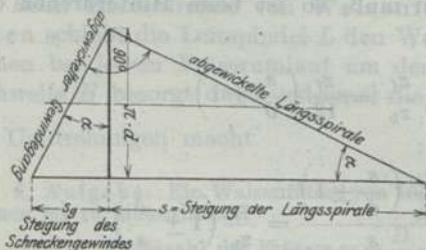


Abb. 221. Abwicklung.

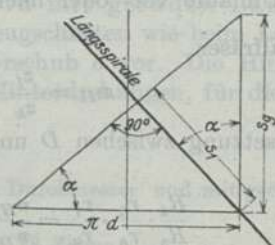


Abb. 222. Abwicklung.

Beim Hinterdrehen von Schneckenfräsern mit spiralgigen Längsnuten muß die Leitspindel wie beim Gewindeschneiden den Werkzeugschlitten bei jedem Fräserumlauf um die Steigung der Schnecke vorschieben, d. h. Vorschub  $\delta =$  Schneckensteigung  $s_g$ . Die Hinterdrehwelle  $H$  hat den spiralgigen Längsnuten entsprechend die Hinterdrehungen zu besorgen (Abb. 220).

1.  $\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{sg}{s_l} = \frac{\text{Schneckensteigung}}{\text{Leitspindelsteigung}}$
2.  $\frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{z_f}{12} \left( 1 \pm \frac{sg}{s} \right)$   $sg = \text{Schneckensteigung}$   
 $s = \text{Spiralsteigung}$

Die Spiralsteigung  $s$  nach Abb. 221,  $\frac{s}{\pi d} = \frac{\pi d}{sg}$  und  $s = \frac{\pi^2 \cdot d^2}{sg}$ , da die Spirale senkrecht zu den Schneckenängen geschnitten wird.

Bei Abwälzfräsern für Stirnräder wird die Schneckensteigung in der Spiralnute  $= s_1$  gemessen. Nach Abb. 222 ist  $sg = \frac{s_1}{\cos \alpha}$ . Zur Erzeugung dieser Bewegung besitzt die Maschine noch einen besonderen Antrieb<sup>1)</sup>.

Eine bemerkenswerte Neuerung bringt die Firma Ludw. Loewe & Co.,

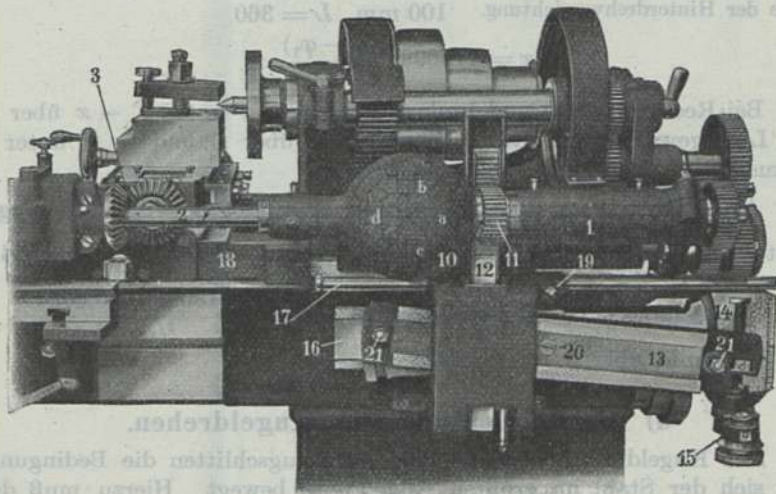


Abb. 223. Vorrichtung für das genaue Hinterdrehen beliebiger Spiralen (D.R.P.).

A.-G. in Berlin, bei ihren Hinterdrehbänken an (Abb. 223). Sie besteht in einer Vorrichtung für das genaue Hinterdrehen beliebiger Spiralsteigungen, die in dem Antriebe der Hinterdrehwelle 1, 2 sitzt. Der Werkzeugschlitten 18 nimmt nämlich durch die Zugstange 17 auf der Führung 16 den Schlitten 14 mit, auf deren Stellschiene 13 die Zahnstange 12 gleitet. Die Zahnstange 12 bewegt sich bei dieser Verschiebung in senkrechter Richtung, wobei sie durch das Rad 11 auf das Vierradgetriebe 10 einwirkt. Hierdurch erfahren dessen Räder  $b c$  eine Schwenkung und die Welle 2 eine schnellere oder langsamere Drehung als 1. Steht dagegen die Stellschiene 13 wagerecht, so kehrt das Vierradgetriebe nur den Drehsinn von 1 auf 2 um.

<sup>1)</sup> Z. V. d. Ing. 1900, S. 1165.

Die mathematische Grundlage dieser Vorrichtung ist folgende: Ist die berechnete Übersetzung zwischen  $D$  und  $H = \varphi$ , die wirklich eingebaute  $= \varphi_1$ , so läuft  $H$  bei jedem Umlauf von  $D$  um  $\varphi - \varphi_1$  Umläufe zu schnell oder zu langsam (Abb. 216). Dieser Drehungsunterschied

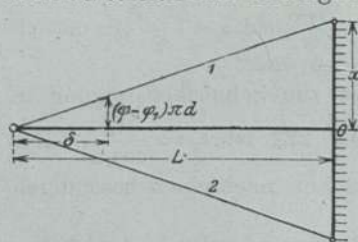


Abb. 224. Geometrische Grundlage der Hinterdrehvorrichtung.

$\varphi - \varphi_1$  muß der Hinterdrehwelle 2 durch das Rad 11 und die Zahnstange 12 als Zusatzbewegung erteilt werden. Die Zahnstange 12 muß daher auf den Vorschub  $\delta$  um  $\pi d \cdot (\varphi - \varphi_1)$  gehoben oder gesenkt werden, wenn  $d$  der Durchmesser von 11 ist. Nach Abb. 224 ist demnach

$$x = (\varphi - \varphi_1) \pi d \cdot \frac{L}{\delta} \text{ z. B. } d = 100 \text{ mm, } L = 360$$

$$x = 113098 \cdot \frac{(\varphi - \varphi_1)}{\delta}$$

Bei Rechtsgewinde und Linksspirale ist  $+x$  unter 0,  $-x$  über 0, bei Linksgewinde und Rechtsspirale  $+x$  über 0 und  $-x$  unter 0 einzustellen.  $\delta = s_p$  bei Schneckenfräsern.

Aufgabe: Beim Spiralfräser war berechnet  $\varphi = 1,16772$  eingebaut  $\varphi_1 = \frac{34}{38} \cdot \frac{47}{36} = 1,16813$ .  $\varphi - \varphi_1 = 1,16772 - 1,16813 = -0,00041$ .

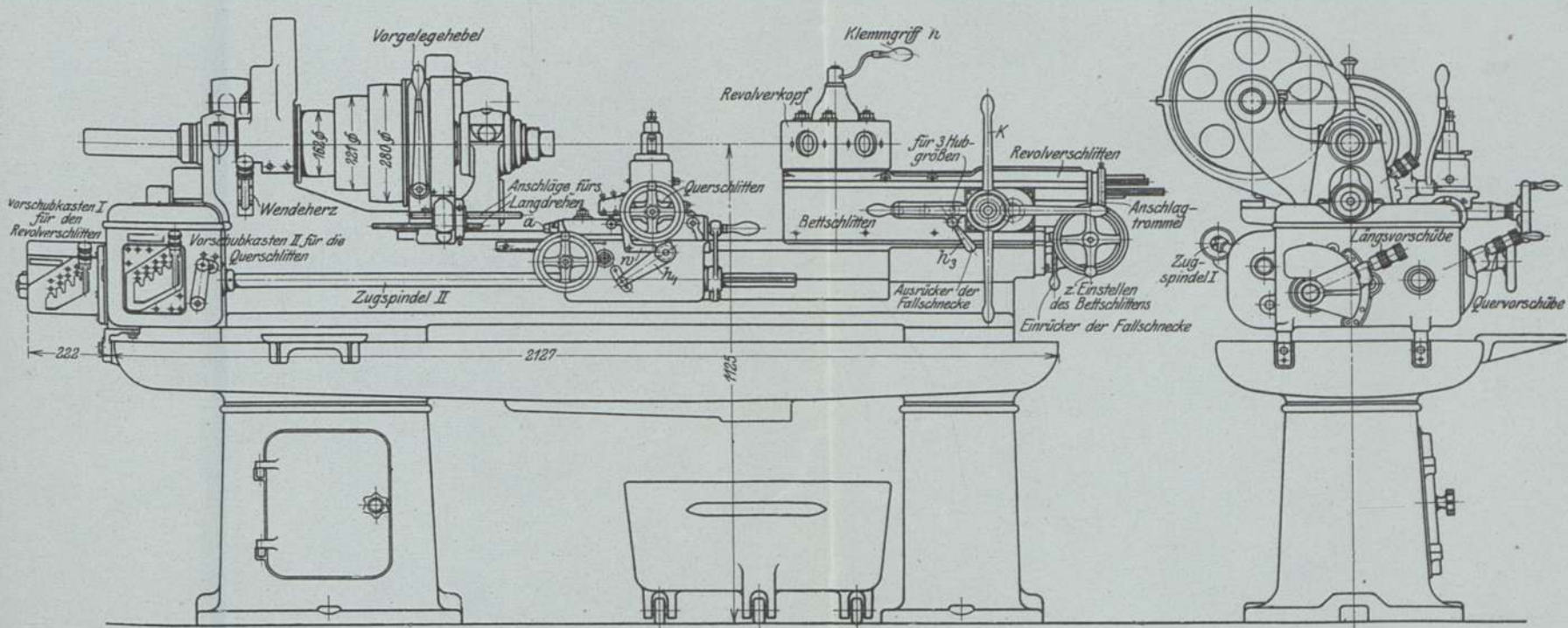
Einstellung der Stellschiene 13 auf  $x = \frac{113098 (-0,00041)}{1/24 \cdot 25,4}$   
 $= -43,8 \text{ mm über } 0$ .

#### d) Die Vorrichtung zum Kugeldrehen.

Das Kugeldrehen stellt an den Werkzeugschlitten die Bedingung, daß sich der Stahl im größten Kugelkreise bewegt. Hierzu muß der Oberteil auf einer Drehscheibe sitzen, die sich durch ein Schneckengetriebe stetig schalten läßt.

#### e) Die Revolverdrehbänke.

Die Massenherstellung verlangt bekanntlich von ihren Arbeitsmaschinen eine große Leistungsfähigkeit, die als Vorbedingung eine einfache und schnelle Bedienung der Maschine voraussetzt. Der Gedanke ist in der Revolverbank (Abb. 225) aufs vollkommenste verkörpert. Sie hält in ihrem Revolverkopf mehrere Werkzeuge bereit, die nacheinander zum Schruppen, Schlichten, Bohren, Gewindeschneiden, Formdrehen und Abstechen benutzt werden können (Abb. 247 bis 255). Mit dieser Einrichtung gestattet die Revolverbank, gleichgestaltete Drehkörper, die für ihre Herstellung mehrere Arbeiten und verschiedene Werkzeuge erfordern, unter einer Maschine zu bearbeiten. Sie erspart



**Revolverdrehbank**  
 von Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.  
 Abb. 225 und 226. Gesamtbild.

daher das zeitraubende Umspannen der einzelnen Werkstücke und Werkzeuge und verlangt nur ein einmaliges Einstellen der Maschine.

Die Kennzeichnung der Revolverbank liegt in erster Linie in dem Revolverkopf, in dem die Stahlhalter mit den verschiedenen Arbeitsstählen eingespannt sind. Für jeden Stahlwechsel muß der Revolverkopf um einen bestimmten Winkel um seine wagerechte, senkrechte oder schräge Achse gedreht und hierauf gegenüber dem Arbeitsdruck verriegelt werden. Wenn man bedenkt, daß sich der Stahlwechsel in der Stunde oft 100 bis 150 mal wiederholt, so folgt daraus, daß eine einfache Handhabung die Grundbedingung für jeden Revolverkopf sein muß.

#### Die Kurzdreh-Revolverbänke.

Die Kurzdrehrevolverbänke haben kurze Massenteile herzustellen. Die Rohstange ist daher nur auf kurze Länge aus dem Spannfutter vorzuschieben und wird meist fliegend bearbeitet. Der Reitstock kann deshalb fehlen, so daß der Revolverkopf fluchtend mit dem Spindelstock auf dem Bett geführt werden kann.

Die Revolverbank (Abb. 225 und 226) von Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin, hat einen senkrechten Revolverkopf der auf einem Längsschlitten sitzt. Er kann daher nur langdrehen, bohren und Gewinde schneiden. Fürs Querdrehen, wie Formdrehen, Abstechen usw., sind besondere Querschlitten vorgesehen. Mit der Trennung der Längs- und Querschlitten sind zwei Vorzüge verbunden: 1. Der Revolverkopf fluchtet stets mit der Drehspindel der Bank und 2. Revolverkopf und Querschlitten können gleichzeitig arbeiten und die Arbeitszeit beträchtlich herabsetzen.

Der Revolverschlitten ist auf einem Bettschlitten geführt, mit dem er sich auf passende Entfernung von dem Spannfutter einstellen läßt. Mit dem Handkreuz  $K$ , dem Ritzel  $r_1$  und der Zahnstange  $z_1$  wird der Revolverkopf zum Langdrehen und Bohren vorgeschoben und zurückgeholt. Das Merkmal seiner Bauart (Abb. 227 bis 232) besteht in dem selbsttätigen Entriegeln, Umschalten und Verriegeln beim Zurückholen. Das Verriegeln besorgt der Sperring  $R$  am Sechskantkopf mit dem Federriegel  $a$  im Kanal des Schlittens und das Entriegeln die Klinken  $k_1$  und  $k_2$ . Der Umschalter besteht aus der Schaltscheibe  $S$  mit den 6 Stiften  $s$  und dem Anschlag  $k_3$ . Diese Einrichtungen wirken wie folgt: Beim Vorschieben des Revolverkopfes gleitet die Klinke  $k_1$  über  $k_2$  hinweg und der betreffende Stift  $s$  über  $k_3$ . Beide Anschläge  $k_2$  und  $k_3$  werden umgelegt und durch Federn wieder aufgerichtet. Wird der Revolverkopf zurückgeholt, so stößt zuerst  $k_1$  gegen den Anschlag  $k_2$ , so daß die Klinke  $k_1$  den Riegel  $a$  zurückzieht und den Kopf entriegelt. Mit dem Entriegeln kommt ein Stift  $s$  des Schalters  $S$  gegen  $k_3$  und legt den Revolverkopf um  $60^\circ$  herum. Unter dem Druck der Feder  $f$  springt jetzt der Riegel  $a$  in die neue Sperre

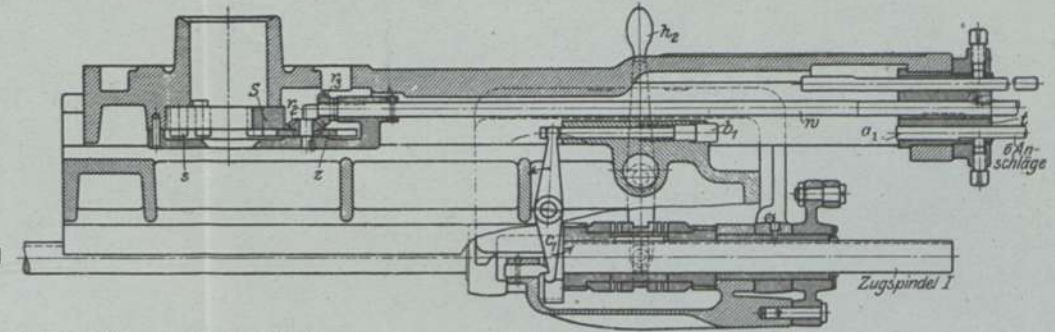
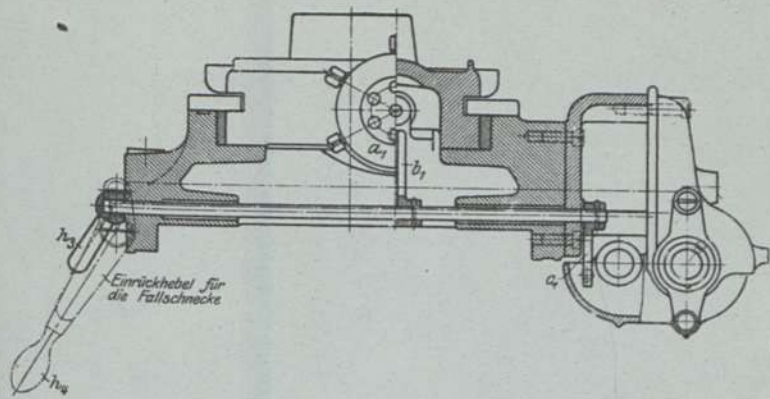
ein. Der große Sperring  $R$  mit dem zugespitzten Riegel  $a$  und dem Stelleile  $b$  sichern ein ruhiges Arbeiten des Kopfes, der bei schweren Schnitten noch mit dem Handgriff  $h$  festgezogen werden kann. Bemerkenswert ist noch die Einrichtung für 3 Hubgrößen.

Um den Hub des Revolverschlittens der Werkstücklänge anpassen zu können, ist das Klinkengehäuse  $x$  in dem Unterschlitten verschiebbar und seine Lage durch den Einsteckstift  $y$  in den Löchern  $I, II$  oder  $III$  (Abb. 232) bestimmt. Wird der Revolverschlitten zurückgeholt, so schiebt er mit dem Stift  $y_1$  zunächst das Klinkengehäuse gegen den Einsteckstift in  $I, II$  oder  $III$ . Hierauf setzt das Entriegeln und Umschalten ein. Beim Vorschieben des Revolverschlittens wird auch das Klinkengehäuse wieder mitgenommen, bis es sich gegen die Rückwand des Unterschlittens stützt. Hierauf legen sich die Klinken  $k_2$  und  $k_3$  um.

Eine wichtige Bedingung für Revolverbänke sind die gleichen Abmessungen der Massenteile. Für sie hat der Revolverkopf eine Trommel  $t$  mit 6 verstellbaren Anschlägen. Sie stellen sich beim Umschalten des Kopfes mit dem zugehörigen Werkzeug selbsttätig ein und schalten an der Arbeitsgrenze den Längszug aus. Die Anschlagtrommel  $t$  wird hier von dem Umschalter  $S$  gesteuert, der mit seinen Stiften  $s$  die Zahnscheibe  $z$  jedesmal um  $60^\circ$  dreht. Die Kegeltriebe  $r_2, r_3$  legen die Welle  $w$  mit der Trommel  $t$  herum, die den passenden Anschlagstift einstellt. An der Arbeitsgrenze stößt der Anschlag  $a_1$  an den Gegenanschlag  $b_1$  und sichert jedesmal die gleichen Drehlängen. Die Bank steuert den Revolverkopf auch selbsttätig. Für diesen Längszug hat sie mit den 10 Schaltungen des Nortongetriebes und den 2 Schaltungen der beiden Vorgelege (Schalthebel  $h_2$ ) in der hinteren Rädertasche 20 Vorschübe verfügbar. Die Selbstauslösung des Revolvervorschubes besorgt der Anschlag  $a_1$ , der beim Anstoßen gegen  $b_1$  mit der Klinke  $c_1$  die Fallschnecke auslöst (Abb. 227 und 228). Dies kann auch im Bedarfsfalle mit dem Handgriff  $h_3$  geschehen.

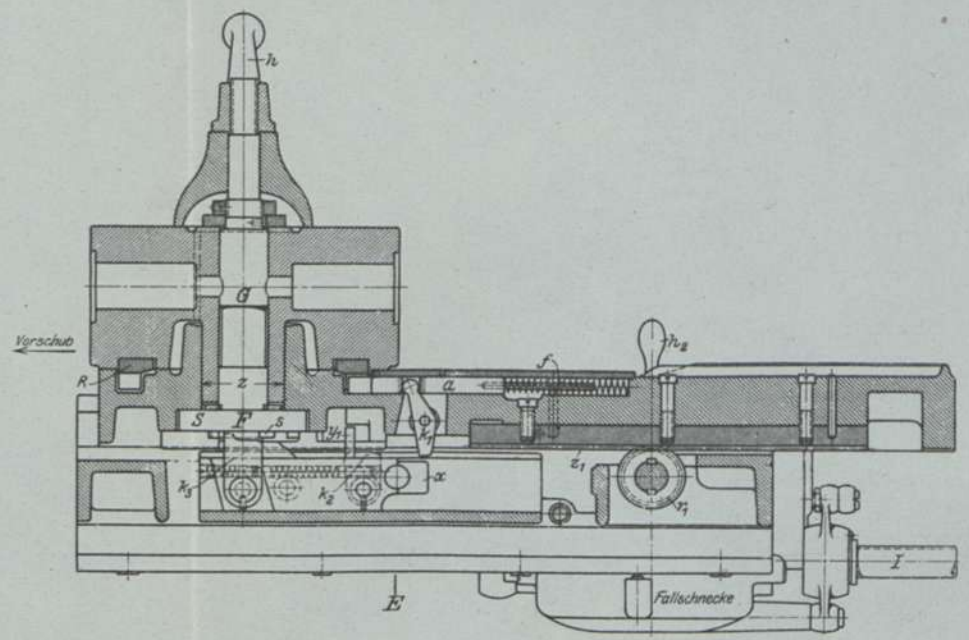
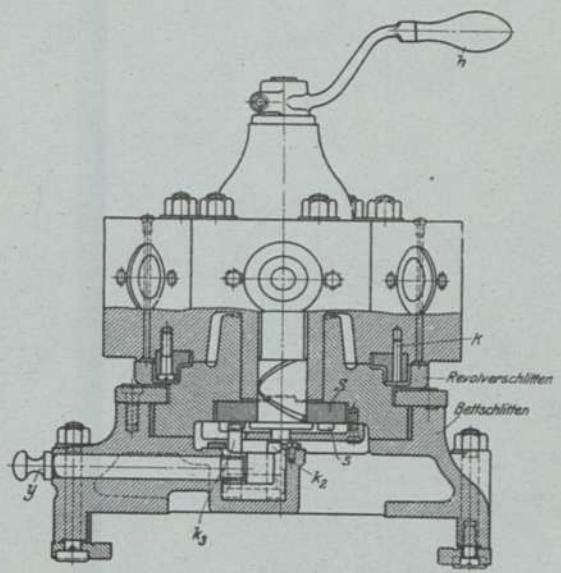
Der Werkzeugschlitten fürs Querdrehen (Abb. 233 bis 235), der Querschlitten, ist ein einfacher Kreuzschlitten, der aus dem Bett- schlitten  $B$  und dem Planschlitten  $P$  besteht. Für das Einspannen der Form- und Abstechstähle ist auf beiden Seiten ein Stahlhalter vorgesehen. Der Selbstgang des Querschlittens wird von der Zugspindel  $II$  gesteuert und zwar mit den 10 Vorschüben des Nortongetriebes  $II$ . Die Schloßplatte (Abb. 236 bis 238) enthält einen Längszug und einen Planzug, die mit dem Schwenkrad 6 (Abb. 237) geschaltet werden. Der Längszug umfaßt die Räder 1 bis 6, 8, 9 und die Zahnstange  $Z$ , der Planzug die Räder 1 bis 7. Mit dem Handrad  $H$  wird der Schlitten verstellt. Die Eigenart der Revolverbank verlangt nach allen Richtungen Arbeitsgrenzen für die gleichen Durchmesser und Längen. Sie sind mit der Fallschnecke 3 geschaffen, die sowohl vom Längsschlitten als auch vom Planschlitten ausgelöst wird. Hebt man die Sperre  $s$



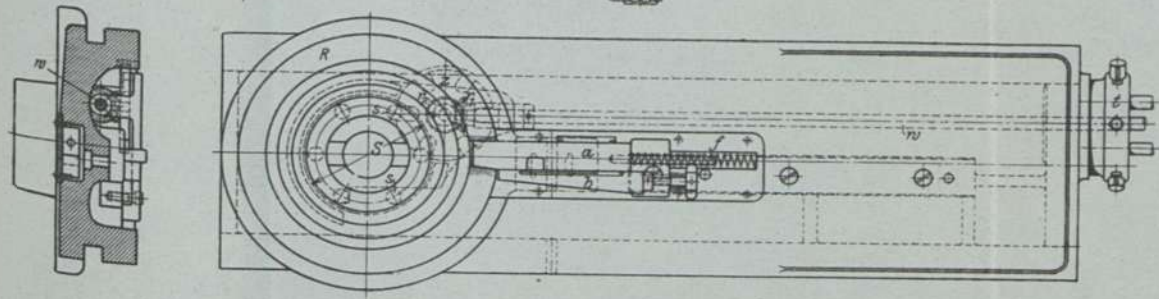


Selbstausslösung des Vorschubes.

Schnitt EFG.



Verriegelung und Umschaltung des Revolverkopfes.



**Revolverdrehbank**  
 von Ludw. Loewe & Co. A. G., Berlin.  
 Abb. 227 bis 232. Revolverschlitten.

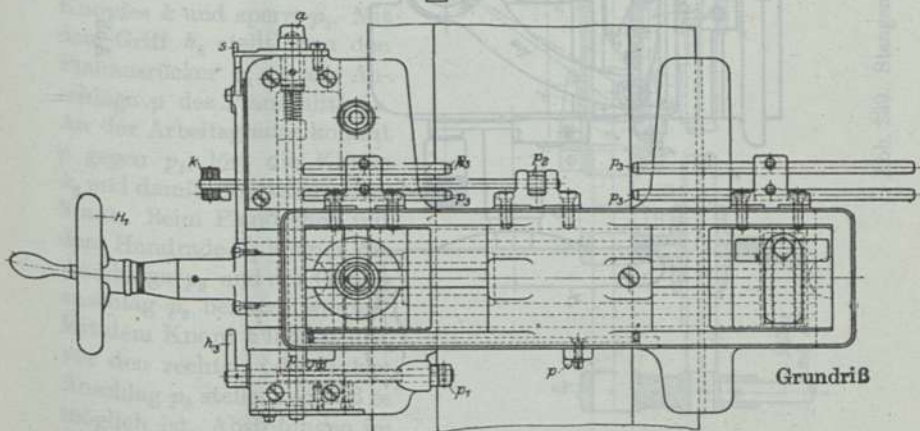
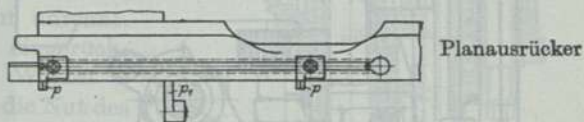
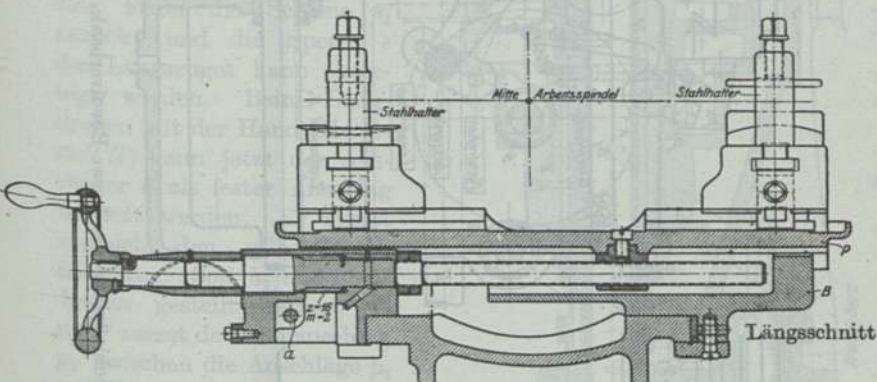
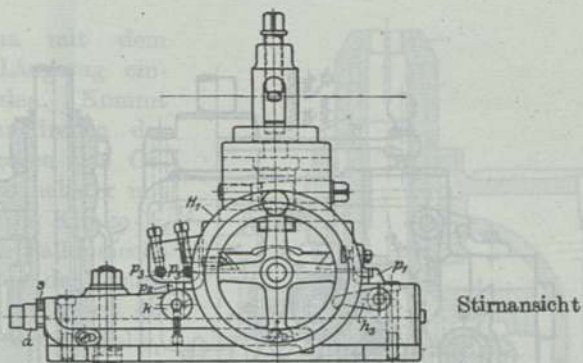


Abb. 233 bis 235. Querdreh- und Abstecherschlitten der Loewe-Revolverbank.

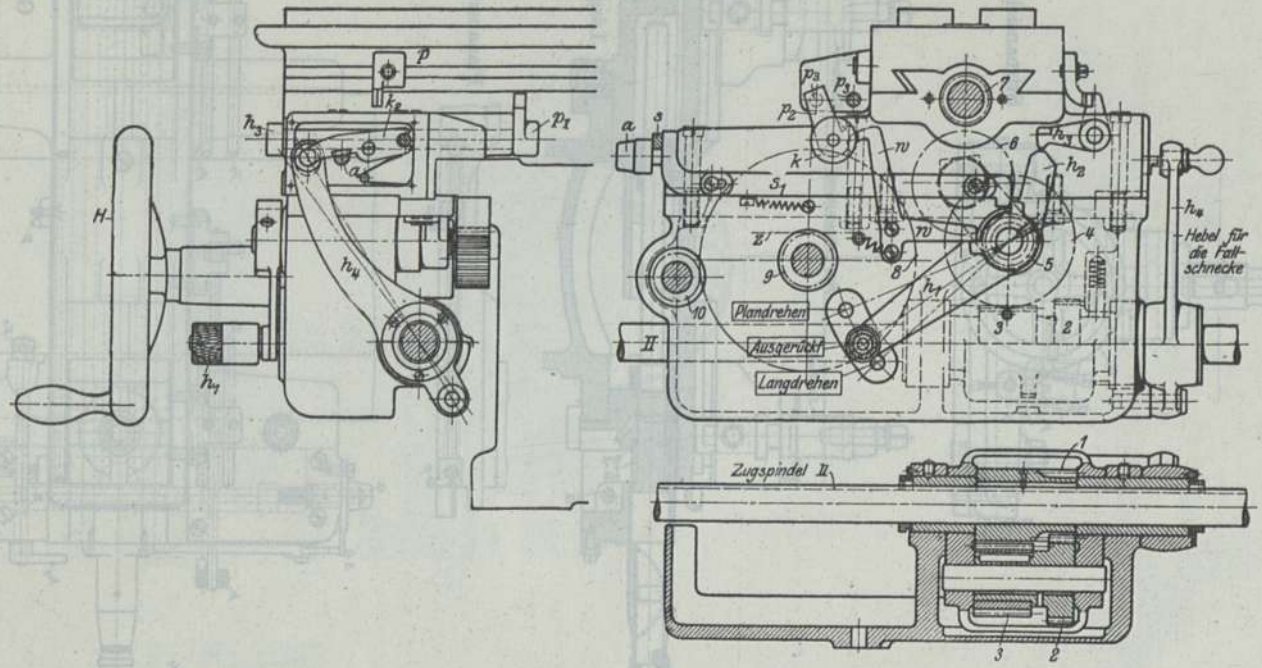


Abb. 236 bis 238. Schloßplatte der Loewe-Revolverbank.

aus, so kann mit dem Griff  $h_1$  der Längszug eingeschaltet werden. Kommt jetzt beim Langdrehen der Ausrücker  $a$  gegen den Gegenanschlag, so hebt er mit einer Schräge die Klinke  $k_2$  aus, so daß die Fallschnecke ausfällt. Solange der Längszug eingerückt ist, sperrt die Schiene  $s_1$  den Sperrhebel  $s_1$ . Wird er ausgerückt, so zieht eine Feder die Schiene  $s_1$  zurück, und die Sperre  $s$  des Längszuges kann eingelegt werden. Beim Langdrehen mit der Hand (Handrad  $H$ ) kann jetzt der Ausrücker  $a$  als fester Anschlag benutzt werden. Er sperrt zugleich den selbsttätigen Längszug. Soll  $h_1$  auf Plandrehen gestellt werden, so muß zuerst der Plananschlag  $p_2$  zwischen die Anschläge  $p_3$  gedreht werden, damit der Planschlitten nicht anrennt. Jetzt faßt beim eingerückten Planzug der Winkel  $w$  mit seiner Nase in die Nut des Knopfes  $k$  und sperrt  $p_2$ . Mit dem Griff  $h_3$  stellt man den Planausrücker  $p_1$  vor die Anschläge  $p$  des Planschlittens. An der Arbeitsgrenze kommt  $p$  gegen  $p_1$ , löst die Klinke  $k_2$  und damit die Fallschnecke  $3$  aus. Beim Plandrehen mit dem Handrade  $H_1$  können die Anschläge  $p_3$  und der Gegenanschlag  $p_2$  benutzt werden. Mit dem Knopf  $k$  läßt sich  $p_2$  vor den rechten oder linken Anschlag  $p_3$  stellen, so daß es möglich ist, Abstufungen im

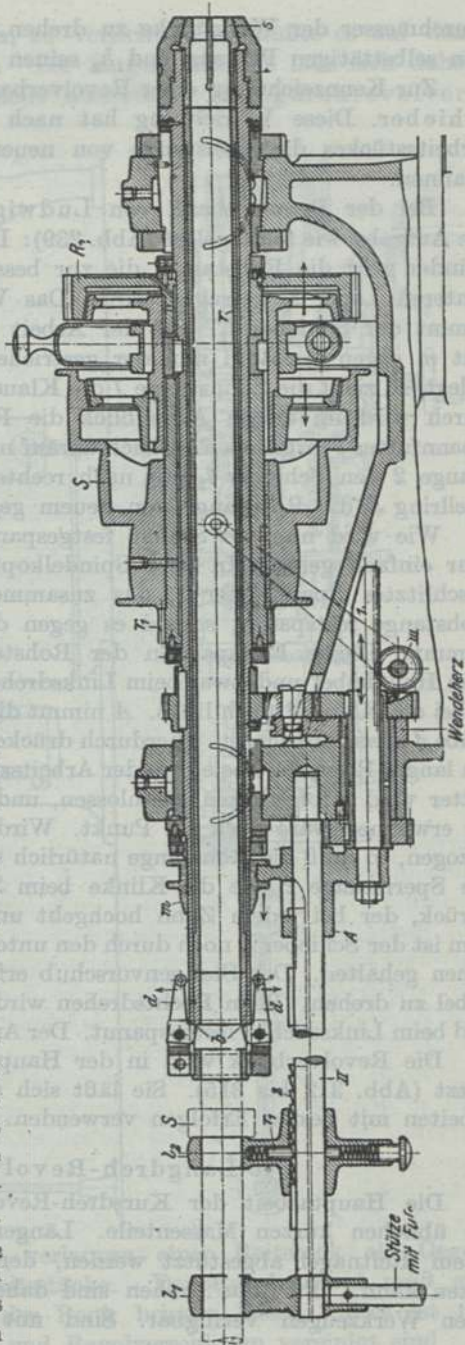


Abb. 239. Stangenvorschub. Ludw. Loewe & Co., Berlin. Spitzenhöhe 200 mm.

Durchmesser der Werkstücke zu drehen. Der Winkel  $w$  sperrt dabei den selbsttätigen Planzug und  $h_2$  seinen Ausrücker  $p_1$  gegen Anrennen.

Zur Kennzeichnung einer Revolverbank gehört auch der Stangenschieber. Diese Vorrichtung hat nach dem Abstechen des fertigen Arbeitsstückes die Rohstange von neuem vorzuschieben und festzuspannen.

Bei der Revolverbank von Ludwig Loewe & Co., Berlin, ist die Aufgabe wie folgt gelöst (Abb. 239): Durch die ausgebohrte Arbeitspindel geht die Rohstange, die zur besseren Führung noch von dem hinteren Lager  $l_1$  getragen wird. Das Vorschieben der Stange übernimmt der Schieber  $l_2$ . Bei der Arbeit drückt nämlich die Klaue  $A$  mit  $m$  gegen  $d$ . Wird nun der gestrichelte Handhebel rechts herumgelegt, so zieht die Zahnstange  $I$  die Klaue  $A$  nach rechts zurück. Hierdurch wird im ersten Augenblick die Rohstange von dem vorderen Spannfutter  $s$  losgelassen. Gleich darauf nimmt die in  $II$  geführte Sperrstange  $2$  den Schieber  $l_2$  mit nach rechts, der durch den aufgesetzten Stellingring  $S$  die Rohstange von neuem gegen den Anschlag vorschiebt.

Wie wird nun die Stange festgespannt? Auch diese Aufgabe ist sehr einfach gelöst. In dem Spindelkopf sitzt nämlich ein mehrfach geschlitztes Spannfutter  $s$ , das zusammengedrückt wird und so die Rohstange festspannt, sobald es gegen den aufgeschraubten Kegel  $k$  kommt. Dieses Festspannen der Rohstange geschieht ebenfalls mit dem Handhebel und zwar beim Linksdrehen. Die Zahnstange  $I$  schiebt dabei die Klaue  $A$  nach links.  $A$  nimmt die Muffe  $m$  mit, die die Druckstäbe  $d$  etwas aufrichtet. Hierdurch drücken die Stäbe  $d$  mit der Kante  $b$  ein langes Rohr, die Seele  $r$ , in der Arbeitsspindel nach vorn. Das Spannfutter wird infolgedessen geschlossen, und die Stäbe können arbeiten. Zu erwähnen wäre noch ein Punkt. Wird die Klaue  $A$  wieder zurückgezogen, so muß die Rohstange natürlich stehen bleiben. Hierzu gleitet die Sperrstange  $2$  wie die Klinke beim Sperrade unter dem Riegel  $r_1$  zurück, der bei jedem Zahn hochgeht und wieder einspringt. Außerdem ist der Schieber  $l_2$  noch durch den unteren Federriegel gegen Zurückgehen gehalten. Der Stangenvorschub erfordert daher nur, den Handhebel zu drehen. Beim Rechtsdrehen wird die Rohstange vorgeschoben und beim Linksdrehen festgespannt. Der Antrieb ist aus Abb. 52 bekannt.

Die Revolverbank wird in der Hauptsache für Stangenarbeit benutzt (Abb. 312 bis 315). Sie läßt sich aber auch für leichte Futterarbeiten mit besten Erfolgen verwenden.

### Die Langdreh-Revolverbänke.

Die Hauptarbeit der Kurzdreh-Revolverbank erstreckt sich auf die üblichen kurzen Massenteile. Längere Arbeitsstücke müssen mit einem Reitnagel abgestützt werden, der hier nur im Revolverkopf sitzen kann. Für das Drehen sind daher nur die Querschlitzen mit ihren Werkzeugen verfügbar. Sind mit dem Revolverkopf an der

Stirn des Werkstückes Arbeiten zu verrichten, so müßte es auf dem Querschlitzen geführt werden. Bei langen Stücken läßt sich daher die Leistung dieser Bänke nicht ausnutzen. Langdrehrevolver-

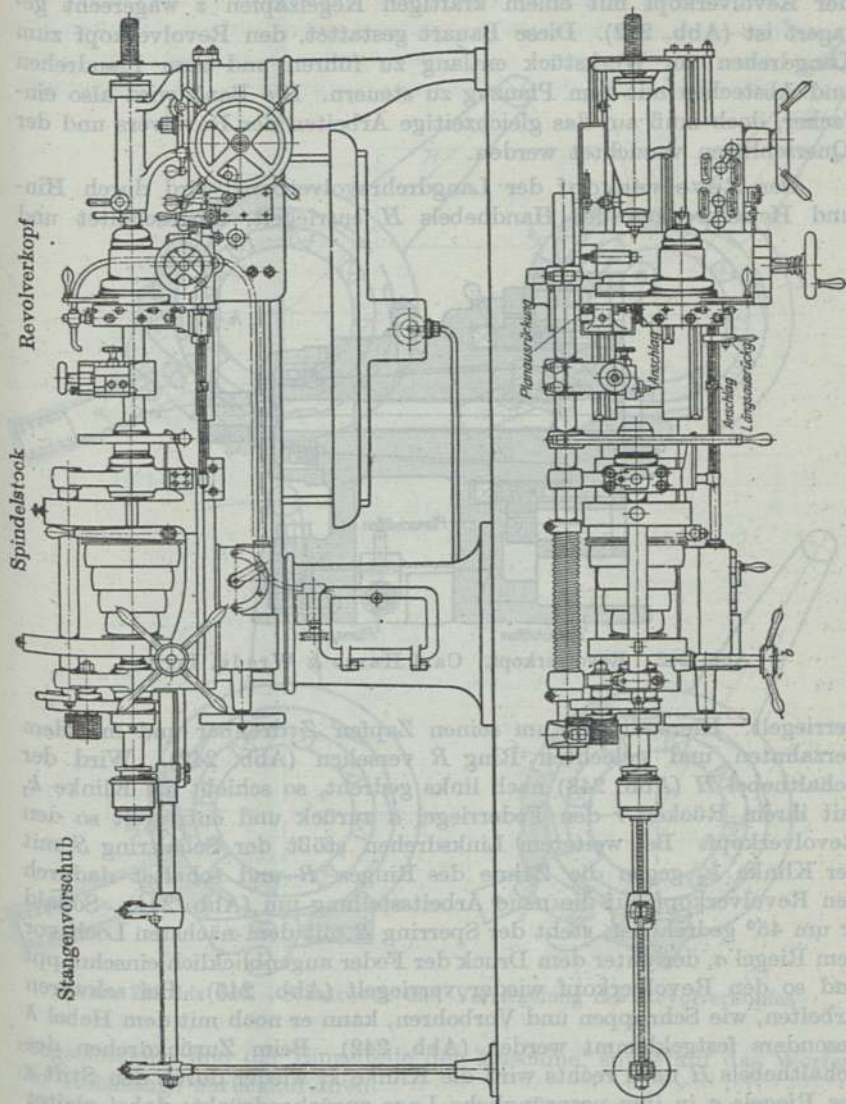


Abb. 240 und 241. Langdreh-Revolverdrehbank. Carl Hasse & Wrede, Berlin.

bänke (Abb. 240 und 241) verlangen einen Reitstock als Gegenstütze für die langen Arbeitsstücke. Der Revolverkopf muß sich daher aus der Spitzenlinie der Bank bringen lassen. Dies ist nur möglich, wenn Querschlitzen und Revolverschlitten vereinigt sind.

Diese Aufgabe hat die Firma Carl Hasse & Wrede, Berlin, in altbewährter Weise gelöst. Der Werkzeugschlitten dieses Langdrehrevolvers besteht aus dem Bettschlitten und dem Planschlitten, in dem der Revolverkopf mit einem kräftigen Kegelzapfen  $z$  wagerecht gelagert ist (Abb. 242). Diese Bauart gestattet, den Revolverkopf zum Langdrehen am Werkstück entlang zu führen und zum Plandrehen und Abstechen mit dem Planzug zu steuern. Die Bank wird also einfacher, doch muß auf das gleichzeitige Arbeiten des Revolvers und der Querschlitten verzichtet werden.

Der Revolverkopf der Langdrehrevolverbank wird durch Hin- und Herschwenken des Handhebels  $H$  entriegelt, umgeschaltet und

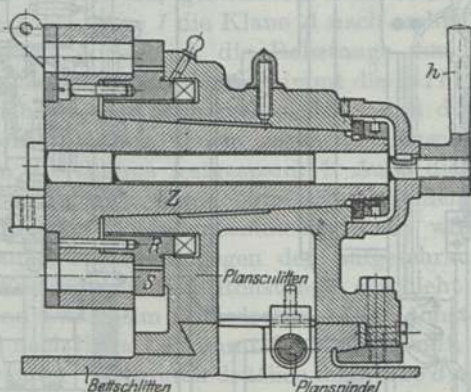


Abb. 242. Revolverkopf. Carl Hasse & Wrede, Berlin.

verriegelt. Hierzu ist er um seinen Zapfen  $Z$  drehbar und mit dem verzahnten und gelochten Ring  $R$  versehen (Abb. 242). Wird der Schalthebel  $H$  (Abb. 243) nach links gedreht, so schiebt die Klinke  $k_1$  mit ihrem Rücken  $r$  den Federriegel  $a$  zurück und entriegelt so den Revolverkopf. Bei weiterem Linksdrehen stößt der Schaltring  $S$  mit der Klinke  $k_2$  gegen die Zähne des Ringes  $R$  und schaltet dadurch den Revolverkopf auf die neue Arbeitsstellung um (Abb. 244). Sobald er um  $45^\circ$  gedreht ist, steht der Sperring  $R$  mit dem nächsten Loch vor dem Riegel  $a$ , der unter dem Druck der Feder augenblicklich einschnappt und so den Revolverkopf wieder verriegelt (Abb. 245). Bei schweren Arbeiten, wie Schruppen und Vorbohren, kann er noch mit dem Hebel  $h$  besonders festgeklemmt werden (Abb. 242). Beim Zurückdrehen des Schalthebels  $H$  nach rechts wird die Klinke  $k_1$  wieder durch den Stift  $s$  des Riegels  $a$  in ihre ursprüngliche Lage zurückgedrückt; dabei gleitet die Klinke  $k_2$  über die Zähne von  $R$  in die neue Schaltstellung (Abb. 243 und 246). Die Verwendung dieser Bank zeigen die Arbeitsfolgen in den Abb. 247 bis 255.

Frei von Mängeln ist die Revolverarbeit selten. Bei längeren Arbeitszeiten zeigen die Erzeugnisse der Revolverbank in ihren Abmessungen geringe Unterschiede. Sie sind meist auf die Abnutzung der Werk-

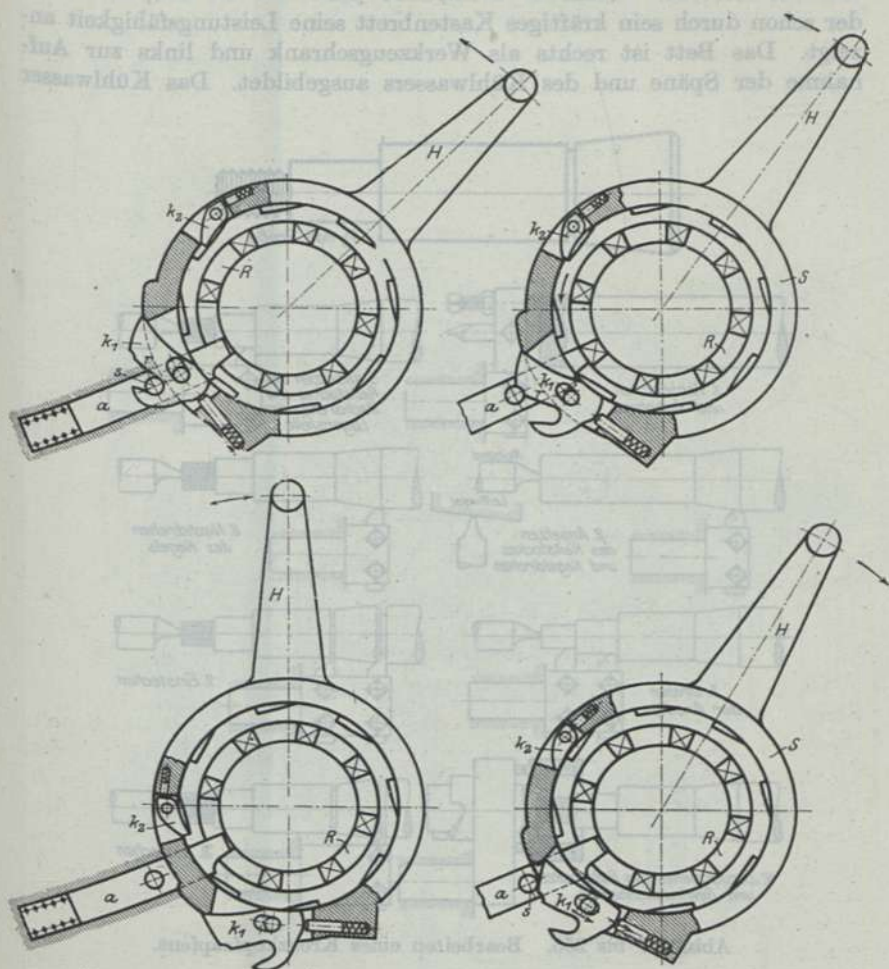


Abb. 243 bis 246. Schaltwerk und Verriegelung des Revolverkopfes

zeugschneiden und der Einzelteile der Maschine, sowie auf das Werfen der Rohstange zurückzuführen.

#### Viellochrevolverbänke.

Schwierige Formstücke verlangen eine größere Zahl Werkzeuge oder Werkzeuggruppen, als sie in einem Vier-, Sechs- oder Achtloch-



Revolver unterzubringen sind. Man mußte daher die Revolverbank zu einem Viellochrevolver ausbauen, der in der Zusammenstellung der Werkzeuge eine größere Vielseitigkeit bietet. Einen guten Ruf hat sich der Pittler - Vielloch - Revolver (Abb. 256 bis 259) erworben, der schon durch sein kräftiges Kastenbrett seine Leistungsfähigkeit anzeigt. Das Bett ist rechts als Werkzeugschrank und links zur Aufnahme der Späne und des Kühlwassers ausgebildet. Das Kühlwasser

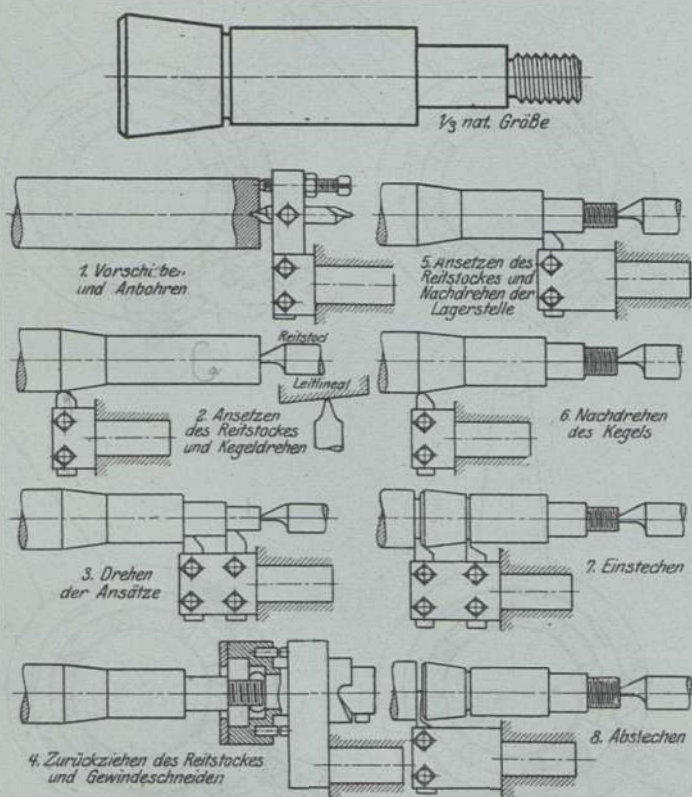
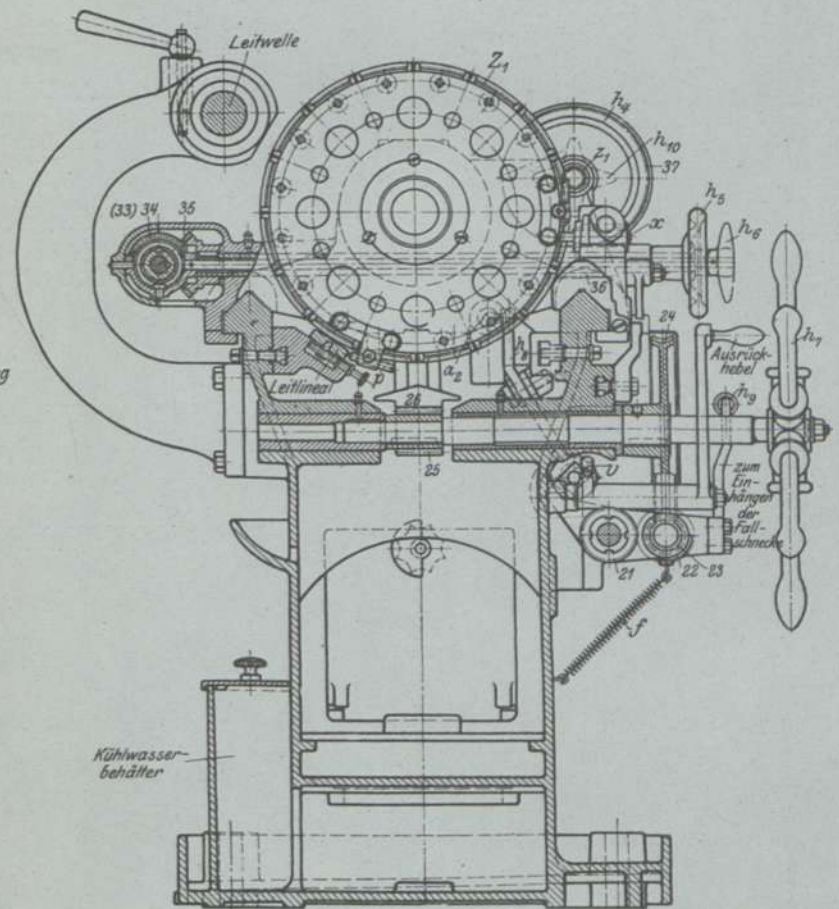
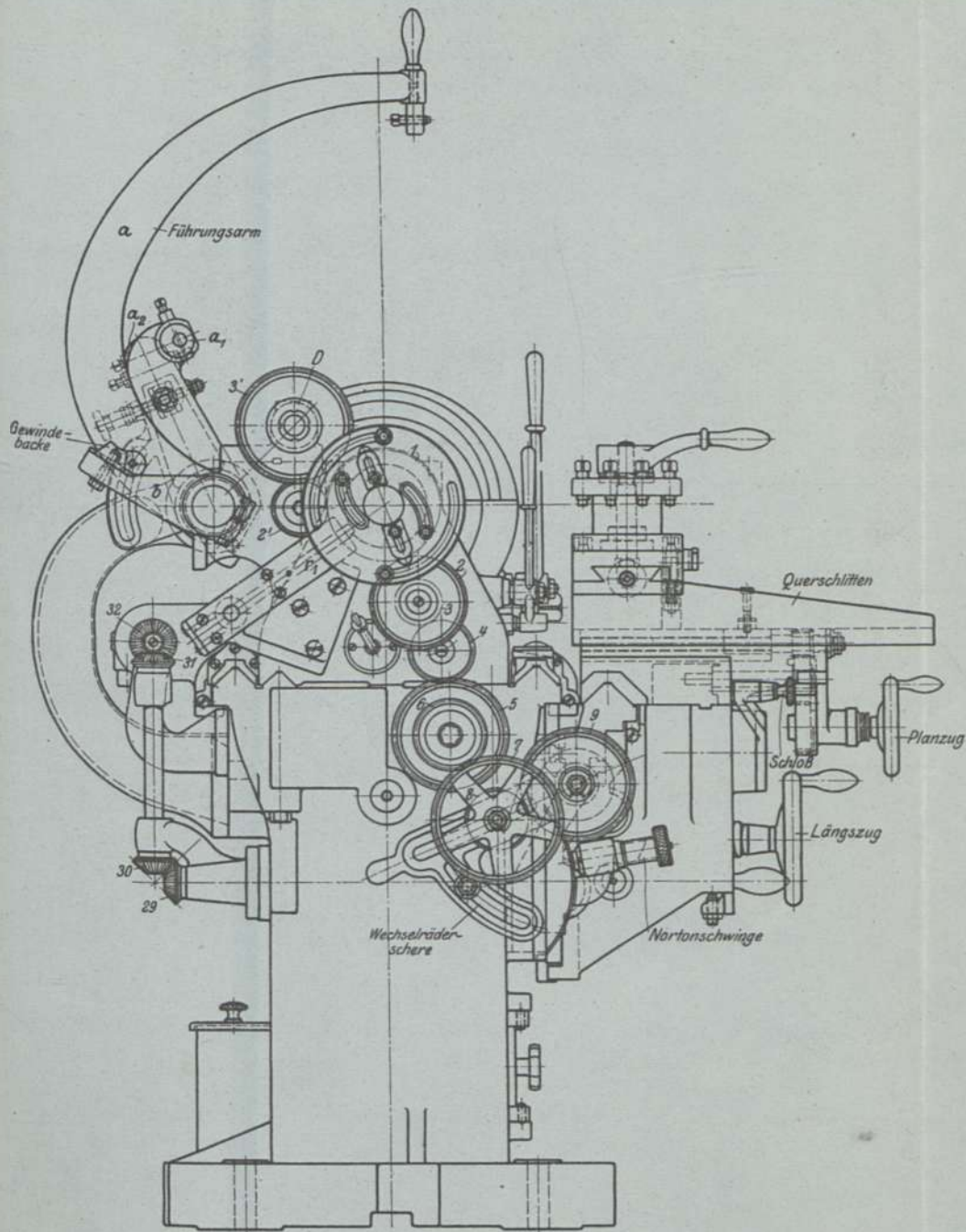


Abb. 247 bis 255. Bearbeiten eines Kreuzkopfszapfens.

läuft, von den Spänen befreit, in den Seitenbehälter, während man die Späne durch die rechte Seitentür entfernt. Die hohle Drehspindel  $D$  ist im Hauptlager durch Druckringe gegen Längsschlagen und in beiden Lagern durch geschlitzte Kegelschalen gegen Querschlagen gesichert. Den Antrieb der Drehspindel vermitteln eine dreiläufige Stufenscheibe  $S$  und 3 Doppelvorgelege. Mit dem Griff  $h_1$  werden die Vorgelege nach Abb. 52 geschaltet und mit  $h_2$  das Vorgelegerad  $R_1$  oder  $R_2$  gekuppelt



Pittler-Vielloch-Revolverbank.  
 Pittler A.-G., Leipzig-Wahren.  
 Abb. 257 und 258. Ansicht und Schnitt.



Die Maschine hat daher für die Hauptbewegung des Werkstückes  $3 \times 3$  Geschwindigkeiten.

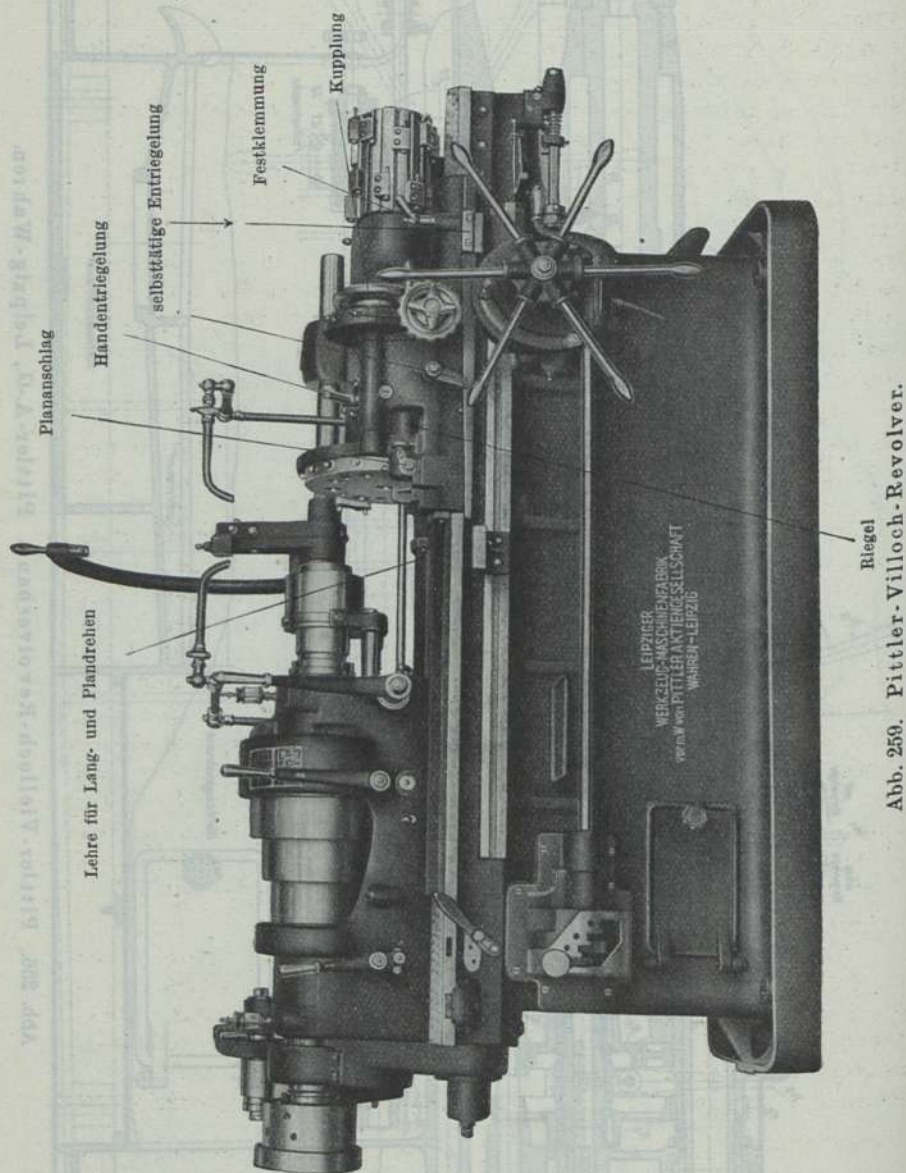


Abb. 259. Pittler-Villoch-Revolver.

Zum Einspannen der Rundstangen trägt die Drehspindel *D* an ihrem Spindelkopf das Keilspannschloß. Es hat den Vorzug, daß die

ganze Spindelbohrung für die Stange ausgenutzt werden kann. Mit dem Griff  $h_3$ , dem Ritzel  $r$  und der Zahnstange  $z$  wird die Spannmuffe  $a$  vorgeschoben. Der durchlochte Spannkeil  $k$ , der sich quer zur Spindel verschiebt, drückt den Spannkegel  $b$  vor und preßt damit die dreiteilige Patrone  $p$  fest um die Rundstange. Mit der Gegenmutter  $m$  läßt sich die Patrone auf kleine Unterschiede im Stangendurchmesser nachstellen und mit Einsatzbacken für jede Stange einrichten. Den Stangenvorschub besorgt die Vorschubtrommel am Spindelschwanz mit Reibrollen. Mit dem Öffnen des Keilschlusses wird durch eine Stange auf der Rückseite der Maschine der Riegel  $r_1$  gegen die Sperrscheibe geschoben (Abb. 257) und das Rad  $y$  angehalten. Die Trommel läuft mit der Drehspindel weiter, so daß das gesperrte Rad  $y$  durch Schraubenrädchen die Reibrollen  $r$  treibt, die die Rundstange gegen den Anschlag des Revolverkopfes vorschieben. Die drehbare Stellscheibe stellt mit ihren außermittigen Nuten die Reibrollen an die Stange an.

Der Revolverkopf  $R$  hat als Viellochrevolver 16 Löcher, so daß die Werkzeuge in mannigfacher Zusammenstellung arbeiten können (Abb. 260). Eine Eigenart zeigt er in seiner Anordnung. Er liegt nämlich um den Halbmesser  $\rho$  des Lochkreises tiefer als die Spindelmitte, so daß das oberste Werkzeug stets in der Mittelebene des Spannfutters steht. Mit dieser Bauart ist ein Plandrehen ohne Planschlitten möglich, da sich beim Drehen des Revolverkopfes das Werkzeug quer zum Werkstück bewegt. Mit dem starken Kegelzapfen  $A$  ist der Revolverkopf im Revolverschlitten doppelt gelagert. Diese Lagerung gestattet, Loch- und Spindelmitte in gleicher Höhe zu halten. Auf dem Zapfenende sitzt die Anschlagtrommel  $T$  für 16 Anschläge  $a_1$  mit Feineinstellung zur Sicherung der gleichen Drehlängen. Die Verriegelung des Kopfes übernimmt ein kräftiger Riegel, der in eine große Sperrscheibe faßt und ein ruhiges Arbeiten sichert. Beim Zurückziehen des Revolverschlittens entriegelt eine Klinke, sobald sie gegen ihren Gegenanschlag kommt, den Kopf. Nach dem Schalten des Kopfes springt der Riegel wieder selbst ein. Mit einem Handgriff kann der Riegel zum Plandrehen ausgeschaltet werden.

Die Steuerung des Revolverkopfes fürs Lang- und Plandrehen ist als Handsteuerung und Selbststeuerung eingerichtet. Mit dem Handkreuz  $h_7$  kann der Revolverkopf angesetzt, vorgeschoben und zurückgeholt werden. Der Selbstgang wird vom Rade 1 der Drehspindel  $D$  hergeleitet. Der Längszug besteht aus den Getrieben 1 bis 26, von denen das Zahnrad 25 mit der Zahnstange 26 des Revolverschlittens kämmt. Die ausrückbaren Vorgelege  $\frac{10}{12}$  und  $\frac{11}{13}$  und das Nortongetriebe 14 bis 18 mit 4 Schaltungen gestatten 8 Längsvorschübe. Die Selbstauslösung geschieht mit der Fallschnecke 23. Sobald die Anschlagtrommel  $T$  mit einem Anschlag  $a_1$  gegen den Gegenanschlag  $a_2$  stößt,

zieht der umgelegte Hebel  $h_8$  die Ausrückstange  $s$  mit ihrem Vierkantkopf  $v$  von dem Arm des Schneckenlagers weg. Gleich löst die Feder  $f$  die Fallschnecke 23 aus und damit den Längsvorschub. Nach dem Zurückholen des Revolverkopfes hebt man mit dem Griff  $h_9$  die Schnecke wieder in das Schneckenrad ein. Gleich schiebt die Feder  $f_1$  die Ausrückstange  $s$  mit dem Sperrkant  $v$  vor. Für das Plandrehen wird der Revolverkopf mit dem Handrad  $h_5$  über das Schneckengetriebe  $\frac{36}{37}$  und das Zahnkranzgetriebe  $\frac{z_1}{Z_1}$  plangesteuert, d. h. langsam gedreht. Der Anschlag  $x$  dient hierbei als Arbeitsgrenze und der Anschlag  $p$ , der gegen das Leitlineal gesteuert wird, zum Formdrehen. Zum Schnellverstellen dient das Handrad  $h_4$ , das zuvor mit dem Sterngriff  $h_{10}$  von dem Schneckenrade 37 zu entkuppeln ist.

Der selbsttätige Planzug des Revolverkopfes umfaßt die Getriebe 1 bis 18 und 27 bis 37, sowie das Zahnkranzgetriebe  $\frac{z_1}{Z_1}$ . Da Längs- und Planzug gemeinsamen Antrieb haben, so sind auch  $2 \times 4$  Planvorschübe vorhanden. Mit dem Griff  $h_6$  läßt sich die Kupplung des Kegelhäufigerwendegetriebes 33 bis 35 umstellen, so daß die Bank nach beiden Richtungen plandrehet. Gegen Überlastung der Räder dient die Sicherheitskupplung auf  $I$ , die die Feder nur solange geschlossen hält, bis die Belastung die Grenze erreicht.

Eine bemerkenswerte Neuerung in der Längssteuering des Revolverkopfes verdient hier noch erwähnt zu werden. Sie besteht in einem Feineinsteller für die genaue Drehlänge, die sich mit dem Längszug allein wegen des toten Ganges in den Getrieben schwer erreichen läßt. Der Pittlersche Feineinsteller gestattet, den Revolverkopf nach Auslösung des Selbstganges mit dem Handkreuz  $h_7$  so weit nachzuschieben, bis zwischen den Trommelansschlägen  $a_1$  und dem Gegenschlag  $a_2$  stets derselbe Druck erreicht ist. Damit ist auch jedesmal die genaue Drehlänge gesichert.

Um den Anschlagdruck beobachten zu können, sitzt an der Ausrückstange  $s$  ein Bund  $b_1$  mit der Stellschraube  $s_1$ . Mit  $s_1$  kann der Zeiger  $z$  nach einer Ziffertafel  $t$  eingestellt werden. Beim ersten Arbeitsstück, das aufs genaueste zu drehen ist, wird nach dem Vorschieben des Revolverkopfes der Zeiger  $z$  auf Null der Ziffertafel mit der Stellschraube  $s_1$  gestellt. Bei den nächsten Stücken wird jedesmal nach dem Ausfallen der Schnecke der Revolverkopf mit dem Handkreuz so lange vorgeschoben, bis der Zeiger auf Null steht, so daß der gleiche Druck zwischen den Anschlägen erreicht ist.

Für außergewöhnlich lange Arbeiten und für große Durchmesser hat der Pittler-Revolver einen seitlichen Werkzeugschlitten mit vierfachem Stahlwechselkopf (Abb. 257). Er ist auf seitlichen Bahnen

des Bettes geführt, so daß Revolver und Seitenschlitten gleichzeitig arbeiten können. Der Längs- und Plangang des Seitenschlittens wird mit 8 Vorschüben von der Zugspindel betrieben (Abb. 257).

Der Pittler-Revolver dient sowohl für Stangenarbeit als für Futterarbeit. Die Arbeitsfolgen in den Abb. 260 bis 275 zeigen die mannigfache Verwendung der Werkzeuge.

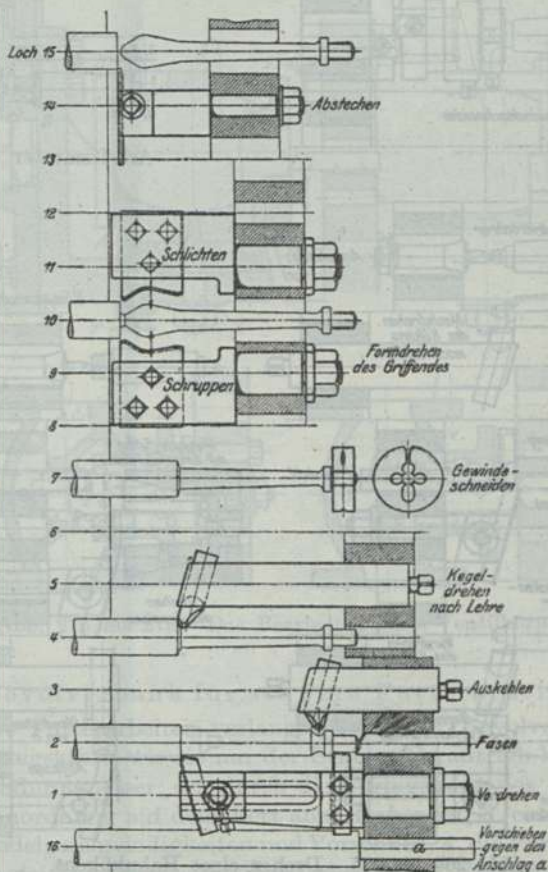


Abb. 260 bis 265. Drehen eines Griffes auf einem Vielloch-Revolver.

Ein weiteres Beispiel für Futterarbeiten auf einem Pittler-Revolver zeigt die Bearbeitung eines Ventilkörpers. In Abb. 276 ist das rohe Gußstück mit einem Winkel an der Planscheibe *P* eingespannt. Der vordere Flansch wird außen überdreht und hierauf durch Linksdrehen des Revolverkopfes seine Planfläche mit 2 Stählen vorgedreht. Die Doppelstäbe gewähren dabei bedeutende Zeitersparnisse, denn die

Planfläche ist bereits fertig, nachdem jedes Werkzeug den halben Weg zurückgelegt hat. Durch weiteres Linksdrehen des Revolverkopfes wird zunächst die Planfläche geschlichtet und zum Schluß auch der Flansch außen (Abb. 277).

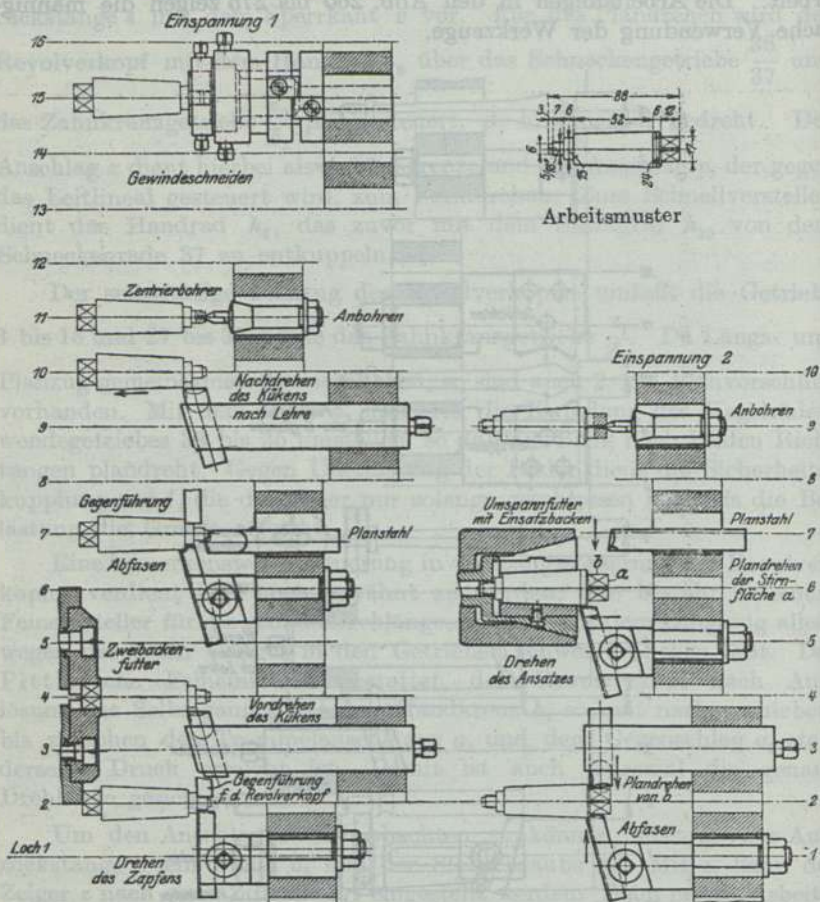


Abb. 266 bis 275. Drehen eines Hahnkükens.

Um den gegenüberliegenden Flanschen II bearbeiten zu können, ist zunächst der Aufsatz A der Planscheibe zu entriegeln und um  $180^\circ$  zu drehen. Hierzu ist der Aufsatz um den Zapfen Z drehbar. Durch den Riegel r kann A gegenüber dem Arbeitsdruck wieder verriegelt werden. Jetzt wiederholen sich dieselben Vorgänge wie bei dem ersten Flanschen.

Für den dritten Flanschen und den Ventilsitz ist A um  $90^\circ$  zu drehen und die Bearbeitung des Flanschen in derselben Weise vorzu-



nehmen. Der Ventilhals und der Sitz werden gleichzeitig mit einer Bohrstange mit 4 Stählen zunächst vorgedreht (Abb. 278) und hierauf in gleicher Weise geschlichtet (Abb. 279). Das Ventil hat 100 mm Durchmesser und wird nach den Angaben der Firma in 58 bis 60 Minuten fertig bearbeitet.

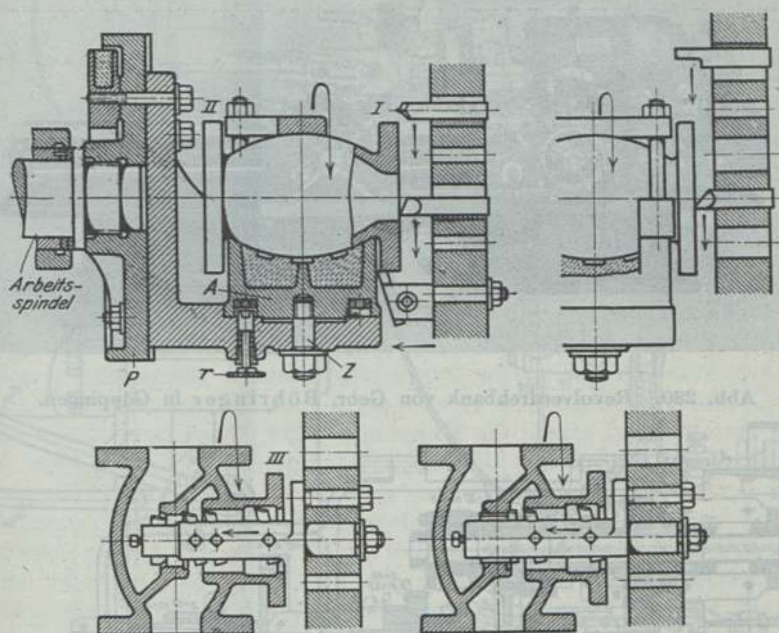


Abb. 276 bis 279. Das Bearbeiten eines Ventilkörpers.

#### Revolverbank für schwere Futterarbeiten.

Schwere Futterarbeiten verlangen von einer Revolverbank 1. eine hohe Durchzugskraft, wie sie nur der Stufenräderantrieb bietet, 2. einen großen Drehdurchmesser, der durch die Formgebung des Querschlittens und seine Anordnung auf dem Bett anzustreben ist, 3. eine ausreichende Anzahl Spindelgeschwindigkeiten und Vorschübe, 4. die Verwendung möglichst vieler gleichzeitig arbeitender Werkzeuge, 5. Unabhängigkeit in den Vorschüben der Werkzeugschlitten und 6. selbsttätiges Schnellverstellen des schweren Revolverkopfes. Die Bedingungen sind in allen Einzelheiten streng zu befolgen, wenn die Bank wirtschaftlich betrieben werden soll.

Die schwere Revolverbank der Gebr. Böhringer, Göppingen, hat diese Gesichtspunkte in ihrem Bau verkörpert (Abb. 280). Sie ist eine Maschine für schwere Futterarbeiten, für die sie ein kräftiges Zwei- oder Dreibackenfutter hat. Für Bohr- und Dreharbeiten an der Stirn des Werkstückes hat die Bank einen Sechskantrevolver und für Längs-

und Planarbeiten einen Vierkantrevolver. Der Sechskantrevolver hat 3 breite Aufspannflächen für Drehmesserhalter und 3 schmale Aufspann-

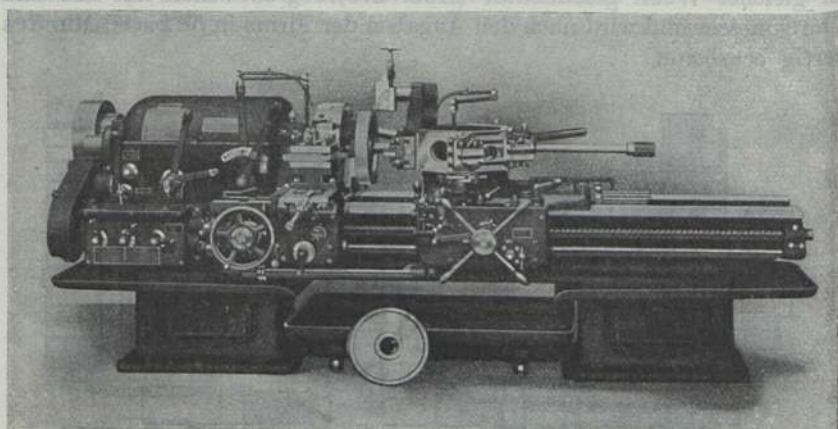


Abb. 280. Revolverdrehbank von Gebr. Böhlinger in Göppingen.

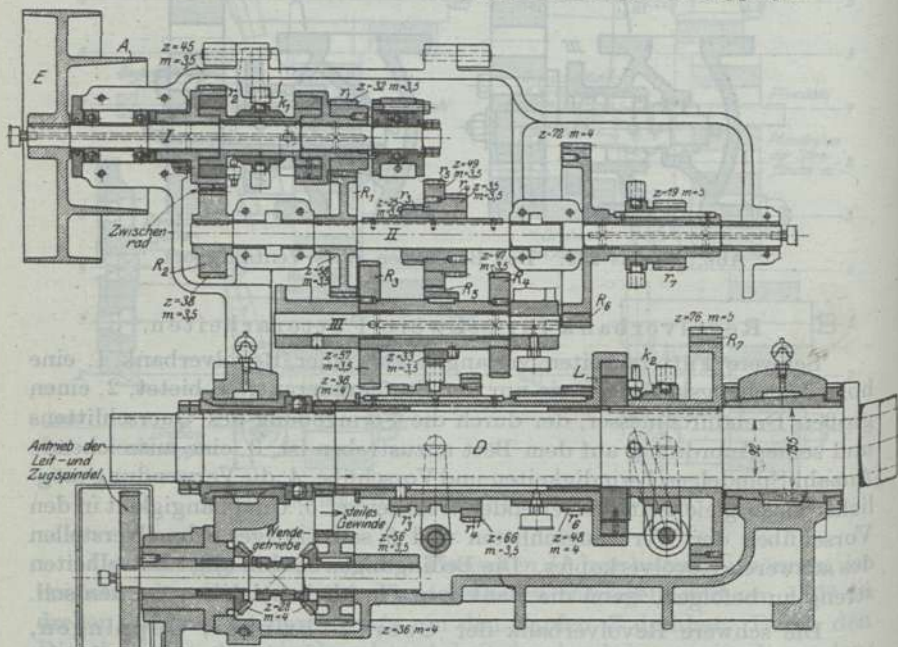
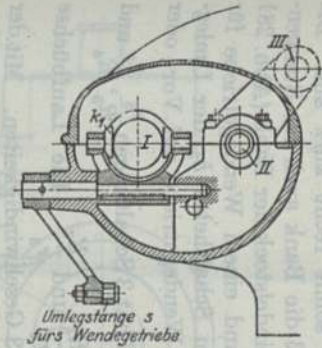
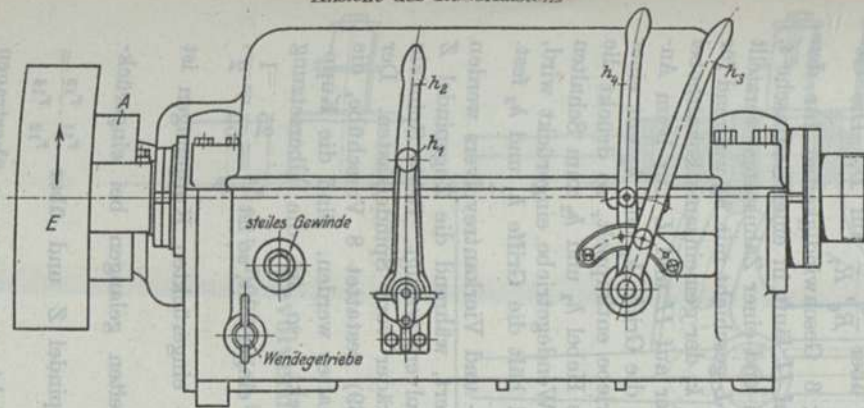
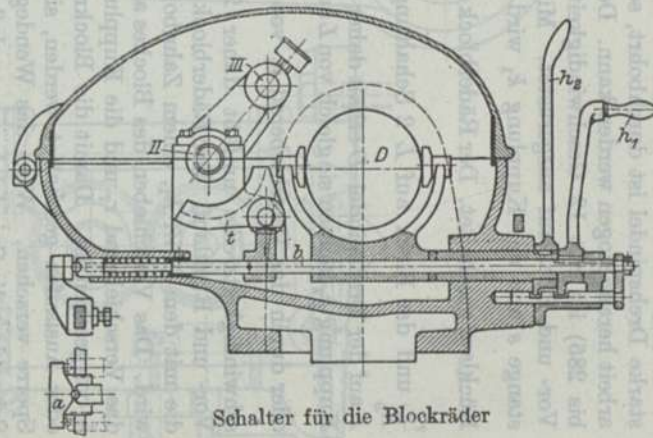
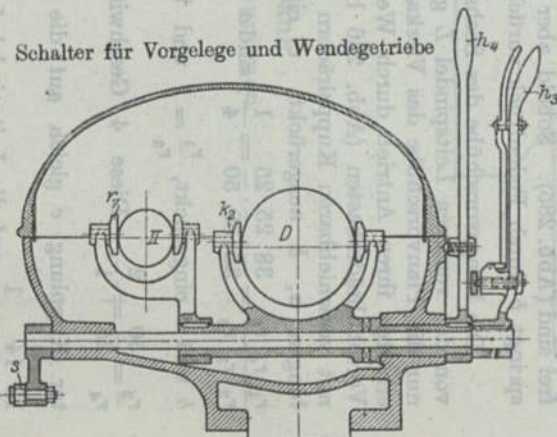


Abb. 281. Spindelstock der Böhlinger-Revolverbank.

flächen für Bohrwerkzeuge (Abb. 295 und 296). Die Anordnung läßt ein Zurückfahren des Vierkantrevolvers hinter das Spannfutter zu, so



Schalter für Vorgelege und Wendegetriebe



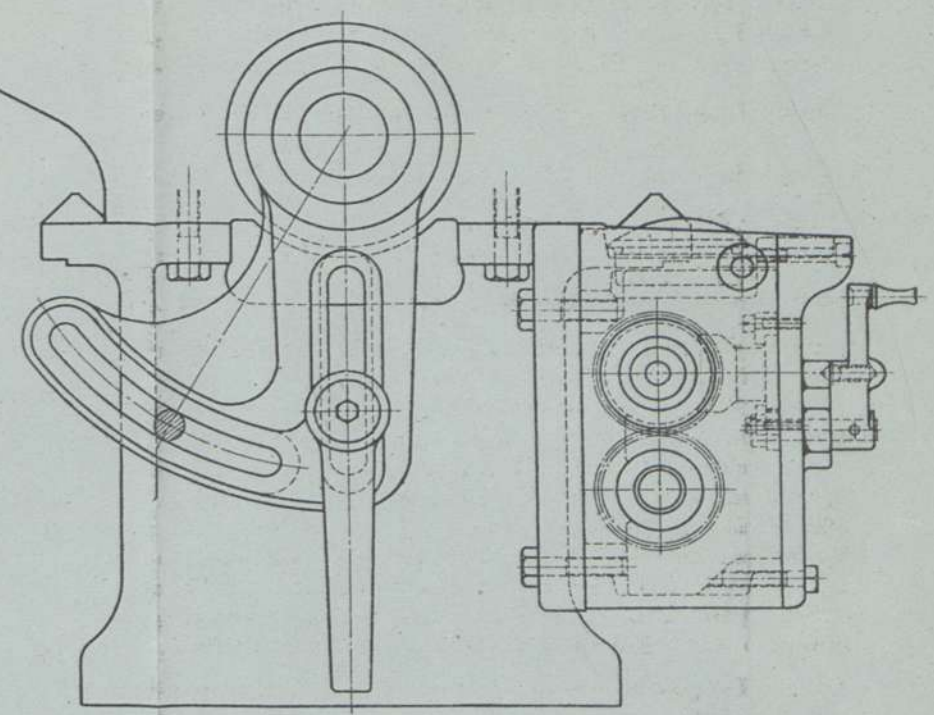
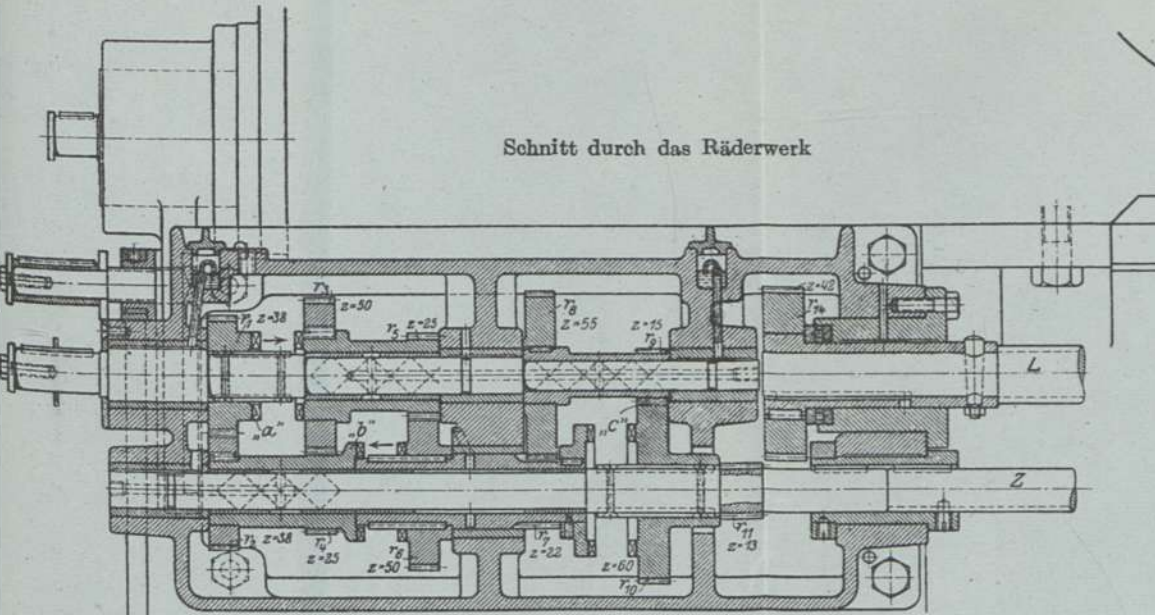
Schalter für die Blockräder

Abb. 282 bis 285. Spindelstock der Böhlinger-Revolverbank.

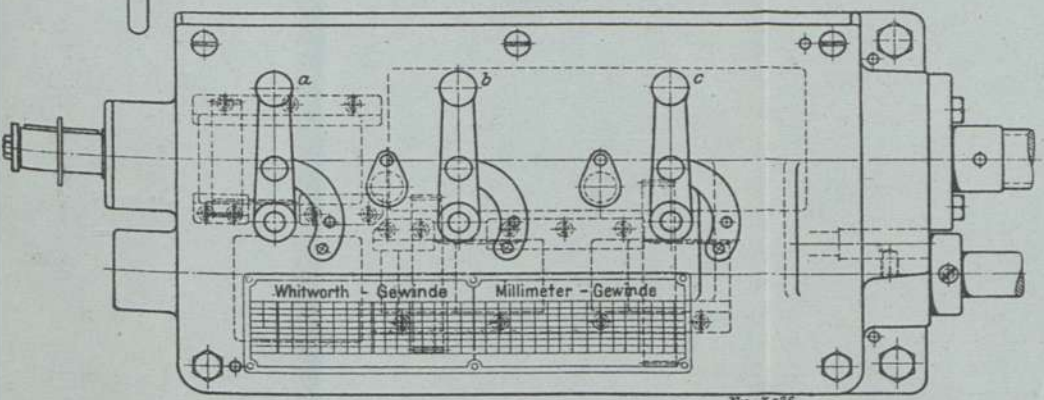
daß der Sechskantrevolver dicht an dem Futter arbeiten kann. Die Bohrstangen und Werkzeughalter fallen somit recht kurz aus. Die starke Drehspindel ist durchbohrt, so daß die Bank auch für Stangenarbeit herangezogen werden kann. Der Spindelstock der Bank (Abb. 281 bis 285) ist mit 12 Geschwindigkeiten und einem Wendegetriebe für Vor- und Rücklauf ausgerüstet. Mit dem Schalthebel  $h_3$ , der Umlegstange  $s$  und der Kupplung  $k_1$  wird das Wendegetriebe auf Vor- oder Rücklauf geschaltet. Der Räderblock auf *II* hat 3 Schaltungen  $\frac{r_3}{R_3}$ ,  $\frac{r_4}{R_4}$  und  $\frac{r_5}{R_5}$  und der Block auf *L* 2 Schaltungen  $\frac{R_4}{r_4}$  und  $\frac{R_3}{r_3}$ . Die Laufbüchse *L* auf der Drehspindel *D* erhält daher  $2 \times 3$  Geschwindigkeiten. Mit der Kupplung  $k_2$  können sie gleich von *L* auf die Drehspindel *D* geleitet werden oder durch das Verschieberad  $r_7$  von *L* über  $\frac{r_6}{R_6}$ ,  $\frac{r_7}{R_7}$  auf *D*. Die Geschwindigkeitsreihe umfaßt daher  $2 \times 6$  Geschwindigkeiten für den Vor- und Rücklauf. Der Räderblock auf *II* läuft in einer Radtasche *t*, die mit dem Griff  $h_1$ , einem Zahnbogen und einer Zahnstange verstellbar wird. Das Verschieben des Blockes auf *L* geschieht mit  $h_2$ , während für das Verschieberad  $r_7$  und die Kupplung  $k_2$  der gemeinsame Schalthebel  $h_4$  vorgesehen ist. Damit die Blockräder auf *II* und *L* nur beim An- oder Auslaufen geschaltet werden, sind die Griffe  $h_1$  und  $h_2$  mit einer Sperre versehen. Wird das Wendegetriebe entkuppelt, so drückt die Schneide *a* die Spindel *b* vor, so daß die Hebel  $h_1$  und  $h_2$  zum Schalten frei sind (Abb. 285). Sobald aber das Wendegetriebe eingerückt wird, springt *b* durch Federdruck zurück und hält die Griffe  $h_1$  und  $h_2$  fest.

Die Längsvorschübe des Sechskant- und Vierkantrevolvers werden von der vorderen Leitspindel *L* gesteuert, während die Zugspindel *Z* nur die Planvorschübe des Vierkantrevolvers erzeugt. Beide Spindeln erhalten ihren Antrieb durch Wechselräder vom Spindelkasten. Der Vorschubräderkasten (Abb. 286 bis 289) gestattet 8 Vorschübe, die mit verschiebbaren Kuppelrädern geschaltet werden. Sind die Kupplungen *a*, *b* ausgerückt, *c* eingerückt, so ist die Übersetzung  $\frac{r_1 \cdot r_4 \cdot r_5}{r_2 \cdot r_3 \cdot r_6} = \frac{38 \cdot 25 \cdot 25}{38 \cdot 50 \cdot 50} = \frac{1}{4}$ ; sind *a* und *c* eingerückt, so ist  $\frac{r_5}{r_6} = \frac{25}{50} = \frac{1}{2}$ , *b* und *c* eingerückt,  $\frac{r_1}{r_2} = 1$  und bei 3 eingerückten Kupplungen ist  $\frac{r_3}{r_4} = \frac{50}{25} = \frac{2}{1}$ . Diese 4 Geschwindigkeiten gelangen bei eingerückter Kupplung *c* gleich auf die Zugspindel *Z* und über  $\frac{r_{11} \cdot r_{13}}{r_{12} \cdot r_{14}} = \frac{13 \cdot 14}{26 \cdot 42} = \frac{1}{6}$  auf die Leitspindel *L*. Rückt man *c* aus, so übertragen

Schnitt durch das Räderwerk



Revolverdrehbank  
Gebr. Böhringer in Göppingen.



Räderkasten mit Schaltern.

Abb. 286 bis 289. Vorschubtrieb.

Längszug für kleine Vorschübe.

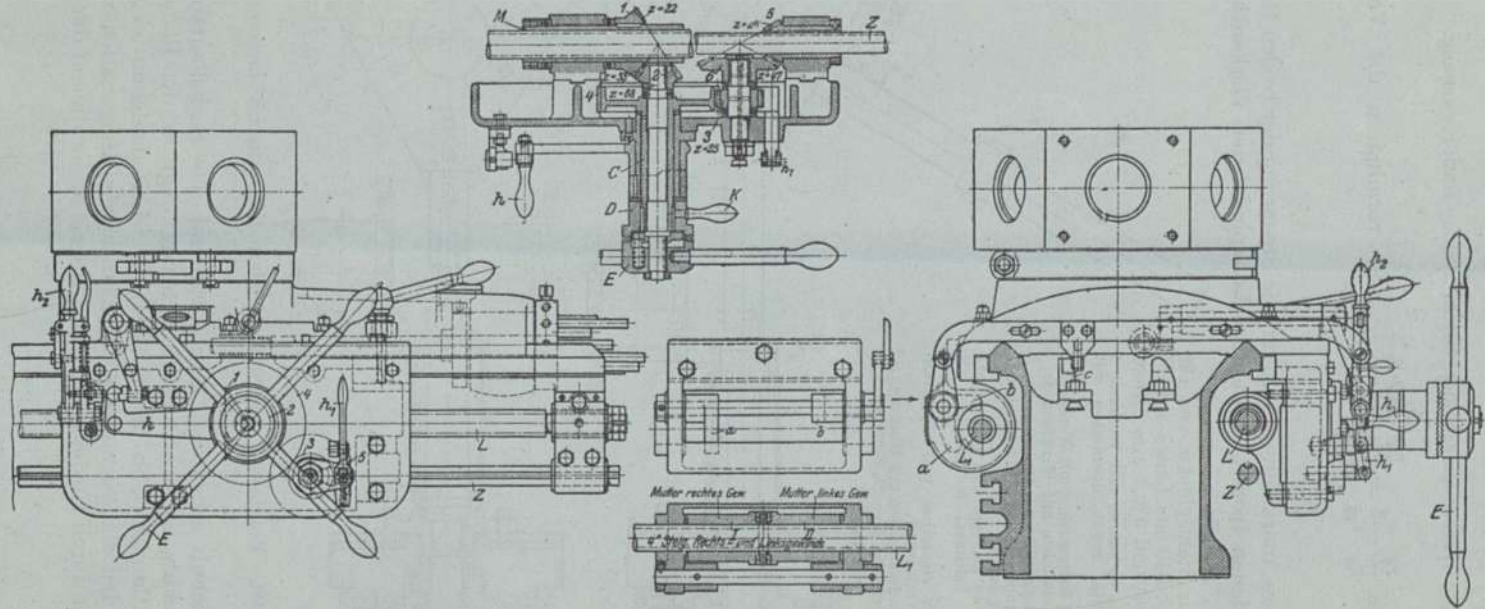


Abb. 290 bis 294. Böhlinger-Revolverwerkzeugschlitten mit Schloßplatte.

die Vorgelege  $\frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} = \frac{22}{55} \cdot \frac{15}{60} = \frac{1}{10}$  und vermindern die Vorschübe auf  $\frac{1}{10}$ .

Besondere Anerkennung verdient die Steuerung der beiden Revolverköpfe, von denen trotz gemeinsamer Leitspindel der Vierkantkopf mit

Arbeitsplan für Stahlzylinder von 138 und 172 mm  $\varnothing$ , 340 mm Länge auf 150 und 155 mm  $\varnothing$  und 322,5 mm Länge.

1. Vorgang: Loch vorbohren mit Werkzeug 1 und gleichzeitig außen überdrehen mit Werkzeug 2.
  2. Vorgang: Loch fertigmachen mit Werkzeug 3 und Schräge andrehen mit Werkzeug 4.
  - Umspannen nach II
  3. Vorgang: Stehengebliebenen Teil überschrappen mit Werkzeug 5.
  4. Vorgang: äußere kegelige und zylindrische Fläche nach Leitlineal fertigdrehen mit Werkzeug 6.
  5. Vorgang: Nute einstechen und Bund andrehen mit Werkzeug 7.
  6. Vorgang: Gewindecnellen mit Werkzeug 8.
- Bearbeitungszeit =  $2\frac{1}{4}$  -  $2\frac{3}{4}$  Stunden.

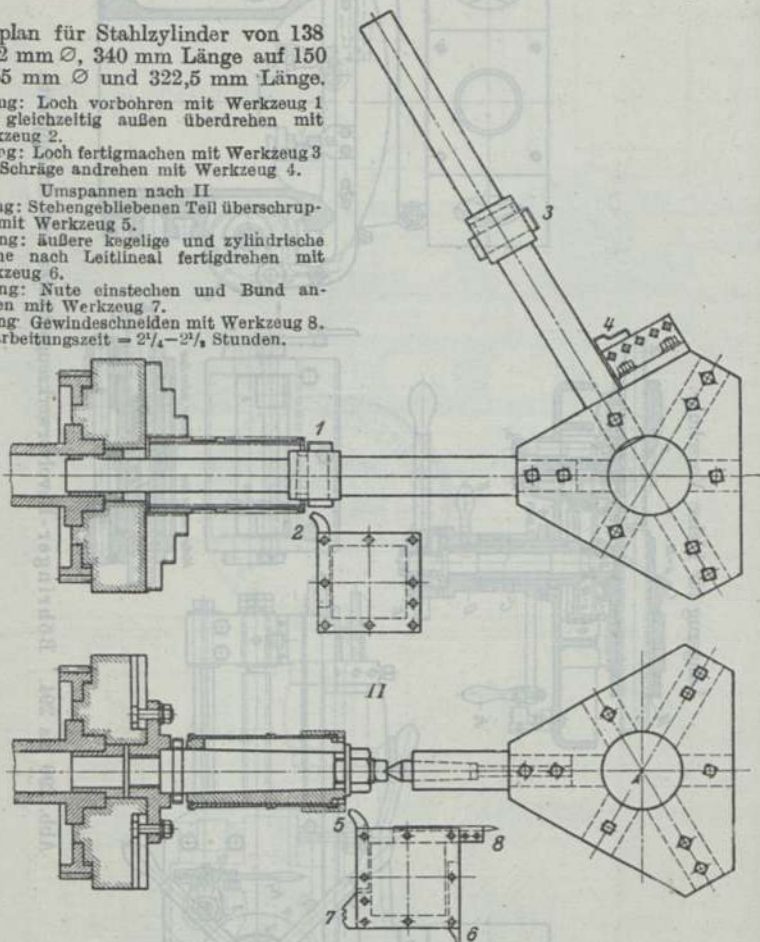


Abb. 295. Bearbeiten von Stahlzylindern für Luftschiffmotoren.

grobem Vorschub schrappen kann, während der Sechskantkopf mit feinem Vorschub bohrt. Diese Einrichtung liegt in der Räderplatte des Sechskantkopfes (Abb. 290 bis 294). Die Leitspindelmutter *M* muß nämlich für den Längsgang des Sechskantkopfes festgehalten werden. Dies geschieht durch Niederdrücken des Hebels *h*, der die auf der langen

Radnabe *C* verschiebbare Kuppelmuffe *D* mit der Gegenmuffe *E* kuppelt, die fest auf der Spindel des Kegelrades 2 sitzt. Wird das Verschieberad 3 mit dem Griff  $h_1$  vorgezogen und mit der Schloßplatte gekuppelt, so sperrt es das Rad 4. Die Leitspindelmutter *M* ist daher festgehalten, und die Leitspindel verschiebt bei jeder Umdrehung beide Köpfe um ihre Steigung. Um aber unabhängig von den groben Vorschüben des Vierkantkopfes feine Bohrvorschübe für den Sechskantkopf zu haben, wird

Arbeitsplan für Lagerschilder, 740 mm Flanschdurchmesser, 570 mm Länge.

1. Vorgang: Loch vorbohren mit Werkzeug 1, Nabe vorschruppen mit Werkzeugen 2 und 3 und gleichzeitig Flansch mit Werkzeug 4.
2. Vorgang: Loch fertigbohren mit Werkzeug 5, Nabe fertigdrehen mit Werkzeugen 6 und 7, Nute einstechen mit Werkzeug 8, Flansch fertigdrehen mit Werkzeugen 9 und 10.
3. Vorgang: Loch ausreiben mit Werkzeug 11.

Bearbeitungszeit für 1 Stück = 45–50 Minuten.

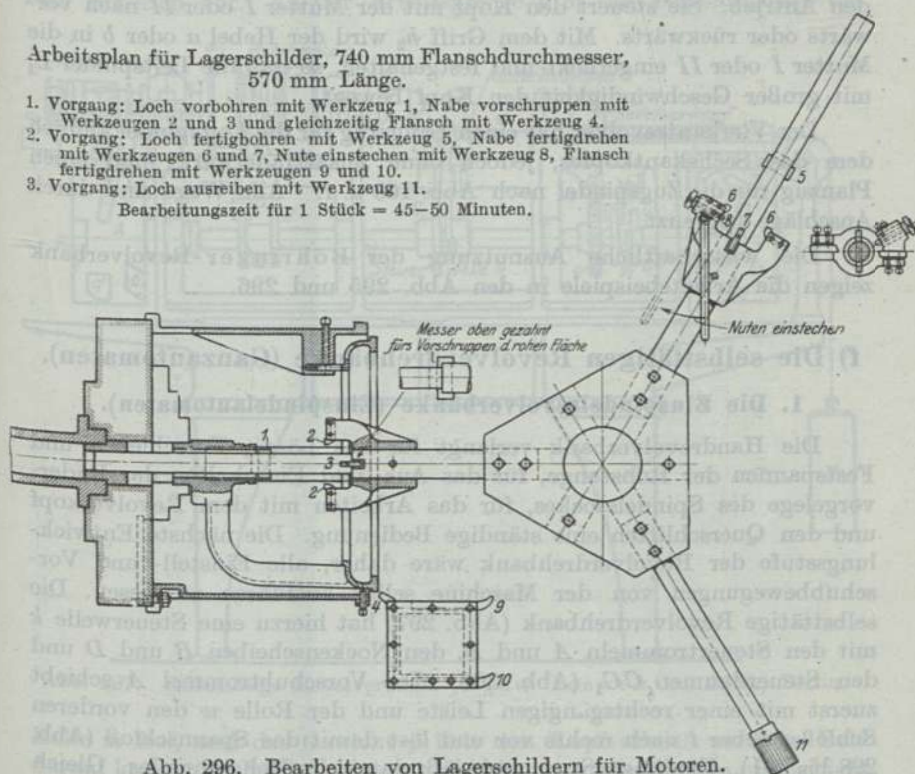


Abb. 296. Bearbeiten von Lagerschildern für Motoren.

der Leitspindelmutter *M* eine unterschiedliche Bewegung erteilt. Durch sie werden die Vorschübe des Sechskantkopfes auf  $\frac{1}{4}$  derjenigen des Vierkantkopfes herabgemindert. Die unterschiedliche Bewegung der Leitspindelmutter *M* wird von der Zugspindel *Z* entnommen. Wird nämlich das Verschieberad 3 mit 6 gekuppelt, so erteilen die Räderpaare

$$\frac{5}{6} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{1}$$

der Mutter *M* die langsame Drehung. Da die Zugspindel *Z* 6 mal so schnell läuft als die Leitspindel *L*, so wird die durch das Räderwerk mit der Übersetzung

$$\frac{24}{47} \cdot \frac{25}{68} \cdot \frac{22}{33} \sim \frac{1}{8}$$

betriebene Leitspindelmutter *M* =  $6 \cdot \frac{1}{8}$  Um-



läufe bei jeder Umdrehung der Leitspindel machen. Der Vorschub ist daher  $\left(1 - \frac{6}{8}\right)s = \frac{1}{4}s$  bei dem Sechskantkopf und  $s$  beim Vierkantkopf.

Die Eilbewegungen des Sechskantkopfes werden von einer steilgängigen Leitspindel  $L_1$  mit Rechts- und Linksgewinde hergeleitet. Sie liegt auf der Rückseite der Bank und erhält von der Hauptscheibe  $A$  den Antrieb. Sie steuert den Kopf mit der Mutter  $I$  oder  $II$  nach vorwärts oder rückwärts. Mit dem Griff  $h_2$  wird der Hebel  $a$  oder  $b$  in die Mutter  $I$  oder  $II$  eingerückt und festgehalten, so daß die Leitspindel  $L_1$  mit großer Geschwindigkeit den Kopf bewegt.

Der Vierkantrevolver hat einen Längszug für die Leitspindel ähnlich dem des Sechskantkopfes, jedoch ohne Zusatzräderwerk, und einen Planzug für die Zugspindel nach Abb. 163 u. f. Alle Wege sind durch Anschläge begrenzt.

Die wirtschaftliche Ausnutzung der Böhlinger-Revolverbank zeigen die Arbeitsbeispiele in den Abb. 295 und 296.

## f) Die selbsttätigen Revolverdrehbänke (Ganzautomaten).

### 1. Die Einspindelrevolverbänke (Einspindelautomaten).

Die Handrevolverbank verlangt für das Lösen, Verschieben und Festspannen der Rohstange, für das Aus- und Einschalten der Räder vorgelege des Spindelstockes, für das Arbeiten mit dem Revolverkopf und den Querschlitten eine ständige Bedienung. Die nächste Entwicklungsstufe der Revolverdrehbank wäre daher, alle Einstell- und Vorschubbewegungen von der Maschine selbst ausführen zu lassen. Die selbsttätige Revolverdrehbank (Abb. 297) hat hierzu eine Steuerwelle  $k$  mit den Steuertrommeln  $A$  und  $E$ , den Nockenscheiben  $B$  und  $D$  und den Steuerdaumen  $C_1$  (Abb. 305). Die Vorschubtrommel  $A$  schiebt zuerst mit einer rechtsgängigen Leiste und der Rolle  $w$  den vorderen Schloßschieber  $t$  nach rechts vor und löst damit das Spannschloß (Abb. 298 bis 301). Die innere Spannseele läßt damit die Rohstange los. Gleich darauf faßt eine zweite Rechtsleiste die Rolle  $s$  des Stangenschiebers  $x$ , der mit der inneren Vorschubseele die Rohstange auf die passende Arbeitslänge vorschiebt. Jetzt drückt eine Linksleiste mit der Rolle  $w$  den Schloßschieber  $t$  zurück und schließt das Spannschloß. Eine zweite Linksleiste bringt den Stangenschieber  $x$  wieder in die Anfangsstelle. Die Nockenscheibe  $B$  stellt den Antrieb der Bank für das Drehen und Gewindeschneiden ein. Auf der Antriebsscheibe  $b$  liegt der offene Drehriemen und auf  $a$  der gekreuzte Gewinderiemen. Beim Übergang vom Drehen zum Gewindeschneiden stößt der Nocken  $b_1$  gegen den Anschlag  $c_1$  des Kupplungshebels  $h$ , der nach rechts ausweicht und die Kupplung aus  $b$  auslöst und in  $a$  einrückt. Die Bank läuft jetzt

langsam und entgegengesetzt. Nach beendetem Gewindeschneiden schaltet ein gleicher Nocken auf der Gegenscheibe von *B* die Maschine wieder auf den schnellen Lauf fürs Drehen um. Das Steuern des Revolverkopfes fürs Langdrehen, Bohren und Gewindeschneiden besorgt die Revolvertrommel *E*, die mit ihren Leisten die Rolle *m* des Kopfes faßt. (Abb. 302 und 303.) Mit linksgängigen Vorschubleisten drückt sie von rechts gegen die Rolle *m* und schiebt den Revolverkopf zum Arbeiten vor. An der Arbeitsgrenze gibt die Vorschubleiste die

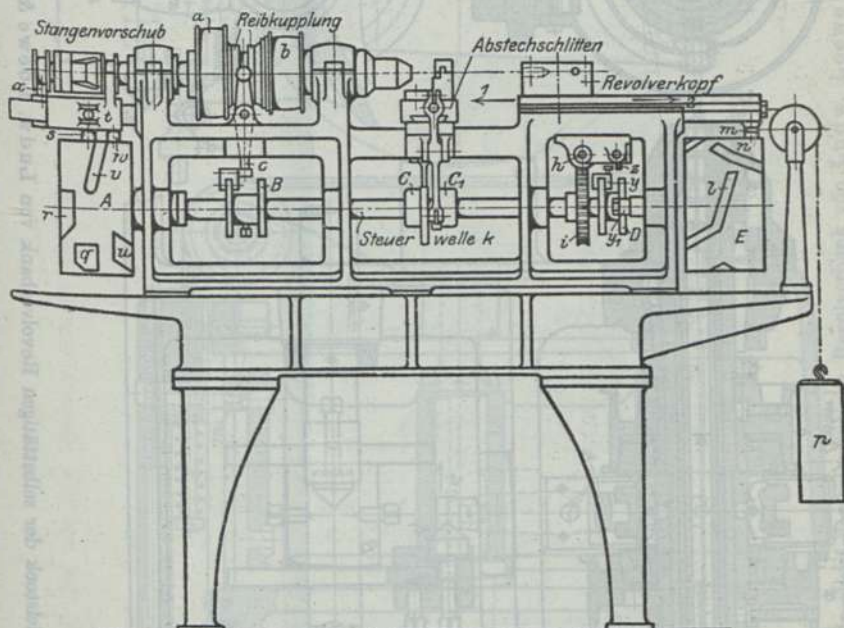


Abb. 297. Selbsttätige Revolverbank. Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.

Rolle *m* frei, und das Gewicht *p* holt den Kopf schnell zurück. Bald darauf kommt die Rückzugsleiste von links gegen die Rolle *m* und schiebt den Revolverkopf für den Stahlwechsel in die Endstellung zurück. Vor beendetem Rückzug stößt nämlich die Klinke *k*<sub>1</sub> gegen den Winkel *w*. Die umgelegte Klinke *k*<sub>1</sub> zieht den Riegel *r*<sub>1</sub> zurück und entriegelt den Kopf. Mit dem Entriegeln tritt der Umschalter des Revolverkopfes in Kraft. Ein Schaltstift *s* kommt, wie in Abb. 229, gegen den Gegenanschlag und dreht den Revolverkopf um ein Loch weiter. Der Riegel *r*<sub>1</sub> springt unter dem Druck einer Feder in die neue Sperre ein.

Fürs Formdrehen hat die Bank den hinteren Querschlitten *Q* und fürs Abstechen den vorderen *Q*<sub>1</sub> (Abb. 304 und 305). Sie werden durch die Steuerdaumen *C* und *C*<sub>1</sub> gesteuert. Sobald der Formstahl zum Drehen des Schraubenkopfes angesetzt werden soll, gelangt der Daumen *C*

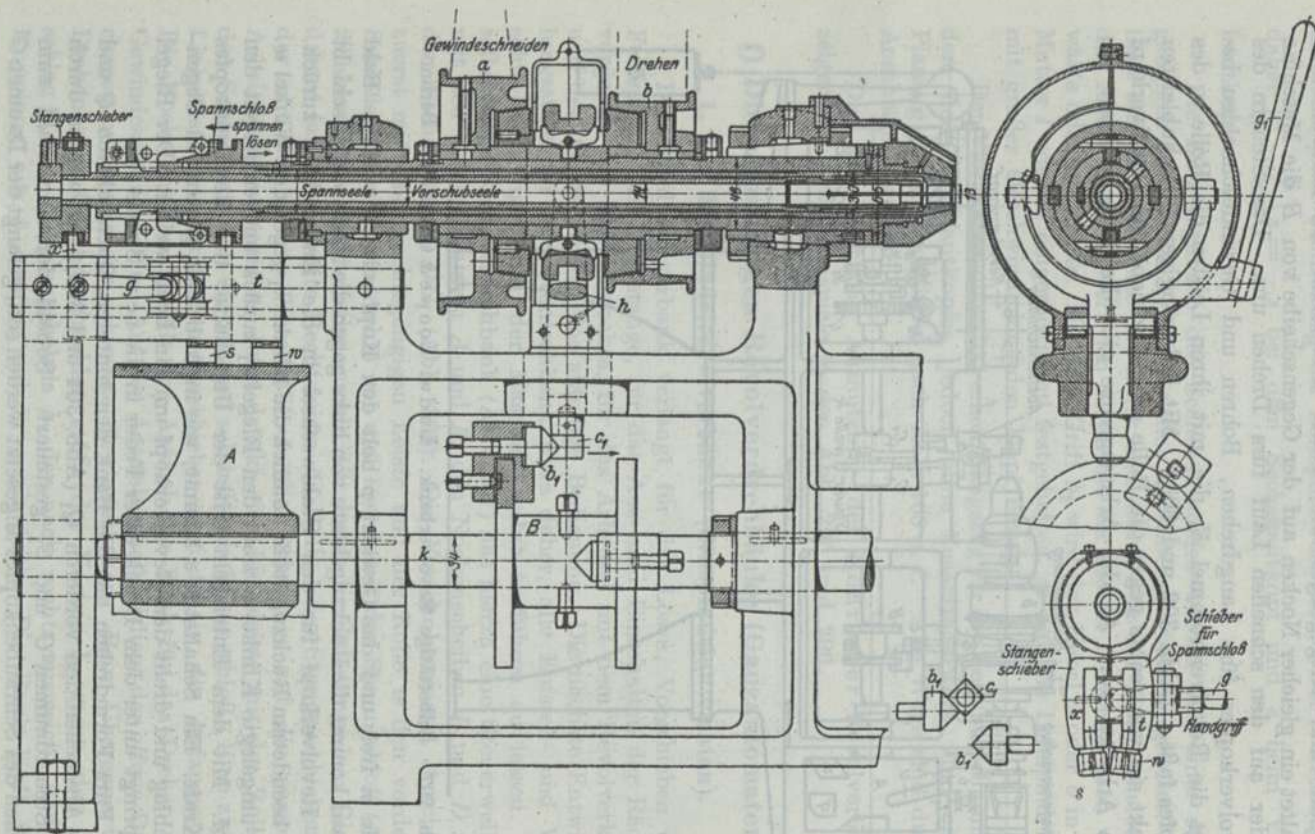


Abb. 298 bis 301. Spindelstock der selbsttätigen Revolverbank von Ludw. Loewe & Co.

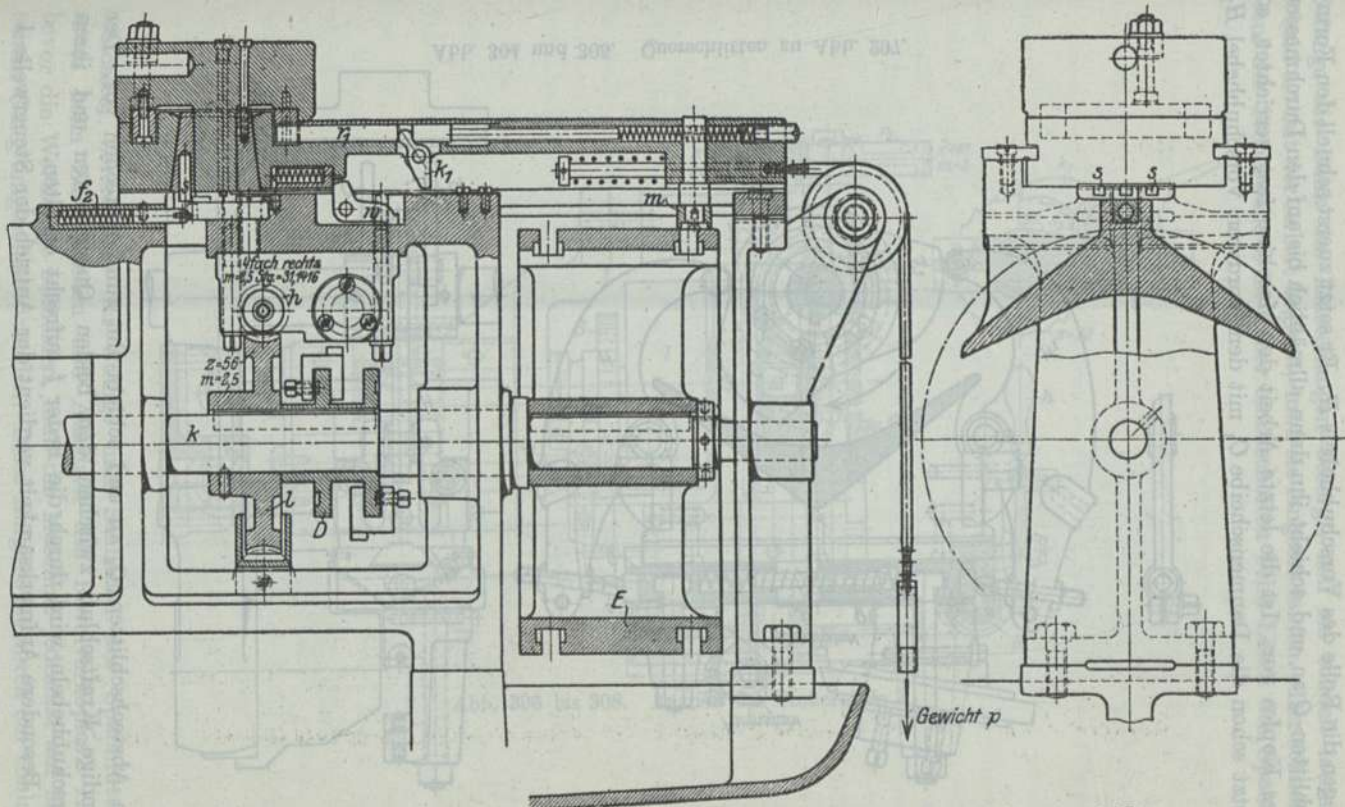


Abb. 302 und 303. Revolverkopf der selbsttätigen Revolverbank von Ludw. Loewe & Co.

gegen die Rolle des Vorschubhebels  $H$ . Er setzt zuerst schnell den Formschlitten  $Q$  an und schiebt ihn dann allmählich bis auf den Durchmesser des Kopfes vor. Ist die letzte Arbeit der Maschine fast verrichtet, so setzt schon die Daumenscheibe  $C_1$  mit dem vorderen Vorschubhebel  $H_1$

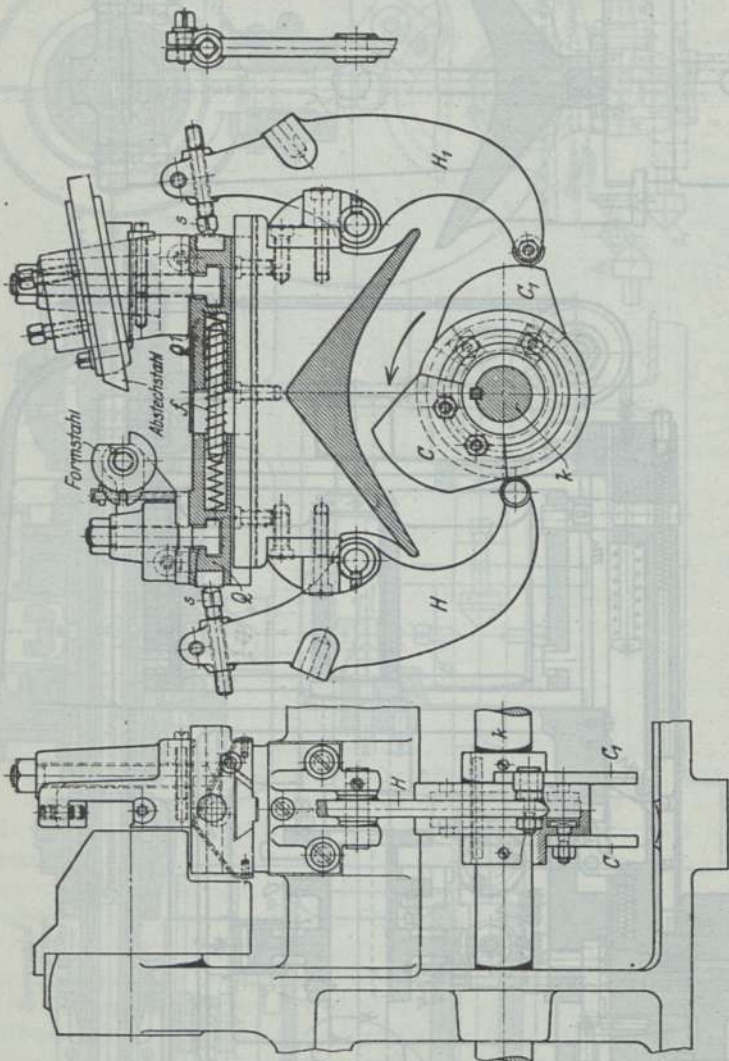


Abb. 304 und 305. Querschlitten zu Abb. 297.

den Abstecherschlitten  $Q_1$  an und schiebt ihn zum Abstechen vor. Der ständige Kraftschluß zwischen den beiden Querschlitten und ihren Vorschubhebeln wird durch die Feder  $f$  aufrecht erhalten.

Besondere Aufmerksamkeit verdient der Antrieb der Steuerwelle  $k$

Solange die Bank die Einstellungen besorgt, soll sie schnell laufen, sobald sie mit der Arbeit beginnt, muß sie langsam laufen. Der schnelle Lauf der Steuerwelle  $k$  ist daher einzuschalten beim Lösen des Spann-

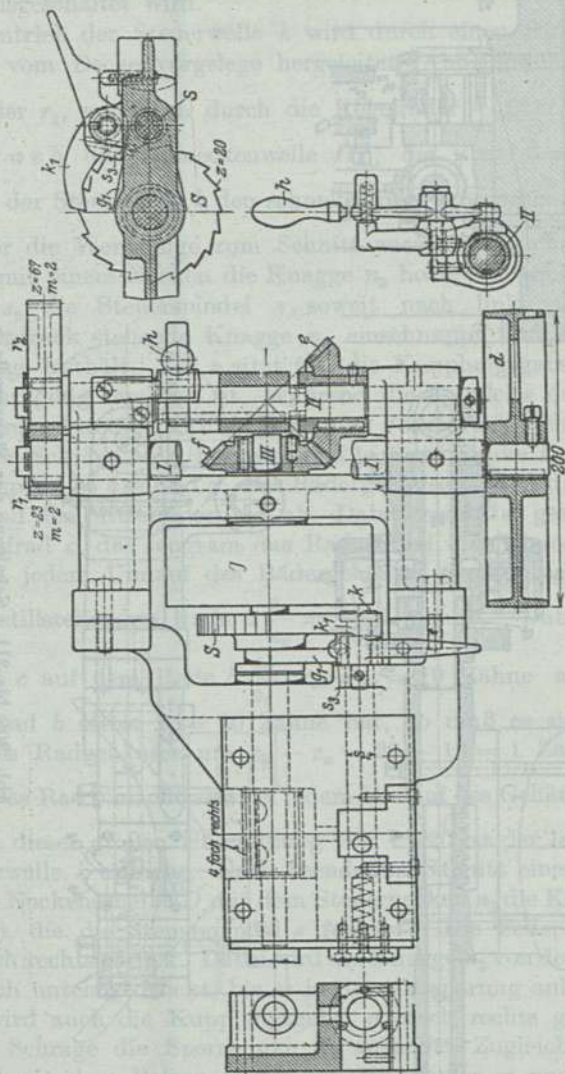


Abb. 306 bis 308. Antrieb der Steuerwelle  $k$

schlosses, Vorschieben der Stange und Schließen des Spannfutters, sowie beim Zurückziehen und Ansetzen des Revolverkopfes. Kurz bevor die Werkzeuge schneiden, muß die Maschine jedesmal auf langsamen Gang umgeschaltet werden. Diese Aufgabe ist durch ein Umlauf-

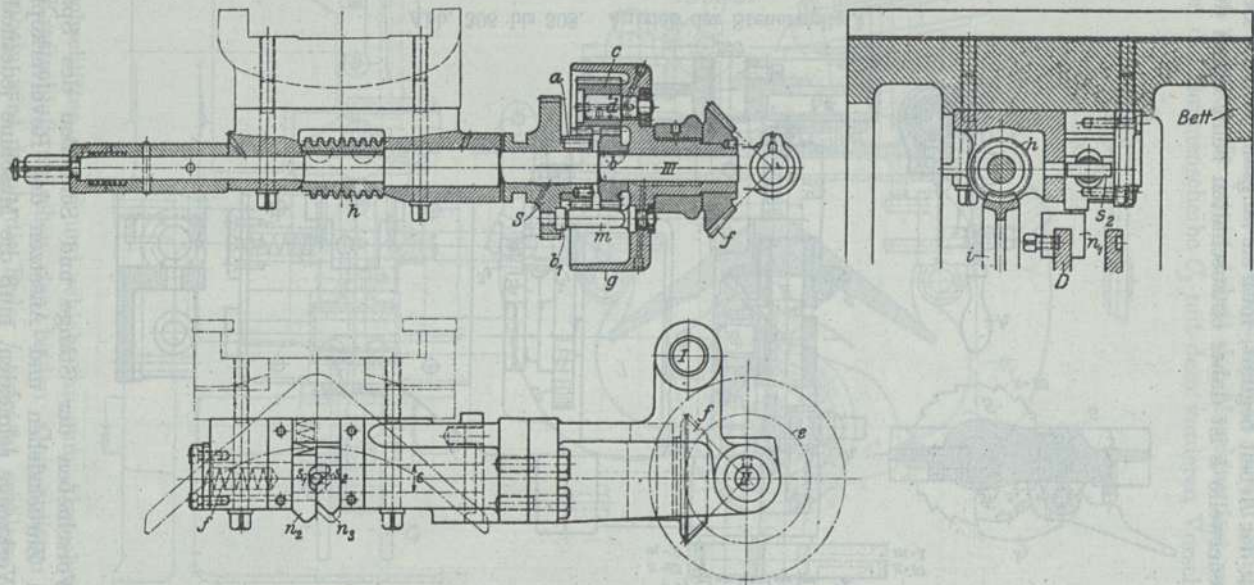
Abb. 309 bis 311. Schaltung der Steuerwelle *k*.

Abb. 304 und 305. Querschnitt zu Abb. 297.

räderwerk — Planetenräderwerk — gelöst, dessen große Übersetzung für den langsamen Gang der Maschine von der Nockenscheibe  $D$  aus in den Antrieb der Steuerwelle  $k$  eingeschaltet und für den schnellen Leerlauf ausgeschaltet wird.

Der Antrieb der Steuerwelle  $k$  wird durch einen Riemen auf der Scheibe  $d$  vom Deckenvorgelege hergeleitet (Abb. 306 bis 311). Die Wechselläder  $r_1, r_2$  treiben durch die Kegeeläder  $\frac{e}{f}$  über das Umlaufäderwerk  $a c b$  die Schneckenwelle  $III$ , die über das Schneckengetriebe  $\frac{h}{i}$  der Steuerwelle  $k$  den schnellen oder langsamen Lauf erteilt.

Kurz bevor die Werkzeuge zum Schnitt ansetzen, drückt die Steuerwelle  $D$  mit einem Nocken die Knagge  $n_3$  hoch. Sie schiebt mit dem Querstift  $s_2$  die Steuerspindel  $s$  soweit nach links vor, bis die unter Federdruck stehende Knagge  $n_2$  einschnappt und die Spindel  $s$  in ihrer Lage festhält. Auf  $s$  sitzt fest die Kupplungsgabel  $g_1$ , die mit einer Abschrägung versehen ist. Während die Spindel  $s$  nach links geschoben wird, gleitet der Stift  $s_3$  der unter Federdruck stehenden Sperrklinke  $k_1$  die Schräge an  $g_1$  herunter und legt die Klinke  $k_1$  in das Sperrrad  $S$  und sperrt so das Rad  $a$ . Das Rädergehäuse  $g$  wälzt daher das Umlaufrad  $c$  auf den Mittelrädern  $a b$  ab. Dabei treibt das gesperrte Rad  $a$  das Umlaufrad  $c$ , das langsam das Rad  $b$  und die Schneckenwelle  $III$  dreht. Bei jedem Umlauf des Rädergehäuses  $g$  empfängt das Rad  $c$  von dem stillstehenden Rade  $a$   $\frac{z_a}{z_c} = \frac{19}{13}$  Umläufe. Dabei wird das

Umlaufrad  $c$  auf dem Rade  $b$   $\frac{z_a}{z_c} \cdot z_c = z_a = 19$  Zähne abrollen. Da nun das Rad  $b$  selbst  $z_b = 20$  Zähne hat, so muß es sich bei jedem Umlauf des Radgehäuses um  $z_b - z_a = 20 - 19 = 1$  Zahn vorwärtsdrehen. Das Rad  $b$  macht also bei jedem Umlauf des Gehäuses  $g$   $\frac{1}{20}$  Umläufe. Mit dieser großen Übersetzung von  $1 : 20$  ist der langsame Lauf der Steuerwelle  $k$  erreicht. Nach beendetem Schnitt eines Werkzeuges drückt die Nockenscheibe  $D$  mit dem Steuernocken  $n_1$  die Knagge  $n_2$  hoch (Abb. 311), die die Steuerspindel  $s$  freigibt. Die Feder  $f$  schiebt sie wieder nach rechts zurück. Dabei wird die Knagge  $n_3$  von dem Querstift  $s_2$  soweit nach unten gedrückt, bis er in der Aussparung anliegt. Mit der Welle  $s$  wird auch die Kupplungsgabel  $g_1$  nach rechts geschoben, die mit ihrer Schräge die Sperrklinke  $k_1$  aushebt. Zugleich kommt das Sperrrad  $S$  mit dem Bolzen  $b_1$  vor den Mitnehmer  $m$  und kuppelt das Planetengetriebe. Das ganze Getriebe wird starr, und das Rad  $c$  wirkt gewissermaßen als Keil auf die Räder  $b c$ . Die Welle  $III$  empfängt jetzt für den Schnellgang die vollen Umläufe des Rädergehäuses  $g$  und läuft mit der 20fachen Geschwindigkeit. Der Revolverkopf wird daher schnell zurückgeholt, umgeschaltet und zum neuen Schnitt vorgeschoben.



Kurz vor dem neuen Schnitt kommt die Gegenseibe von  $D$  mit einem Nocken wieder gegen die Knagge  $n_3$ , die das Umlaufräderwerk von neuem zum langsamen Arbeitsgang der Maschine einschaltet. Die Wechselräder  $r_1, r_2$  gestatten ohne Änderung des Riemenantriebes die Vorschubgeschwindigkeiten dem Rohstoff anzupassen. Beim Einrichten wird mit dem Griff  $h$  das Kegelrad  $e$  auf  $II$  entkuppelt und die Steuerwelle mit einer auf  $III$  gesteckten Kurbel gedreht.

Soll die selbsttätige Revolverbank nach dem Arbeitsplan in den

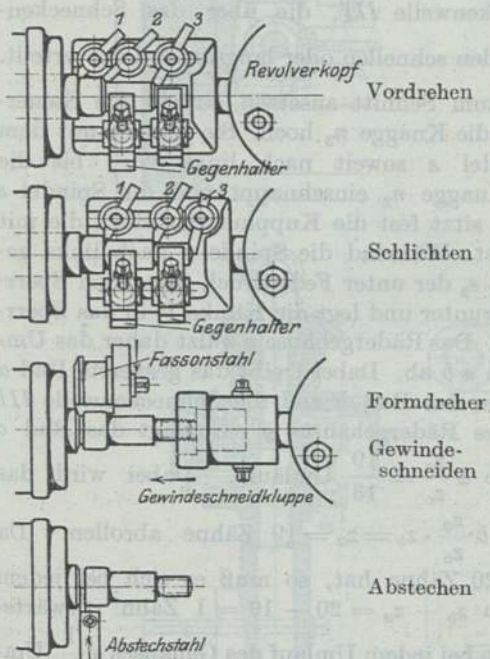


Abb. 312 bis 315. Herstellungsgang einer Schraube.

Abb. 312 bis 315 eine Schraube aus dem Vollen herauschälen, so wird zunächst die Trommel  $A$  mit dem Schloßschieber  $t$  das Spannschloß öffnen und mit dem Stangenschieber  $x$  die Rohstange vorschieben. Mit den Gegenleisten schließt  $A$  das Spannschloß und holt den Stangenschieber zurück. Die Trommel  $E$  schiebt schon den Revolverkopf mit den 3 Schruppstählen vor. Bevor sie den Schnitt ansetzen, schaltet die Steuerscheibe  $D$  den langsamen Arbeitsgang ein. Die Trommel  $E$  schiebt den Revolverkopf vor, so daß der Schraubenbolzen ausgeschält wird (Abb. 312). Nach beendeter Arbeit schaltet  $D$  den schnellen Leerlauf der Steuerwelle  $k$  ein, so daß die Gegenleiste von  $E$  den Revolverkopf schnell zurück-

holt und umschaltet. Dasselbe Spiel wiederholt sich beim Fertigdrehen und Abfasen des Bolzens (Abb. 313). Bevor der Revolverkopf mit der Schneidkluppe zum Gewindeschneiden vorgeht (Abb. 314), schaltet die Nockenscheibe  $B$  am Spindelstock den Gewindeschneidgang ein. Gleichzeitig schiebt der Nocken  $C$  den Querschlitten mit dem Formstahl zum Fertigdrehen des Kopfes vor (Abb. 314). Sobald eins dieser Werkzeuge mit der Arbeit beginnt, muß die Steuerscheibe  $D$  wieder den langsamen Gang der Steuerwelle  $k$  einschalten. Gleich darauf setzt der Daumen  $C_1$  den Abstechstahl an (Abb. 315).

Es gibt im Werkzeugmaschinenbau wohl kaum eine zweite Entwicklungslinie, die so große wirtschaftliche Erfolge aufzuweisen hat,

wie die der Drehbank zum Handrevolver und Automaten. Sie ersetzt die Kunstfertigkeit des gelernten Drehers durch ein Beaufsichtigten mehrerer Maschinen. So können von einem gelernten Arbeiter, der in erster Linie die Werkzeuge zu schärfen hat, und einem ungelernten Hilfsarbeiter bis zu 10 größere Maschinen bedient werden.

Einen klaren Überblick gibt folgende Aufstellung von Ludw. Loewe & Co., Berlin.

Zur Herstellung von 100 Schraubenbolzen von 105 mm Länge und  $\frac{3}{4}$ " Gewinde (Abb. 312 bis 315) in zehnstündigem Arbeitstag sind notwendig:

- a) Bei der Herstellung auf der Drehbank: 1 Abstechmaschine mit  $2\frac{1}{2}$  Stunden Arbeitszeit, 1 Ankörnmaschine mit  $1\frac{1}{2}$  Stunden und 7 Drehbänke mit zusammen 66 Arbeitsstunden. Die Gesamtarbeitszeit stellt sich also auf 70 Stunden und der Arbeitslohn für den Bolzen auf etwa 42 Pfg.
- b) Bei der Herstellung auf der Handrevolverbank sind 2 Bänke mit zusammen 14 Arbeitsstunden notwendig, so daß die Arbeitslöhne für den Bolzen auf etwa 7 Pfg. kommen.
- c) Bei der Herstellung auf Automaten genügt eine Maschine mit 10 Stunden Arbeitszeit und  $\frac{1}{5}$  Mann Bedienung. Die Arbeitslöhne für den Bolzen würden etwa 1,2 Pfg. sein.

Die Zahlentafel VI, S. 8, legt ebenfalls Zeugnis über den wirtschaftlichen Erfolg dieser Entwicklung ab.

## 2. Die selbsttätigen Mehrspindelrevolverbänke (Mehrspindelautomaten).

Beobachtet man den Einspindelrevolver in seiner Arbeitsweise, wie er mit seinen eisernen Händen die Werkzeuge und das Werkstück handhabt, so versteht man Naumanns Ausspruch von dem „eisernen Mann“. Er verrichtet seine Arbeit nach streng vorgeschriebenen Gesetzen mit einer Genauigkeit und Leistungsfähigkeit, wie sie Menschenhände nicht erreichen können. Mit diesem unbestrittenen Erfolg hat aber der Erfinder seine geistige Tätigkeit noch nicht abgeschlossen. Das allgemeine Streben nach leistungsfähigeren Maschinen zeitigte auch bei den Automaten weitere Vervollkommnungen. Der Einspindelautomat verlangt bekanntlich, daß der Revolverkopf so oft seinen Arbeitshub vollführt, wie Arbeitsfolgen nötig sind. Die Leistung des Automaten würde jedenfalls vervielfacht, wenn mit jedem Hub des Revolverkopfes ein Arbeitsstück fertig würde. Um diesen Gedanken zu verwirklichen, muß jedem Werkzeug eine Stange gegenüberstehen, damit beim Vorschieben des Werkzeugkopfes alle Werkzeuge zugleich arbeiten können, d. h. drehen, bohren, abfasen, gewindeschneider., abstechen usw. Nach dem Zurückholen des Werkzeugkopfes müssen die Rohstangen vor das nächste Werkzeug geschwenkt werden, damit es die folgende Arbeit

verrichten kann. Das gleichzeitige Arbeiten der Werkzeuge an mehreren Stangen verlangt aber, daß der Automat für jede Rohstange eine Spindel hat. Der Einspindelautomat muß daher zu dem Mehrspindelautomaten ausgebaut werden.

Der Vierspindelautomat (Abb. 316) hat für das Durchstecken der 4 Rohstangen als äußeres Kennzeichen 4 Drehspindeln, denen ein Werkzeugkopf mit 4 Werkzeugen oder Werkzeuggruppen gegenübersteht, die beim Vorschieben drehen, bohren oder gewindeschneiden.

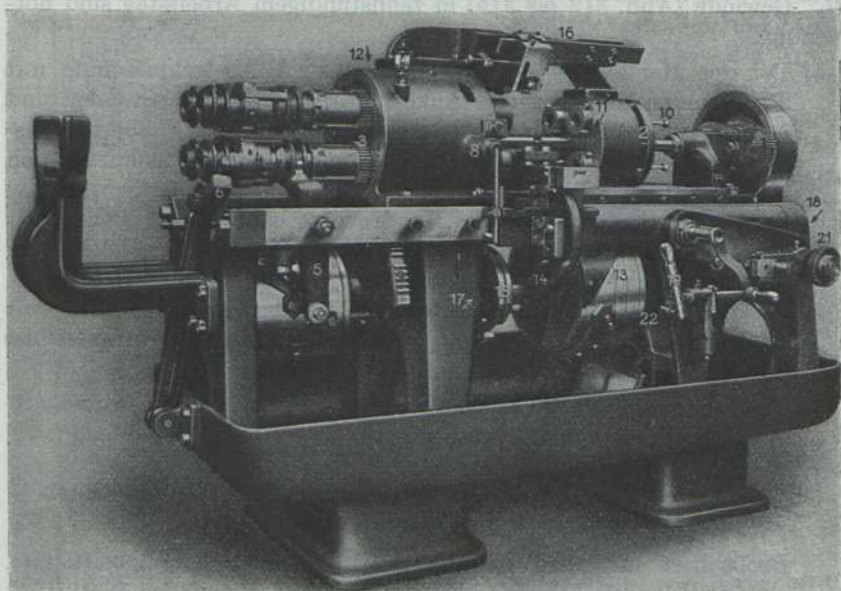


Abb. 316. Vierspindelautomat von Gildemeister & Co., A. G., Bielefeld.

Das Anwendungsgebiet dieses Vierspindelautomaten würde auch vielgestaltete Formstücke umfassen, wenn er an jeder Stange nicht nur in der Längsrichtung sondern auch in der Querrichtung Werkzeuge ansetzte. An jeder Stange würden dann 2 Werkzeuge gleichzeitig arbeiten, so daß die Leistung des Vierspindelautomaten durch die zugleich arbeitenden 8 Werkzeuge (Tafel X, S. 203) vervielfacht wäre.

Der Vierspindelrevolver beansprucht in seinem Aufbau, wie bereits erwähnt, 4 Drehspindeln für das Durchstecken der 4 Rohstangen (Abb. 317 und 318). Jede Spindel hat eine Spannseele für das Lösen und Festspannen und eine Vorschubseele mit Greifer für das Vorschieben der Rohstange. Der Antrieb verlangt, die 4 Drehspindeln auf einem Kreise um die Antriebswelle  $A$  anzuordnen, so daß die Spindelräder  $R_1$  bis  $R_4$  von dem Mittelrad  $R$  getrieben werden. Die Hauptwelle  $A$  erhält

von der Einscheibe  $E$  (Abb. 320 bis 321) über die Vorgelege  $\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2}$  ihren Antrieb. Durch Auswechseln der Vorlegeräder  $r_2, R_1$  lassen sich

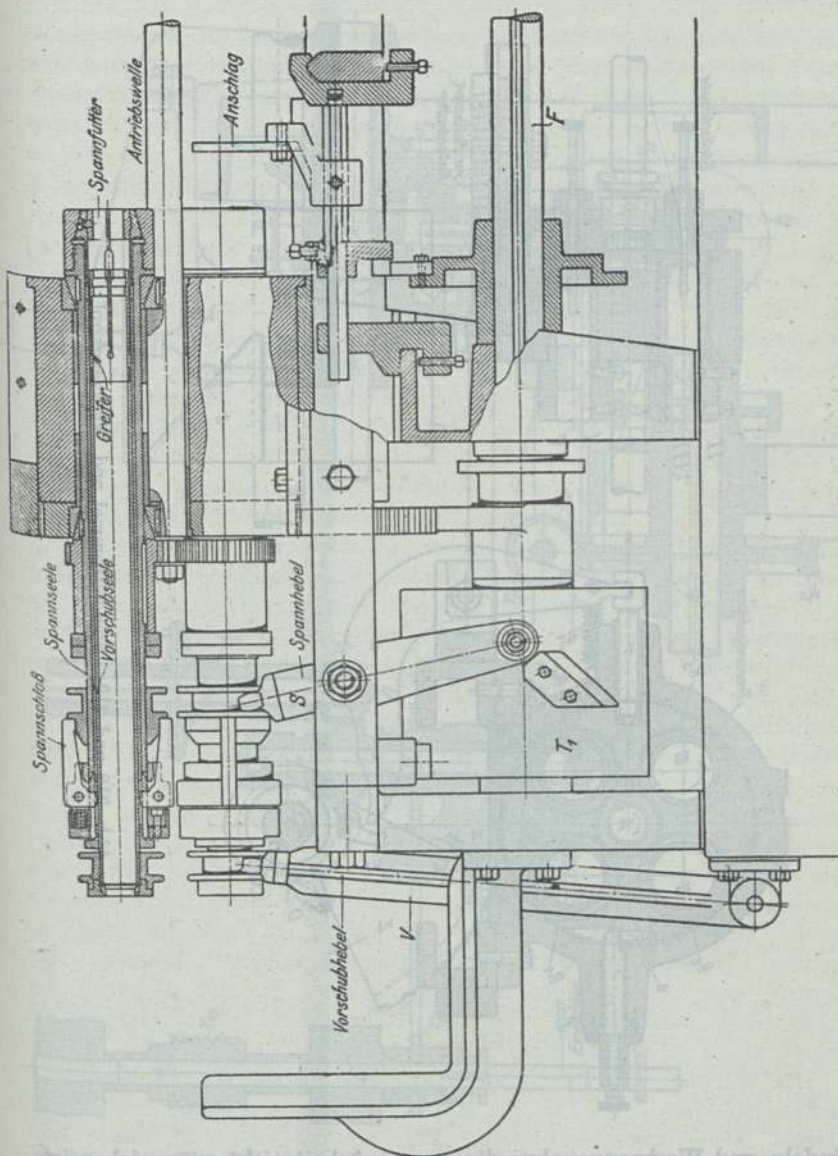


Abb. 317. Antrieb der Spindeln beim Gildemeister-Vierspindelautomaten.

die passenden Schnittgeschwindigkeiten einstellen. Die Arbeitsfolge schreibt vor, die Rohstangen von Werkzeug zu Werkzeug zu schwenken.

Diese Aufgabe ist dadurch gelöst, daß die 4 Spindeln in einer Trommel laufen, die in dem Trommelhause jedesmal eine Vierteldrehung macht (Abb. 318). Der Schwerpunkt liegt in der gleichachsigen Lage der

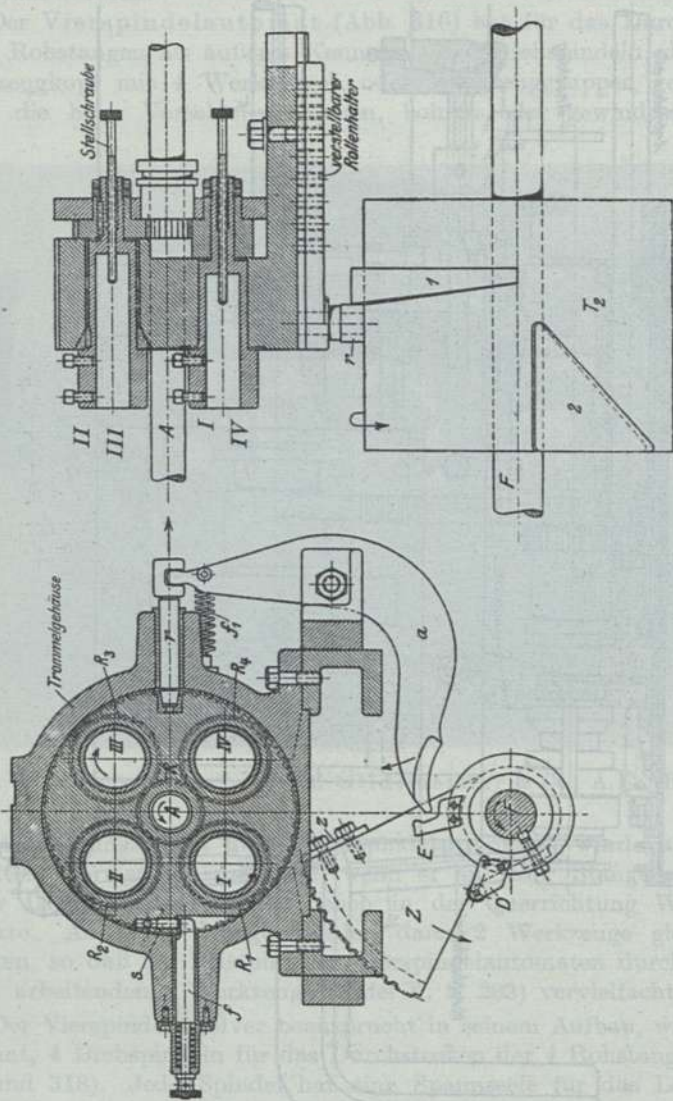


Abb. 318 und 319. Spindeltrommel und Werkzeugkopf.

Spindeln und Werkzeuge, ohne die genaue Arbeit nicht zu erreichen ist. Sie darf auch durch das Schalten der Trommel nicht gestört werden.

Bei dem Gildemeister-Automaten (Abb. 317) läuft daher jede

Spindel auf Kegelnzapfen, so daß man sie durch Nachziehen der Ringmuttern  $r$  wieder genau aufs Werkzeug ausrichten kann. Das Trommelhaus ist geschlitzt, um mit Stellschrauben jeden Verschleiß ausgleichen

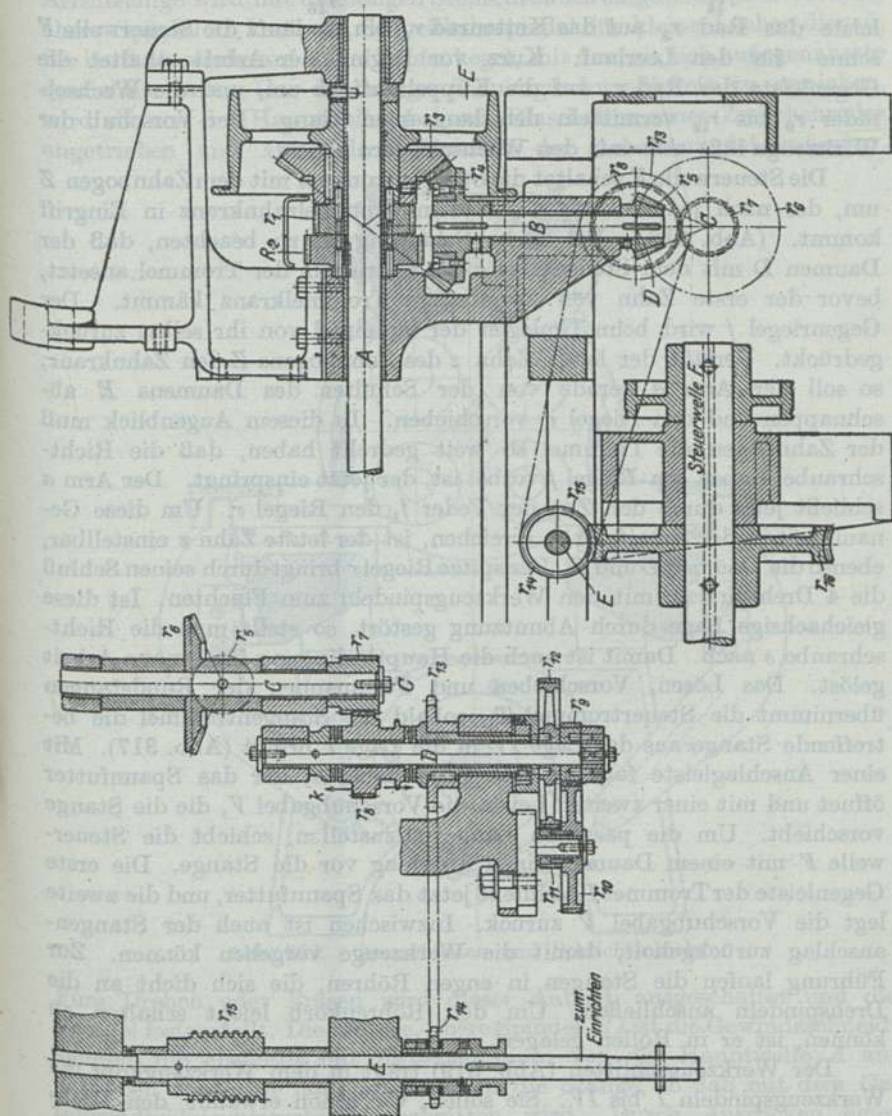


Abb. 320 und 321. Antrieb des Gildem eiser-Vierspindelautomaten.

zu können. Das Umlegen der Stangentrommel, das Lösen, Vorschieben und Festspannen der Rohstangen besorgt die Steuerwelle  $F$ . Sie wird ebenfalls von der Einscheibe  $E$  angetrieben (Abb. 320 bis 321)

und zwar durch die Kegelhäderpaare  $\frac{r_3}{r_4}, \frac{r_5}{r_6}$ , die Stirnräder  $r_7, r_8$  und den Kettentrieb  $\frac{r_{13}}{r_{14}}$ , sowie das Schneckengetriebe  $\frac{r_{15}}{r_{16}}$ . Schaltet eine Steuerleiste das Rad  $r_8$  auf das Kettenrad  $r_{13}$  ein, so läuft die Steuerwelle  $F$  ohne für den Leerlauf. Kurz vor Beginn der Arbeit schaltet die Gegenleiste das Rad  $r_8$  auf die Kuppelmuffe  $k$  um, und die Wechselräder  $r_9$  bis  $r_{12}$  vermitteln den langsamen Gang. Der Vorschub der Werkzeuge läßt sich mit den Wechselrädern regeln.

Die Steuerwelle  $F$  schaltet die Stangentrommel mit dem Zahnbogen  $Z$  um, der nach jedem Umlauf mit dem Trommelzahnkranz in Eingriff kommt. (Abb. 318.) Bei dieser Schaltung ist zu beachten, daß der Daumen  $D$  mit dem Steuerhebel  $a$  das Entriegeln der Trommel ansetzt, bevor der erste Zahn von  $Z$  mit dem Trommelkranz kämmt. Der Gegenriegel  $f$  wird beim Umlegen der Trommel von ihr selbst zurückgedrückt. Verläßt der letzte Zahn  $z$  des Zahnbogens  $Z$  den Zahnkranz, so soll der Arm  $a$  gerade von der Schulter des Daumens  $E$  abschnappen und den Riegel  $r$  verschieben. In diesem Augenblick muß der Zahnbogen die Trommel so weit gedreht haben, daß die Richtschraube  $s$  eben am Riegel  $f$  vorbei ist, der jetzt einspringt. Der Arm  $a$  schließt jetzt durch den Zug der Feder  $f_1$  den Riegel  $r$ . Um diese Genauigkeit in der Schaltung zu erreichen, ist der letzte Zahn  $z$  einstellbar, ebenso die Daumen  $D$  und  $E$ . Der spitze Riegel  $r$  bringt durch seinen Schluß die 4 Drehspindeln mit den Werkzeugspindeln zum Fluchten. Ist diese gleichachsige Lage durch Abnutzung gestört, so stellt man die Richtschraube  $s$  nach. Damit ist auch die Hauptbedingung für genaue Arbeit gelöst. Das Lösen, Verschieben und Festspannen der Rundstangen übernimmt die Steuertrommel  $T_1$ , sobald die Stangentrommel die betreffende Stange aus der Lage  $IV$  in die Lage  $I$  bringt (Abb. 317). Mit einer Anschlagleiste faßt sie den Spannhebel  $S$ , der das Spannfutter öffnet und mit einer zweiten Leiste die Vorschubgabel  $V$ , die die Stange vorschiebt. Um die passende Länge einzustellen, schiebt die Steuerwelle  $F$  mit einem Daumen einen Anschlag vor die Stange. Die erste Gegenleiste der Trommel  $T_1$  schließt jetzt das Spannfutter, und die zweite legt die Vorschubgabel  $V$  zurück. Inzwischen ist auch der Stangenanschlag zurückgeholt, damit die Werkzeuge vorgehen können. Zur Führung laufen die Stangen in engen Röhren, die sich dicht an die Drehspindeln anschließen. Um den Röhrenkorb leicht schalten zu können, ist er in Rollen gelagert.

Der Werkzeugschlitten (Abb. 319) trägt in dem Werkzeugkopf die Werkzeugspindeln  $I$  bis  $IV$ . Sie sollen, wie schon erwähnt, den Drehspindeln genau gegenüberstehen. Der Werkzeugkopf ist daher mit seiner Achse wagerecht angeordnet, und die Werkzeugspindeln sind wie die Drehspindeln in gleichem Abstände um die Antriebswelle  $A$  gelagert. Die Werkzeugspindeln  $I$  und  $IV$  sind im Kopf festgespannt.

Um ein ruhiges Arbeiten der Kopfwerkzeuge zu sichern, sollen die Werkzeughalter mit ihren Schäften so tief als möglich in den Spindeln stecken und mit den Klemmschrauben ordentlich festgezogen werden. Die Arbeitslänge wird mit den langen Stellschrauben eingestellt. Die vordere, obere Spindel *II* kann als Schnellbohrspindel für kleine Löcher dienen. Sie läuft als solche auf einem Zapfenkegel, mit dem sie sich aufs genaueste ausrichten läßt. Um die nötige Schnittgeschwindigkeit zu erreichen, wird sie von der Hauptwelle *A* durch Einschalten eines Zwischenrades angetrieben und zwar dem Drehsinn der Arbeitsspindel entgegen.

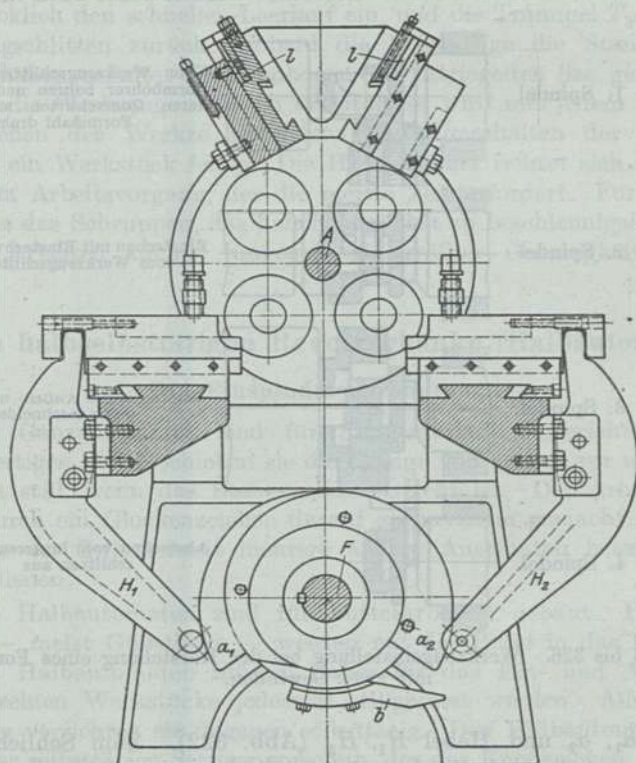


Abb. 322. Querschlitten und Schlichtschieber.

Fürs Drehen oder Fräsen wird dieser Antrieb ausgeschaltet und die Spindel festgestellt. Die hintere, obere Spindel *III* ist die Gewindeschneidspindel, die ebenfalls mit Zwischenrädern von der Hauptwelle *A* angetrieben wird. Sie läuft schneller als die Stange, so daß mit dem Geschwindigkeitsunterschied geschnitten wird. Durch Ausrücken einer Kupplung wird der Antrieb stillgesetzt.

Den Vorschub des Werkzeugschlittens vermittelt die Steuertrummel *T*<sub>2</sub>. Sie schiebt ihn mit einer Steuerschiene *I* und der Rolle *r*



zum Arbeiten der Werkzeuge langsam vor und holt ihn mit der Gegenschiene 2 schnell zurück. Dieses Spiel soll einen Umlauf der Steuerwelle  $F$  umfassen, so daß die Steuertrommel  $T_2$  nur 2 Schienen gebraucht. Um den Werkzeugschlitten auf passende Entfernung von der Stangentrommel einstellen zu können, ist der Rollenhalter an ihm verschiebbar.

Für die Seitenwerkzeuge, wie Form- und Abstechstähle, stehen den unteren Spindeln  $I$  und  $IV$  die beiden Querschlitten zur Seite. Sie lassen sich mit Stellschrauben einstellen, um die Werkzeuge genau zum Werkstück zu bekommen. Gesteuert werden beide auch hier durch

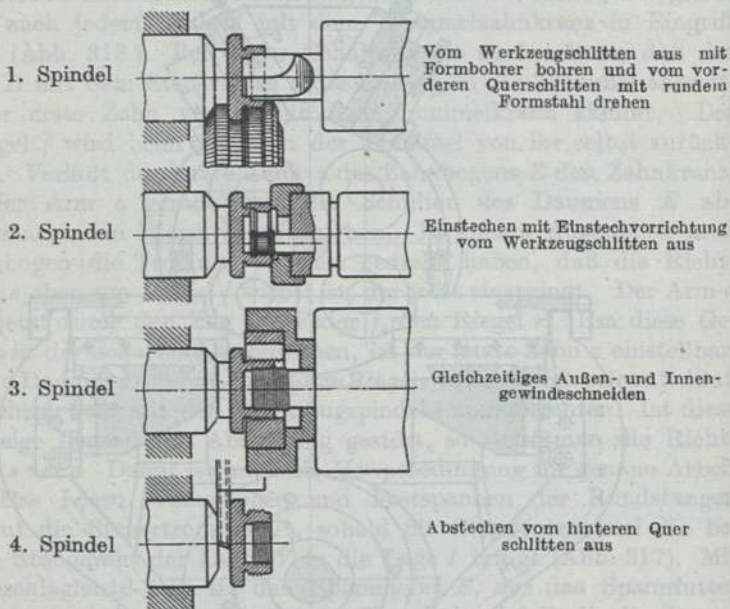


Abb. 323 bis 326. Werkzeugeinstellung bei der Herstellung eines Formteiles mit zwei Gewinden.

Daumen  $a_1$ ,  $a_2$  und Hebel  $H_1$ ,  $H_2$  (Abb. 322). Zum Schlichten der Außenform sind oberhalb der oberen Drehspindeln  $II$  und  $III$  zwei Schlichtschieber angebracht. Beim Vorgehen des Werkzeugschlittens werden durch Führungsschienen  $l$  und Rollen die Schlichtwerkzeuge der Stange zugeschoben und beim Zurückgehen des Schlittens wieder abgezogen. An den Schlichtschiebern lassen sich auch Werkzeuge zum Rändern usw. anbringen.

Die zwangsläufige Arbeitsfolge des Mehrspindelautomaten soll an dem Herstellungsgang eines Verschlußstückes erklärt werden. Nach dem oben beschriebenen Umschalten und Verriegeln des Stangenrevolvers löst die Trommel  $T_1$  mit  $S$  den Spannkopf der Stange  $I$  und

schiebt mit  $V$  die Stange gegen den inzwischen vorgeschobenen Anschlag vor. Jetzt schließt  $T_1$  den Spannkopf und holt den Stangenschieber zurück. Der Stangenanschlag wird seitlich weggezogen. Während dieser Zeit hat die Steuerwelle  $F$  mit schnellem Lauf den Werkzeugkopf bis kurz vor die Stangen vorgeschoben. Jetzt schaltet der Automat auf langsamen Lauf um, und die Werkzeuge beginnen ihre Arbeit an den einzelnen Spindeln, wie in den Abb. 323 bis 326 angegeben. Die Schlichtschieber und die Werkzeugspindel  $IV$  werden hier nicht benutzt. Haben die Werkzeuge ihre Arbeit beendet, so schaltet die Maschine augenblicklich den schnellen Leerlauf ein, und die Trommel  $T_2$  holt den Werkzeugschlitten zurück. Sobald die Werkzeuge die Stangen freigegeben haben, schaltet der Zahnbogen den entriegelten Stangenrevolver um. Da die Werkzeuge zugleich arbeiten, so wird mit jedem Vor- und Zurückgehen des Werkzeugschlittens und Umschalten der Stangentrommel ein Werkstück fertig. Die Herstelldauer richtet sich allgemein nach dem Arbeitsvorgang, der die meiste Zeit erfordert. Für gewöhnlich ist es das Schruppen, das daher möglichst zu beschleunigen ist. Die übrigen Arbeiten können hingegen mit größter Genauigkeit erledigt werden.

## g) Die halbselbsttätigen Revolverbänke (Halbautomaten).

### 1. Die Einspindel-Halbautomaten.

Die Ganzautomaten sind für Stangenarbeit eingerichtet. Nach jedem fertigen Stück schieben sie die Stange von neuem vor und setzen sich erst still, wenn das Stangenende erreicht ist. Der Arbeiter wird meist durch ein Glockenzeichen darauf aufmerksam gemacht. Er kann daher in der Zwischenzeit mehrere andere Automaten beaufsichtigen und bedienen.

Die Halbautomaten sind für Futterarbeiten gebaut. Die Werkstücke — meist Gußstücke — werden mit der Hand in das Futter gespannt. Halbautomaten müssen daher für das Ein- und Abspannen der einzelnen Werkstücke jedesmal stillgesetzt werden. Alle Arbeitsvorgänge verrichten sie dagegen selbsttätig. Den Halbautomaten fehlt somit der selbsttätige Stangenvorschub, der das Kennzeichen der Ganzautomaten ist. Revolverkopf und Querschlitten, Geschwindigkeits- und Vorschubwechsel werden dagegen selbsttätig gesteuert, und nach jedem fertigen Stück werden Quer- und Revolverschlitten selbsttätig stillgesetzt.

Der Pittler-Halbautomat (Abb. 327 bis 330) ist in seinem äußeren Aufbau durch ein kräftiges Kastenbett mit angegossenem Spindelkasten gekennzeichnet. Zwischen den Querschlitten ist das Bett für die Aufnahme der Späne offen. Der Antrieb der Drehspindel  $D$  geht von der Einscheibe  $E$  aus und geschieht durch das Räderwerk  $R_1$

bis  $R_{12}$  (Abb. 331). Das Nortongetriebe  $I$  hat mit dem Schwenkrade  $R$  auf  $R_4$  bis  $R_7$  4 Schaltungen. Die 3 Rädervorgelege zwischen den Wellen

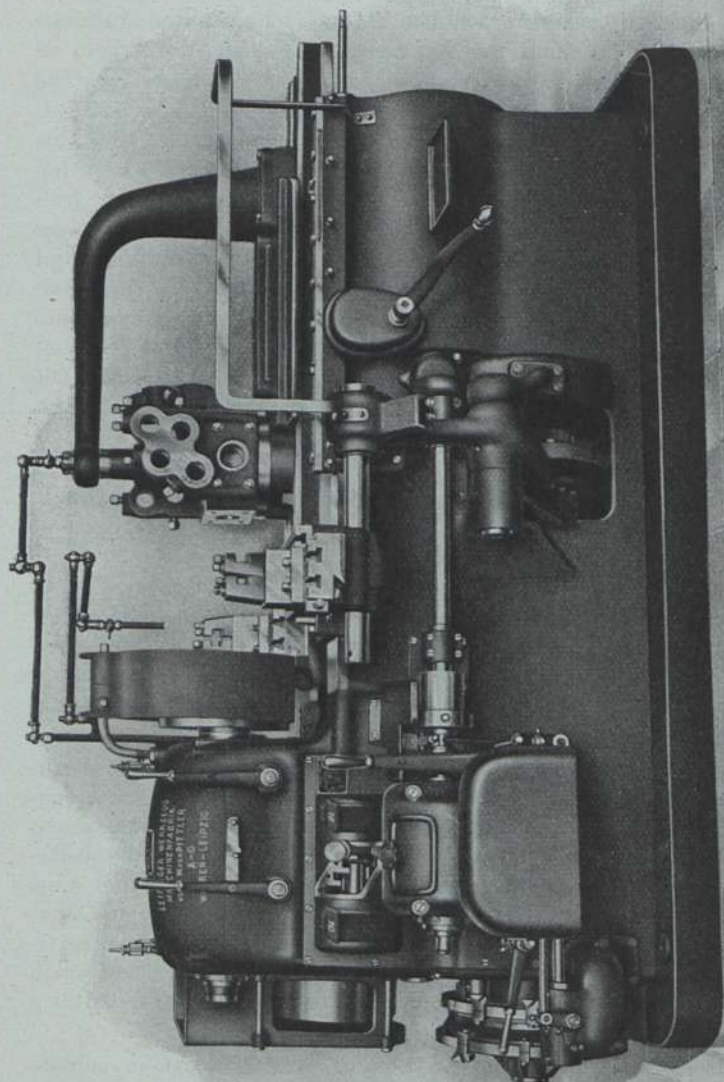
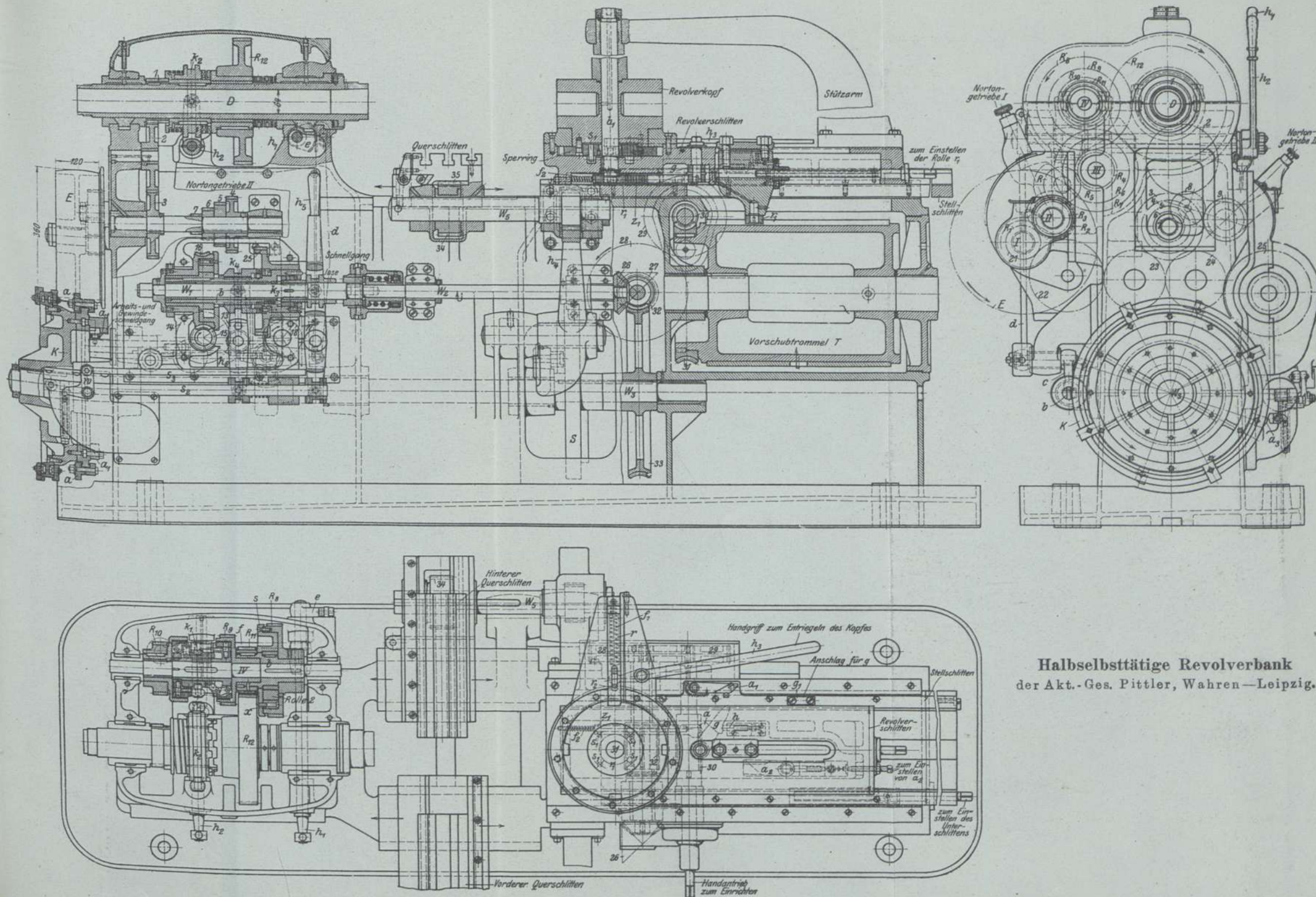


Abb. 327. Halb selbsttätige Revolverbank (Halbautomat) Akt.-Ges. Pittler, Leipzig-Wahren.

NE 1334

$III$  und  $IV$  lassen sich mit Kupplungen schalten, so daß für die Drehspindel  $D$   $4 \times 3$  Geschwindigkeiten verfügbar sind. Die Räder  $R_9$  und



Halbselbsttätige Revolverbank  
der Akt.-Ges. Pittler, Waren—Leipzig.

Abb. 328 bis 330. Längsschnitt, Rückansicht und Grundriß.

$R_{10}$  haben nämlich Spreizringkupplungen, die mit der Muffe  $k_1$  und Hebel  $h_1$  geschaltet werden. Das Rad  $R_8$  ist als Rollenkupplung (Abb. 332) ausgebildet, die nur arbeitet, wenn  $k_1$  ausgeschaltet ist. Wird hingegen die Kupplung  $k_1$  auf  $R_9$  oder  $R_{10}$  eingerückt, so wird die Rollenkupplung überholt, da  $R_9$  und  $R_{10}$  schneller laufen als  $R_8$ . Durch Umstecken der beiden Wechselräder  $R_1, R_2$  läßt sich die Zahl der Geschwindigkeiten auf  $2 \times 1$  erhöhen. Der Halbautomat stellt die Schnittgeschwindigkeiten für die Arbeitsfolgen, wie Drehen, Bohren, Gewindegewinde usw. selbsttätig ein (Abb. 333 und 334). Die beiden Vorgelege  $R_8, R_7$  werden nämlich von der Steuerscheibe  $K$  geschaltet. Sie ver-  
 $R_9, R_{10}$   
schiebt mit ihren Steuerknaggen die Zahnstange  $b$  auf der Rückseite

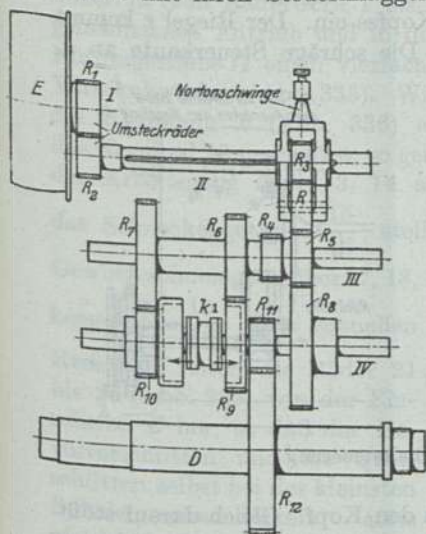


Abb. 331. Antrieb der Hauptspindel.

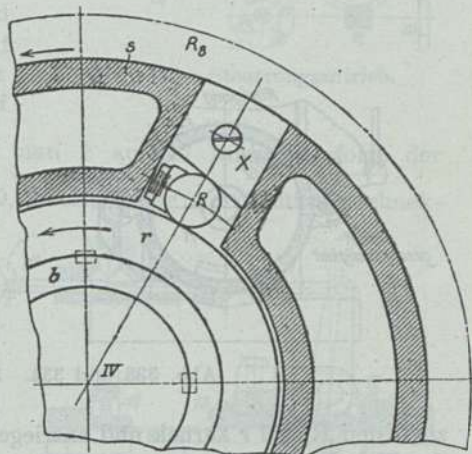


Abb. 332. Rollenkupplung.

der Maschine in 3 Lagen, in denen sie mit dem Gestänge  $c$  bis  $f$  die Kupplung  $k_1$  auf  $R_9$  oder  $R_{10}$  einschaltet oder ausrückt, so daß die Rollenkupplung von  $R_8$  zur Wirkung kommt. Das lose laufende Rad  $R_9$  drückt mit dem Schlußstück  $X$  die Rolle  $R$  unter Mitwirkung der Federkappe gegen den festgekeilten Ring  $r$ . Die Rolle kuppelt so  $R_8$  auf der Nabe  $b$ . Ist  $R_9$  oder  $R_{10}$  eingerückt, so eilt die Nabe  $b$  vor, und der Ring  $r$  überflutet die Rolle. Mit dem Nortongetriebe läßt sich die Schnittgeschwindigkeit den verschiedenen Werkstücken anpassen, und mit dem Handgriff  $h_2$  und der Kupplung  $k_2$  kann die Maschine, ohne das Deckenvorgelege zu benutzen, stillgesetzt werden. Dies ist besonders beim Einrichten von Vorteil. Eine Spiralfeder hält die Kupplung  $k_2$ , solange die Maschine arbeitet, in Eingriff, während sie ausgerückt durch einen Riegel des Schalthebels  $h_2$  gesperrt wird (Abb. 328).

Der Revolverschlitten ist auf einem Stellschlitten geführt, mit dem er nach einem Maßstab auf passende Entfernung vom Futter gebracht werden kann. Der Revolverkopf hat 4 Werkzeuglöcher. Er wird durch den Riegel  $r$  verriegelt, durch die Zahnstange  $Z_1$  auf seiner Unterlage festgezogen und durch die Schaltbolzen  $s_1$  umgeschaltet. Diese Einrichtung wirkt wie folgt: Holt die Steuertrommel  $T$  mit ihrer Rückzugsleiste den Revolverschlitten zurück, so stößt zuerst der Hebel  $g$  gegen den Gegenanschlag  $g_1$  am Unterschlitten. Die Zahnstange  $Z_1$  wird zurückgeschoben, bis sich die Flächen  $a$  gegeneinander legen. Unter dem Druck der Feder  $f_2$  ist die Zahnstange jetzt gesperrt. Sie hat beim Zurückschieben das mit Gewinde auf dem Bolzen  $b_1$  sitzende Zahnrad  $r_1$  gedreht und den Revolverkopf auf seiner Unterlage gelüftet. Nach dem Lüften setzt gleich das Entriegeln des Kopfes ein. Der Riegel  $r$  kommt mit der Rolle  $r_2$  an den Anschlag  $a_1$ . Die schräge Steuerkante an  $a_1$

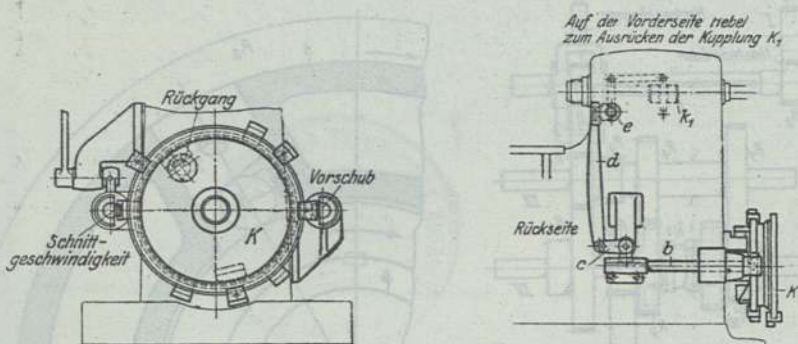


Abb. 333 und 334. Schaltsteuerung.

zieht den Riegel  $r$  zurück und entriegelt den Kopf. Gleich darauf stößt der Umschalter mit einem der Bolzen  $s_1$  gegen den festen Anschlag  $a_2$  am Unterschlitten. Der Revolverkopf wird um eine Vierteldrehung herumgelegt, und der Riegel  $r$  springt durch den Druck der Feder  $f_1$  in die neue Sperre ein.

Schiebt jetzt die Steuertrommel  $T$  mit der Vorschubleiste und der Vorschubrolle  $r_1$  den Revolverschlitten vor, so kommt der Hebel  $g$  vor rechts gegen  $g_1$  und wird wieder in die erste Lage zurückgeführt. Sobald die Sperre  $a$  ausgelöst ist, schiebt die gespannte, kräftige Feder  $f_2$  die Zahnstange rasch vor, die den Kopf auf seiner Unterlage festzieht. Der Federbolzen  $h$  stellt den Hebel  $g$  wieder in seine richtige Lage. Die Anschläge  $a_1$  und  $a_2$  weichen beim Vorgehen des Revolverschlittens aus und stellen sich durch die Feder und den Federstift wieder ein.

Das Steuern des Revolverkopfes besorgt, wie bereits erwähnt, die Steuertrommel  $T$ . Sie schiebt bei jeder Umdrehung den Revolverschlitten zum Arbeiten langsam vor und holt ihn schnell zurück. Sie



der größeren Geschwindigkeit von 25 der Arbeits- und Gewindeschneidgang überholt, und die Vorschubwelle  $W_1$  läuft schnell.

Die beiden Querschlitten sind geteilt ausgeführt. Sie können daher einzeln, zusammen und auch mit dem Revolverkopf gleichzeitig arbeiten. Für breite Werkstücke sind sie einzeln in der Längsrichtung des Bettes verstellbar, so daß der eine Querschlitten vorn und der andere hinten arbeiten kann. Diese getrennte und verstellbare Anordnung der Querschlitten erhöht die Verwendungs- und Anpassungsfähigkeit der Maschine sehr. In der Steuerung der Querschlitten hat der Pittler-Halbautomat eine erwähnenswerte Neuerung. Um das Rattern, das z. B. beim gleichzeitigen Einstechen mit den Querschlitten und Bohren mit dem Revolverkopf auftreten könnte, von dem Antrieb der Steuertrommel fernzuhalten, haben die Querschlitten und der Revolverkopf getrennte Antriebe.

Die Welle  $W_2$  treibt nämlich durch das große Schneckengetriebe <sup>32</sup>/<sub>33</sub> die Welle  $W_3$  mit der Steuerscheibe  $S$ , die mit Steuerdaumen, doppelarmigen Zahnbogenhebeln  $h_4$  auf die Welle  $W_5$  und von hier die Querschlitten mit Zahnrad 34 und Zahnstange 35 steuern. Tritt mal in diesen Getrieben ein Rattern auf, so ebbt es auf dem Wege zur Steuertrommel  $T$  ab.

Die Steuerscheibe  $K$ , von der aus Schnittgeschwindigkeit und Vorschub gesteuert werden, sitzt ebenfalls auf der Welle  $W_3$ .

Es bleibt noch die Frage zu erörtern: Wie schaltet sich die Maschine auf den Arbeitsgang, Gewindeschneidgang, Rückgang und Stillstand um? Der Arbeitsgang und der Gewindeschneidgang werden, wie bekannt, mit der Kupplung  $k$  geschaltet (Abb. 336). Schiebt die Steuerscheibe  $K$  mit ihren Anschlägen  $a$  die Stange  $s$  nach links, so springt die Kupplung  $k$  wegen der Umsteuerschneiden augenblicklich auf den Gewindeschneidgang 17 ein und löst vorher den Arbeitsgang 13 aus.

Der Rückgang der Maschine wird mit Hebel  $h_5$  eingestellt, mit dem auch die Schlitten stillgesetzt werden. Der Hebel  $h_5$  hat 3 gekennzeichnete Stellungen. In der Mittelstellung ist  $k_3$  eingerückt und  $k_4$  durch den angeschlossenen Hebel  $h_6$  ausgerückt (Abb. 328). Die Rollenkupplung des Schneckenrades 16 wirkt, und die Maschine vollzieht je nach der Stellung der Kupplung  $k$  den Arbeitsgang oder den Gewindeschneidgang. In der Linksstellung von  $h_5$  sind  $k_3$  und  $k_4$  ausgerückt, so daß die Querschlitten und der Revolverschlitten stillstehen. Die Rechtsstellung von  $h_5$  ist schneller Rückgang, da  $k_4$  das Rad 25 kuppelt, und die Rollenkupplung 16 überholt wird. Die Maschine vollzieht den Wechsel der Gänge wie folgt: Die Steuerscheibe  $K$  zieht mit dem Anschlag  $a_3$  zuerst den Riegel zurück, der den Winkel  $w$  freigibt. Gleich darauf schiebt ein Anschlag unter Mitwirkung der Feder die Stange  $s_2$  nach links und schaltet damit den Rückgang ein. Nach beendeter Arbeit kommt ein neuer Anschlag der Steuerscheibe  $K$ , der die Stange  $s_2$  ganz nach rechts schiebt und die Schlitten stillsetzt.



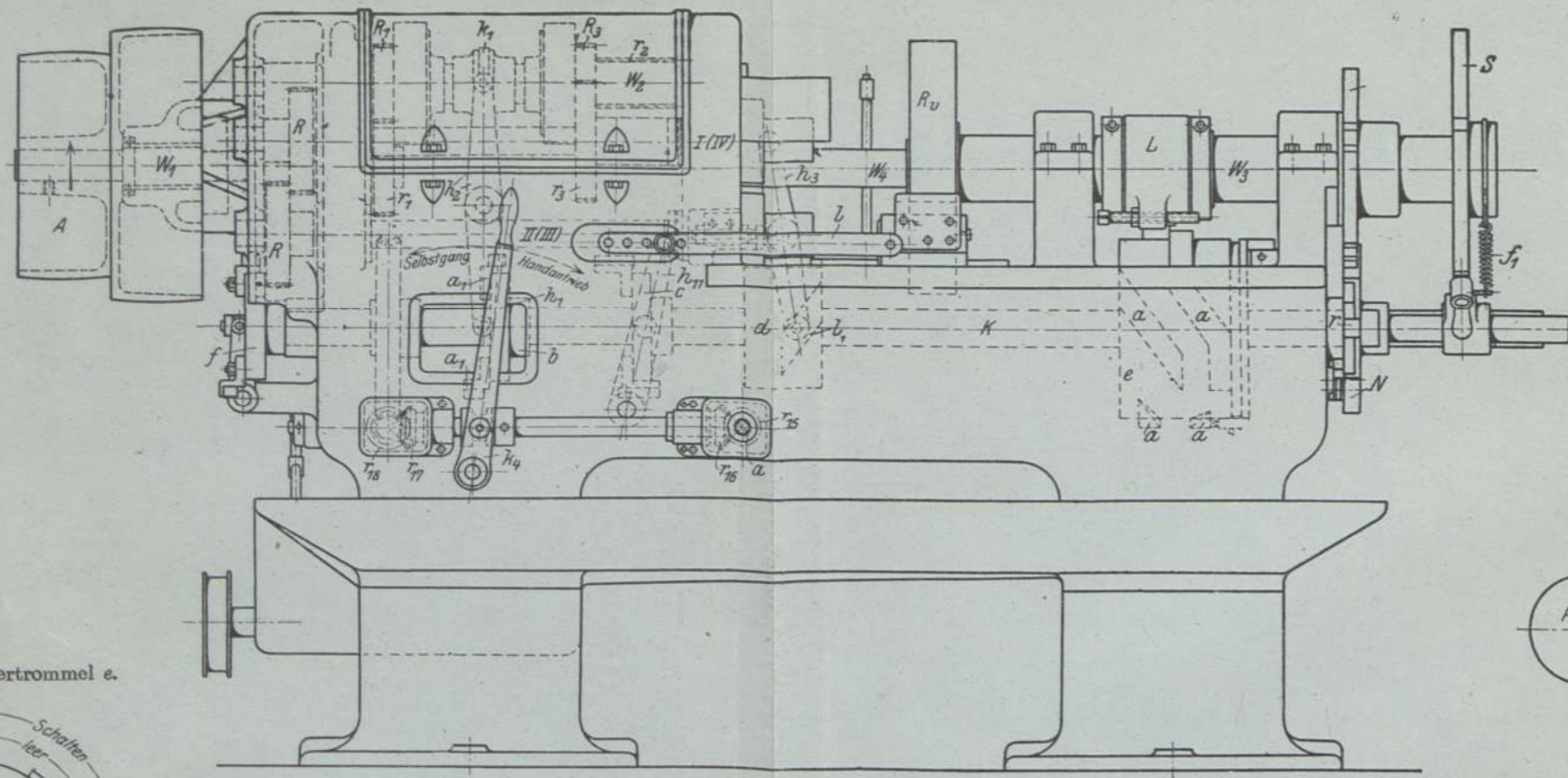


Abb. 341. Steuertrommel e.

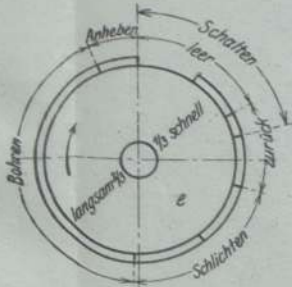


Abb. 338 und 342. Gesamtbild.

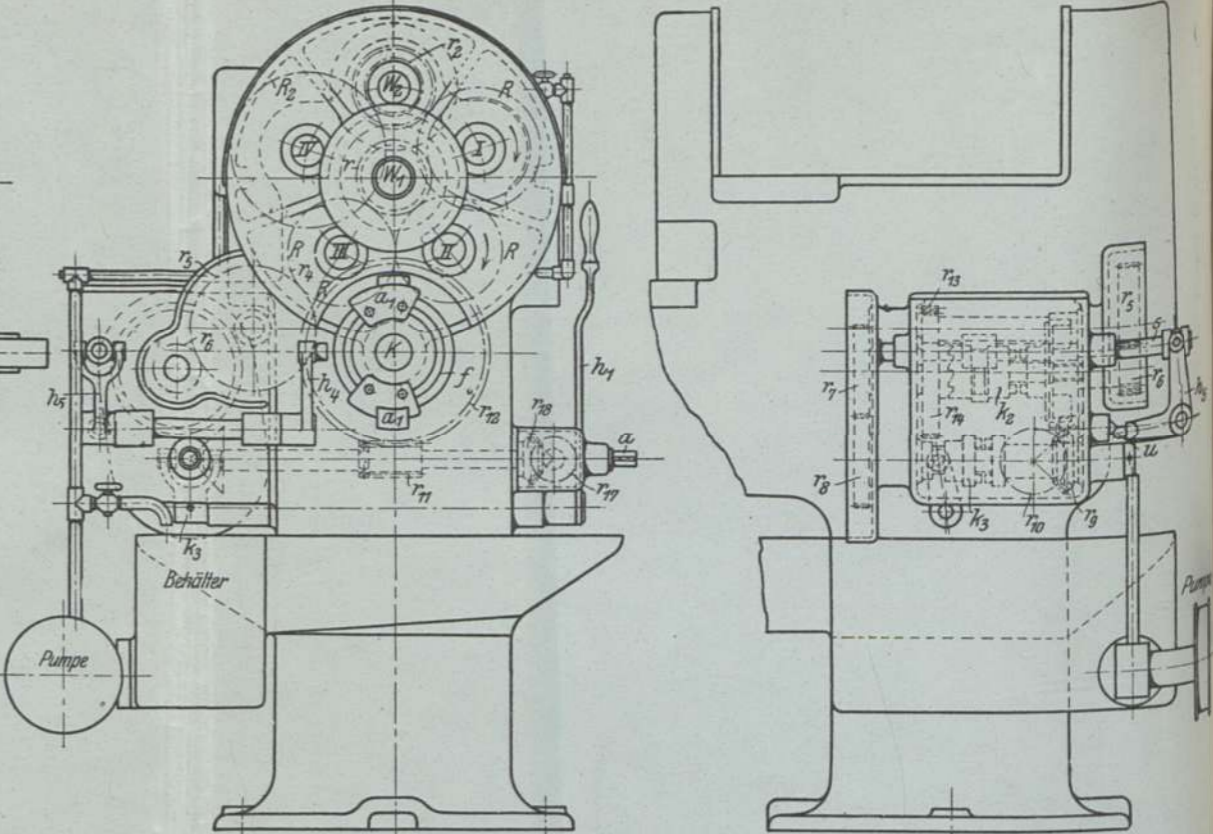


Abb. 339 und 340. Antrieb der Steuerwelle K.

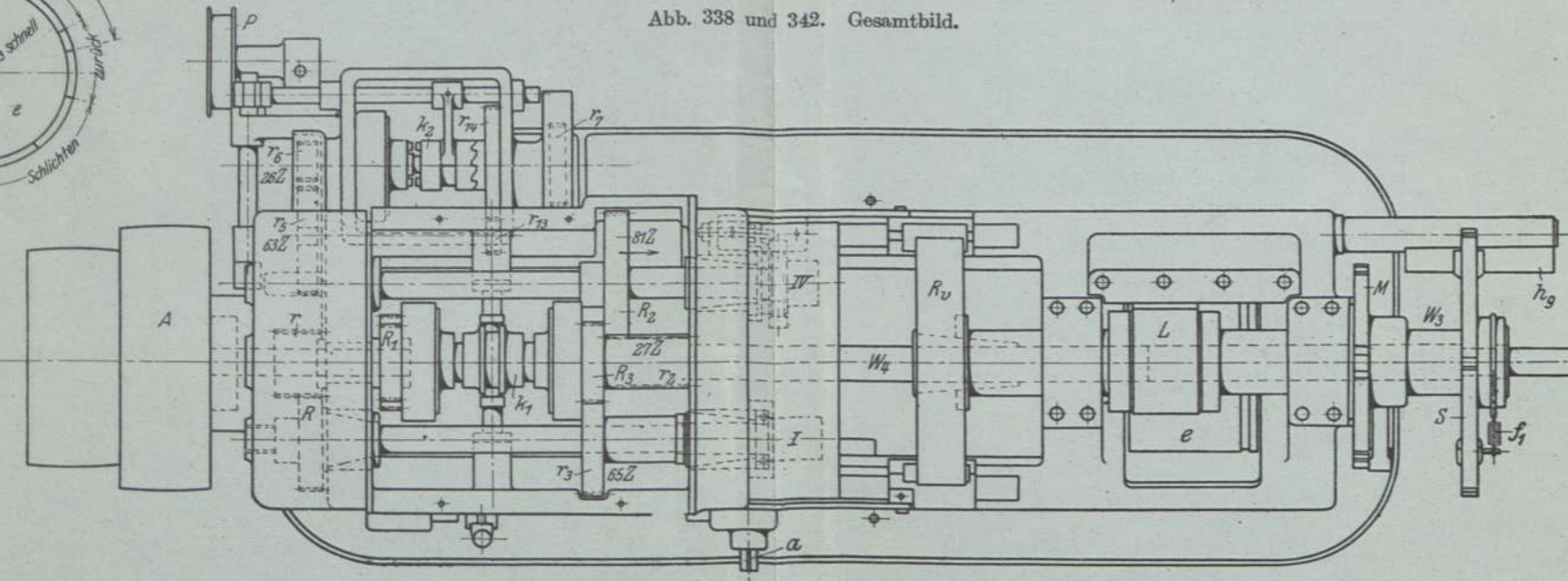


Abb. 343. Umschaltung und Verriegelung des Revolverkopfes.

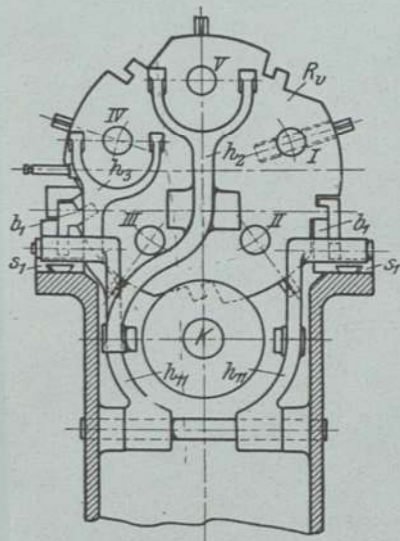


Abb. 344. Führung des Revolverkopfes.

## 2. Die Mehrspindel-Halbautomaten.

Der Einspindel-Halbautomat muß für das Ein- und Abspannen der Werkstücke jedesmal stillgesetzt werden. Die hierzu erforderliche Zeit geht für das Arbeiten der Maschine verloren. Will man diese Umspannzeit ausnutzen, so muß der Halbautomat mit mehreren Werkzeugspindeln an mehreren Arbeitsstücken zugleich arbeiten, währenddessen ein fertiges Stück abgespannt und ein neues eingespannt wird. Bei einem Vierspindel-Halbautomaten würden daher 4 Spindeln mit ihren Werkzeugen an 4 Werkstücken zugleich ihre Arbeit verrichten, das fünfte, fertige Stück müßte während dieser Zeit gegen ein neues umgespannt werden. Zur Durchführung dieses Arbeitsplanes verlangt



Abb. 337. Vierspindel-Halbautomat. Gildemeister & Co., A. G., Bielefeld.

der Vierspindel-Halbautomat außer den 4 Werkzeugspindeln, die zum Drehen, Bohren, Fasen und Gewindeschneiden benutzt werden, einen Revolverkopf mit 5 Löchern für die Spannfüter der Arbeitsstücke. Der Revolverkopf muß jedesmal den Werkzeugspindeln 4 Werkstücke zum Bearbeiten zuschieben, während der Arbeiter am Loch V ab- und einspannt. Nach dem Rückgang wird der Revolverkopf geschaltet, so daß jedes Stück vor die nächste Spindel kommt. Die Arbeitsstücke machen daher einen Kreislauf von der Einspannstelle über die 4 Spindeln zur Ein- oder Abspannstelle zurück. Dieser Kreislauf wird nur durch die Arbeit der Werkzeugspindeln unterbrochen. Für das Bearbeiten eines Stückes kommt nur die reine Maschinenarbeitszeit in Betracht, weil wie bei dem Mehrspindelautomaten mit jedem Hin- und Rückgang des Revolverkopfes ein fertiges Arbeitsstück geliefert wird.

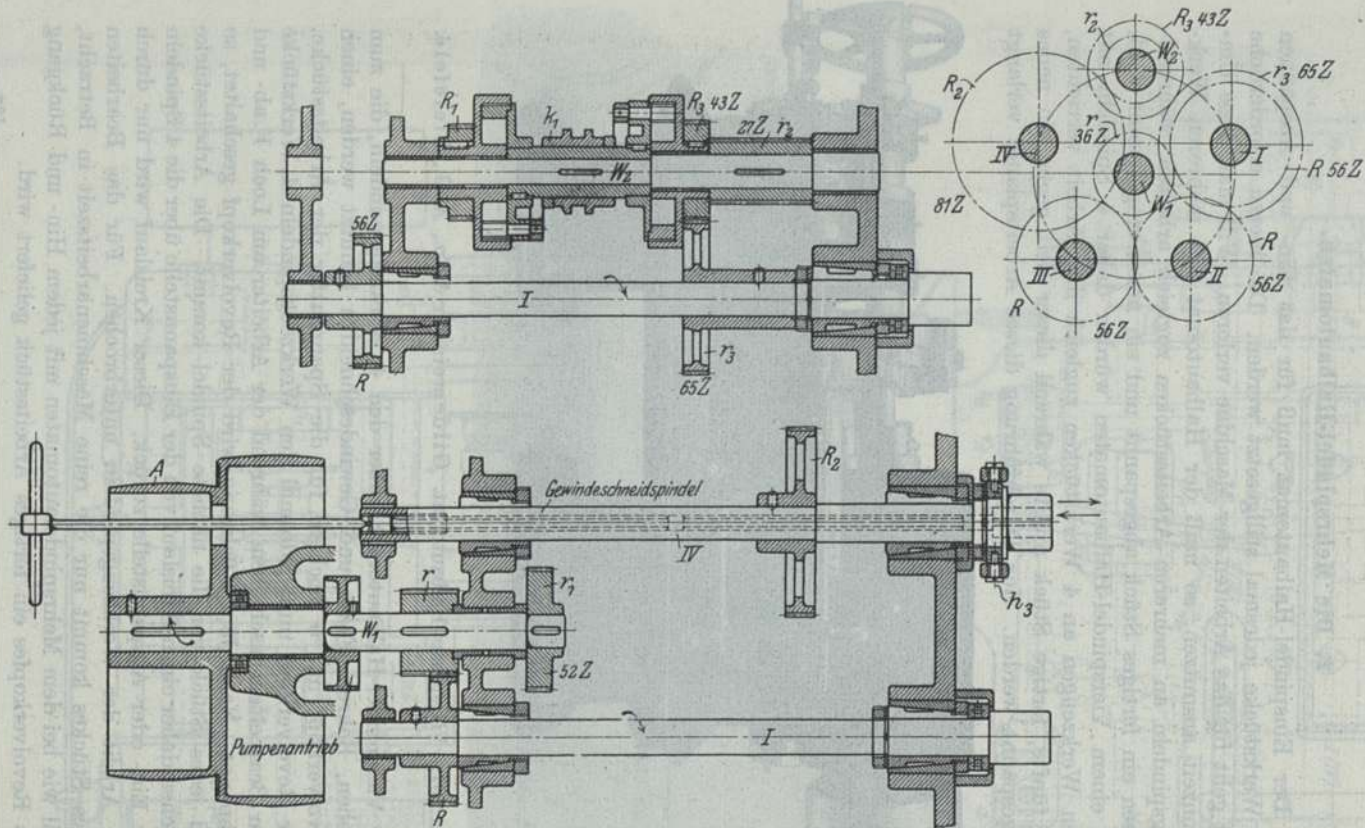


Abb. 345 bis 347. Antrieb der Werkzeugspindeln bei dem Gildemeister-Halbautomaten.

Der Gildemeister - Vierspindel - Halbautomat (Abb. 337 bis 344) hat als Grundbedingung für eine leistungsfähige Maschine ein kräftiges Kastenbett mit angegossenem Spindelkasten und mit breiten Ölschalen. In den nachstellbaren Lagern des Spindelkastens laufen die 4 Werkzeugspindeln *I*, *II*, *III*, *IV*. Die Spindeln *I*, *II*, *III* können bohren, drehen und fassen, während die Spindel *IV* zum Gewindefahren dient. Der Antrieb aller Spindeln (Abb. 345 bis 347) geht von der Zweistufenscheibe *A* aus. Die Dreh- und Bohrspindeln *I*, *II*, *III* werden von dem Mittelrade *r* auf *W*<sub>1</sub> angetrieben, das mit den 3 Spindelrädern *R* kämmt. Die Gewindespindel *IV* muß für den Vor- und Rückgang Rechts- und Linkslauf haben. Der Vor- oder Rechtslauf der Gewindespindel *IV* kommt von der Spindel *I* über die Räderpaare  $\frac{r_3}{R_3}$ ,  $\frac{r_2}{R_2}$ . Der Links- oder Rücklauf wird durch das Vorgelege  $\frac{r_1}{R_1}$  von *W*<sub>1</sub> entnommen und durch  $\frac{r_2}{R_2}$  von *W*<sub>2</sub> auf *IV* übertragen. Zum abwechselnden Einschalten des Vor- und Rücklaufes sind die Räder *R*<sub>1</sub> und *R*<sub>3</sub> durch Verschieben der Kuppelmuffe *k*<sub>1</sub> auf *W*<sub>2</sub> zu kuppeln. Damit ist der Antrieb der Hauptbewegung der Werkzeugspindeln erschöpft. Die Werkstücke werden in den Revolverkopf *Rv* gespannt, der hierzu 5 Löcher hat. Die Löcher *I*, *II*, *III*, *IV* liegen

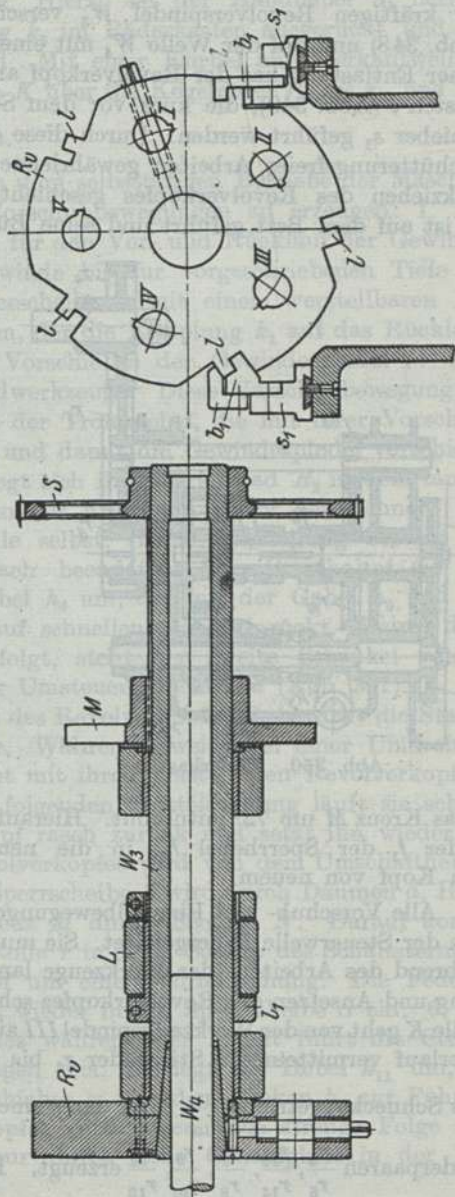


Abb. 348 und 349. Werkzeugkopf des Gildemeister-Halbautomaten.

gleichachsig mit den 4 Werkzeugspindeln und halten mit ihren Spannbacken die Werkstücke den Spindeln bereit. An dem Loch  $V$  werden die fertigen Stücke gegen neue ausgewechselt. Um die genaue Lage des Revolverkopfes zu sichern, ist er mit den Stirnflanschen der kräftigen Revolverspindel  $W_3$  verschraubt, die doppelt gelagert (Abb. 348) und auf der Welle  $W_4$  mit einer Kegelschale geführt ist. Zu seiner Entlastung hat der Revolverkopf am äußeren Umfang besondere Leisten  $l$  (Abb. 349), die kurz vor dem Schnitt von den Backen  $b_1$  der Schieber  $s_1$  geführt werden. Durch diese doppelseitige Führung ist ein erschütterungsfreies Arbeiten gewährleistet. Das Vorschieben und Zurückziehen des Revolverkopfes geschieht mit dem Schlittenlager  $L$ . Es ist auf dem Bett geführt und seine Büchse  $l_1$  auf  $W_3$  festgeklemmt.

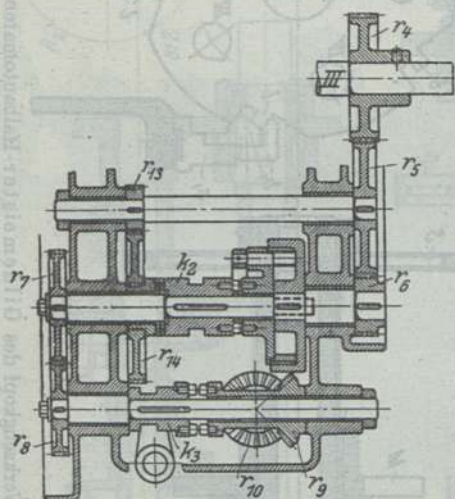


Abb. 350. Räderkasten.

Zum Umschalten des Kopfes dient das Schaltkreuz  $M$  (Maltheserkreuz) und zum Verriegeln die Sperrscheibe  $S$ . Solange die Steuerscheibe  $N$  mit ihrem vollen Umfang in der Aussparung des Schaltkreuzes läuft und solange der Sperrhebel  $h_{10}$  mit der Nase  $n$  in die Nut der Sperrscheibe  $S$  faßt, ist der Revolverkopf verriegelt. Wird aber der Sperrhebel  $h_{10}$  durch den Daumen  $d$  ausgelöst und das Schaltkreuz  $M$  durch  $N$  freigegeben, so kommt der Umschalthebel  $r$  mit der Rolle in den Schlitz von  $M$  und

schaltet den Kopf um, indem  $r$  das Kreuz  $M$  um  $72^\circ$  mitnimmt. Hierauf schnappt unter dem Zug der Feder  $f_1$  der Sperrhebel  $h_{10}$  in die neue Sperre ein und verriegelt den Kopf von neuem.

Alle Vorschub- und Einstellbewegungen des Halbautomaten werden von der Steuerwelle  $K$  hergeleitet. Sie muß wie bei den Ganzautomaten während des Arbeitens der Werkzeuge langsam laufen und beim Rückgang und Ansetzen des Revolverkopfes schnell. Der Antrieb der Steuerwelle  $K$  geht von der Werkzeugspindel  $III$  aus (Abb. 350). Ihren schnellen Leerlauf vermitteln die Stirnräder  $r_4$  bis  $r_8$ , die Kegelhäder  $r_9$ ,  $r_{10}$  und das Schneckengetriebe  $\frac{r_{11}}{r_{12}}$ . Der langsame Vorschubgang wird von den

Räderpaaren  $\frac{r_4}{r_5}, \frac{r_{13}}{r_{14}}, \frac{r_7}{r_8}, \frac{r_9}{r_{10}}, \frac{r_{11}}{r_{12}}$  erzeugt. Das Umschalten geschieht mit

der Kupplung  $k_2$ , die für den Schnellgang rechts und für den Vorschubgang links eingeschaltet wird. Mit den Wechslrädern  $r_7, r_8$  wird die Geschwindigkeit dem Rohstoffe angepaßt. Zum Einrichten des Automaten muß der Selbstgang der Steuerwelle  $K$  ausgelöst und der Handantrieb eingeschaltet werden. Hierzu ist der Handhebel  $h_1$  herumzulegen, so daß die Kupplung  $k_3$  im Räderkasten ausgerückt und die Kupplung  $k_4$  eingerückt wird. Mit einer Kurbel auf Vierkantwelle  $a$  läßt sich jetzt die Steuerwelle  $K$  über die Kegelräder  $r_{15}$  bis  $r_{18}$  und das Schneckengetriebe  $\frac{r_{11}}{r_{12}}$  drehen.

Die Steuerwelle  $K$  hat in dem selbsttätigen Betriebe der Maschine folgende Schaltungen und Vorschubbewegungen zu erzeugen: 1. Das Umschalten der Kupplung  $k_1$  für den Vor- und Rücklauf der Gewindespindel  $IV$ . Sobald das Gewinde bis zur vorgeschriebenen Tiefe geschnitten ist, legt die Steuerscheibe  $b$  mit einem verstellbaren Anschläge  $a_1$  den Hebel  $h_2$  herum, der die Kupplung  $k_1$  auf das Rücklauf rad  $R_1$  umschaltet. 2. Das Vorschieben der Gewindespindel  $IV$  zum Ansetzen der Gewindeschneidwerkzeuge. Diese Vorschubbewegung erzeugt die Steuerwelle  $K$  mit der Trommel  $d$ , die mit ihrer Vorschubleiste  $l_1$  die Gabel  $h_3$  umlegt und damit die Gewindespindel verschiebt. Bei dieser Verschiebung bewegt sich ihr Antriebsrad  $R_2$  in dem langen Ritzel  $r_2$ . 3. Das Umschalten der Kupplung  $k_2$  für den Schnell- und Langsamgang der Steuerwelle selbst. Diese Umstellung besorgt die äußere Steuerscheibe  $f$ . Nach beendetem Schnitt schaltet sie mit ihren Anschlägen  $a_1$  den Hebel  $h_4$  um, der mit der Gabel  $h_5$  und der Stange  $s$  die Kupplung  $k_2$  auf schnellen Gang einrückt. Damit diese Schaltung augenblicklich erfolgt, steht der zweite Schenkel von  $h_5$  unter dem Federdruck zweier Umsteuerschneiden  $u$  (Abb. 301). 4. Das Vorschieben und Zurückholen des Revolverkopfes  $R_v$  bewirkt die Steuerwelle  $K$  mit der Trommel  $e$ . Während Zweidrittel einer Umdrehung läuft sie langsam und schiebt mit ihren Leisten den Revolverkopf  $R_v$  zum Arbeiten vor. Bei der folgenden Drittelrotation läuft sie schnell und schiebt den Revolverkopf rasch zurück und setzt ihn wieder an. 5. Das Umschalten des Revolverkopfes wird von dem Umschalthebel  $r$  vollzogen (Abb. 343). Die Sperrscheibe  $S$  wird durch Daumen  $d$ , Hebel  $h_8$  bis  $h_{10}$  entriegelt und Kreuz  $M$  durch Scheibe  $N$ . Darauf kommt der Umschalthebel mit der Rolle  $r$  in einen Schlitz des Schaltsternes  $M$  und dreht den Revolverkopf um eine Fünfteldrehung. Die Feder  $f_1$  legt jetzt den Sperrhebel  $h_{10}$  wieder in die Sperrscheibe  $S$  ein. 6. Das Verriegeln des Revolverkopfes während der Arbeit führt die Steuerscheibe  $c$  mit ihren Anschlägen aus. Sie legt die Hebel  $h_{11}$  um, die mit den Zugstangen  $l$  die Schieber  $s_1$  mit den Backen  $b_1$  zur Führung des vorgehenden Revolverkopfes vorschieben. Die strenge Folge aller Bewegungen ist natürlich nur durch hohe Genauigkeit in der Her-

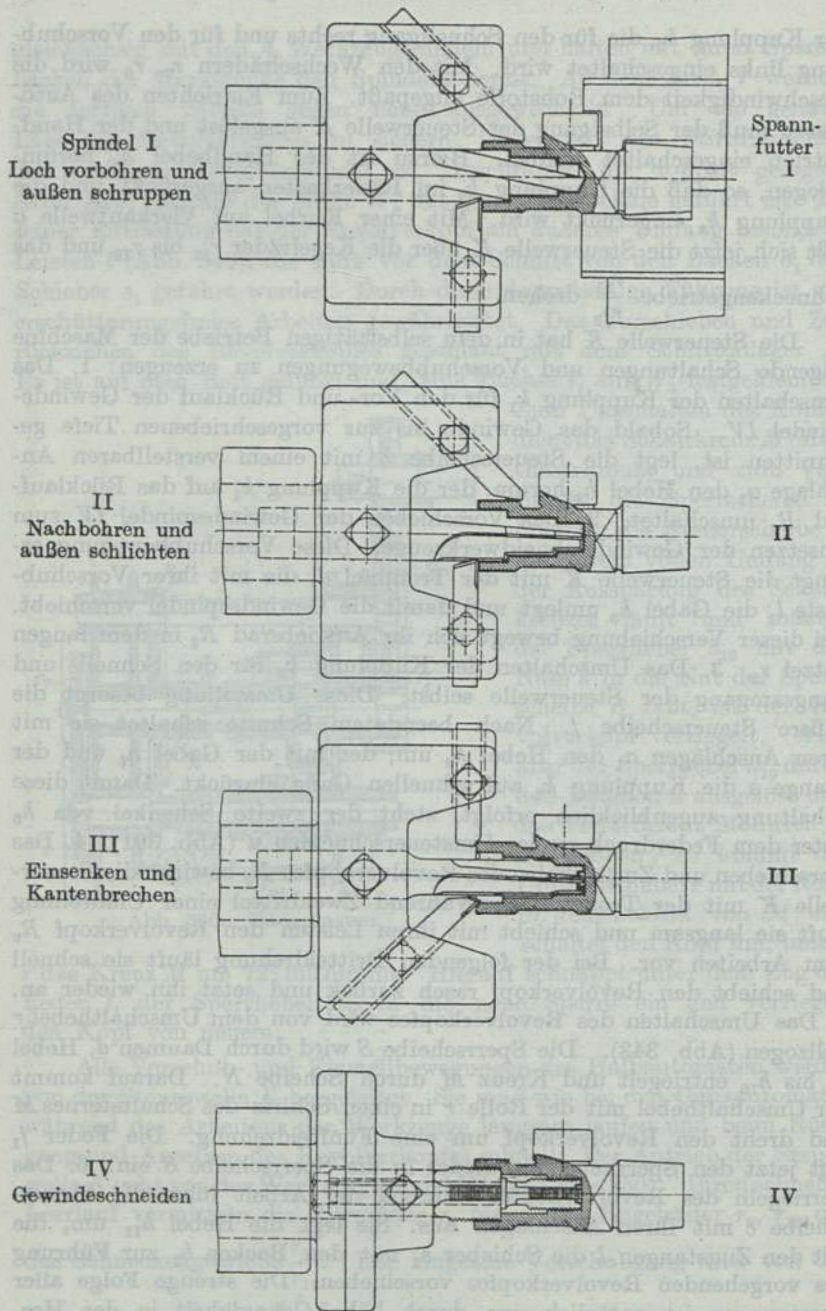


Abb. 351 bis 354. Bearbeiten eines Ventilkörpers. I. Einspannung.

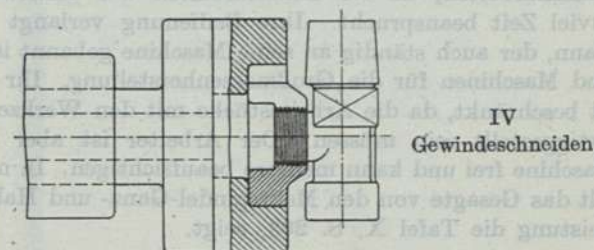
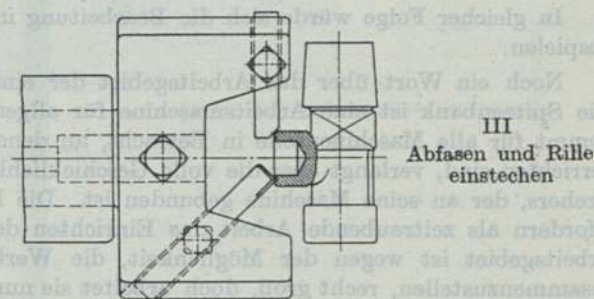
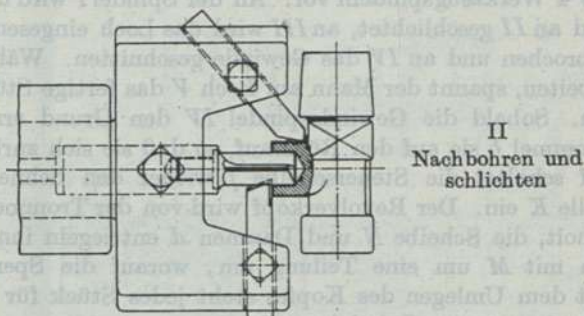
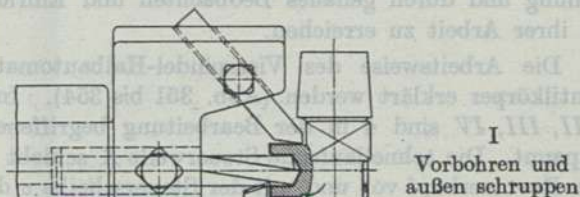


Abb. 355 bis 358. Bearbeiten eines Ventilkörpers. II. Einspannung.

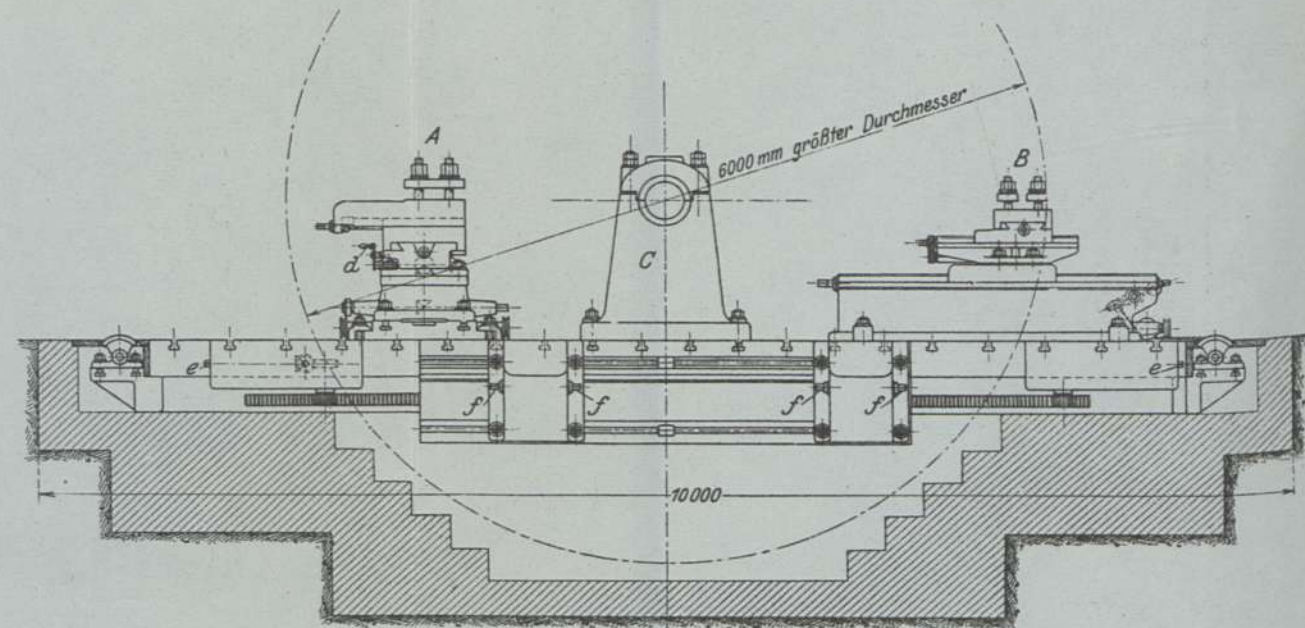
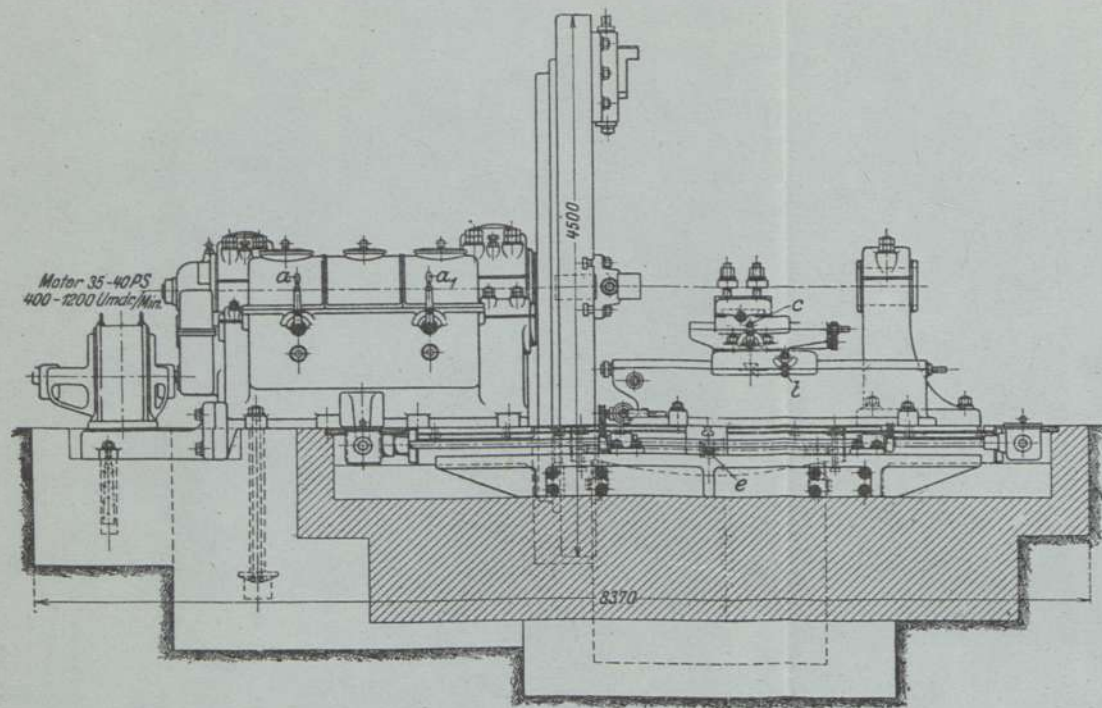


stellung und durch genaues Beobachten und Einrichten der Maschine bei ihrer Arbeit zu erreichen.

Die Arbeitsweise des Vierspindel-Halbautomaten soll an einem Ventilkörper erklärt werden (Abb. 351 bis 354). In den Spannfütern *I, II, III, IV* sind 4 in der Bearbeitung begriffene Ventilkörper eingespannt. Die schnelllaufende Steuerwelle *K* schiebt mit der Trommel *e* den Revolverkopf vor und mit der Steuerscheibe *c* die Führungsbacken des Kopfes. Kurz vor dem Schnitt schaltet die Steuerscheibe *f* den Vorschubgang der Steuerwelle *K* ein, und die Trommel *d* schiebt die Gewindespindel *IV* zum Ansetzen der Gewindebohrer vor. Der Revolverkopf geht jetzt mit den eingespannten Arbeitsstücken langsam gegen die 4 Werkzeugspindeln vor. An der Spindel *I* wird das Loch vorgebohrt und an *II* geschlichtet, an *III* wird das Loch eingesenkt und die Kanten gebrochen und an *IV* das Gewinde geschnitten. Während die Spindeln arbeiten, spannt der Mann am Loch *V* das fertige Stück gegen ein neues um. Sobald die Gewindespindel *IV* den Grund erreicht, schaltet die Trommel *b* sie auf den Rücklauf, so daß sie sich zurückschraubt. Hierauf schaltet die Steuerscheibe *f* wieder den Schnellgang der Steuerwelle *K* ein. Der Revolverkopf wird von der Trommel *e* schnell zurückgeholt, die Scheibe *N* und Daumen *d* entriegeln ihn, und Hebel *r* legt ihn mit *M* um eine Teilung um, worauf die Sperre *n* einschnappt. Mit dem Umlegen des Kopfes steht jedes Stück für die nächste Arbeit vor einer neuen Spindel.

In gleicher Folge würde sich die Bearbeitung in Abb. 355 bis 358 abspielen.

Noch ein Wort über das Arbeitsgebiet der einzelnen Drehbänke: Die Spitzenbank ist eine Arbeitsmaschine für allgemeine Zwecke. Sie kommt für alle Maschinenteile in Betracht, an denen Dreharbeiten zu verrichten sind, verlangt aber die volle Geschicklichkeit eines gelernten Drehers, der an seine Maschine gebunden ist. Die Handrevolverbänke erfordern als zeitraubende Arbeit das Einrichten der Werkzeuge. Ihr Arbeitsgebiet ist wegen der Möglichkeit, die Werkzeuge mannigfach zusammenzustellen, recht groß, doch arbeitet sie nur wirtschaftlich bei Massenarbeiten, da für Einzelarbeiten das Einrichten der Maschine zuviel Zeit beansprucht. Ihre Bedienung verlangt einen angelernten Mann, der auch ständig an seine Maschine gebannt ist. Die Automaten sind Maschinen für die Großmassenherstellung. Ihr Anwendungsgebiet ist beschränkt, da die Arbeitsstücke mit den Werkzeugen der Maschine fertiggestellt sein müssen. Der Arbeiter ist aber von der einzelnen Maschine frei und kann mehrere beaufsichtigen. In noch höherem Maße gilt das Gesagte von den Mehrspindel-Ganz- und Halbautomaten, deren Leistung die Tafel X, S. 203, zeigt.



### Plan- oder Kopfdrehbank.

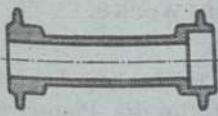
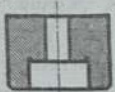
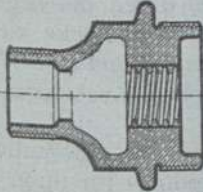
Wagner & Co., G. m. b. H., Dortmund.

Abb. 359 und 360. Gesamtbild.

- Hebel *a* u. *a*<sub>1</sub>: zum Regeln der Planscheiben-Geschwindigkeit,  
 „ *b*: zum wechselseitigen Einstellen des Längs- und Quervorschubes,  
 „ *c*: für das Wendegetriebe,  
 „ *d*: für das Wendegetriebe des Ständers,  
 „ *e*: für das Fortbewegen der Platten,  
 „ *f*: für das Fortbewegen der Aufspannwinkel.

## Zahlentafel X.

## Vergleich der Leistung von Revolver und Automaten.

Arbeitsstück	Stückleistung i. d. Std.		
	auf Viellochrevolver	auf Einspindel-automat	auf Vierspindel-automat
Fahrradnabe 	5	10	24
Nähmaschinen-Kurvenrolle 	—	20	50
Ventildeckel 	10	—	50

## h) Die Plan- oder Kopfdrehbänke.

Mit der Planbank (Abb. 359 und 360) soll eine Arbeitsmaschine geschaffen werden, die vorwiegend zum Plandrehen dient. Zum Unterschied von der Spitzendrehbank darf daher der Reitstock fehlen, wodurch die Maschine zugänglicher wird. Zum Einspannen des Werkstückes dient eine größere Planscheibe, die mit dem Kopf der Arbeitsspindel verschraubt ist. Um einen ruhigen Gang zu erreichen, wird bei den schweren Maschinen die Planscheibe von einer seitlich liegenden Stufenscheibe und den mehrfachen Rädervorgelegen oder besser von einem Stufenrädernetriebe angetrieben, so daß die Hauptspindel von dem Drehmoment entlastet ist. Für diesen Antrieb besitzt die Planscheibe einen Zahnkranz mit innerer Verzahnung. Für die Ausnutzung des Schnellstahles bei den stark schwankenden Durchmessern größerer Werkstücke hat die Maschine zum Regeln der Geschwindigkeiten einen Stufenmotor und 2 Schalthebel  $a$  und  $a_1$  am Räderkasten.

Trommelartige Werkstücke laufen mit ihrer Achse in dem Lagerbock  $C$ , so daß der Werkzeugschlitten  $A$  lang- und  $B$  plandrehen kann.

Die besprochenen Radsatzdrehbänke sind doppelte Planbänke. Als Sondermaschinen arbeiten sie zur größeren Leistungsfähigkeit mit mehreren Werkzeugen. Mit den hinteren Werkzeugschlitten werden die Radreifen vorgeschruppt und abgestochen, während die vorderen sie nach Lehre fertig drehen (Abb. 209 bis 211). Das Einspannen des Radsatzes geschieht mit der Laufachse in den Lagern der Planscheibe.

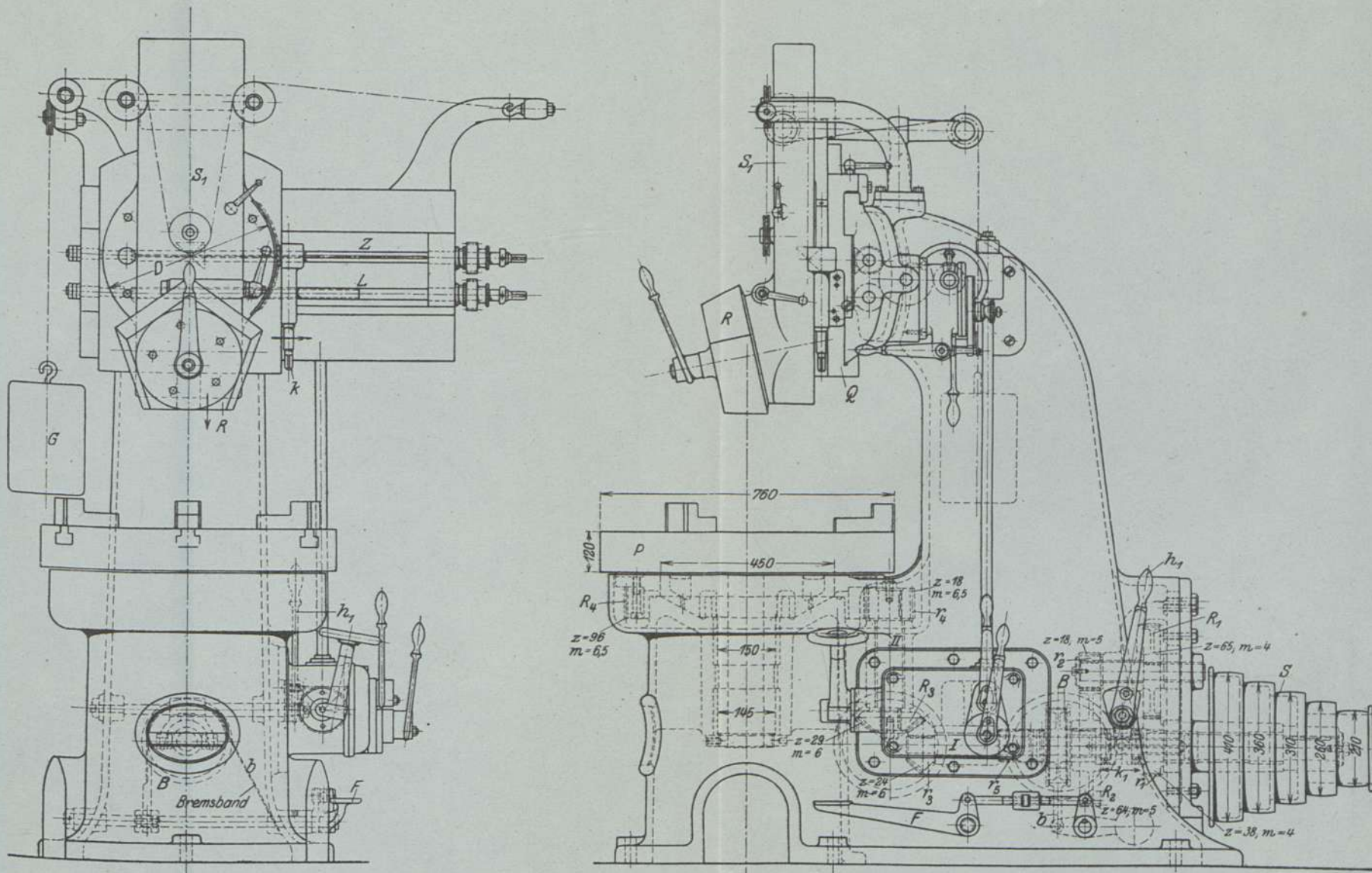
### i) Die senkrechten Dreh- und Bohrwerke. (Karusselldrehbänke.)

Die stehende Planscheibe ist mit mehreren Nachteilen behaftet. Die grubenartige Aussparung des Bettes, die oft für die Planscheibe nötig ist, beeinträchtigt die Widerstandsfähigkeit der Maschine stark. Die Arbeitsspindel wird durch die schwere Scheibe und das Werkstück sehr stark beansprucht und das vordere Lager stark belastet. Sehr zeitraubend ist das Aufspannen und Ausrichten schwerer Werkstücke, das fast nie ohne Kran geschieht. Diese Nachteile verschwinden jedoch, sobald die Planscheibe wie bei einem Karussell liegend angeordnet wird.

Die Drehwerke mit liegender Planscheibe (Abb. 380 und 331) sind Schöpfungen der Neuzeit. Ihr Grundgedanke ist, durch die liegende Planscheibe das Einspannen und Ausrichten der Werkstücke zu erleichtern, den Arbeitsverlauf übersichtlicher zu gestalten und eine Werkzeugmaschine zu schaffen, die gleichzeitig zum Drehen, Ausbohren und verwandten Arbeiten benutzt werden kann.

Ihre Bauart ergibt sich durch das Aufrichten der gewöhnlichen Planbank. Die liegende Planscheibe erfordert allerdings für ihren Antrieb einige Abänderungen des Spindelstockes. Zunächst ist der Spindelkasten als Grundrahmen der Maschine auszubilden und in ihm der Antrieb des Drehtisches unterzubringen. Er besteht aus einem Zahnkranz, dessen Trieb auf einer senkrechten Welle sitzt. Um eine genügende Auswahl in den Antriebsgeschwindigkeiten des Tisches zu haben, müßte diese Welle von einer Stufenscheibe, einem Stufenrädernetriebe oder einem regelbaren Motor angetrieben werden. Die ganze Anordnung des Antriebes gibt bei der liegenden Planscheibe eine viel größere Gewähr für ruhigen Gang. Einmal läßt sich die Planscheibe, die heute schon bis zu 11 m Durchmesser ausgeführt ist, an der Spindel durch kräftige Halslager abstützen und am Umfang durch eine Rundbahn tragen.

Für den weiteren Aufbau der Maschine ist zu beachten, daß die Werkzeuge über dem Werkstücke quer zu schalten sind. Die Werkzeugschlitten müssen daher auf einem langen Querträger sitzen, der an den beiden Ständern der Maschine hoch- und tiefzustellen ist. Auf der Bahn dieses Querträgers können daher die Werkzeugschlitten zum Abdrehen der Oberfläche quer zum Werkstück geschaltet werden. Zum Ausbohren kegelförmiger Löcher und zum Abdrehen kegelliger Dreh-



Senkrecht Dreh- und Bohrwerk.  
 de Fries & Co., A. G., Düsseldorf.  
 Abb. 361 und 362. Gesamtbild.

körper lassen sich die langen Werkzeugschieber mit einer Drehscheibe schrägstellen und in dieser Richtung schalten.

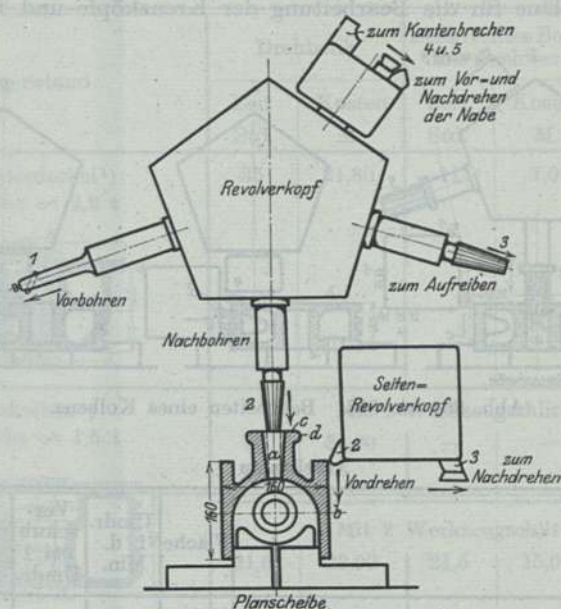


Abb. 363. Bearbeiten eines Kreuzkopfes.

#### Arbeitsplan:

Vorg.- Nr.		Fläche	Umdr. i. d. Min.	Vor- schub bei 1 Umdr.	Arbeitszeit	
					a) Min.	b) Min.
	Aufspannen . . . . .	—	—	—	5	5
1	Vorbahren mit der Bohrstange . . . . .	a	31	2	3	3
2	Nachbohren } gleichzeitig . . . . .	a	31	2	3	3
	Vordrehen } gleichzeitig . . . . .	b	31	2	3	—
3	Reiben } gleichzeitig . . . . .	a	31	—	2	2
	Nachdrehen } gleichzeitig . . . . .	b	31	4	1,5	—
4 u. 5	Vor- und Nachdrehen } gleichz. {	c	31	2	2	2
	Kante brechen } gleichz. {	d	31	—	2	—
	Abspannen . . . . .	—	—	—	2	2
a) Gesamtzeit der einzelnen Vorgänge:					23,5	—
b) Tatsächlich erforderliche Zeit:					—	17

Angenommene Schnittgeschwindigkeit  $\approx 15,6$  m/Min.

Einen förmlichen Siegeszug haben die Dreh- und Bohrwerke mit Stahlwechsellköpfen gehalten (Abb. 361 und 362). Sie sind

besonders wirtschaftliche Arbeitsmaschinen für Drehkörper, an denen Bohr- und Dreharbeiten zu erledigen sind. So zeigen die Abb. 363 bis 366 die Arbeitspläne für die Bearbeitung der Kreuzköpfe und Kolben und

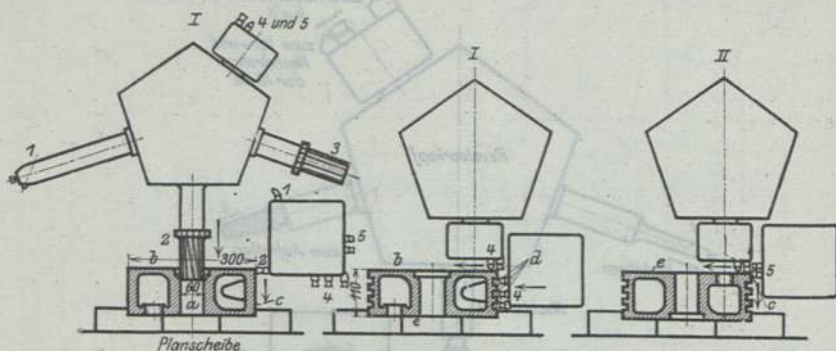


Abb. 364 bis 366. Bearbeiten eines Kolbens.

Arbeitsplan:

Aufsp.	Vorg.-Nr.		Fläche	Umdr. i. d. Min.	Vor- schub bei 1 Umdr.	Arbeitszeit	
						a) Min.	b) Min.
I		Aufspannen . . . . .	—	—	—	5	5
	1	Vorböhrn } Vordrehen } gleichzeitig . . . {	a	16,5	2	4	4
			c	16,5	2	4	—
	2	Nachbohren } Fertigdrehen } gleichzeitig . . . {	a	16,5	2	4	4
			c	16,5	4	2	—
	3	Reiben . . . . .	a	16,5	4	2	2
	4	Vor- und Fertigdrehen } Einstechen } gleichz. {	b	16,5	2	5	5
d			16,5	—	3	—	
		Abspannen . . . . .	—	16,5	—	2	2
II		Aufspannen . . . . .	—	—	—	5	5
	5	Vor- und Fertigdrehen } " " " } gleichz. {	e	16,5	2	5	5
			c	16,5	2	2	—
			Abspannen . . . . .	—	—	—	2
a) Gesamtzeit der einzelnen Vorgänge:						45	—
b) Tatsächlich erforderliche Zeit:						—	34

Angenommene Schnittgeschwindigkeit  $\approx 15,6$  m/Min.

die Zahlentafel XI die wirtschaftliche Seite dieser Entwicklungslinie der Drehbank.

Die Firma de Fries, A.-G., Düsseldorf, stellt ihr kleinstes Dreh- und Bohrwerk in der Bauart der Abb. 361 und 362 her. Der Antrieb des Drehtisches  $P$  wird von der fünfblättrigen Stufenscheibe  $S$  über





auf der Bremsscheibe  $B$  angezogen und die Maschine zum Stillsetzen schnell abgebremst. Der Antrieb des Drehtisches ist in dem unteren Ständer untergebracht. Die Stufenscheibe  $S$  kann durch einen Räderkasten mit Einscheibe oder auch durch einen regelbaren Motor ersetzt werden. Der Drehtisch läuft in einem kräftigen Halslager und auf einer schrägen Rundbahn, die den Schnittdruck gut abfängt. Die Maschine bohrt und dreht selbsttätig senkrecht und quer zum Tisch. Für das Bohren und Senkrecht-drehen dient der lange Schieber  $S_1$  mit dem Stahlwechsellkopf  $R$  und für das Querdrehen der Querschlitzen  $Q$  auf der oberen

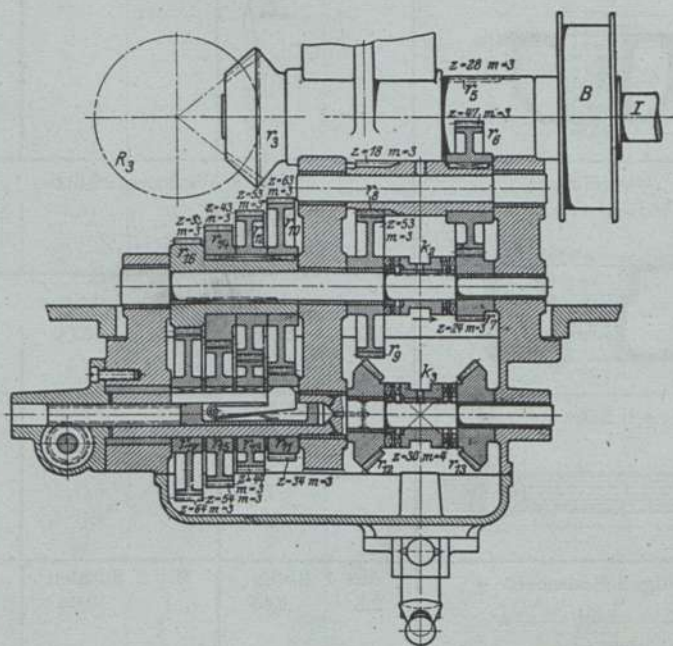
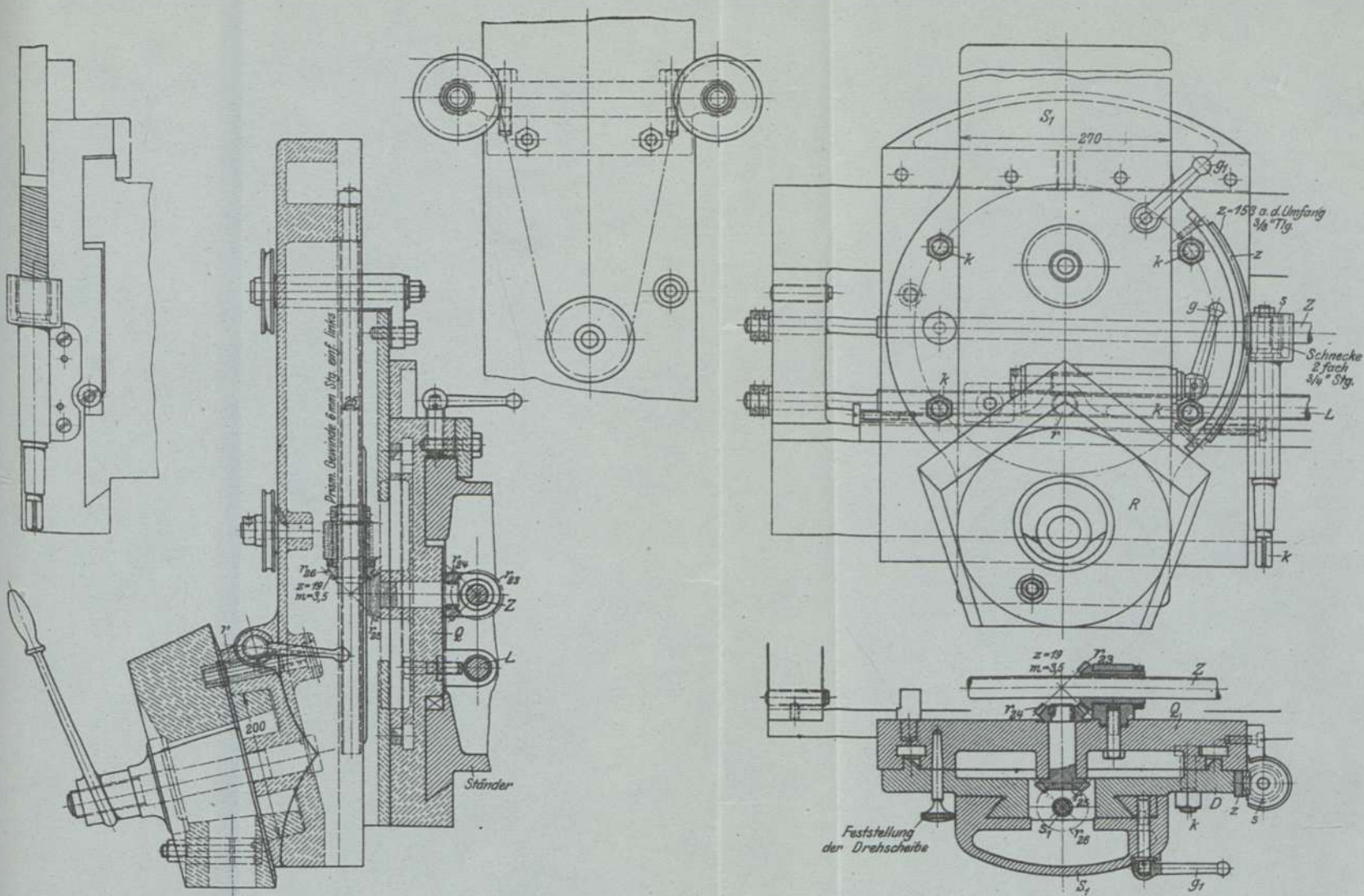


Abb. 372. Vorschubräderkasten (Schnitt).

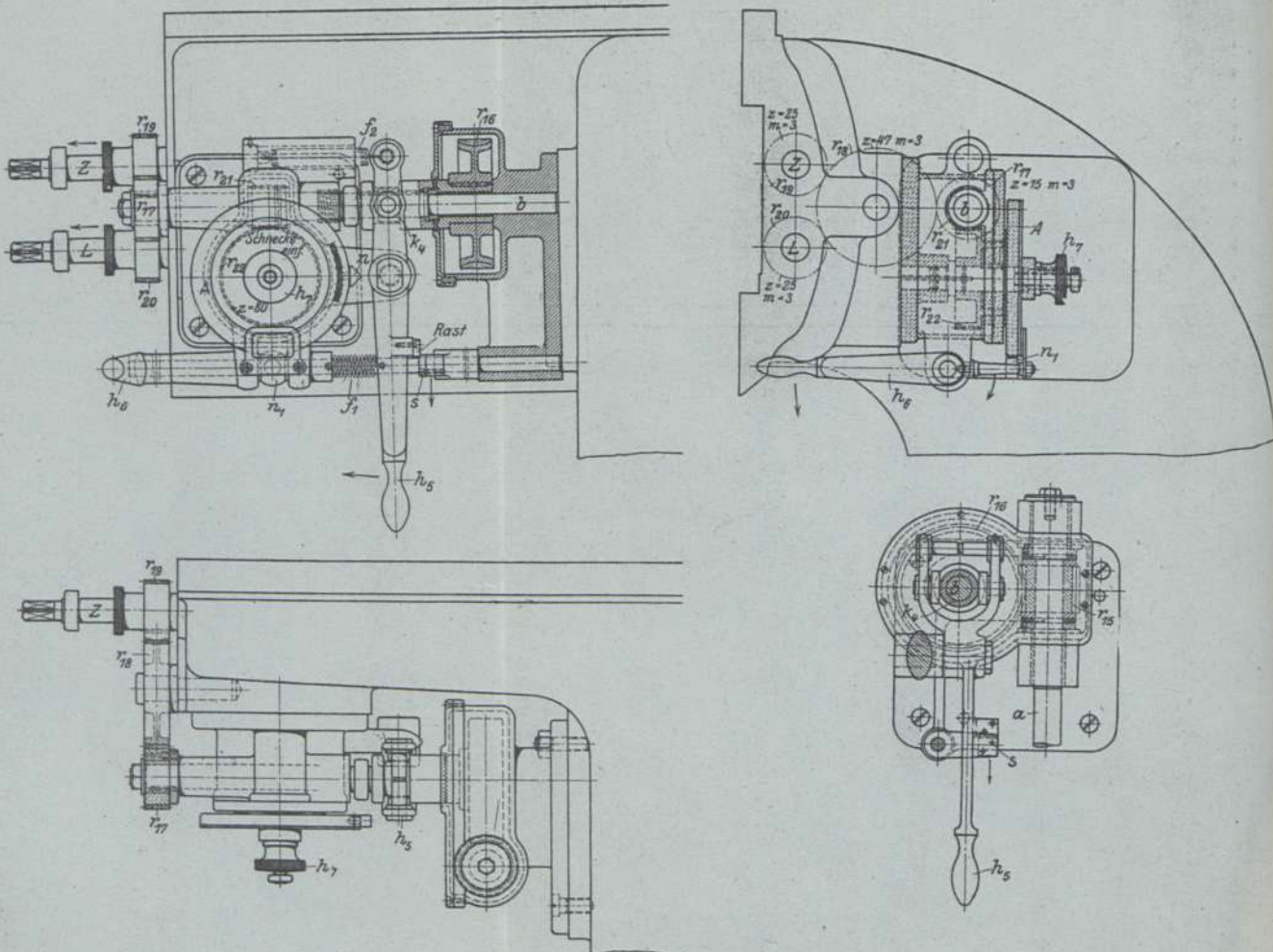
Querbahn des Ständers (Abb. 367 bis 371). Mit dem Vierkant  $k$ , der Schnecke  $s$ , dem Zahnbogen  $z$  und der Drehscheibe  $D$  stellt man den Schieber  $S_1$  für das Ausbohren der Kegellöcher schräg. Durch das Gegengewicht  $G$  ist der Schieber ausgeglichen und für das Ansetzen und Hochkurbeln handlich gemacht. Die Bohr- und senkrechten Drehvorschübe werden von der Zugspindel  $Z$  und die Quervorschübe von der Leitspindel  $L$  gesteuert. Beide Spindeln liegen geschützt in der Querbahn des Ständers. Der Antrieb dieser oben liegenden Schaltspindeln gestaltet sich naturgemäß etwas umständlich, da er von der unteren Stufenscheibenwelle  $I$  abgeleitet wird (Abb. 372 bis 375). Die Welle  $I$  treibt entweder durch



### Senkrechtcs Dreh- und Bohrwerk

von de Fries & Co., A. G.

Abb. 367 bis 371. Werkzeugschlitten.



Senkrecht Dreh- und Bohrwerk.  
de Fries & Co., A. G., Düsseldorf.

Abb. 376 bis 379. Selbstauslösung des Vorschubes.

$$\frac{r_5 \cdot r_6}{r_8 \cdot r_7} \text{ oder durch } \frac{r_5 \cdot r_8}{r_6 \cdot r_9}$$

das Ziehkeilgetriebe  $r_{10}$  bis  $r_{17}$ . Die Vorgelege werden mit dem Handhebel  $h_2$  geschaltet, der die Kupplung  $k_2$  auf  $r_7$  oder  $r_9$  einrückt. Das Ziehkeilgetriebe läßt sich mit dem Handrade  $h_4$  4 mal schalten, so daß mit  $2 \times 4$  Vorschüben gedreht und gebohrt werden kann. Mit dem Hebel  $h_3$  und der Kupplung  $k_3$  steuert man durch das Kegelerwendergetriebe  $r_{12}$  bis  $r_{14}$  die Vorschubrichtung um. Die senkrechte Steuerwelle  $a$  (Abb. 376 bis 379) treibt durch das Schneckengetriebe  $r_{15}$  die obere

Querwelle  $b$ , von der aus durch  $r_{17}$ ,  $r_{18}$ ,  $r_{20}$  die Leitspindel  $L$  oder durch  $r_{17}$ ,  $r_{18}$ ,  $r_{19}$  die Zugspindel  $Z$  8 Vorschub-Geschwindigkeiten erhält. Die Zugspindel  $Z$  treibt über  $r_{23}$ ,  $r_{24}$  und  $r_{25}$  das Mutterrad  $r_{26}$ , das mit der Spindel  $s_1$  den Schieber  $S_1$  vorschiebt. Interessant ist die Selbstauslösung des Vorschubes beim Bohren und Drehen. Mit dem Handgriff  $h_5$  stellt man zum Einrücken des Vorschubes die Kupplung  $k_4$

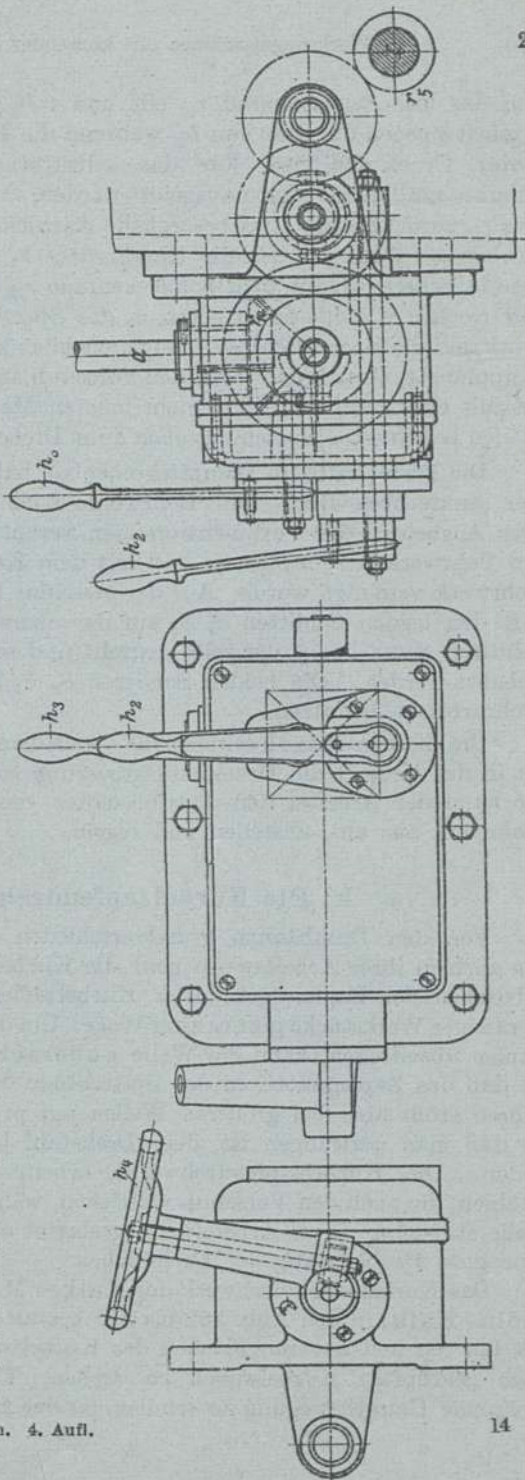


Abb. 373 bis 375. Vorschubrüderkasten. Ansichten.

auf das lose Schneckenrad  $r_{16}$  ein und mit dem Griff  $h_6$  den Sperrbacken  $s$  gegen die Rast von  $h_5$ , während die Federn  $f_1$  und  $f_2$  die Sperre unter Druck halten. Für das selbsttätige Ausrücken des Vorschubes muß diese Sperre ausgelöst werden, damit  $f_1$   $f_2$  die Kupplung  $k_4$  aus  $r_{16}$  zurückziehen. Dies besorgt die Ausrückscheibe  $A$  mit dem Steuernocken  $n$ . Wird nämlich die Handmutter  $h_7$  angezogen (Abb. 377), so ist die Scheibe  $A$  mit dem Schneckenrade  $r_{22}$  gekuppelt und läuft mit. Ihr Nocken  $n$  stößt dabei gegen  $n_1$  des Sperrhebels, der etwas gedreht wird und die Sperre auslöst. Augenblicklich ziehen die Federn  $f_1$   $f_2$  die Kupplung  $k_4$  zurück und lösen den Vorschub aus. Die Ausrückscheibe  $A$  ist mit einem äußeren und einem inneren Maßring versehen zum Einstellen bestimmter Vorschubgrößen fürs Drehen und Bohren.

Die Fortschritte im Dampfturbinenbau haben auf die Ausgestaltung der senkrechten Dreh- und Bohrwerke einen großen Einfluß gehabt. Das Ausbohren der Turbinentrommeln veranlaßte auf dem Querträger ein Bohrwerk anzuordnen, so daß mit dem Karussellwerk ein Zylinderbohrwerk vereinigt wurde. Auf der Maschine in Abb. 380 und 381 kann mit den beiden Schlitten  $S_r$   $S_l$  auf der oberen Seite, mit dem Seitenschlitten  $S_s$  an der Außenseite gedreht und mit dem Bohrwerk  $B$  ausgebohrt werden. Die beiden Schlitten  $S_r$   $S_l$  lassen sich aber auch zu Bohrarbeiten benutzen.

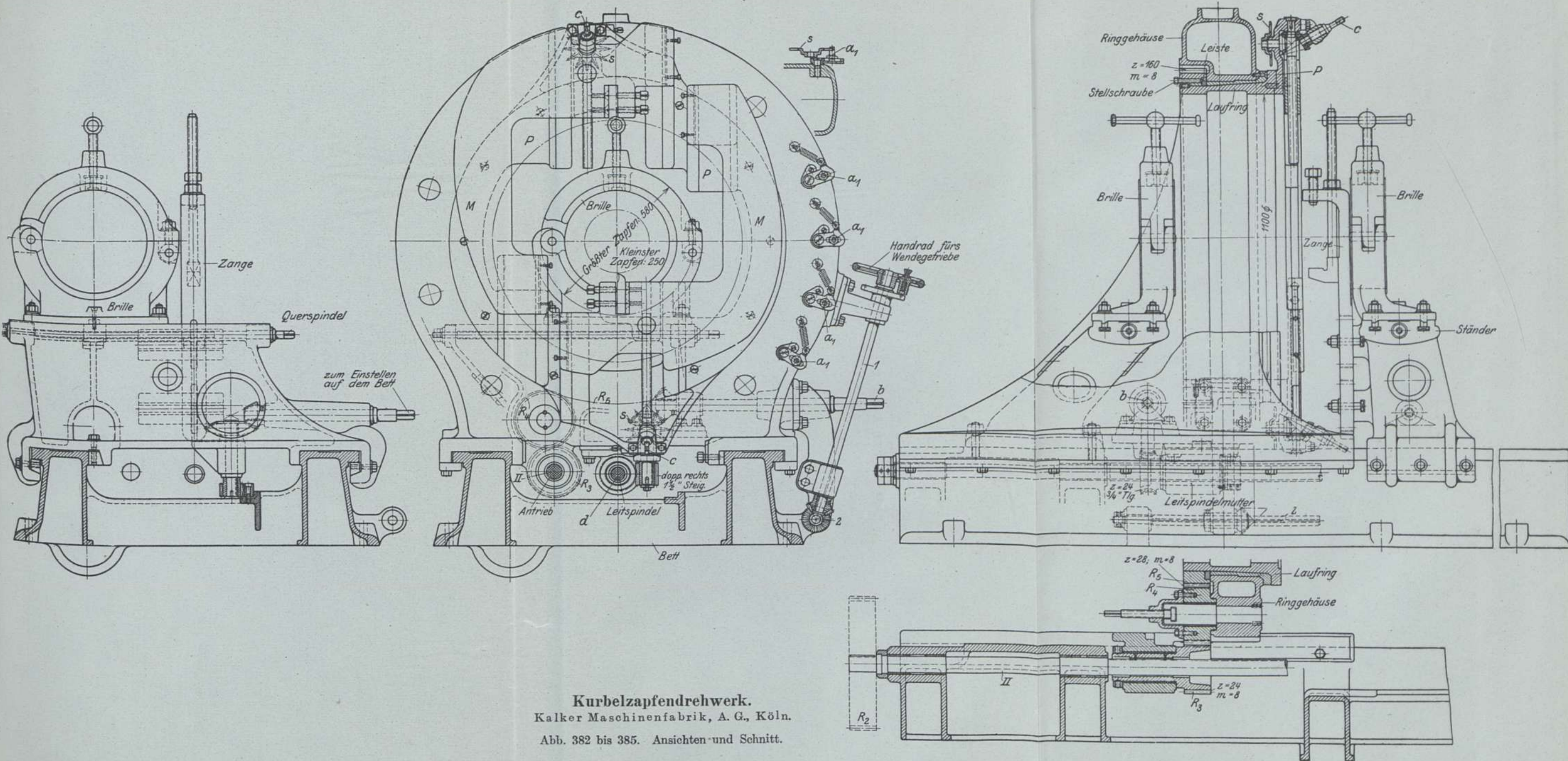
Um diese großen Maschinen für die Bedienung handlich zu machen, ist in der Neuzeit die Druckknopfsteuerung angewandt worden. Durch sie kann der Arbeiter den Antriebsmotor von den Schlitten und dem Bohrwerk aus an-, abstellen und regeln.

### k) Die Kurbelzapfendrehwerke.

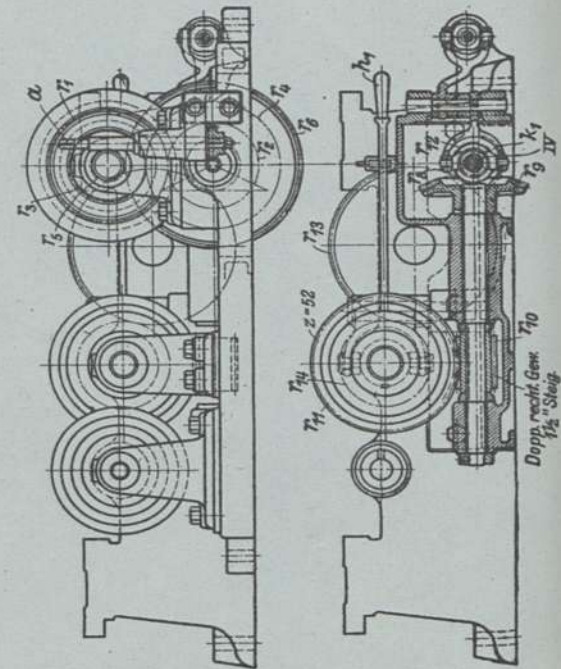
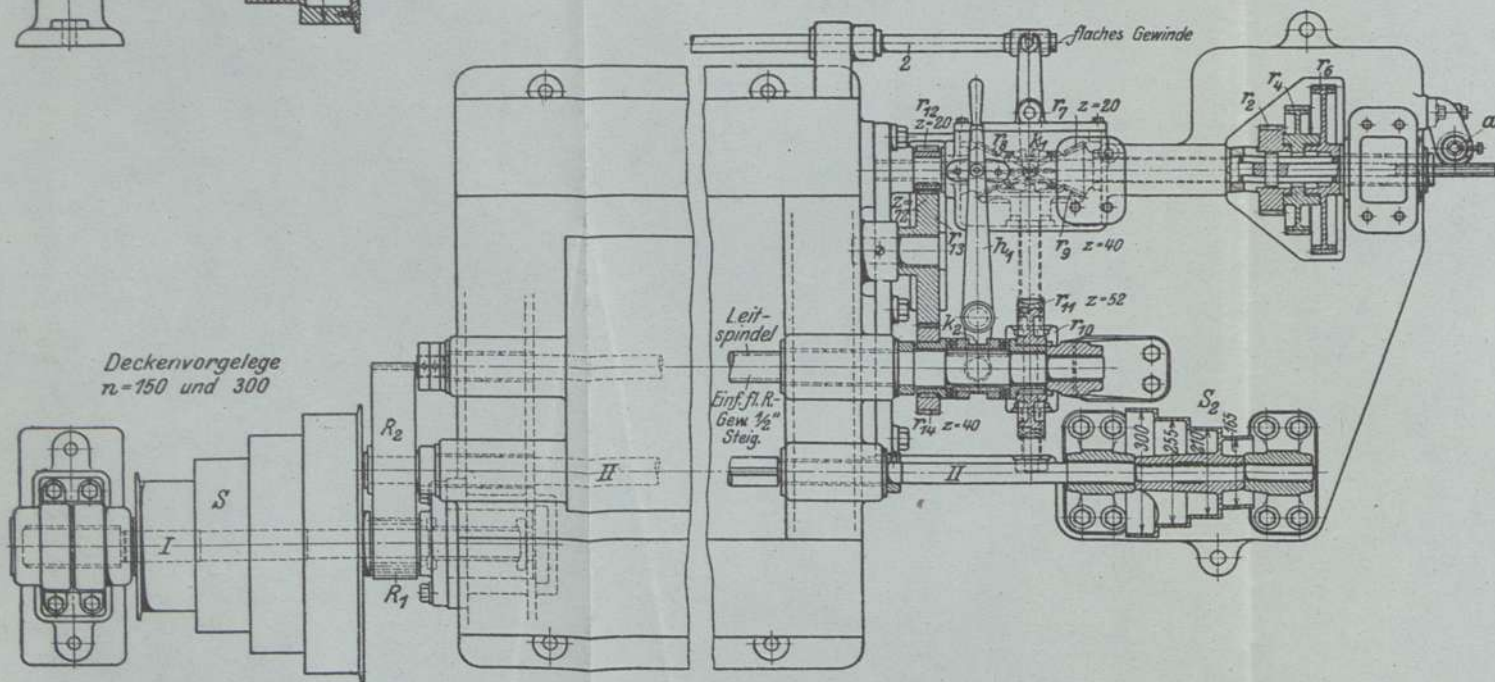
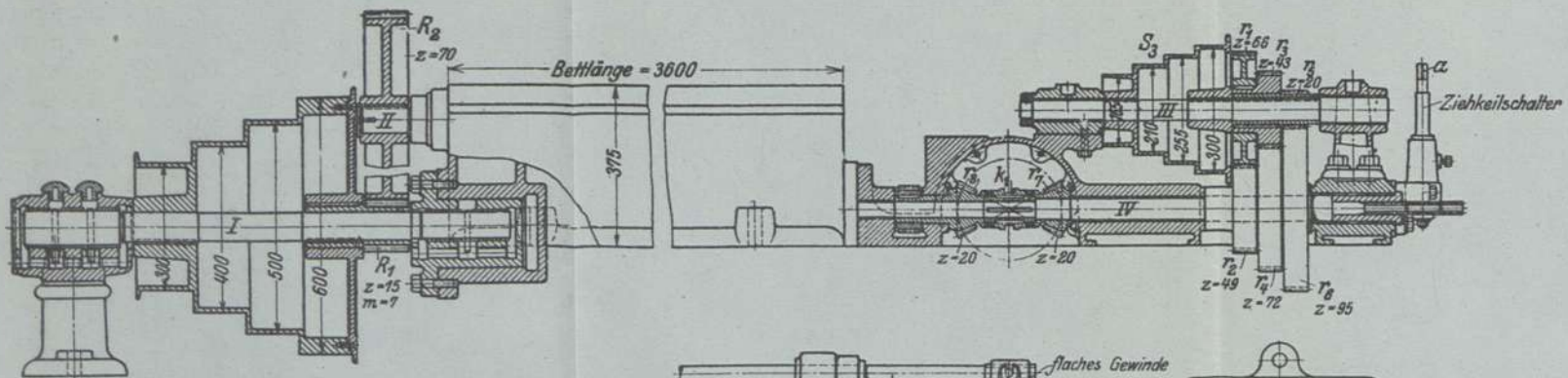
Von den Drehbänken grundverschieden sowohl in ihrer Bauart als auch in ihrer Arbeitsweise sind die Kurbelzapfendrehwerke für das Abdrehen der Zapfen gekröpfter Kurbelwellen. Für die Bearbeitung derartiger Werkstücke gibt es zwei Wege: Um den außerachsigen Kurbelzapfen abzdrehen, kann die Welle außerachsig eingespannt werden, so daß das Zapfenmittel in der Spitzenlinie der Bank liegt. Das Verfahren stößt aber bei größeren Wellen auf praktische Schwierigkeiten, so daß man gezwungen ist, dem Drehstuhl beide Bewegungen zu erteilen. Die Kurbelzapfendrehwerke arbeiten daher mit kreisenden Stählen, die auch den Vorschub vollziehen, während die sperrige Kurbelwelle stillsteht. Diese Arbeitsweise gestattet eine leichte Maschine und eine gute Beobachtung der Drehflächen.

Das Kurbelzapfendrehwerk der Kalker Maschinenfabrik, A.-G., Köln - Kalk, in den Abb. 382 bis 389 gestattet, die Kurbelzapfen und die inneren und äußeren Flächen der Kurbelwangen an ein- und mehrfach gekröpften Kurbelwellen zu drehen. Um den Drehstählen die kreisende Hauptbewegung zu erteilen, ist der frühere Werkzeugschlitten





**Kurbelzapfendrehwerk.**  
 Kalker Maschinenfabrik, A. G., Köln.  
 Abb. 382 bis 385. Ansichten- und Schnitt.



**Kurbelzapfendreherk.**  
Kalker Maschinenfabrik, A. G., Köln.

Abb. 386 bis 389. Antrieb.



als Laufring ausgebildet, der in einem kräftigen Ringgehäuse läuft und auf besonderen Führungen die Meißelschieber  $M$  trägt. Die Genauigkeit der Kurbelzapfen von mindestens 0,02 mm hängt in hohem Maße von der Lagerung und Führung dieses Laufringes ab. Der Stahlgußlaufring läuft daher mit einem großen Kegel in dem Ringgehäuse, in dem er durch Stellschrauben und Leisten nachgestellt werden kann. Der Antrieb des Laufringes geschieht von der vierläufigen Stufenscheibe  $S$  über die Räder  $R_1, R_2, R_3, R_4$  auf den Zahnkranz  $R_5$  (Abb. 385 bis 389). Für den Vorschub in der Längsrichtung des Zapfens ist das Drehwerk auf einem Bett lang geführt und wird von der Leitspindel gesteuert. Der Vorschubantrieb geht von der Hauptwelle  $II$  aus und umfaßt die Stufenscheiben  $S_2, S_3$  und die Räder  $r_1$  bis  $r_{11}$ . Mit den vierläufigen Stufenscheiben  $S_2, S_3$  und dem dreifachen Ziehkeilgetriebe  $\frac{r_1}{r_2}, \frac{r_3}{r_4}, \frac{r_5}{r_6}$  sind  $4 \times 3$  Vorschübe zwischen 0,189 und 4 mm fürs Schruppen und Schlichten verfügbar. Das Kegelräderwendegetriebe  $\frac{r_7}{r_9}, \frac{r_8}{r_9}$  gestattet, das Drehwerk nach beiden Richtungen zu steuern. Zum Schnellverstellen auf dem Bett ist mit dem Handgriff  $h_1$  die Kupplung  $k_2$  auf  $r_{14}$  umzuschalten, so daß die Leitspindel von  $r_{12}, r_{13}, r_{14}$  betrieben wird. Mit einer Ratsche auf  $b$  läßt sich das Feineinstellen an die Arbeitsfläche vornehmen.

Die Werkzeuge sitzen in den langen Meißelschiebern  $M$ , die oben und unten auf der mit dem Laufring verschraubten Platte  $P$  nachstellbar geführt sind. Durch diese Ausführung ist ein ruhiges Arbeiten der kurzen Stähle gesichert. Mit einer Kurbel auf  $c$  werden die Stähle mit der Hand angestellt oder auch selbsttätig mit Sternrad  $s$  und Anschlägen  $a_1$  geschaltet.

Zum Einlegen und Festspannen der Kurbelwelle sitzt rechts und links eine aufklappbare Brille (Abb. 384), die sich längs und quer zum Bett einstellen läßt. Die Querverschiebung ist nach einem Maßstab auf  $\frac{1}{10}$  mm genau vorzunehmen, so daß der Kurbelzapfen sicher in die Mitte des Ringgehäuses kommt. Der rechte Brillenständer trägt eine Zange zum Festspannen des Kurbelschenkels. Die genaue und ruhige Lage des Werkstückes, sowie das ruhige Arbeiten der Werkzeuge ist bei dem Drehwerk voll und ganz gewahrt. Die breiten Laufflächen und langen Führungen erhalten einen geringen Flächendruck, so daß sie sich gut ölen lassen und nur wenig abnutzen.

## 2. Die Bohrmaschinen.

Die Bohrmaschinen sind Arbeitsmaschinen, die, wie schon der Name sagt, in erster Linie für das Bohren eingerichtet sind. Die Drehbank kann zwar auch zum Bohren benutzt werden, jedoch ist sie mehr dem Bearbeiten kreisender Werkstücke angepaßt und daher für ein

rasches Bohren zu unhandlich. Für das Lochbohren liegt die Spindel am besten senkrecht, so daß das Arbeitsstück auf den wagerechten Bohrtisch gelegt und auf ihm festgehalten werden kann.

Wollte man die Drehbank auch für ein handliches Bohren ausbauen, so würde sie nicht nur erheblich teurer, sondern auch in ihrer Bauart viel zu unübersichtlich. Dieser Umstand hat veranlaßt, für das Bohren Sondermaschinen — Bohrmaschinen — zu bauen.

Die Drehbank soll deshalb nur zum Lochbohren dienen, wenn an demselben Werkstück außer den Dreharbeiten noch Bohrarbeiten vorzunehmen sind, so daß ein Umspannen erspart wird. Die Bohrmaschine arbeitet sonst billiger und ist daher im allgemeinen vorzuziehen.

Es ist jedoch nicht zu verkennen, daß die Drehbank für gewöhnlich genauer bohrt. Sie arbeitet bekanntlich mit getrennter Haupt- und Schaltbewegung, während bei der Bohrmaschine das Werkzeug beide Bewegungen zugleich vollzieht. Diese Doppelbewegung fällt aber nur selten so genau aus wie zwei getrennte Einzelbewegungen. Aus dem Grunde verläuft sich auch der Bohrer bei der Bohrmaschine leichter als bei der Drehbank. Diese Erfahrung hat bekanntlich dem Bohr- und Drehwerk ein großes Arbeitsfeld geschaffen, das sich insbesondere auf das genaue Ausbohren der Radnaben usw. erstreckt (Zahlentafel XI, S. 207).

Ist die Bohrmaschine gut durchgebildet, und führt sich der Bohrer in dem Werkstück selbst (Spiralbohrer), so genügt ihre Arbeit bei nicht zu hohen Ansprüchen und bei kleineren und mittleren Bohrtiefen vollkommen.

Bei größeren Bohrtiefen, bei denen die Gefahr des Verlaufs viel größer ist, ist jedoch die Anwendung einer gewöhnlichen Bohrmaschine ausgeschlossen, sobald es sich um eine gewisse Genauigkeit handelt. Für größere Bohrtiefen ist daher die Hauptbewegung von der Schaltbewegung zu trennen. Wie die Erfahrung lehrt, gibt man zweckmäßig dem Werkstück die Hauptbewegung und dem Bohrer den Vorschub. Bei dieser Arbeitsweise wird nämlich die Bohrerspitze, sobald sie sich nur etwas verläuft, durch das kreisende Werkstück wieder in die Drehachse zurückgeführt. (Ausbohren von Gewehrläufen<sup>1</sup>).

Das Arbeitsgebiet der Bohrmaschine umfaßt außer den gewöhnlichen Bohrarbeiten noch das Aufreiben und Versenken von Bohrlöchern und das Gewindeschneiden. Diese Verfahren gewinnen erst recht an Bedeutung bei schweren Werkstücken (Panzerplatten), deren Löcher unter derselben Maschine gebohrt, aufgerieben, versenkt und mit Gewinde versehen werden, so daß das mühsame und zeitraubende Umspannen erspart bleibt.

Nach den Bohrarbeiten lassen sich die Bohrmaschinen in Lochbohrmaschinen und in Ausbohrmaschinen einteilen, ohne hier-

<sup>1</sup>) Zeitschr. für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge 1906, S. 6. v. Roeßler, Das Herstellen tiefer Bohrlöcher.

durch der Anwendung jeder einzelnen Maschine eine feste Grenze zu ziehen. Von beiden dient die Lochbohrmaschine zum Bohren von Löchern aus dem Vollen (Lochbohren). Ihre Werkzeuge sind demnach die Spitzbohrer, Zentrumborher und die Spiralbohrer. Die Ausbohrmaschinen sind für das Ausbohren bereits vorhandener Löcher bestimmt. Ihre Anwendung erstreckt sich daher auf das Ausbohren größerer Gußstücke (Zylinder). Die Werkzeuge dieser Maschinengattung sind die Bohrmesser, die in eine Bohrstange oder in einen Bohrkopf gespannt werden (Abb. 469 u. f.).

Aus der Arbeitsweise der Bohrmaschine ergeben sich als wichtigste Einzelteile:

1. Die Bohrspindel, die zum Einspannen des Bohrers dient. Sie hat also dessen Hauptbewegung und auch dessen Vorschub zu erzeugen.
2. Der Bohrtisch, der das Werkstück aufzunehmen und einzustellen hat.

Die Lage der Bohrspindel gibt der Maschine die kennzeichnende Form einer senkrechten oder einer wagerechten Bohrmaschine.

Sie werden als freistehende Säulen- und Ständerbohrmaschinen oder als Decken- und Wandbohrmaschinen gebaut.

### a) Die senkrechten Bohrmaschinen.

Die senkrechten Bohrmaschinen (Abb. 399 bis 401) haben eine senkrecht gelagerte Bohrspindel, die für das Lochbohren sehr handlich ist; denn der Bohrer kann mit der senkrechten Spindel genau und rasch angestellt werden. Für das Werkstück genügt ein Festhalten oder ein einfaches Festspannen auf dem Bohrtisch, da es ja ständig unter dem Bohrdruck steht. Nur eine Umständlichkeit bringt die senkrechte Spindel mit sich: Der Antrieb erfordert nämlich 2 Riemen (Abb. 399).

#### 1. Die Einzelteile der Senkrechtbohrmaschinen.

##### a) Die Bohrspindel.

Die Aufgabe, die der Bohrspindel zufällt, ist eine doppelte. Sie soll, wie schon erwähnt, dem Bohrer die vorschrittsmäßige Schnittgeschwindigkeit erteilen und auch seinen Vorschub erzeugen.

Die erste Aufgabe ist Sache des Antriebes. Um bei den verschiedenen Lochdurchmessern die volle Schnittgeschwindigkeit möglichst ausnutzen zu können, verlangt der Antrieb der Bohrspindel einen weitgehenden Geschwindigkeitswechsel, der durch eine Stufenscheibe mit ausrückbaren Rädervorgelegen erreicht werden kann. Die Anordnung dieses Antriebes ist bekannt. Es wäre nur noch zu erwähnen, daß für senkrechte Bohrmaschinen Spindelstöcke mit Kupplungen besonders geeignet sind, weil sie jede Höhenlage gestatten und auch ohne Fehler bedient werden können. Immerhin ist dieser Antrieb umständlich. Um

nämlich den Stufenriemen rasch umlegen zu können, muß er in handlicher Höhe liegen. Die Gegenstufenscheibe kann daher nicht mehr im Deckenvorgelege liegen, sondern sie muß im Fußvorgelege der Maschine untergebracht werden. Dadurch wird für den Antrieb der Maschine ein zweiter Riemen erforderlich, der vom Deckenvorgelege zur Fußscheibe geht und zum Ein- und Ausrücken auf eine Fest- und Losscheibe gebracht werden kann (Abb. 399).

Bei den Bohrmaschinen muß bekanntlich mit dem Bohrer die Umlaufzahl gewechselt werden, so daß sich der Stufenräderantrieb wegen seines bequemen und raschen Geschwindigkeitswechsels lohnt (Abb. 408). Bei größeren Maschinen mit mehr als 5 PS. kommt noch die größere Leistungsfähigkeit hinzu.

Die zweite Aufgabe der Bohrspindel ist die Erzeugung des geraden Vorschubes, der entweder durch Schraube und Mutter oder durch Zahnrad und Zahnstange hervorgebracht wird.

Die Schaltschraube gewährt zwar einen gleichmäßigen Vorschub, sie läßt aber für gewöhnlich den Bohrer nicht schnell genug ansetzen und wieder hochziehen. Bohrspindeln mit Schaltschraube werden daher in der heutigen Zeit des Schnellbetriebes nicht mehr ausgeführt, weil die Schaltzahnstange für diese Zwecke viel handlicher ist. Die Zahnstange verlangt aber, da ihr die Selbsthemmung fehlt, die Bohrspindel oder gar den Bohrschlitten durch ein Gegengewicht auszugleichen (Abb. 402).

Eine wichtige Aufgabe ist noch die Führung der Bohrspindel gegen ein Verlaufen des Bohrers. Da die Bohrspindel die Haupt- und Schaltbewegung ausführt, so muß sie zum Unterschiede von der Drehbankspindel in ihren Lagern verschiebbar sein. Durch die Verschiebbarkeit wird aber ihre genaue Führung erschwert und zwar um so mehr, je weiter sich die Spindel aus ihren Lagern herausbewegt. Sie vereinfacht sich allerdings dadurch, daß der Bohrer sich im Werkstück selbst führt.

Die Mittel für eine genaue Spindelführung sind auch hier nachstellbare Lager, die zum Ausrichten der Spindel dienen. Doch wird mit Rücksicht darauf, daß sich Spiralbohrer im Werkstück selbst führen, bei den Lochbohrmaschinen auf die hochgradige Führung der Spindel verzichtet und nur bei den Ausbohrmaschinen davon Gebrauch gemacht.

Die wesentlichste Forderung, welche die Neuzeit an eine Bohrspindel stellt, ist die rasche und handliche Bedienung. Diese Bedingung hat zur allgemeinen Einführung der Zahnstangenschaltung geführt. Sie hat den Vorzug, den Bohrer schneller ansetzen und zurückziehen zu können. Für den Größenwechsel des Vorschubes ist sie auch besser geeignet, da sich die geringste Änderung in den Umdrehungen des Zahnstangengetriebes im Vorschube viel stärker bemerkbar macht.

Für die Anordnung der Zahnstange gibt es 3 Möglichkeiten: Um die Schaltzahnstange gleich mit dem Schalthebel fassen zu können, muß

sie in greifbarer Höhe sitzen, also an der Spindel unmittelbar über dem Spindelkopf oder auch in gleicher Höhe an dem Maschinengestell. Die dritte Anordnung ist, die Zahnstange als Hülse auf das Schwanzende der Bohrspindel zu stecken.

Die erste Anordnung ist bei der deutsch-amerikanischen Bohrspindel (Abb. 390) getroffen. Wegen der kreisenden Hauptbewegung ist die Zahnstange mit einer Hülse verschraubt, in der sich die Bohrspindel frei drehen kann. Durch sie wird die Spindel noch gegen Verbiegungen geschützt. Der nach oben wirkende Bohrdruck wird durch das untere Kugellager aufgenommen, der abwärts gerichtete durch die oberen Druckringe. Die Zahnstangenhülse dient hier zugleich als Spindelführung (Abb. 415) und ist daher in dem langen Lager des Bohrschlittens sauber geführt. Kleinere Unebenheiten lassen sich dabei mit der Mantelklemmung (Abb. 416) des Lagers ausgleichen. Diese Führung ist vollkommen ausreichend, da der Schaltdruck nahezu in der Mittelachse wirkt und der Bohrer sich selbst führt.

Die zweite Anordnung verlangt, daß die Bohrspindel mit dem Bohrschlitten geschaltet wird. Sie ist nicht zweckmäßig, da der Bohrschlitten zu unhandlich bleibt. Der Bohrschlitten wird heute nur benutzt, um ihn auf die Höhe des Werkstückes einzustellen, damit die Spindel gut geführt ist. Da der Bohrschlitten den Bohrdruck aufzufangen hat, so muß er auf der Führung des Ständers festgeklemmt werden. Zum Verstellen dienen meist Zahnrad und Zahnstange (Abb. 395).

Die dritte Anwendung zeigt Abb. 391. Die Zahnstangenhülse ist hier auf das schwächere Schwanzende der Bohrspindel gesteckt und durch einen Gewindezapfen und Ringmuttern gehalten. Der Bohrdruck wird durch den Druckzapfen aufgenommen, der in einer aufgeschraubten Glocke sitzt, und der Spindelzug durch die Druckringe  $d_1$  und  $d_2$ . Von ihnen sitzt  $d_1$  fest an der Zahnstange, während  $d_2$  mit der Bohrspindel verbunden ist. Durch das Drucklager ist daher die Schulter  $S$  der Bohrspindel vollständig entlastet. Neuere Bohrspindeln dieser Bauart haben im Drucklager und an der Schulter  $S$  Kugellager. Bei senkrechten Bohrmaschinen wird die letzte Bohrspindel seltener angewendet und die

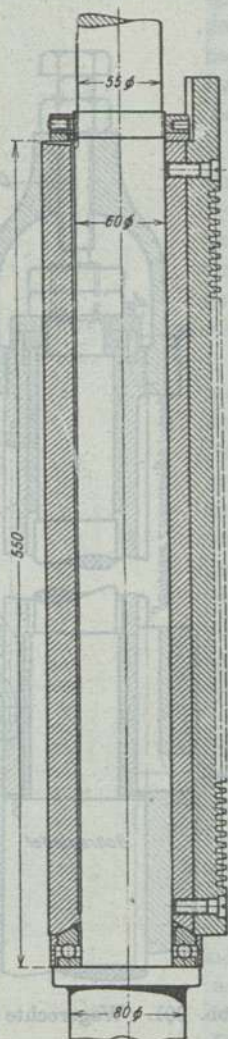


Abb. 390. Bohrspindel.

Bauart in Abb. 390 allgemein bevorzugt, da sich die Steuerung besser auf dem Bohrschlitten unterbringen läßt.

Der Antrieb der senkrechten Bohrspindel erfolgt von der oberen Hauptwelle durch zwei Kegelräder  $r_3$ ,  $R_3$  (Abb. 402), von denen  $R_3$  durch Feder und Nut mit der auf- und absteigenden Bohrspindel verbunden und durch einen Stellingring oder Bund im Lager gehalten ist. Bei manchen Maschinen wird auch ein Winkelriemen benutzt (Abb. 417). Der oben liegende Antrieb hat allerdings den Nachteil, daß die lange Spindel stark auf Verdrehung beansprucht ist.

Eine besondere Bedingung stellt noch das Gewindeschneiden. Hierbei muß nämlich beim Zurückziehen des Gewindebohrers die Bohrspindel umgesteuert werden. Die Aufgabe ist in Abb. 399 durch das Kegelräderebenegetriebe gelöst, das mit dem Hebel  $h$  umgeschaltet wird.

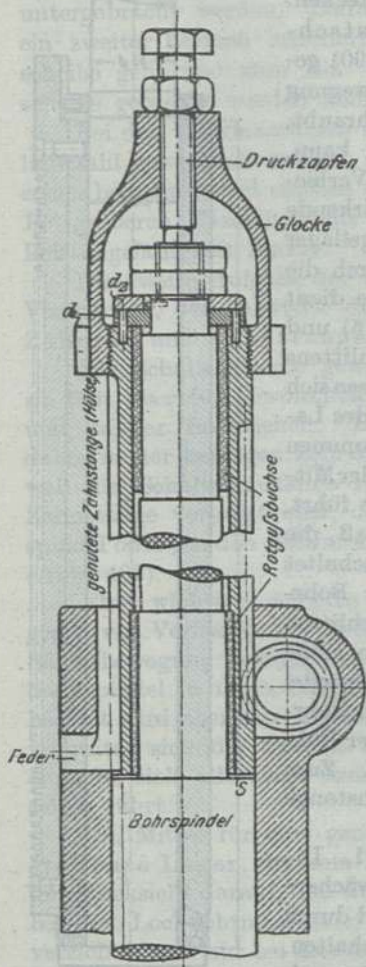


Abb. 391. Wagerechte Bohrspindel.

#### β) Die Steuerung der Bohrmaschine.

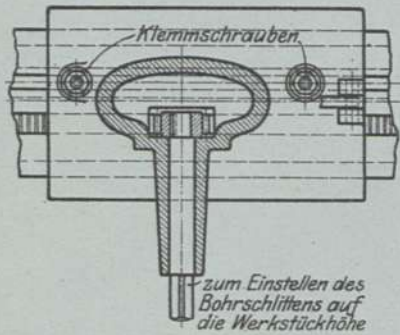
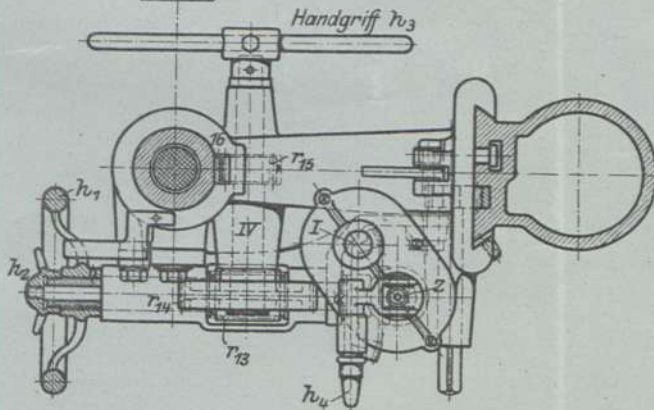
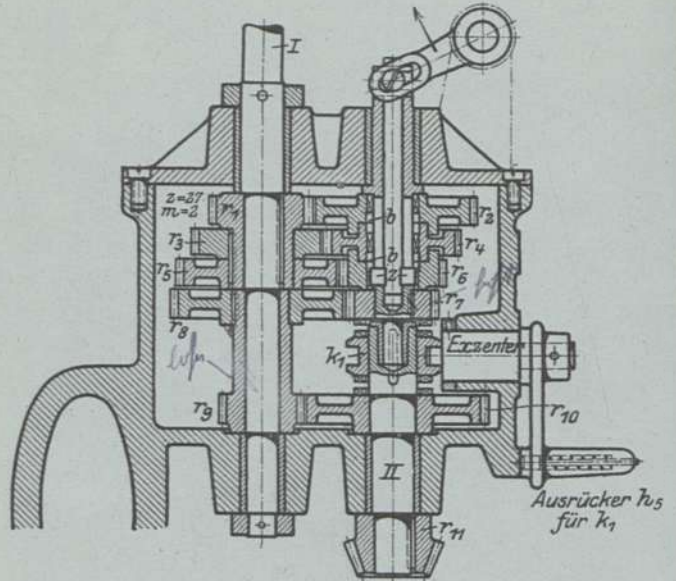
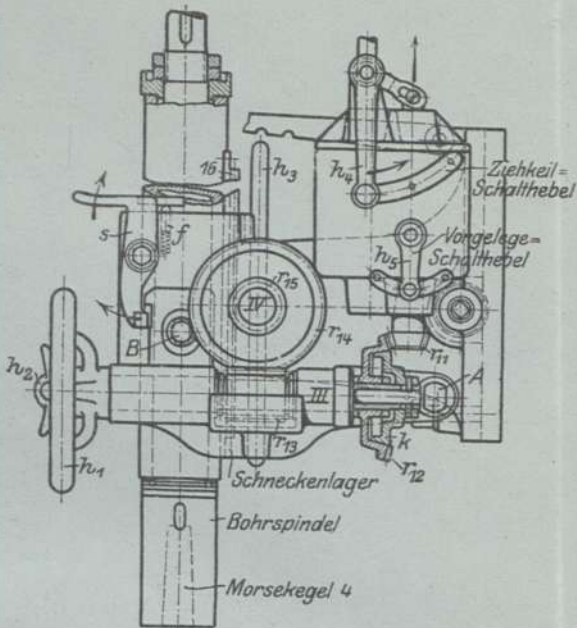
Das Grundgesetz für die Steuerung ist, die Maschine in jeder Hinsicht voll ausnutzen zu können. Danach muß die Bohrmaschine für ein selbsttätiges Bohren den Vorschub selbst erzeugen können. Ihre Steuerung verlangt hierzu als Selbststeuerung Selbstgang von der Maschine. Um auch mit der Hand bohren zu können, muß die Maschine mit einer Handsteuerung bedient werden. Die Handsteuerung hat aber nicht nur den Vorschub beim Bohren mit der Hand zu vermitteln, sondern auch den Bohrer schnell hochzuziehen und wieder schnell anzusetzen. Diese drei Bedingungen sind in der Steuerung erfüllt, sobald die Selbst- und Handsteuerung einzeln benutzt werden können.

Ein weiterer Punkt, der bekanntlich bei jeder Steuerung zu beachten ist, ist der Größenwechsel des Vorschubes. Mit ihm ist die Möglichkeit geboten, den Vorschub dem Werkstück und dem Bohrer

# Bohrschlitten mit selbsttätiger Steuerung.

Rich. Hartmann, Chemnitz.

Abb. 392 bis 395. Ansicht und Schnitte.



anzupassen und so stets die volle Leistung der Maschine auszunutzen. Der Arbeiter benutzt hierzu vielfach die Handsteuerung, um den Vorschub nach Gefühl zu regeln. Dieser Weg kommt aber nur in Frage, wenn er nur eine Maschine bedient, andernfalls hat die Selbststeuerung diesem Punkte Rechnung zu tragen. Die Mittel für den Größenwechsel des Vorschubes sind, wie bereits früher besprochen, Stufenscheiben, Reibscheiben oder Wechselräder, die den Antrieb der Steuerung bewirken.

Eine Vervollkommnung bietet auch hier die Selbstauslösung des Vorschubes für gleiche Bohrtiefen. Sie wird heute von jeder selbsttätigen Bohrmaschine verlangt, zumal, wenn es sich um Maschinen für Massenarbeiten handelt. Die Selbstauslösung des Vorschubes wird auch hier wieder durch Anschläge erreicht, die sich auf die vorgeschriebene Bohrtiefe einstellen lassen und an der Arbeitsgrenze ein Getriebe der Steuerung ausrücken.

Eine besondere Berücksichtigung erfordert noch der Umstand, daß die Schneiden des Bohrers bei der Arbeit nicht beobachtet werden können. Tritt bei zu harten Stellen des Werkstückes ein Bohrerbruch ein, so wird die zwangläufige Steuerung überlastet. Als Sicherung gegen Zahnbrüche ist daher irgend ein nachgiebiges Antriebsmittel, z. B. eine Reibkupplung, in die Steuerung einzubauen. Der Vorschub setzt dann aus, sobald der Bohrdruck eine ungewöhnliche Größe erreicht. Seit der Aufnahme des Schnellstahlbohrers haben jedoch manche Firmen die letzte Bedingung fallen lassen. Es mag dies einmal mit Rücksicht auf die größere Bruchsicherheit dieser Bohrer geschehen sein, zum andern versagt auch das nachgiebige Antriebsmittel, wenn es sich um eine große Leistungsfähigkeit der Maschine handelt.

Bei der Bohrmaschine der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. Richard Hartmann, A.-G. in Chemnitz, wird der Selbstgang der Steuerung von der Bohrspindel durch Räder abgeleitet, die die Steuerwelle  $I$  treiben (Abb. 392 bis 395). Die Welle  $I$  wirkt über das Ziehkeilgetriebe  $r_1$  bis  $r_{10}$  und die Kegelräder  $r_{11}$ ,  $r_{12}$  auf das Schneckengetriebe  $r_{13}$ ,  $r_{14}$ . Auf der Schneckenradwelle  $IV$  sitzt der Trieb  $r_{15}$ , der mit der Zahnstange 16 der Bohrspindel kämmt.

Soll bei den Bohrmaschinen mit Selbststeuerung der Bohrer auch mit dem Handrade  $h_1$  gesteuert und mit dem Handgriff  $h_3$  schnell angesetzt oder hochgeschlagen werden, so müssen die 3 Steuerungen wie bei der Schloßplatte der Drehbank einzeln einzuschalten sein. Die Selbststeuerung wird hier durch das Kuppelrad  $r_{12}$  eingeschaltet. Mit der Unterschiedsgewindemutter  $h_2$  läßt sich wie in Abb. 168 die Reibungskupplung  $k$  schließen und das Kuppelrad  $r_{12}$  auf der Schneckenwelle  $III$  kuppeln.

Zum Steuern mit dem Handrade  $h_1$  ist die Kupplung  $k$  auszuschalten, so daß  $r_{12}$  lose auf  $III$  läuft. Soll der Bohrer mit dem Handgriff  $h_3$  hoch-



geschlagen oder angesetzt werden, so ist das Schneckengetriebe  $\frac{r_{13}}{r_{14}}$  außer Eingriff zu bringen. Diese Aufgabe ist durch eine Fallschnecke gelöst. Wird nämlich die Sperrklinke  $s$  ausgerückt, so fällt das an dem Bolzen  $A$  aufgehängte Schneckenlager gegen die Fangschraube  $B$  und rückt so die Schnecke  $r_{13}$  aus.

Für den Vorschubwechsel des Bohrers ist zwischen der Steuerwelle  $I$  und der Kegelradwelle  $II$  ein dreifaches Ziehkeilgetriebe mit 2 ausrückbaren Vorgelegen vorgesehen. Der Vorschubwechsel erstreckt sich also auf  $3 \times 2$  Vorschübe.

Der Ziehkeil  $z$  läßt sich mit  $h_4$  auf  $r_2$ ,  $r_4$  oder  $r_6$  schalten. Für den kupplungsfreien Übergang sind die beiden Ausbohrungen  $b$  bestimmt, in denen der Keil  $z$  nicht kuppelt. Wird nun mit  $h_5$  die Kupplung  $k_1$  auf  $r_7$  eingeschaltet, so gelangen die 3 größten Vorschübe gleich auf  $II$ . Schaltet man hingegen  $k_1$  auf  $r_{10}$  um, so bringen die Vorgelege  $\frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}}$  3 kleinere Vorschübe hervor.

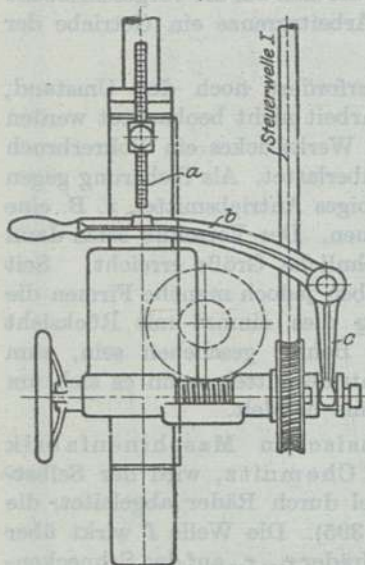


Abb. 396. Selbstausslösung des Bohrvorschubes.

Als Sicherheit gegen Überlastung des Bohrers und der Räder ist die Reibkupplung  $k$  anzusehen, die nachgibt, sobald bei harten Stellen des Werkstückes der Bohrdruck eine ungewöhnliche Größe erreicht. Durch die Fallschnecke  $r_{13}$  und einen verstellbaren Anschlag der Bohrspindel ist auch eine Selbstausslösung des Vorschubes für gleiche Bohrtiefen vorgesehen, die im nächsten Abschnitt näher besprochen ist. Der Bohrschlitten läßt sich auf das Werkstück einstellen und an dem Ständer festklemmen. Durch diese Verschiebbarkeit ist die Möglichkeit geboten, mehr als die doppelte Lochtiefe des feststehenden Bohrschlittens zu bohren, weil der verschiebbare nach einer gewissen Bohrtiefe nachgestellt werden kann. Zur größeren Handlichkeit sind sowohl Bohrspindel als auch Bohrschlitten durch ein Gegengewicht ausgeglichen.

### γ) Die Selbstausslösung des Vorschubes.

Die Selbstausslösung des Vorschubes ist bekanntlich das dankbarste Mittel, eine Maschine, sowie die Arbeitskräfte eines Betriebes bei Massenarbeiten wirtschaftlich auszunutzen und zugleich die erforderlichen

gleichen Bohrtiefen zu sichern. Sie erfolgt, wie schon mehrfach erwähnt, durch verstellbare Anschläge, die an Hand eines Maßstabes auf die vorgeschriebene Bohrtiefe eingestellt werden. Sie sitzen an der Bohrspindel, die beim Niedergehen ein Getriebe in der Steuerung ausrückt. Die Mittel für die Selbstausslösung des Vorschubes sind wieder Kuppelräder oder Fallschnecken.

Die Selbstausrückung des Vorschubes mit einem Kuppelrade ist in Abb. 396 durchgeführt. Das Schneckenrad der Steuerung wird hier entkuppelt, sobald der einstellbare Anschlag *a* den Winkelhebel *b* herum-

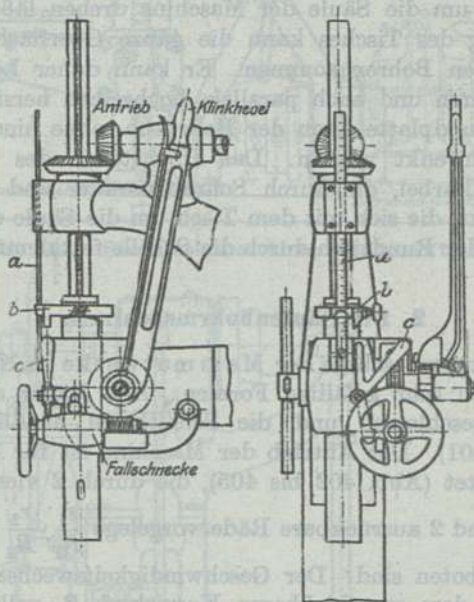


Abb. 397 und 398. Selbstausrücker mit Tiefenanzeiger.  
A. H. Schütte, Cöln-Deutz.

legt, dessen Schenkel *c* die Zahnkupplung zurückzieht. Mit dem Maßstab *a* kann die Bohrtiefe eingestellt werden.

Bei der Säulenbohrmaschine der Sächsischen Maschinenfabrik ist die Fallschnecke angewandt. Eine Stellschraube, die mit einem Ring auf der Zahnstangenhülse festgeklemmt wird, rückt beim Bohren die Sperrklinke *s* aus (Abb. 392). Infolgedessen fällt das Schneckenlager gegen die Fangschraube *B* und bringt so die Schnecke außer Eingriff. Gegen unbeabsichtigtes Ausrücken ist der Federriegel *f* vorgesehen.

Mit der selbsttätigen Auslösung des Bohrvorschubes läßt sich sehr hübsch ein Tiefenanzeiger verbinden. In Abb. 397 und 398 ist der Maßstab *a* an dem Spindellagerkopf befestigt und auf der Zahnstangenhülse

der verstellbare Anschlag  $b$  festgeklemmt, der die Fallschnecke  $c$  auslöst, sobald er beim Bohren auf Null zeigt. Soll demnach ein 30 mm tiefes Loch gebohrt werden, so ist der Anschlag  $b$  auf 30 mm einzustellen.

#### d) Der Bohrtisch.

Der Bohrtisch hat die Aufgabe, das Werkstück aufzunehmen. Für ihn ist Bedingung, daß jede Stelle des Werkstückes ohne Umspannen unter den Bohrer gebracht werden kann. Eine praktische Lösung dieser Aufgabe besteht in einem Rundtisch, der sich sowohl um seine eigene Achse als auch um die Säule der Maschine drehen läßt. Durch diese Doppelbewegung des Tisches kann die ganze Oberfläche des Arbeitsstückes unter den Bohrer kommen. Er kann daher Löcher auf allen Lochkreisen bohren und auch parallele Lochreihen herstellen. Bei Benutzung der Grundplatte kann der Bohrtisch, ohne hinderlich zu sein, seitlich ausgeschwenkt werden. Das Hochstellen des Tisches erfolgt mit einer Handkurbel, die durch Schraubenräder und Ritzel auf die Zahnstange wirkt, die sich mit dem Tisch um die Säule dreht. In jeder Lage läßt sich der Rundtisch durch die Schelle festklemmen (Abb. 399).

## 2. Die Säulenbohrmaschinen.

Die Säulenbohrmaschine der Mammutwerke in Nürnberg zeigt in ihrem Aufbau sehr gefällige Formen. Alle Räder sind in Kästen staubdicht eingeschlossen und die Schalthebel handlich angeordnet (Abb. 399 bis 401). Der Antrieb der Maschine ist für 8 Geschwindigkeiten eingerichtet (Abb. 402 bis 405), die durch 2 vierläufige Stufenscheiben  $S_1, S_2$  und 2 ausrückbare Rädervorgelege  $\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2}$  in dem oberen Räderkasten geboten sind. Der Geschwindigkeitswechsel wird bei den Vorgelegen mit dem verschiebbaren Kuppelrad  $R_2$  vollzogen, das mit dem Hebel  $h_1$  eingestellt wird. Für den Betrieb der Maschine ohne Vorgelege ist  $R_2$  auf  $r_1$  einzukuppeln, und für die Benutzung der Vorgelege ist  $R_2$  mit seinem Zahnkranz in  $r_2$  einzurücken. Die Hauptwelle läuft in 3 Ringschmierlagern und die Stufenscheibe auf Rotgußbüchsen.

Der Vorschub wird hier von der Hauptwelle entnommen. Die Schraubenräder  $a, b$  treiben die Steuerwelle  $I$ , die über das Ziehkeilgetriebe  $r_1$  bis  $r_8$  und die Kegeltriebe  $r_9, r_{10}$  auf das Schneckengetriebe  $r_{11}, r_{12}$  wirkt. Auf der Schneckenradwelle sitzt der Trieb  $r_{13}$ , der durch die Zahnstange  $Z$  der Bohrspindel die 4 Vorschübe erteilt. Der Vorschubwechsel wird durch die 4 Schaltungen des Ziehkeiles erreicht, der mit dem oberen Knopf eingestellt wird.

Zum Hochschlagen des Bohrers mit dem Handkreuz  $H_2$  ist die Fallschnecke  $r_{11}$  durch einen Druck auf den Winkel  $w$  auszurücken.

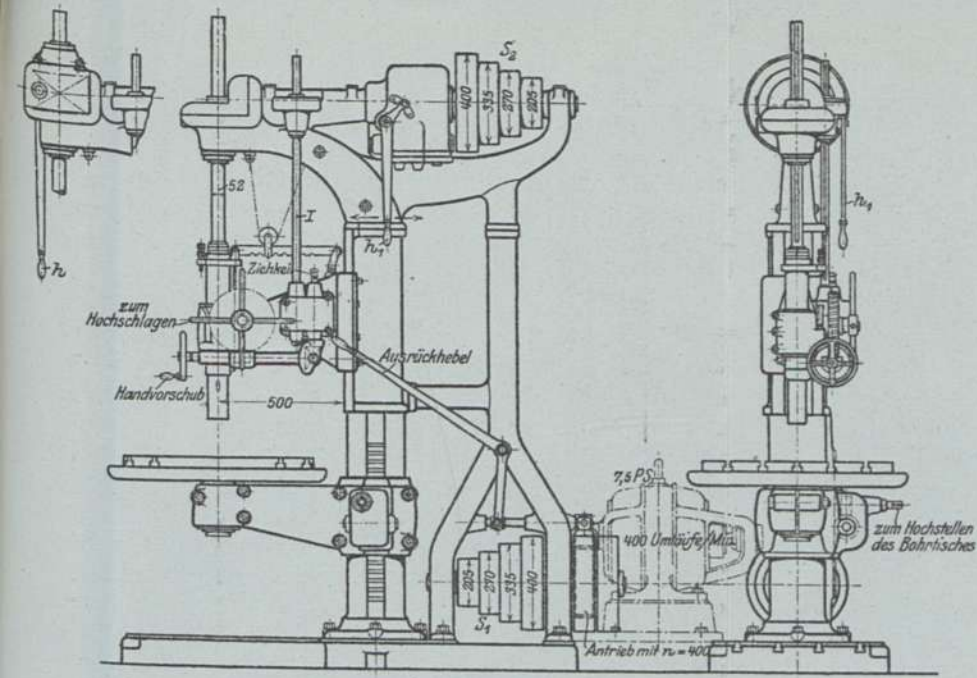


Abb. 399 bis 401. Säulenbohrmaschine. Mammutwerke, Nürnberg.

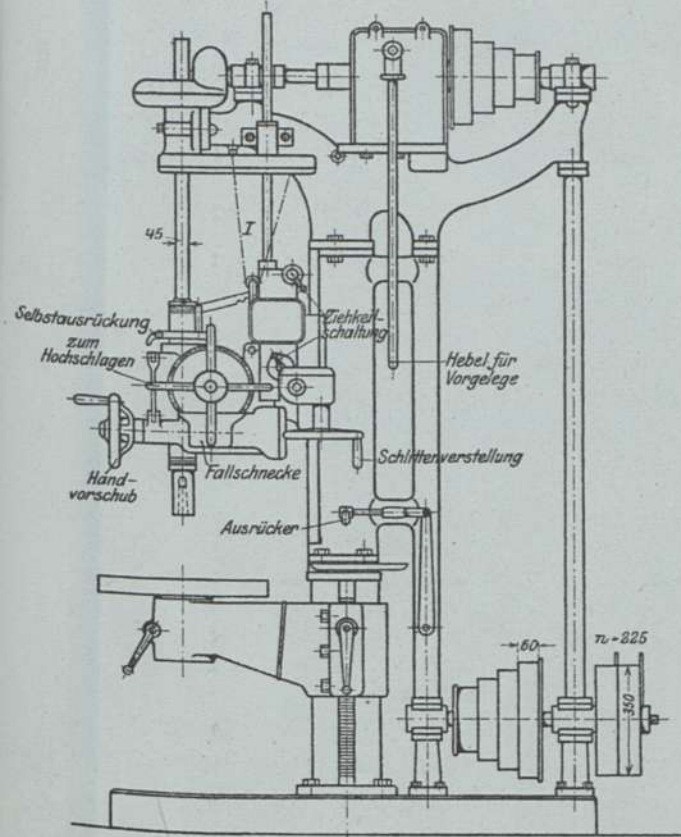


Abb. 406. Säulenbohrmaschine. Dresdener Bohrmaschinenfabrik, Dresden.

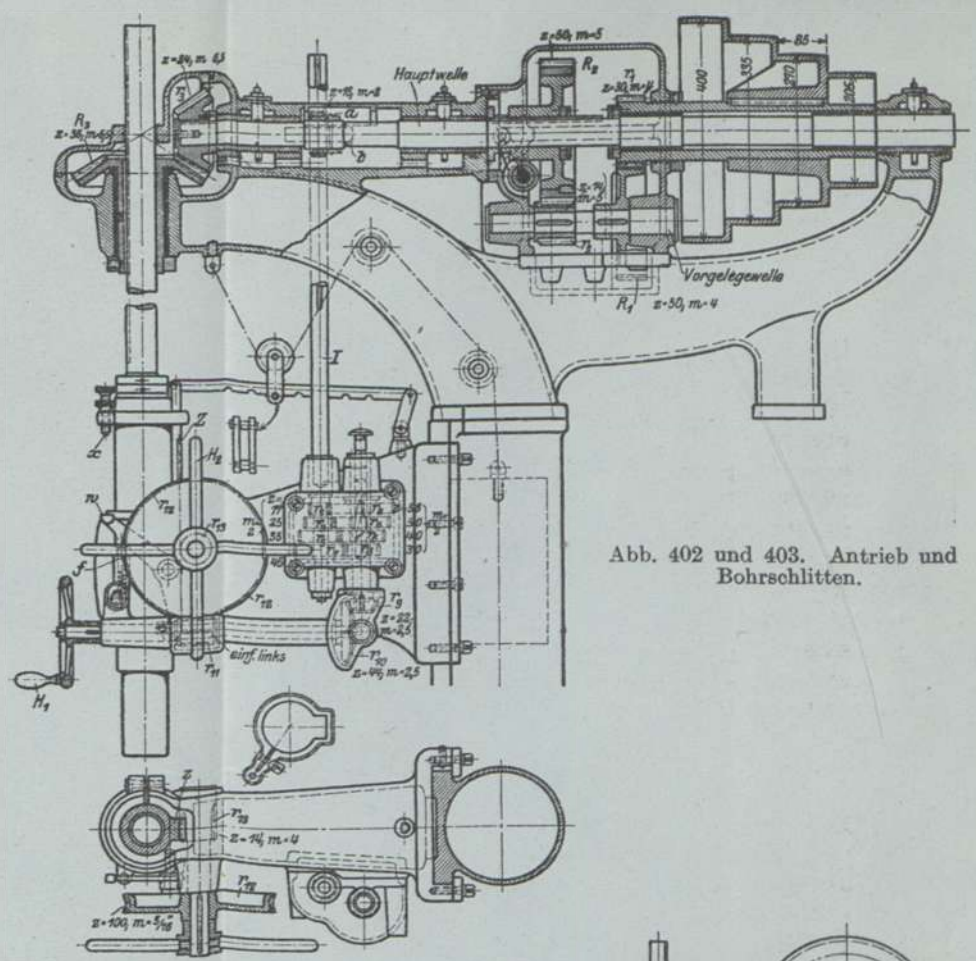


Abb. 402 und 403. Antrieb und Bohrschlitten.

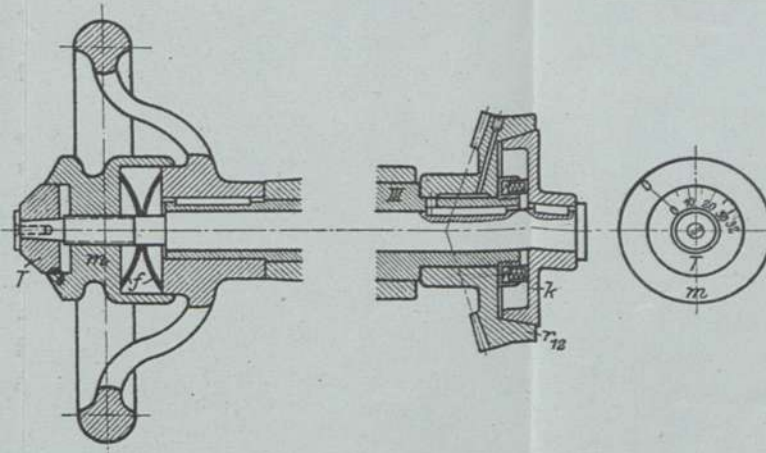


Abb. 407. Sicherheitskupplung.

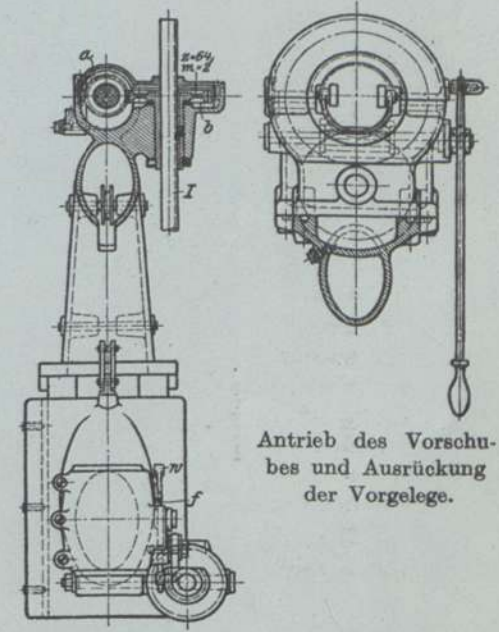


Abb. 404 und 405.

Antrieb des Vorschubes und Ausrückung der Vorgelege.

Sie wird beim Bohren gleicher Tiefen durch den Anschlag  $\alpha$  ausgelöst. Für das Bohren größerer Löcher mit der Hand ist das Handrad  $H_1$  einzukuppeln, kleinere Löcher können auch mit dem Handkreuz  $H_2$  gebohrt werden. Das Steuern mit dem Handrade  $H_1$  verlangt, den Selbstgang mit dem Ziehkeil auszuschalten. Der Bohrschlitten ist auch hier für außergewöhnliche Bohrtiefen auf den Führungen der Säule verstellbar.

Prüft man diese Maschine nach den früher aufgestellten Bedingungen, so sind alle erfüllt. Der Vorschub ist vollkommen zwangsläufig mit Rücksicht auf die Kennzeichnung der Maschine als Schnellbohrmaschine von hoher Leistung.

Ähnliche Einrichtungen hat auch die Bohrmaschine der Dresdener Bohrmaschinenfabrik in Abb. 406 aufzuweisen. Die Bohrspindel erhält 8 Geschwindigkeiten durch die vierläufigen Stufenscheiben und die beiden Rädervorgelege im Kasten. Der Vorschub erfolgt zwangsläufig und wird von der Bohrspindel über ein doppeltes Ziehkeilgetriebe mit 6 Schaltungen auf die Bohrspindel übertragen. Für gleiche Bohrtiefen wird auch hier die Fallschnecke durch den Anschlag der Bohrspindel ausgelöst.

Besonderes Interesse verdient die Sicherung gegen Bohrerbrüche (Abb. 407). Das Antriebskegelrad  $r_{12}$  der Schneckenwelle wird nämlich durch eine Reibkupplung  $k$  gekuppelt, die nach einer Teilscheibe  $T$  entsprechend der Festigkeit des Bohrers eingerückt wird. Hierzu dient die Griffmutter  $m$ , die nach Teilstrichen auf  $T$  angezogen wird und so durch die Blattfedern  $f$  die Durchzugskraft der Kupplung regelt. Wird der Nullstrich der Griffmutter  $m$  z. B. auf 20 der Teilscheibe  $T$  eingestellt, so ist damit die Kupplung für den 20 mm-Bohrer angezogen. Der Vorschub wird dabei aussetzen, sobald der Bohrdruck bei harten Stellen zu groß wird.

Das Einregeln der Reibkupplung soll wie folgt geschehen: Steht die Mutter  $m$  auf Null so soll das Kegelrad die Schneckenwelle  $III$  noch gerade mitnehmen. Die geringste Hemmung des Handrades soll jedoch den Selbstgang zum Stillstand bringen. Stimmen die Nullstriche in dieser Weise nicht mehr überein, so löst man die Schraube und drückt die Teilscheibe  $T$  ab. Während des Ganges wird jetzt die Griffmutter  $m$  so weit angezogen, bis das Handrad mitläuft und sich mit der Hand leicht anhalten läßt. Die Maschine wird wieder stillgesetzt und die Nullmarke der Teilscheibe  $T$  auf die der Griffmutter eingestellt und jetzt die Schraube fest angezogen.

Die nächste Entwicklungsstufe würde ein Stufenrädergetriebe für die Hauptbewegung sein. Bei Bohrmaschinen wird nämlich die Schnittgeschwindigkeit häufiger gewechselt, so daß der Stufenräderantrieb mit seinem raschen Geschwindigkeitswechsel große Zeitersparnisse erzielen läßt.

Diesem Grundsatz folgend, hat die Bohrmaschine von Ludwig Loewe & Co., Berlin (Abb. 408), Einscheibenantrieb mit einem Stufenrädernetz für 9 Schaltungen und auf der Hauptwelle IV 2 ausrückbare Vorgelege, so daß die Maschine über  $2 \times 9$  Spindelgeschwindigkeiten verfügt (Abb. 409 bis 411).

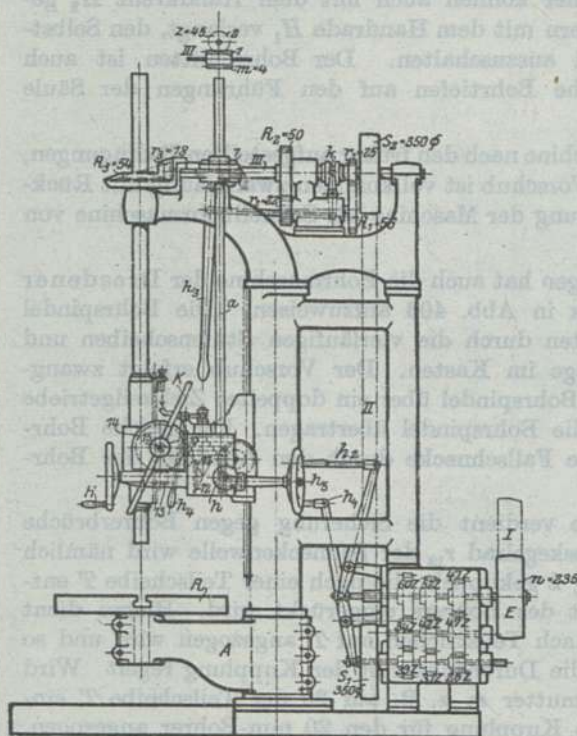


Abb. 408. Säulenbohrmaschine.  
Ludw. Loewe & Co., Berlin.

Das Stufenrädernetz (Abb. 412 bis 414) hat auf 3 Wellen 9 Räder in 3 Reihen angeordnet, von denen die 3 oberen und die 3 unteren Räder durch je eine Reibkupplung zu kuppeln sind. Mit den Stellhebeln  $h_1$  und  $h_2$  lassen sich nämlich in den hohlen Wellen I und III die Nockenstangen  $s_1$  und  $s_2$  verschieben, die mit ihren Nocken Druckstäbe hoch drücken und dadurch die entsprechende Reibkupplung schließen.

Schaltplan zu Abb. 412.

Lfd. Nr.	Schaltungen	Kuppelräder	Lfd. Nr.	Schaltungen	Kuppelräder
1.	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_2}{r_3} = \frac{r_1}{r_3}$	$r_1, r_3$	6.	$\frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_5}{r_9} = \frac{r_4}{r_9}$	$r_4, r_9$
2.	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_6} = \frac{r_1}{r_6}$	$r_1, r_6$	7.	$\frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_8}{r_9} = \frac{r_7}{r_9}$	$r_7, r_9$
3.	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_8}{r_9} = \frac{r_1}{r_9}$	$r_1, r_9$	8.	$\frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_2}{r_3} = \frac{r_7 r_2}{r_8 r_3}$	$r_7, r_3$
4.	$\frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_5}{r_6} = \frac{r_4}{r_6}$	$r_4, r_6$	9.	$\frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_5}{r_6} = \frac{r_7 r_5}{r_8 r_6}$	$r_7, r_6$
5.	$\frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_3}{r_8} = \frac{r_4 r_3}{r_5 r_8}$	$r_4, r_3$			

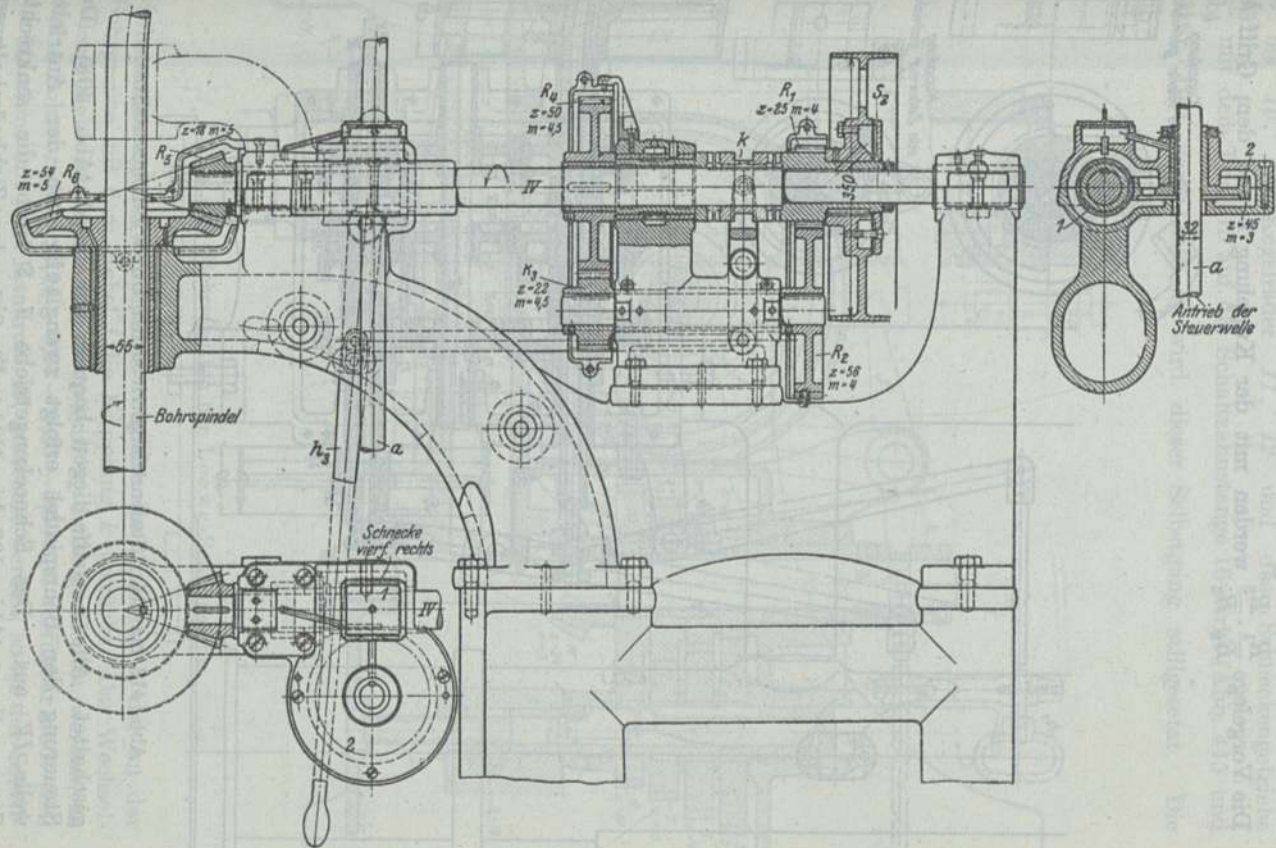


Abb. 409 bis 411. Antrieb der Bohrspindel in Abb. 408.

Diese 9 Schaltungen lassen sich mit den Griffen  $h_1, h_2$  vornehmen. Die Vorgelege  $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$  werden mit der Kupplung  $k$  und dem Griff  $h_3$

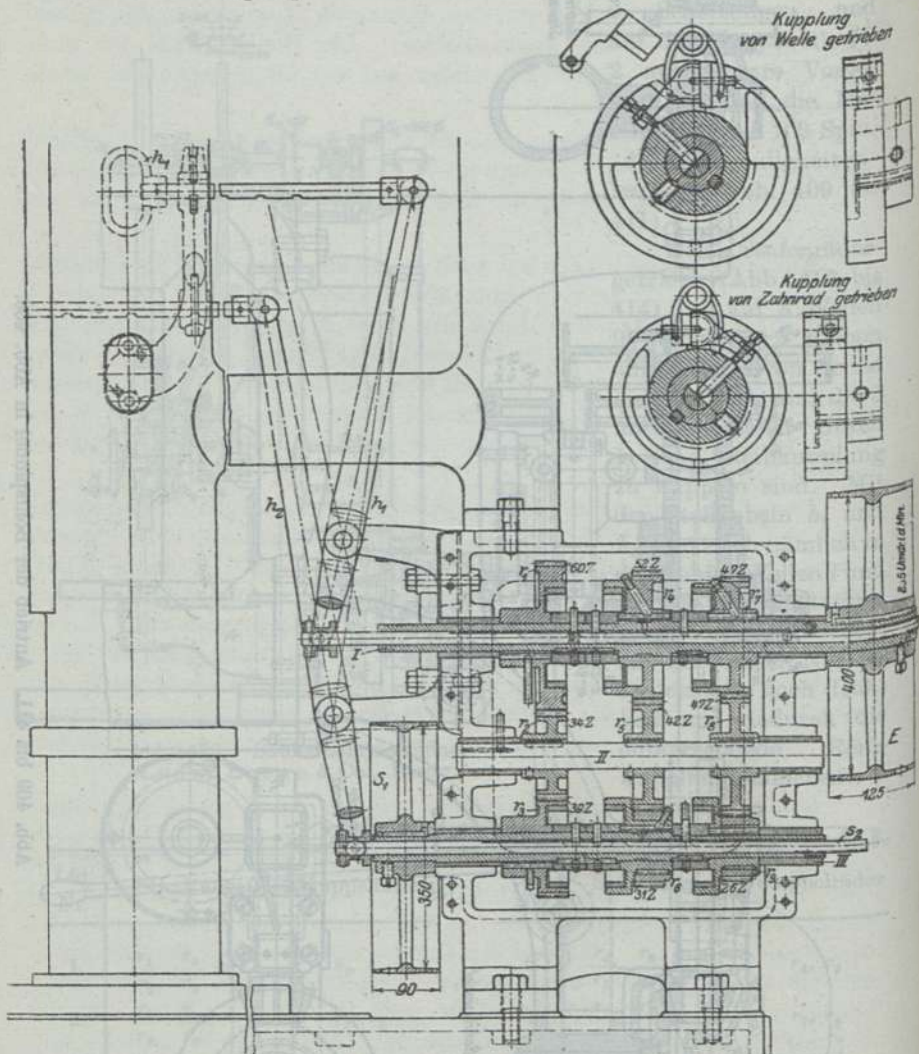


Abb. 412 bis 414. Stufenrädergetriebe der Loewe-Bohrmaschine.

geschaltet. Alle 3 Griffe liegen bequem zur Hand (Abb. 408). Die Steuerung der Bohrspindel erfolgt zwangläufig von der Antriebswelle IV aus. Das Schneckengetriebe 1 2 treibt die senkrechte Steuerwelle  $a$  (Abb. 409 bis 411), die über das Ziehkeilschaltwerk



3 bis 10, die Kegelräder 11, 12 und das Schneckengetriebe 13 mit dem Trieb 15 auf die Schaltzahnstange 16 wirkt (Abb. 415 und 416). Mit dem Griff  $h_4$  wird dieser Selbstgang stillgesetzt. Die

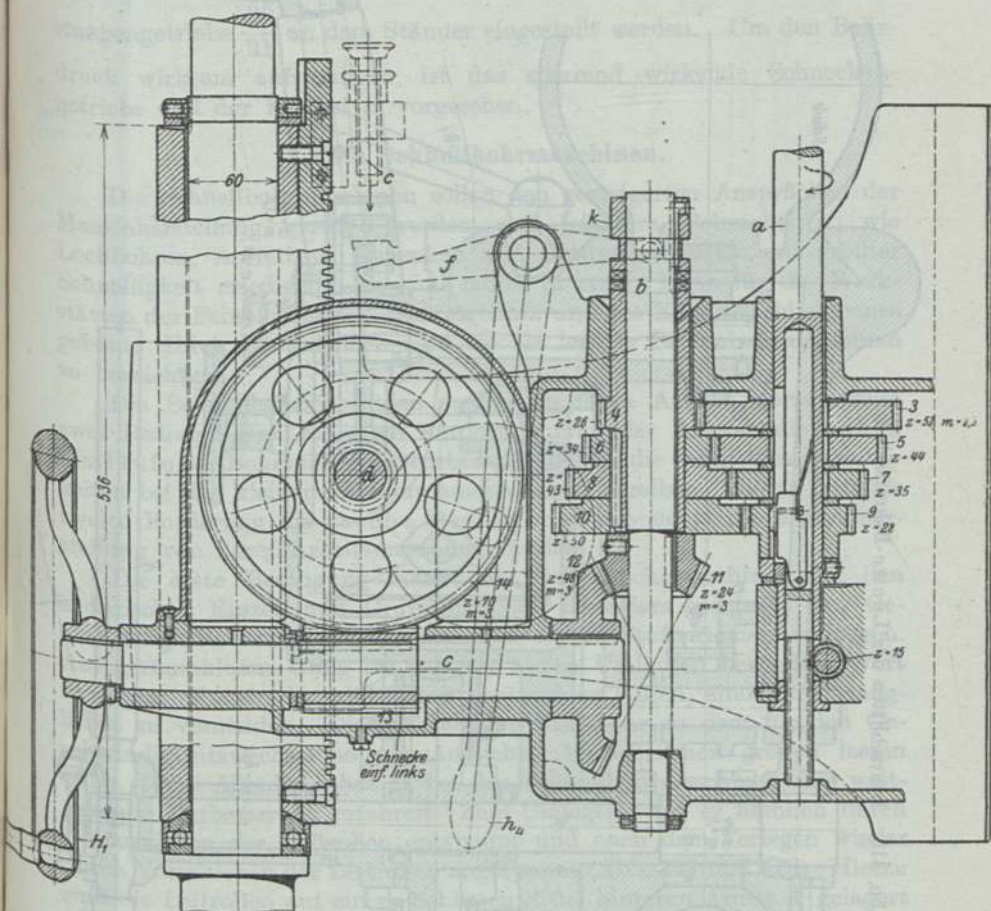
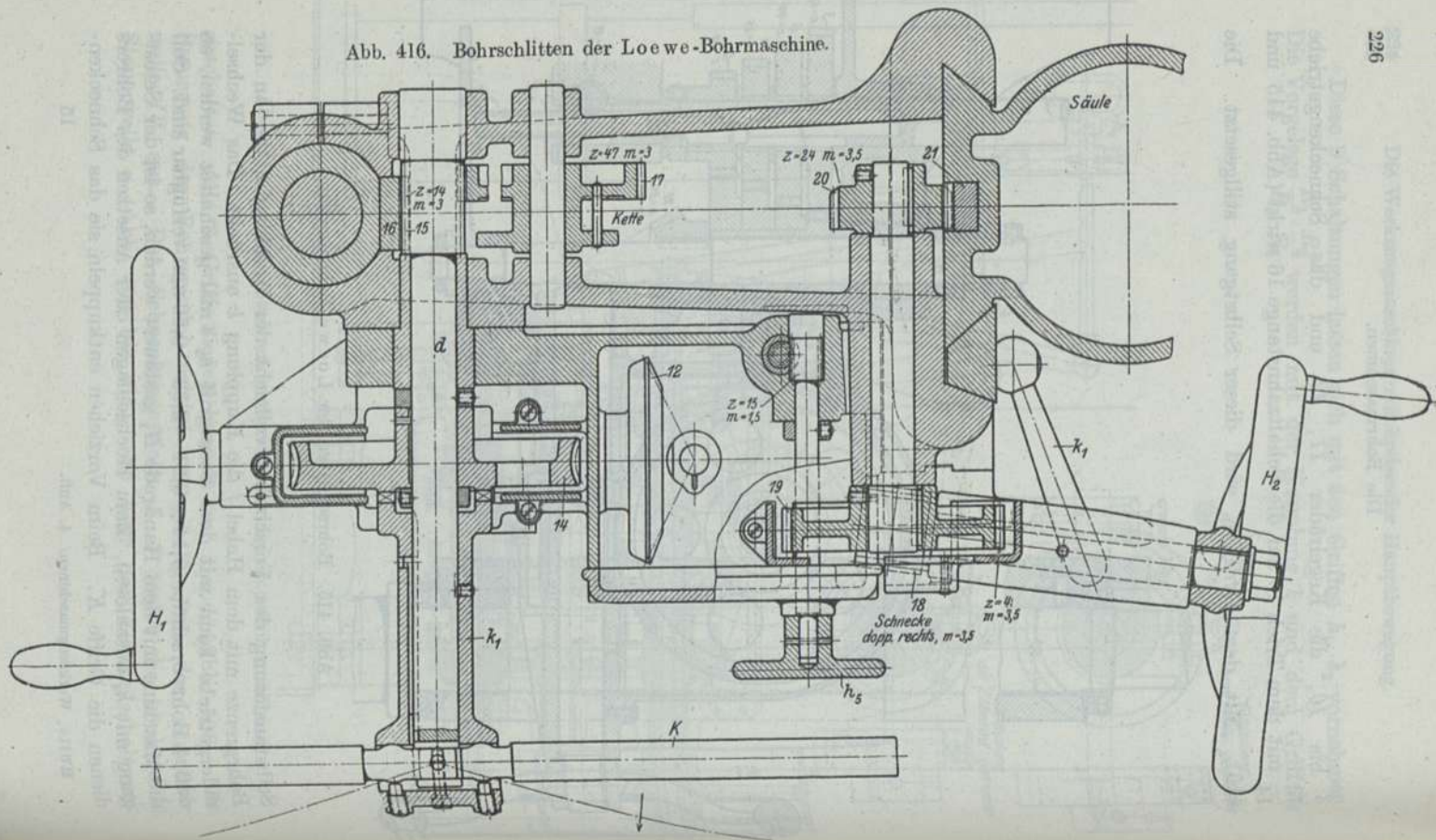


Abb. 415. Bohrschlitten der Loewe-Bohrmaschine.

Selbstausslösung des Vorschubes vollzieht der Anschlag  $c$ , der an der Bohrgrenze mit dem Hebel  $f$  die Kupplung  $k$  ausrückt. Das Wechselrädlergetriebe kann mit dem Sterngriff  $h_5$  4 mal geschaltet werden, so daß 4 Bohrvorschübe  $0,14 - 0,21 - 0,33 - 0,50$  mm verfügbar sind. Soll die Maschine mit dem Handrade  $H_1$  gesteuert werden, so ist der Selbstgang mit  $h_4$  auszulösen. Zum Hochschlagen oder Ansetzen des Bohrers dienen die Griffe  $K$ . Beim Vorziehen entkuppeln sie das Schnecken-

Abb. 416. Bohrschlitten der Loewe-Bohrmaschine.



rad 14, und beim Umschwenken schlagen sie die Bohrspindel hoch. Mit dem Zahnstangentrieb 15 kämmt das Zahnrad 17, an das mit einer Kette das Ausgleichgewicht angeschlossen ist. Der Bohrschlitten kann mit dem Handrade  $H_2$ , dem Schneckengetriebe  $\frac{18}{19}$  und dem Zahnstangengetriebe  $\frac{20}{21}$  an dem Ständer eingestellt werden. Um den Bohrdruck wirksam aufzufangen, ist das sperrend wirkende Schneckengetriebe und der Knebel  $k_1$  vorgesehen.

### 3. Die Schnellbohrmaschinen.

Die Schnellbohrmaschinen sollen den gesteigerten Ansprüchen der Massenherstellung gerecht werden und leichtere Bohrarbeiten, wie Lochbohren, Aufreiben, Versenken und Gewindeschneiden mit größter Schnelligkeit erledigen. Sie sind daher in erster Linie für die Werkstätten der Feinmechanik, Elektrotechnik und des Kleinmaschinenbaues gebaut. Ihrer Bauart nach sind sie als leichte Säulenbohrmaschinen zu bezeichnen.

Die Schnellbohrmaschinen stellen an ihren Aufbau vorzugsweise zwei Bedingungen: Als erste Forderung muß der Antrieb die hohen Umläufe der Bohrspindel hervorbringen, wie sie die Schnittgeschwindigkeiten bei den kleinen Lochdurchmessern vorschreiben. Hierzu tritt als zweite Forderung die rasche Bedienung, wie sie ja die Massenherstellung von ihren Arbeitsmaschinen fordert.

Die erste Bedingung macht die Schnellbohrmaschinen für den elektrischen Einzel- und Gruppenantrieb besonders geeignet. Der Geschwindigkeitswechsel wird meist mit einem Stufenriemen vollzogen. Auf geräuschlosen Gang ist bei den hohen Umläufen besonders Wert zu legen. Kegelräder, die selten geräuschlos laufen, sind daher möglichst zu vermeiden. Diese Erfahrung hat sogar zu dem für den Geschwindigkeitswechsel so umständlichen Winkelriemen greifen lassen (Abb. 417). Allerdings hat er bei den Schnellbohrmaschinen eine weitgehende Verbesserung erfahren. Zum Umlegen wird er nämlich durch Zurückziehen der Leitrollen entspannt und nach dem Verlegen wieder durch Verschieben der Leitrollen angespannt (Abb. 417 und 418). Hierzu sind die Leitrollen auf einem Schlitten  $S$  des hinteren Armes  $A$  gelagert (Abb. 419 bis 420). Sie laufen hier auf 2 Zapfen  $Z$ , die um  $B$  drehbar sind und mit je einer Nase  $n$  in das Mittelstück  $C$  fassen. Die mit dem Arm  $A$  verschraubte Zahnstange  $Z_1$  ist ein wenig stärker geneigt als der Arm selbst. Dies hat den Zweck, die Leitrollen richtig auf die jeweilige Lage des Riemens einstellen zu können. Wird nämlich der Schlitten  $S$  mit dem Griff nach der Säule zu bewegt, so zieht die stärker geneigte Zahnstange  $Z_1$  das Mittelstück  $C$  etwas tiefer in den Schlitten  $S$  hinein, so daß sich die Zapfen  $Z$  um  $B$  auf die neue Riemenlage einstellen. In Abb. 417 liegt die Zahnstange über dem Arm.

Die rasche Bedienung, die zweite Hauptforderung, hängt von der Einrichtung der Steuerung ab. Sie beschränkt sich meist auf eine ein-

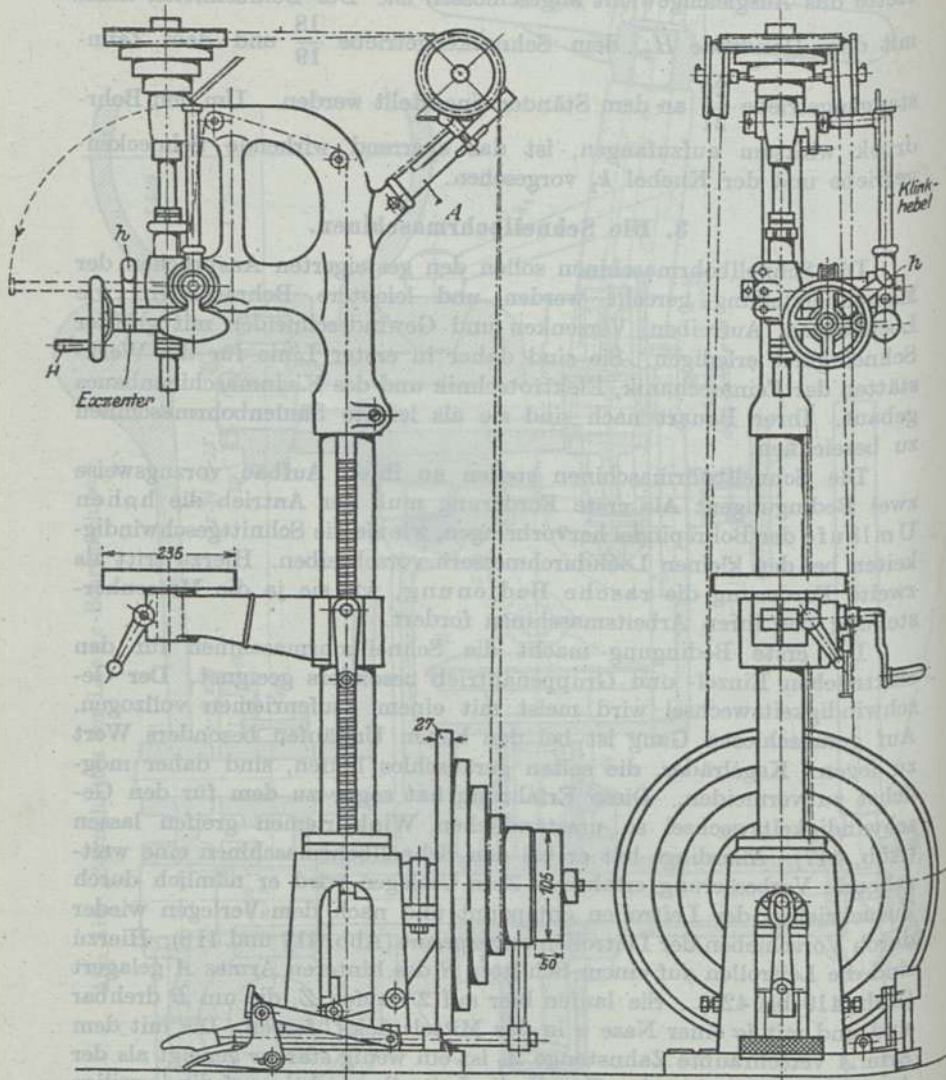


Abb. 417 und 418. Schnellaufbohrmaschine. Dresdener Gasmotorenfabrik vorm. M. Hille, Abt. Dresdener Bohrmaschinenfabrik, Dresden.

fache Handsteuerung. Mit einem Handgriff wird nämlich die Bohrspindel beim Bohren vorgeschoben und nachher hochgeschlagen. Dabei

soll der Steuerhebel unbenutzt außer dem Gesichtskreis des Arbeiters stehen, d. h. aufrecht stehen.

Die letzte Bedingung wird oft durch eine Spiralfeder erfüllt, die beim Niederdrücken des Steuerhebels gespannt wird und dadurch die Bohrspindel hochzieht, sobald der Arbeiter den Hebel losläßt. Es kann daher die Kette mit dem Gegengewicht fehlen. In Abb. 417 und 429 erfüllt das Gegengewicht des ausklinkbaren Steuerhebels die gleiche Aufgabe. Die Bohrspindel ist hier durch ein besonderes Gewicht ausgeglichen.

Das Bohren größerer Tiefen verlangt noch von dem Steuer-

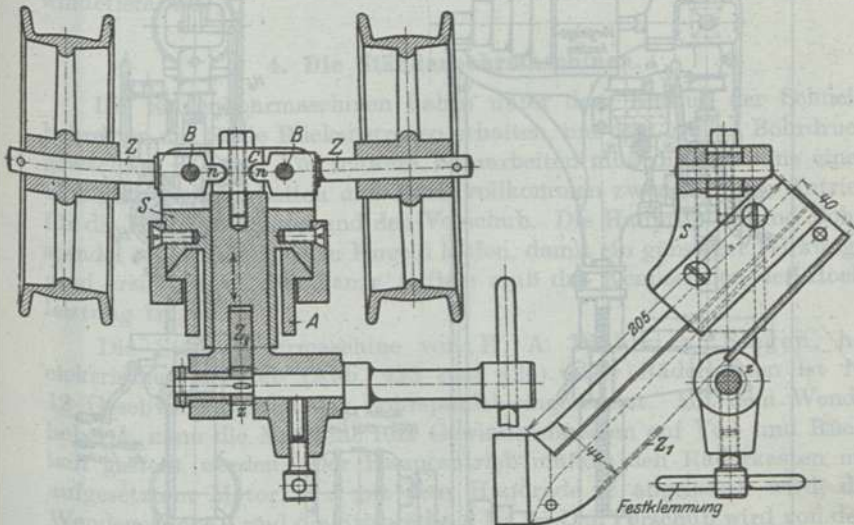


Abb. 419 und 420. Spannschlitten für die Leitrollen.

hebel, daß er nachklinkbar ist. Hierzu faßt der Hebel in Abb. 429 bis 433 mit einem Vierkant in ein verzahntes Schaltrad. Nach dem ersten Hub kann er daher seitlich ausgeklinkt und hierauf für einen weiteren Hub in eine andere zurückstehende Lücke eingeklinkt werden. In gleicher Weise läßt sich auch in Abb. 417 der Gewichtshebel nachklinken.

Eine kleine Erweiterung hat noch die Steuerung in Abb. 417 erfahren. Die größeren Löcher können hier bei ausgeklinktem Hebel mit dem Handrade *H* gebohrt werden, das über ein Schneckengetriebe auf das Zahnstangengetriebe wirkt. Für die Benutzung des Klinkhebels ist die außerachsig gelagerte Schnecke mit dem Griff *h* auszurücken.

Eine wichtige Aufgabe bildet noch bei den Schnellläufern die Führung der Bohrspindel gegen ein Verlaufen der dünnen Bohrer. Diese Aufgabe

übernimmt die Zahnstangenhülse, die in dem Lagerarm auf sauberste geführt ist und die Spindel auch gegen Verbiegen schützt.

Um die dünne Spindel auch vom Riemenzug zu entlasten, ist die Antriebscheibe in Abb. 430 auf einer besonderen Büchse befestigt, die durch 2 Federn die Spindel treibt.

Der Bohrtisch der Schnellbohrmaschinen ist meist eine runde oder viereckige Tischplatte, die um die Säule ausschwenkbar ist. Bei den

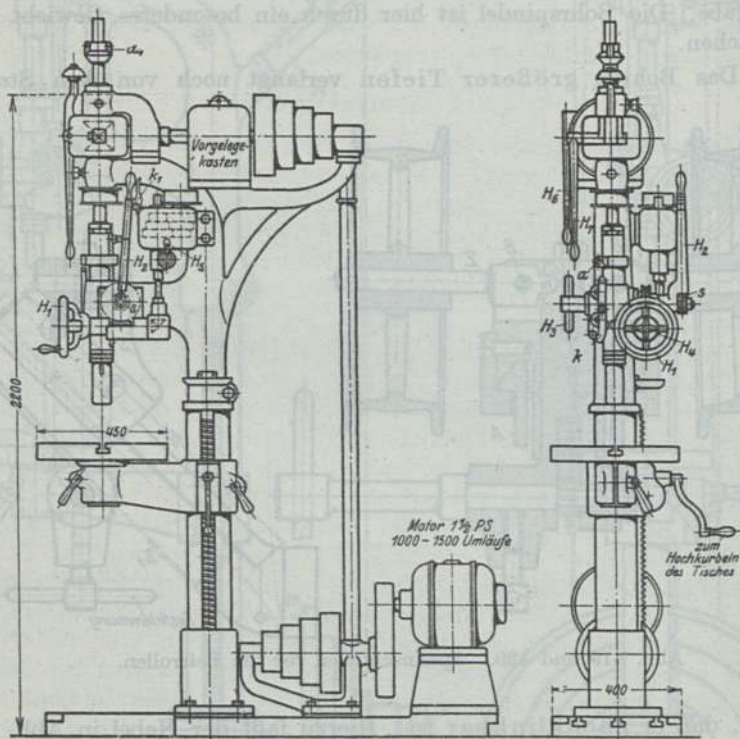


Abb. 421 und 422. Schnellbohrmaschine, Carl Schwemann, Gevelsberg i. W.

Säulenbohrmaschinen (Abb. 417) lassen sie sich noch hochstellen und festklemmen.

Größere Schnellbohrmaschinen haben eine größere Vielseitigkeit in ihrer Steuerung. Sie gestatten den Bohrer 1. durch die Maschine selbst, 2. mit einem Handrade und 3. mit einem Klinkhebel zu steuern. Nach diesen Gesichtspunkten ist auch die Schnellbohrmaschine in den Abb. 421 und 422 entworfen. Der Selbstgang wird von der Bohrspindel durch einen Riemen hergeleitet, der als Puffer gegen Überlastungen wirkt. Mit dem Griff  $H_5$  läßt sich das Ziehkeiltriebe auf die 3 Vorschübe 0,1—0,2—0,33 mm schalten. Die Selbst-

auslösung vollzieht der Anschlag  $a$ , der die Klinke  $k$  der Fallschnecke auslöst. Mit dem Griff  $H_2$  wird der Bohrer hochgeschlagen. Kleine Löcher können bei ausgeklinkter Fallschnecke mit Steuerhebel  $H_2$  gebohrt werden. Beim Andrücken der Klinke  $k_1$  faßt er mit einer Stange in das Schaltrad  $s$ , so daß er sich auch zum Nachklinken bei größeren Bohrtiefen eignet. Größere Löcher werden mit dem Handrade  $H_1$  gebohrt. Der Selbstgang muß vorher mit  $H_4$  ausgerückt sein.

Der Antrieb der Maschine gestattet 8 Umläufe. Die Vorgelege in dem oberen Räderkasten werden mit  $H_6$  bedient. Für das Gewindeschneiden ist ein Wendegetriebe eingebaut, das mit  $H_7$  gesteuert wird. Der obere Spindelanschlag  $a_1$  rückt es bei der vorgeschriebenen Gewindetiefe aus.

#### 4. Die Ständerbohrmaschinen.

Die Säulenbohrmaschinen haben unter dem Einfluß der Schnellbohrer an der Säule Rückenstreben erhalten, um dem großen Bohrdruck gewachsen zu sein. Für schwere Bohrarbeiten muß die Maschine einen Hohlgußständer erhalten und einen vollkommen zwangläufigen Antrieb für die Hauptbewegung und den Vorschub. Die Hauptwellen und Bohrspindel sollen möglichst in Kugeln laufen, damit ein günstiger Wirkungsgrad erzielt wird. Der ganze Aufbau muß das Kennzeichen der Hochleistung tragen.

Die Ständerbohrmaschine von H. A. Waldrich, Siegen, hat elektrischen Antrieb (Abb. 423 und 424). Der Räderkasten ist für 12 Geschwindigkeiten der Bohrspindel eingerichtet. Mit dem Steuerhebel  $h_5$  kann die Maschine fürs Gewindeschneiden auf Vor- und Rücklauf gestellt werden. Der Hauptantrieb umfaßt den Räderkasten mit aufgesetztem Motor, der mit dem Handrade  $H$  angelassen wird, das Wendegetriebe  $I$  und die Stirnräder 2 bis 4. Der Vorschub wird von dem Zwischenrade 3 des Hauptantriebes (Abb. 425 und 426) durch die Vorgelege  $\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4}$  hergeleitet. Das Ziehkeilgetriebe  $r_4$  bis  $r_{11}$  hat 4 Schaltungen,

und die Kupplung  $k$  kuppelt entweder  $\frac{r_{14}}{r_{15}}$  oder  $\frac{r_{12}}{r_{13}}$ . Die Steuerwelle  $I$

empfängt daher  $2 \times 4$  Geschwindigkeiten. Das Schneckengetriebe  $\frac{r_{16}}{r_{17}}$

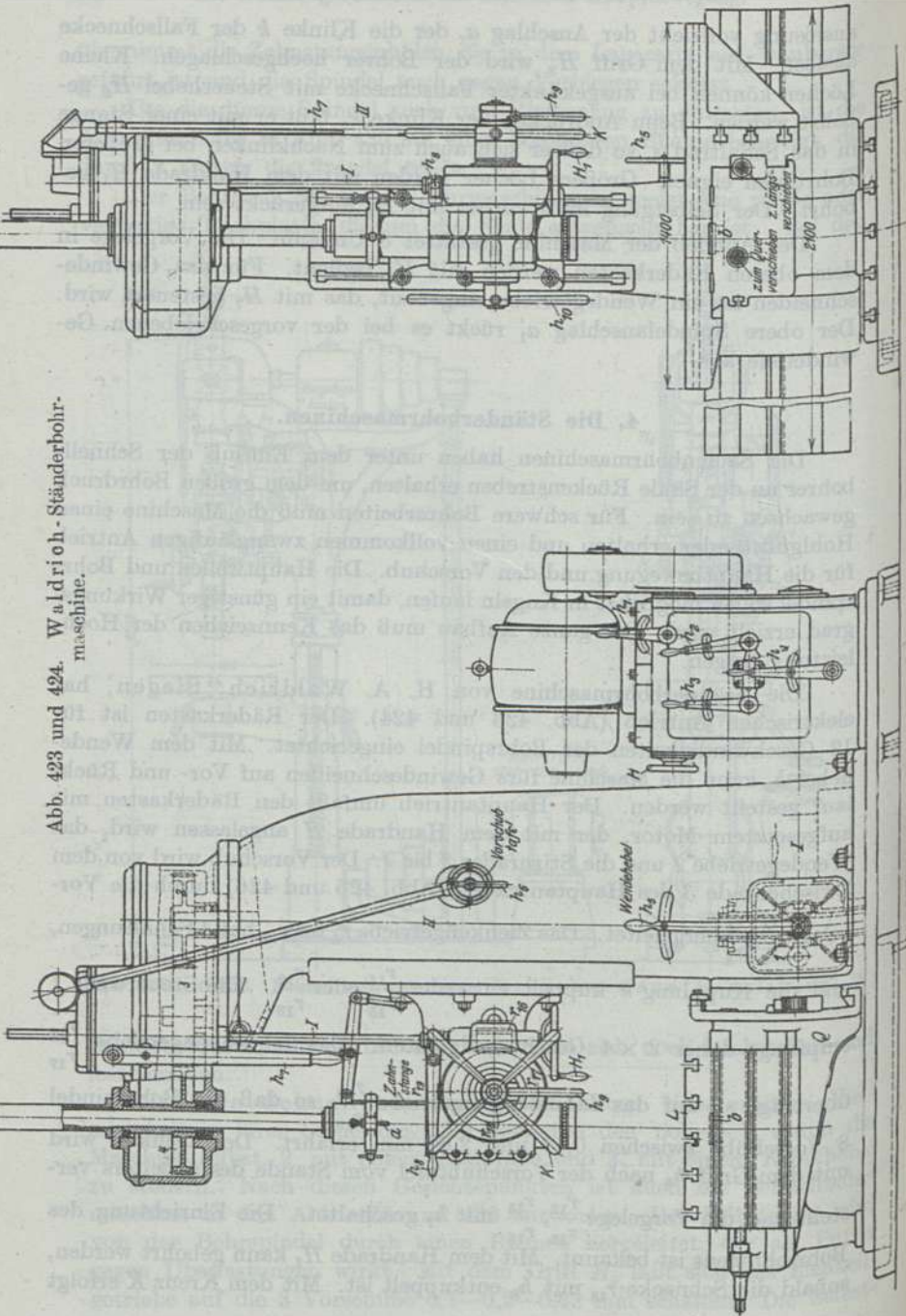
überträgt sie auf das Zahnstangengetriebe  $\frac{r_{18}}{r_{19}}$ , so daß die Bohrspindel

8 Vorschübe zwischen 0,17 und 2,66 mm erfährt. Der Ziehkeil wird mit dem Griff  $h_8$  nach der Vorschubtafel vom Stande des Arbeiters ver-

stellt und die Vorgelege  $\frac{r_{12}}{r_{13}}, \frac{r_{14}}{r_{15}}$  mit  $h_7$  geschaltet. Die Einrichtung des

Bohrschlittens ist bekannt. Mit dem Handrade  $H_1$  kann gebohrt werden, sobald die Schnecke  $r_{15}$  mit  $h_8$  entkuppelt ist. Mit dem Kreuz  $K$  erfolgt

Abb. 423 und 424. Waldrieh-Ständerbohrmaschine.





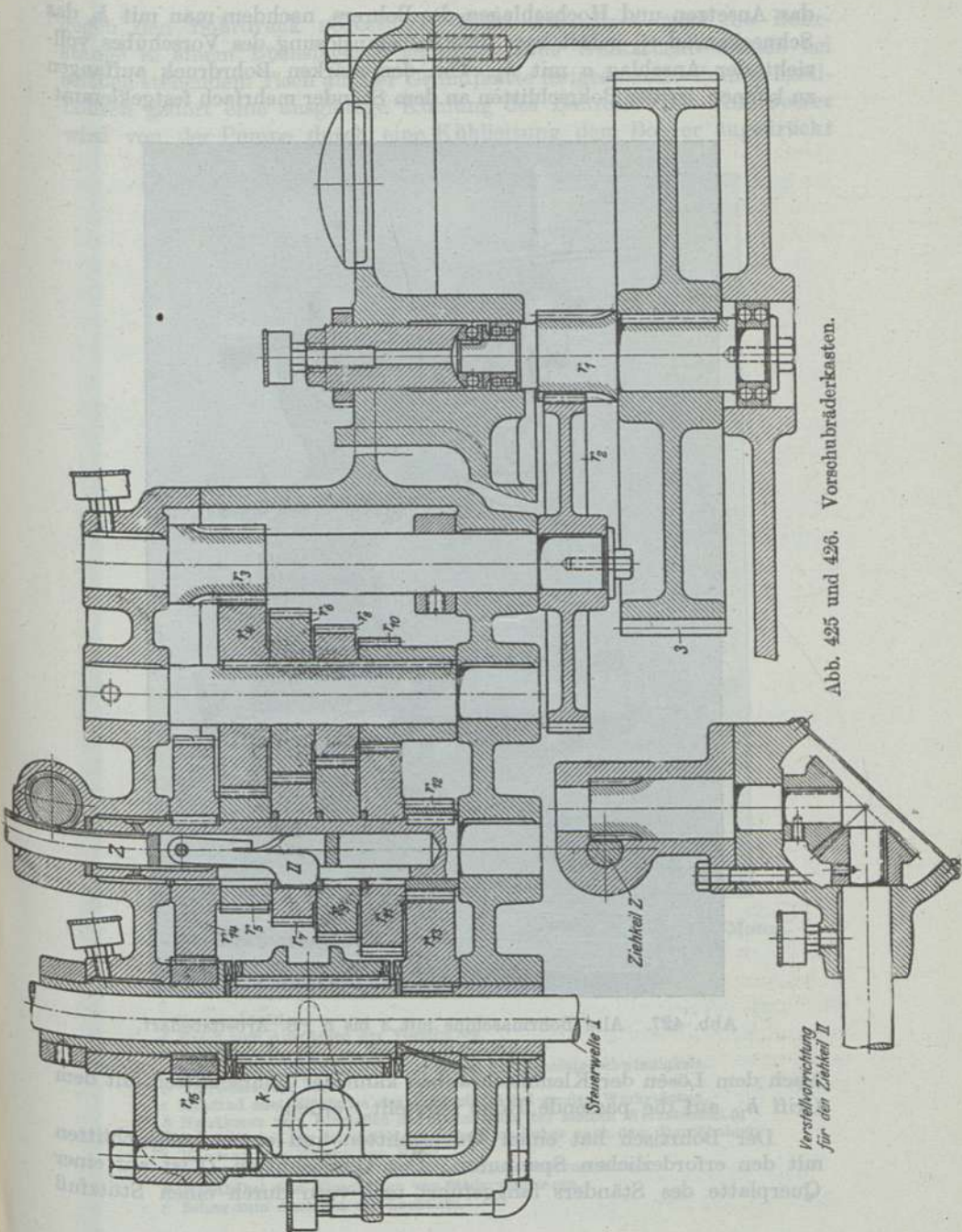


Abb. 425 und 426. Vorschubräderekasten.

Verstellvorrichtung  
für den Ziehkeil II

das Ansetzen und Hochschlagen des Bohrers, nachdem man mit  $h_9$  das Schneckenrad  $r_{18}$  gelöst hat. Die Selbstauslösung des Vorschubes vollzieht der Anschlag  $a$  mit  $h_8$ . Um den starken Bohrdruck auffangen zu können, ist der Bohrschlitten an dem Ständer mehrfach festgeklemmt.

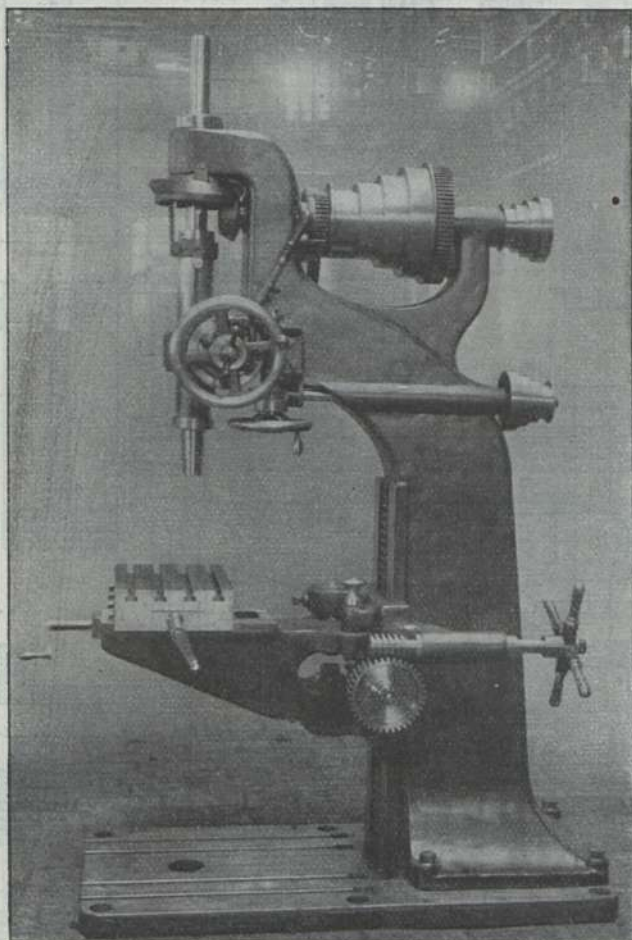


Abb. 427. Alte Bohrmaschine mit 3 bis 5 PS. Arbeitsbedarf.

Nach dem Lösen der Klemmschrauben kann der Bohrschlitten mit dem Griff  $h_{10}$  auf die passende Höhe verstellt werden.

Der Bohrtisch hat einen Querschlitten und einen Längsschlitten mit den erforderlichen Spannuten. Der Querschlitten  $Q$  ist auf einer Querplatte des Ständers langgeführt und vorn durch einen Stützfuß

gegen den Bohrdruck abgestützt. Beim Ausbohren wird die Bohrstange in einem Büchslager *b* geführt. Hohe Werkstücke werden bei seitlich stehendem Tisch auf der Grundplatte festgespannt. Zum Schnellbohren gehört eine ausgiebige Kühlung des Bohrers. Das Kühlwasser wird von der Pumpe durch eine Kühlleitung dem Bohrer zugeedrückt

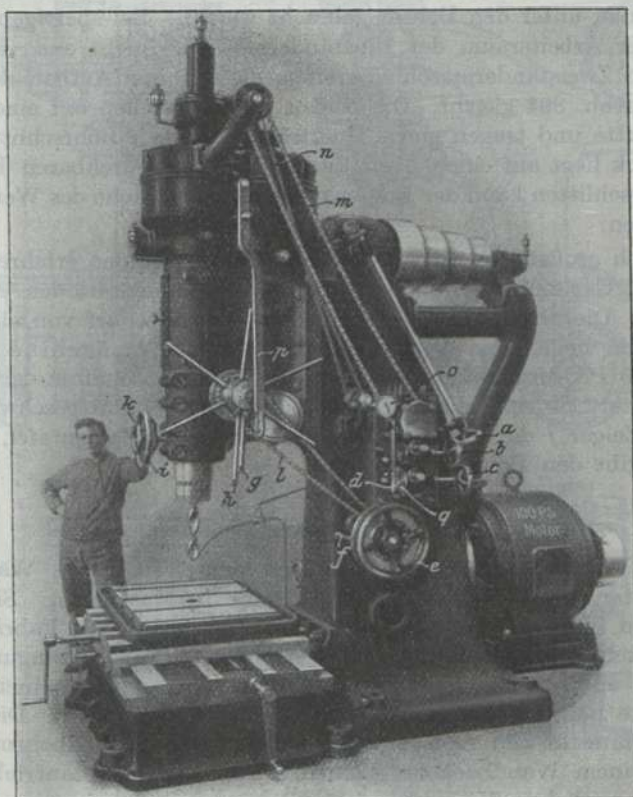


Abb. 428. Neue Waldrich-Bohrmaschine mit 100 PS.-Motor.

- a* Handrad zum Ein- und Ausrücken der Rädervorgelege.
- b* Handrad für Ziehkeil.
- c* " " "
- q* Vorschubtafel.
- d* Hebel zum Ausrücken des Vorschubes.
- m* Antriebskette für den Vorschub-Räderkasten.
- o* Geschwindigkeitsmesser zum Anzeigen der Schnittgeschwindigkeit.
- n* Antriebsriemen für *o*.
- e* Handrad zum Einstellen der Bohrspindel bei großen Werkstücken.
- h* Handkreuz zum Einstellen der Bohrspindel bei kleinen Werkstücken.
- g* Ausrückhebel für den Selbstgang des Vorschubes nach dem Durchbohren.
- i* Handrad zum Bohren von Hand.
- k* Handrad zum Einrücken des selbsttätigen Bohrvorschubes.
- p* Handhebel zum Einschalten von Rädervorgelegen.
- f* Zeiger zum Anzeigen der Lochtiefe.

und das Abwasser durch die Rinne der Grundplatte gesammelt und dem Behälter zugeführt.

#### Die Zweiständerbohrmaschinen.

Die Einständerbohrmaschine bohrt mit ihrer festliegenden Bohrspindel nur in einer Ebene. Die Werkstücke müssen daher mit dem Tisch genau unter den Bohrer gebracht werden. Bei sperrigen Stücken reicht der Arbeitsraum der Einständermaschine nicht aus. Man muß daher zur Zweiständermaschine greifen, die in ihrem Aufbau dem Stoßwerk in Abb. 894 gleicht. Die beiden Ständer stehen auf einer großen Grundplatte und tragen einen Querträger mit dem Bohrschlitten. Das Werkstück liegt auf einem Rundtisch. Durch den drehbaren Tisch und den Bohrschlitten kann der Bohrer die ganze Oberfläche des Werkstückes bestreichen.

Welch großzügige Entwicklung die Bohrmaschinen erfahren haben, zeigt die Gegenüberstellung der beiden Maschinen in den Abb. 427 und 428. Die ältere Maschine hat einen Arbeitsbedarf von etwa 3 bis 5 PS., die neue, eine Waldrich-Schnellbohrmaschine, ist mit einem 100 PS.-Motor und allen neuesten Errungenschaften der Technik ausgestattet. So zeigt die Uhr *o* die jedesmalige Schnittgeschwindigkeit an, der Zeiger *f* die jeweilige Lochtiefe auf einer Zahlentafel, und die Tafel *q* gibt den Bohrvorschub an.

#### 5. Die Wandbohrmaschinen.

Die Wandbohrmaschinen verfolgen den Zweck, die Wände der Werkstätten zum Aufstellen der Maschine heranzuziehen. Sie haben somit den Vorzug, daß sie den freien Durchgang des Fabrikraumes nicht stören und keinen Steinsockel erfordern. Ihre Aufhängung leidet allerdings unter dem sich setzenden Mauerwerk. Im allgemeinen werden nur leichte Bohrmaschinen als Wandbohrmaschinen gebaut. Die Wandbohrmaschine in den Abb. 429 bis 433 ist eine Schnellbohrmaschine, die mit einem Wandbock aufgehängt wird. Der Hauptantrieb erfolgt von dem seitlichen Vorgelege aus mit einem Stufenriemen und dem oberen Winkelriemen. Durch Verschieben des Deckenriemens kann die Maschine ein- und ausgerückt werden. Die Steuerung ist die besprochene Hebelsteuerung mit Nachklinken für tiefere Löcher. Größere Ausführungen haben wie die Säulenbohrmaschinen selbsttätige Vorschubsteuerungen. Wandbohrmaschinen werden auch als Auslegerbohrmaschinen nach den Abb. 436 bis 437 gebaut und werden als solche viel benutzt.

#### 6. Die Auslegerbohrmaschinen.

Der Grundgedanke der Auslegerbohrmaschinen ist, schwere Werkstücke an verschiedenen Stellen bohren zu können, ohne sie umspannen

zu müssen. Mit dieser Vereinfachung ist naturgemäß eine größere Arbeitsleistung verbunden, die noch erhöht wird, sobald die Maschine

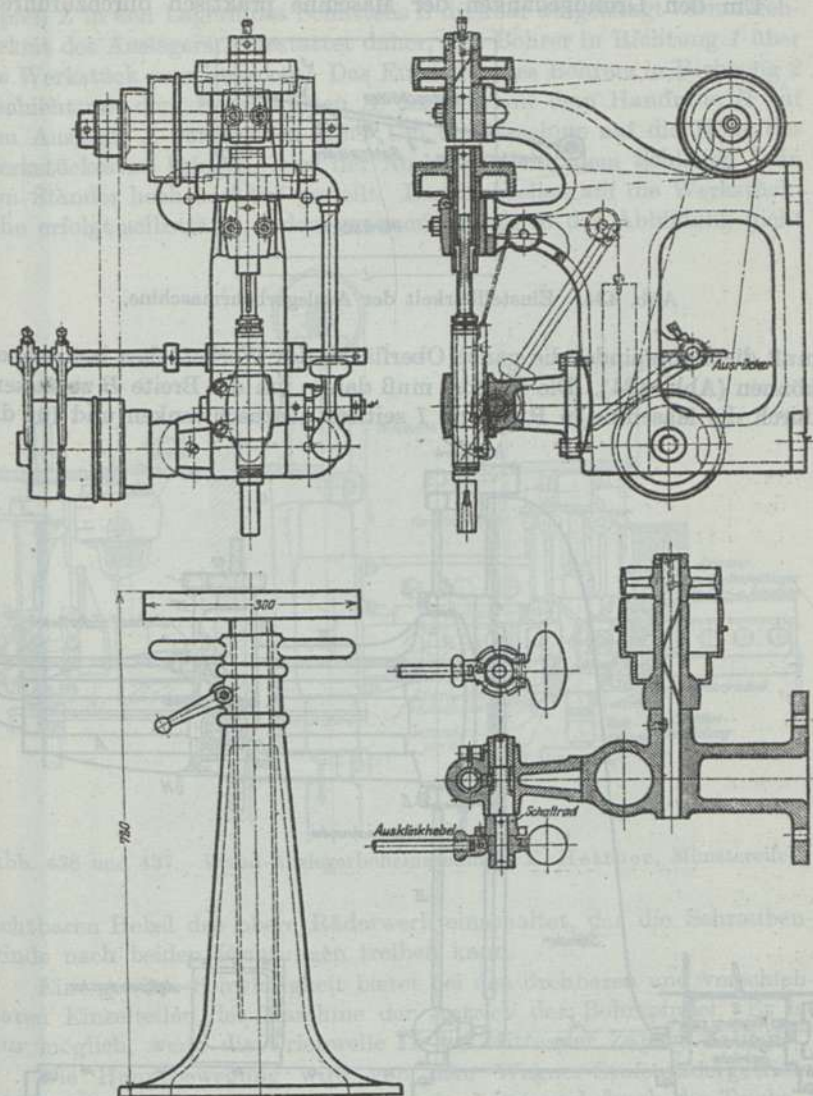


Abb. 429 bis 433. Wandbohrmaschine.  
Dresdener Bohrmaschinenfabrik, Dresden.

auch für verwandte Arbeiten, wie Gewindeschneiden, Aufreiben eingerichtet wird. Die Auslegerbohrmaschine bietet daher ein unersetz-

liches Hilfsmittel für Schiffswerften, Kesselschmiedon und ähnliche Betriebe zum Bohren der Panzerplatten und schwerer Kesselbleche.

Um den Grundgedanken der Maschine praktisch durchzuführen,

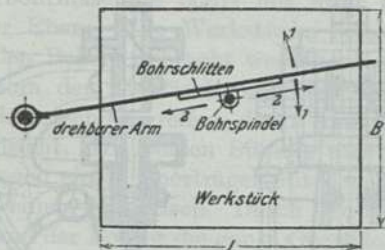


Abb. 434. Einstellbarkeit der Auslegerbohrmaschine.

muß die Bohrspindel die ganze Oberfläche des Werkstückes bestreichen können (Abb. 434). Die Spindel muß daher, um die Breite  $B$  zu fassen, durch die Maschine in Richtung  $I$  seitlich auszuschnwenken und für die

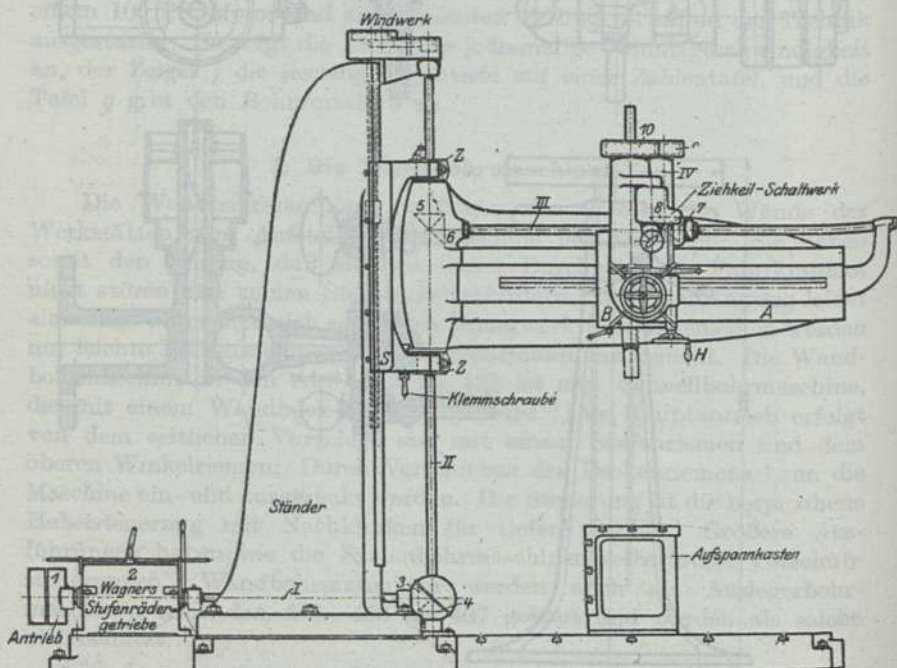


Abb. 435. Auslegerbohrmaschine. E. Hettner, Münsteriefel.

Länge  $L$  in Richtung  $2$  einzustellen sein. Zu dieser doppelten Einstellbarkeit kommt noch eine dritte, durch die die Bohrspindel auf die Höhe des Werkstückes gebracht wird.

Eine praktische Lösung der in drei Richtungen verstellbaren Maschine ist in Abb. 435 dargestellt. Der Ausleger *A* ist hier mit den Zapfen *Z* in den Lagern des Schlittens *S* drehbar aufgehängt. Die Drehbarkeit des Auslegers *A* gestattet daher, den Bohrer in Richtung 1 über das Werkstück zu schwenken. Das Einstellen des Bohrers in Richtung 2 geschieht mit dem Bohrschlitten *B*, der sich mit dem Handrade *H* auf dem Ausleger *A* verschieben läßt. Um die Maschine auf die Höhe des Werkstückes zu bringen, wird der Ausleger *A* mit dem Schlitten *S* an dem Ständer hoch und tief gestellt. Das Einstellen auf die Werkstückhöhe erfolgt selbsttätig, indem man mit einem in der Abbildung nicht

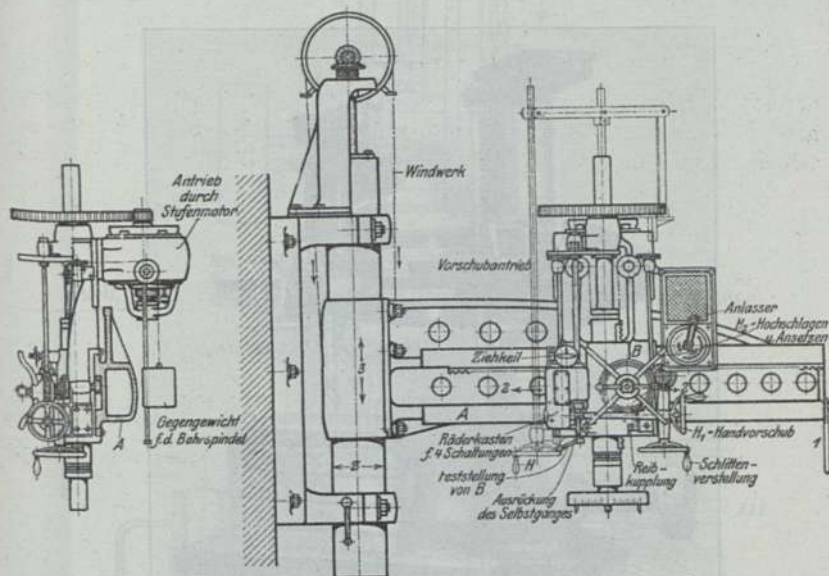


Abb. 436 und 437. Wand-Auslegerbohrmaschine. E. Hettner, Münstereifel.

sichtbaren Hebel das obere Räderwerk einschaltet, das die Schraubwinde nach beiden Richtungen treiben kann.

Eine gewisse Schwierigkeit bietet bei den drehbaren und verschiebbaren Einzelteilen der Maschine der Antrieb der Bohrspindel. Er ist nur möglich, wenn die Triebwelle *II* auf Mitte der Zapfen *Z* liegt.

Die Hauptbewegung wird von dem Wagner-Stufenrädergetriebe (Abb. 39) mit 12 Geschwindigkeiten abgeleitet und durch die Triebe 3 bis 10 auf die Bohrspindel übertragen.

Ähnliche Einrichtungen hat auch die Wand-Auslegerbohrmaschine von E. Hettner, nur ist der freistehende Ständer durch die Wandplatte ersetzt (Abb. 436 und 437). Der Antrieb erfolgt von dem an dem Bohrschlitten festgeschraubten Motor. Zum Hoch- und Tief-

stellen und zum Schwenken ist der Ausleger mit einer Säule  $z$  in den Lagern der Wandplatte geführt. Der Vorschub wird von der Bohrspindel entnommen. Zum Bohren mit  $H_1$  ist der Selbstgang auszurücken und zum Hochschlagen des Bohrers mit  $H_2$  ist das Schneckenrad zu entkuppeln.

Mit der Aufnahme des Rundschleifens hat die Auslegerbohrmaschine vielfach an Stelle des Ständers eine Säule erhalten. Diese Bauart (Abb. 438) des Ständers läßt vorzügliche Führungen für die Einstellbewegungen des Auslegers zu.

Der Säulenständer besteht aus der Außensäule  $S_2$  und der Innen-

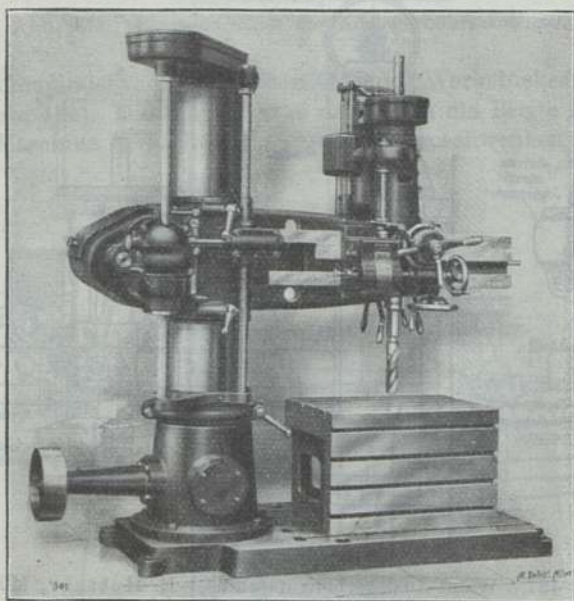


Abb. 438. Auslegerbohrmaschine. H. Hessenmüller, Ludwigshafen.

säule  $S_1$  (Abb. 439), die mit ihrem Fuß auf der Grundplatte verschraubt wird. Die Drehbarkeit des Auslegers in Richtung 1 ist durch die Außensäule  $S_2$  geboten, die sich zur leichteren Beweglichkeit unten auf ein Kugellager stützt und durch den Klemmring  $K$  festzustellen ist. Die Hochstellung wird mit dem Ausleger  $A$  vorgenommen, der hierzu mit einer langen Schelle auf der Außensäule  $S_2$  sitzt und auf ihr festzuklemmen ist. Die Schraubenwinde des Auslegers wird von einer senkrechten Außenwelle angetrieben und mit einem Handgriff auf Rechts- oder Linksgang eingeschaltet. Die Einstellung in Richtung 2 wird auch hier mit dem verschiebbaren Bohrschlitten vollzogen.



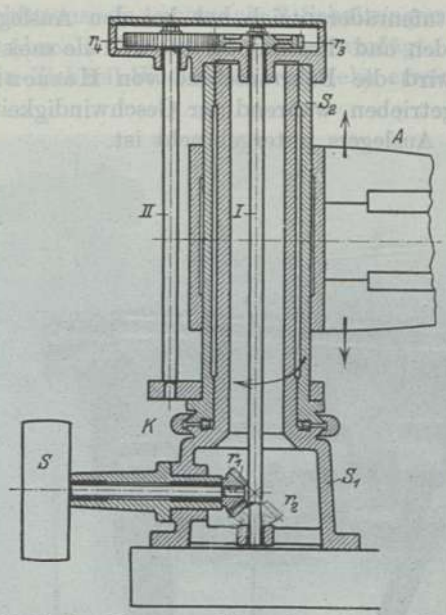


Abb. 439. Säule der Hessemüllerschen Auslegerbohrmaschine.

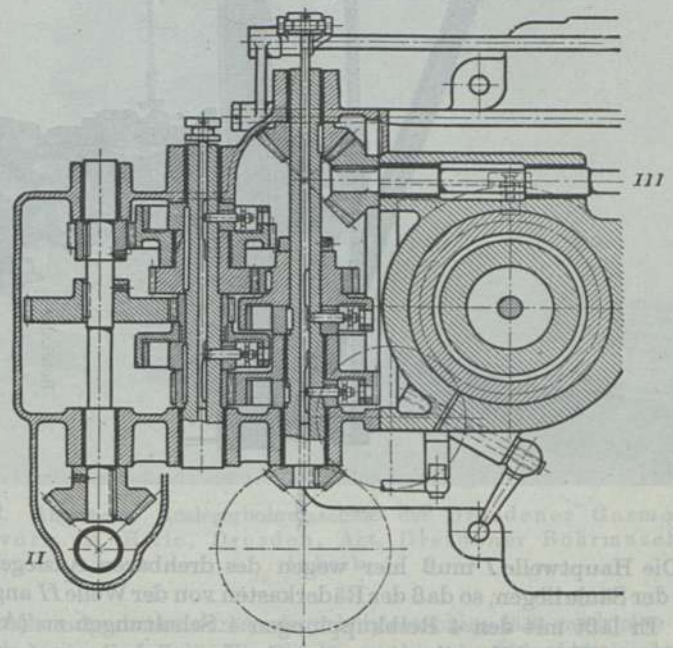


Abb. 440. Antriebsräderwerk.

Auch der Stufenräderantrieb hat bei den Auslegerbohrmaschinen Aufnahme gefunden und dies mit Recht, weil sie meist mehr als 5 PS. verlangen. So wird die Bohrmaschine von Hessenmüller von der Einscheibe *S* angetrieben, während der Geschwindigkeitswechsel in dem Räderkasten des Auslegers untergebracht ist.

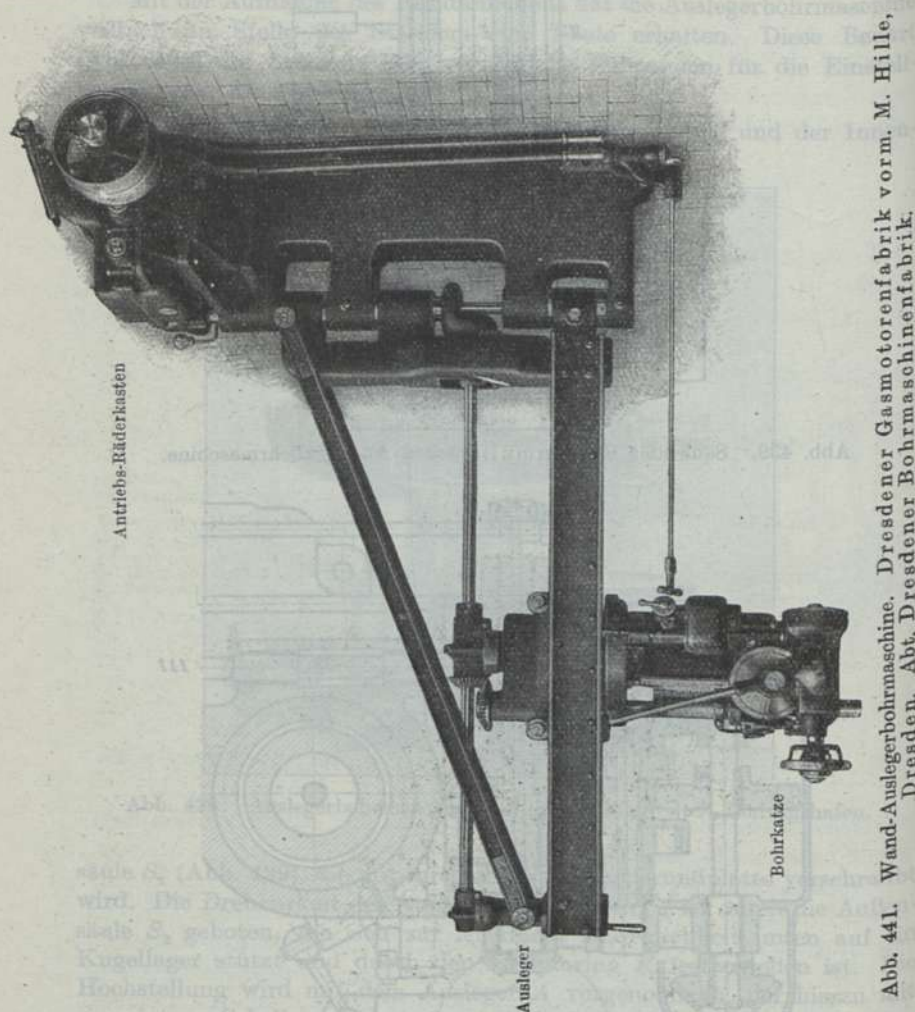


Abb. 441. Wand-Auslegerbohrmaschine. Dresdener Gasmotorenfabrik vorm. M. Hille, Dresden. Abt. Dresdener Bohrmaschinenfabrik.

Die Hauptwelle *I* muß hier wegen des drehbaren Auslegers in der Mitte der Säule liegen, so daß der Räderkasten von der Welle *II* angetrieben wird. Er läßt mit den 4 Reibkupplungen 4 Schaltungen zu (Abb. 440). Die hintere Welle *III* treibt also mit 4 Geschwindigkeiten auf ein Räder-

werk des Bohrschlittens, das nochmals 3 Schaltungen gestattet, so daß die Bohrspindel über 12 Geschwindigkeiten verfügt. Die 6 Vorschübe werden durch ein Ziehkeil-Wechselrädergetriebe erreicht.

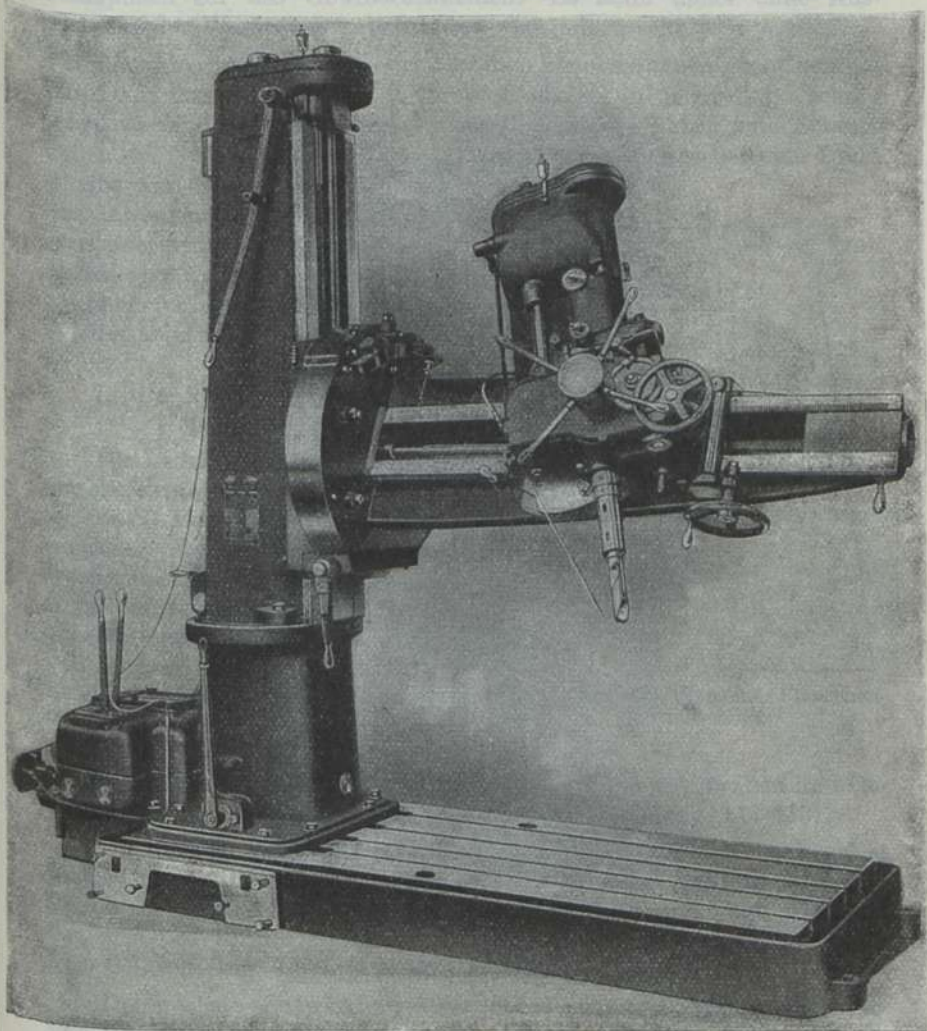


Abb. 442. Allgemeine Auslegerbohrmaschine der Dresdener Gasmotorenfabrik vorm. M. Hille, Dresden, Abt. Dresdener Bohrmaschinenfabrik.

Der Grundgedanke der Auslegerbohrmaschine läßt noch eine andere Lösung zu, wie sie bei der Wandbohrmaschine in Abb. 441 durchgeführt

ist. Der Ausleger ist in den Lagern der Wandplatte drehbar aufgehängt und der Bohrschlitten als Laufkatze ausgeführt. Durch Schwenken des Auslegers und Verschieben der Bohrkatze kann die Maschine die Oberfläche des Werkstückes bestreichen.

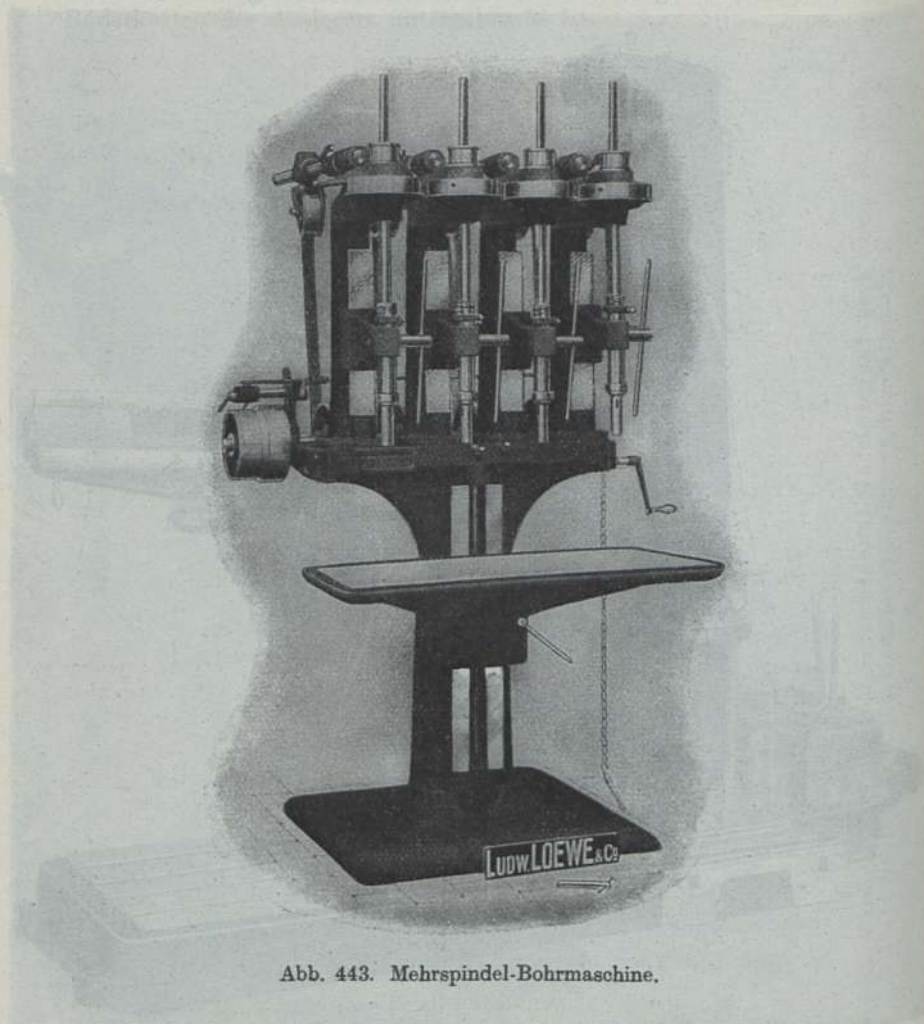


Abb. 443. Mehrspindel-Bohrmaschine.

Die Auslegerbohrmaschine kann auch zum Lochausschneiden und Flachfräsen benutzt werden. Für das Lochausschneiden haben die Maschinen von E. Hettner, Münstereifel, eine besondere Vorrichtung (Abb. 436). In der hohlen Bohrspindel steckt eine Körnerstange, deren Körner mit dem Handrade auf Lochmitte angesetzt wird. Der an der Bohrspindel sitzende Messerkopf schneidet unter Führung

der Körnerstange die Scheibe heraus, die durch den Körner herausgedrückt werden kann.

Eine weitere Ausstattung der Auslegerbohrmaschine ist eine zweite Bohrspindel für das Gewindeschneiden. Es kann daher ohne Auswechseln der Werkzeuge gebohrt und Gewinde geschnitten werden.

Die bisherigen Auslegerbohrmaschinen können nur senkrecht bohren. Wird von ihnen verlangt, daß die Bohrspindel in jeder Lage schräg bohrt, so muß der Bohrschlitten eine Drehscheibe haben zum Schrägstellen der Spindel nach rechts oder links, und der Ausleger eine Drehscheibe am Ständerschlitzen zum Ausschwenken der Spindel nach vorn oder hinten. Die allgemeine Auslegerbohrmaschine (Abb. 442) hat daher 5 Einstellungen und kann in jeder Lage und Richtung bohren.

### 7. Die Mehrspindelbohrmaschinen.

Die mehrspindeligen Bohrmaschinen verfolgen in ihrer Bauart zwei Gesichtspunkte: Sie sollen entweder die sich bei Massenerzeugnissen stets wiederholenden Arbeiten nacheinander erledigen oder mit einem Gang eine Reihe von Löchern bohren, wodurch die Leistung sehr gesteigert wird.

Die erste Aufgabe verlangt eine Reihe nebeneinander liegender Bohrspindeln, die zum Bohren, Versenken, Aufreiben und Gewindeschneiden nacheinander benutzt werden können (Abb. 443).

Die gleiche Aufgabe kann auch im Sinne der Revolverbank gelöst werden. Nach ihrem Grundgedanken wäre die Bohrmaschine mit einem Revolverkopf auszustatten, der mehrere Bohrspindeln trägt, die beim Umlegen des Kopfes einzeln oder gruppenweise arbeiten können. (Z. Ver. deutsch. Ing. 1892, S. 1260.)

Die nächste Entwicklungsstufe der Revolver-Bohrmaschine wäre der Mehrspindel-Bohrautomat, der in ähnlicher Weise wie der Drehbank-Automat alle Bewegungen durch Schaltkurven selbsttätig vollzieht. Diese Bohrautomaten leisten beim Bohren der Grundplatten von Nähmaschinen, Schreibmaschinen große Dienste. Sie fassen bis 152 Spindeln. So kann eine Nähmaschinen-Grundplatte in  $2\frac{1}{4}$  Minuten mit allen Löchern versehen werden.

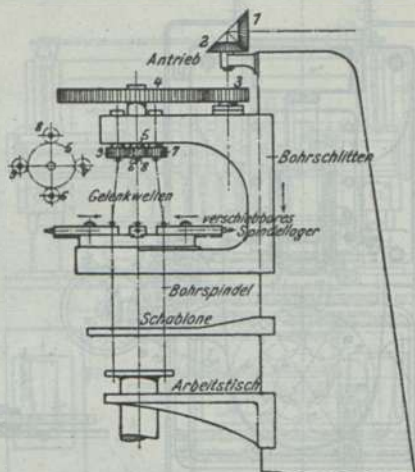


Abb. 444 und 445. Plan einer Flanschenbohrmaschine.

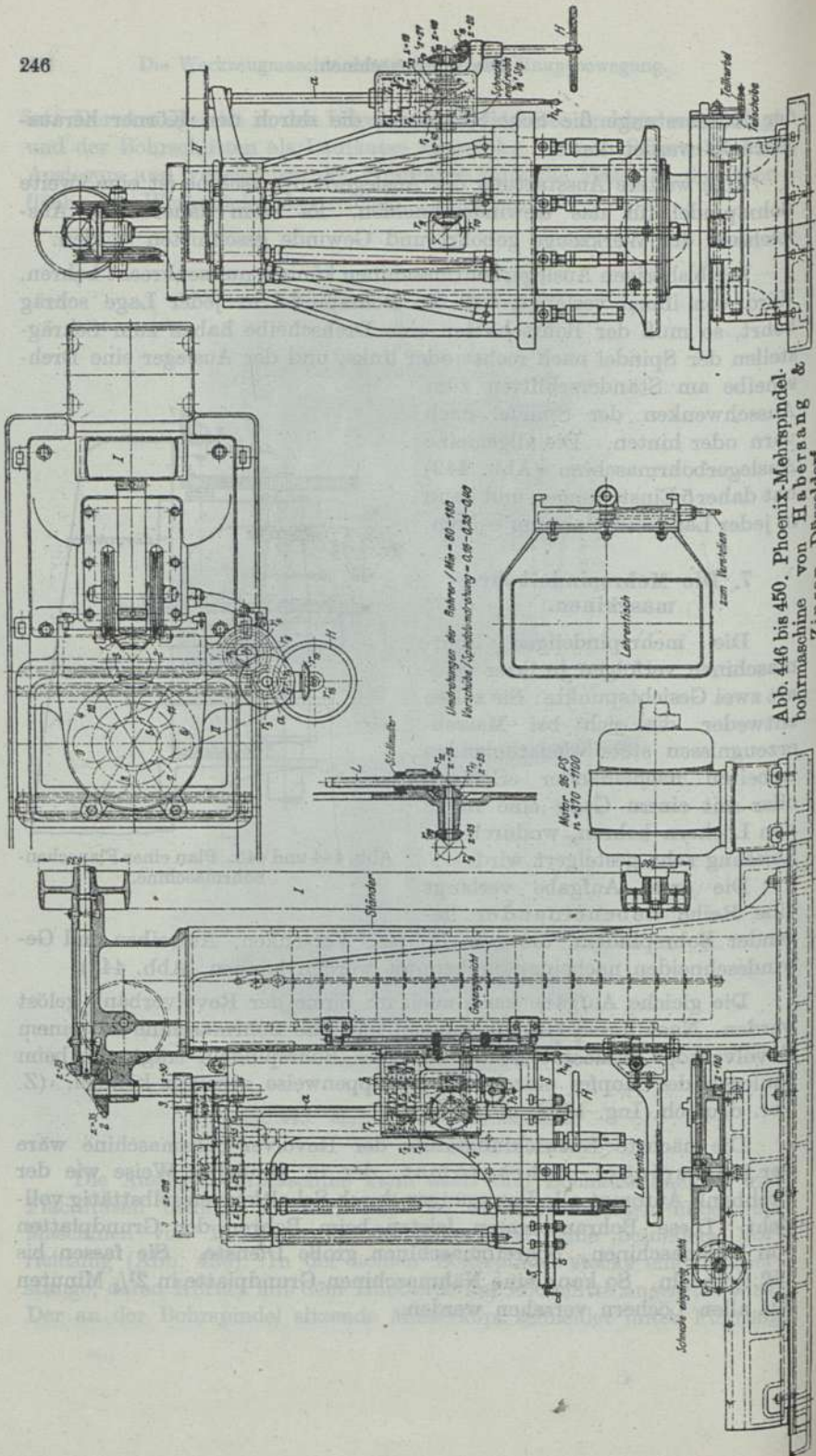


Abb. 446 bis 450. Phoenix-Mehrspindelbohrmaschine von Habersang & Zinsen, Düsseldorf.

## Die Lochreihen-Bohrmaschinen.

Für das Bohren ganzer Lochreihen bietet die Praxis zahlreiche Fälle, die sich nach der Lage der Bohrlöcher in zwei Gruppen scheiden lassen. Die Bohrlöcher liegen entweder wie die Schraubenlöcher eines Flanschen auf einem Kreise oder wie die Nietlöcher der Längsnaht eines Kessels auf einer Geraden.

Will man alle Schraubenlöcher eines Flanschen gleichzeitig bohren, so erfordert das Verfahren eine entsprechende Anzahl Bohrspindeln, die sich auf den Lochkreis einstellen lassen. Eine derartige Anordnung zeigen die Abb. 444 bis 445 in vereinfachter Darstellung. Die

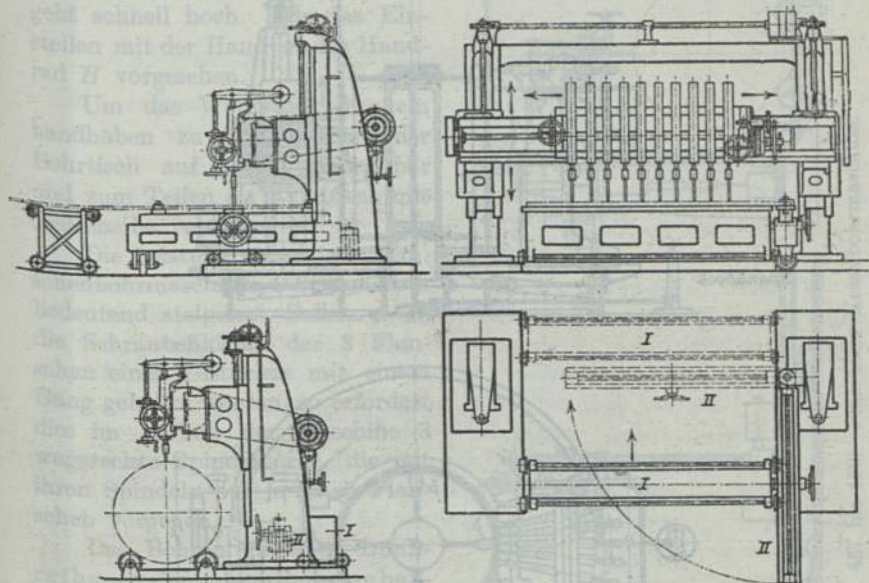


Abb. 451 bis 454. Plan einer Lochreihenbohrmaschine.

einzelnen Bohrspindeln laufen hier in mittig verstellbaren Schiebern, mit denen sie sich auf den betreffenden Lochkreis ausrichten lassen. Ihr Antrieb erfolgt durch das Haupttrrad 5, mit dem der Trieb jeder Spindel (6, 7, 8 und 9) in Eingriff steht. Die Verbindung dieser verstellbaren Bohrspindeln mit dem festliegenden Antrieb erfordert natürlich ausziehbare Kugelgelenkwellen.

Der Vorschub des Bohrers wird hier durch den Bohrschlitten erzeugt, der von der Maschine gesteuert wird und sich an der Arbeitsgrenze selbst auslöst. Um die einzelnen Bohrer jedesmal genau einstellen zu können, sind Bohrlehren mit den betreffenden Lochkreisen vorgesehen.

Die Phoenix-Bohrmaschine von Habersang & Zinsen, Düsseldorf (Abb. 446 bis 450), hat einen Spindelkorb mit 6 Spindeln. Der Antrieb geschieht vom Motor über den Riemen *I*, die Kegelräder *1, 2* und die Stirnräder *3, 4*. Mit dem Mittelrade *5* kämmen die 6 Spindelräder *6* bis *11*. Das Grobeinstellen der Spindeln auf den Lochkreis wird mit den Schiebern *S*, das Feineinstellen mit den Stellschrauben *s* vor-

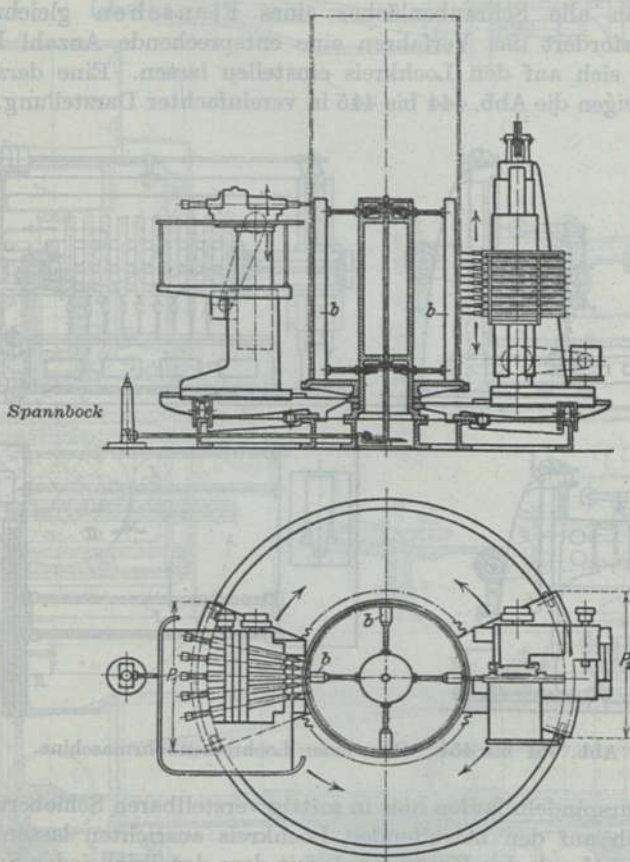


Abb. 455 und 456. Plan einer mehrspindeligen Kesselbohrmaschine für Längs- und Rundnaht.

genommen. Für den Bohrvorschub ist der Spindelkorb als Schlitten an dem Ständer geführt. Die Steuerung wird von dem Riemen *II* betrieben. Sie umfaßt das Ziehkeilschaltwerk  $r_1$  bis  $r_6$ , das Schneckengetriebe  $r_7, r_8$  und die Kegeltriebe  $r_9$  bis  $r_{12}$ , von denen letztes als Stellmutter auf der Vorschubspindel *L* sitzt. Das Ziehkeilgetriebe läßt sich



mit dem Griff  $h$  auf die 3 Vor-  
schübe 0,16—0,25—0,4 mm schal-  
ten. Der Selbstgang des Bohr-  
schlittens wird mit dem Griff  $h_1$   
eingerückt, der die Kupplung  $k$  auf  
das Schneckenrad  $r_8$  einstellt. Nach  
dem Durchbohren schaltet ein An-  
schlag die Kupplung  $k$  auf das  
Kegelrad  $r_{14}$  um. Damit ist das  
Ziehkeil- und Schneckengetriebe  
ausgeschaltet, und der Bohrschlitten  
geht schnell hoch. Für das Ein-  
stellen mit der Hand ist das Hand-  
rad  $H$  vorgesehen.

Um das Werkstück bequem  
handhaben zu können, ist der  
Bohrtisch auf Rollen ausfahrbar  
und zum Teilen als Rundtisch mit  
Teilscheibe versehen.

Die Leistung derartiger Flan-  
schenbohrmaschinen läßt sich noch  
bedeutend steigern. Sollen z. B.  
die Schraubenlöcher der 3 Flan-  
schen eines T-Stückes mit einem  
Gang gebohrt werden, so erfordert  
dies im Aufbau der Maschine 3  
wagerechte Spindelkörbe, die mit  
ihren Spindeln auf je einen Flan-  
schen vorgehen.

Das Bohren gerader Loch-  
reihen verlangt eine Reihe neben-  
einander liegender Bohrspindeln,  
die auf die vorgeschriebene Teilung  
oder auf ein Vielfaches derselben  
einzustellen sind. Die Lochreihen-  
bohrmaschine in Abb. 451 bis 454  
hat 10 Bohrspindeln zum Bohren  
der Löcher gerader Rohr- und  
Kondensatorplatten, sowie der  
Längsnähte an Kesselschüssen. Der  
Aufspanntisch hat hierzu eine Ein-  
richtung zum parallelen Verschie-  
ben der Blechplatten und ist aus-  
schwenkbar für das Bohren von  
Kesselschüssen

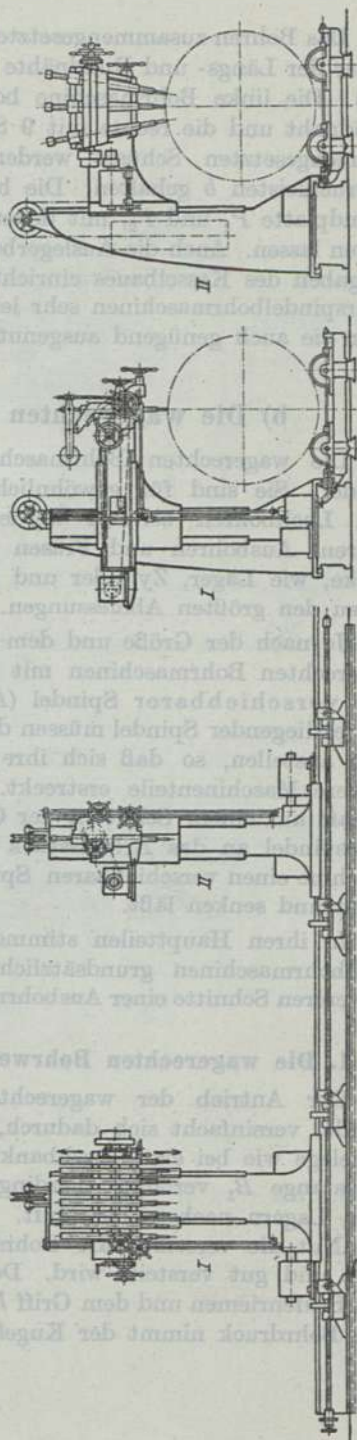


Abb. 457 bis 459. Plan einer Kesselbohrmaschine.

Das Bohren zusammengesetzter Kesselschüsse erfordert für die Nietlöcher der Längs- und Rundnähte beide Maschinenarten (Abb. 455 und 456). Die linke Bohrmaschine bohrt mit 5 Spindeln die Löcher der Rundnaht und die rechte mit 9 Spindeln die der Längsnaht. Die zusammengesetzten Schüsse werden auf einem Rundtisch durch die 4 Druckleisten  $b$  gehalten. Die beiden Maschinen stehen auf je einer Grundplatte  $P_1$  und  $P_2$ , mit denen sie sich auf dem Bett einzeln einstellen lassen. Auch die Auslegerbohrmaschine läßt sich für die gleichen Aufgaben des Kesselbaues einrichten (Abb. 457 bis 459). Sie sind als Mehrspindelbohrmaschinen sehr leistungsfähig, aber nur wirtschaftlich, wenn sie auch genügend ausgenutzt werden können.

## b) Die wagerechten Bohr- und Fräswerke.

Die wagerechten Bohrmaschinen haben eine wagerechte Bohrspindel. Sie sind für gewöhnlich Ausbohrmaschinen, die aber auch zum Lochbohren benutzt werden. Ihr Arbeitsbereich umfaßt das Bohren, Ausbohren und Fräsen mittelschwerer und schwerer Werkstücke, wie Lager, Zylinder und Maschinengehäuse von den kleinsten bis zu den größten Abmessungen.

Je nach der Größe und dem Gewicht der Werkstücke werden die wagerechten Bohrmaschinen mit festliegender (Abb. 460 bis 465) oder verschiebbarer Spindel (Abb. 466) ausgeführt. Die Maschinen mit festliegender Spindel müssen daher das Werkstück mit dem Arbeitstisch anstellen, so daß sich ihre Anwendung vorwiegend auf mittelschwere Maschinenteile erstreckt. Schwere Werkstücke werden vorteilhaft auf einem Schlitten der Grundplatte festgespannt, so daß die Bohrspindel an das Arbeitsstück anzusetzen ist. Hierzu verlangt die Maschine einen verschiebbaren Spindelstock, der sich als Bohrschlitten heben und senken läßt.

In ihren Hauptteilen stimmen jedoch beide Maschinen mit den Lochbohrmaschinen grundsätzlich überein. Allerdings verlangen die schwereren Schnitte einer Ausbohrmaschine eine überaus kräftige Bauart.

### 1. Die wagerechten Bohrwerke mit festliegender Spindel.

Der Antrieb der wagerechten Bohrmaschine mit festliegender Spindel vereinfacht sich dadurch, daß sich Stufenscheibe und Räder vorgelege wie bei einer Drehbank anordnen lassen. Der Vorschub der Bohrstange  $B_1$  verlangt allerdings eine hohle Bohrspindel  $B$ , die in ihren Lagern nachstellbar läuft. Die Bohrspindel treibt durch Feder und Nut die verschiebbare Bohrstange, die durch sie hochgradig geführt und gut versteift wird. Der Geschwindigkeitswechsel wird mit dem Stufenriemen und dem Griff  $h$  vollzogen, der die Vorgelege schaltet. Den Bohrdruck nimmt der Kugelring am Schlittenlager auf.

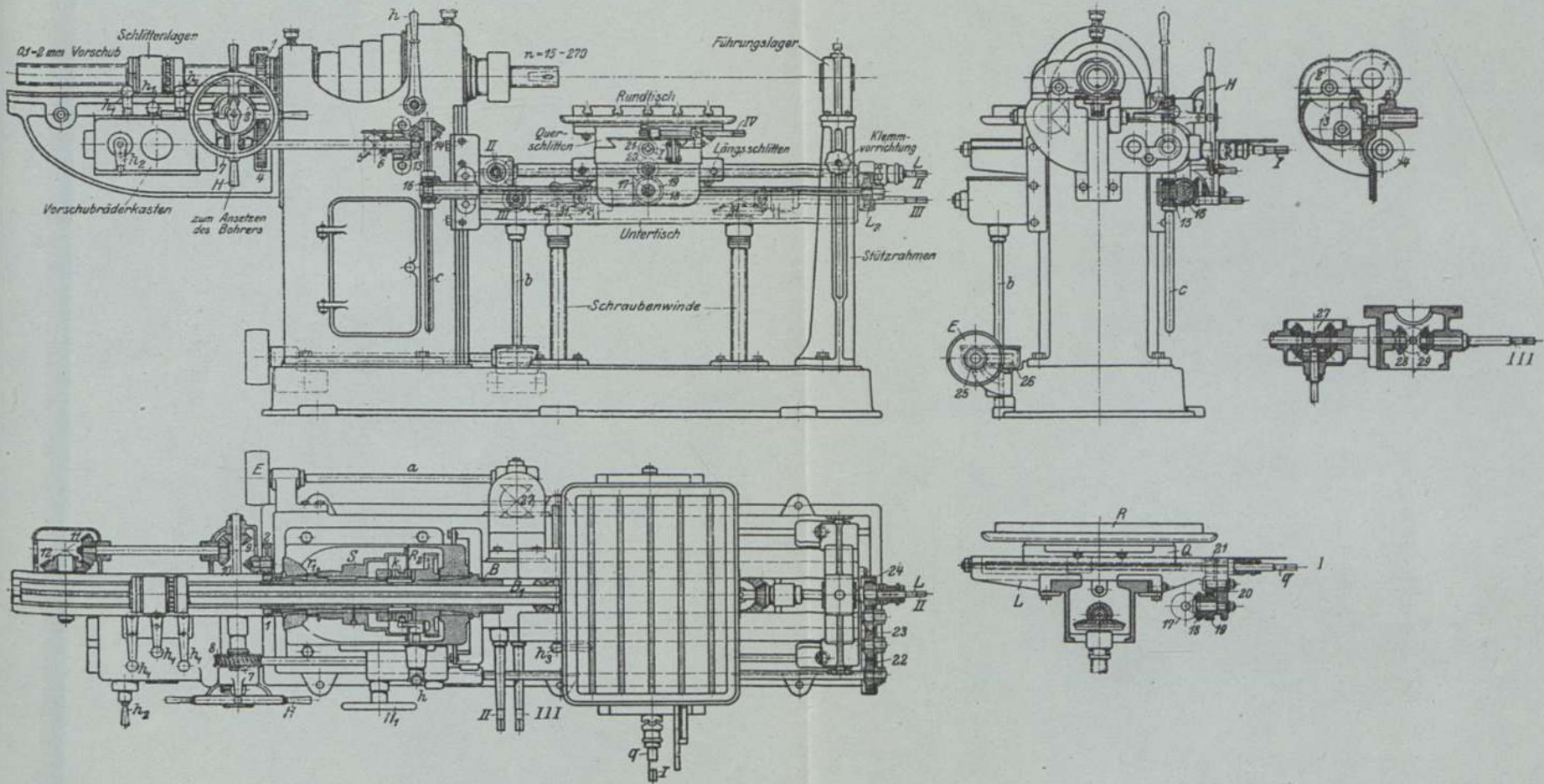


Abb. 460 bis 465.

**Union-Bohr- und Fräswerk**  
 Werkzeugmaschinenfabrik Union, Chemnitz.

Den Bohrvorschub vermittelt das Schlittenlager, das mit einer Zahnstange verschoben wird. Die Schaltsteuerung soll sachgemäß so angeordnet sein, daß alle Handräder und Handgriffe auf der Vorderseite der Maschine liegen und alle Getrieberäder möglichst auf der Rückseite und in Kästen verschlossen. Diese Anordnung ist zwar kostspielig, bietet aber dem Arbeiter einen größeren Schutz.

Der Gedanke ist auch in den Abb. 460 bis 465 vertreten. Der selbsttätige Bohrvorschub wird hier durch die Räder 1 bis 4 von der Bohrspindel entnommen und über den Vorschubräderkasten auf die Zahnstange des Schlittenlagers geleitet. Mit den 3 Schalthebeln  $h_1$  lassen sich die 8 Vorschübe und mit  $h_2$  die Vorschubrichtung wechseln. Zum Schnellverstellen der Bohrstange wird das Handkreuz  $H$  benutzt und zum Feineinstellen das Handrad  $H_1$ , das mit den Rädern 5 bis 12 und dem Zahnstangengetriebe das Schlittenlager verschiebt. Das Handkreuz  $H$  ist so eingerichtet, daß das Ein- und Ausrücken einer Kupplung fortfällt.

Schwere Maschinen haben als Antrieb ein Stufenrädergetriebe mit etwa 8 Schaltungen.

Der Bohrtisch hat bei den Maschinen mit fester Spindel das Werkstück anzusetzen und beim Fräsen den Vorschub zu erzeugen. Zu dem Zweck ist wie bei der einfachen Fräsmaschine der Untertisch als Winkeltisch ausgeführt und der Obertisch als Kreuzschlitten. Der Arbeitstisch gestattet daher, das Werkstück mit dem Winkeltisch zu heben und mit dem Kreuzschlitten längs und quer einzustellen. Er gewährt durch den vorderen Klemmrahmen ein erschütterungsfreies Arbeiten als Grundbedingung für glatten Schnitt.

Durchgebildete Maschinen haben zur größeren Handlichkeit und Leistungsfähigkeit für sämtliche Tischbewegungen Selbstgang. Die Vervollkommnung ist auch in die Abb. 460 bis 465 aufgenommen. Der Längsgang und der Quergang des Kreuzschlittens werden ebenfalls von dem Vorschubräderkasten betrieben. Es sind daher für den Längs- und Querschlitten 8 Vorschübe nach beiden Richtungen verfügbar. Der Querzug umfaßt vom Räderkasten ab die Räder 13 bis 21, von denen 21 auf der Querspindel  $q$  gekuppelt werden kann. Der Längszug besteht aus den Rädern 13 bis 16 und 22 bis 24, von denen sich 24 auf der Längsspindel  $L$  kuppeln läßt. Den Hochgang des Tisches leitet ein Riemen  $E$  vom Deckenvorgelege ab. Das Schraubenwindwerk des Untertisches wird daher durch die Getriebe 25 bis 31 angetrieben und mit dem Wendegetriebe 27 (Griff  $h_3$ ) umgesteuert. Mit einer Kurbel auf einem der Vierkante  $I$  kann man den Tisch quer, auf  $II$  lang, auf  $III$  hoch und tief verstellen und auf  $IV$  schwenken. Für die einzelnen Schlitten sind Maßstäbe zum genauen Einstellen vorgesehen.

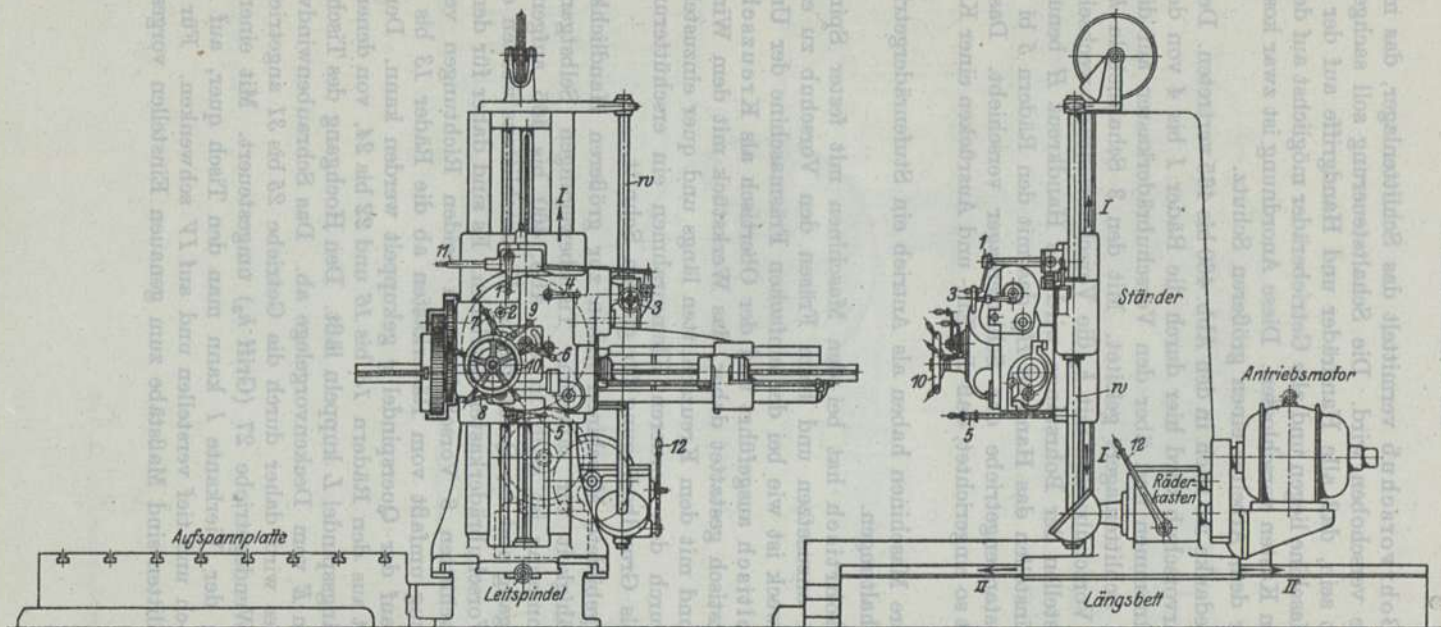


Abb. 466 und 467. Bohr- und Fräswerk von de Fries & Co., A. G., Düsseldorf.

## 2. Die wagerechten Bohr- und Fräswerke mit verschiebbarer Spindel.

Das Ausbohren schwerer Werkstücke verlangt von dem Bohrwerk, daß sich die Bohrspindel auf die Lochmitte ausrichten läßt. Das Arbeitsstück soll auf einer Aufspannplatte festgespannt bleiben. Die schweren Bohr- und Fräswerke (Abb. 466 und 467) haben daher eine verschiebbare Bohrspindel, die mit dem Bohrschlitten an dem Ständer nach *I* auf die Mittelebene des Bohrloches eingestellt wird. Das Ausrichten der Spindel auf die Lochmitte geschieht mit dem Ständer, der sich auf dem Längsbett nach *II* verschieben läßt. Zum Schrägbohren und Fräsen schrägliegender Flächen (Abb. 468) hat der Bohrschlitten eine Drehscheibe, mit der die Bohrspindel geschwenkt wird. Die Maschine hat daher 3 Hauptverstellungen. Die Kunst des Erbauers ist, Antrieb und Steuerung übersichtlich auf dem Bohrschlitten anzuordnen. Alle Handgriffe sollen bequem zur Hand liegen, nach einer Schalttafel zu schalten und alle Räder verkapselt sein. Als schwere Maschine hat das Bohrwerk für den Antrieb einen Einzelmotor und für den Ged-

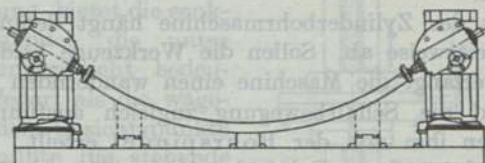


Abb. 468. Panzerplatten-Fräswerk.

schwindigkeitswechsel einen Räderkasten. Von der senkrechten Welle *w* aus wird die Bohrspindel über das Räderwerk am Bohrschlitten angetrieben.

## 3. Die Zylinderbohrmaschinen.

Die Zylinderbohrmaschinen sind Sondermaschinen für den Großmaschinenbau. Sie dienen, wie schon der Name sagt, zum Ausbohren größerer Dampf- Pumpen- und Gebläsezylinder. Ihre Werkzeuge sind die Bohrmesser, die in einen Bohrkopf der Bohrspindel gespannt werden. Liegt die Bohrspindel wagerecht, so ist die Maschine eine liegende Zylinderbohrmaschine und bei senkrechter Bohrspindel eine stehende.

### a) Die liegenden Zylinderbohrmaschinen.

Für den Aufbau der liegenden Zylinderbohrmaschinen gibt es zunächst zwei Wege: Erteilt man dem Bohrkopf mit den Bohrmessern beide Bewegungen (Abb. 469), so wird die Maschine verhältnismäßig kurz und ihre Lagerentfernung  $a > L$ . Die Kennzeichnung dieser Bauart liegt in dem wandernden Bohrkopf.

Trennt man Hauptbewegung und Vorschub (Abb. 470), so daß der Arbeitstisch mit dem Zylinder den Vorschub ausführt, so wird  $a > 2L$ . Diese Arbeitsweise wäre zwar nach dem früher Gesagten für die Güte der Arbeit vorteilhafter, für den Bau und Betrieb der Maschine aber unzuweckmäßig. Sie würde nämlich für den Vorschub des schweren Zylinders einen größeren Arbeitsbedarf beanspruchen und in ihrer Bauart viel schwerer ausfallen. Die Maschine, deren Kennzeichnung in

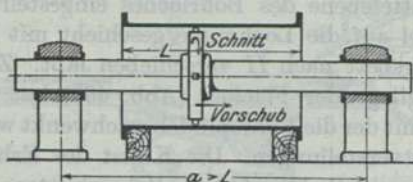


Abb. 469. Plan einer Ausbohrmaschine mit wanderndem Bohrkopf.

dem wandernden Arbeitstisch liegt, würde also wirtschaftlich ungünstig arbeiten.

Die Bauart der Zylinderbohrmaschine hängt demnach von ihrer besonderen Arbeitsweise ab. Sollen die Werkzeuge beide Bewegungen vollziehen, so verlangt die Maschine einen wandernden Bohrkopf, der die Haupt- und die Schaltbewegung zugleich ausführt. Beide Bewegungen werden ihm von der Bohrspindel erteilt. Der Bohrkopf sitzt hierzu auf der äußeren Bohrhülse (Abb. 471 und 472), mit der er durch Feder und Nut verbunden ist. Die Hülse wird durch die Stufen-

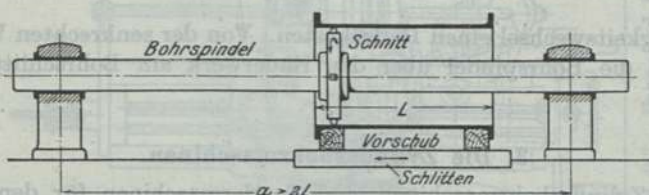


Abb. 470. Plan einer Ausbohrmaschine mit wanderndem Arbeitstisch.

scheibe 1, die Kegelräder 2, 3 und das Schneckengetriebe 4, 5 angetrieben, so daß sie den im Bohrkopf eingespannten Messern die vorgeschriebene Schnittgeschwindigkeit erteilt.

Der Vorschub des Bohrkopfes wird durch Schraube und Mutter erzeugt. Die Schaltschraube liegt hier als Leitspindel in der Bohrhülse. Sie faßt den Bohrkopf mit der Mutter  $m$  und schiebt ihn bei jedem Umlauf der Bohrhülse um den Vorschub vor (Abb. 473).

Der Schwerpunkt liegt auch bei diesen Maschinen in der Ausbildung der Bohrspindel. Soll nämlich die Maschine bei ihren schweren Schnitten gute Arbeit liefern, so darf die Spindel unter der Last ihres

Eigengewichtes, des Bohrkopfes und des Stahldruckes nicht zu stark federn. Nur unter dieser Voraussetzung werden genau runde Zylinder entstehen.

Die Gesetze für die Gestaltung der Bohrspindel lassen sich aus der Gleichung für die Durchbiegung  $f = \frac{P \cdot a^3}{C \cdot E \cdot J}$  entwickeln.

Sie besagt, daß die Federung der Spindel naturgemäß mit der Belastung  $P$  wächst, die durch das Eigengewicht und den Stahldruck hervorgebracht wird. Der Erbauer muß daher die Spindel von diesen auf Biegung wirkenden Kräften möglichst zu entlasten suchen.

Ein dankbares Mittel für diese Entlastung bietet die senkrechte Bohrspindel, die unter ihrem Belastungsgewicht bedeutend weniger federt als die waagrechte. Von dem Gesichtspunkte betrachtet, müßte die stehende Zylinderbohrmaschine empfehlenswerter sein als die liegende. Man sollte sie daher vorzugsweise bei den größten Zylindern anwenden, weil sie hier verhältnismäßig leicht ausfällt.

Ein weiteres Mittel, die Spindel zu entlasten, wären mehrere gleichzeitig arbeitende Werkzeuge. Sitzen sie im Bohrkopf entsprechend verteilt, so gleichen sie den auf die Spindel biegend wirkenden Bohrdruck ziemlich aus.

Der wichtigste Faktor ist, wie die Gleichung lehrt, eine kurze und dicke Spindel, weil die Durchbiegung mit  $a^3$  wächst und mit  $J$ , also  $d^4$ , abnimmt. In dieser Hinsicht verdient die Maschine in Abb. 469 entschieden den Vorzug. Ihre Spindel wird

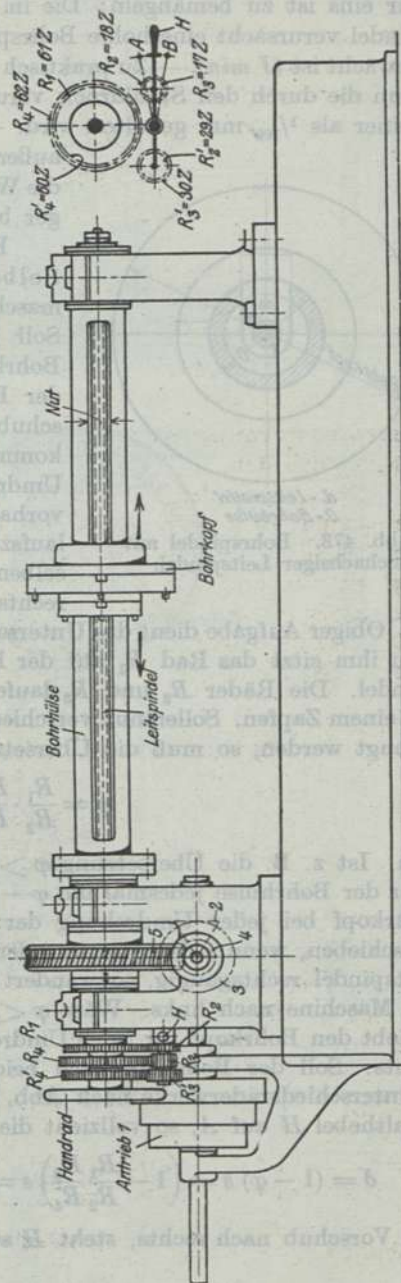


Abb. 471 und 472. Zylinderbohrwerk mit wanderndem Bohrkopf.



bei gleichen Abmessungen wie in Abb. 470 bedeutend widerstandsfähiger sein und infolgedessen auch einen glatteren Schnitt liefern. Nur eins ist zu bemängeln: Die im Innern gleichachsig liegende Leitspindel verursacht eine hohle Bohrspindel mit breiter Nut, die stark geschwächt ist ( $J \min$ ). — Zu praktisch brauchbaren Werten gelangt man, wenn die durch den Stahlruck verursachte Durchbiegung der Spindel kleiner als  $\frac{1}{100}$  mm gehalten wird. — Günstiger erweist sich schon die

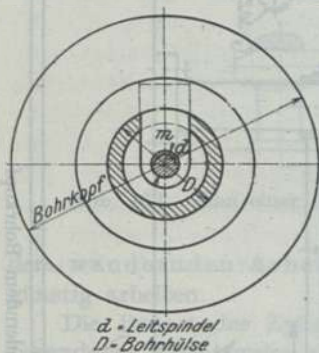


Abb. 473. Bohrspindel mit gleichachsiger Leitspindel.

außerachsig gelagerte Leitspindel, die die Widerstandsfähigkeit der Hülse weniger beeinträchtigt (Abb. 477).

Eine interessante Aufgabe bietet die Selbststeuerung der Zylinderbohrmaschine mit wanderndem Bohrkopf. Soll die gleichachsige Leitspindel den Bohrkopf vorschieben, so ist sie von der Bohrhülse anzutreiben. Ein Vorschub wird dabei aber nur zustande kommen, wenn ein Unterschied in den Umdrehungen der Spindel und der Hülse vorhanden ist. Denn bei gleicher Umlaufzahl würde der Bohrkopf auf derselben Stelle kreisen, ohne sich nach rechts oder links zu verschieben.

Obiger Aufgabe dient das Unterschiedsräderwerk (Abb. 471 und 472). Von ihm sitzt das Rad  $R_1$  auf der Bohrhülse und  $R_4, R_4'$  auf der Leitspindel. Die Räder  $R_2$  und  $R_3$  laufen mit einer gemeinsamen Büchse auf einem Zapfen. Sollen nun verschiedene Umdrehungen beider Spindeln erzeugt werden, so muß die Übersetzung dieses Getriebes

$$\varphi = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2 \cdot R_4} < 1$$

sein. Ist z. B. die Übersetzung  $\varphi > 1$ , so wird die Leitspindel gegenüber der Bohrhülse jedesmal um  $\varphi - 1$  Umdrehungen voreilen und den Bohrkopf bei jeder Umdrehung der Maschine um  $\delta = (\varphi - 1) s$  mm vorschieben, wenn  $s$  die Steigung der Leitspindel ist. Ist demnach die Leitspindel rechtsgängig, so wandert der Bohrkopf bei Rechtsdrehung der Maschine nach links. Wäre  $\varphi < 1$ , so eilt die Bohrhülse vor und schiebt den Bohrkopf bei jeder Umdrehung um  $\delta = (1 - \varphi) s$  mm nach rechts. Soll der Bohrkopf nach beiden Richtungen arbeiten, so sind 2 Unterschiedsräderwerke nach Abb. 472 einzubauen. Steht der Umschalthebel  $H$  auf  $A$ , so vollzieht die Maschine mit

$$\delta = (1 - \varphi) s = \left(1 - \frac{R_1 R_3}{R_2 R_4}\right) s = \left(1 - \frac{61}{18} \cdot \frac{17}{62}\right) 10 = 0,7 \text{ mm}$$

den Vorschub nach rechts, steht  $H$  auf  $B$ , so erfolgt der Vorschub mit

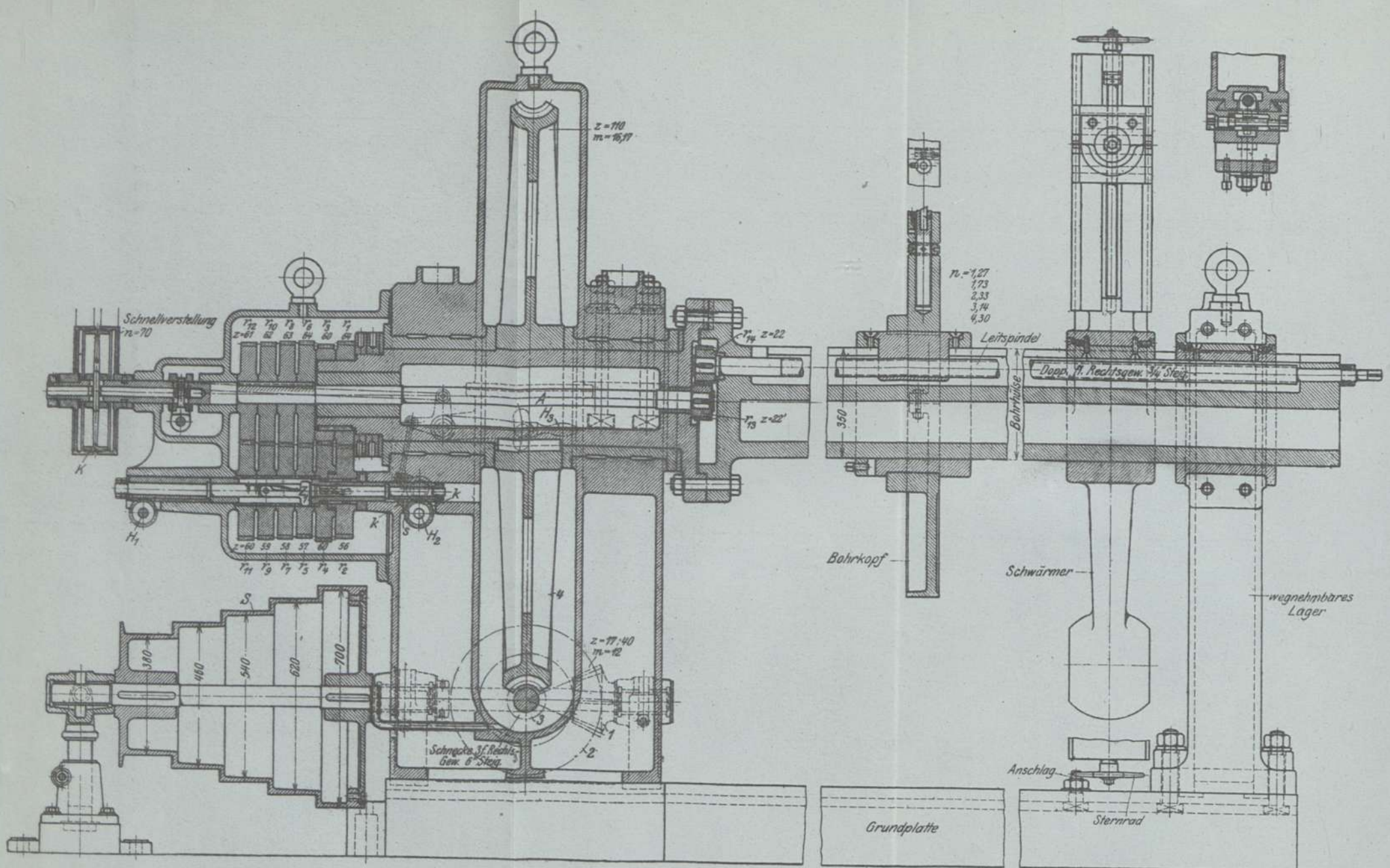


Abb. 474 und 475. Längsschnitt und Querschnitt.

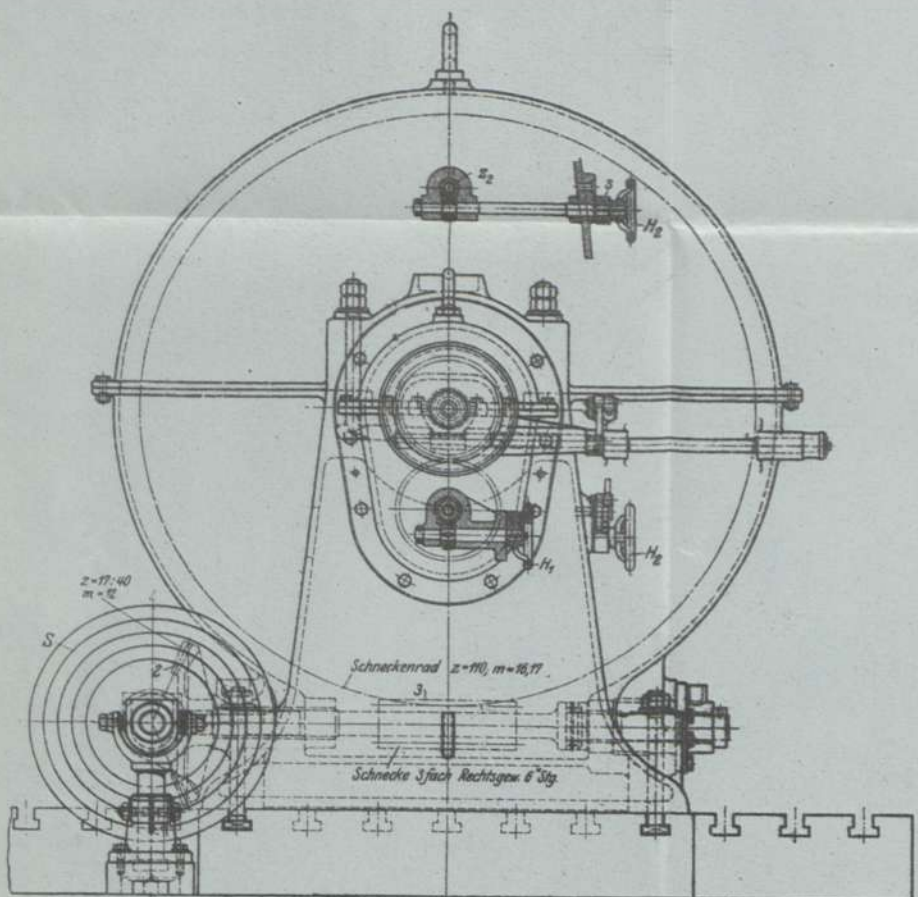


Abb. 476 und 477. Stirnansicht und Schnitt.

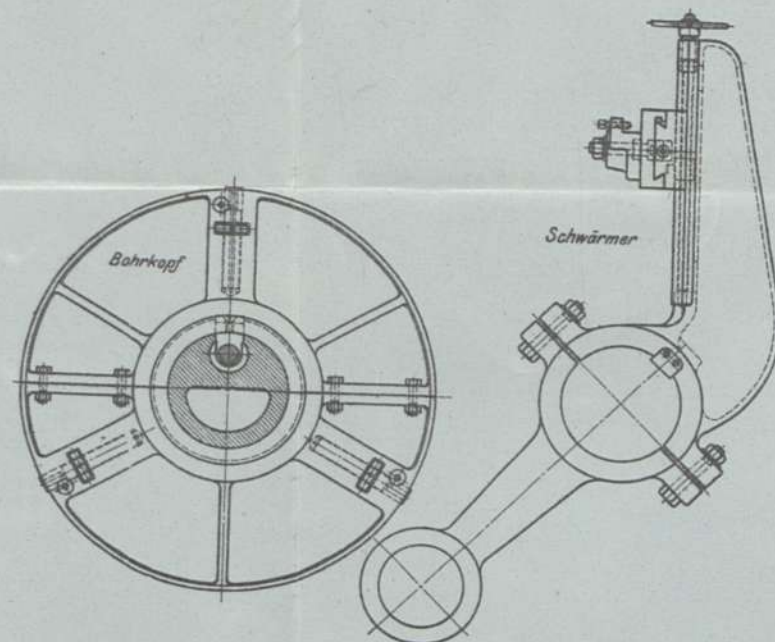


Abb. 478. Bohrkopf.

Abb. 479. Schwärmer.

**Zylinderbohrwerk**  
 von Otto Froriep, G. m. b. H. Rheydt.

$$\delta = \left(1 - \frac{R_1 R'_3}{R'_2 R'_4}\right) s = \left(1 - \frac{61 \cdot 30}{29 \cdot 60}\right) 10 = -0,5 \text{ mm}$$

nach links, vorausgesetzt, daß die Leitspindel rechtsgängig ist. Um den Bohrkopf von Hand einstellen zu können, sind die Räder  $R_2$ ,  $R_3$  und  $R'_2$ ,  $R'_3$  durch Umlegen des Hebels  $H$  auszurücken, so daß die Leitspindel mit dem Handrade gedreht werden kann.

Die Zylinderbohrmaschine von Otto Froriep, G. m. b. H., Rheydt (Abb. 474 bis 479), ist mit allen Neuerungen ausgestattet. Ihre Kennzeichnung liegt in dem 4fachen Vorschubwechsel des Bohrkopfes nach beiden Richtungen, in seinem Schnellverstellen und in der gesicherten Handhabung der Züge. Der Antrieb der Bohrhülse geht von der fünfblättrigen Stufenscheibe  $S$  aus über die Kegelräder 1, 2 und das große Schneckengetriebe 3, 4, das einen ruhigen Gang der Maschine sichert. Als Antrieb kann auch ein Räderkasten gewählt werden. Die Leitspindel liegt außersachsig in der Bohrhülse. Durch ein doppeltes und ein vierfaches Ziehkeilgetriebe wird sie von der Bohrhülse aus mit Rechts- oder Linkslauf gesteuert, so daß der Bohrkopf nach beiden Richtungen vorgehen kann. Mit dem Handrade  $H_1$  läßt sich der Ziehkeil  $Z_1$  für die 4 Bohrvorschübe auf die Räder  $r_5$  bis  $r_{11}$  einstellen und mit  $H_2$  und dem Ziehkeil  $Z_2$  die Vorschubrichtung wechseln. Schaltet man den Ziehkeil  $Z_2$  auf  $r_2$  und  $Z_1$  auf  $r_{11}$ , so ist der Vorschub

$$\delta = \left(1 - \frac{r_1 \cdot r_{11}}{r_2 \cdot r_{12}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}\right) s = \left(1 - \frac{64 \cdot 60}{56 \cdot 51}\right) \frac{20}{20} 19,1 = -2,4 \text{ mm,}$$

d. h. der Bohrkopf wird bei jeder Umdrehung um 2,4 mm rückwärts verschoben. Schaltet man  $Z_2$  auf  $r_4$  um, so ist der Vorschub

$$\delta = \left(1 - \frac{r_3 \cdot r_{11}}{r_4 \cdot r_{12}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}\right) s = \left(1 - \frac{60 \cdot 60}{60 \cdot 61}\right) \frac{20}{20} \cdot 19,1 = 0,31 \text{ mm}$$

nach vorwärts. Das Umsteuern des Bohrkopfes erfordert daher nur, das Handrad  $H_2$  auf Vorwärts oder Rückwärts zu stellen. Zum Schnellverstellen des Bohrkopfes sind ein offener und ein gekreuzter Riementrieb vorgesehen, der über die Welle  $A$  die Leitspindel treibt. Mit dem Griff  $H_3$  wird die Kupplung  $K$  auf eine der beiden Riemscheiben eingerückt und der Bohrkopf mit einer Geschwindigkeit von  $c = \frac{n \cdot s}{60} =$

$$\frac{70 \cdot 19,1}{60} = 22 \frac{\text{mm}}{\text{sek.}} \text{ verschoben.}$$

Sollen Zahnbrüche vermieden werden, so darf der Riementrieb erst gekuppelt werden, wenn der Ziehkeil  $Z_2$  ausgerückt ist. Diese Bedingung ist durch eine Sperre des Griffs  $H_3$  gelöst. Neben  $H_2$  sitzt nämlich die Sperrscheibe  $s$  mit 2 Nuten. Ist  $Z_2$  eingerückt, so liegen die Sperrklauen  $k$  vor der vollen Scheibe  $s$  und sperren  $H_3$ . Bei ausgerücktem Ziehkeil  $Z_2$  stehen hingegen die Nuten vor den Klauen  $k$ , so daß der Griff  $H_3$  benutzt werden kann. Eine Klaue  $k$  würde dann in die Nut der Sperrscheibe  $s$  das Handrad  $H_2$  fassen und verriegeln.

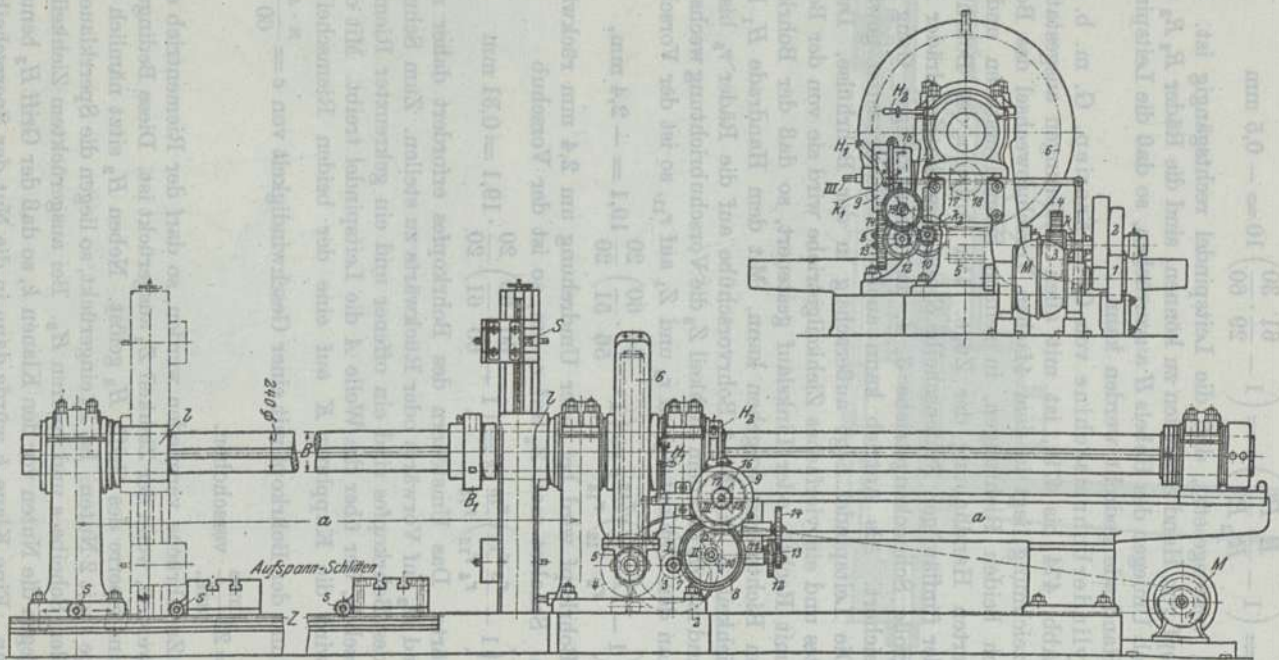


Abb. 480 und 481. Zylinderbohrmaschine mit wandernder Bohrstange von Collet & Engelhard, Offenbach.

•  $Z_1 = 17$ ,  $Z_2 = 68$ ,  $Z_3 = 51$ ,  $M = 6$ ;  $Z_{10} = 18/36$ ,  $M = 7$ ;  $Z_{11} = 29$ ,  $Z_{12} = 55$ ,  $M = 4$ ;  $Z_{13} = 35$ ,  $Z_{14} = 68$ ,  $M = 3,5$ ;  $Z_{15} = 64$ .  $t = 5/8''$ .

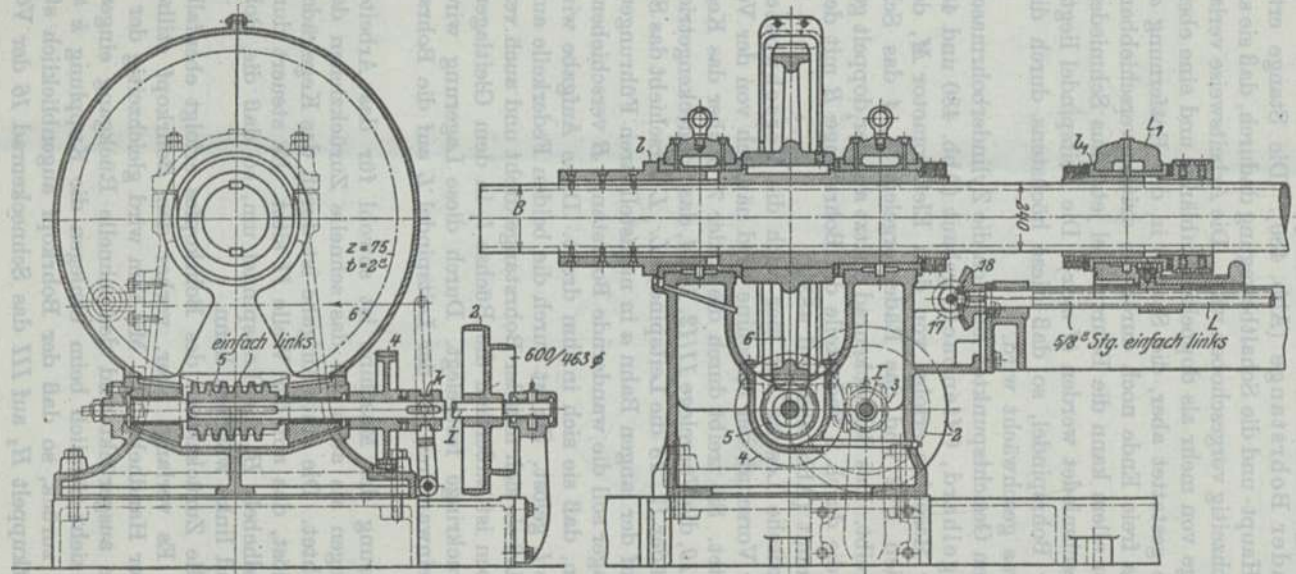


Abb. 482 und 483. Antrieb der Zylinderbohrmaschine. Collet & Engelhard.

$z_2 = 20$ ,  $z_1 = 50$ ,  $M = 8$ ;  $z_{17} = 18$ ,  $z_{18} = 27$ ,  $M_1 = 7,5$ .

Für ein ruhiges Arbeiten besonders empfehlenswert ist die Maschine mit wandernder Bohrstange (Abb. 480). Die Stange erteilt dem Bohrkopf die Haupt- und die Schaltbewegung dadurch, daß sie sich selbst dreht und gleichzeitig vorgeschoben wird. Die Arbeitsweise verlangt zwar eine Bohrstange von mehr als doppelter Hublänge und eine ebenso lange Maschine. Sie gestattet aber, die Stange in der Entfernung  $a > L$  zu lagern und das freie Ende noch durch ein drittes verschiebares Lager zu führen. Vor allem kann die Bohrspindel jetzt aus Schmiedestahl aus dem Vollen geschmiedet werden ( $J_{max}$ ). Die Leitspindel liegt nämlich außerhalb der Bohrspindel, so daß diese höchstens durch die beiden Keilnuten etwas geschwächt wird.

Nach diesen Gesichtspunkten ist auch die Zylinderbohrmaschine von Collet & Engelhard, Offenbach, gebaut (Abb. 480 und 481). Der Antrieb dieser Maschine erfolgt von dem Elektromotor  $M$ , der durch den Riementrieb 1, 2 und das Rädervorgelege 3, 4 das Schneckengetriebe 5, 6 treibt. Das Schneckenrad 6 sitzt auf der doppelt gelagerten Laufbüchse 7, die durch 2 Federkeile die Bohrstange  $B$  mit dem Bohrkopf  $B_1$  mitnimmt (Abb. 482 und 483).

Eine praktische Lösung hat hier auch die Vorschubsteuerung gefunden. Der Vorschub der Maschine wird nämlich von der Vorgelegewelle  $I$  abgeleitet. Sie treibt durch die Räder 7, 8 über das Kegelhänderwendegetriebe 10, die Vorgelege 11/12, 13/14, das Schneckengetriebe 15/16 und die Kegelhänder 17, 18 die Leitspindel  $L$ .  $L$  verschiebt das Schlittenlager  $L_1$ , das auf der langen Bahn  $a$  in nachstellbaren Führungen gleitet. Das Schlittenlager soll die wandernde Bohrstange  $B$  verschieben und zugleich gestatten, daß sie sich in ihm dreht. Diese Aufgabe wird durch die Laufbüchse  $l_1$  gelöst. Sie ist durch die beiden Federkeile auf  $B$  festgeklemmt, so daß sie sich mit der Bohrstange dreht und auch verschiebt. Zum Verschieben ist außerdem die Büchse  $l_1$  in dem Gleitlager beiderseits durch Druckringe festgelegt. Durch diese Lagerung wird daher der Vorschub einwandfrei von der Leitspindel  $L$  auf die Bohrstange  $B$  übertragen.

Die Steuerung der Maschine ist sowohl für das Arbeiten nach beiden Richtungen als auch für das schnelle Zurückziehen des Bohrkopfes eingerichtet. Die erste Aufgabe ist durch das Kegelhänderwendegetriebe 10 gelöst, das auf der Welle  $II$  sitzt. Es steuert durch Umlegen des Handhebels  $H_2$  die Leitspindel um, so daß die Bohrstange nach rechts und links wandern kann.

Das schnelle Zurückziehen des Bohrkopfes erfolgt ebenfalls durch die Maschine. Es verlangt aber, vorher den Bohrkopf stillzusetzen. Hierzu dient der Handhebel  $H_1$ . Mit ihm wird gleichzeitig der Antrieb der Bohrstange ausgerückt und der schnelle Rückgang eingeschaltet. Der Hebel  $H_1$  zieht nämlich beim Umlegen die Kupplung  $k$  aus dem Antriebsrade 4 zurück, so daß der Bohrkopf augenblicklich stillsteht. Gleichzeitig entkuppelt  $H_1$  auf  $III$  das Schneckenrad 16 der Vorschub-

- A* = Selbstgang des Tisches nach beiden Richtungen,
- B, C* = Schnellverstellung des Bohrkopfes nach beiden Richtungen,
- D* = Handverstellung des Bohrkopfes,
- E* = Selbstgang des Bohrkopfes,
- F* = Antrieb der Bohrstange,
- G* = zum Verstellen des Bügels *H*,
- J* = zum Schwenken der Halter *K*

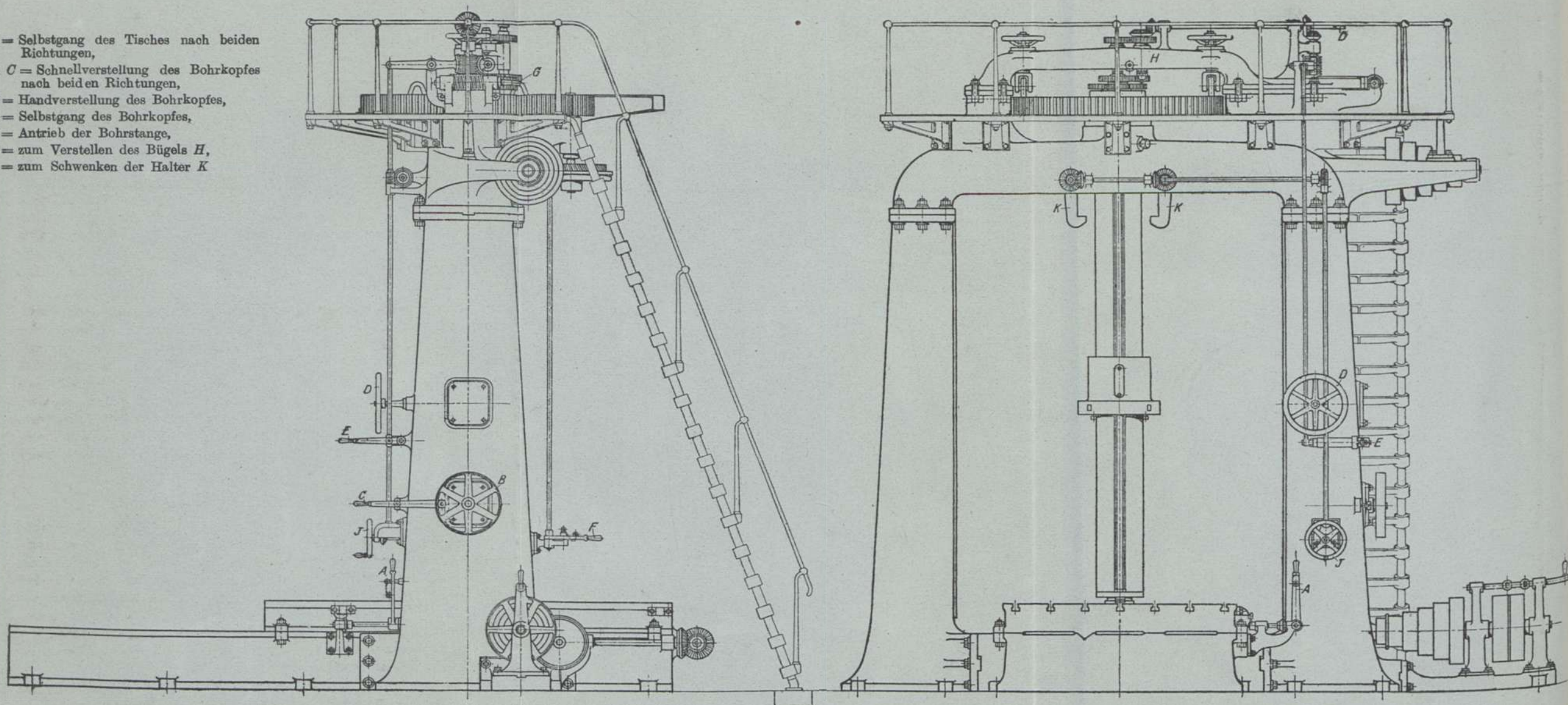


Abb. 484 und 485.

**Senkrecht Zylinderbohrwerk**  
 Sächsische Maschinenfabrik vorm. R. Hartmann, A. G., Chemnitz.

steuerung, schaltet aber  $k_1$  auf der Gegenseite auf das Rad 9 ein. Hierdurch tritt der Rückzug 7, 8, 9, 17, 18 in Kraft, so daß die Maschine von der Vorlegewelle I aus die Bohrstange schnell zurückzieht.

Um den Bohrkopf mit der Hand einstellen zu können, ist die Welle III mit einem Vierkant zum Aufstecken einer Kurbel versehen und die Kupplung  $k_1$  auszurücken. Sämtliche Handgriffe liegen auch hier auf der Vorderseite der Maschine, so daß sie vom Stande des Arbeiters bequem zu fassen sind.

Das Einspannen des Werkstückes geschieht auf zwei Aufspannschlitten, die durch die Zahnstange Z und die Triebe s einzustellen sind. Ebenso läßt sich das linke Lager auf die passende Entfernung einstellen. Bei der Maschine sind daher alle Bedingungen erfüllt, die zum wirtschaftlichen Arbeiten notwendig sind. Sie läßt sich durch zwei einfache Handgriffe augenblicklich stillsetzen und umsteuern und auch den Bohrkopf schnell zurückziehen.

Eine dankbare Erweiterung erfahren diese Maschinen noch durch fliegende Stirnschlitten oder Schwärmer S zum Abdrehen der Zylinderflanschen. Die Maschine wird dadurch zum Zylinderbohr- und Drehwerk. Die Schwärmer können wie in Abb. 474 auf der Bohrhülse sitzen oder wie in Abb. 480 auf der verlängerten Laufbüchse l festgeklemmt werden. Es kann daher gleichzeitig gebohrt und gedreht werden. Zum Anstellen und Schalten des Werkzeuges sitzt auf dem Schwärmer ein Kreuzschlitten (Abb. 474 und 479). Der Vorschub wird nach jedem Umlauf durch einen Anschlag erzeugt, der das Sternrad etwas dreht (Abb. 474).

### β) Die stehenden Zylinderbohrmaschinen.

Die stehenden Zylinderbohrmaschinen (Abb. 484 und 485) verlangen, daß zum Einsetzen des Zylinders die Bohrspindel mit einem Kran hochgezogen und der untere Arbeitstisch aus- und eingefahren werden kann. Der Antrieb und die Steuerung für den wandernden Bohrkopf der Maschine liegen oben und sind durch eine Plattform zugänglich. Muß man auch theoretisch der stehenden Spindel den vorhin erwähnten Vorzug einräumen, so bietet doch ihre erschütterungsfreie Lagerung praktische Schwierigkeiten. Sie erfordert, wie das Bild zeigt, ein kräftiges und massiges Bauwerk.

Im allgemeinen werden die stehenden Zylinderbohrmaschinen für das Ausbohren der Zylinder stehender Maschinen benutzt, weil sich diese Zylinder beim liegenden Bearbeiten zu stark verbiegen würden. Dies gilt im besonderen von dünnwandigen Zylindern. Sie werden also unter der stehenden Maschine besser für ihren Zweck vorgearbeitet.



### 3. Die Fräsmaschinen.

Das Bestreben der Technik, die Maschinen mit hin- und hergehender Hauptbewegung durch die leistungsfähigeren mit kreisender Hauptbewegung zu ersetzen, hat der Fräsmaschine ein großes Arbeitsfeld eröffnet. Durch die Erfahrungen der letzten Jahre ist diese Maschine derart vervollkommen worden, daß sie den höchsten Anforderungen genügt. Viele Arbeiten, die früher auf der Hobel- und Stoßmaschine, der Drehbank und Bohrmaschine vorgenommen wurden, werden heute durch Fräsen erledigt.

#### a) Die Entwicklung des Fräasers und der Fräserei.

Um die Bedeutung des FräSENS für die Metallbearbeitung schätzen zu lernen, ist es notwendig, zunächst die Vorzüge des Fräasers und seiner Arbeitsweise zu kennen.

Der Fräser besitzt als mehrschneidiges Werkzeug eine Reihe von Schneidzähnen. In dieser Bauart liegt schon seine Überlegenheit gegenüber dem einschneidigen Dreh- und Hobelstahl. Die schmale Schneide der letzten Stähle arbeitet ständig oder mit kurzen Unterbrechungen. Sie erwärmt sich und wird bald stumpf, selbst der leere Rücklauf der Hobelmaschine vermag dies nicht zu verhindern. Der kreisende Fräser hingegen arbeitet gleichzeitig mit mehreren Schneiden. Sie sind aber nur während Bruchteile einer Umdrehung der Arbeitswärme ausgesetzt und können sich dann wieder abkühlen. Aus dem Grunde ist

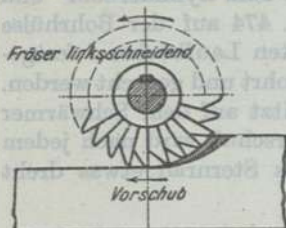


Abb. 486. Zweckmäßige Arbeitsweise des Fräasers.

jeder Fräser höheren Schnittgeschwindigkeiten gewachsen als der beste Dreh- und Hobelstahl. Diese Schnittgeschwindigkeiten können noch verdoppelt werden, wenn man den Fräser aus Schnellstahl herstellt. Hiervon überzeugt ein Blick auf die Zahlentafel I, S. 2. Dazu kommt noch, daß im Vergleich zum schmalen Span des Hobelstahles der Fräser die ganze Breite des Werkstückes mit einem Gange faßt. Der Fräser wird daher im allgemeinen die größere Leistung aufzuweisen haben.

Auch in der Arbeitsweise hat der Fräser vor dem Hobelstahl gewisse Vorzüge, die für einen ruhigen Gang der Maschine und somit für die Güte der Arbeit nicht zu unterschätzen sind. Während der Hobelstahl bei jedem Schnitt von neuem ansetzt und hierdurch mehr oder weniger starke Stöße verursacht, erfolgt das Ansetzen der einzelnen Fräserzähne so schnell aufeinander, daß die Stöße verschwinden. Bei richtiger Schaltung zeigt sich noch eine weitere günstige Eigenart des

Fräasers, die in seinem kommaartigen Span liegt. Durch den allmählichen Vorschub des Werkstückes wird nämlich von jedem Fräserzahn ein Span abgehoben, dessen Querschnitt allmählich zunimmt (Abb. 486). Infolgedessen wächst auch der Schnittwiderstand eines jeden Fräserzahnes allmählich, so daß bei mehreren gleichzeitig arbeitenden Schneiden ein Ausgleich in den Schwankungen des Schnittdruckes eintritt. Diese Arbeitsweise des Fräasers gestattet daher der Maschine einen ruhigen Gang und läßt jeden Fräserzahn auf glatte Flächen ansetzen. Beide Vorzüge bedingen jedoch, daß das Werkstück dem Fräser entgegengesetzt seiner Schnittrichtung zugeführt wird. Andernfalls beginnt jeder Fräserzahn gleich mit einem starken Span. Der Fräser würde dabei nicht nur den ruhigen Gang einbüßen, sondern auch durch das Einhacken in die harte Gußkruste äußerst stark beansprucht.

Eine weitere Vervollkommnung bietet der Spiralfräser (Abb. 487). Er arbeitet ruhiger als der Fräser mit geraden Zähnen, weil bei ihm eine größere Zahl von Schneiden gleichzeitig in Angriff stehen. Sie nehmen zurzeit verschiedene Späne, so daß der Schnittdruck ziemlich gleichmäßig ausfällt. Die Länge der Spirale wählt man vorteilhaft gleich dem 7 bis 9fachen Fräserdurchmesser oder den Spiralwinkel zur Fräserachse  $10^\circ$  bis  $20^\circ$  oder gar  $30^\circ$ .

Für die Grob- und Formfräseerei von höchster Bedeutung ist das Hinterdrehen der Fräserzähne (Abb. 488). Hinterdrehte Fräser besitzen eine kräftige Zahnform. Die Zähne können bis zum völligen Aufbruch ohne jede Formänderung nachgeschliffen werden. Sie halten beim Nachschleifen ihre Anstellungswinkel bei und können eine starke Belastung vertragen.

Das Hinterdrehen eines Fräasers ist stets von dem vorliegenden Zweck abhängig zu machen. Walzen- und Stirnfräser zu hinterdrehen, empfiehlt sich nicht immer, weil ihre Instandhaltung zu kostspielig wird. Denn der hinterdrehte Fräser erfordert zum genauen Rundlauf ein sehr sorgfältiges Nachschleifen der einzelnen Zähne, das bei dem einen mehr und bei dem anderen weniger sein muß. Die Erfahrungen haben daher gelehrt, den Fräser mit spitzen Zähnen bei allen Planfräsarbeiten zu verwenden, bei denen es auf Genauigkeit ankommt — Schlichtarbeiten —, dagegen den hinterdrehten Fräser nur bei schweren Schrumparbeiten. Aber auch als Schrumpfräser leistet der Fräser mit

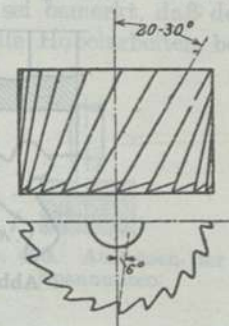


Abb. 487. Spiralfräser.

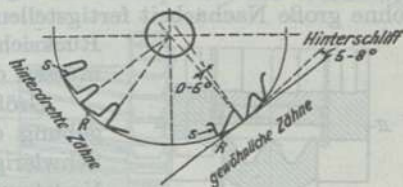


Abb. 488. Gewöhnliche und hinterdrehte Fräserzähne.

spitzen Zähnen gute Dienste, nur muß er eine genügend grobe Teilung haben. Hierdurch unterscheidet sich der spitze Schruppfräser von dem Schlichtfräser mit seiner feinen Teilung.

Eine für die Formfräserei wichtige Eigenschaft der hinterdrehten Fräser ist, daß sie bei richtigem, mittigem Nachschleifen der Schneidflächen  $S$  die Zahnform nicht ändern (Abb. 488). Sie bieten daher die

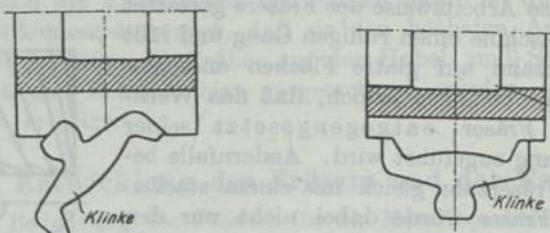


Abb. 489 und 490. Fräsen einer Klinke.

Möglichkeit, Zahnräder, Kettenräder mit gleichen Zähnen fräsen zu können. Somit erstreckt sich das Hauptarbeitsgebiet des hinterdrehten Fräasers auf die Formfräserei.

Für die Massenerzeugung von hohem Werte ist auch die eigene Formgebung des Fräasers, der sich mit den mannigfachsten Formen ausstatten läßt. Derartige Formfräser gewähren den Vorzug, vielgestaltete Flächen mit einem Gang der Maschine fräsen und Massenstücke ohne große Nacharbeit fertigstellen zu können (Abb. 489 und 490). Mit

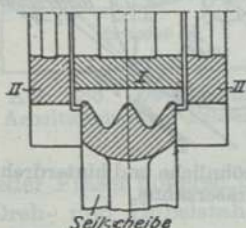


Abb. 491. Rundfräsen einer Seilscheibe.

Rücksicht auf die Erhaltung der genauen Form müssen die Formfräser hinterdreht werden.

Größere Fräser verlieren aber ihre Formgebung durch die immer größer werdenden Schwierigkeiten beim Härten. Die geringste Verletzung einer Schneide macht schon das zeitraubende Nachschleifen des ganzen Fräasers notwendig, wenn er seinen Rundlauf bewahren soll. Diesem Übel begegnen die zusammengesetzten Formfräser (Abb. 491) und die Gruppen- oder Satzfräser (Abb. 492 und

494). Von ihnen ist jeder Einzelfräser für sich zu härten und zu schleifen.

Eine ähnliche Verbesserung bildet auch der Fräskopf mit auswechselbaren Einzelmessern (Abb. 495 und 496). Diese Bauart gestattet, bei verschieden eingestellten Messern Spantiefen von mehr als 20 mm zu nehmen. Sie sind also für besonders große Arbeitsleistungen schaffen.

Die Entwicklung der Fräserei verdient noch einige Worte: Anfangs erstreckte sich das Fräsen nur auf gewisse Massenarbeiten

(Abb. 489) und den Werkzeugbau (Abb. 497), später auch auf die Zahnradfräserei. In diesen Arbeitsgebieten ist der Fräser allen anderen Werkzeugen stets überlegen, weil er fertige Arbeit liefert.

Ein scharfer Wettkampf setzte mit der Einführung des Fräasers zwischen der Hobelmaschine und der Fräsmaschine ein, und so entbrannte die Frage: Hobeln oder Fräsen? Hierzu sei bemerkt, daß der Hobelstahl ein einfaches Werkzeug ist, das für alle Hobelarbeiten be-

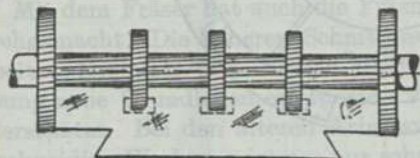


Abb. 492. Gruppenfräser zum Fräsen eines Schlittens mit Spannuten.

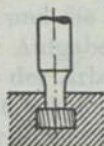


Abb. 493. Ausfräsen der Spannuten.

nutzt werden kann und billig in seiner Herstellung und Unterhaltung ist. Der Fräser hingegen ist ein vielgestaltetes Werkzeug, teuer in der Anschaffung und Unterhaltung. So kostet nach Listen ein 5 kg schwerer Hobelstahl 17 M. und ein 5 kg schwerer Fräser 28 M. Die Unterhaltung stellt sich beim Fräser doppelt so hoch, doch muß der Hobelstahl etwa 6 mal so oft nachgearbeitet werden. Durch langjährige Ermittlungen sind in den Werkstätten der Comp. de l'Est in Epernay die Werkzeug-

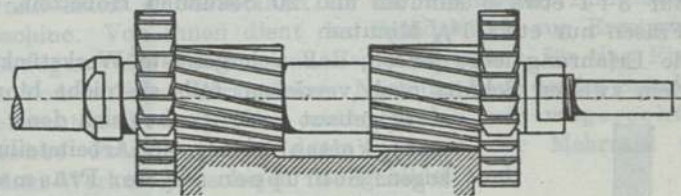


Abb. 494. Gruppenfräser.

und Unterhaltungskosten im Vergleich zu dem Spangewicht festgestellt worden. Sie betragen bei Hobelstählen 2,2 Pfg. für das kg Späne und bei Fräsern 6,4 Pfg.

Soll bei den höheren Anschaffungs- und Unterhaltungskosten der Fräser einen wirtschaftlichen Vorsprung bieten, so muß er in einer kürzeren Arbeitszeit liegen. Da aber die Hobelmaschine das Werkstück in der Minute um 10 bis 20 m zuschiebt, dagegen die Fräsmaschine um höchstens 120 bis 180 mm, so wird das Hobeln bei langen und schmalen Arbeitsflächen wirtschaftlicher sein, weil hierzu nur wenig Hübe notwendig sind. Dagegen werden breite Flächen zweckmäßig mit einem Schnitt gefräst, weil sie beim Hobeln zuviel Hübe und damit auch zuviel Rückläufe erfordern.

So erfordert das Hobeln einer 5 mm breiten Fläche bei 1,5 m Hobelhub und 1 mm Vorschub und Rücklauf 2 : 1 etwa  $1\frac{1}{4}$  Minuten, dagegen das Fräsen bei 100 mm Vorschub etwa 14 Minuten. Eine Fläche von 160 mm Breite und 350 mm Länge verlangt bei einem Hobelhub

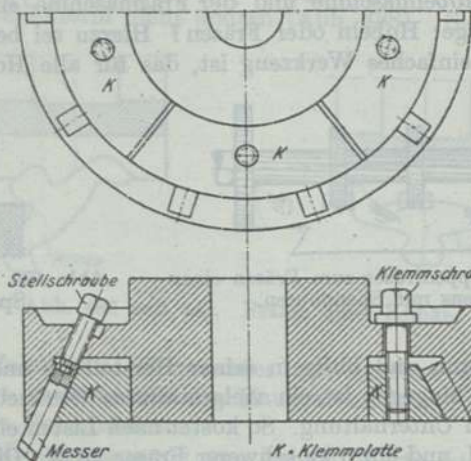


Abb. 495 und 496. Fräskopf „Hanseat“. Grosset, Hamburg.

von 450 mm und 2 mm Vorschub, 150 mm Schnittgeschwindigkeit, Rücklauf 3 : 1 etwa 5 Minuten und 20 Sekunden Hobelzeit, dagegen beim Fräsen nur etwa  $1\frac{2}{3}$  Minuten.

Die Erfahrung lehrt jedoch, daß sich gefräste Werkstücke selbst nach dem zweiten Schnitt noch verziehen, falls sie nicht hinreichend stark gebaut sind. So hat sich denn für Genauigkeitsarbeiten eine Arbeitsteilung vollzogen: Schruppen auf der Fräsmaschine und Schlichten auf der Hobelmaschine.

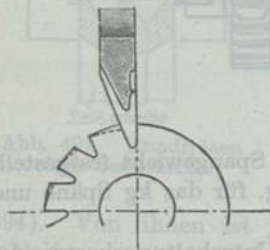


Abb. 497. Ausfräsen der Nuten eines Fräasers.

Für eine wirtschaftliche Fräselei ist daher Vorbedingung, daß einmal die Werkstücke fürs Fräsen gebaut sind, d. h. sie dürfen unter dem starken Arbeitsdruck des Fräasers nicht nachgeben, und zum andern, daß für die teuren Fräser genügend Arbeit vorhanden ist. Das letzte besagt, daß große Satzfräser die Werkzeuge für Massen- und Gruppenarbeiten sind (Abb. 492 bis 494).

Auch mit der Drehbank ist die Fräsmaschine in den Wettbewerb getreten und zwar durch das Rundfräsen und das Gewindefräsen, ohne allerdings die Genauigkeit der Drehbank zu erreichen.

Die Rundfräsmaschine bietet große wirtschaftliche Vorteile

wenn vielgestaltete Drehkörper massenweise zu bearbeiten sind (S. 327). Ähnliche Vorzüge besitzt auch die Gewindefräsmaschine für das Gewindeschneiden (S. 330). Sowohl beim Rundfräsen als auch beim Gewindefräsen kann ein Mann mehrere Maschinen bedienen.

## b) Die verschiedenen Bauarten der Fräsmaschinen.

Mit dem Fräser hat auch die Fräsmaschine ihren Entwicklungsgang durchgemacht. Die höheren Schnittgeschwindigkeiten und die größeren Arbeitswiderstände beim Fräsen stellten dem Erbauer Aufgaben, deren Lösung neue Grundlagen erforderte. Vor allem wurde der Arbeitsdruck unterschätzt. Bei den älteren Arbeitsverfahren nimmt bekanntlich das einschneidige Werkzeug immer nur schmale Späne, der Fräser aber vielfach solche von der ganzen Breite des Werkstückes. Zu diesem größeren Arbeitsdruck tritt noch das sich stetig wiederholende Ansetzen der einzelnen Fräserzähne. Diese Arbeitsweise des Fräsers gewährt zwar eine größere Leistung, verlangt aber als Grundbedingung der Fräselei Arbeitsmaschinen von durchaus kräftiger Bauart. Nur durch sie kann man den weit größeren Arbeitsdrücken gerecht werden und die Vorzüge der Fräselei voll ausnutzen.

Nach der üblichen Arbeitsweise der Fräsmaschinen besitzt der Fräser die kreisende Hauptbewegung und das Werkstück den geraden Vorschub (Abb. 482). Diese Betriebsweise verlangt einen Spindelstock und einen Arbeitstisch als die wichtigsten Einzelteile einer Fräsmaschine. Von ihnen dient der Spindelstock zur Erzeugung der Hauptbewegung des Fräsers und der Arbeitstisch für das Einstellen und den Vorschub des Werkstückes. Nach der Lage der im Spindelstock untergebrachten Frässpindel unterscheiden wir wagerechte und senkrechte Fräsmaschinen, deren Formen der Mehrzahl unserer klassischen Werkzeugmaschinen nachgebildet sind.

### 1. Die wagerechten Fräsmaschinen.

#### a) Die einfache Fräsmaschine.

Der Grundgedanke der einfachen Fräsmaschine (Abb. 498 und 499) ist, an Werkstücken, die sich von Hand oder durch die Maschine bequem an den Fräser anstellen lassen, einfache gerade Schnitte auszuführen. Ihr Arbeitsbereich umfaßt daher vorwiegend kleinere Werkstücke und solche von höchstens Mittelgröße. Ihre Arbeiten erstrecken sich auf das Planfräsen und das Fräsen gerader Nuten. In ihrer äußeren Form ist die einfache Fräsmaschine der Stößelhobelmaschine (Kap. IV, 2.) nachgebildet, und zwar ist in der Hauptsache der Stößel mit dem Schwinghebelantrieb durch die Frässpindel mit dem Stufenscheibenantrieb ersetzt.

## 1. Der Spindelstock.

Für die Hauptbewegung besitzt die einfache Fräsmaschine wie die Drehbank einen feststehenden Spindelstock, weil das Werk-

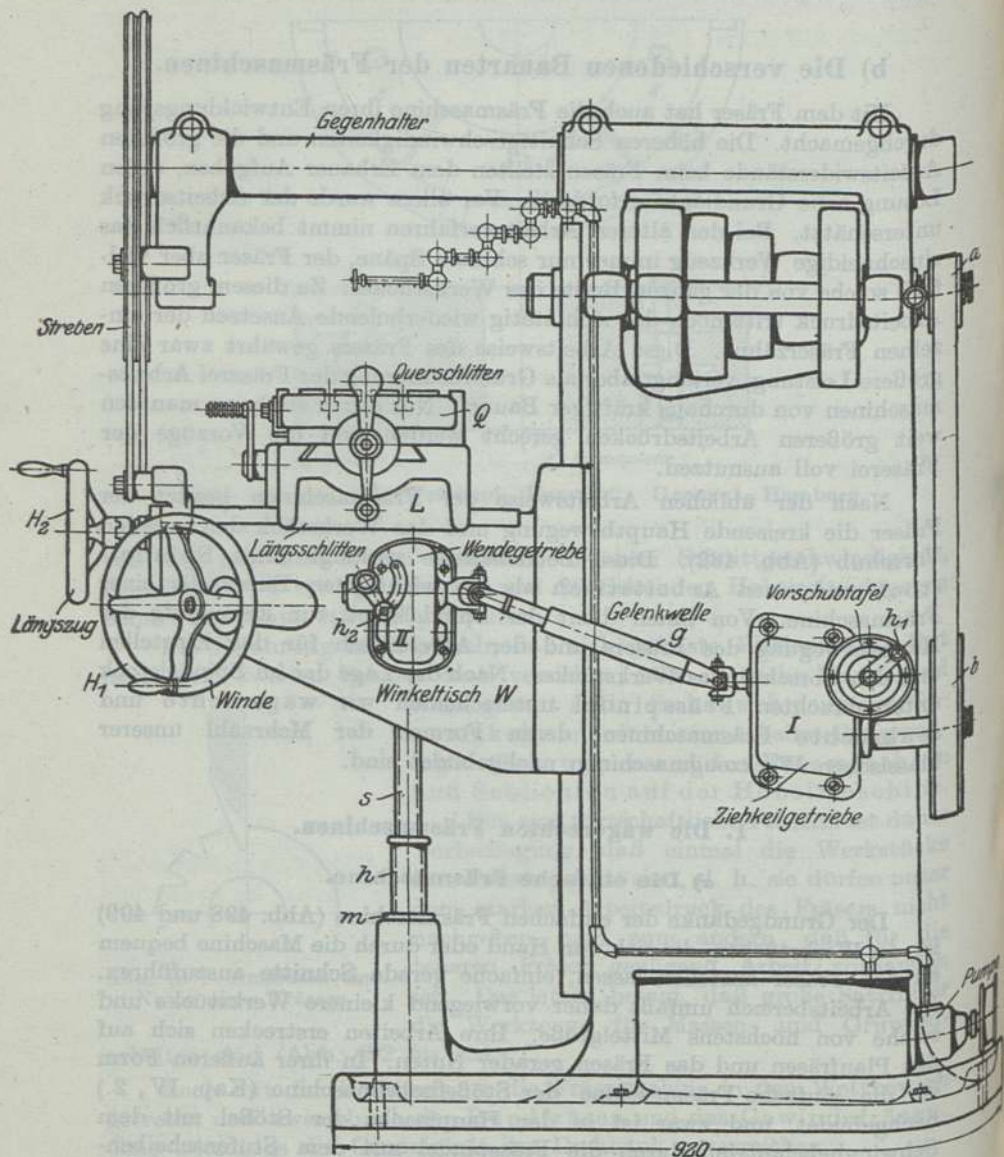


Abb. 498. Einfache Fräsmaschine, Wandererwerke, A. G., Chemnitz.

stück mit dem Tisch angestellt wird. Der Spindelkasten bildet mit dem Kastenständer ein Gußstück von großer Widerstandsfähigkeit. In dem Spindelstock (Abb. 498) ist die Frässpindel wagerecht gelagert, so daß sie parallel zum Deckenvorgelege liegt. Infolgedessen gestaltet sich der Antrieb der Spindel in ähnlicher Weise wie bei der Drehbank.

Um bei den verschiedenen Fräsarbeiten die volle Schnittgeschwindigkeit

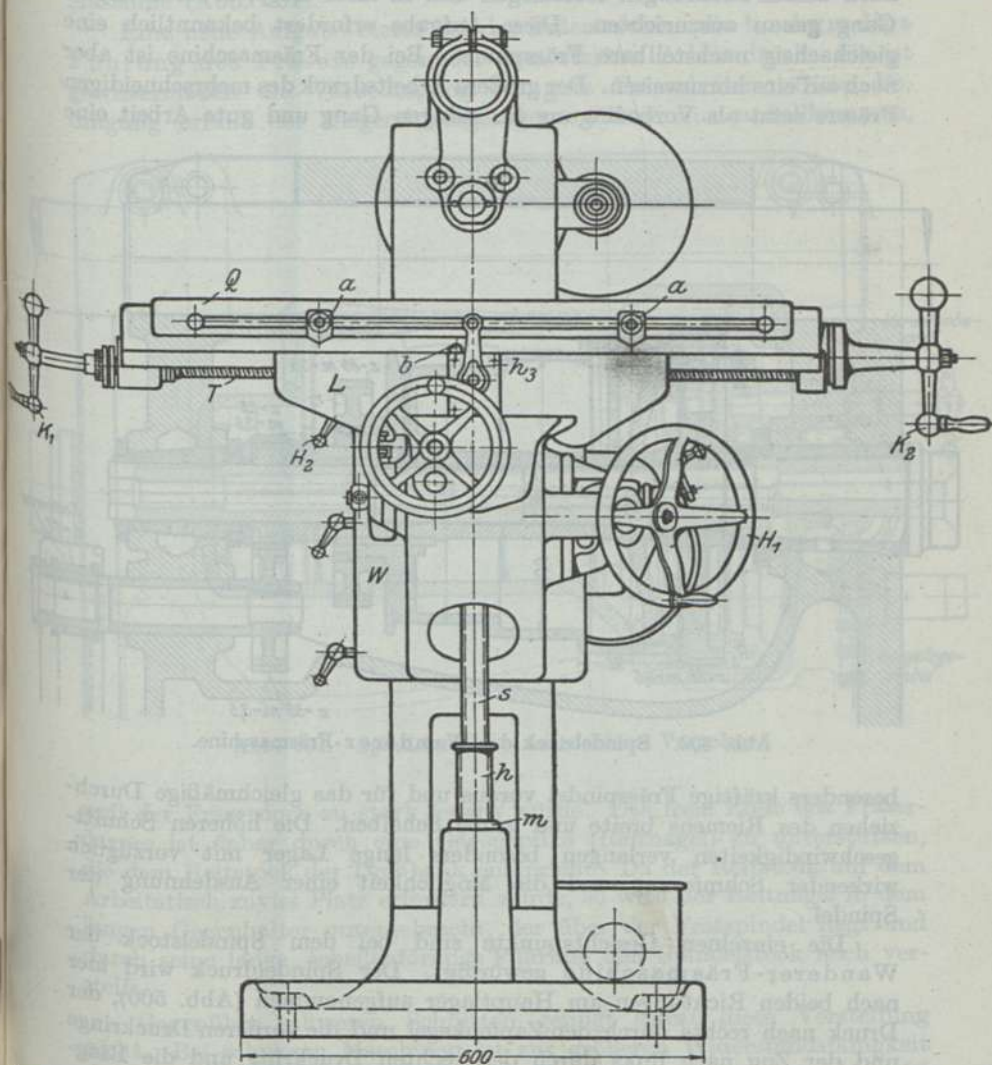


Abb. 499. Einfache Fräsmaschine, Wandererwerke, A. G., Chemnitz.



keit ausnutzen zu können, sind Maschinen unter 5 PS. durch Stufenscheibe und Rädervorgelege anzutreiben, weil die Fräser nicht so oft gewechselt werden. Bei schweren Maschinen sind die Stufenrädernetriebe ihrer größeren Übertragungsfähigkeit wegen vorzuziehen.

Für die Lagerung der Frässpindel gelten ebenfalls die früheren Gesichtspunkte. Danach ist die Spindel gegenüber dem Arbeitsdruck nach beiden Richtungen festzulegen und in ihrer Lage, sowie in ihrem Gang genau auszurichten. Diese Aufgabe erfordert bekanntlich eine gleichachsige nachstellbare Frässpindel. Bei der Fräsmaschine ist aber noch auf eins hinzuweisen. Der größere Arbeitsdruck des mehrschneidigen Fräasers setzt als Vorbedingung für ruhigen Gang und gute Arbeit eine

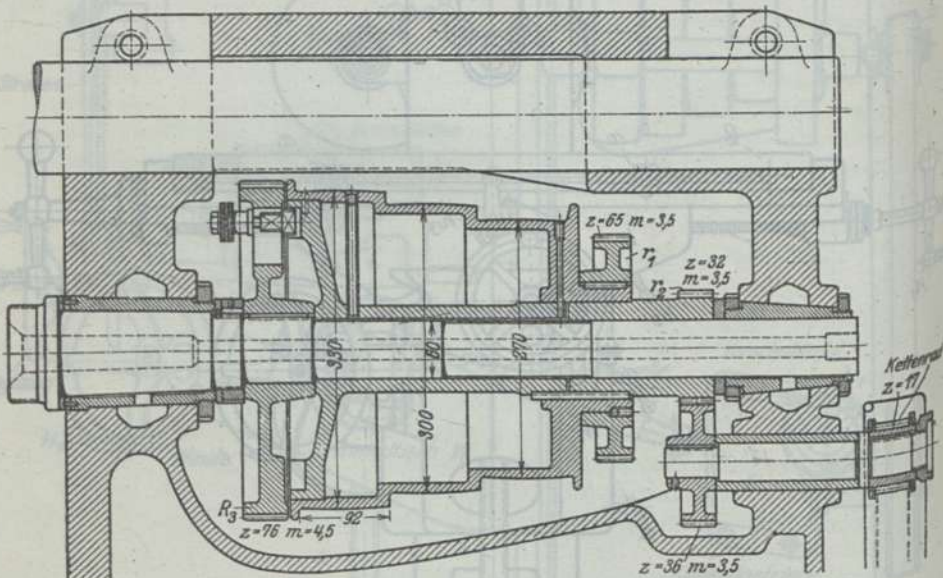


Abb. 500. Spindelstock der Wanderer-Fräsmaschine.

besonders kräftige Frässpindel voraus und für das gleichmäßige Durchziehen des Riemens breite und große Scheiben. Die höheren Schnittgeschwindigkeiten verlangen besonders lange Lager mit vorzüglich wirkender Schmierung und die Möglichkeit einer Ausdehnung der Spindel.

Die einzelnen Gesichtspunkte sind bei dem Spindelstock der Wanderer-Fräsmaschine gewürdigt. Der Spindeldruck wird hier nach beiden Richtungen am Hauptlager aufgenommen (Abb. 500), der Druck nach rechts durch den Zapfenkegel und die vorderen Druckringe und der Zug nach links durch den rechten Druckring und die Ringmutter. Im Endlager, das mit der Kegelschale nachgestellt wird, kann sich die Spindel frei ausdehnen. Die Beibehaltung des Zapfenkegels

als Hauptzapfen hat 2 Gründe: Erstens gewährt er einen kräftigen Spindelkopf, und zweitens paßt er sich dem Einspannkegel des Fräsdornes gut an. Er gestattet auch die Spindel aufs genaueste auszurichten und zwar durch Anziehen der Ringmutter. Die Stufenscheibe hat große Durchmesser und Breiten und die beiden Doppelvorgelege große Übersetzung in Würdigung einer großen Durchzugskraft der Maschine (Abb. 501).

Eine neue Aufgabe bietet bei der Fräsmaschine die hochgradige Führung des Fräasers gegenüber dem starken Arbeitsdruck. Sie ist gewissermaßen die Vorbedingung für gute Fräsarbeiten. Diese Bedingung erfüllt der fliegend eingezogene Fräser nur unvollkommen,

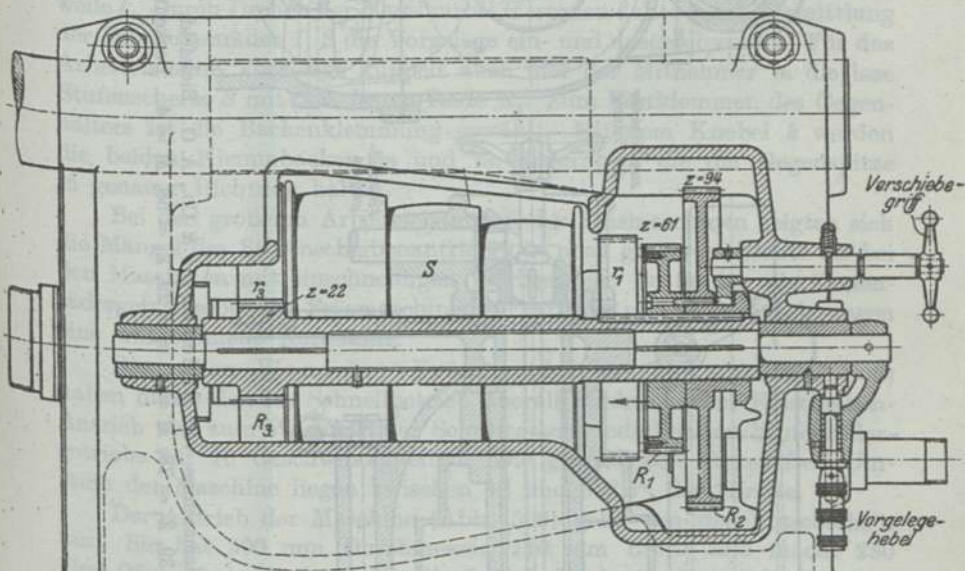


Abb. 501. Spindelstock. (Ausrückbare Vorgelege.)

weil der Fräserdorn zu stark federn würde. Das freie Ende des Fräserdornes ist daher durch eine Gegenspitze (Reitnagel) zu unterstützen, die dem Reitstock der Drehbank entspricht. Da der Reitstock auf dem Arbeitstisch zuviel Platz erfordern würde, so wird der Reitnagel in dem langen Gegenhalter untergebracht, der über der Frässpindel liegt und durch seine lange, schellenförmige Führung den Spindelstock noch versteift.

Gegenüber schweren Schnitten genügt selbst diese Versteifung nicht. Bei schweren Maschinen ist zur größeren Widerstandsfähigkeit der Gegenhalter noch mit dem Arbeitstisch zu verstreben (Abb. 498 und 499), so daß Tisch und Maschine ein geschlossenes Ganze bilden.

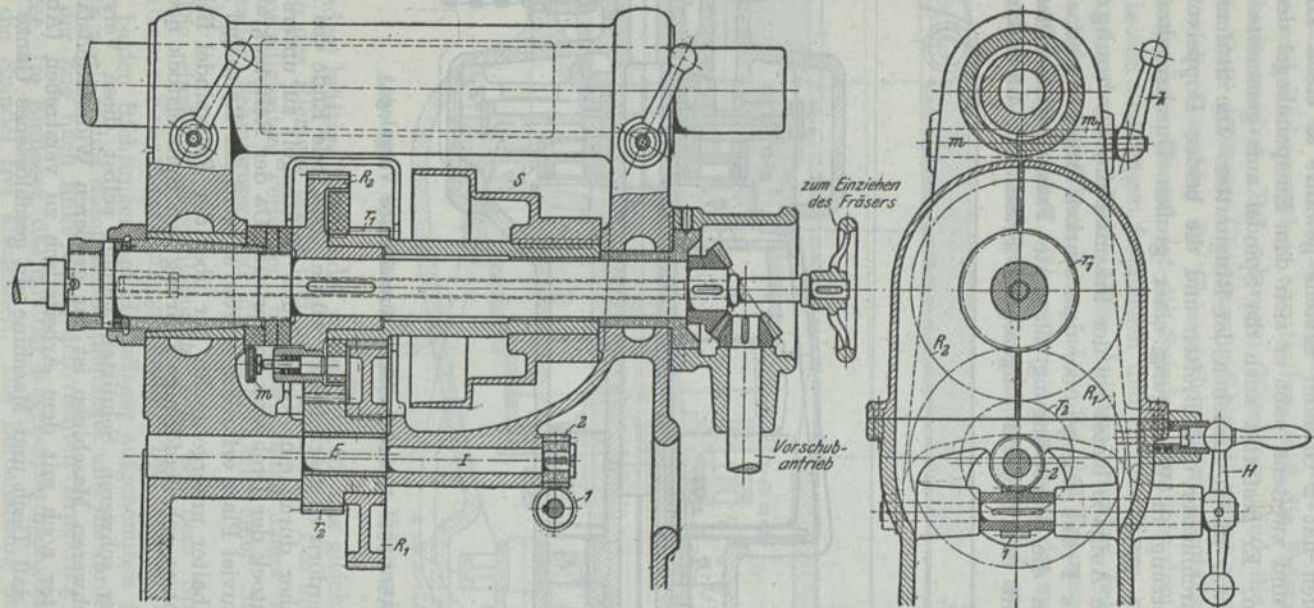


Abb. 502 und 503. Spindelstock der Fräsmaschine von Gildemeister & Co., A. G., Bielefeld. Stufenscheibe 165, 220, 275 mm Durchm., 90 mm breit. Räder:  $z_1 = 39$ ,  $Z_1 = 78$ ,  $M = 3$ :  $z_2 = 29$ ,  $Z_2 = 58$ ,  $M = 4$ . Deckenvorgelege  $n = 180$  und  $230$ .

Die Lagerung des Gegenhalters bedarf noch einer kurzen Bemerkung. Der Gegenhalter muß, um ihn auf die Länge des Dornes einstellen oder beim Arbeiten mit Stirnfräsern nach oben schwenken zu können, in seinen Lagern verschiebbar und drehbar sein. Hierzu sind die Lager mit Mantelklemmung (Abb. 499) oder besser mit Backenklemmung ausgestattet (Abb. 503).

Der Spindelstock der Gildemeister-Fräsmaschine zeichnet sich vor anderen durch die praktische Anordnung der Rädervorgelege aus. Sie liegen vollständig eingekapselt in dem Maschinengehäuse und sind durch Drehen einer Handkurbel  $H$  ein- und auszurücken (Abb. 502 und 503). Hierzu liegen beide Vorgelege links vor der Stufenscheibe  $S$ , und die Schwenkräder  $R_1$  und  $r_2$  laufen auf dem Hubzapfen  $E$  der Vorlegewelle  $I$ . Durch Drehen der Handkurbel  $H$  werden daher durch Vermittlung der Schraubenräder  $1, 2$  die Vorgelege ein- und ausgeschwenkt. Für das Arbeiten ohne Vorgelege kuppelt auch hier der Mitnehmer  $m$  die lose Stufenscheibe  $S$  mit dem festen Rade  $R_2$ . Zum Festklemmen des Gegenhalters ist die Backenklemmung gewählt. Mit dem Knebel  $k$  werden die beiden Klemmbacken  $m$  und  $m_1$  angezogen, die die Gegenspitze in genauer Richtung halten.

Bei den größeren Arbeitsleistungen der Fräsmaschinen zeigten sich die Mängel des Stufenscheibenantriebes in noch grellerem Lichte als bei den Maschinen mit einschneidigen Werkzeugen. So fanden die Stufenrädernetriebe bei den Fräsmaschinen für mittlere und größere Leistungen eine willkommene Aufnahme.

Die neuen Wanderer-Fräsmaschinen (Abb. 504 und 505) haben daher den im Schnellbetrieb überall vordringenden Einscheibenantrieb und zum Wechseln der Schnittgeschwindigkeit ein Stufenrädernetriebe für 16 Geschwindigkeiten. Die geometrisch abgestuften Umläufe der Maschine liegen zwischen 16 und 352 in der Minute.

Der Antrieb der Maschine (Abb. 506) geht von der Einscheibe  $a$  aus. Sie hat 300 mm Durchmesser, 110 mm Breite und macht 280 Uml./Min. Auf der Antriebswelle  $I$  sitzt das breite Ritzel  $b$ , von dem die Frässpindel  $f$  durch ein Stufenrädernetriebe nach der Norton-Bauart zunächst 4 Geschwindigkeiten erhält.

Durch das Ein- und Ausschwenken der Wippe  $w$  und durch das Verschieben des Rades  $c$  auf  $c_1$  gestattet das Getriebe nämlich 4 Schaltungen:

$$\begin{array}{ll}
 1. \quad \frac{b}{c} \frac{c}{d_1} \frac{d_1}{e} = \frac{b}{e}, & 2. \quad \frac{b}{c} \frac{c}{d_2} \frac{d_1}{e} = \frac{b}{d_2} \frac{d_1}{e}, \\
 3. \quad \frac{b}{d_3} \frac{d_1}{e}, & 4. \quad \frac{b}{d_4} \frac{d_1}{e}.
 \end{array}$$

Für 4 weitere Spindelgeschwindigkeiten ist die verzahnte Radhülse  $f_1$  nach links zu verschieben. Hierdurch kommt  $f$  mit  $d_3$  in Eingriff, so daß das Stufenrädernetriebe vier neue Schaltungen zuläßt:

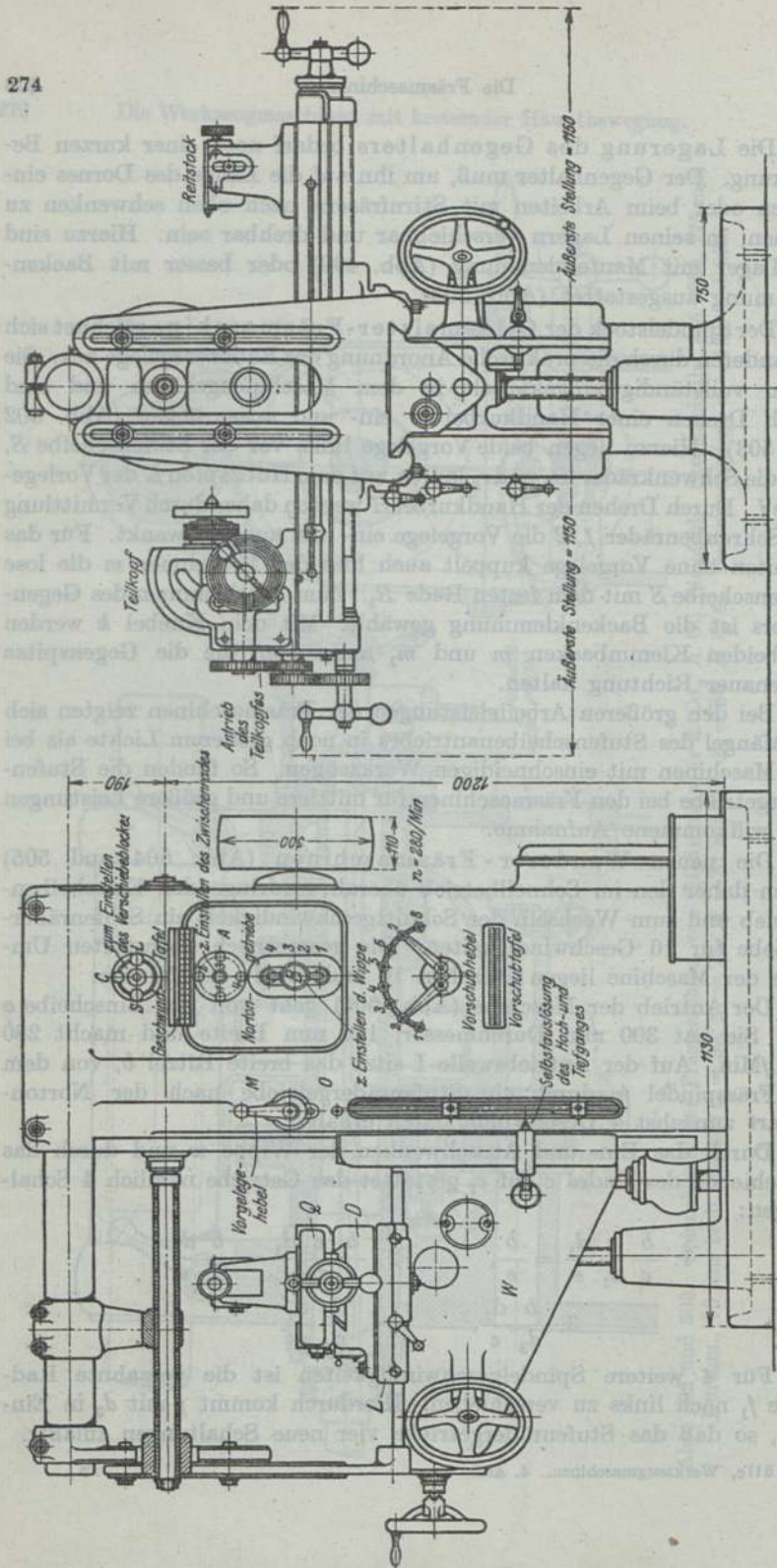


Abb. 504 und 505. Wanderer-Fräsmaschine.

$$5. \frac{b d_3}{d_1 f}, \quad 6. \frac{b d_3}{d_2 f}, \quad 7. \frac{b d_3}{d_3 f} = \frac{b}{f}, \quad 8. \frac{b d_3}{d_4 f}$$

Die noch fehlenden 8 Spindelgeschwindigkeiten werden durch das Einschalten der Vorgelege  $\frac{g}{h}$ ,  $\frac{i}{k}$  erreicht. Das Arbeiten ohne und mit Vorgelegen verlangt bekanntlich, daß die Antriebsräder  $e$ ,  $f$  der Frässpindel  $fr$ , sowie das Rad  $g$  auf einer Laufbüchse  $f_2$  angeordnet sind,

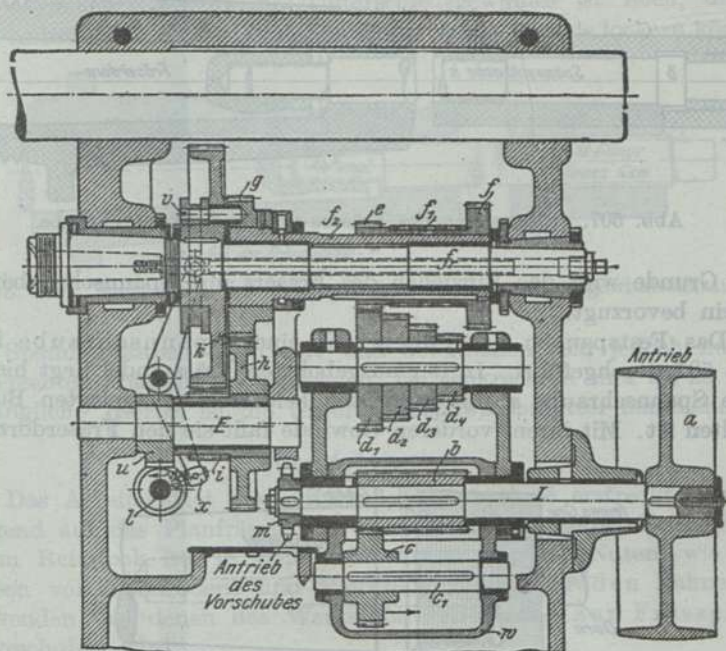


Abb. 506. Hauptantrieb der Wanderer-Fräsmaschine.

die sich auf der Arbeitsspindel  $fr$  kuppeln und entkuppeln läßt. Dabei müssen die Schwenkräder  $h$ ,  $i$  auf einem Hubzapfen  $E$  laufen.

Eine praktische Lösung hat das Ein- und Ausschwenken der Vorgelege  $\frac{g}{h}$ ,  $\frac{i}{k}$ , sowie das Kuppeln und Entkuppeln der Laufbüchse  $f_2$  gefunden. Beides erfolgt, wie es der Schnellbetrieb ja verlangt, zwangsläufig durch Umlegen eines einzigen Handhebels. Die Schnecke  $l$  zieht nämlich beim Umlegen des Handhebels auf  $M$  (Abb. 504) mit einem Ruck durch den Winkelhebel  $\alpha$  die Stiftkupplung  $v$  aus dem Rade  $g$  zurück und schwenkt dann die Vorgelege ein, indem der Radbogen  $u$  den Hubzapfen  $E$  herumlegt.

## Das Einspannen des Fräasers.

Die Verbindung des Fräasers mit der Frässpindel muß ein leichtes Auswechseln zulassen, ohne daß sich der Dorn beim Arbeiten lockern kann. Für diese Zwecke bietet der mit einem Querkeil eingezogene Fräserdorn den Nachteil, daß er nur mit dem Hammer eingezogen und gelöst werden kann, und die Spindel leicht angeschlagen wird. Aus

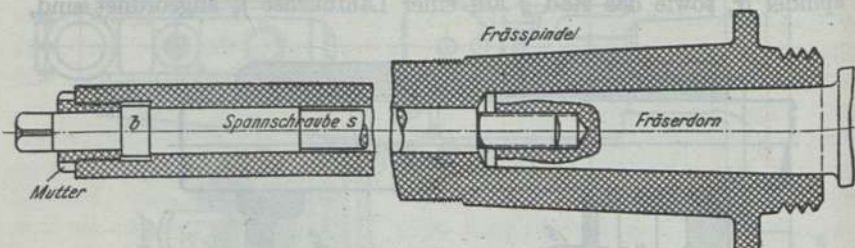


Abb. 507. Einspannen des Fräasers mit einer Spannschraube.

dem Grunde wird das Einziehen des Fräasers mit Spannschrauben allgemein bevorzugt.

Das Festspannen des Fräasers mit einer Spannschraube ist in Abb. 507 durchgeführt. In der ausgebohrten Frässpindel liegt hier die lange Spannschraube *s*, die durch den beiderseits festgelegten Bund *b* gehalten ist. Mit ihrem vorderen Gewinde faßt sie den Fräserdorn und

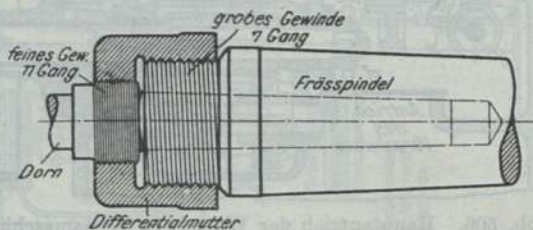


Abb. 508. Einspannen des Fräasers mit einer Unterschiedsgewindemutter.

zieht ihn fest, sobald die Schraube mit dem vorstehenden Vierkant angezogen wird.

Eine ziemliche Verbreitung hat auch das Unterschiedsgewinde zum Einspannen des Fräasers gefunden, sei es als Unterschiedsgewindemutter oder sei es als Unterschiedsgewindeschraube.

Die Unterschiedsgewindemutter (Abb. 508) faßt den Kopf der Frässpindel mit grobem Gewinde und den Dorn mit feinem Gewinde. Sie wird daher bei jeder Umdrehung den Dorn um den Unterschied der beiden Gewindesteigungen anziehen. Beim Einspannen ist aber zu beachten, daß der Dorn sich erst festsetzt, wenn die Mutter noch etwa zwei Gänge frei hat. Sie gewährt dann durch scharfes Anziehen eine sehr feste Ver-

bindung. Zum Auswechseln des Fräfers ist hier nur die Kappe abzuschrauben, wobei sie zugleich den Dorn herausdrückt. Die Unterschiedsgewindemutter verlangt allerdings einen entsprechend freien Raum vor der Spindel. Ihn beseitigt die in der Frässpindel liegende Unterschiedsgewindeschraube (Abb. 509). Sie faßt den Fräserdorn mit grobem Gewinde und die Spindel mit feinem Gewinde. Zum Einziehen und Auswechseln des Fräfers ist sie mit dem hinteren Vierkant anzuziehen. Ein allgemeiner Vorzug des Unterschiedsgewindes ist noch, daß es sich selbst sichert. Der Fräser wird sich daher niemals lockern können.

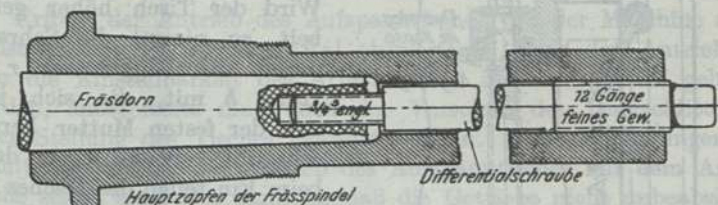


Abb. 509. Einspannen des Fräfers mit einer Unterschiedsgewindeschraube.

Die Spannschrauben (Abb. 507 und 509) lassen sich jedoch nur bei wagerechten Frässpindeln anwenden, bei senkrechten sind sie zu wenig zugänglich. Hierbei ist die Unterschiedsgewindemutter handlicher.

#### Der Arbeitstisch.

Das Arbeitsgebiet der einfachen Fräsmaschine erstreckt sich vorwiegend auf das Planfräsen. In Verbindung mit einem Teilkopf und einem Reitstock ist sie auch beim Fräsen gerader Nuten, wie beim Fräsen von Zahnrädern und Werkzeugen mit geraden Zähnen, zu verwenden, bei denen das Werkstück senkrecht zur Frässpindel vorgeschoben wird.

Der Arbeitstisch (Abb. 498 und 499) hat daher in seinem Aufbau zwei Bedingungen zu genügen: 1. Zum Einstellen der Maschine hat er das Werkstück an den Fräser anzustellen und 2. beim Fräsen den Vorschub quer zur Frässpindel zu erzeugen. Beide Bedingungen sind erfüllt durch einen Kreuzschlitten, der von einem kräftigen Winkeltisch *W* getragen wird. Von ihnen hat der obere Querschlitten *Q* als Aufspanntisch den Vorschub senkrecht zur Frässpindel zu vollziehen, für den er selbsttätigen Quergang beansprucht. Um das Werkstück auf die Spanbreite einstellen zu können, ist der Querschlitten auf dem Längsschlitten *L* zu führen, der sich in der Richtung der Frässpindel verschieben läßt. Zum Anheben des Werkstückes und zum Einstellen der Spantiefe dient der Winkeltisch *W*. Jeder Schlitten besitzt zum Einstellen eine Schraubenspindel mit Handrad oder Handkurbel und der Winkeltisch eine Schraubenwinde. Die Handräder für den Hoch- und Längsgang werden zweckmäßig ausrückbar angeordnet (Abb. 498),



damit kein unbeabsichtigtes Verstellen des Schlittens eintritt. Für das genaue Einstellen sind Teilringe vorzusehen. Der Querschlitten hat eine Kurbel  $K_1$  für das langsame und genaue Einstellen und eine Kurbel  $K_2$  für das Schnellverstellen mit 3facher Beschleunigung. Das Windwerk wird durch eine wagerechte Welle  $w_1$  gebildet, die durch zwei Kegelräder  $c_{11}$ ,  $c_{12}$  die mit dem Winkeltisch auf- und absteigende Gliederspindel

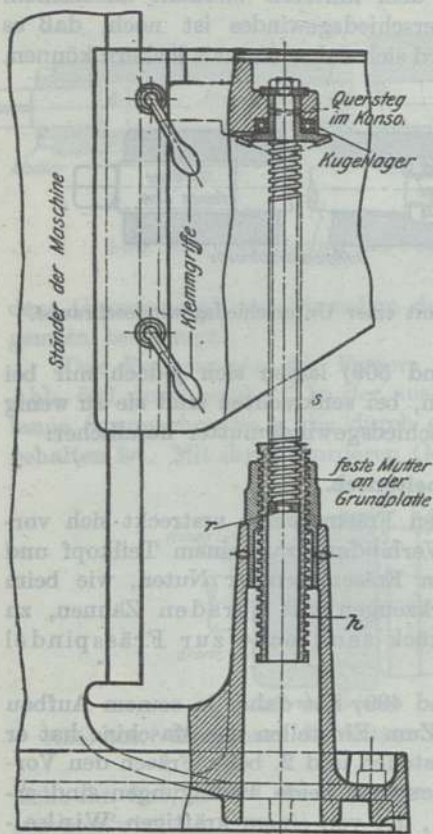


Abb. 510. Gliederspindel (Teleskopspindel).

Das Streben nach größerer Arbeitsleistung hat auch hier eine Verbesserung gezeitigt. Bei Maschinen für schwere Schnitte wird nämlich das freie Ende des Arbeitstisches durch einen Schieber abgestützt, der sich mit dem Tische einstellt und in jeder Stellung festgeklemmt werden kann. Durch diese Verstrebung mit der Grundplatte des Ständers und dem Gegenhalter bietet der Tisch eine größere Gewähr für ein erschütterungsfreies Arbeiten.

(Abb. 576) treibt. Die Schraube  $S$  faßt eine Hülse  $h$ , die innen und außen Gewinde hat (Abb. 510). Wird der Tisch höher gekurbelt, so nimmt die Schraube durch die Ringmutter  $r$  die Hülse  $h$  mit, die sich jetzt aus der festen Mutter heraus-schraubt. Beide legen daher beim Ein-tellen des Tisches nur Teilwege zurück. Die Durchbrechung des Fußbodens, wie sie die einfache Stellschraube erfordert, ist nicht mehr nötig. Als weitere Neuerung besitzt die Spindel oben ein Kugellager für ein leichtes und feines Einstellen des Tisches (Abb. 510).

Grundbedingung für ein gutes Arbeiten ist auch hier ein kräftiger Arbeitstisch, damit das Werkstück unter dem Druck des Fräasers keine Erschütterungen erfährt. Diese Forderung erklärt auch die Form des Winkeltisches, der als Körper gleicher Festigkeit ein starkes Biegemoment aufzunehmen vermag.

Das Streben nach größerer Arbeitsleistung hat auch hier

## Der Antrieb des Vorschubes.

Für den Antrieb des Aufspanntisches bieten sich zwei Möglichkeiten. Sein Vorschub kann entweder von der Maschine abgeleitet werden oder von einem besonderen Deckenvorgelege. Der letzte Weg hat den Vorzug, daß Schnittgeschwindigkeit und Vorschub der Maschine voneinander unabhängig sind und sich dem Rohstoff und dem Arbeitsverfahren (Schruppen und Schlichten) besser anpassen lassen. Er ist jedoch nur zweckmäßig, wenn die Maschine die genügende Widerstandsfähigkeit besitzt.

Erfolgt der Antrieb des Aufspanntisches von der Maschine selbst, so ist er von der Frässpindel abzuleiten. Durch den Antrieb darf aber die Einstellbarkeit des Arbeitstisches in keiner Weise gehemmt werden, andererseits muß auch der Vorschub des Querschlittens in jeder Stellung des Tisches gewahrt bleiben. Diese Bedingungen sind erfüllt, sobald sich der Antrieb des Aufspanntisches mit dem Arbeitstische selbst einstellen kann, so daß die Getriebe nicht unbeabsichtigt außer Eingriff kommen. Aus dem Grunde sind für den Quergang des Aufspanntisches Gelenkwellen (Abb. 498) oder Kegelräder (Abb. 504) zu verwenden.

Die Gelenkwelle  $g$  stellt sich mit dem Tisch ein, gewährt aber nur ruhigen Gang, wenn beide Gelenke symmetrisch eingebaut sind. Die Welle selbst muß ausziehbar sein, damit sie sich jedesmal auf die passende Länge einstellt. Die Gelenkwellen vereinfachen den Antrieb, sind aber nur bei leichten Maschinen zu empfehlen. In Abb. 498 wird durch den Riementrieb  $a, b$  das Ziehkeilgetriebe  $I$  betrieben, das durch die Gelenkwelle  $g$  auf ein Ziehkeilwendegetriebe  $II$  wirkt. Stellt man den Zieh-

keil  $z_2$  auf  $r_9$ , so treiben  $\frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}} \cdot \frac{r_{16}}{r_{17}} \cdot \frac{r_{18}}{r_{19}}$  die Tischspindel  $T$  (Abb. 574).

Schaltet man  $z_2$  auf  $r_{11}$  um, so steuern  $\frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{10}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}} \cdot \frac{r_{16}}{r_{17}} \cdot \frac{r_{18}}{r_{19}}$  die Tischspindel

um. Mit dem Griff  $h_1$  kann das Ziehkeilgetriebe  $I$  viermal geschaltet werden, so daß durch Umstecken der Scheiben  $a, b$   $2 \times 4$  Vorschübe verfügbar sind (Abb. 120). Mit dem Griff  $h_2$  läßt sich der Tisch auf Rechts- und Linksgang schalten und mit  $h_3$  stillsetzen, dadurch daß die Kupplung  $k$  aus  $r_{19}$  zurückgezogen wird (Abb. 573).

Bei schweren Fräsmaschinen wird der Antrieb des Aufspanntisches mit Kegelrädern und sich schneidenden Wellen meist bevorzugt, jedoch mit dem Nachteil der größeren Umständlichkeit. Der Antrieb kann dabei innerhalb oder außerhalb der Maschine liegen. Im Innern der Maschine ist er vor Spänen geschützt und bietet eine größere Sicherheit für den Arbeiter.

Der innenliegende Antrieb ist in Abb. 511 dargestellt. Der Kraftweg von der Frässpindel auf die Tischspindel  $T$  wird hierbei durch die sich schneidenden Wellen  $a, b, c, d, e, f$  gebildet, die teils im Ständer,

teils im Tisch geschützt liegen. Durch einen einfachen Riementrieb wird hier der Quergang des Tisches von der Frässpindel abgeleitet. Zwischen den Wellen *a*, *b* und *c* ist ein doppeltes Ziehkeil-Schaltwerk mit  $2 \times 4$  Schaltungen eingebaut. Hierdurch stehen 8 Vorschübe zur Verfügung, die man von einer guten Fräsmaschine fordern muß. Die Welle *c* treibt durch die Kegelhäder 1 und 2 die stehende Welle *d*, die im

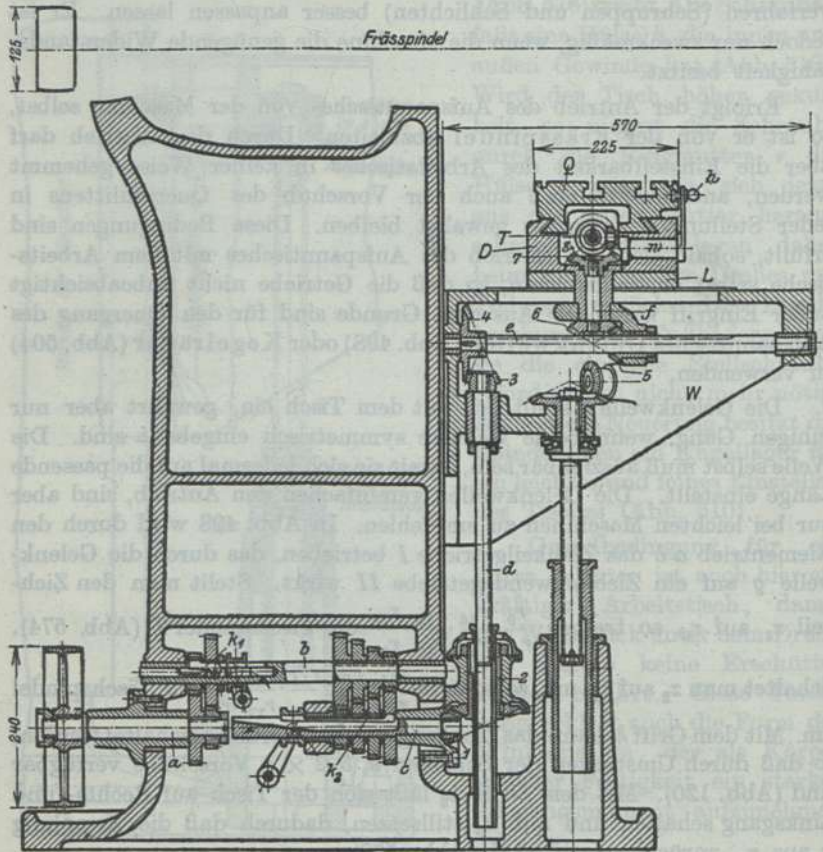


Abb. 511. Antrieb des Querschlitzens.

Winkeltisch gelagert ist. Von *d* aus wird der Antrieb durch 3 und 4 auf *e* übertragen und von hier durch 5 und 6 auf das Wellenstück *f*, das im Längsschlitten liegt. Durch die Räder 7 und 8 wird dann die Spindel *T* des Aufspanntisches angetrieben. Soll dieser Antrieb, wie vorhin erwähnt, in allen Stellungen des Arbeitstisches gewahrt bleiben, so muß zunächst die Spindel *d* in 2 gliedweise ausziehbar sein, so daß der Winkeltisch gehoben und gesenkt werden kann. Beide Räder 1

und 2 laufen daher in einem gemeinsamen Lager, das mit dem Maschinen-  
gestell verschraubt ist. Außerdem erfordert der Längsschlitten für seine  
Einstellbarkeit auf  $e$  ein Verschieberad 5, das in einem Lager des Längs-  
schlittens läuft.

Der außenliegende Antrieb wird bei einfachen Fräsmaschinen nur  
sehr wenig angewandt. Er kommt jedoch häufiger bei senkrechten Fräs-  
maschinen zur Ausführung, und zwar als Antrieb für den Rundtisch  
und den Bohrvorschub des Frässchlittens (Abb. 577).

#### Der Größenwechsel des Vorschubes.

Auch auf den Vorschubwechsel haben die Neuerungen des Werk-  
zeugmaschinenbaues ihren Einfluß gehabt. Da bei den Fräsmaschinen

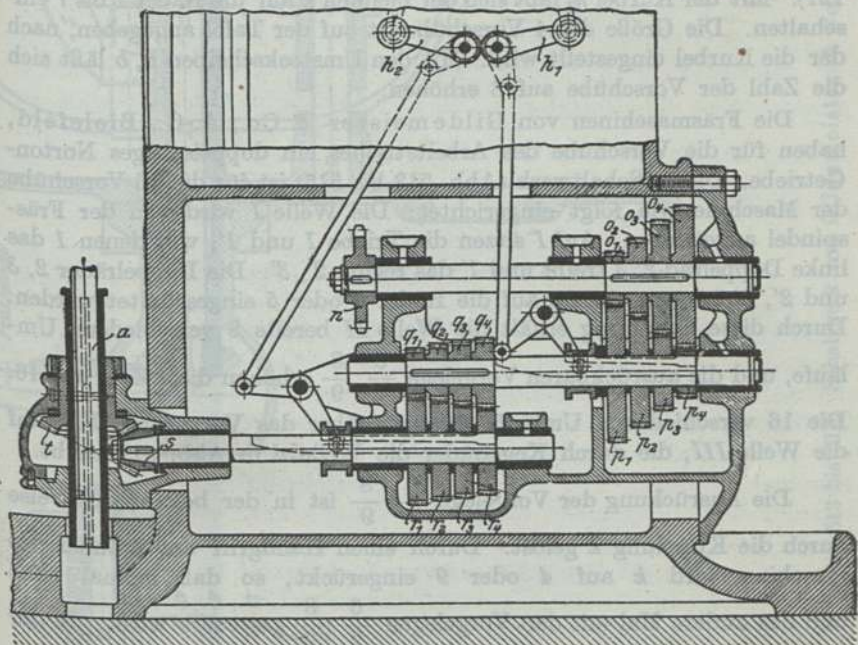


Abb. 512. Ziehkeilschaltwerk der Wanderer-Fräsmaschine.

der Vorschub häufiger gewechselt wird, jedenfalls häufiger als die Schnitt-  
geschwindigkeit, so dürften hier die Wechselrädergetriebe am Platze sein.

Der in Abb. 511 beschriebene Vorschubantrieb hat zwei einfache  
Ziehkeilschaltwerke, von denen das erste mit dem Ziehkeil  $k_1$  2 Schal-  
tungen zuläßt und das zweite mit dem Ziehkeil  $k_2$  4 Schaltungen, so  
daß der Tisch  $2 \times 4$  Vorschübe erfährt..

Einen ähnlichen Aufbau zeigt das Ziehkeilschaltwerk der Wanderer-  
Fräsmaschine (Abb. 504). Durch den Zahnkettentrieb  $m n$  wird hier  
der Vorschub von der Antriebswelle  $I$  der Maschine abgeleitet (Abb. 506

und 512): Mit der Handkurbel  $h_1$  kann der Ziehkeil des ersten Getriebes in 4 Schaltungen abwechselnd auf die Vorgelege  $\frac{O_1}{P_1}$  bis  $\frac{O_4}{P_4}$  eingestellt werden und mit der Handkurbel  $h_2$  der Ziehkeil des zweiten Getriebes ebenfalls in 4 Schaltungen auf  $\frac{q_1}{r_1}$  bis  $\frac{q_4}{r_4}$ . Es stehen also  $4 \times 4$  Geschwindigkeiten zur Auswahl, die durch die Kegelhäder  $\frac{s}{t}$  über die Welle  $a$  nach Abb. 511 auf die Tischspindel  $T$  gelangen.

Auch die Wanderer-Fräsmaschine in Abb. 498 und 499 hat für den Vorschubwechsel ein Ziehkeil-Wechselrädergetriebe (Abb. 120 und 121). Mit der Kurbel  $h_1$  läßt sich der Ziehkeil  $k$  auf die Räder 1 bis 7 einschalten. Die Größe der 4 Vorschübe ist auf der Tafel angegeben, nach der die Kurbel eingestellt wird. Mit den Umsteckscheiben  $a, b$  läßt sich die Zahl der Vorschübe auf 8 erhöhen.

Die Fräsmaschinen von Gildemeister & Co., A.-G., Bielefeld, haben für die Vorschübe des Arbeitstisches ein doppelseitiges Norton-Getriebe. Dieses Schaltwerk (Abb. 513 bis 515) ist für die 16 Vorschübe der Maschine wie folgt eingerichtet: Die Welle  $I$  wird von der Frässpindel angetrieben. Auf  $I$  sitzen die Triebe 1 und 1', von denen 1 das linke Doppelrad 2, 3 treibt und 1' das rechte 2', 3'. Die Doppelräder 2, 3 und 2', 3' können einzeln auf die Räder 4 oder 5 eingeschaltet werden. Durch diese Schaltung erhält die Welle  $II$  bereits 8 verschiedene Umläufe, und die ausrückbaren Vorgelege  $\frac{6}{7}, \frac{8}{9}$  erhöhen diese Zahl auf 16.

Die 16 verschiedenen Umläufe gelangen über das Vorgelege 10/11 auf die Welle  $III$ , die durch Kegelhäder die Welle  $d$  in Abb. 511 treibt.

Die Ausrückung der Vorgelege  $\frac{6}{7} \cdot \frac{8}{9}$  ist in der bekannten Weise durch die Kupplung  $k$  gelöst. Durch einen Handgriff am Ständer der Maschine wird  $k$  auf 4 oder 9 eingerückt, so daß einmal ohne und das andere Mal mit den Vorgelegen  $\frac{6}{7} \cdot \frac{8}{9}$  gesteuert wird. In der Mittelstellung setzt der Handgriff den Tischantrieb still.

Der Schwerpunkt dieses Räderwerkes liegt in der Schaltung der oberen Wechselräder. Um die Doppeltriebe 2, 3 und 2', 3' in die Ebene von 4 oder 5 zu bringen, ist der ganze Wechselräderblock  $B$  auf  $I$  zu verschieben. Um ferner den Eingriff mit 4 oder 5 zu bekommen, müssen die Doppelräder rechts und links einzuschwenken sein. Diese Einstellungen sollen natürlich von außen her vorgenommen werden.

Zum Verschieben des Räderblockes auf  $I$  ist daher ein bequemes faßbares Handrädchen  $h$  vorgesehen, das beim Drehen durch ein Zahnrad und eine Zahnstange  $Z$  die Triebe 2, 3 und 2', 3' in die Ebene von 4 oder 5 einstellt. Das Einschwenken der Triebe geschieht mit der

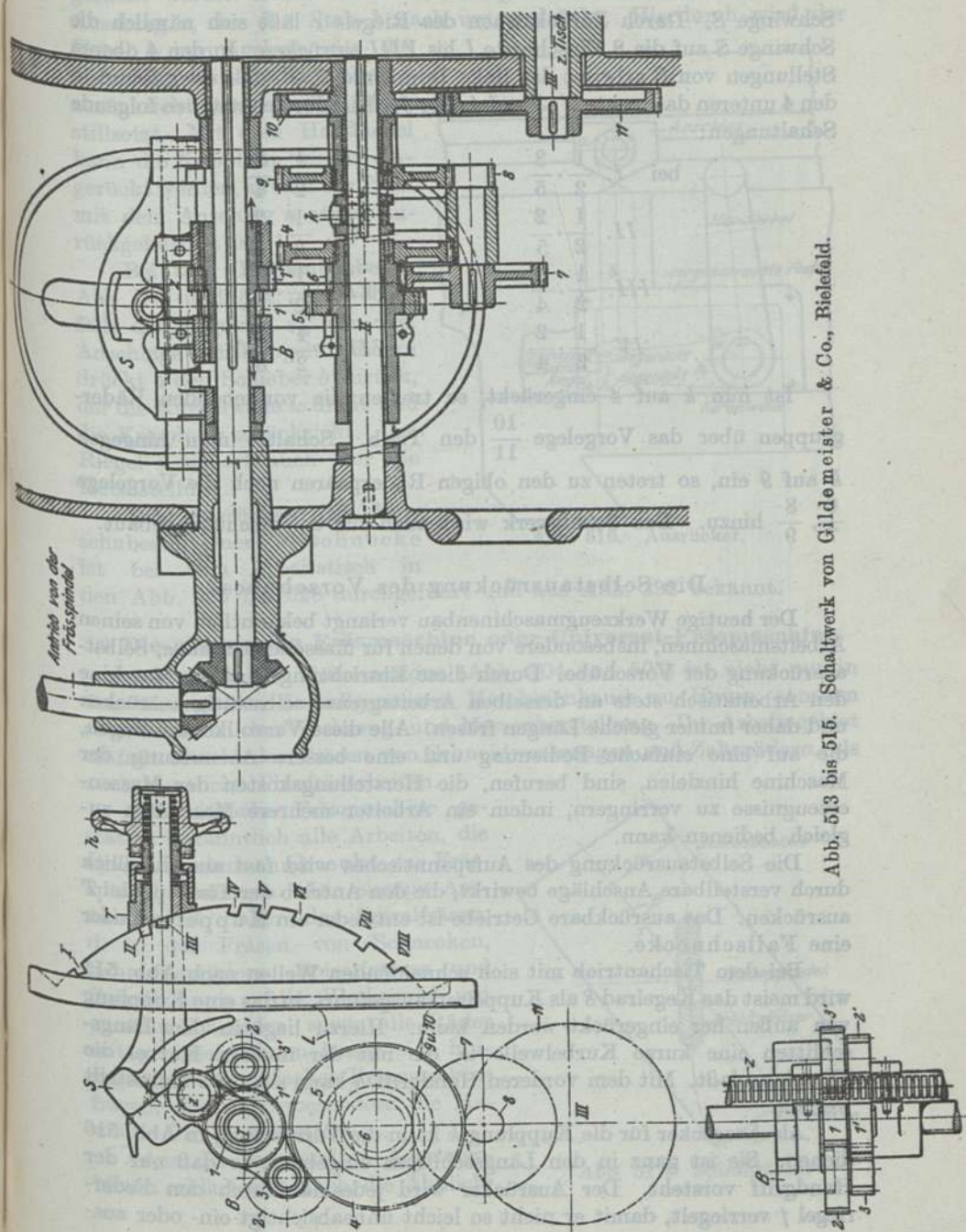


Abb. 513 bis 515. Schaltwerk von Gildemeister & Co., Bielefeld.

Schwinge  $S$ . Durch Zurückziehen des Riegels  $r$  läßt sich nämlich die Schwinge  $S$  auf die 8 Einschnitte  $I$  bis  $VIII$  einrücken. In den 4 oberen Stellungen von  $S$  arbeitet das linke Doppelrad 2, 3 auf 4 oder 5 und in den 4 unteren das rechte 2', 3' auf 4 oder 5. Hierdurch entstehen folgende Schaltungen:

$$\text{bei } I. \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5}$$

$$II. \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5}$$

$$III. \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}$$

$$IV. \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4}$$

$$\text{bei } V. \frac{1'}{2'} \cdot \frac{3'}{4}$$

$$VI. \frac{1'}{2'} \cdot \frac{2'}{4}$$

$$VII. \frac{1'}{2'} \cdot \frac{3'}{5}$$

$$VIII. \frac{1'}{2'} \cdot \frac{2'}{5}$$

Ist nun  $k$  auf 4 eingerückt, so treiben die vorstehenden Rädergruppen über das Vorgelege  $\frac{10}{11}$  den Tisch. Schaltet man hingegen  $k$  auf 9 ein, so treten zu den obigen Räderpaaren noch die Vorgelege  $\frac{6}{7}, \frac{8}{9}$  hinzu. Das Schaltwerk wird auch für 8 Vorschübe gebaut.

#### Die Selbstausrückung des Vorschubes.

Der heutige Werkzeugmaschinenbau verlangt bekanntlich von seinen Arbeitsmaschinen, insbesondere von denen für Massenerzeugnisse, Selbstausrückung der Vorschübe. Durch diese Einrichtung wird die Maschine den Arbeitstisch stets an derselben Arbeitsgrenze selbsttätig ausrücken und daher immer gleiche Längen fräsen. Alle diese Vervollkommnungen, die auf eine einfache Bedienung und eine bessere Ausnutzung der Maschine hinzielen, sind berufen, die Herstellungskosten der Massenerzeugnisse zu verringern, indem ein Arbeiter mehrere Maschinen zugleich bedienen kann.

Die Selbstausrückung des Aufspanntisches wird fast ausschließlich durch verstellbare Anschläge bewirkt, die den Antrieb der Tischspindel  $T$  ausrücken. Das ausrückbare Getriebe ist entweder ein Kuppelrad oder eine Fallschnecke.

Bei dem Tischantrieb mit sich schneidenden Wellen nach Abb. 511 wird meist das Kegelrad 8 als Kuppelrad ausgeführt, in das eine Kupplung von außen her eingerückt werden kann. Hierzu liegt in dem Längsschlitten eine kurze Kurbelwelle  $w$ , die mit der inneren Kurbel die Kupplung faßt. Mit dem vorderen Handgriff  $h$  kann sie auf 8 eingestellt werden.

Als Ausrücker für die Kupplung  $k$  kann die Vorrichtung in Abb. 516 dienen. Sie ist ganz in den Längsschlitten eingebaut, so daß nur der Handgriff vorsteht. Der Ausrücker wird jedesmal durch den Federriegel  $f$  verriegelt, damit er nicht so leicht unbeabsichtigt ein- oder aus-

gerückt werden kann. Die Ausrückung des Vorschubes vollzieht der Anschlag  $a$ , der den Stab  $b$  nach unten drückt. Hierdurch wird der Hebel  $h$  herumgelegt, der die Kupplung aus dem Kuppelrad  $g$  zurückzieht und so den Tisch stillsetzt. Mit dem Handhebel kann die Kupplung wieder eingerückt werden, sobald der Tisch mit dem Anschlag  $a$  etwas zurückgekurbelt ist.

Bei dem Tischantriebe in Abb. 573 und 574, wird ebenfalls das Kegelrad  $r_{10}$  von dem Anschläge  $a$  entkuppelt. Hierzu drückt  $a$  den Schieber  $b$  zurück, der die Kurbelwelle  $w$  dreht und die Kupplung zurückzieht. Der Riegel  $f$  sichert auch hier die Hebelstellung.

Das Ausrücken des Vorschubes mit einer Fallschnecke ist bei dem Arbeitstisch in den Abb. 526 bis 528 durchgeführt und aus Abb. 392 bekannt.

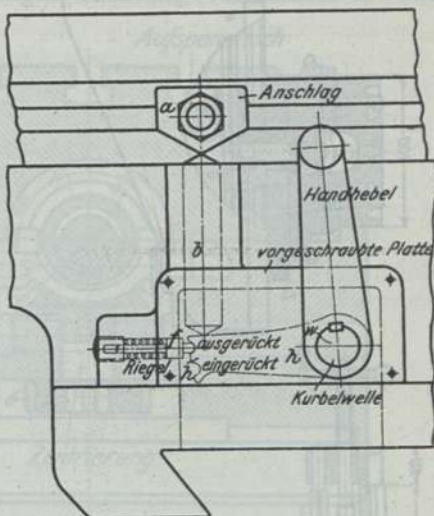


Abb. 516. Ausrücker.

### $\beta$ ) Die allgemeine Fräsmaschine oder Universal-Fräsmaschine.

Die allgemeine Fräsmaschine (Abb. 504 und 505) ist nicht nur in den Werkstätten des allgemeinen Maschinenbaues zu Hause, sondern auch in denen der Werkzeug- und Massenherstellung. Ihr Arbeitsgebiet umfaßt sowohl das Fräsen von Schneidwerkzeugen und Zahnrädern, als auch sämtliche Planfräsarbeiten.

Die einfache Fräsmaschine gestattet bekanntlich alle Arbeiten, die einen Vorschub senkrecht zur Frässpindel verlangen. Die einzige Ausnahme ist daher das Spiralfräsen, d. h. das Fräsen von Schnecken, Schraubenrädern, Spiralfräsern und Spiralbohrern. Alle Werkzeuge mit geraden Schneiden, sowie alle Räder mit geraden Zähnen lassen sich hingegen auf der einfachen Fräsmaschine fräsen, sie ist insbesondere die Maschine für Planarbeiten.

Aus den verwandten Arbeitsgebieten erklärt sich auch die Ähnlich-

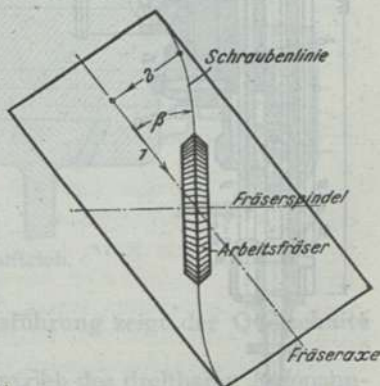


Abb. 517. Spiralfräsen.



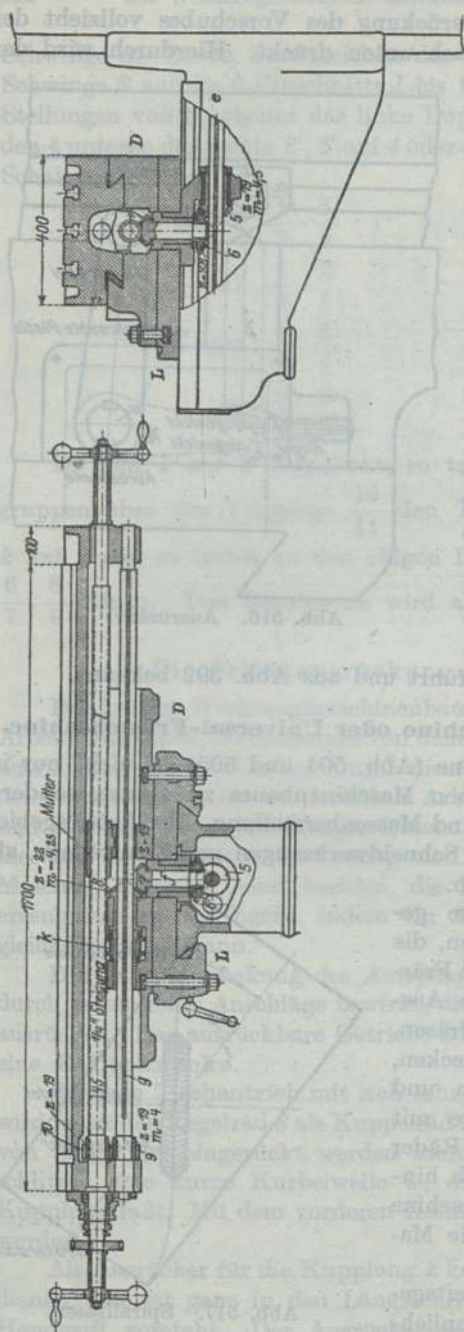


Abb. 518 und 519. Arbeitstisch der Wanderer-Fräsmaschine.

keit in der Bauart beider Maschinen. Denn sämtliche Arbeiten verlangen einen Vorschub senkrecht zur Frässpindel, nur das Spiralfräsen stellt die Bedingung, daß der Tisch auch schräg zur Spindel verschoben werden kann.

Der Hauptunterschied beider Maschinen liegt daher in dem drehbaren Aufspanntisch der allgemeinen Fräsmaschine, der zum Spiralfräsen schräg zur Frässpindel eingestellt und vorgeschoben werden kann. Zum Fräsen von Spiralen muß nämlich das Werkstück mit dem Aufspanntisch auf den Spiralwinkel  $\beta$  eingestellt werden, den die Spirale oder besser gesagt die Schraubenlinie mit der Achse des Werkstückes bildet (Abb. 517). Durch diese Schrägstellung des Tisches gelangt der schneidende Fräser in die Schnittebene der Spirale. Wird nun das Werkstück gegenüber dem Arbeitsfräser in der Richtung nach 1 vorgeschoben und zugleich durch die Maschine im Sinne 2 langsam gedreht, so schneidet der Fräser die Spirale gesetzmäßig heraus.

Die verlangte Einstellbarkeit gewährt nur der drehbare Aufspanntisch (Abb. 518 und 519). Er ist für seine Gradstellungen auf einer Drehscheibe  $D$  geführt, die auf dem Zapfen des Längsschlittens  $L$  sitzt und

sich auf ihm mit Klemmschrauben festklemmen läßt. Diese Bauart gestattet daher, den Tisch nach einer Gradteilung schräg zu stellen und das Werkstück in der schrägen Richtung vorzuschieben. Die

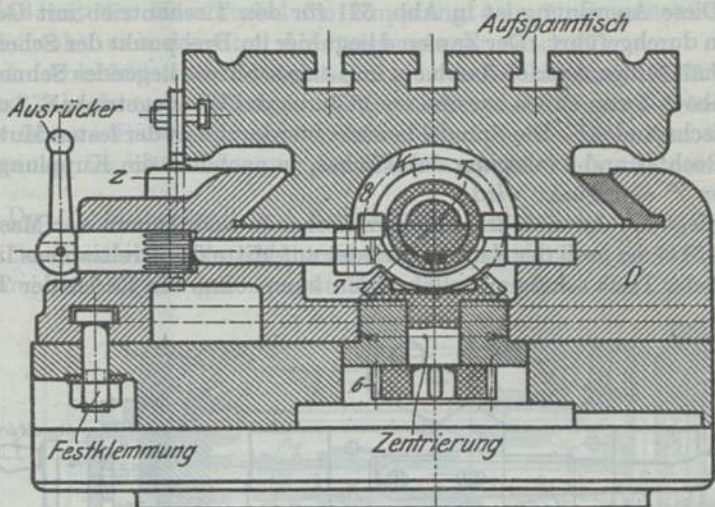


Abb. 520. Drehbarer Arbeitstisch.

Maschine kann hierdurch alle möglichen Fräsarbeiten erledigen. Ihr Arbeitstisch ist aber schweren Schnitten gegenüber weniger widerstandsfähig, ein Übel, das sich jedoch durch eine mehrfache Festklemmung

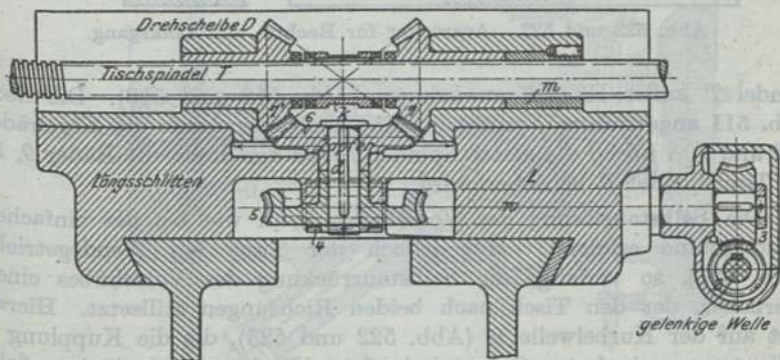


Abb. 521. Tischantrieb.

heben läßt. Eine besonders kräftige Ausführung zeigt der Querschnitt des drehbaren Tisches in Abb. 520.

Eine neue Aufgabe bildet hier der Antrieb des drehbaren Aufspanntisches. Soll er stets gewahrt bleiben, so dürfen die Triebräder der

Spindel  $T$  beim Schrägstellen des Tisches nicht außer Eingriff kommen, eine Bedingung, die nur erfüllt ist, wenn der Antrieb von  $T$  in der Mitte des Drehzapfens liegt.

Diese Anordnung ist in Abb. 521 für den Tischantrieb mit Gelenkwellen durchgeführt. Der Zapfen  $d$  liegt hier im Drehpunkt der Scheibe  $D$ . Er erhält seinen Antrieb durch ein im Längsschlitten liegendes Schneckengetriebe 4, 5 von außen her und treibt durch das Wendegetriebe 6, 7 und 7' die Tischspindel  $T$ . Die Spindel bewirkt hierdurch mit der festen Mutter  $m$  den Rechts- und Linksgang des Tisches, je nachdem die Kupplung  $k$  in 7 oder 7' eingerückt wird.

Liegt der Antrieb des Aufspanntisches in dem Innern der Maschine (Abb. 511), so muß der Zapfen  $d$  wieder auf Mitte des Drehzapfens liegen, damit der Tisch schräg gestellt werden kann, ohne die Räder der Tisch-

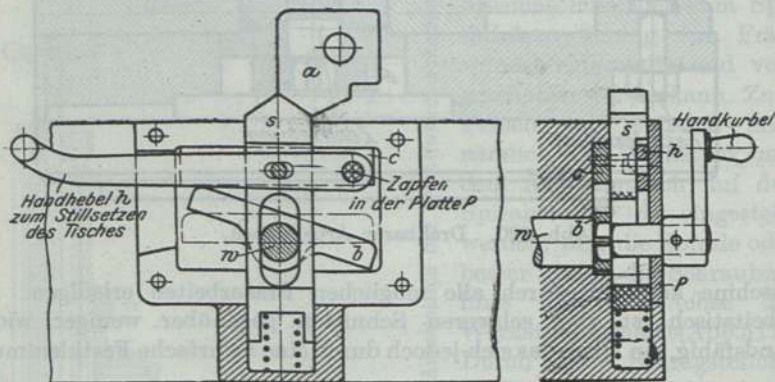


Abb. 522 und 523. Ausrücker für Rechts- und Linksgang.

spindel  $T$  außer Eingriff zu bringen (Abb. 518 und 519). Die nach Abb. 511 angetriebene Spindel  $e$  treibt auch hier durch die Kegelhäder 5, 6 und 7, 8 über  $f$  die glatte Spindel  $g$ , von der durch die Räder 9, 10 die Tischspindel  $T$  betrieben wird.

Die Selbstauslösung des Vorschubes kann wie bei der einfachen Fräsmaschine erfolgen. Hat jedoch der Tisch ein Wendegetriebe (Abb. 521), so verlangt die Selbstausrückung des Vorschubes einen Ausrücker, der den Tisch nach beiden Richtungen stillsetzt. Hierzu sitzt auf der Kurbelwelle  $w$  (Abb. 522 und 523), die die Kupplung  $k$  bedient, vorn ein fester Querstab  $b$ . Ist z. B.  $k$  rechts in 7 eingerückt (Abb. 521), so stellt sich der Stab  $b$  rechts schräg nach unten. Drückt nun nach beendeter Arbeit der Anschlag  $a$  des Aufspanntisches die Schneide  $s$  nach unten, so dreht sie mit dem angeschraubten Querstabe  $c$  den schräggestellten Stab  $b$  wieder in die wagerechte Lage zurück. Hierbei rückt die Kurbel die Kupplung  $k$  aus, die aber noch nicht auf der Gegenseite in 7' eingerückt werden kann. Für den Rückgang

ist nämlich der Tisch erst so weit zurückzukurbeln, bis der Anschlag *a* die Schneide *s* freigibt. Sie schnellt dann durch die untere Feder hoch, so daß mit der Handkurbel die Kupplung *k* in 7' eingerückt werden kann, wobei sich der Stab *b* entgegengesetzt einstellt.

In Abb. 520 wird die Ausrückung in jeder Richtung durch je eine kleine Zahnstange *z* vollzogen. Die Anschläge des Tisches drücken sie nach unten. Dabei legt sie den verzahnten Ausrücker herum, der die Kupplung *k* zurückzieht und den Tisch augenblicklich stillsetzt.

Der Arbeitstisch mit Selbstgang nach 3 Richtungen.

Das Bestreben, die Maschinen durch eine möglichst einfache Handhabung leistungsfähiger zu gestalten, hat veranlaßt, den Arbeitstisch

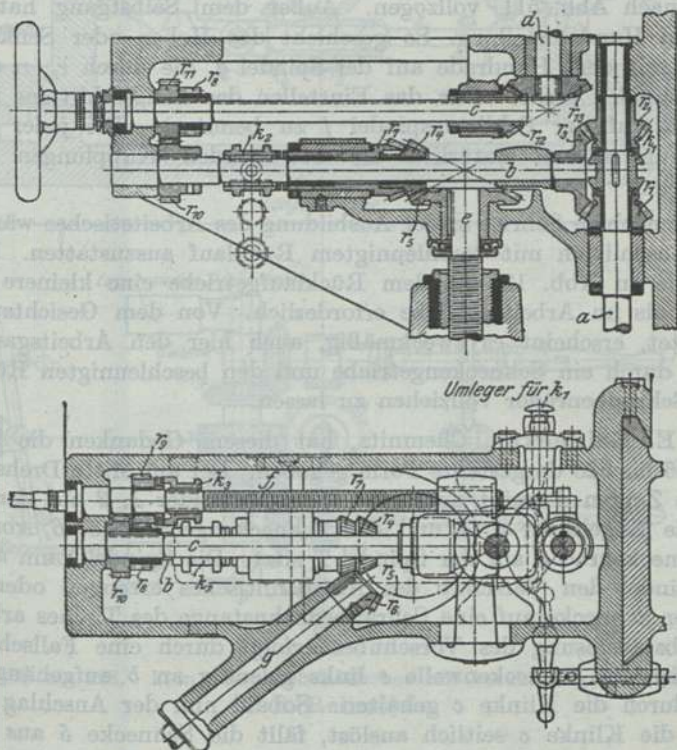


Abb. 524 und 525. Arbeitstisch mit 3 Selbstgängen.

nach allen Richtungen selbsttätig einzurichten. Diese Einrichtung ist bei schweren Maschinen, wo das Bedürfnis näher liegt, schon länger durchgeführt, aber neuerdings auch auf leichtere Maschinen übertragen worden. Es erscheint jedoch fraglich, ob der Arbeiter sie in dem letzten Falle genügend würdigt.

Soll die Maschine den Hoch-, Längs- und Quergang des Arbeitstisches selbst vollziehen, so sind die einzelnen Schlitten von der senkrechten Welle  $d$  in Abb. 511 anzutreiben. Diese Aufgabe ist in Abb. 524 und 525 gelöst. Als gemeinsamer Antrieb der einzelnen Züge dient hier die Welle  $a$  ( $a = d$  in Abb. 511) mit dem Wendegetriebe  $r_1, r_2, r_3$ , das sich durch die Kupplung  $k_1$  umschalten läßt, so daß sämtliche Schlitten nach beiden Richtungen Selbstgang haben. Der Auf- und Abwärtsgang des Winkeltisches wird mit  $k_2$  eingerückt, so daß die Kegeltriebe  $r_4, r_5$  auf die Gliederspindel  $e$  arbeiten. Den Längsgang schließt die Kupplung  $k_3$ , die die Räder  $r_8, r_9$  auf die Schlittenspindel  $f$  einschaltet.

Der Quergang des Aufspanntisches wird durch  $\frac{r_{10} \cdot r_{12}}{r_{11} \cdot r_{13}}$  in bekannter Weise nach Abb. 511 vollzogen. Außer dem Selbstgang hat jeder Schlitten Handeinstellung. So geschieht das Heben oder Senken des Tisches mit dem Handrade auf der Spindel  $g$ , die durch  $r_6, r_7$  auf die Gliederspindel wirkt. Für das Einstellen des Längsschlittens ist das Handrad auf der Schlittenspindel  $f$  zu benutzen. Bei jeder Handeinstellung müssen natürlich die betreffenden Kupplungen ausgerückt sein.

Der nächste Schritt in der Ausbildung des Arbeitstisches wäre, den Aufspannschlitten mit beschleunigtem Rücklauf auszustatten. Hierzu wäre wie in Abb. 130 in dem Rücklaufgetriebe eine kleinere Übersetzung als im Arbeitsgetriebe erforderlich. Von dem Gesichtspunkte betrachtet, erscheint es zweckmäßig, auch hier den Arbeitsgang des Tisches durch ein Schneckengetriebe und den beschleunigten Rücklauf durch Schraubenräder vollziehen zu lassen.

J. E. Reinecker, Chemnitz, hat diesem Gedanken die in den Abb. 526 bis 528 dargestellte Form gegeben. Der auf Mitte Drehscheibe liegende Zapfen  $d$  treibt durch die Schraubenräder 1, 2 auf der einen Seite die Kegelräder 3, 4 und das Schneckengetriebe 5, 6, von dem das Schneckenrad 6 auf der Spindel  $T$  sitzt. Die Spindel kann als Gewindespindel den Vorschub des Aufspanntisches erzeugen oder auch mit einer Schnecke auf eine Schraubenzahnstange des Tisches arbeiten. Die Selbstauslösung des Vorschubes erfolgt durch eine Fallschnecke. Hierzu ist die Schneckenwelle  $s$  links gelenkig an  $b$  aufgehängt und rechts durch die Klinke  $c$  gehalten. Sobald nun der Anschlag  $a$  des Tisches die Klinke  $c$  seitlich auslöst, fällt die Schnecke 5 aus ihrem Rade 6 heraus, und der Selbstgang ist ausgerückt. In gleicher Weise ist auch das Rücklaufgetriebe eingerichtet, nur ist das Schneckengetriebe durch zwei gleiche Schraubenräder 5' und 6' ersetzt, so daß der Tisch schnell zurücklaufen muß. Beide Getriebe dürfen natürlich nur abwechselnd arbeiten. Um ein irrtümliches Einrücken beider Züge zu verhüten, ist eine einfache Verriegelung getroffen. Sie besteht aus dem um einen Zapfen drehbaren Hebel  $h$ , der nur gestattet, daß entweder

beide Selbstzüge ausgerückt sind, oder einer von beiden eingerückt ist, während der andere durch den schräg stehenden Hebel  $h$  gesperrt ist.

Die höchste Entwicklung wäre, den Arbeitstisch nach jedem Schnitt durch die Maschine selbsttätig umsteuern, schnell zurücklaufen und

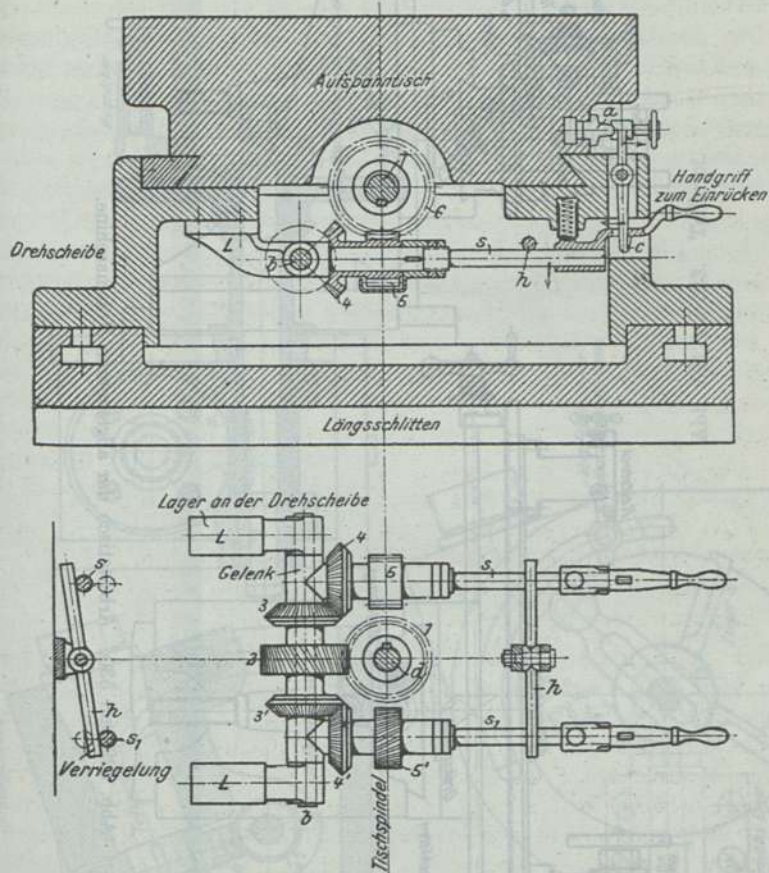


Abb. 526 bis 528. Plan eines Arbeitstisches mit beschleunigtem Rücklauf.  
J. E. Reinecker.

wieder zum neuen Schnitt selbsttätig umschalten zu lassen. Diese Erweiterung des Tischantriebes hat jedoch nur Wert, wenn die Maschine, wie beim Fräsen von Zahnrädern, eine ganze Reihe von gleichen Schnitten auszuführen hat. Ihre Lösung bietet keine Schwierigkeit; sie ist bereits in Abb. 130 behandelt

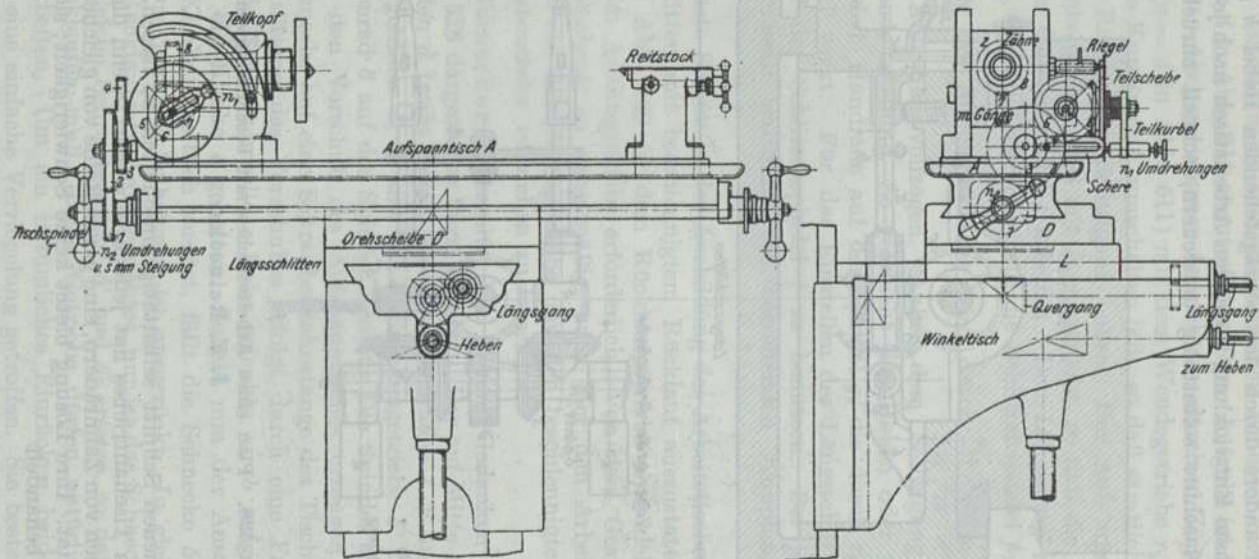


Abb. 529 und 530. Arbeitstisch der allgemeinen Fräsmaschine.

### Der Teilkopf und seine Anwendung. Die Bauart des Teilkopfes.

Das Fräsen von Zähnen und Nuten erfordert zum Einspannen und Einteilen der Werkstücke einen Teilkopf und einen Reitstock (Abb. 529

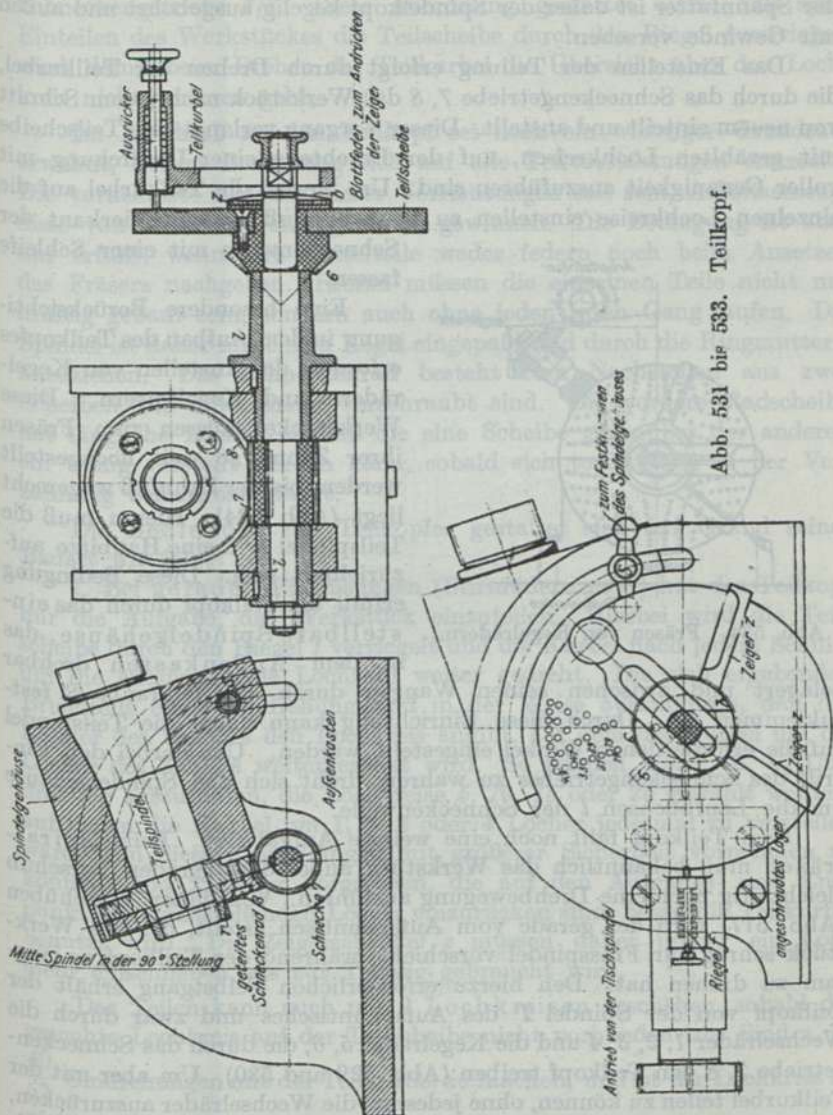


Abb. 531 bis 533. Teilkopf.

und 530) Ohne diese Vorrichtungen sind genaue Fräsarbeiten, mögen gerade oder spiralförmige Nuten zu fräsen sein, nicht zu erreichen.

Die Bauart des Teilkopfes (Abb. 531 bis 533) ergibt sich aus seiner



Anwendung in der Räder- und Werkzeugfräserei. Seine Hauptaufgabe ist, das Werkstück auf Grund der vorgeschriebenen Teilung einzuteilen. Hierzu verlangt er eine Teilschindel, die das Arbeitsstück zu tragen hat. Zum Einziehen der erforderlichen Dorne und zum Aufschrauben der Spannfutter ist daher der Spindelkopf kegelig ausgebohrt und außen mit Gewinde versehen.

Das Einstellen der Teilung erfolgt durch Drehen der Teilkurbel, die durch das Schneckengetriebe 7, 8 das Werkstück nach jedem Schnitt von neuem einteilt und anstellt. Dieser Vorgang verlangt eine Teilscheibe mit gezählten Lochkreisen, auf der Bruchteile einer Umdrehung mit voller Genauigkeit auszuführen sind. Um hierbei die Teilkurbel auf die einzelnen Lochkreise einstellen zu können, muß sie den Vierkant der Schneckenwelle mit einer Schleife fassen.

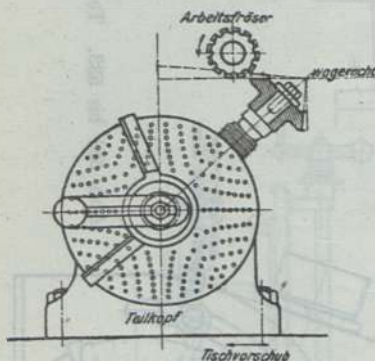


Abb. 534. Fräsen von Kegelrädern.

Eine besondere Berücksichtigung in dem Aufbau des Teilkopfes erfordert das Anstellen von Kegelrädern und Kegelfräsern. Diese Werkstücke müssen zum Fräsen ihrer Zähne so weit hochgestellt werden, bis der Zahnfuß wagrecht liegt (Abb. 534). Hierzu muß die Teilschindel wie eine Haubitze aufzurichten sein. Diese Bedingung erfüllt der Teilkopf durch das einstellbare Spindelgehäuse, das in dem Außenkasten drehbar

gelagert und zwischen seinen Wangen durch die Schraube *S* festzuklemmen ist. Durch diese Einrichtung kann daher die Teilschindel auf die erforderlichen Winkel eingestellt werden. Um hierbei den Eingriff des Schneckengetriebes zu wahren, dreht sich das Spindelgehäuse um die Laufbüchsen *l* der Schneckenwelle.

Dem Teilkopf fällt noch eine weitere Aufgabe zu. Beim Spiralfräsen muß bekanntlich das Werkstück außer dem geraden Vorschub gleichzeitig noch eine Drehbewegung ausführen. Von diesen Vorschüben (Abb. 517) wird der gerade vom Aufspanntisch erteilt, der das Werkstück schräg zur Frässpindel vorschubt, während der Teilkopf es langsam zu drehen hat. Den hierzu erforderlichen Selbstgang erhält der Teilkopf von der Spindel *T* des Aufspanntisches und zwar durch die Wechselräder 1, 2, 3, 4 und die Kegelräder 5, 6, die durch das Schneckengetriebe 7, 8 den Teilkopf treiben (Abb. 529 und 530). Um aber mit der Teilkurbel teilen zu können, ohne jedesmal die Wechselräder auszurücken, sitzt das Kegelrad 6 lose auf der Schneckenwelle. Dieses lose Kegelrad verlangt allerdings, den Selbstgang des Teilkopfes von der Tischspindel über die Teilkurbel auf die Schneckenwelle zu leiten. Fürs

Fräsen von Spiralnuten muß daher die Teilscheibe mit dem Kegelrade 6 verschraubt sein und die Teilkurbel mit dem Ausrücker in die Teilscheibe fassen. Unter dieser Voraussetzung geht der Kraftweg von 5 auf 6 über die Teilscheibe und von ihr über die Teilkurbel auf das Schneckengetriebe 7/8. Diese Anordnung gestattet auch, daß beim Einteilen des Werkstückes die Teilscheibe durch den Riegel / verriegelt wird, damit beim Drehen der Teilkurbel die Übersicht über den Lochkreis nicht verloren geht.

Im Anschluß an den Teilkopf sei noch ein wichtiger Grundsatz erwähnt, dessen Bedeutung sich auf alle Teilvorrichtungen erstreckt. Die vornehmste Aufgabe dieser Vorrichtungen soll sein, Arbeitserzeugnisse von höchster Genauigkeit zu gewinnen. Die Bedingung ist aber nur erfüllt, wenn ihre Einzelteile weder federn noch beim Ansetzen des Fräasers nachgeben. Hierzu müssen die einzelnen Teile nicht nur kräftig gebaut sein, sondern auch ohne jeden toten Gang laufen. Die Spindel ist daher mit einem Kegel eingepaßt und durch die Ringmutter  $r$  anzuziehen. Das Schneckenrad besteht zum Nachstellen aus zwei Scheiben, die miteinander verschraubt sind. Die vordere Radscheibe hat längliche Löcher, so daß die eine Scheibe gegenüber der anderen ein wenig verstellt werden kann, sobald sich toter Gang in der Verzahnung bemerkbar macht.

Die Bedienung des Teilkopfes gestaltet sich auf Grund seiner Bauart wie folgt:

1. Bei geraden Einfräsen (Stirnrädern usw.) hat der Teilkopf nur die Aufgabe, das Werkstück einzuteilen. Hierbei wird die Teilscheibe durch den Riegel / verriegelt und die Kurbel nach jedem Schnitt um die entsprechende Lochzahl weiter gedreht. Die sich ergebenden Bruchteile einer Umdrehung sind in der Weise auszuführen, daß der Nenner des Bruches den Lochkreis angibt, auf dem die Kurbel um die Löcher des Zählers weitergerückt wird. So können, um z. B.  $\frac{1}{5}$  Umdrehung auszuführen, die Lochkreise 5, 10, 15 oder 20 gewählt werden, auf denen die Kurbel um 1, 2, 3 oder 4 Löcher jedesmal zu verstellen wäre. Um diese Einstellungen mit größerer Sicherheit vornehmen zu können, sind 2 Zeiger vorgesehen, die auf den Ausgangs- und Endpunkt der einzustellenden Löcher einzurücken sind, bevor die Teilkurbel benutzt wird. Die Zeigerschenkel  $z$  müssen daher immer ein Loch mehr einschließen, als zur Teilung gebraucht wird.

Das Teilen kann auch mit 2 Lochkreisen geschehen, sobald der gesuchte Lochkreis auf der Teilscheibe nicht vorhanden ist. Sind z. B.

$\frac{40}{57}$  Umdrehungen mit der Teilkurbel zu machen, und ist der Lochkreis 57 nicht vorhanden, so zerlegt man

$$\frac{40}{57} = \frac{21}{57} + \frac{19}{57} = \frac{7}{19} + \frac{1}{3} = \frac{7}{19} + \frac{5}{15}$$

Hiernach sind mit der Teilkurbel auf dem 19 Lochkreis 7 Löcher zu nehmen. Steht nun der Riegel im Lochkreis 15, so ist er zurückzuziehen, mit der eingelegten Kurbel die Teilscheibe um 5 Löcher auf 15 in gleichem Sinne zu drehen und hierauf der Riegel wieder einzurücken (Abb. 530).

### Die Anwendung des Teilkopfes.

#### 1. Das Fräsen von Stirnrädern.

Beim Fräsen von Stirnrädern wird das Rad mit einem Dorn zwischen den Spitzen des Teilkopfes und des Reitstockes eingespannt und nach jedem Schnitt mit dem Teilkopf um eine Teilung weiter geteilt (Abb. 535).

**Aufgabe:** Es ist ein Stirnrad mit 20 Zähnen zu fräsen. Das Schneckenrad des Teilkopfes habe 45 Zähne, und die Schnecke sei eingängig.

**Lösung:** Ist nach Abb. 535  $x$  die auszuführende Umdrehung der

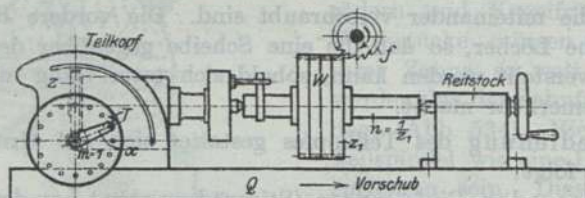


Abb. 535. Fräsen von Stirnrädern.

Teilkurbel,  $n$  die Umdrehung des zu fräsenden Rades entsprechend seiner Teilung,  $z_1$  seine Zahnzahl,  $z$  die des Schneckenrades und  $m$  die Gängigkeit der Schnecke, so ist allgemein:

$$\frac{x}{n} = \frac{z}{m}$$

Hierin ist:  $m = 1$  und  $n = \frac{1}{z_1}$  für das jedesmalige Einstellen der Teilung.

Aus dieser Gleichung ergibt sich als Umdrehung der Teilkurbel:

$$x = \frac{n \cdot z}{m} = \frac{z}{z_1} = \frac{\text{Schneckenrad}}{\text{Arbeitsrad}} = \frac{45}{20} = 2 + \frac{5}{20}$$

$$x = 2 + \frac{5}{20}$$

Die Kurbel ist demnach auf den zwanziger Lochkreis einzurücken und jedesmal um 2 volle Umdrehungen + 5 Löcher weiter zu drehen, wenn das Rad um seine Teilung gedreht werden soll. Die Zeiger  $z$  müssen dabei 6 Löcher umfassen.

## 2. Das Fräsen von Spiralfräsern.

Beim Spiralfräsen ist der Aufspanntisch bekanntlich auf den Spiralwinkel  $\beta$  einzustellen, den die Spirale mit der Werkstückachse einschließt. Das Werkstück ist dabei im Sinne 2 langsam zu drehen und gleichzeitig im Sinne 1 vorzuschieben (Abb. 517). Diese Bewegungen des Werkstückes werden von der Tischspindel abgeleitet. Sie schiebt den Aufspanntisch in Richtung 1 vor und treibt durch die Wechselräder den Teilkopf mit dem Werkstück im Sinne 2. Für den letzten Antrieb ist bekanntlich die Teilscheibe zu entriegeln und die Teilkurbel in die Teilscheibe einzurücken.

Die Berechnung der Wechselräder: Beim Spiralfräsen ist das Werkstück bei jeder Umdrehung um die Steigung  $h$  der Spirale vorzuschieben. Diesen geraden Vorschub erzeugt die Tischspindel, die den Querschlitten mit dem Teilkopf und dem Werkstück dem Fräser zuschiebt. Macht die Tischspindel zur Erzeugung des Vorschubes von  $h$  mm  $n_2$  Umläufe, und ist ihre Steigung  $s$  mm, so ist der Tischweg

$$h = n_2 \cdot s, \quad (1)$$

und die erforderlichen Umläufe der Tischspindel sind

$$n_2 = \frac{h}{s}.$$

Während des Vorschubes  $h$  hat der Teilkopf dem Werkstück eine volle Umdrehung zu erteilen. Diese Bedingung ist erfüllt, sobald die Übersetzung von der Tischspindel auf die Teilschindel (Abb. 529):

$$\frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot m}{z_2 \cdot z_6 \cdot z} = \frac{1}{n_2}$$

ist. Setzt man hierin die Übersetzung der Wechselräder  $\frac{z_1 \cdot z_3}{z_2 \cdot z_4} = \varphi$ ,

und ist  $z_5 = z_6$ , so ist die Übersetzung:

$$\varphi = \frac{z}{m} \cdot \frac{1}{n_2}. \quad (2)$$

Hierin ist nach der Gleichung (1):  $n_2 = \frac{h}{s}$ .

**Aufgabe** Es ist ein Walzenfräser mit spiraligen Zähnen zu fräsen. Der Durchmesser sei 120 mm,  $\beta = 25^\circ$  (Abb. 487).

**Lösung:**

1. Der Aufspanntisch ist auf  $25^\circ$  schräg einzustellen.
2. Die Berechnung der Wechselräder ist wie beim Gewindeschneiden
  - a) Steigung der Spirale. Aus der Abwicklung des Schraubenganges (Abb. 536) ergibt sich:

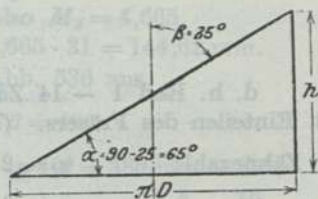


Abb. 536. Abwicklung des Schraubenganges.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\pi \cdot D}$$

$$\text{oder: } h = \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg} \alpha = \pi \cdot 120 \cdot 2,15 = 810 \text{ mm.}$$

$$h = 810 \text{ mm.}$$

b) Umdrehungen der Tischspindel bei  $1/4''$  Steigung:

$$\text{Nach (1)} \quad h = n_2 \cdot s,$$

$$810 = n_2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 25,4,$$

$$n_2 = \frac{810 \cdot 4}{25,4} = 127,6.$$

$$n_2 = 127,6 \text{ Umdrhg.}$$

c) Übersetzung der Wechselläder. Schneckenrad: 42 Zähne, Schnecke zweigängig ( $m = 2$ ).

$$\text{Nach (2)} \quad \frac{1}{n_2} = \varphi \cdot \frac{m}{z}$$

$$\varphi = \frac{z}{m} \cdot \frac{1}{n_2} = \frac{42}{2} \cdot \frac{1}{127,6} = \frac{420}{2552} = \frac{14}{58} \cdot \frac{30}{44},$$

$$\varphi = \frac{14}{58} \cdot \frac{30}{44},$$

d. h. Rad 1 — 14 Zähne, 2 — 58, 3 — 30 und 4 — 44 Zähne.

3. Einteilen des Fräasers. (Teilscheibe verriegelt.)

Zähnezahl:  $z_f \sim 2 \sqrt{D}$  bei Schruppfräsern,

$z_f \sim 2,6 \div 3 \sqrt{D}$  bei Schlichtfräsern,

Gewählt: Schruppfräser  $z_f = 2 \sqrt{120} = 22$  Zähne.

Es war vorhin (S. 296):  $\frac{x}{n} = \frac{z}{m}$ .

Hierin ist:  $n = \frac{1}{z_f} = \frac{1}{22}$ ,

also:  $x = \frac{n \cdot z}{m} = \frac{1}{22} \cdot \frac{42}{2} = \frac{21}{22}$ ,

$$x = \frac{21}{22},$$

d. h. auf dem Lochkreis 22 ist die Kurbel jedesmal um 21 Löcher weiter zu drehen.

### 3. Das Fräsen von Schraubenrädern.

Das Fräsen von Schraubenrädern ist nichts anderes als ein Spiralfräsen. Es sind daher dieselben Rechnungen maßgebend. Die Einstellung des Tisches ist in gleicher Weise vorzunehmen, ebenso die Hand-

habung des Teilkopfes, nur ist zu beachten, daß für das Einteilen des Rades die Stirnteilung  $t_s$  maßgebend ist, die sich aus der Normalteilung  $t_n$  berechnen läßt. Es ist nämlich nach Abb. 537 und 538:

$$\cos \beta = \frac{t_n}{t_s}$$

und

$$t_s = \frac{t_n}{\cos \beta}$$

Aufgabe: Es sind 2 Schraubenräder zu fräsen für 2 Wellen, die sich unter  $90^\circ$  kreuzen. Das Rad I hat 31 Zähne und eine Normalteilung von  $3\pi$ . Der Winkel  $\beta$ , den die Zähne mit der Radachse einschließen sei  $50^\circ$ . Das Rad II hat  $\beta = 40^\circ$  und 61 Zähne.

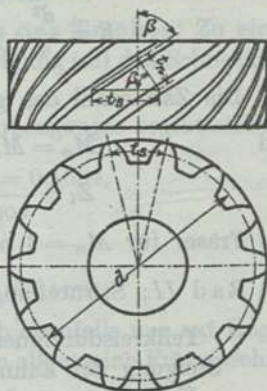


Abb. 537 und 538. Schraubenrad.

$$\text{Rad I: Stirnteilung } t_s = \frac{t_n}{\cos 50^\circ} = \frac{3 \cdot \pi}{0,643} = 4,665 \pi,$$

$$t_s = 4,665 \cdot \pi, \text{ also } M_s = 4,665,$$

$$\text{Teilkreisdurchmesser} = M_s \cdot z_1 = 4,665 \cdot 31 = 144,62 \text{ mm.}$$

Steigung der Schraubenzähne nach Abb. 536 aus:

$$\text{tg } \alpha = \frac{h}{\pi d}, \text{ hierin } \alpha = 90^\circ - \beta = 40^\circ,$$

$$h = \pi d \cdot \text{tg } \alpha = \pi \cdot 144,62 \cdot \text{tg } 40^\circ = 380 \text{ mm} = 15'',$$

$$\text{Umdrehungen der Tischspindel bei } \frac{1}{4}'' \text{ Steigung: } n_2 = \frac{h}{s} = \frac{15}{\frac{1}{4}} = 60.$$

Übersetzung der Wechselräder bei einem Teilkopf mit einem Schneckenrad von  $z = 40$  Zähnen und einer eingängigen Schnecke ( $m = 1$ ):

$$\text{Nach (2). } \varphi = \frac{z}{m} \cdot \frac{1}{n_2} = \frac{40}{60},$$

$$\varphi = \frac{5}{6} \cdot \frac{8}{10} = \frac{15}{18} \cdot \frac{24}{30}.$$

Tisch auf  $50^\circ$  einstellen, Wechselräder  $z_1 = 15$ ,  $z_2 = 18$ ,  $z_3 = 24$ ,  $z_4 = 30$ . Der Fräser ist von der Normalteilung und vom Steigungswinkel des Schraubenrades abhängig. Um letzteren zu berücksichtigen, wählt man den Fräser nicht nach der wirklichen Zähnezahle des Schraubenrades, sondern nach der Zähnezahle eines gedachten Rades, das den Krümmungshalbmesser  $R$  der Schnittellipse als Halbmesser hat.

Es ist nach Abb. 539

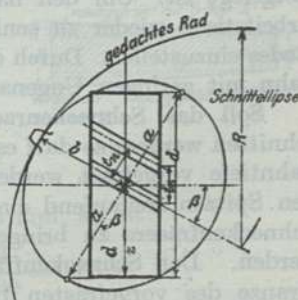


Abb. 539. Schraubenrad.

$$R = \frac{a^2}{b}; \quad b = \frac{d}{2} \quad \text{und} \quad a = \frac{d}{2} \cdot \frac{1}{\cos \beta}$$

$$R = \frac{d^2}{4} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} \cdot \frac{2}{d} = \frac{d}{2 \cdot \cos^2 \beta}$$

Die Zähnezahl des gedachten Rades  $Z_i = \frac{2R}{M_n} = \frac{d}{\cos^2 \beta \cdot M_n}$

und  $M_n = M_s \cdot \cos \beta$

$$Z_i = \frac{d}{\cos^3 \beta M_s} = \frac{Z}{\cos^3 \beta} = \frac{31}{0,643^3} = 116.$$

Fräser für  $M_n = 3$  und  $Z_i = 116$ .

Rad II: Stirnteilung  $t_s = \frac{3\pi}{\cos 40^\circ} = \frac{3\pi}{0,766} = 3,92 \cdot \pi, \quad M_s = 3,92.$

Teilkreisdurchmesser  $= M_s \cdot z_2 = 3,92 \cdot 61 = 239,12 \text{ mm.}$

Steigung der Zähne  $h = \pi \cdot d \cdot \text{tg } 50^\circ = \pi \cdot 239 \cdot \text{tg } 50^\circ = 35''.$

Umdrehungen der Tischspindel  $n_2 = 35 \cdot 4 = 140.$

Übersetzung der Wechselräder  $\varphi = \frac{40}{140} = \frac{12}{15} \cdot \frac{30}{84}.$

Tisch auf  $40^\circ$  einstellen Wechselräder  $z_1 = 12, z_2 = 15, z_3 = 30,$   
 $z_4 = 84, \text{ Fräser vom Modul } 3 \text{ und } z_i = \frac{61}{0,766^3} = 136.$

#### 4. Das Fräsen von Schneckenrädern.

Größere Schneckenräder können nur auf Sondermaschinen geschnitten werden, kleinere auch auf der allgemeinen Fräsmaschine nach einem Annäherungsverfahren oder nach dem Wälzverfahren.

Bei dem Fräsen von Schneckenrädern ist der Arbeitstisch auf den Steigungswinkel der Schnecke einzustellen. Das Schneckenrad wird zunächst mit einem scheibenförmigen Stirnradfräser vorgefräst. Hierzu ist, um den hohlen Zahn des Schneckenrades zu erhalten, die Radmitte genau auf Fräsermitte einzustellen und hierauf das Rad von unten her dem Fräser allmählich zuzuschieben. Dies verlangt, den Winkeltisch gegen einen Anschlag hochzukurbeln, durch den die verlangte Zahntiefe festgelegt ist. Um den nächsten Zahn schneiden zu können, ist der Arbeitstisch wieder zu senken und mit dem Teilkopf die Teilung des Rades einzustellen. Durch dieses Verfahren entsteht ein schräger, hohler Zahn mit geringen Ungenauigkeiten.

Soll das Schneckenrad noch mit dem Schneckenfräser nachgeschnitten werden, so darf es mit dem Scheibenfräser nicht bis zur vollen Zahntiefe vorgefräst werden. Zum Nachfräsen ist das Rad zwischen den Spitzen freilaufend einzuspannen und genau unter die Mitte des Schneckenfräses zu bringen; der Tisch muß dabei auf  $0^\circ$  eingestellt werden. Der Schneckenfräser wälzt sich beim Nachfräsen auf dem Kranze des vorgefrästen Rades ab, das dabei in langsame Drehung kommt. Der Winkeltisch muß bis zur richtigen Zahntiefe langsam

hochgestellt werden. Auf diese Weise werden die nach einer Schraubelinie geschweiften Zähne genau herausgeschnitten.

Die Berechnung der Winkelstellung des Tisches: Zu einer Schnecke von 192 mm Durchmesser und 4" Steigung soll das Schneckenrad gefräst werden.

Lösung: Aus der Abwicklung des Schraubenganges ergibt sich:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\pi \cdot d} = \frac{4 \cdot 25,4}{\pi \cdot 192} = \frac{101,6}{603,2} = 0,1684,$$

$$\alpha = 9^{\circ} 34'.$$

### 5. Das Fräsen von Kegelrädern.

Vollkommen genaue Kegelräder lassen sich ebenfalls nur auf Kegelräderrhobel- oder Fräsmaschinen herstellen. Die allgemeine Fräsmaschine liefert auch hier nur Annäherungsarbeit. Das zu fräsende Kegelrad wird an dem Teilkopf eingespannt, der so weit aufzurichten ist, bis die Erzeugende des Zahnfußes wagerecht liegt (Abb. 540). Für das Fräsen der Zahnflanken ergeben sich drei Möglichkeiten:

1. Das Kegelrad wird vorgefräst mit einem Fräser von der Form der inneren Zahnücke und hierauf an der Außenseite mit einem Fräser von der äußeren Lücke angefräst. Die eigentliche Zahnflanke ist jetzt, so gut wie eben möglich, von Hand herauszufeilen. Das Verfahren erfordert Geschick und ist wenig leistungsfähig.

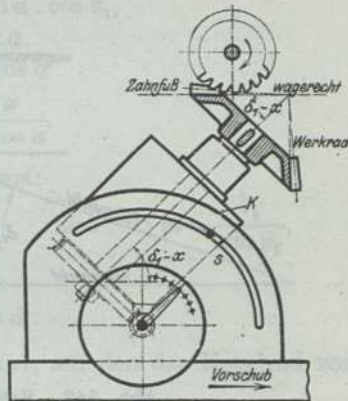


Abb. 540. Kegelräderrhelen.

2. Das Kegelrad wird wie vorhin vorgefräst. Zum Nachfräsen dient ein Fräser, dessen Zähne der größeren, äußeren Zahnücke entsprechen, aber nur die Breite der kleineren, inneren Lücke haben. Um nun die allmählich breiter werdende Zahnücke zu bekommen, ist der Teilkopf auf dem Aufspanntisch um  $\alpha^{\circ}$  schräg zur Tischachse zu stellen, so daß die schräg laufende Zahnflanke an den Fräser kommt (Abb. 541). Ist z. B. bei der Zahnücke  $b_a = 8$  mm,  $b_i = 5$  mm und die Zahnbreite selbst  $b = 50$  mm, so ist:

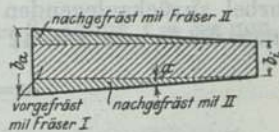


Abb. 541.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b_a - b_i}{2b} = \frac{8 - 5}{2 \cdot 50} = \frac{3}{100} = 0,03,$$

$$\alpha = 1^{\circ} 43'.$$



In dieser Stellung sind zunächst alle linken Flanken zu fräsen. Für die rechten Flanken ist der Teilkopf um  $\alpha^\circ$  nach der anderen Seite schräg zur Tischachse zu stellen.

3. Das Kegelrad wird wie vorhin vorgefräst und nachgefräst. Zum Nachfräsen wird, um die nach außen breiter werdende Lücke zu bekommen, die Teilscheibe gegenüber dem Riegel um einige Löcher nach rechts oder links verstellt. Das Rad kommt dadurch mit dem vorgefrästen Zahn in eine schräge Lage zur Tischachse. Die einen Flanken werden jetzt gefräst. Zum Fräsen der Gegenflanken stellt man die Teilscheibe zuerst auf die Anfangsstelle und dann um die gleiche Lochzahl auf die Gegenseite. Ist z. B. wieder  $b_a = 8$  mm und  $b_i = 5$  mm, so müßte das Rad beim Fräsen einer Flanke im äußeren Teilkreis jedesmal um 1,5 mm nach rechts oder links gedreht werden. Hat der

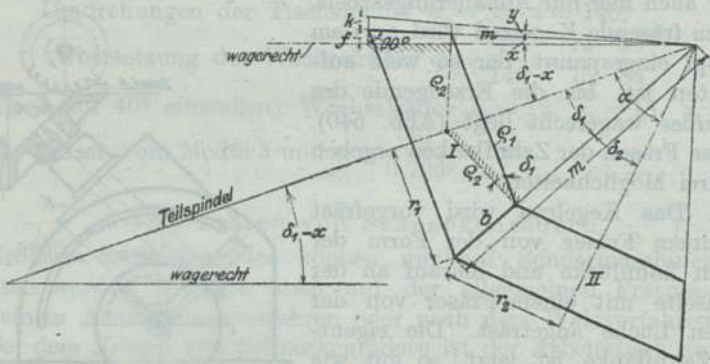


Abb. 542. Schrägstellen des Teilkopfes.

Teilkreis 90 mm Durchmesser, so wäre das Kegelrad jedesmal um  $n = \frac{1,5}{\pi \cdot 90}$  zu drehen. Hiernach ergibt sich die Zahl der mit der Teilkurbel zurückzulegenden Löcher bei einer Schnecke von  $m = 2$  und einem Rade von  $z = 42$  aus:

$$x = \frac{nz}{m} = \frac{1,5 \cdot 42}{\pi \cdot 90 \cdot 2} = \sim \frac{1}{9}.$$

Der Arbeiter hätte z. B. auf dem Lochkreise 36 beim Fräsen der Flanken die Teilkurbel jedesmal um 4 Löcher nach rechts oder nach links zu drehen.

Aufgabe: Auf welchen Winkel ist der Teilkopf beim Fräsen von Kegelrädern hochzustellen?

Lösung: Der Teilkopf ist auf den Fräswinkel  $\delta_1 - x$  einzustellen, damit die Fußlinie des Kegelrades wagerecht zu liegen kommt.

Nach dem Sinussatz (Abb. 542) läßt sich der Kegelwinkel  $\delta_1$  aus dem Achsenwinkel  $\alpha$  und der Übersetzung  $\varphi$  der Kegelräder wie folgt berechnen:

$$\frac{\sin \delta_1}{\sin \delta_2} = \frac{r_1}{r_2} = \varphi.$$

Hierin ist  $\delta_2$  durch  $\delta_1$  zu ersetzen.

Nach Abb. 542 ist:

$$\alpha = \delta_1 + \delta_2$$

und

$$\delta_2 = \alpha - \delta_1.$$

Dies oben eingesetzt, ergibt:

$$\begin{aligned} \sin \delta_1 &= \varphi \cdot \sin \delta_2 = \varphi \cdot \sin (\alpha - \delta_1), \\ &= \varphi \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \delta_1 - \cos \alpha \cdot \sin \delta_1), \end{aligned}$$

$$\sin \delta_1 + \varphi \cdot \cos \alpha \cdot \sin \delta_1 = \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \delta_1,$$

$$\sin \delta_1 (1 + \varphi \cdot \cos \alpha) = \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \delta_1,$$

$$\frac{\sin \delta_1}{\cos \delta_1} = \frac{\varphi \cdot \sin \alpha}{1 + \varphi \cdot \cos \alpha},$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\varphi \cdot \sin \alpha}{1 + \varphi \cdot \cos \alpha}.$$

Den Fußwinkel  $x$  bestimmt man aus:

$$\operatorname{tg} x = \frac{f}{m} \quad \text{und} \quad \sin \delta_1 = \frac{r_1}{m}, \quad \text{also} \quad m = \frac{r_1}{\sin \delta_1},$$

demnach:

$$\operatorname{tg} x = \frac{f}{r_1} \cdot \sin \delta_1.$$

Der Außenwinkel oder Drehwinkel, auf den das Kegelrad vor dem Fräsen abzdrehen ist, wäre  $\delta_1 + y$ .

$$\times y \text{ ergibt sich aus } \operatorname{tg} y = \frac{k}{m}; \quad m = \frac{r_1}{\sin \delta_1},$$

eingesetzt:

$$\operatorname{tg} y = \frac{k}{r_1} \cdot \sin \delta_1.$$

Beispiel: Es sei  $\alpha = 70^\circ$ ,  $r_1 = 50$  Zähne,  $r_2 = 25$  Zähne,  $t = 3\pi$  mm. Zahnkopf = 3 mm, Zahnfuß = 4 mm.

Lösung:

1. Fräswinkel =  $\delta_1 - x$ .

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\varphi \cdot \sin \alpha}{1 + \varphi \cdot \cos \alpha}; \quad \varphi = \frac{r_1}{r_2} = \frac{50}{25} = 2,$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{2 \cdot 0,9397}{1 + 2 \cdot 0,342} = \frac{1,8794}{1,684} = 1,116,$$

$$\delta_1 = 48^\circ 8',$$

$$\operatorname{tg} x = \frac{f}{r_1} \cdot \sin \delta_1.$$

$r_1$  berechnet man aus der Teilung  $t$  und der Zähnezahl  $z$  zu:  $2 \cdot r_1 \cdot \pi = z \cdot t$

$$r_1 = \frac{z \cdot t}{2 \cdot \pi} = \frac{50 \cdot 3}{2} = 75 \text{ mm.}$$

Demnach wird:

$$\operatorname{tg} x = \frac{4 \cdot 0,7447}{75} = 0,0397,$$

$$x = 2^\circ 17'.$$

$$\text{Fräswinkel} = 48^\circ 8' - 2^\circ 17' = 45^\circ 51'.$$

$$\text{Drehwinkel} = \delta_1 + y.$$

$$\operatorname{tg} y = \frac{k \cdot \sin \delta_1}{r_1} = \frac{3 \cdot 0,7447}{75} = 0,0298,$$

$$y = 1^\circ 43'.$$

$$\text{Drehwinkel} = 48^\circ 8' + 1^\circ 43' = 49^\circ 51'.$$

Vorfräser vom Modul  $M_i$  der inneren Teilung:  $M_i = M_a \frac{\varrho_1}{r_1}$ .

Nach Abb. 542 ist  $\frac{\varrho_1}{r_1} = \frac{m-b}{m}$ .

$$\text{Es war } m = \frac{r_1}{\sin \delta_1} = \frac{75}{0,7447} = 100$$

$$b = 2,5 t = 25 \text{ mm}$$

$$\frac{\varrho_1}{r_1} = \frac{100 - 25}{100} = \frac{75}{100} = \frac{3}{4}$$

$$M_i = M_a \cdot \frac{\varrho_1}{r_1} = 3 \cdot \frac{3}{4} = 2,25$$

Die Zähnezahl des Vorfräasers muß der Zähnezahl  $z_i$  eines gedachten Rades vom Halbmesser  $\varrho_2$  entsprechen.

Nach Abb. 542 ist  $\cos \delta_1 = \frac{\varrho_1}{\varrho_2}$  und  $\varrho_2 = \frac{\varrho_1}{\cos \delta_1}$

$$\text{also } z_i = \frac{2 \varrho_2}{M_i} = \frac{2 \varrho_1}{M_i \cdot \cos \delta_1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{50}{0,667} = 75$$

größte Breite des Vorfräasers =  $\frac{t_i}{2} = \frac{M_i \cdot \pi}{2} = 3,53 \text{ mm}$ . Nachfräser  $M_a = 3$ ,  $z_1 = 75$  und Breite 3,53 mm.

Für den Fall  $\alpha = 90^\circ$ , wie er in der Praxis meistens vorliegt, vereinfacht sich die Rechnung durch die Beziehungen  $\sin 90^\circ = 1$  und  $\cos 90^\circ = 0$ . Demnach:

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \varphi = \frac{r_1}{r_2}, \operatorname{tg} x = \frac{f}{m} \quad \text{und} \quad m = \frac{r_1}{\sin \delta_1} \quad \text{oder} \quad m = \sqrt{r_1^2 + r_2^2}.$$

Für das Schneiden von Kegelrädern auf Sondermaschinen sind noch weitere Angaben notwendig. Sie ergeben sich aus Abb. 543.

1. Äußerer Zahnwinkel  $\beta = 90^\circ - y = 88^\circ 17'$ .
2. Innerer Zahnwinkel  $\gamma = 90^\circ + \delta_1 + g = 139^\circ 51'$ .
3. Kopfkreis-Durchm. = Teilkreis-Durchm. +  $2k' = 150 + 2k \cos \delta_1 = 154$  mm,

$$\text{da } \cos \delta_1 = \frac{k'}{k} \text{ und } k' = k \cdot \cos \delta_1.$$

4. Fußkreis-Durchm. =  $150 - 2f' = 150 - 2f \cdot \cos \delta_1 = 145$ ,

$$\text{da } \cos \delta_1 = \frac{f'}{f} \text{ und } f' = f \cdot \cos \delta_1.$$

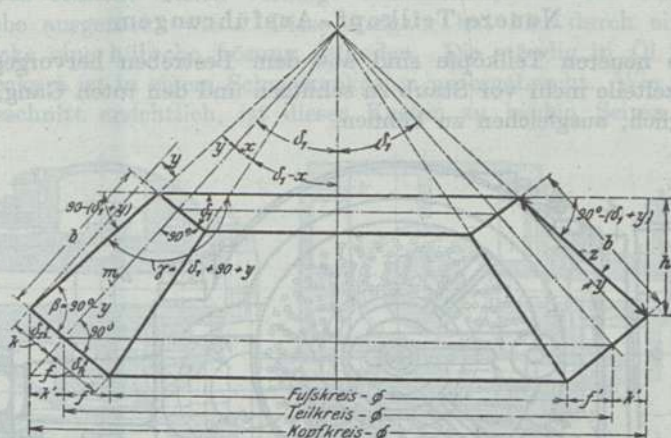


Abb. 543. Kegelrad.

5. Die Höhe  $h$  berechnet man nach Abb. 543 wie folgt

$$\sin [90^\circ - (\delta_1 + y)] = \frac{h}{z},$$

$$\cos y = \frac{b}{z}, \quad z = \frac{b}{\cos y},$$

$$h = \frac{b}{\cos y} \cdot \sin [90^\circ - (\delta_1 + y)] = \frac{20}{0,999} \cdot 0,76 = 15,2 \text{ mm.}$$

In gleicher Weise sind auch die Abmessungen des zweiten Rades zu berechnen.

### Die Schnellteilverrichtung.

Beim Fräsen von Vielkanten, Kupplungszähnen und Nuten der Gewindebohrer und Reibahlen ist das Einteilen, sobald es mit der Teilkurbel erfolgt, zu langwierig. Viel schneller wäre in diesen Fällen mit der Teilschindel selbst zu teilen. Das schnelle Teilen erfordert aber eine Abänderung des Teilkopfes. Um nämlich die Teilschindel unmittelbar benutzen zu können, muß das Schneckengetriebe 7, 8 aus-

gerückt werden. Hierzu kann das Schneckenrad 8 oder auch die Schnecke 7 benutzt werden. Die Ausrückung der Schnecke wäre durch außerachsig gebohrte Lagerbüchsen zu erreichen oder durch eine Fallschnecke. Das schnelle Teilen verlangt noch ein weiteres. Auf dem Schwanzende der Teilschindel muß nämlich eine zweite Teilscheibe sitzen, in deren Löcher ein Teilstift einspringt, der zugleich die Teilschindel festhält. Ist z. B. eine Kupplung mit 6 Zähnen zu fräsen, so ist der Stift auf den Lochkreis 24 einzustellen und die Teilschindel jedesmal um 4 Löcher zu drehen.

### Neuere Teilkopf - Ausführungen.

Die neueren Teilköpfe sind aus dem Bestreben hervorgegangen, die Einzelteile mehr vor Staub zu schützen und den toten Gang, soweit als möglich, ausgleichen zu können.

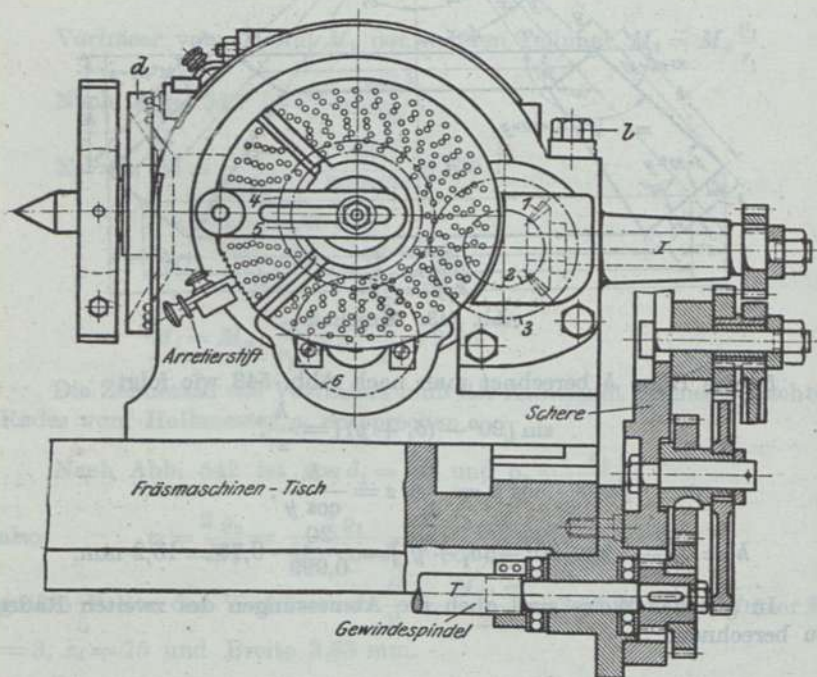


Abb. 544. Neuer Teilkopf.

Musterhaft ist der Teilkopf in den Abb. 544 bis 546 durchgebildet. Die Teilschindel *a* ist bei ihm in einem runden Spindelgehäuse *b* untergebracht. Zum Schrägstellen ist das Spindelgehäuse *b* durch 2 große Zapfenlager in dem Teilkopfgehäuse *c* drehbar und in ihm mit der Schraube *l* festzuklemmen. Die Teilkopfspindel *a* zeigt äußerst starke

Abmessungen und besitzt beiderseits Einheitskegel zur Aufnahme von Dornen und Körnerspitzen. Bei der Arbeit wird sie durch eine Klemmvorrichtung, die in den Klemmring *g* faßt, festgehalten, so daß das Schneckengetriebe vom Arbeitsdruck entlastet ist.

Der Teilkopf ist für schnelles und langsames Teilen eingerichtet. Für das schnelle Teilen ist die kleine Teilscheibe *d* vorgesehen. Sie sitzt unmittelbar auf der Teilschindel *a* und hat 3 Lochkreise mit 24, 30 und 36 Löchern. Nach jeder Einstellung des Werkstückes wird sie durch den in den Abb. 544 und 545 sichtbaren Riegel gehalten.

Das schnelle Teilen verlangt bekanntlich, daß das Schneckengetriebe ausgerückt wird. Diese Aufgabe hat hier durch eine Fallschnecke eine hübsche Lösung gefunden. Die ständig in Öl laufende Schnecke *h* ist in einem Schneckenkasten untergebracht. Wie aus dem Längsschnitt ersichtlich, ist dieser Kasten zu beiden Seiten in dem

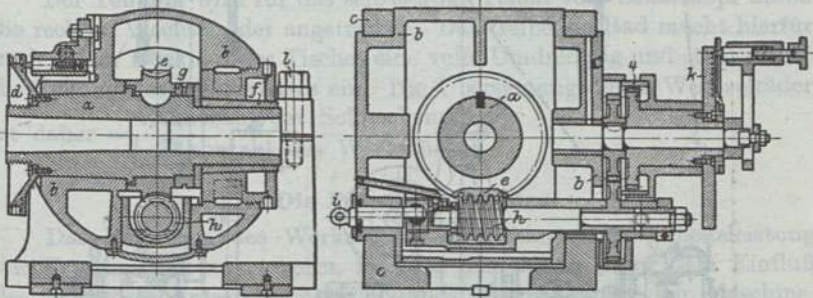


Abb. 545 und 546. Längs- und Querschnitt des Teilkopfes.

Spindelgehäuse geführt. Zum Ausrücken der Schnecke wird er von einer Kurbel getragen. Vor dem schnellen Teilen ist daher mit dem Knebel *i* die Kurbel heranzulegen. Dabei fällt die Schnecke *h* aus dem Schneckenrade *e* heraus. Die Verbindung der Kurbel mit dem sich geradlinig senkenden Schneckenkasten erfordert in sich eine gewisse Beweglichkeit. Sie ist in der Weise geschaffen, daß der Kurbelzapfen ein kugeliges Gleitstück faßt. Es kann sich in einem geteilten Schieber hin- und herbewegen, der durch Stellschrauben mit dem Kasten verschraubt ist. Das langsame Teilen wird wie früher mit der Teilkurbel und der großen Teilscheibe *k* vorgenommen.

Eine sinnreiche Lösung hat auch die Nachstellbarkeit der Einzelteile gefunden. Soll der Teilkopf Arbeitsstücke von hochgradiger Genauigkeit liefern, so muß bekanntlich jeder tote Gang auszugleichen sein, der durch die Abnutzung der Lager und Getriebe entsteht. Bei der Teilschindel ist jeder tote Gang durch eine Bronzebüchse *f* zu beseitigen, die mit der vorderen Mutter nachzustellen ist. Interessant ist die Nachstellung der Schnecke. Macht sich in dem Schneckengetriebe eine Abnutzung bemerkbar, so läßt sich die Schnecke näher an das

Rad anstellen. Hierzu sind die Einstellschrauben des vorerwähnten Schiebers etwas anzuziehen, wodurch der Schneckenkasten gehoben und die Schnecke in engeren Eingriff gebracht wird. Durch die seitliche Führung des Kastens wird selbst bei mehrmaligem Nachstellen die genaue Mittellage der Schnecke zum Rade gewahrt bleiben. Der Schneckenantrieb läßt sich hier auch seitlich nachstellen und zwar durch die auf dem rechten Ende der Schneckenwelle angebrachte Büchse, die mit einer Stellmutter versehen ist.

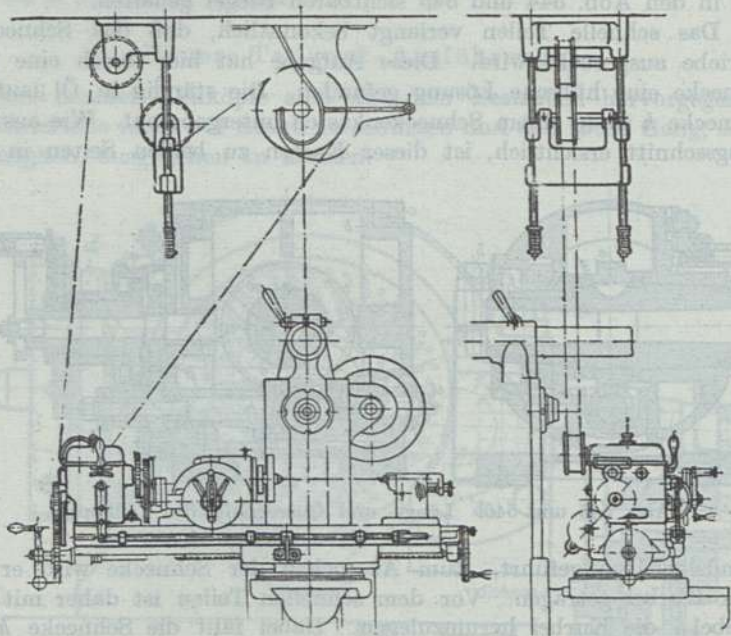


Abb. 547 und 548. Antrieb des selbsttätigen Schalt- und Teilkopfes.  
Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin.

Zum Spiralfräsen muß der Teilkopf bekanntlich von der Tischspindel *T* angetrieben werden. Diesen Antrieb bewirken die in Abb. 544 eingezeichneten Wechsellräder. Sie arbeiten über *I* auf 2 Kegelräder *1, 2* und die Stirnräder *3* bis *6*, von denen *6* die Schnecke treibt. Um aber die Teilkurbel benutzen zu können, ohne jedesmal die Wechsellräder auszuschalten, ist auch hier das lose Rad *4* mit der Teilscheibe verschraubt. Der Selbstgang des Teilkopfes verlangt daher, zuvor die Teilkurbel auf die Teilscheibe *k* einzustellen. Beim langsamen Teilen kann sie durch einen Stift festgehalten werden.

### Der selbsttätige Schalt- und Teilkopf.

Eine wertvolle Erweiterung für das Fräsen von Zahnrädern wäre, den Arbeitstisch mit selbsttätiger Umsteuerung und den Teilkopf mit selbsttätiger Teilung einzurichten. Ein derartiger Schalt- und Teilkopf würde die allgemeine Fräsmaschine zu einer selbsttätig arbeitenden Zahnradfräsmaschine machen.

In den Abb. 547 und 548 wird der Schaltkopf durch einen Riemen mit Spanner vom Deckenvorgelege betrieben. Durch die linken Wechselräder treibt er die Tischspindel des Querschlittens und erzeugt so den Vorschub des Tisches. Durch die verstellbaren Anschläge, welche den Umschalthebel herumlegen, steuert der Schaltkopf den Tisch nach beendetem Schnitt in den beschleunigten Rücklauf um und hierauf wieder in den langsamen Arbeitsgang. Der Antrieb des Tisches von der Frässpindel muß daher ausgeschaltet werden.

Der Teilkopf wird für das selbsttätige Teilen vom Schaltkopf durch die rechten Wechselräder angetrieben. Das treibende Rad macht hierfür nach jedem Rücklauf des Tisches eine volle Umdrehung und stellt damit die Teilung des Werkstückes ein. Die Übersetzung dieser Wechselräder

ist daher =  $\frac{\text{Zähnezahl des Schneckenrades}}{\text{Zähnezahl des Werkstückes}}$

### γ) Die Planfräsmaschine.

Das Bestreben des Werkzeugmaschinenbaues, die Arbeitsleistung der Fräsmaschine zu steigern, forderte namentlich unter dem Einfluß des Schnellstahlfräasers eine widerstandsfähigere Bauart der Maschine. Die schwächste Stelle der bisher besprochenen Fräsmaschinen liegt in dem Winkeltisch, der trotz aller Verrippungen und Verstrebungen selten die für schwere Schnitte notwendige Widerstandskraft besitzt. Dieser Umstand zwang, den Winkeltisch durch ein kräftiges Kastenbrett zu ersetzen. Mit dem Kastenbett geht aber die Hochstellung des Arbeitstisches verloren, so daß der Fräser auf das Werkstück einzustellen ist. Dies verlangt einen Frässchlitten, mit dem die Frässpindel auf dem Ständer der Maschine hoch und tief gestellt werden kann. Die Fräsmaschinen dieser Bauart sind besonders für Planfräsarbeiten geeignet. Ihre Kennzeichnung liegt in der verschiebbaren Frässpindel gegenüber der festliegenden Spindel der einfachen und allgemeinen Fräsmaschine.

Nach obigen Gesichtspunkten ist die Planfräsmaschine von J. E. Reinecker, Chemnitz, gebaut (Abb. 549 bis 558). Die Frässpindel läuft hier in langen Lagern des Frässchlittens (Abb. 549), von denen das Hauptlager nachstellbar ist. Mit dem Schlitten kann die Spindel mit dem Fräser auf das Werkstück eingestellt werden. Der Fräsdorn wird mit einer Spannschraube in die Spindel eingezogen und auf der Gegenseite durch einen Reitstock abgestützt. Für ein er-





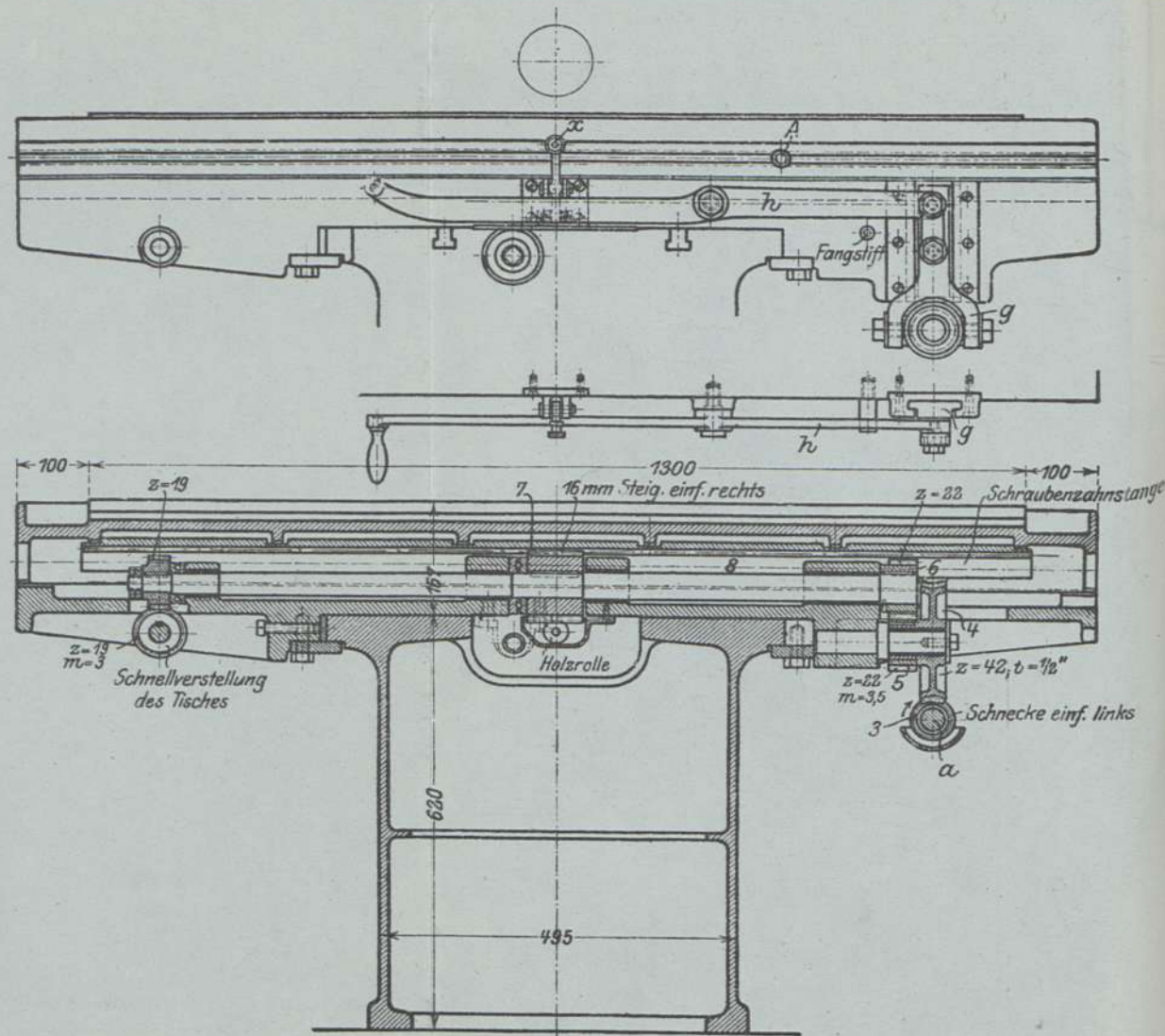
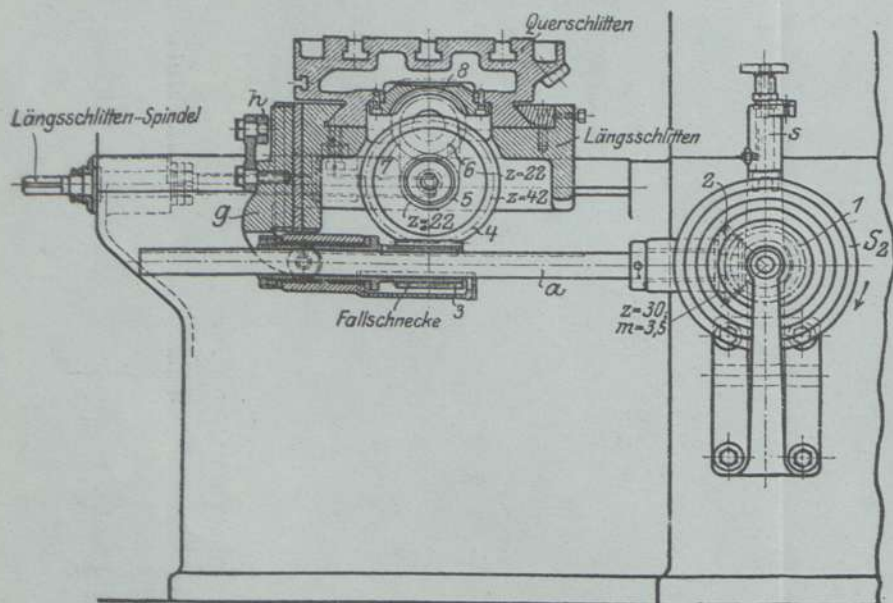
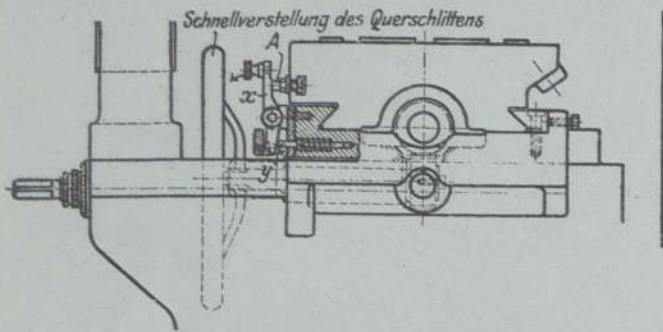


Abb. 552 bis 556. Arbeitstisch der Planfräsmaschine von J. E. Reinecker, Chemnitz. Vorschübe des Tisches i. d. Min.: 10,34—14,78—20,72—28,92—41,32—57,14—81,63—114,28—159,9—228,4 mm.

schütterungsfreies Arbeiten des Fräasers sind Frässlitten und Reitstock auf ihren Ständern mit den Schrauben  $K$  festzuklemmen und durch einen kräftigen Gegenarm verbunden. Durch ihn ist auch die gleichachsige Lage von Schlitten und Reitstock stets gesichert, da beide gemeinsam verstellt werden.

Der Antrieb der verschiebbaren Frässpindel (Abb. 549 bis 551) erfolgt von der Scheibe  $S_1$ , die über die Kegeltriebe  $r_1, r_2, r_3, r_4$  und das

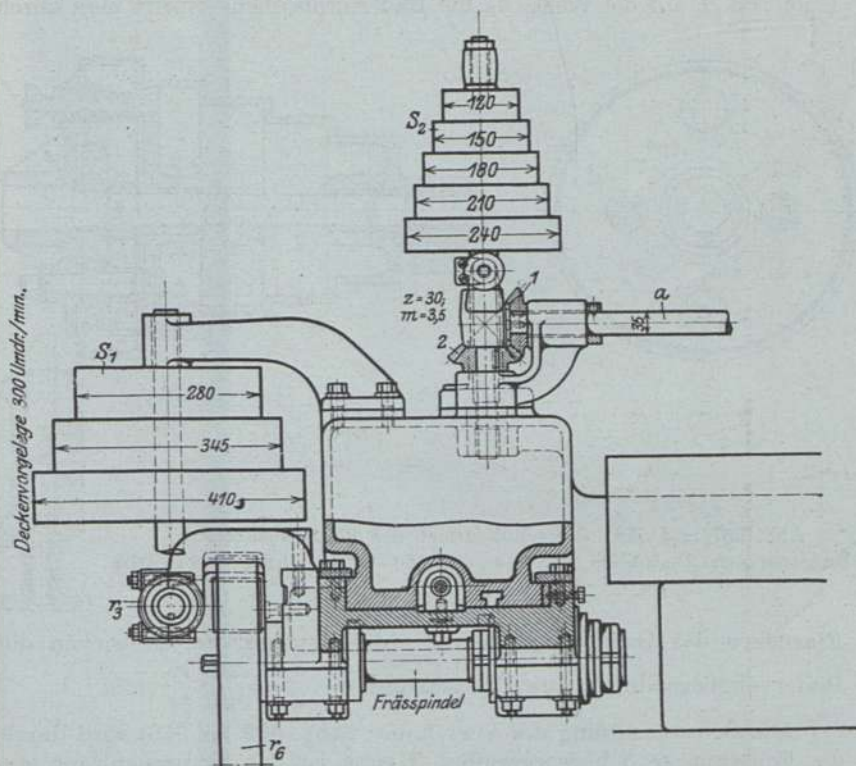


Abb. 551. Antriebe.

Stirnrad  $r_5$  das Hauptrad  $r_6$  treibt. Die Verstellbarkeit des Schlittens ist hierbei durch das Verschieberad  $r_3$  gewahrt.

Der Arbeitstisch der Planfräsmaschine (Abb. 552 bis 556) hat das Werkstück längs und quer anzustellen und den Vorschub zu erzeugen. Er besteht hierzu aus dem Längsschlitten und dem Querschlitten, die als Kreuzschlitten auf dem Kastenbett geführt sind.

Der Vorschub des Arbeitstisches wird von der Stufenscheibe  $S_2$  hergeleitet. Sie treibt über 1, 2 die Schneckenwelle  $a$ , die durch das Schneckengetriebe 3, 4 und die Stirnräder 5, 6 auf die Schnecke 7 wirkt.

Die Schnecke 7 kämmt mit der Schraubenzahnstange 8 und erzeugt dadurch den Vorschub des Tisches.

Die 10 Vorschübe, die zwischen 10,34 und 228,4 mm i. d. Min. liegen, werden durch die fünfbläufige Stufenscheibe  $S_2$  mit 2 eingebauten Rädervorgelegen  $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$  erreicht (Abb. 557 bis 558). Wird die Zapfenplatte  $Z$  durch den Federbolzen  $f$  mit  $S_2$  gekuppelt, so gelangen die vollen Umläufe von  $S_2$  auf die Welle, da die Räder stillstehen. Sperrt man durch

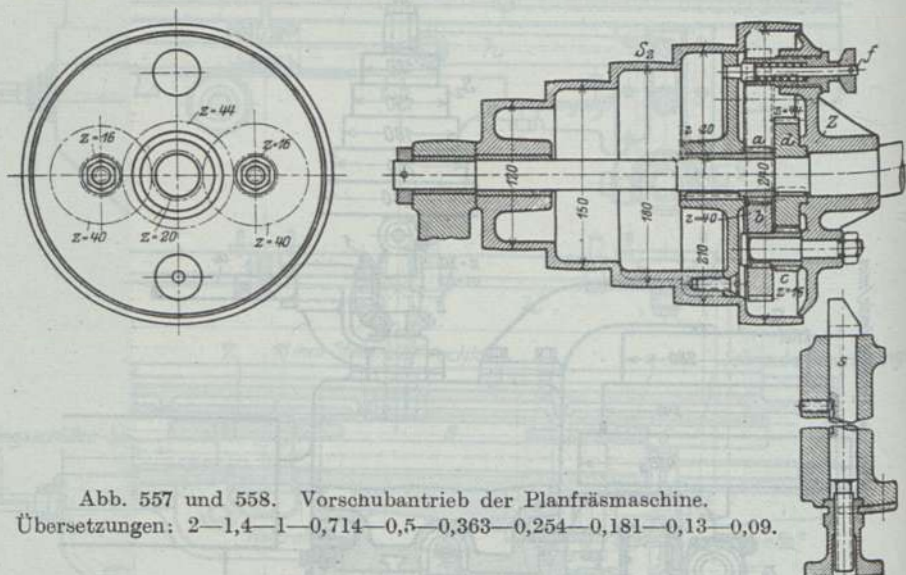


Abb. 557 und 558. Vorschubantrieb der Planfräsmaschine.

Übersetzungen: 2—1,4—1—0,714—0,5—0,363—0,254—0,181—0,13—0,09.

Einrücken des Gabelbolzens  $s$  auf  $f$  die Zapfenplatte, so wirken die Rädervorgelege durch ihre Übersetzung  $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{20}{40} \cdot \frac{16}{44}$  mit.

Die Selbstauslösung des Vorschubes (Abb. 552 bis 556) wird durch die Fallschnecke 3 hervorgerufen. Hierzu ist das Schneckenlager mit der Schlittengabel  $g$  an den Ausrückhebel  $h$  gelenkig gehängt. Mit dem vorderen Griff wird die Schnecke eingerückt und durch den Sperrhebel  $x$  unter Mitwirkung des Federriegels  $y$  in Eingriff gehalten. Sobald beim Fräsgang der Tischanschlag  $A$  den Sperrhebel  $x$  ausklinkt, fällt die Schnecke 3 aus 4 heraus und löst den Vorschub aus.

Der nächste Schritt in der Vervollkommnung der Fräsmaschine wäre, auch hier den Arbeitstisch mit selbsttätigem, beschleunigtem Rücklauf auszustatten, so daß der Arbeiter von dem Zurückkurbeln entlastet wird, was namentlich bei größeren Hüben mühsam ist. Diese Aufgabe ist bereits in Abb. 526 bis 528 gelöst, nur ist hier die Drehscheibe aus dem Arbeitstische auszuschalten.

## 2. Die senkrechten Fräsmaschinen.

Die senkrechten Fräsmaschinen werden sowohl in der Feinmechanik als auch im Maschinenbau benutzt. Sie verrichten die mannigfachsten

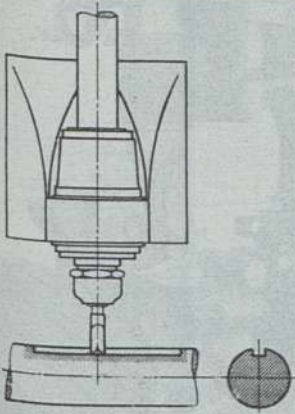


Abb. 559. Fräsen von Keilnuten.

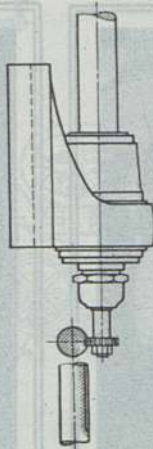


Abb. 560. Fräsen von Keilnuten.

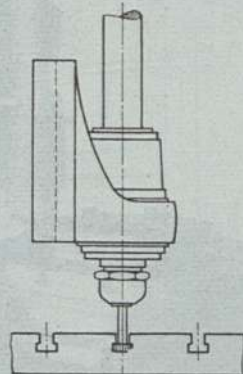


Abb. 561. Ausfräsen von Spannuten.

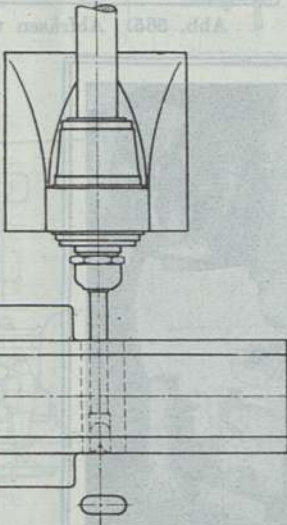


Abb. 562. Fräsen von Schlitten.

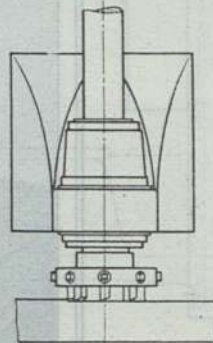


Abb. 563. Planfräsen mit dem Messerkopf.

Abb. 559 bis 563. Verschiedene Arbeiten der senkrechten Fräsmaschine.

Arbeiten, sei es das Fräsen von Keilnuten, Spannuten und Schlitten (Abb. 559 bis 562), oder sei es das Fräsen von Flächen (Abb. 563 bis

565) und Führungen (Abb. 566). Mit Vorliebe verwendet man sie auch im Lokomotivbau als Ersatz für Hobel- und Stoßmaschinen zum Bearbeiten von Lokomotivrahmen und Steuerungsteilen.

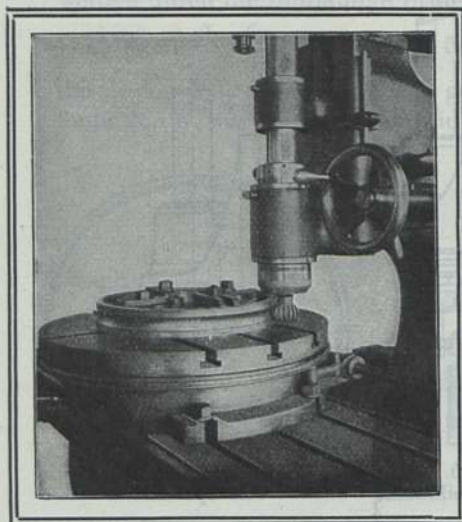


Abb. 564. Rundfräsen.

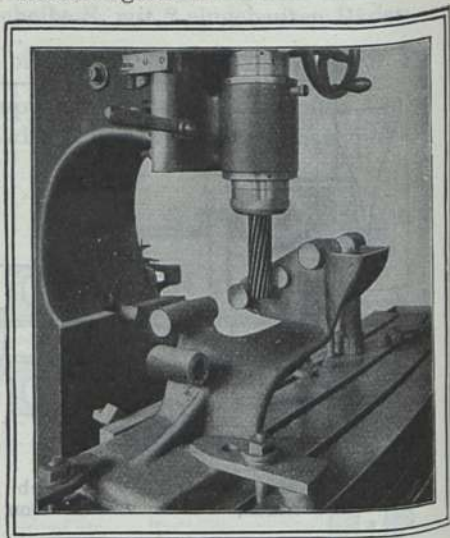


Abb. 565. Abfräsen von Nocken.

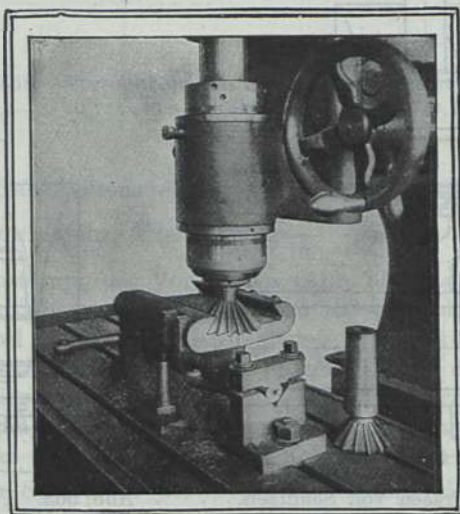


Abb. 566. Ausfräsen eines Schiebers.

Das Kennzeichen der senkrechten Fräsmaschinen liegt bekanntlich in der senkrechten Frässpindel, die zum Einstellen des Spanes in einem verschiebbaren Spindelstock, dem Frässlitten, gelagert ist.

Mit dieser Anordnung ist eine größere Handlichkeit verbunden, da sich die leichte Spindel feiner einstellen läßt als der schwere Tisch.

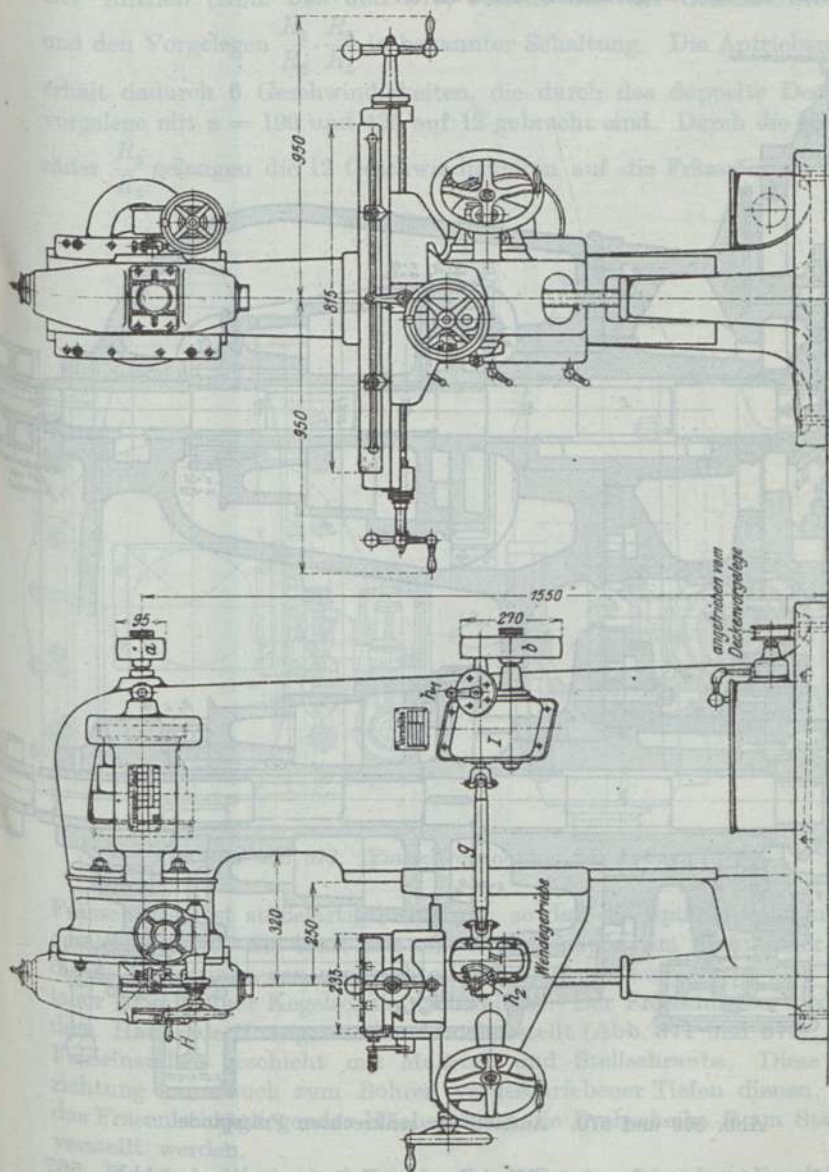


Abb. 567 und 568. Senkrechte Wanderer-Fräsmaschine.

In dem Frässchlitten muß die Frässpindel in langen, nachstellbaren Lagern laufen, die nach den bekannten Grundsätzen gebaut sind.

Etwas umständlicher gestaltet sich der Antrieb dieser Maschinen, weil die senkrechte Frässpindel die Stufenscheibe nicht aufnehmen kann, wie das bei der wagerechten der Fall ist

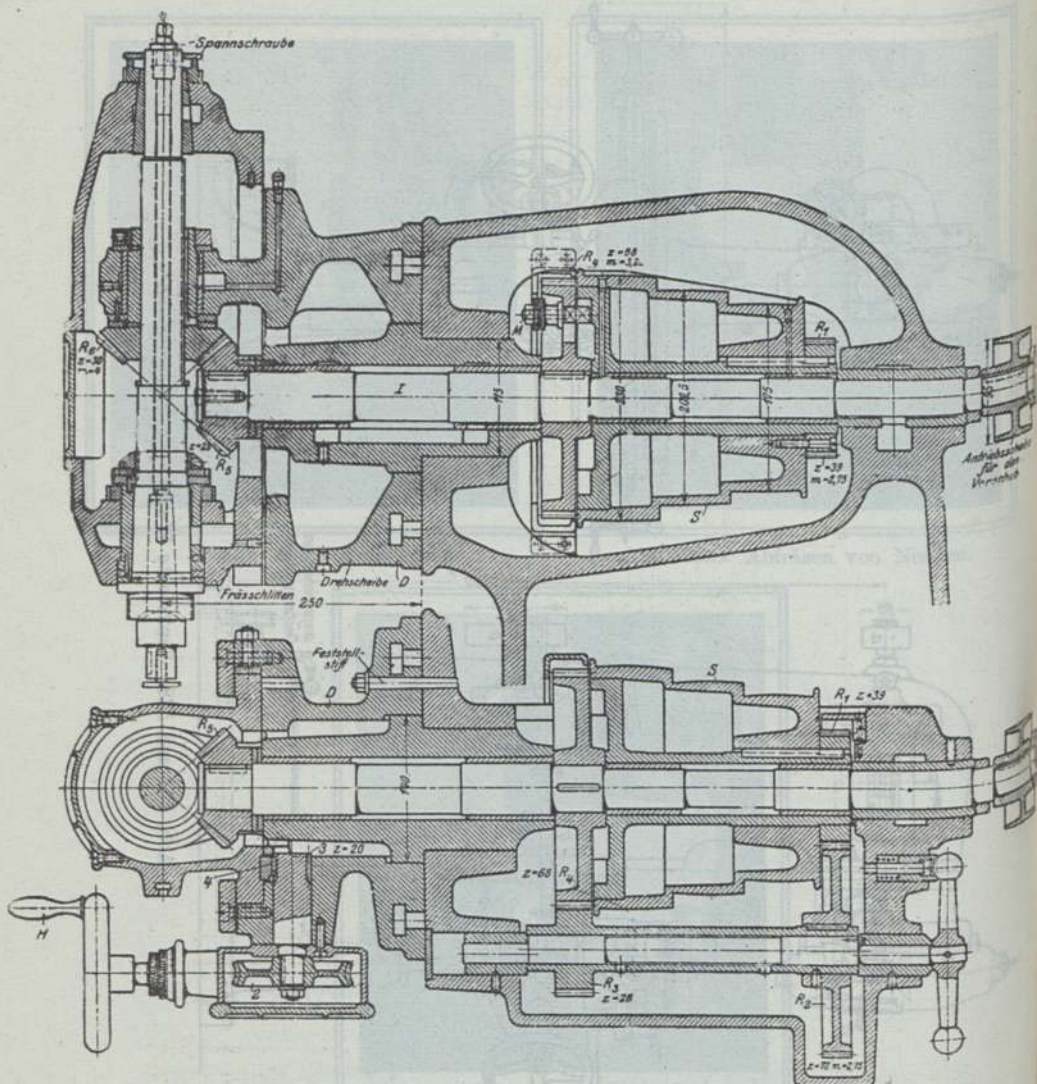


Abb. 569 und 570. Antrieb der senkrechten Frässpindel.

Die kleine senkrechte Wanderer-Fräsmaschine (Abb. 567 und 568) hat als äußeres Merkmal den Antrieb im Ständerkopf. Diese Anordnung vereinfacht den Antrieb, spart einen Riemen und



beschränkt den Raumbedarf. Sie ist möglich, weil der leichte Riemen bei der geringen Höhe der Maschine bequem umgelegt werden kann. Der Antrieb (Abb. 569 und 570) besteht aus der Stufenscheibe  $S$  und den Vorgelegen  $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$  in bekannter Schaltung. Die Antriebswelle erhält dadurch 6 Geschwindigkeiten, die durch das doppelte Deckenvorgelege mit  $n = 190$  und 425 auf 12 gebracht sind. Durch die Kegelräder  $\frac{R_5}{R_6}$  gelangen die 12 Geschwindigkeiten auf die Frässpindel. Der

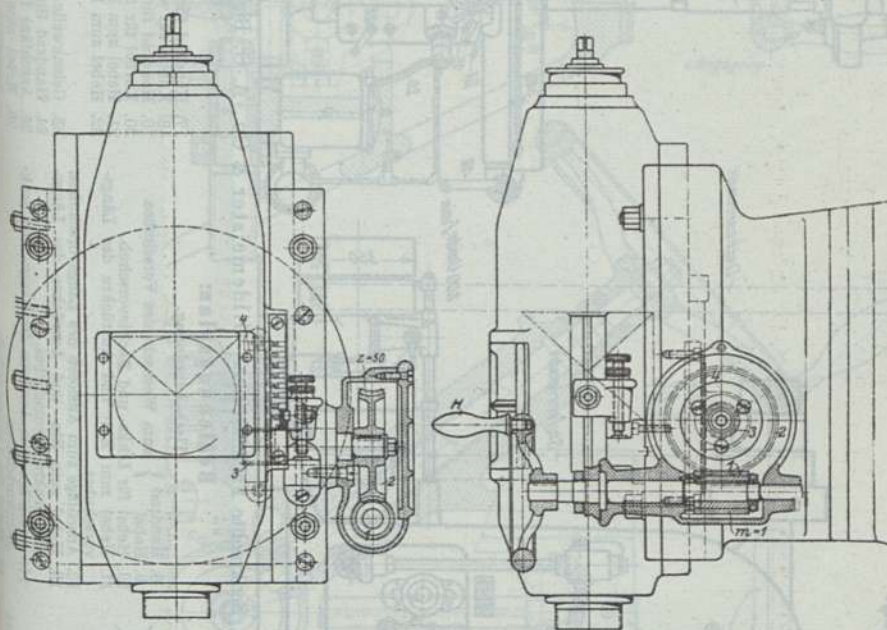


Abb. 571 und 572. Einstellvorrichtung des Frässchlittens.

Frässchlitten ist stoßelartig ausgebaut, so daß die Spindel vollkommen geschützt liegt. Sie läuft mit einem Kegelzapfen im Hauptlager, das durch Druckringe den senkrechten Schnittdruck aufnimmt. Das Endlager ist mit einer Kegelschale nachstellbar. Der Frässchlitten wird mit dem Handrade  $H$  angesetzt und hochgestellt (Abb. 571 und 572). Das Feineinstellen geschieht mit Maßstab und Stellschraube. Diese Einrichtung kann auch zum Bohren vorgeschriebener Tiefen dienen. Für das Fräsen schrägliegender Flächen kann die Drehscheibe  $D$  am Ständer verstellt werden.

Der Arbeitstisch der senkrechten Fräsmaschine hat die gleichen Aufgaben wie der der wagerechten. Er hat also den Vorschub des Werkstückes zu erzeugen und es grob anzustellen, während der Span

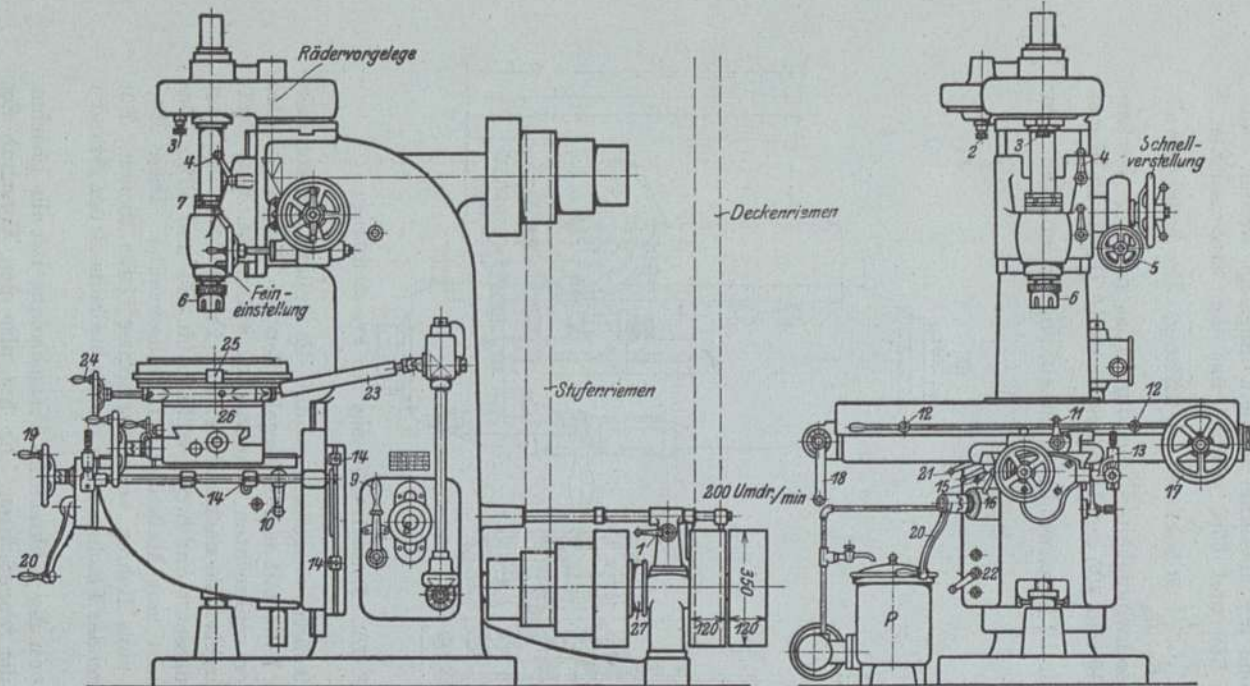


Abb. 577 und 578. Senkrechte Fräsmaschine. Gildemeister &amp; Co., A.-G. Bielefeld.

**Bedienungsplan:****Tisch-Anordnung.**

- Hauptantrieb.**
1. Hebel zum Ein- und Ausrücken des Hauptantriebes.
  2. Hebel } zum Ein- und Ausrücken der Rädervorgelege.
  3. Knopf }

- Frässlittens.**
4. Hebel zum Feststellen des Frässlittens.
  5. Handrad zum Einstellen des Frässlittens.
  6. Spannmutter zum Festziehen und Lösen des Fräsdornes
  7. Muttern zum Einstellen des Spindellagers.

8. Handrad } zum Wechseln des Vorschubes.
9. Hebel }
10. Hebel für Links- und Rechtsvorschub.
11. Hebel zum Ein- und Ausrücken des Längsvorschubes.
12. Anschläge zum Auslösen des Längsvorschubes.
13. Hebel zum Ein- und Ausrücken des Längs- und Senkrechtvorschubes.
14. Anschläge zum Auslösen des Längs- und Senkrechtvorschubes.
15. Hebel für Längsvorschub.
16. Hebel für Senkrechtvorschub.

17. Handrad für feine Handeinstellung quer.
18. Kurbel für schnelle Handverstellung quer.
19. Handrad für Längsverstellung.
20. Kurbel für Senkrechteinrichtung.
21. Hebel zum Feststellen des Längsschlittens
22. Hebel zum Feststellen des Winkeltisches.

**Rundtisch.**

23. Gelenkwelle für selbsttätige Rundbewegung.
24. Handrad für Rundbewegung.
25. Anschläge für Auslösung der Rundbewegung.
26. Hebel zum Ein- und Ausrücken der Rundbewegung.
27. Pumpenantrieb.

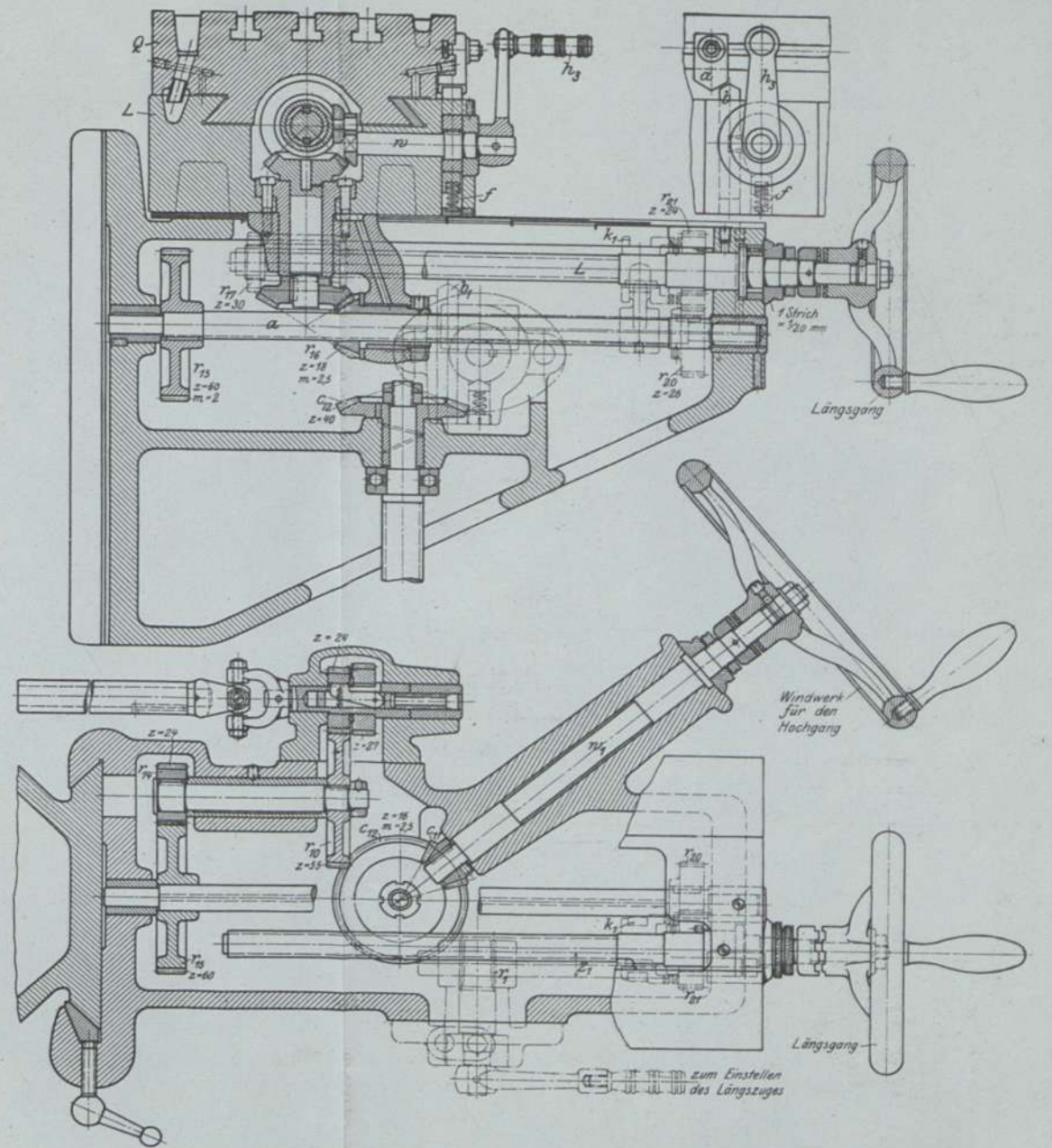
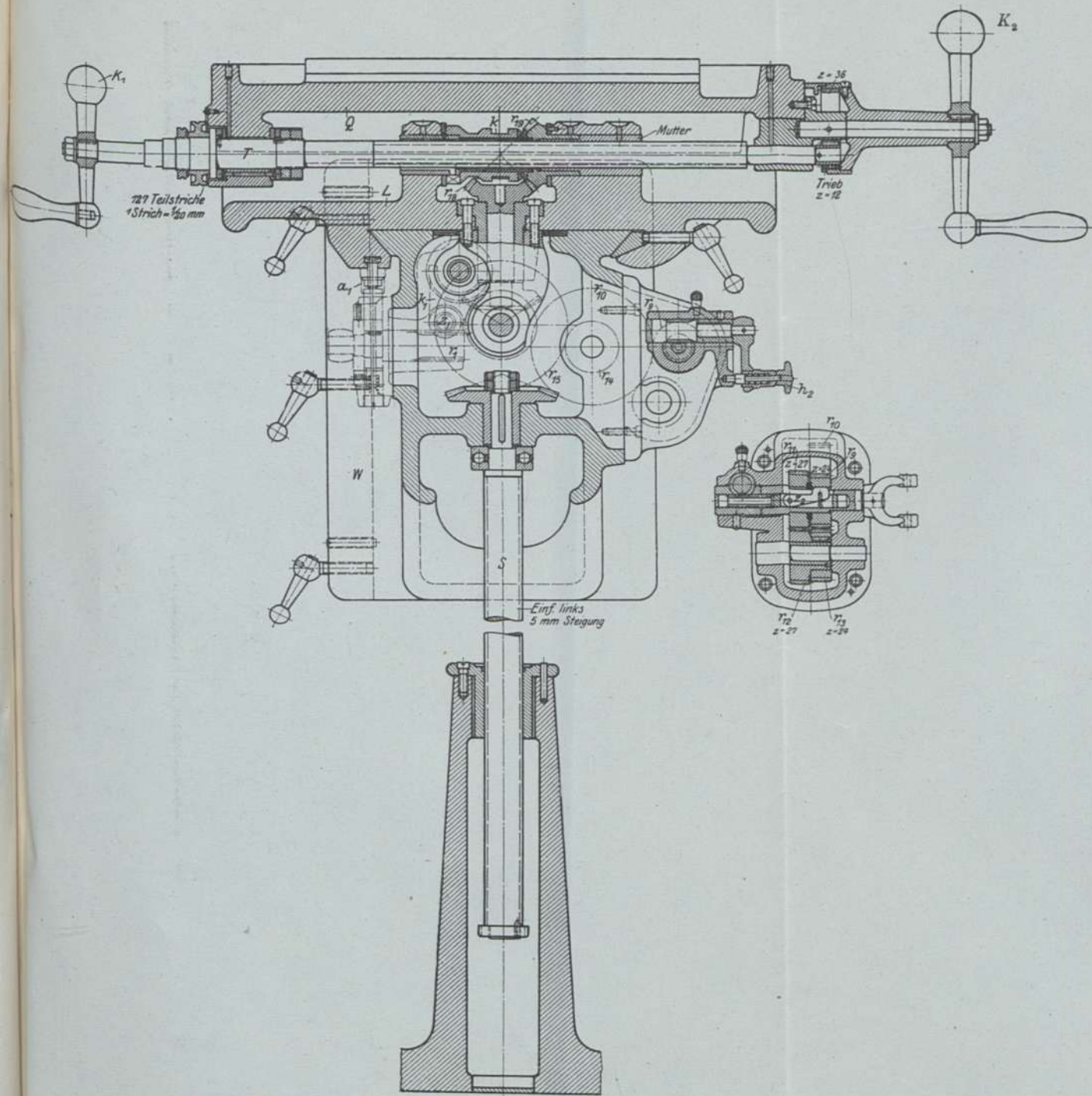


Abb. 573 bis 576.  
Arbeits-tisch der Wanderer-Fräsmaschine.

mit dem Frässchlitten fein eingestellt wird. In seinen Aufbau ist der Tisch daher derselbe, wie bei der wagerechten Fräsmaschine in Abb. 498, nur hat der Winkeltisch eine einfache Stellspindel (Abb. 573 bis 576). Der Tisch kann auch mit selbsttätigem Längsgang ausgerüstet werden, um Arbeiten nach Abb. 565 usw. verrichten zu können. Hierzu müßte die Spindel  $L$  von der Welle  $a$  angetrieben werden. In Abb. 575 geschieht dies mit den Rädern  $r_{20}$  und  $r_{21}$ . Die Selbstausslösung vollzieht der Anschlag  $a_1$ , der den Schieber  $b_1$  zurückdrückt und durch Ritzel  $r_1$  und Zahnstange  $z_1$  die Kupplung  $k_1$  ausrückt. Der Vorschub wird durch die Umsteckscheiben  $a b$  von der Frässpindel abgeleitet. Das Ziehkeilgetriebe  $I$  (Abb. 120 und 121) gestattet mit dem Griff  $h_1$  nach einer Tafel 4 Schaltungen. Die  $2 \times 4$  Geschwindigkeiten gelangen durch die Gelenkwelle  $g$  auf das Ziehkeilwendegetriebe  $II$ . Mit dem Griff  $h_2$  kann der Tisch auf Rechts- und Linksgang geschaltet werden.

Bei größeren Maschinen würde bei der Bauweise in den Abb. 567 und 568 die Stufenscheibe ziemlich hoch liegen und das Riemenumlegen erschweren. Der nächste Schritt in der Entwicklung der Maschine war, die Stufenscheibe am Fuß des Ständers anzuordnen und von hier aus die Frässpindel mit einem Winkelriemen zu treiben. Der lange Deckenriemen war aber unhandlich und der Winkelriemen bald verschlissen. Heute sitzen beide Stufenscheiben an dem Ständer der Maschine (Abb. 577). Der lange Deckenriemen treibt das Fußvorgelege und wird nur zum Ein- und Ausrücken der Maschine mit dem Griff  $I$  verschoben. Der kurze und leichte Stufenriemen kann bequemer verlegt werden. Bei der Gildemeister-Fräsmaschine (Abb. 577 und 578) treibt der Stufenriemen die obere Welle mit 4 Geschwindigkeiten, die über 2 Kegelräder auf 3 ausrückbare Vorgelege gelangen. Die Frässpindel erfährt daher  $3 \times 4$  Geschwindigkeiten.

Schwere Maschinen mit einem Arbeitsbedarf von mehr als 5 PS. erhalten zweckmäßig den Einscheibenantrieb. Die neue Gildemeister-Fräsmaschine mit Einscheibenantrieb (Abb. 579 und 580) hat 16 Antriebsgeschwindigkeiten für die Frässpindel. Die Einscheibenwelle  $I$  (Abb. 581 und 582) treibt durch 4 Räderpaare die Welle  $II$ , die durch 2 weitere Räderpaare auf die Welle  $III$  wirkt. Die Welle  $III$  erfährt daher 8 Geschwindigkeiten, die durch 3 Verschiebeblockräder gewechselt werden. Die Rädervorgelege  $\frac{r_{14}}{r_{15}}, \frac{r_{16}}{r_{17}}$  werden mit der Kupplung  $k$  geschaltet, die mit einem Stift festgestellt wird.

In der Entwicklung der vertikalen Fräsmaschinen ist man die Lösung Wegzugsantrieb wie bei der wagerechten. Um sie auch für reine Schichte zu bauen, mußte der Winkeltisch fortfallen. Der Tisch ist daher mit dem Frässchlitten auf das Werkstück einzustellen. Arbeitsnachrichtlich besteht wie bei der Planfräsmaschine aus einem

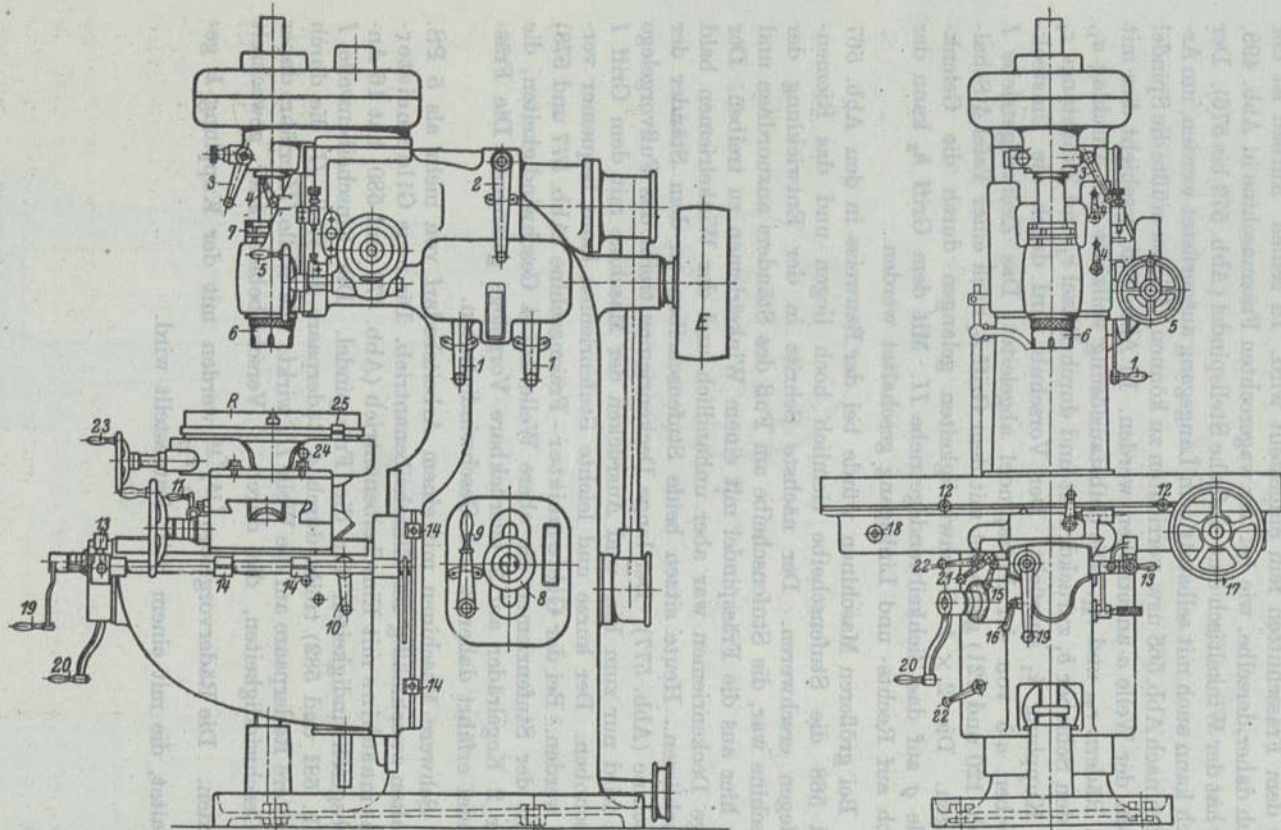


Abb. 579 und 580. Senkrechte Fräsmaschine von Gildemeister & Co., A. G., Bielefeld.

Bedienung: Hebel 1, 2 zum Wechsel der Spindelgeschwindigkeiten, Hebel 3 für Ausrücken der Vorgelege usw. nach Abb. 577.

Schaltplan zu den Abb. 581 und 582.

Stellung der Schalthebel				Räderübersetzung	Umläufe der Maschine
$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$		
				$\varphi_1 = \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_1 = n \varphi_1$
				$\varphi_2 = \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_2 = n \varphi_2$
				$\varphi_3 = \frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_3 = n \varphi_3$
				$\varphi_4 = \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_4 = n \varphi_4$
				$\varphi_5 = \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_6}{r_{11}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_5 = n \varphi_5$
				$\varphi_6 = \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{r_6}{r_{11}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_6 = n \varphi_6$
				$\varphi_7 = \frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{r_6}{r_{11}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_7 = n \varphi_7$
				$\varphi_8 = \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_6}{r_{11}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{14}}{r_{15}}$	$n_8 = n \varphi_8$

Diese 8 Schaltungen wiederholen sich, nur ist der Hebel  $h_4$  waagrecht zu stellen. Es ist dann  $\varphi_9 = \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{16}}{r_{17}} \dots \varphi_{16} = \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_6}{r_{11}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}} \cdot \frac{r_{16}}{r_{17}}$  und  $n_9 = n \varphi_9 \dots$  und  $n_{16} = n \cdot \varphi_{16}$ .

Die Griffe  $h_1$  und  $h_2$  sind nach Abb. 175 gesichert, so daß ein fahrloses Schalten ausgeschlossen ist.

Die Arbeitstische größerer Fräsmaschinen haben meist Selbstgang nach allen Richtungen. Sie sind daher für das Lang- und Querfräsen, sowie für das selbsttätige Hoch- und Tiefstellen eingerichtet, eine Aufgabe, die bereits in Abb. 524 gelöst ist. Der Vorschub wird von der Welle III des Hauptantriebes hergeleitet und mit einem Schaltwerk nach Abb. 513 gewechselt. Für das Rundfräsen ist auf dem Querschlitten ein Rundtisch  $R$  vorgesehen, der von einer Tischwelle seinen Antrieb erhält.

In der Entwicklung der senkrechten Fräsmaschinen ist man die gleichen Wege gegangen wie bei der waagerechten. Um sie auch für schwere Schnitte auszubauen, mußte der Winkeltisch fortfallen. Der Fräser ist daher mit dem Frässlitten auf das Werkstück einzustellen. Der Arbeitstisch besteht wie bei der Planfräsmaschine aus einem

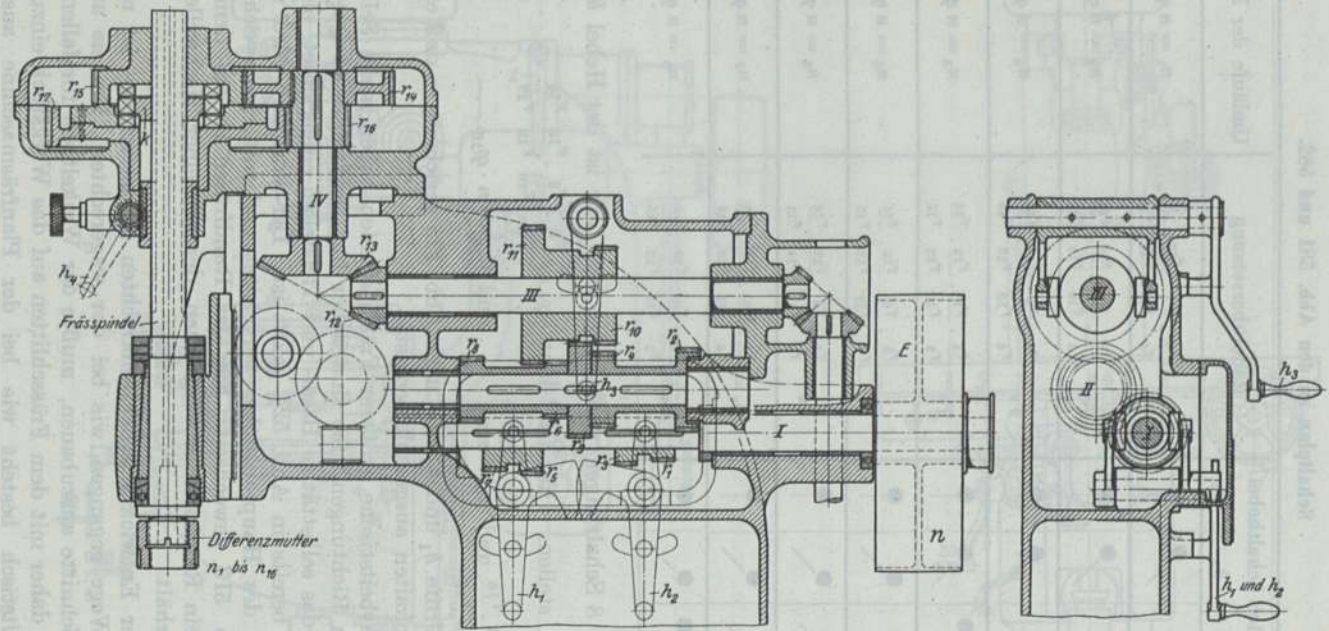


Abb. 581 und 582. Antrieb der Gildemeister-Fräsmaschine.

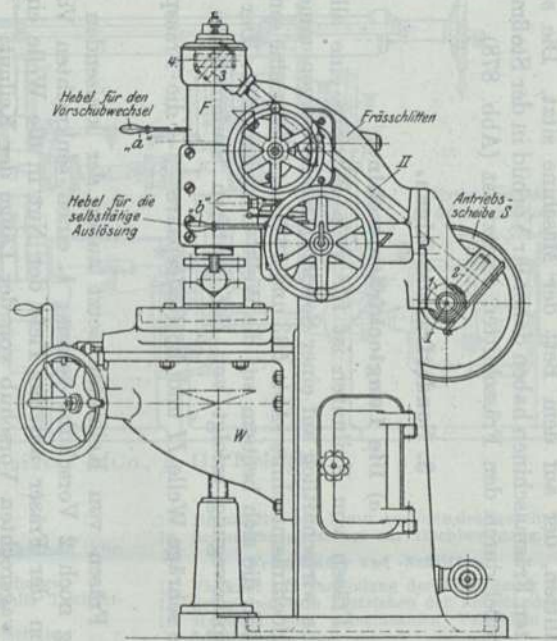
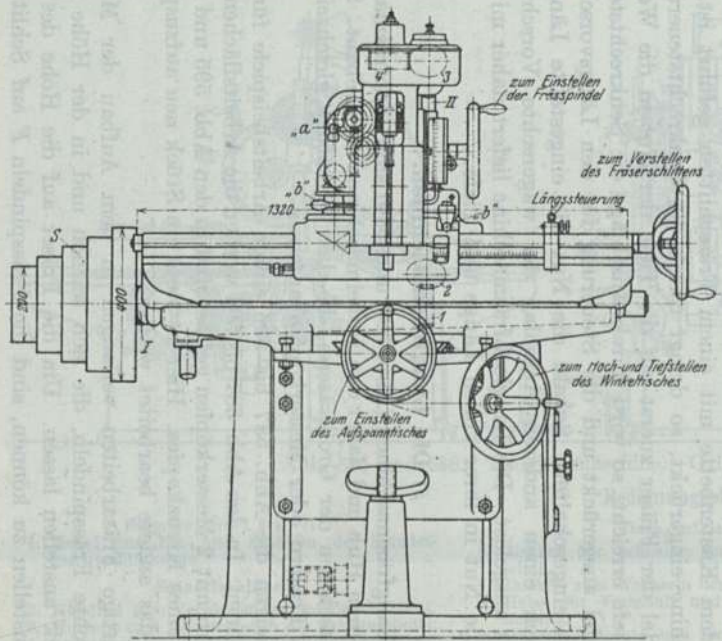


Abb. 583 und 584. Langlochfräsmaschine. de Fries & Co., A. G., Düsseldorf.



Kreuzschlitten, der auf dem Bett der Maschine sitzt. Die schweren senkrechten Fräsmaschinen haben daher ihr Vorbild in der Stoßmaschine, deren Stößel durch den Frässchlitten ersetzt ist (Abb. 878).

### 3. Sonderfräsmaschinen.

#### a) Die Langlochfräsmaschine.

Das Fräsen von Keilnuten ist für viele Betriebe eine alltägliche Arbeit, die wirtschaftlich auf einer Sondermaschine vorgenommen wird. Die Langlochfräsmaschine (Abb. 583 und 584) hat hierzu eine senkrechte Frässpindel, die sich bequem auf die Welle einstellen läßt. Der Antrieb der Hauptbewegung erfolgt von der hinteren Stufenscheibe  $S$ , die durch die schräge Welle  $II$  und die Räderpaare  $\frac{1}{2}, \frac{3}{4}$  die Frässpindel  $F$  treibt.

Das Fräsen von Keilnuten setzt außer der kreisenden Hauptbewegung noch 2 Vorschübe voraus: 1. einen senkrechten Vorschub, durch den der Fräser auf die Tiefe der Nut in die Welle eindringt, 2. einen wagerechten Vorschub von der Länge der Keilnut.

Die beiden Vorschübe vollzieht die Maschine mit der Frässpindel, die auf dem Kastenbette mit einem Frässchlitten geführt ist. Wird die Maschine eingerückt, so dringt durch die Senkrechtsteuerung der Frässpindel der Fräser zuerst auf die Tiefe der Nut in die Welle ein. Ist die Tiefe erreicht, so wird durch Anschläge die Senkrechtsteuerung der Spindel ausgerückt und die Steuerung für den Längsvorschub des Schlittens eingeschaltet. Sobald die Nut die eingestellte Länge hat, wird durch einen anderen Anschlag der wagerechte Vorschub des Schlittens ausgelöst. Die Langlochfräsmaschine liefert daher mit einem Schnitt die Nut in ihrer vollen Länge und Tiefe.

#### β) Die Langfräsmaschinen.

Die Langfräsmaschinen (Abb. 585 und 586) sind Planfräsmaschinen von größerem Hub und daher den Hobelmaschinen nachgebaut. Sie sind Arbeitsmaschinen der Großfräserei, die das Werkstück gleichzeitig mit mehreren Fräsern oder Messerköpfen anfassen.

So zeigen die Abb. 587 bis 596 einige Arbeitsbeispiele für Langfräsmaschinen. In den Abb. 587 bis 594 werden die Arbeitsflächen  $a$  bis  $d$  von Lagern mit 2 Messerköpfen gefräst und in den Abb. 595 und 596 die Führung eines Kreuzkopfes. Hier ist stets ein Stück neu aufzuspannen, während das andere bearbeitet wird.

Derartige Fräsarbeiten verlangen in dem Aufbau der Maschine 2 wagerechte Frässpindeln, die sich seitlich und in der Höhe an das Werkstück anstellen lassen. Um die Fräser auf die Höhe des Werkstücks einstellen zu können, sind die Frässpindeln  $F$  auf Schlitten ge-

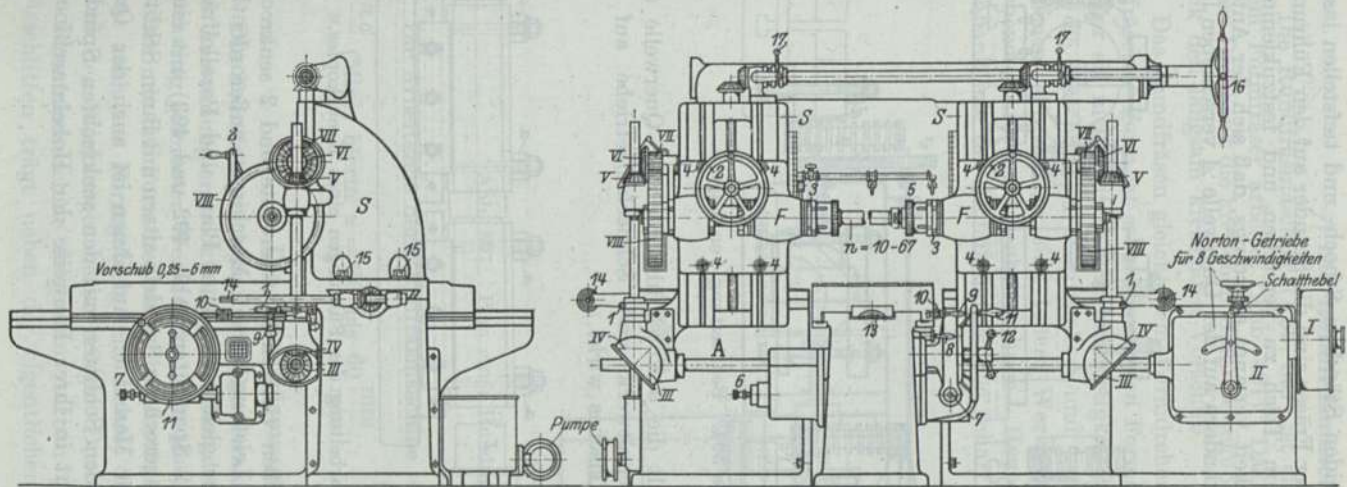


Abb. 585 und 586. Langfräsmaschine. Gildemeister & Co., A.-G., Bielefeld.

#### Hauptantrieb I bis VIII.

1. Hebel zum Ein- und Auslösen der Spindelgeschwindigkeiten.

#### Spindelschlitten.

2. Handrad zum Verstellen des Spindelschlittens.
3. Muttern zum Feineinstellen der Arbeitsspindel.
4. Schrauben zum Festziehen der Spindelschlitten.
5. Schraube zum Festziehen und Lösen des Fräsdornes.

#### Bedienungsplan.

##### Tisch-Antrieb.

6. Ziehkeil für schnellen und langsamen Vorschub.
7. Ziehkeil zum Wechseln des Vorschubes.
8. Hebel für Vorschub und schnelle Tischverstellung.
9. Hebel für Rechts- und Linksvorschub.
10. Anschläge für Vorschubausslösung.
11. Handrad für Tischverstellung von Hand.

12. Bremshebel zum Ein- u. Auslösen des Vorschubes.
13. Schnecken Zahnstange zur Tischbewegung.

##### Frässtände und -Schlitten.

14. Vierkant zur Verstellung der Frässtände S.
15. Schrauben zum Festziehen der Frässtände.
16. Handrad zum gemeinsamen Verstellen der Schlitten.
17. Kupplungshebel zum Ein- und Ausschalten der gemeinsamen Schlittenverstellung.

lagert, die sich auf den beiden Ständern *S* hoch- und tiefstellen lassen. Zum seitlichen Anstellen der Fräser sind die Ständer auf den Führungen der Seitenbetten quer zum Tisch zu verstellen und festzuklemmen. Diese doppelte Verstellbarkeit verlangt allerdings, daß sich der Antrieb der Frässpindel mit den Ständern auf der Querwelle *A* verschieben läßt.

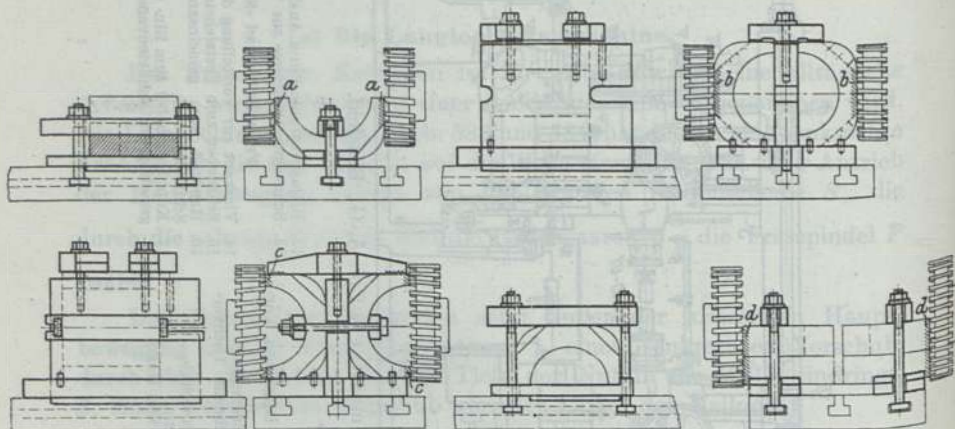
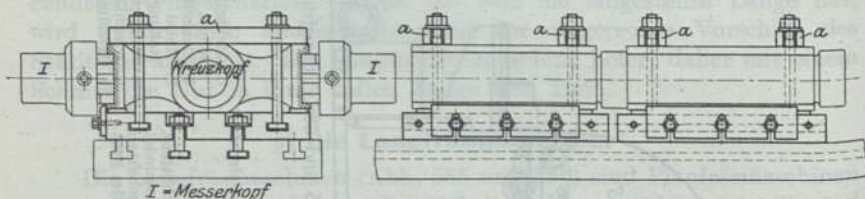


Abb. 587 bis 594. Bearbeitung von Lagern.

Der Arbeitstisch erhält die 6 Vorschübe von der Querwelle aus, die über das Ziehkeil-Schaltwerk und Schneckengetriebe auf die Schnecken Zahnstange des Tisches wirkt.



*I* = Messerkopf

Abb. 595 und 596. Bearbeitung der Führungen eines Kreuzkopfes.

Größere Fräswerke haben vielfach 2 wagerechte und 2 senkrechte Frässpindeln, welche die Leistung dieser Maschinen außerordentlich steigern. Sie können daher gleichzeitig zum Plan- und Parallelfräsen dienen oder Schlitten mit 2 Spannuten (Abb. 492 und 493) mit einem Gang fräsen. Die beiden wagerechten Spindeln sitzen mit ihren Schlitten auf den Seitenständern der Maschine. Auf ihnen ist auch der Querträger geführt, der die beiden Schlitten mit den senkrechten Spindeln trägt. Die Maschine gleicht in ihrer Bauweise der Hobelmaschine in Abb. 825.

### γ) Die Rundfräsmaschine.

Die Rundfräsmaschine (Abb. 597) ist eine Art Drehbank, die mit einem Formfräser arbeitet (Abb. 491). Das Werkzeug muß daher bei dieser Drehbank die kreisende Hauptbewegung ausführen und das Werkstück den langsam kreisenden Vorschub.

Das Rundfräsen gleicht dem Formdrehen mit dem Formstahl. Die zu fräsende Form ist schon durch den Formstahl festgelegt, so daß der Dreher sie nicht mit seiner Handfertigkeit herauszuholen braucht. Er hat die Maschine nur einzustellen und kann daher 4 bis 6 zugleich bedienen. Formfräser sind teure Werkzeuge, die sich nur bei ausreichender Arbeitsgelegenheit lohnen. Heute tritt jedoch die Schnelldrehbank mit der Rundfräsmaschine scharf in den Wettbewerb.

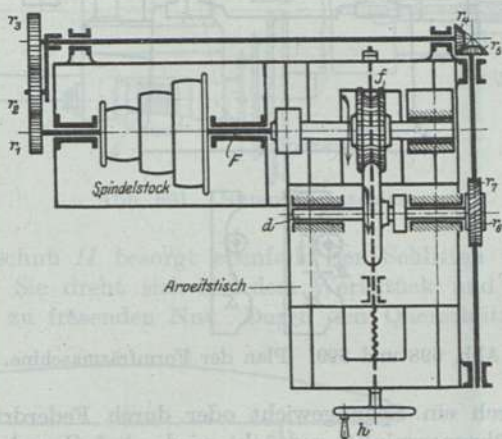


Abb. 597. Plan einer Rundfräsmaschine.

$$\text{Die Arbeitszeit der Rundfräsmaschine} = \frac{\text{Umfang des Werkstückes}}{\text{Geschwindigkeit}} = \frac{\pi d}{u} \text{ (Min); hierin } u = 20 \text{ bis } 60 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

### δ) Die Formfräsmaschinen.

Die Formfräsmaschinen sind Sondermaschinen für Massenarbeiten. Ihre Anwendung erstreckt sich, wie schon der Name sagt, auf das Fräsen gleichartig geformter Werkstücke. Die Maschinen müssen daher grundsätzlich mit der Formdrehbank übereinstimmen. Bei beiden Maschinen dient auch zur Formgebung eine Lehre, die den wechselseitigen Vorschub des Werkzeuges hervorbringt. Durch diese Arbeitsweise erhält die Formfräsmaschine folgenden Aufbau (Abb. 598 und 599). Der Frässchlitten trägt neben der eigentlichen Frässpindel eine Kopier-

oder Führungsspindel. Sie hat die Aufgabe, dem Fräser den Quervorschub *II* zu erteilen und zwar nach der Form der Lehre. Hierzu sitzt auf dem Arbeitstisch neben dem Werkstück *W* die Lehre *S*,

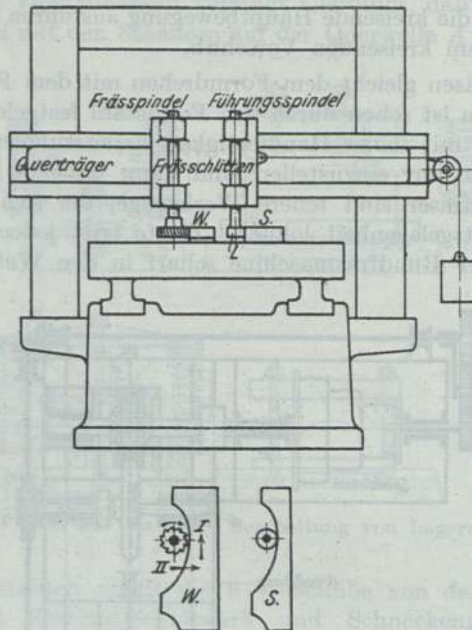


Abb. 598 und 599. Plan der Formfräsmaschine.

gegen die durch ein Spannungsgewicht oder durch Federdruck die Leitrolle *L* der Führungsspindel gedrückt wird. Auf Grund dieser Bauart arbeiten die Formfräsmaschinen wie die Formdrehbänke gleichzeitig mit zwei senkrecht zueinander gerichteten Vorschüben. Von ihnen hat das Werkstück *W* den Hauptvorschub *I*, der vom Arbeitstisch vollzogen wird, der Fräser dagegen erhält außer der Hauptbewegung noch den Quervorschub *II*, den die Lehre *S* erzeugt.

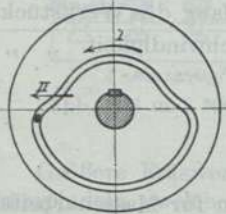


Abb. 600. Fräsen von unrunder Nuten.

Nach denselben Grundzügen sind auch die Formfräsmaschinen zum Fräsen unrunder Steuernuten (Abb. 600) zu entwerfen. Hierbei ist allerdings der gerade Vorschub durch eine langsame Drehbewegung des Werkstückes im Sinne des Pfeiles *I* zu ersetzen. Diese Arbeitsweise versinnbildlicht Abb. 601. Der Fräser hat hier nur die Hauptbewegung, das Werkstück hingegen beide Vorschübe. Von ihnen wird der Hauptvorschub *I* von dem Querschlitze erzeugt. Er ist nämlich zum Rund-

fräsen mit einer Spindel ausgestattet, die die zu fräsende Nutenscheibe langsam in Richtung *I* dreht. Ihr Antrieb erfolgt von der Maschine durch den Riemen *I* und das Schneckengetriebe 2, 3.

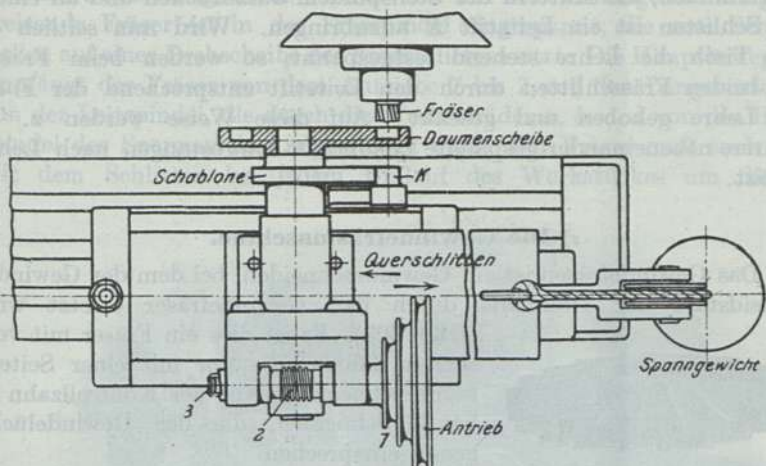


Abb. 601. Nutenfräsmaschine.

Den Quervorschub *II* besorgt ebenfalls der Schlitten und zwar mit einer Lehre. Sie dreht sich mit dem Werkstück und besitzt außen die Form der zu fräsenden Nut. Durch den Querschlitzen, der durch

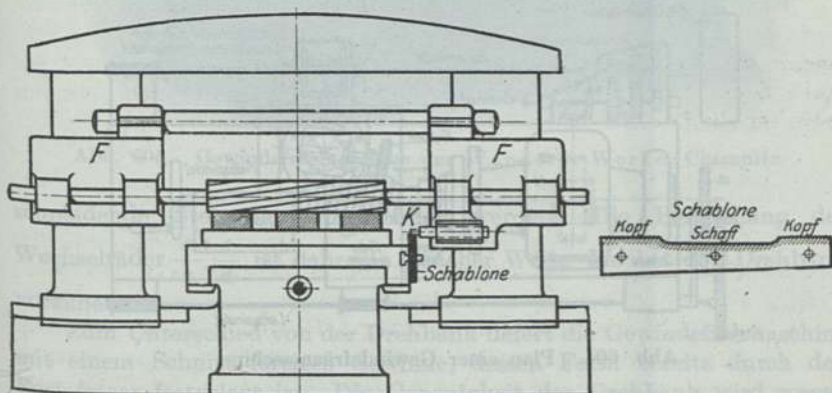


Abb. 602. Fräswerk für Formarbeiten.

das Spanngewicht ständig nach rechts gezogen wird, legt sich daher die langsam kreisende Lehre gegen den Leitstift *K*. Auf diese Weise vollzieht das Werkstück zugleich beide Vorschübe zwangläufig, so daß der Fräser die Nut nach Maßgabe der Lehre herausfräsen muß.

Auch die Fräswerke (Abb. 602) werden viel zum Fräsen nach Lehren benutzt. Hierzu sind in Abb. 586 einige kleine Abänderungen nötig. Die beiden Frässlitten *F* sind zunächst durch einen Querarm zu verbinden, die Muttern der Stellspindeln auszurücken und an einem der Schlitten ist ein Leitstift *K* anzubringen. Wird nun seitlich an dem Tisch die Lehre stehend festgespannt, so werden beim Fräsen die beiden Frässlitten durch den Leitstift entsprechend der Form der Lehre gehoben und gesenkt. Auf diese Weise werden z. B. mehrere nebeneinander gespannte Lokomotiv-Schubstangen nach Lehre gefräst.

### e) Die Gewindefräsmaschine.

Das Gewindefräsen ist ein Gewindeschneiden, bei dem der Gewindefräser ersetzt wird (Abb. 603). Es ist dies ein Fräser mit versetzten Zähnen, die nur mit einer Seitenkante schneiden. Nur der Kontrollzahn *A* hat 2 Schneiden, die der Gewindelücke genau entsprechen.



Abb. 603. Gewindefräser.

Beim Gewindefräsen vollzieht der Fräser als mehrschneidiges Werkzeug die Hauptbewegung. Wie beim Spiralfräsen, sind auch hier 2 Vorschübe erforderlich. Den Vorschub in der Längsrichtung vollzieht der Fräser mit dem Frässlitten, während der kreisende Vorschub vom Werk-

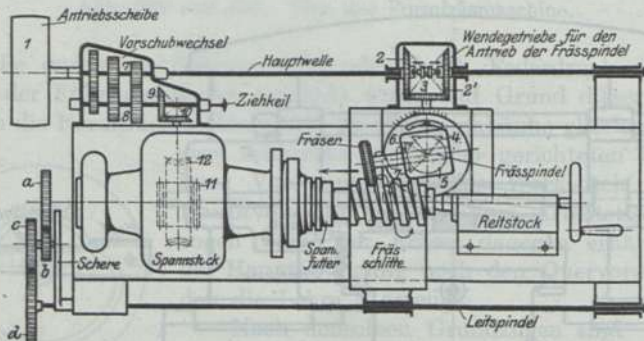


Abb. 604. Plan einer Gewindefräsmaschine.

stück ausgeführt wird. Dabei muß der Fräser schräg stehen und zwar unter dem Steigungswinkel des zu schneidenden Gewindes.

Der grundsätzliche Zusammenhang zwischen dem Gewindefräsen und dem Gewindeschneiden auf der Drehbank zeigt sich auch in dem Aufbau der Gewindefräsmaschine (Abb. 604 und 605). Zum Festspannen der Werkstücke trägt die Hohlspindel des Spannstockes ein Spann-

futter, und zum Abstützen der Gegenseite ist ein Reitstock vorgesehen. Den langsam kreisenden Vorschub erfährt das Werkstück von der Hauptwelle über das Ziehkeilgetriebe 7, 8 durch die Kegelhäder 9, 10 und das Schneckengetriebe 11, 12. Der mit der Schnittgeschwindigkeit kreisende Fräser ist in der Frässpindel eingespannt, die zum Schrägstellen auf einer Drehscheibe des Frässchlittens sitzt. Die Hauptbewegung empfängt der Fräser von dem Antriebe 1 bis 7 und den Längsvorschub von der Leitspindel, die durch die Wechslräder *a*, *b*, *c*, *d* von der Hohlspindel des Spannstockes angetrieben wird. Der Fräser muß auch hier mit dem Schlitten bei jedem Umlauf des Werkstückes um die zu

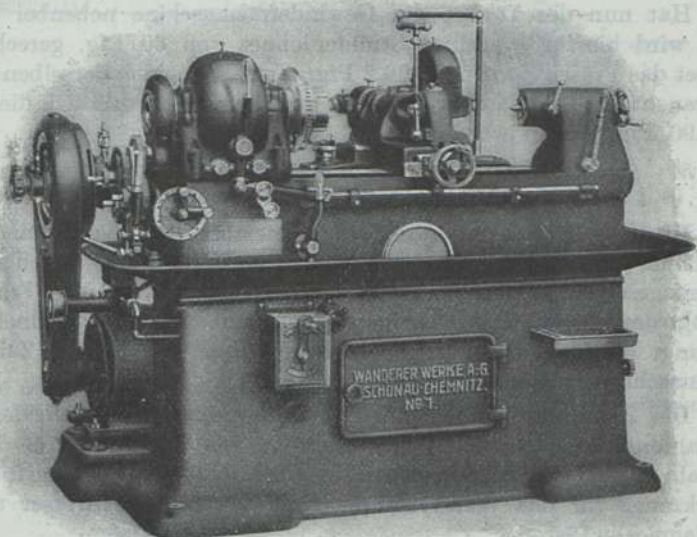


Abb. 605. Gewindefräsmaschine der Wanderer-Werke, Chemnitz.

schneidende Steigung vorgeschoben werden. Die Berechnung der Wechslräder  $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$  ist daher in gleicher Weise wie bei der Drehbank vorzunehmen.

Zum Unterschied von der Drehbank liefert die Gewindefräsmaschine mit einem Schnitt fertiges Gewinde, dessen Form bereits durch den Formfräser festgelegt ist. Die Genauigkeit der Drehbank wird wegen des Werfens der Spindeln selten erreicht, doch wird der Genauigkeitsgrad durch sauber vorgeschliffene Spindeln wesentlich erhöht.

Für die Bedienung der Maschine genügt das Einstellen und Anlassen; ein Dreher kann daher eine Gewindefräsmaschine nebenbei bedienen oder auch mehrere zugleich.

Die Fräszeit wächst mit dem Umfang  $\pi d$  und der Länge  $L$  des



Werkstückes, sie nimmt dagegen mit wachsender Steigung  $S$  und Vorschubgeschwindigkeit, d. h. Umfangsgeschwindigkeit  $u$  der Spindel, ab.  $u$  beträgt 80 bis 120 mm i. d. Min

$$\text{Fräszeit} = \frac{\pi d \cdot L}{u \cdot S}.$$

Aufgabe: Es ist eine Spindel von 30 mm Außendurchmesser und 200 mm Länge und 5 mm Steigung zu fräsen bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 120 mm.

$$\text{Fräszeit} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 200}{120 \cdot 5} = 31 \text{ Min.}$$

Hat nun der Dreher die Gewindefräsmaschine nebenbei bedient, und wird hierfür  $\frac{1}{5}$  seines Stundenlohnes von 60 Pfg. gerechnet, so kostet das Fräsen der Spindel 6,2 Pfg. Zum Schneiden derselben Spindel gebraucht die Drehbank etwa 1 Std. und 30 Min., so daß sich die Kosten auf 90 Pfg. stellen würden.

### §) Die Zahnräderfräsmaschinen.

Mit der Einführung des Schnellbetriebes hat die Zahnräderfräsmaschine eine außergewöhnliche Bedeutung gewonnen. Bei den hohen Arbeitsgeschwindigkeiten unserer heutigen Maschinen und Triebwerke genügt der rohe Zahn für ruhigen Gang nicht mehr. Der Schnellbetrieb verlangt hierfür genau geschnittene Zähne, die auf den Zahnräderfräsmaschinen herzustellen sind.

Die Zahnräderfräsmaschinen arbeiten entweder nach dem Teilverfahren oder nach dem Wälzverfahren. Die Werkzeuge für das Teilverfahren sind die Scheibenfräser und die Kopf- oder Fingerfräser, die Werkzeuge für das Wälzverfahren sind der Schneckenfräser und das Schlagmesser.

#### 1. Die verschiedenen Fräsverfahren

##### a) für Stirnräder.

Um ein Stirnrad nach dem Teilverfahren zu fräsen, muß der Scheibenfräser außer der kreisenden Hauptbewegung 1 einen senkrechten Vorschub 2 ausführen. Durch diese Schaltung 2 wird der Fräser durch den Radkranz geschoben und die Zahnücke herausgeschnitten. Für jeden weiteren Schnitt muß der Fräser schnell in seine Anfangsstellung zurückgeführt und das zu fräsende Rad nach 3 geteilt werden (Abb. 606 und 607). Die Teilschaltung 3 darf erst einsetzen, wenn der zurücklaufende Fräser das Zahnrad freigegeben hat und muß beendet sein, bevor der neue Schnitt beginnt. Das Spiel wiederholt sich bei einem Rade mit  $z$  Zähnen  $z$ mal.

Als Werkzeug verlangt das Teilverfahren, wie bereits erwähnt, einen hinterdrehten Scheibenfräser, dessen Zahnform der Zahnücke

entspricht. Da sich die Zahnflanke mit der Zähnezahl des Rades ändert, so verlangt, streng genommen, jede andere Zähnezahl derselben Stichtzahl einen neuen Fräser. Für die praktische Genauigkeit genügt es

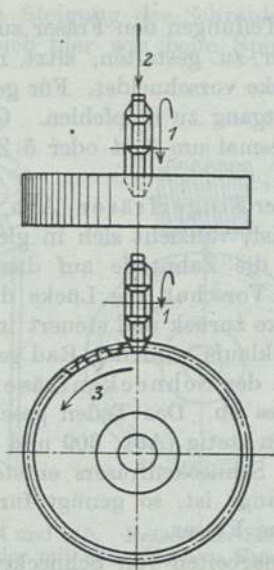


Abb. 606 und 607. Fräsen der Stirnräder nach dem Teilverfahren.

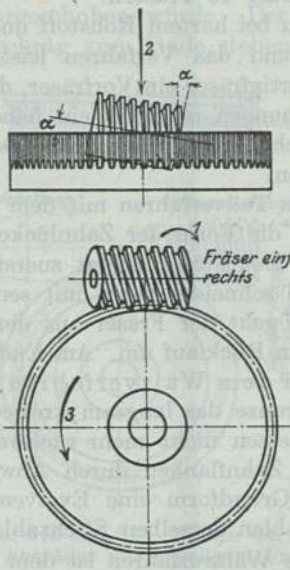


Abb. 609 und 610. Fräsen der Stirnräder nach dem Wälzverfahren.

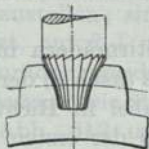


Abb. 608. Fräsen der Stirnräder mit dem Kopfräser.

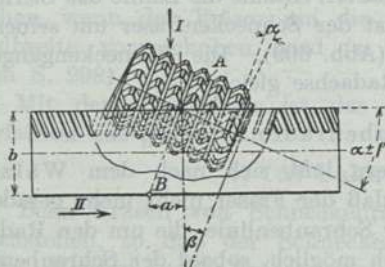
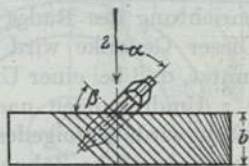


Abb. 611. Fräsen der Schraubenträder nach dem Wälzverfahren.

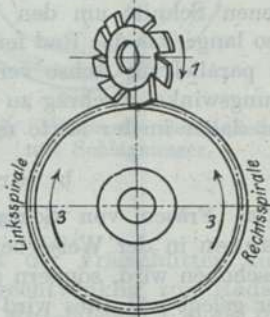


Abb. 612 und 613. Fräsen der Schraubenträder nach dem Teilverfahren.

jedoch, wenn der für eine bestimmte Zähnezahl entworfene Fräser auch die benachbarten Zähnezahlen mitfräst. So erfordert das Teilverfahren, je nach der gewünschten Genauigkeit, für jede Stichzahl einen Satz von 8 oder 15 Fräsern.

Um bei hartem Rohstoff und großen Teilungen den Fräser zu entlasten und das Verfahren leistungsfähiger zu gestalten, sitzt neben dem Fertigfräser ein Vorfäser, der die Lücke vorschneidet. Für genaue Verzahnungen ist noch ein feiner Schlichtgang zu empfehlen. Gegen schädliche Erwärmungen ist das Rad jedesmal um 3, 4 oder 5 Zähne zu teilen.

Das Teilverfahren mit dem Kopf- oder Fingerfräser (Abb. 608), der auf die Form der Zahnücke gedreht ist, vollzieht sich in gleicher Weise. Der Fräser dringt zuerst bis auf die Zahntiefe auf das Rad ein und schneidet dann mit senkrechtem Vorschub die Lücke durch. Hierauf geht der Fräser aus der Zahnücke zurück und steuert in den schnellen Rücklauf um. Am Ende des Rücklaufs wird das Rad geteilt.

Bei dem Wälzverfahren wälzt sich der Schneckenfräser auf dem Kranze des langsam kreisenden Rades ab. Das Teilen geschieht infolgedessen nicht mehr ruckweise sondern stetig (Abb. 609 und 610). Da die Zahnflanken durch Abwälzen des Schneckenfräsers entstehen, dessen Grundform eine Evolventenzahnstange ist, so genügt für alle Zähnezahlen derselben Stichzahl der gleiche Fräser.

Das Wälzverfahren ist dem Zusammenarbeiten von Schnecke und Rad nachgebildet. Dreht sich nämlich die eingängige Schnecke  $z$  mal, so macht das Rad eine volle Umdrehung. Denkt man sich die Schnecke als Fräser, so müßte er die Zahnücken heraus schneiden, wenn er in der Achsenrichtung des Rades vorgeschoben wird.

Dieser Gedanke wird zum Fräsen von Stirnrädern in der Weise ausgenutzt, daß bei einer Umdrehung des Rades (nach 3) der Schneckenfräser  $z$  Umdrehungen nach 1 macht und dabei in Richtung 2 vorgeschoben wird. Infolgedessen schneidet er bei der ersten Umdrehung des Rades sämtliche Zähne an, und bei jeder weiteren führt er den begonnenen Schnitt um den Vorschub weiter. Dieses Spiel wiederholt sich so lange, bis das Rad fertig gefräst ist. Damit die Zähne des Stirnrades parallel zur Achse verlaufen, ist der Schneckenfräser um seinen Steigungswinkel  $\alpha$  schräg zu stellen (Abb. 609). Die Schneckengänge laufen daher in der Mitte mit der Radachse gleich.

#### b) für Schraubenräder.

Das Fräsen von Schraubenrädern läßt sich nach dem Wälzverfahren in der Weise bewirken, daß der Fräser nicht mehr gerade vorgeschoben wird, sondern auf einer Schraubenlinie, die um den Radkörper gelegt ist. Dies wird praktisch möglich, sobald der Schraubengang  $AB$  des Fräsers in die Teilwege  $a$  und  $b$  zerlegt wird (Abb. 611). Soll daher der Fräser die Schraubenücke  $AB$  schneiden, so muß das

Rad um den Sprung  $a$  voreilen, während der Fräser um die Radbreite  $b$  vorgeschoben wird. Das Rad macht also außer der Teilbewegung eine Zusatzbewegung für die Schraubenwindung der Zähne. Diese Zusatzbewegung beträgt einen vollen Umlauf des Rades, wenn der Fräser um die Steigung der Schraubenlinie vorgeschoben würde. Der Fräser muß auch hier wie beim Spiralfräsen schräg zum Rade stehen. Sind

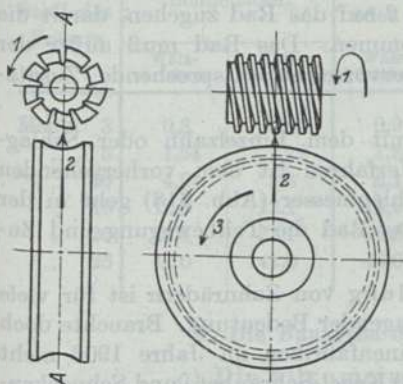


Abb. 614 und 615. Fräsen der Schneckenräder mit zylindrischem Fräser.

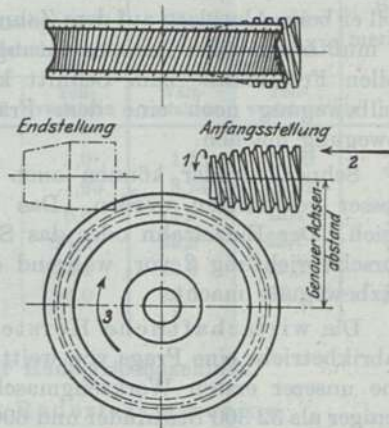


Abb. 616 und 617. Fräsen der Schneckenräder mit kegeligem Fräser.

Rad und Fräser rechtsgängig oder beide linksgängig, so ist der Fräser auf  $\beta - a$  einzustellen; sind beide entgegengesetzt, auf  $\beta + a$ .

Schraubenräder werden nach dem Teilverfahren wie Stirnräder geschnitten (Abb. 612 und 613). Der Scheibenfräser muß unter dem Spiralwinkel  $\beta$ , d. h.  $\alpha = \beta$ , stehen und das Rad sich um den Sprung drehen, wenn der Fräser um die Radbreite vorgeschoben wird (s. auch S. 298).

Mit dem Kopffräser ist das Verfahren das gleiche.

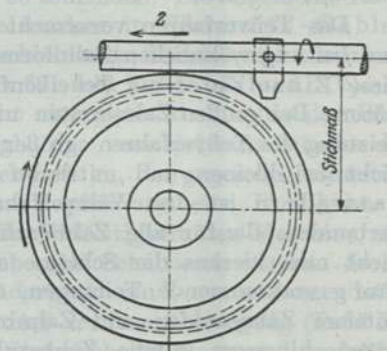


Abb. 618. Fräsen der Schneckenräder mit Schlagmesser.

### c) für Schneckenräder.

Beim Fräsen von Schneckenrädern ist der Frässchlitten auf  $0^\circ$  einzustellen, so daß der Schneckenfräser rechtwinklig zur Radachse steht. Hierauf ist der Fräser genau auf die Mittelebene  $AA$  des Rades auszurichten. Beim Wälzen muß der Fräser  $z$  Umdrehungen machen,

während das Rad sich einmal dreht. Dabei geht das Rad jedesmal um den Vorschub nach 2 auf den zylindrischen Schneckenfräser zu, bis die hohle Zahnform in ihrer richtigen Tiefe geschnitten ist (Abb. 614 und 615).

Bei dem Reinecker - Verfahren dient als Werkzeug ein kegeliger Schneckenfräser nach Art eines Gewindebohrers (Abb. 616 und 617). Soll er beim Abwälzen auf dem Zahnkranz die richtige Zahntiefe schaffen, so muß er in seiner Achsenrichtung 2 auf das Rad zugehen, damit die vollen Fräserzähne zum Schnitt kommen. Das Rad muß außer der Teilbewegung noch eine dem Fräservorschub entsprechende Zusatzbewegung machen.

Schneckenräder können auch mit dem Einzelzahn oder Schlagmesser geschnitten werden. Das Verfahren ist dem vorhergehenden gleich. Der Einzelzahn oder das Schlagmesser (Abb. 618) geht in der Vorschubrichtung 2 vor, während das Rad die Teilbewegung und Zusatzbewegung macht.

Die wirtschaftliche Herstellung von Zahnrädern ist für viele Fabrikbetriebe eine Frage von weittragender Bedeutung. Brauchte doch eine unserer ersten Werkzeugmaschinenfabriken im Jahre 1906 nicht weniger als 32 300 Stirnräder und 6900 Kegel-Schrauben- und Schneckenräder. Es dürfte sich daher wohl lohnen, die Vorzüge beider Verfahren gegenüberzustellen, um daraus Schlüsse für die wirtschaftliche Verwendbarkeit zu ziehen.

Das Teilverfahren verursacht bei selten gebrauchten Zähnezahlen und bei ungewöhnlichen Zahnformen geringere Werkzeugkosten, da für diese Einzelräder ein Scheibenfräser billiger ist als ein Schneckenfräser. Bei großen Zahnbreiten und großen Zähnezahlen ist auch die Leistung des Teilverfahren größer als die des Wälzverfahrens, hingegen nicht bei kleinen und mittleren Zähnezahlen und Zahnbreiten. Bei Satzrädern ist das Wälzverfahren mit geringeren Werkzeugkosten verbunden, da für alle Zähnezahlen nur ein Fräser erforderlich ist. Zieht man hieraus die Schlüsse auf die Wirtschaftlichkeit, so wären häufig vorkommende Teilungen, d. h. Satzräder, sowie kleinere und mittlere Zähnezahlen und Zahnbreiten nach dem Wälzverfahren zu fräsen, hingegen seltene Zähnezahlen und Zahnformen, sowie große Zahnbreiten und Zähnezahlen nach dem Teilverfahren. Doch ist zu beachten, daß das Wälzverfahren bei Rädern mit weniger als 25 Zähnen unterschrittene Zahnfüße liefert. Über die Genauigkeit der beiden Verfahren ist zu bemerken, daß der Scheibenfräser nur bei einer Zähnezahl theoretisch genaue Arbeit liefert, dagegen der Schneckenfräser bei allen; jedoch bietet seine genaue Herstellung größere Schwierigkeiten. So kommt es auch, daß zwei nach verschiedenen Verfahren geschnittene Räder selten gut zusammen arbeiten.

Zahlentafel XIII<sup>1)</sup>.

Vergleich des Wälzverfahrens mit dem Teilverfahren.

Fräszeiten für 1 Zahn in Minuten.

Stoff des Rades	Flußeisen und weicher Flußstahl		Gußeisen		Stahlguß		Be-merkung
Stoff des Fräasers	Schnellstahl		Werkzeugstahl oder Schnellstahl		Werkzeugstahl oder Schnellstahl		
	Wälz- verfahren	Teil- verfahren	Wälz- verfahren	Teil- verfahren	Wälz- verfahren	Teil- verfahren	
Modul 3	0,8	0,87	0,9	1,0	1,65	1,92	Radbreite = 3 l.
„ 5	1,54	1,72	1,88	1,95	3,24	3,82	
„ 10	4,9	5,8	6,1	6,6	11,0	12,4	
„ 15	12,3	12,1	14,9	14,6	23,3	25,7	
„ 20	23,4	23,1	26,8	26,4	43,0	42,3	
„ 25	42,0	41,0	45,0	45,0	76,0	75,0	

## 2. Die Bauarten der Räderfräsmaschinen.

## a) Die allgemeine Räderfräsmaschine.

Die allgemeine Räderfräsmaschine gestattet, Stirn-, Schrauben- und Schneckenräder nach dem Wälzverfahren und die Stirn- und Schraubenräder auch nach dem Teilverfahren zu schneiden. Die allgemeine Räderfräsmaschine der Firma J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz hat als äußere Merkmale einen verschiebbaren Ständer und einen senkrechten Aufspanndorn (Abb. 619 bis 621 und Tafel XIV und XV). Der senkrechte Aufspanndorn ermöglicht eine gute Abstützung der Werkräder durch Spannbocke und dergl., der verschiebbare Ständer läßt als Arbeitstisch einen einfachen Drehtisch zu, der gegen den einseitigen Schnittdruck durch einen kräftigen Zapfen und eine Rundbahn gut abgestützt werden kann. Die große Vielseitigkeit der Maschine setzt naturgemäß ein umfangreiches Trieb- und Schaltwerk voraus. Je einfacher und übersichtlicher diese Räderwerke sind, um so besser ist die Maschine durchgearbeitet. Der Antrieb der Hauptbewegung (Tafel XIV und XV) des Fräasers geht von der Stufenscheibe 1 aus und umfaßt die Wellen I bis VII und die Räder 2 bis 18, von denen das innen verzahnte Rad 18 die Frässpindel treibt. Mit dem doppelten Deckenvorgelege und der vierläufigen Stufenscheibe 1 stehen für den Fräser 8 Schnittgeschwindigkeiten verfügbar.

Beim Fräsen der Stirnräder nach dem Wälzverfahren muß 1. der Schneckenfräser unter dem Steigungswinkel  $\alpha$  schräg zum Rade stehen, 2. der Frässchlitten den senkrechten Vorschub 2 (Abb. 609) und 3. der

1) Z. d. V. d. Ing. 1911, S. 2182.

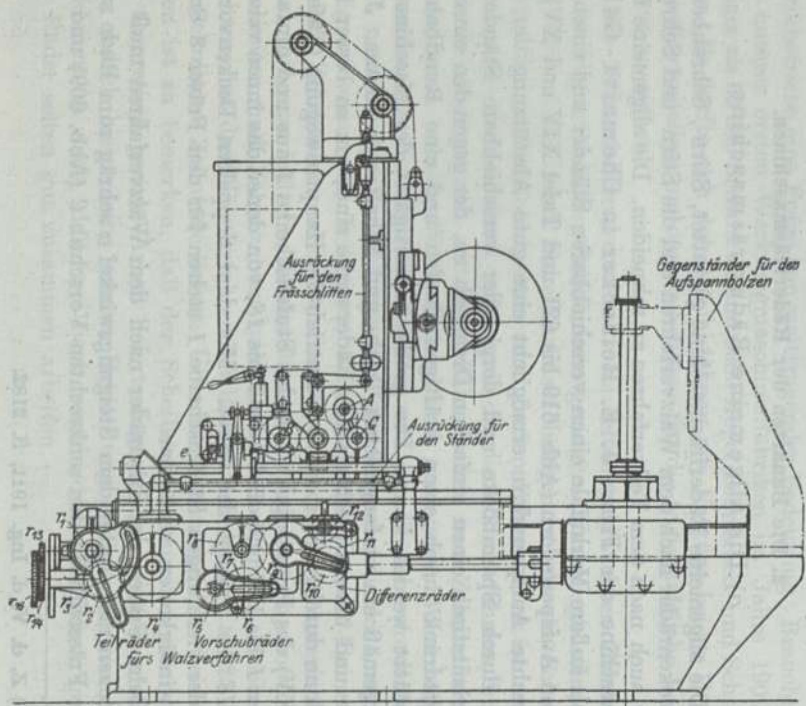


Abb. 619.

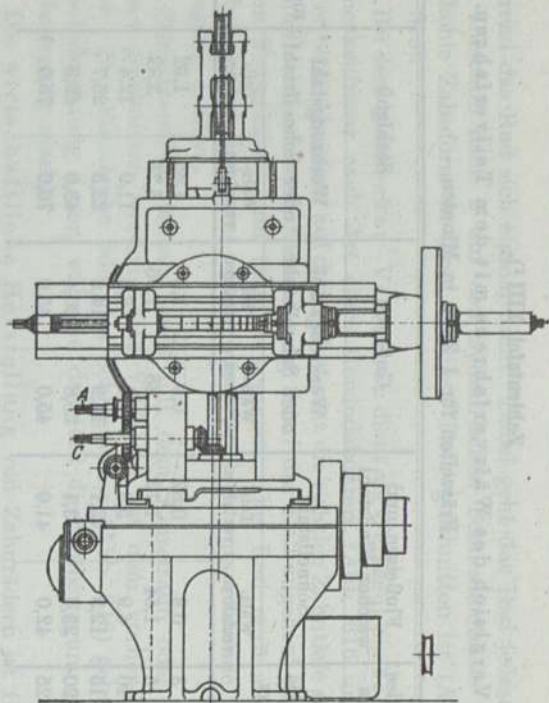


Abb. 620.

Tisch mit dem Werkrade die Teilbewegung 3 ausführen. Das Schrägstellen des Fräfers geschieht mit der Drehscheibe  $D$ , die sich auf dem Frässchlitten nach einer Gradteilung einstellen läßt (Abb. 1 und 4, Tafel XV). Die Schrägstellvorrichtung besteht aus der Vierkantwelle  $E$ , den Kegehrädern 60, 61, der Schnecke 62 und dem Zahnkranzbogen 63 an dem Frässchlitten. Die Teilbewegung des Tisches (Tafel XIV, Abb. 2) kommt von der Antriebswelle  $II$  und zwar über die Wellen  $a$  bis  $f$  und die Räder 19 bis 28. Die Wechselräder  $r_1$  bis  $r_4$  müssen der Zähnezahl

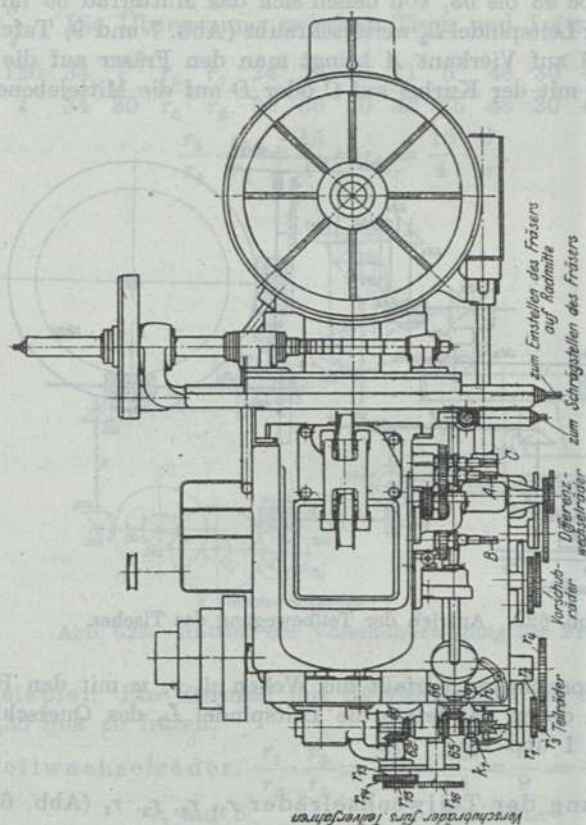


Abb. 621. Allgemeine Räderfräsmaschine. J. E. Reinecker, A.-G., Chemnitz.

des Werkrades angepaßt werden. Zum Wälzfräsen muß die Teilscheibe entriegelt und mit der Kupplung  $k_1$  auf  $b$  gekuppelt werden (Abb. 2 und 3). Den senkrechten Vorschub des Frässchlittens leitet die Maschine von der Welle  $d$  her (Abb. 1), die über das Schneckengetriebe  $\frac{29}{30}$  die Wechselräder  $r_5$  bis  $r_8$ , die Wellen  $h$  bis  $q$  und die Räder 31 bis 47 die Leitspindel  $L_1$  treibt (Tafel XIV, Abb. 6, 1 und 7). Das Aufsteckrad



42 muß für den senkrechten Vorschub auf Welle  $o$  sitzen. Hat der Frässchlitten den Fräser durch das Rad geführt, so stößt er gegen den unteren Anschlag  $a_1$  der Ausrückstange, die mit dem Winkelhebel  $w_1$  die Stange  $b_1$  nach links schiebt. Der Federbolzen  $f_1$  wird ausgelöst und schnappt in die Kupplung  $k_2$  und rückt sie aus. Damit ist der senkrechte Vorschub ausgeschaltet und das Rad fertig. Durch Verschieben des Ständers wird der Fräser auf den Teilkreis des Rades eingestellt. Dieses Einstellen geschieht mit der Kurbel auf Vierkant  $B$  durch die Triebe 48 bis 53, von denen sich das Mutterrad 53 mit dem Ständer auf der Leitspindel  $L_2$  weiterschraubt (Abb. 7 und 9, Tafel XV). Mit der Kurbel auf Vierkant  $A$  bringt man den Fräser auf die Höhe des Rades und mit der Kurbel auf  $C$  oder  $D$  auf die Mittelebene. Die

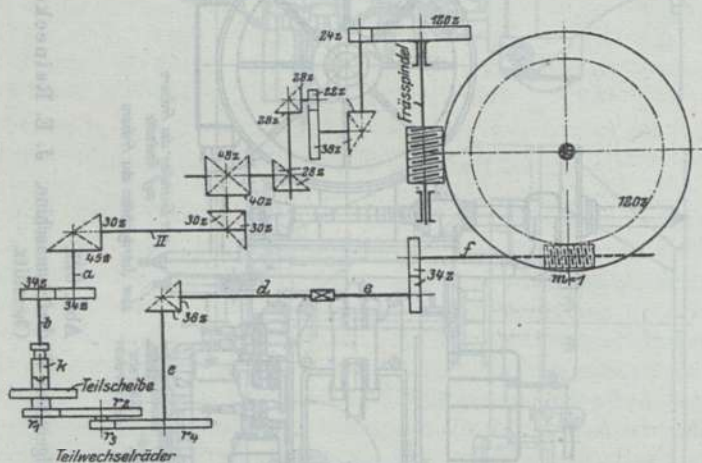


Abb. 622. Antrieb der Teilbewegung des Tisches.

letzte Einstellvorrichtung umfaßt die Wellen  $u$ ,  $v$ ,  $w$  mit den Rädern 54 bis 59, von denen das letzte die Leitspindel  $L_3$  des Querschlitzens  $Q$  treibt (Abb. 1 und 4).

Berechnung der Teilwechsellräder  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$ ,  $r_4$  (Abb. 622):

Bei einer Umdrehung des Rades, also auch des Tisches, d. h.  $n_T = 1$ , muß der eingängige Schneckenfräser  $z$  Umläufe machen, wenn das Rad  $z$  Zähne hat, d. h.  $n_F = z$ . Das Räderwerk zwischen Frässpindel und Tisch muß daher die Übersetzung  $\varphi = \frac{n_T}{n_F} = \frac{1}{z}$  haben.

Bei der Reinecker-Maschine ist diese Übersetzung durch die Zähnezahlen des Räderwerkes ausgedrückt:



Das Fräsen der Schraubenräder verlangt 1. die Drehscheibe auf den Unterschied zwischen dem Spiralwinkel  $\beta$  des Rades und dem Steigungswinkel  $\alpha$  des Schneckenfräasers, d. h. auf  $\beta - \alpha$ , einzustellen, wenn beide rechtsgängig oder beide linksgängig sind, 2. dem Rade außer der Teilbewegung noch eine Zusatzbewegung für die Schraubenwindung der Zähne zu geben. Im übrigen arbeitet die Maschine wie beim Fräsen der Stirnräder. Die Zusatzbewegung des Tisches wird durch die Kegelräder  $\frac{70}{71}$  von der Vorschubwelle  $i$  abgeleitet (Abb. 2, XV) und über die Wechselräder  $r_9$  bis  $r_{12}$ , das Umlaufräderwerk von der Übersetzung  $\frac{2}{60}$  auf die Teilschnecke übertragen.

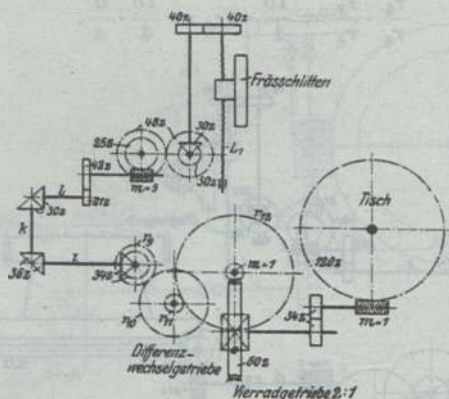


Abb. 624. Antrieb der Zusatzbewegung für Schraubenräder.

Für die Teilwechselräder gilt auch hier  $\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{30}{z}$

ebenso für die Vorschubwechselräder  $\frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{15}{4} \cdot \frac{\delta}{s}$

Die Wechselräder für die Zusatzbewegung des Tisches berechnet man nach dem Grundsatz des Spiralfräsen: Bei einer Umdrehung des Rades muß die Leitspindel  $L_1$  den Frässlittlen um die Spiralsteigung  $S$  vorschieben, d. h.  $n_T = 1$  und  $n_F = \frac{S}{s}$ . Die für die Zusatzbewegung in Betracht kommende Räderübersetzung zwischen der Leitspindel  $L_1$  und dem Tisch ist nach Abb. 624:

$$\varphi = \frac{40}{40} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{25}{5} \cdot \frac{42}{21} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{2}{60} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{1}{120} = \frac{n_T}{n_F} = \frac{1}{S/s}$$

$$\frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = 360 \cdot \frac{s}{S}$$

bei  $s = 1/2''$  Steigung der Leitspindel und  $S''$  Spiralsteigung ist

$$\frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{180}{S''}$$

oder bei  $s = 12,7$  mm:  $\frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{127 \cdot 36}{S}$ , hier  $S$  in mm

$$\text{oder } \frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = 360 \cdot \frac{12,7}{S} = 360 \frac{4,04 \pi}{S_1 \pi} = \frac{97 \cdot 15}{S_1},$$

wenn  $S_1$  Stichzahl der Steigung ist.

Nach Abb. 536 ist die Spiralsteigung  $S = \pi d \cdot \operatorname{tg} \alpha$ .

Beispiel. Ein Schraubenrad mit 36 Zähnen, Stichzahl der Teilung  $M = 6$ , Spiralwinkel =  $45^\circ$ , ist bei 0,56 mm Vorschub zu fräsen

$$\text{Teilwechselräder: } \frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{30}{z} = \frac{30}{36} = \frac{15}{18} = \frac{5}{9} \cdot \frac{3}{2} = \frac{30}{54} \cdot \frac{72}{48}$$

$$r_1 = 30z, r_3 = 72z,$$

$$r_2 = 54z, r_4 = 48z.$$

$$\text{Vorschubwechselräder: } \frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{15}{4} \cdot \frac{d}{s} = \frac{15}{4} \cdot \frac{0,56}{12,7}$$

$$= 0,165 \sim \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{30}{60} \cdot \frac{25}{75}$$

$$r_5 = 30z, r_7 = 25z,$$

$$r_6 = 60z, r_8 = 75z.$$

$$\text{Unterschiedswechselräder: } \frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{97 \cdot 15}{S_1}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\pi d}{S} = \frac{\pi d}{\pi S_1} = \frac{M z}{S_1}$$

$$\text{für } \alpha = 45^\circ: S_1 = M z = 6 \cdot 36.$$

$$\frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{97 \cdot 15}{6 \cdot 36} = \frac{97 \cdot 15}{54 \cdot 4} = \frac{97 \cdot 120}{54 \cdot 32}$$

$$r_9 = 97z, r_{11} = 120z,$$

$$r_{10} = 54z, r_{12} = 32z.$$

Das Fräsen der Schneckenräder mit dem zylindrischen Schneckenfräser verlangt, daß der Frässchlitten mit dem Fräser auf die Mittelebene des Rades (Kurbel auf  $A$ ) und die Drehscheibe  $D$  auf  $0^\circ$  gestellt wird (Kurbel auf  $E$ ). Der Ständer muß den Vorschub ausführen und auf das Rad zugehen. Das Aufsteckrad 42 muß daher auf der Welle mit Vierkant  $B$  sitzen, so daß das Vorschubräderwerk das Mutterrad 54 auf  $L_2$  treibt.

Für die Teilwechselräder gilt wie vorhin:  $\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{30}{z}$  bei

eingängiger Schnecke,  $\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{m \cdot 30}{z}$  bei  $m =$  gängiger Schnecke.

Die Unterschiedswechselräder sind auszurücken.

Für die Berechnung der Vorschubwechselräder ist maßgebend, daß die Leitspindel  $L_2$  den Ständer bei jeder Umdrehung des Rades um den Vorschub verschieben muß, d. h.  $n_T = 1$  und  $n_{s3} = \frac{\delta}{s}$ .

Die Übersetzung zwischen Tisch und Leitspindel  $L_2$  ist nach Tafel XV und XVI

$$\frac{120}{1} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{1}{30} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{24}{36} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{21}{42} \cdot \frac{5}{25} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{5}{30} \cdot \frac{30}{30} = \frac{\delta}{s}$$

$$\frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{45}{2} \cdot \frac{\delta}{s}$$

Das Ausrücken des Vorschubes bei der vorgeschriebenen Zahntiefe besorgt der Ständer mit einer wagerechten Ausrückstange, die den Federbolzen  $f_1$  entriegelt und die Kupplung  $k_2$  auslöst (Abb. 6, XVI).

Beispiel. Ein Schneckenrad mit 70 Zähnen für eine zweigängige Schnecke ist bei 0,38 mm Vorschub zu fräsen.

Teilwechselräder:  $\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{30 \cdot m}{z} = \frac{30 \cdot 2}{70} = \frac{30}{35} = \frac{6}{7} = \frac{64}{80} \cdot \frac{60}{56}$

$r_1 = 64z, r_3 = 60z,$   
 $r_2 = 80z, r_4 = 56z.$

Vorschubwechselräder:  $\frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{45}{2} \cdot \frac{0,38}{12,7} = 0,675 \sim \frac{2}{3}$

$r_5 = 50z$  für  $r_6$  und  $r_7$  Zwischenrad an der Schere.  
 $r_8 = 75z$

Um Schneckenräder mit dem spitzen Schneckenfräser zu schneiden, ist der Ständer auf den Achsenabstand an das Rad heranzustellen (Kurbel auf  $B$ ). Der Fräser muß wieder auf die Mittelebene des Rades gebracht werden (Kurbel auf  $A$ ), aber seitlich vom Rade stehen. Der Vorschub muß daher vom Querschlitten  $Q$  des Frässlittens ausgeführt werden. Das Aufsteckrad 42 muß daher auf der Welle  $u$  mit Vierkant  $C$  sitzen. Der Vorschub wird auch jetzt von der Welle  $d$  hergeleitet und zwar durch die Getriebe 29/30, die Vorschubwechselräder  $r_5$  bis  $r_8$ , die Räder 31 bis 42 auf  $C$ , 54 bis 59 auf der Leitspindel  $L_3$  des Querschlittens  $Q$ . Das Rad muß außer der Teilbewegung noch eine Zusatzbewegung ausführen, da der Fräser quer verschoben wird. Das Teilen geschieht wie früher.

Für die Bestimmung der Vorschubwechselräder gilt, daß die Leitspindel  $L_3$  bei jeder Umdrehung des Rades den Querschlitten um den Vorschub  $\delta$  verschieben muß, d. h.  $n_T = 1$  und  $n_{L3} = \frac{\delta}{s}$ . Die Übersetzung zwischen Tisch und Leitspindel  $L_3$  ist:

$$\frac{120}{1} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{1}{30} \cdot \frac{r_5}{r_6} \cdot \frac{r_7}{r_8} \cdot \frac{24}{36} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{21}{42} \cdot \frac{5}{25} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{22}{22} = \frac{\delta}{s}$$

$$\text{Vorschubwechselläder: } \frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{15 \cdot \delta}{4 \cdot s}$$

$$\text{Teilwechselläder wie oben: } \frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{30 \cdot m}{z}$$

Bei der Berechnung der Unterschiedswchselläder für die Zusatzbewegung des Tisches ist wieder zu beachten, daß der Tisch für eine volle Spirale eine Umdrehung mehr machen muß. Da aber jetzt der Vorschub nicht in der Spiralsteigung erfolgt, sondern in Richtung des abgewickelten Radumfanges, so muß die Leitspindel  $L_3 n_L = \frac{\pi \cdot D}{s} = \frac{z t}{s}$

Umläufe machen. Die Übersetzung zwischen Tisch und  $L_3$  ist:

$$\frac{120}{1} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{60}{2} \cdot \frac{r_{12}}{r_{11}} \cdot \frac{r_{10}}{r_9} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{21}{42} \cdot \frac{5}{25} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{22}{22} = \frac{z t}{s}$$

$$\text{Unterschiedsräder } \frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = 360 \cdot \frac{s}{z t} = \frac{180}{z \cdot t}, \text{ hierin } t = \text{Teilung des Rades in "}$$

$$\frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{127 \cdot 36}{z \cdot t}$$

$$t = \text{,, ,, ,, ,, mm}$$

$$\frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{97 \cdot 15}{z \cdot M}$$

$$M = \text{Stichzahl der Teilung.}$$

Beispiel. Das obige Schneckenrad mit  $M = 8$  soll mit dem spitzen Schneckenfräser geschnitten werden.

$$\text{Teilwechselläder wie oben: } r_1 = 64z, r_3 = 60z, r_2 = 80z, r_4 = 56z.$$

$$\text{Unterschiedswchselläder: } \frac{r_9 \cdot r_{11}}{r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{97 \cdot 15}{70 \cdot 8} = \frac{120 \cdot 97}{64 \cdot 70}, r_9 = 120z, r_{10} = 64z, r_{11} = 97z, r_{12} = 70z.$$

Vorschubwechselläder bei 2,26 mm Vorschub

$$\frac{r_5 \cdot r_7}{r_6 \cdot r_8} = \frac{15 \cdot \delta}{4 \cdot s} = \frac{15 \cdot 2,26}{4 \cdot 12,7} = 0,66 = \frac{2}{3} = \frac{50}{75}$$

$r_5 = 50z, r_8 = 75z$ , für  $r_6$  und  $r_7$  Zwischenrad an der Schere.

Beim Fräsen der Schneckenräder mit dem Schlagmesser (Einzelzahn) arbeitet die Maschine in derselben Weise. Es gelten daher auch dieselben Rechnungen. Um z. B. ein Schneckenrad für eine zweigängige Schnecke zu schneiden, werden zuerst die ungeraden Zähne 1, 2, 3 fertig gefräst. Das Rad wird dann geteilt, und die geraden Zähne 2, 4, 6 werden geschnitten. Zum Teilen bringt man eins der Wechselläder  $r_1$  bis  $r_4$  außer Eingriff. Hierauf wird ein Wechselrad von der Zähnezahl des Werkrades um einen Zahn gedreht und das obige Wechselrad wieder in Eingriff gebracht.

Die Reinecker-Fräsmaschine ist auch für das Teilverfahren mit dem Scheibenfräser eingerichtet. Bei diesem Verfahren muß aber das Teilen des Rades und das Umsteuern des Frässchlittens jedesmal mit der Hand vorgenommen werden — Handteilverfahren —. Die Kuppelung  $k_1$  für die selbsttätige Teilbewegung ist daher auszurücken. Die Teilscheibe muß zum Teilen entriegelt und mit der Hand einmal gedreht werden. Hierauf läßt man den Riegel wieder einschnappen. Die

jedesmalige Drehung der Teilscheibe gelangt über die Wechselräder  $\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4}$ , die Kegelräder  $\frac{23}{24}$  die Stirnräder  $\frac{25}{26}$  auf die Teilschnecke 27 des Tisches. Da der Tisch beim Fräsen nach dem Teilverfahren stillsteht, muß der Vorschub des Frässchlittens bereits von der Welle  $b$  hergeleitet werden. Die Kegelräder  $\frac{64}{65}$  treiben durch die Wechselräder  $\frac{r_{13} \cdot r_{15}}{r_{14} \cdot r_{16}}$  an der Stirnseite der Maschine die Welle  $x$ , die durch das Vorgelege  $\frac{66}{67}$  auf die bekannte Vorschubwelle  $i$  wirkt. Durch die Vorschubgetriebe 33 bis 47 erhält die Leitspindel  $L_1$  des Frässchlittens ihren Antrieb. Das Aufsteckrad 42 muß wieder auf dem Zapfen  $A$  sitzen und die Wechselräder  $r_5$  bis  $r_8$  und  $r_9$  bis  $r_{12}$  außer Eingriff sein. Der Frässchlitten setzt sich nach beendetem Schnitt durch den bekannten Selbstaurücker still. Mit dem Griff  $h$  wird der schnelle Rücklauf eingestellt, der durch die Kegelräder  $\frac{68}{69}$  unmittelbar von  $b$  abgeleitet wird. Die Kupplung  $k_2$  schaltet dabei den Vorschubantrieb aus.

Berechnung der Teilwechselräder  $r_1$  bis  $r_4$ :

Zum Teilen muß die Teilscheibe jedesmal um  $n_t = 1$  und der Tisch bei  $z$  Zähnen des Rades um  $n_T = \frac{1}{z}$  gedreht werden. Die Übersetzung zwischen Teilscheibe und Tisch ist:

$$\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{1}{120} = \frac{n_T}{n_t} = \frac{1}{z}$$

$$\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{120}{z} \quad \text{und bei } x \text{ Umdrehungen mit der Teilscheibe}$$

$$\frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4} = \frac{120}{x \cdot z}$$

Berechnung der Vorschubwechselräder  $r_{13}$  bis  $r_{16}$ :

Beim Teilverfahren muß bei jeder Umdrehung des Fräasers  $n_F = 1$  die Leitspindel  $L_1$  den Frässchlitten um den Vorschub  $\delta$  vorschieben, d. h.  $n_{L_1} = \frac{\delta}{s}$ . Die Übersetzung zwischen Frässpindel und Leitspindel  $L_1$  ist:

$$\frac{120}{24} \cdot \frac{22}{38} \cdot \frac{38}{22} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{48}{40} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{r_{13} \cdot r_{15}}{r_{14} \cdot r_{16}} \cdot \frac{22}{66} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{21}{42} \cdot \frac{5}{25} \cdot \frac{48}{48} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{40}{40} = \frac{n_{L_1}}{n_F} = \frac{\delta}{s}$$

$$\frac{r_{13} \cdot r_{15}}{r_{14} \cdot r_{16}} = \frac{15}{2} \cdot \frac{\delta}{s}$$

Beispiel. Ein Stirnrad mit 31 Zähnen ist bei 0,42 mm Vorschub zu fräsen.

Teilwechselräder:  $\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{120}{x \cdot z}$ ; bei  $x = 4$  Umdrehungen der Teilscheibe

$$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{120}{4 \cdot 31} = \frac{48}{64} \cdot \frac{80}{62}$$

$$r_1 = 48z, r_3 = 80z, r_2 = 64z, r_4 = 62z.$$

Vorschubwechselräder:  $\frac{r_{13}}{r_{14}} \cdot \frac{r_{15}}{r_{16}} = \frac{15}{2} \cdot \frac{\delta}{s} = \frac{15}{2} \cdot \frac{0,42}{12,7} =$

$$\sim 0,25 = \frac{1}{4} = \frac{30}{60} \cdot \frac{50}{100}$$

$$r_{13} = 30z, r_{15} = 50z, r_{14} = 60z, r_{16} = 100z.$$

Das Fräsen der Schraubenräder mit dem Scheibenfräser verlangt 1. die Frässpindel auf den Spiralwinkel  $\beta$ , z. B.  $\beta = 45^\circ$ , einzustellen (Kurbel auf  $E$ ), 2. dem Fräser wie beim Stirnradfräsen einen senkrechten Vorschub von der Welle  $b$  über die Wechselräder  $r_{13}$  bis  $r_{16}$  zu erteilen,

3. dem Rade durch die Unterschiedsräder  $\frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$  eine langsame Drehung für die Schraubenwindung der Zähne zu geben, 4. das Teilen jedesmal mit der Teilscheibe vorzunehmen, 5. den Frässchlitten nach jedem Schnitt mit dem Griff  $h$  umzusteuern, 6. die Vorschubwechselräder  $r_5$  bis  $r_8$  abzunehmen. Für die Teil- und Vorschubwechselräder gelten die Beziehungen für Stirnräder:

Teilwechselräder:  $\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{120}{x \cdot z}$

Vorschubwechselräder:  $\frac{r_{13}}{r_{14}} \cdot \frac{r_{15}}{r_{16}} = \frac{15}{2} \cdot \frac{\delta}{12,7}$

Für die Unterschiedsräder gelten die Beziehungen vom Wälzverfahren:

$$\frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} = \frac{180}{\text{Steigung der Spirale in } ''} = \frac{127,36}{\text{Spiralsteigung in mm}} = \frac{180}{97,15}$$

Stichzahl der Steigung

Beispiel. Das Schraubenrad mit 36 Zähnen,  $M = 6$ ,  $\beta = 45^\circ$ ,  $\delta = 0,56$  mm, ist zu fräsen.

Drehscheibe auf  $45^\circ$  einstellen.

Teilwechselräder:  $\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{120}{4 \cdot 36} = \frac{48}{64} \cdot \frac{80}{72}$

$r_1 = 48z, r_3 = 80z, r_2 = 64z, r_4 = 72z$ , jedesmal 4 Umdrehungen mit der Teilscheibe.

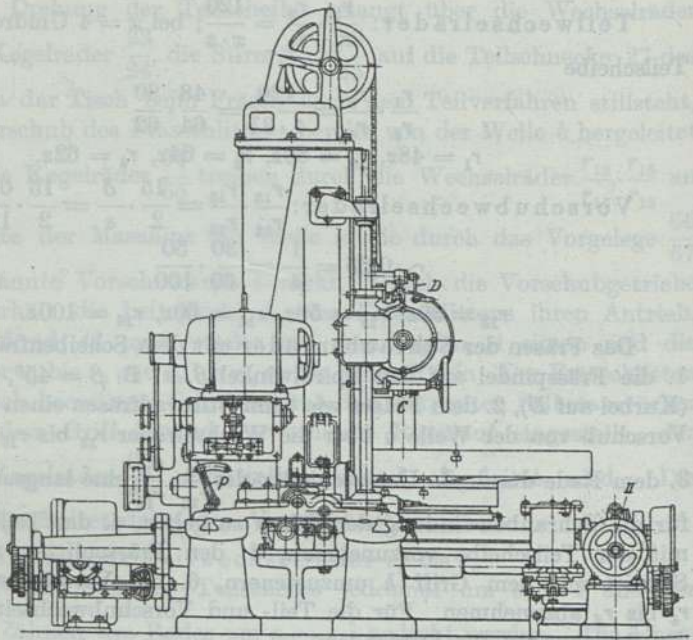
Vorschubwechselräder:  $\frac{r_{13}}{r_{14}} \cdot \frac{r_{15}}{r_{16}} = \frac{15}{2} \cdot \frac{0,56}{12,7} = \sim \frac{1}{3} = \frac{30}{60} \cdot \frac{50}{75}$

$$r_{13} = 30z, r_{15} = 50z, r_{14} = 60z, r_{16} = 75z.$$

Unterschiedsräder:  $\frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} = \frac{97,15}{6 \cdot 36} = \frac{97}{54} \cdot \frac{120}{32}$  (s. S. 345)

$$r_9 = 97z, r_{11} = 120z, r_{10} = 54z, r_{12} = 32z.$$





β) Die Schraubenraderfräsmaschine.

Soll die Räderfräsmaschine mit dem Fingerfräser arbeiten, so muß die Frässpindel senkrecht zum Rade stehen. Der Ständer der Maschine muß daher auf dem Bett um  $90^\circ$  versetzt sein. Die Lorenzschen Räderfräsmaschinen, Abb. 625 bis 627, fräsen Stirn-, Schrauben- und Pfeilräder nach dem Teilverfahren selbsttätig. Beim Stirnradfräsen wird der Fräser durch den Wechselraderantrieb *K* auf die Zahntiefe vorgeschoben und dieser Tiefenvorschub durch den Anschlag *F* ausgeschaltet. Die Wechselräder *J* vermitteln den Vorschub des Frässlittens in Richtung der Radbreite, der durch die Anschläge *E* umgesteuert wird. Zugleich wird der Fräser aus der Zahnflanke zurückgezogen. Während des Rücklaufs bewirken die Teilwechselräder *G* das Teilen des Rades. Die Hauptarbeit erstreckt sich auf das Fräsen der Schraubenräder und Pfeilräder. Das Schraubenraderfräsen erfordert, daß das Rad, während der Fräser die Lücke schneidet, um den Sprung durch die Wechselräder *H* gedreht wird. Beim Fräsen von Pfeilrädern muß in halber Zahnbreite die Drehbewegung des Tisches durch ein Wendegetriebe, das sich mit dem Handgriff *V* einrücken läßt, umgesteuert werden.

Mit den erhöhten Ansprüchen an den ruhigen Gang schnellaufender Räderwerke haben die Schraubenräder immer mehr Aufnahme gefunden. Der Werkzeugmaschinenbau hat daher für das Fräsen der Schrauben-



räder Sondermaschinen gebaut. Die Schraubenräder-Fräsmaschine von J. E. Reinecker, A.-G., Chemnitz (Abb. 628 bis 629), fräst Schraubenräder bis 4200 mm Durchmesser. Die Maschine hat als schwere Sondermaschine elektrischen Einzelantrieb. In ihrem Aufbau gleicht sie der allgemeinen Räderfräsmaschine, sie ist aber nur für ihren Sonderzweck eingerichtet.

#### γ) Die Kammwalzen - Fräsmaschinen.

Das Fräsen von Kammwalzen mit Winkelzähnen ist nichts anderes als ein Spiralfräsen, nur muß die Kammwalze umgesteuert werden, sobald der Fräser die halbe Zahnbreite geträst hat. Als Werkzeug ist ein Kopffräser oder Fingerfräser von der Form der normalen Zahnücke zu benutzen.

Bei der Lorenzschen Kammwalzen - Fräsmaschine (Abb. 630 bis 632) wird die Frässpindel von der Einscheibe *E* aus über das Stufenrädernetz mit 8 Schaltungen (Schalthebel *N*, *O*, *P*), die wagerechte Welle *I* und die Schrägwelle *II* angetrieben. Die Kammwalze wird in den Teilkopf gespannt und durch den Reitstock und 2 Rollenlager abgestützt.

Die Arbeitsweise beim Schneiden der Pfeilzähne ist folgende: Der Fräser bohrt sich zunächst, vorgeschoben durch die Wechselräder *K*, auf die eingestellte Zahntiefe in die Walze ein. Hierauf wird durch den Anschlag *E* der Tiefenvorschub ausgeschaltet und der Längsvorschub des Frässchlittens, angetrieben durch die Wechselräder *J*, eingerückt. Mit dem Frässchlitten wird zugleich der Wechselrädierantrieb *H* des Teilkopfes eingeschaltet, so daß durch den Längsvorschub des Fräasers und die gleichzeitige Drehbewegung der Walze der Schraubenzahn gesetzmäßig geschnitten wird. Hat der Frässchlitten den Fräser bis auf die halbe Zahnbreite durchgeführt, so wird der Teilkopf und mit ihm die Kammwalze zwangläufig umgesteuert und hierdurch der Pfeilzahn erzeugt. Ist der Fräser durch die Walze durch, so wird er schnell aus der Lücke herausgezogen, der Frässchlitten läuft beschleunigt in die Anfangsstellung zurück, und das Teilen der Walze setzt ein.

Das Fräsen der Pfeilräder geschieht in gleicher Weise, weil das Pfeilrad nichts anderes als eine Kammwalze von größerem Durchmesser ist. Der Teilkopf muß daher aus der Spitzenlinie der Bank verstellt werden, und der Aufspandorn des Rades in dem Gegenlager laufen.

#### δ) Die Pfeilrad - Fräsmaschinen.

Die Pfeilraderfräsmaschinen haben den Frässchlitten auf einem senkrechten Ständer, so daß die Zähne mit senkrechtem Vorschub geschnitten werden. Ihre Arbeitsweise ist wie bei der Kammwalzenfräsmaschine und ist in Abb. 626 besprochen.

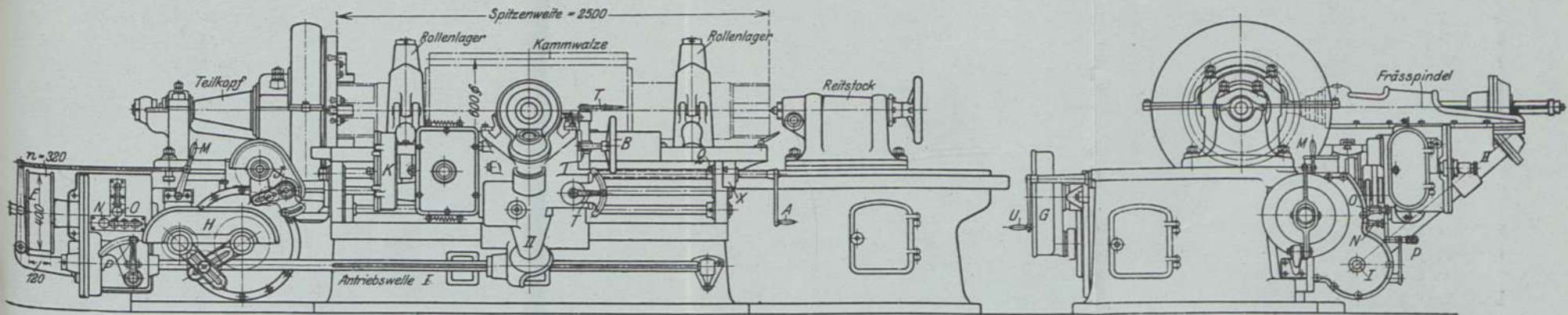


Abb. 630.

Abb. 631.

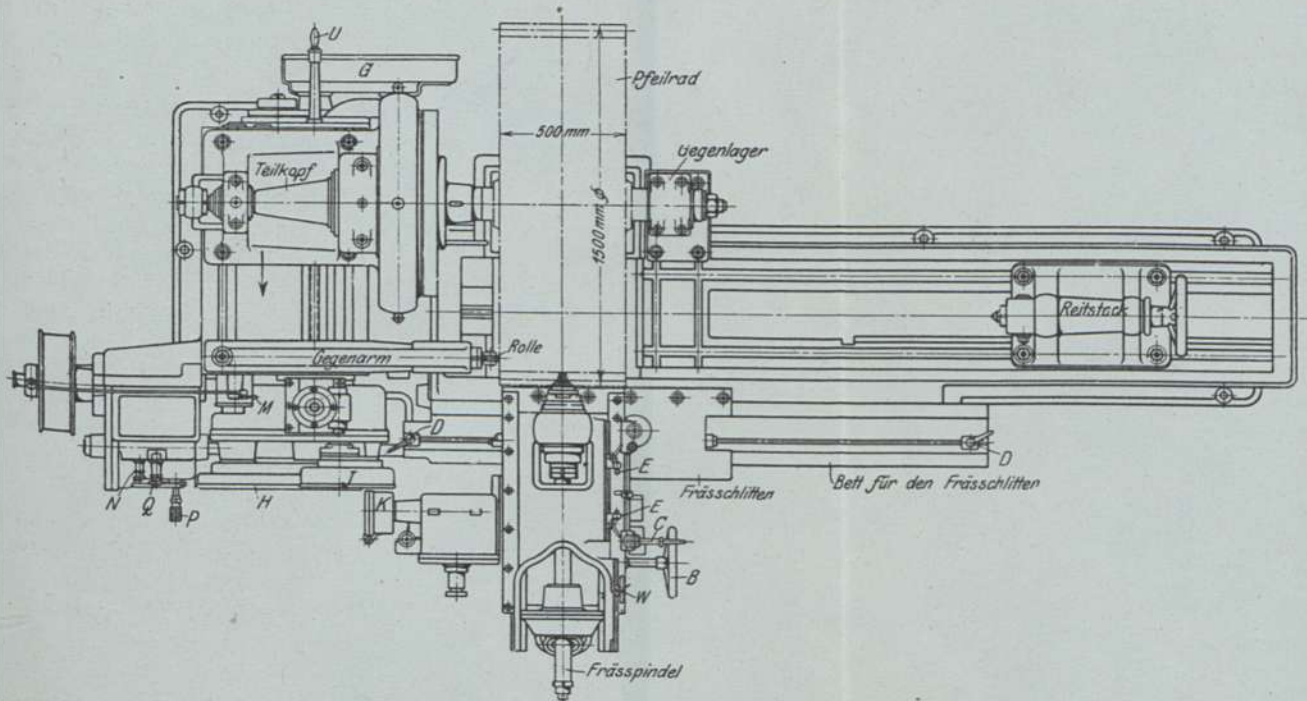


Abb. 632.

Abb. 630 bis 632.

**Lorenz-Kammwalzenfräsmaschine**  
 Maschinenfabrik Lorenz, Ettlingen.

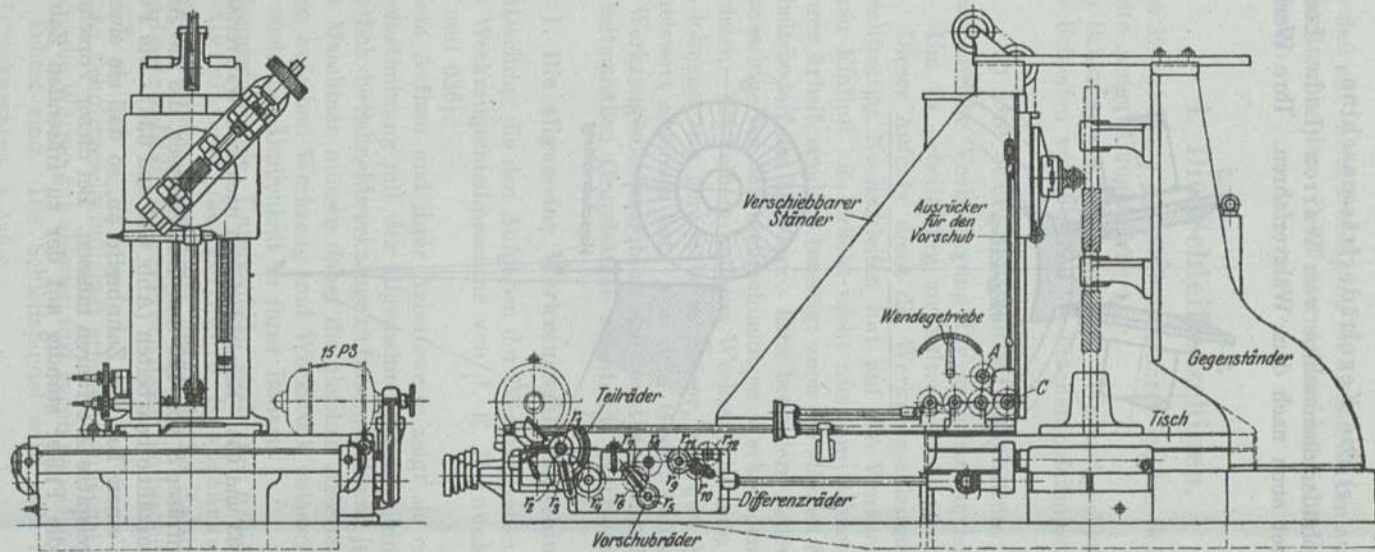


Abb. 628 und 629. Schraubenräderfräsmaschine von J. E. Reinecker, A. G., Chemnitz.

## ε) Die Kegelräderfräsmaschine

Die Kegelräderfräsmaschine von Warren (Ludw. Loewe & Co., Berlin) arbeitet auch nach dem Wälzverfahren. Ihre Werkzeuge sind

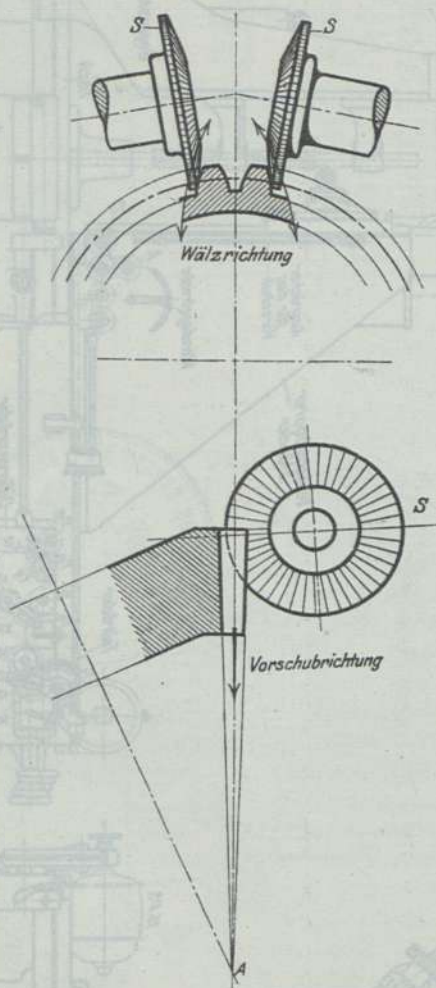


Abb. 633 und 634. Kegelräderfräsen nach dem Wälzverfahren.

zwei Scheibenfräser *S* von 120 mm Durchmesser, die die Außenflanken zweier Nachbarzähne bearbeiten (Abb. 633 und 634). Die Fräser greifen aber nur auf einen Teil der Zahnbreite an, so daß sie einen Vorschub nach der Kegelspitze *A* erfahren müssen. Bei dieser Vorschubbewegung wälzen sich die Fräser ständig auf der zu fräsenden Zahnflanke hin

und her, so daß mit einem Durchgang die Gegenflanken zweier Nachbarzähne geschnitten werden. Der Fräserrücklauf kann zum Nachschlichten benutzt werden.

## 4. Die Schleifmaschinen.

Mit der Entwicklung der Schleifverfahren ist den Schleifmaschinen eine doppelte Aufgabe zugefallen:

1. Das Schärfen von Werkzeugen — Werkzeugschleifmaschinen.
2. Das Schleifen von Flächen — Flächenschleifmaschinen.

### a) Die Werkzeugschleifmaschinen.

Eine wesentliche Vorbedingung für gute Arbeit ist ein scharfes Werkzeug. Um es arbeitsfähig zu halten, ist es rechtzeitig nachzuschleifen. Dieser Aufgabe dient die Werkzeugschleifmaschine.

Das rechtzeitige Nachschleifen hat auf die Werkzeuge einen unverkennbaren Einfluß. Es erhöht nicht nur ihre Schneidwirkung und die Güte ihrer Arbeit, sondern beseitigt auch die starken Schwankungen in dem Arbeitsbedarf der Maschine. Eine besondere Bedeutung gewinnt die Schleifmaschine bei den mehrschneidigen Werkzeugen, insbesondere bei den Fräsern. Bei keinem anderen Werkzeug ist eine gute Instandhaltung so lohnend wie gerade beim Fräser, der gut geschliffen sich stets als preiswert erwiesen hat. Von dem Gesichtspunkte betrachtet, bildet die Werkzeugschleifmaschine ein unentbehrliches Hilfsmittel für eine nach zeitgemäßen Grundsätzen arbeitende Werkstatt.

#### 1. Die allgemeine Werkzeugschleifmaschine.

Eine Maschine, die den Aufgaben der Werkzeugschleiferei angepaßt ist, ist die Werkzeugschleifmaschine von J. E. Reinecker, Chemnitz (Abb. 635 und 636).

In ihrem Aufbau und ihrer Arbeitsweise zeigt sie eine grundsätzliche Übereinstimmung mit der allgemeinen Fräsmaschine; denn diese hat bekanntlich die Schneidwerkzeuge zu fräsen, während jene sie schärfen soll. Beide Maschinen müssen daher die gleichen Arbeitsstellungen und Bewegungen zwischen Werkzeug und Werkstück zulassen. Hieraus erklärt sich auch die Ähnlichkeit in ihrer Bauart.

Als kennzeichnende Unterschiede sind die höhere Schnittgeschwindigkeit und die geringere Spanstärke der Schleifmaschine hervorzuheben, sowie der gefährliche Schleifstaub, der Zapfen und Lager anfriszt. Sie verdienen daher die besondere Beachtung des Erbauers.

Die hohe Schnittgeschwindigkeit erheischt zunächst lange Spindel-lager, welche die Wärme gut ableiten und gegen den schädlichen Schleifstaub abgedichtet sind. Die Schleifspindel wird sich bei den hohen

Umläufen erwärmen und ausdehnen. Die Lagerung muß daher eine Ausdehnung der Spindel in einer Richtung zulassen.  
Die geringe Spanstärke und die hohen Ansprüche, die man an gute

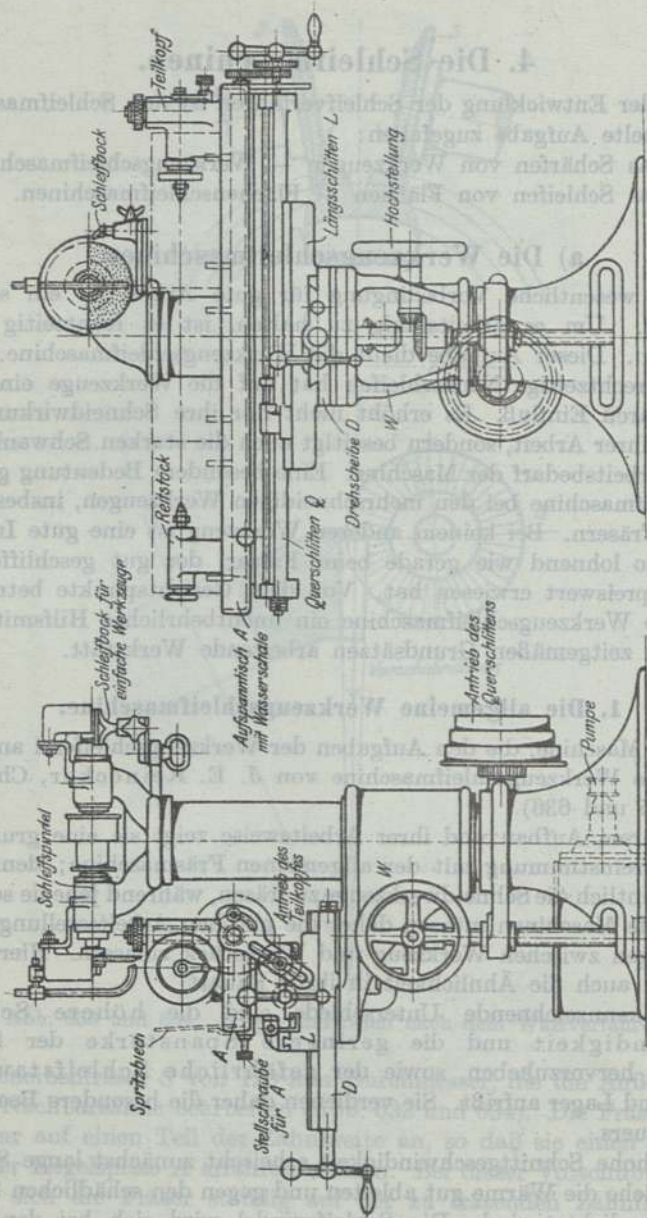


Abb. 635 und 636. Werkzeugschleifmaschine J. E. Reinecker, A. G., Chemnitz.



Schleifarbeiten stellt, verlangen einen besonders ruhigen Gang der Maschine. Selbst die geringste Ungleichförmigkeit und die kleinste Federung der Schleifspindel machen sich schon am Schliff bemerkbar. Es sind daher alle Mittel für einen gleichmäßigen und ruhigen Gang zu benutzen. Hierzu sind, um Erschütterungen durch die Fliehkraft möglichst fern zu halten, die kreisenden Massen genau auszugleichen. In besonderem Maße gilt dies von dem fliegend angebrachten Schleifstein. Für den Antrieb der Maschine soll stets ein dünner und geschmeidiger Riemen dienen, der gleichmäßig durchzieht. Um selbst die geringste Ungleichförmigkeit, die vielleicht das Riemenschloß in dem Lauf des Schleifrades verursachen könnte, zu beseitigen, haben Mayer & Schmidt, Offenbach, den Riemen durch eine Anzahl Leder-

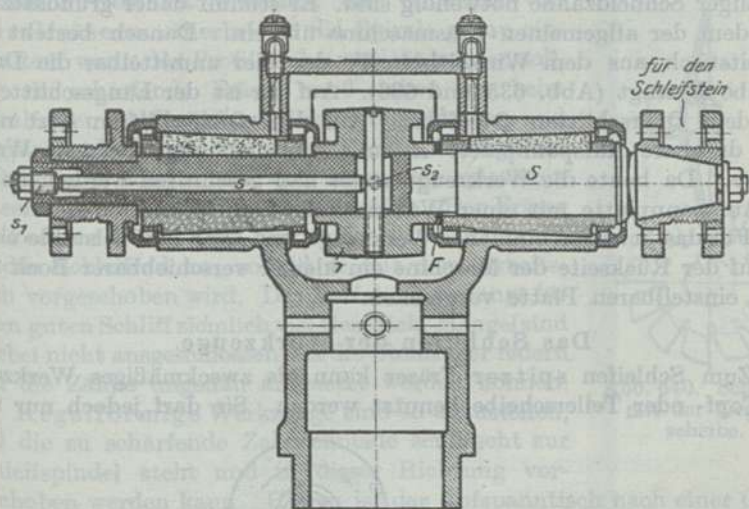


Abb. 637. Spindelstock der Loewe-Schleifmaschine.

schüre mit versetzten Stoßstellen ersetzt. Ein wesentlicher Punkt ist auch eine kurze und kräftige Schleifspindel, die genau läuft und nicht federt.

Das Werkzeug der Schleifmaschine ist eine Schmirgelscheibe, die die kreisende Hauptbewegung auszuführen hat. Für ihren Antrieb ist wie bei der Fräsmaschine ein Spindelstock erforderlich, in dem die kurze Schleifspindel beiderseits in nachstellbaren Lagern laufen soll.

Ein treffendes Beispiel für die Lagerung der Schleifspindel bietet die Loewe-Schleifmaschine (Abb. 637). Die Schleifspindel  $S$  läuft hier in langen Bronzeschalen, die, um den Verschleiß auszugleichen zu können, mit Ringmuttern nachzustellen sind. Die Ringmutter sind als Kappen ausgebildet, um den Schleifstaub abzuhalten. Eigenartig ist die Festlegung der Spindel gegen Längsverschiebungen. Sie ist in

der Riemenrolle  $r$  und der Stange  $s$  durchgeführt. Zum Einstellen der Spindel wird nämlich die Stellschraube  $s_1$  angezogen. Sie schiebt durch die Stange  $s$  zuerst die Riemenrolle  $r$  gegen den Fiberring  $F$  und zieht dann die Spindel  $S$  nach links. Die Stellschraube  $s_1$  ist durch eine Gegenmutter gesichert und die Riemenrolle durch die punktierte Setzschraube  $s_2$ . Die Spindel liegt also rechts durch den Bund und links durch die Rolle  $r$  gegen Längsverschiebungen fest. Bei einer Erwärmung kann sie sich nach links ausdehnen.

Das Werkstück wird entweder mit der Hand an den Schleifstein gehalten oder mit dem Arbeitstisch angestellt und vorgeschoben.

Der Arbeitstisch der Schleifmaschine muß daher alle Arbeitsstellungen und Vorschübe gestatten, die zum Schärfen gerader und spiralförmiger Schneidzähne notwendig sind. Er stimmt daher grundsätzlich mit dem der allgemeinen Fräsmaschine überein. Danach besteht der Arbeitstisch aus dem Winkeltisch  $W$ , der hier unmittelbar die Drehscheibe  $D$  trägt (Abb. 635 und 636). Auf ihr ist der Längsschlitten  $L$  mit dem Querschlitten  $Q$  geführt. Auf dem Querschlitten sitzt noch eine drehbare Aufspannplatte  $A$  zum Anstellen kegelförmiger Werkstücke. Da heute die Werkzeuge meist naß geschliffen werden, so ist die Aufspannplatte mit einer Wasserschale ausgestattet.

Für das Schärfen einfacher Werkzeuge, wie Dreh-, Hobelstähle usw., ist auf der Rückseite der Maschine ein kleiner verschiebbarer Bock mit einer einstellbaren Platte vorgesehen.

#### Das Schleifen der Werkzeuge.

Zum Schleifen spitzer Fräser kann als zweckmäßiges Werkzeug die Topf- oder Tellerscheibe benutzt werden. Sie darf jedoch nur mit

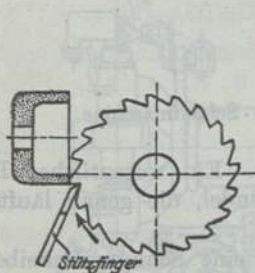


Abb. 638. Schärfen mit der Tellerscheibe.

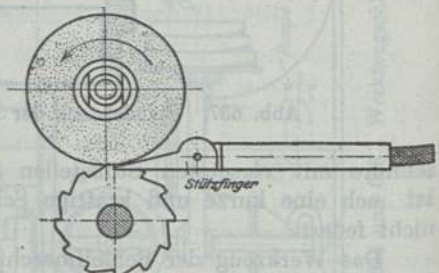


Abb. 639. Schärfen mit der Flachscheibe.

einer Planseite schleifen, wenn sie ebene und ungeschwächte Zähne liefern soll. Diese Bedingung erfordert aber, die Tellerscheibe nach Abb. 638 anzusetzen. Das Schleifen mit der Rundseite erzeugt hohle Schneidflächen, welche die Zähne schwächen. Doch nimmt der Hohl-schliff mit der Größe des Schleifrades ab, so daß auch große Flachscheiben gute Dienste leisten. Wesentlich für guten Schliff ist eine wirksame

Abstützung des Werkzeuges, die möglichst an demselben Zahn stattfinden soll (Abb. 639)

Zum Schärfen hinterdrehter Fräser sind die Kegelscheiben zu benutzen, die gegen Ausglühen des Fräasers nach Abb. 640 mit der kleinsten Fläche, also mit der hohlen Seite, schleifen sollen. Auch hier ist möglichst der zu schärfende Zahn durch einen Stellfinger abzustützen. Allgemein ist die Schmirgelscheibe der Form der zu schleifenden Fläche oder Nut anzupassen.

Die Bedienung einer derartigen Werkzeugschleifmaschine ist daher folgende:

Die Walzenfräser mit geraden, spitzen Zähnen sind nach Abb. 638 oder 639 anzustellen und mit dem Arbeitstisch allmählich vorzuschieben.

Mehr Geschick erfordert das Schärfen von Spiralfräsern. Hierbei ist die Spirale genau einzuhalten, wenn das Profil nicht verletzt werden soll. Der zu schärfende Fräser muß daher wie beim Spiralfräsen (Abb. 517), zugleich vorgeschoben und langsam gedreht werden. Das Drehen besorgt ein feststehender Finger, der sich gegen den spiraligen Fräserzahn stemmt (Abb. 638 und 639). Der Fräser stellt daher selbst den Spiralzahn nach und nach an das Schleifrad an, sobald er mit dem Arbeitstisch vorgeschoben wird. Das Verfahren verlangt für einen guten Schliff ziemlich viel Geschick. Mängel sind hierbei nicht ausgeschlossen, da die Stellfinger federn und die Zähne ungenau angesetzt werden können.

Kegelförmige Werkzeuge sind so anzustellen, daß die zu schärfende Zahnschneide senkrecht zur Schleifspindel steht und in dieser Richtung vorgeschoben werden kann. Hierzu ist der Aufspanntisch nach einer Gradteilung auf die Neigung des Kegels einzustellen.

Hinterdrehte Fräser werden nach Abb. 640 angestellt und mit einer Teilscheibe und einem Schnäpper Zahn für Zahn geschaltet. Durch eine Lehre werden sie auf genauen Rundlauf und die genaue Stellung der Schneidfläche geprüft.

#### Der Teilkopf für das Schleifen von Spiralfräsern.

Die Mängel, die beim Schärfen spiralig gewundener Zähne entstehen, hat J. E. Reinecker, Chemnitz, durch einen Teilkopf zu beseitigen versucht. Der Teilkopf führt die zu schärfende Spirale zwangsläufig, beseitigt eine ungleiche Teilung, die federnden Stellfinger und erleichtert auch den gleichmäßigen Schliff der einzelnen Zähne. Er bedeutet daher einen wesentlichen Fortschritt für das genaue Schärfen der bewährten Spiralfräser.

Der Grundgedanke dieses Teilkopfes ist naturgemäß dem Teilkopf

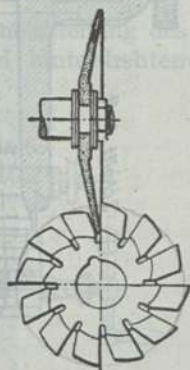


Abb. 640. Schärfen mit der Kegelscheibe.

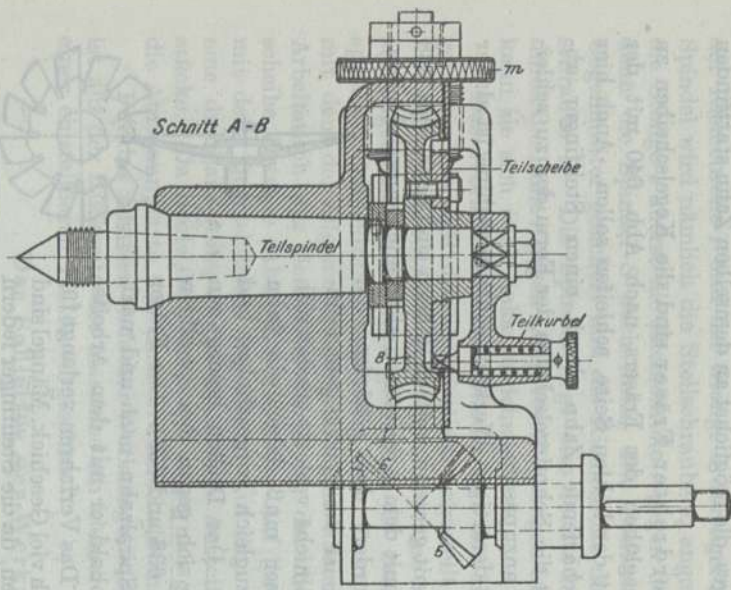
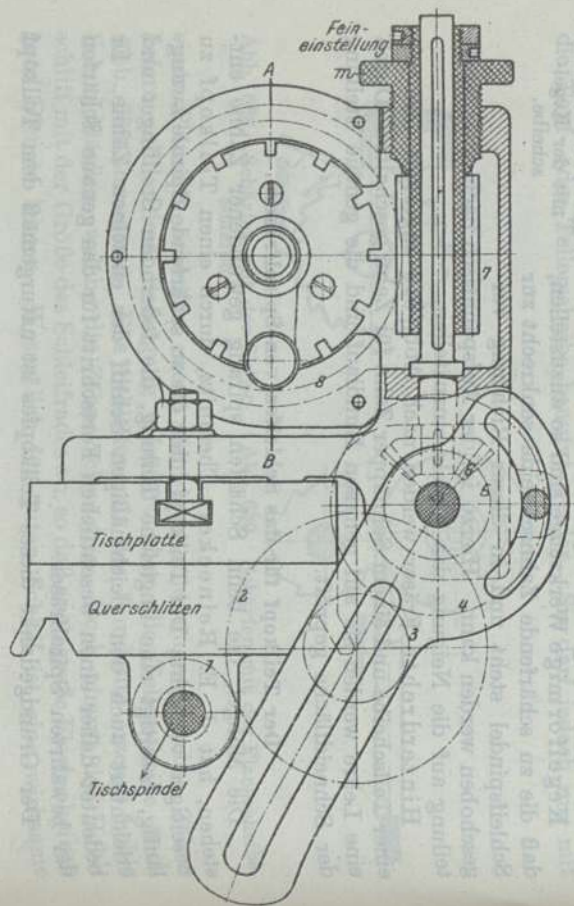


Abb. 641 und 642. Teilkopf zum Schärfen spiraliger Zähne.

der Fräsmaschine entnommen. Er hat wie dieser eine Teilschindel, die das Werkstück trägt und mit einer Teilkurbel eingestellt wird (Abb. 641 und 642). Für das Spiralschleifen wird der Teilkopf wie beim Spiralfräsen, durch die Wechslerräder 1 bis 4, die Kegelräder 5, 6 und das Schneckengetriebe 7, 8 von der Tischspindel angetrieben. Infolgedessen wird der zu schärfende Fräserzahn durch die Tischspindel gleichzeitig vorgeschoben und auch der Steigung der Spirale entsprechend an den Schleifstein herangedreht (Abb. 517). Das Anstellen der einzelnen Fräserzähne geschieht auch hier mit einer Teilkurbel und einer auswechselbaren Teilscheibe. In diesen Punkten stimmen also Schleif- und Frästeilkopf vollständig überein, nur kann der Schleifkopf nicht aufgerichtet werden. Die Schrägstellung darf aber fehlen, da der Schleifstein das kegelförmige Werkzeug ja seitlich faßt

Eine Neuerung bietet bei diesem Teilkopf die Feineinstellung des zu schärfenden Zahnes. Sie ist besonders wichtig bei hinterdrehten

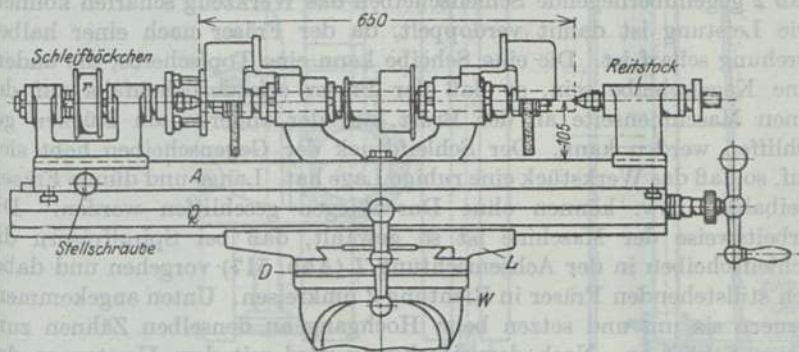


Abb. 643. Rundschleifen.

Fräsern, die ja genau mittig zu schleifen sind. Die Feineinstellung liegt hier in der Schnecke 7, die verschiebbar auf ihrer Spindel sitzt. Durch die obere Mutter *m* kann sie nämlich ein wenig nachgeschoben werden, wobei sich der Fräserzahn genau auf den Schliff einstellt. Mit dieser Einrichtung läßt sich daher ein gleichmäßiger Schliff bei allen Zähnen erreichen. Hiermit sind die Hauptaufgaben der Werkzeugschleiferei erschöpft.

#### Das Rundschleifen gehärteter Werkstücke auf der Werkzeugschleifmaschine.

Die Werkzeugschleifmaschine läßt sich auch zum Rundschleifen kleiner gehärteter Voll- und Hohlkörper benutzen. Sie ist somit auch als allgemeine Schleifmaschine ausgebaut.

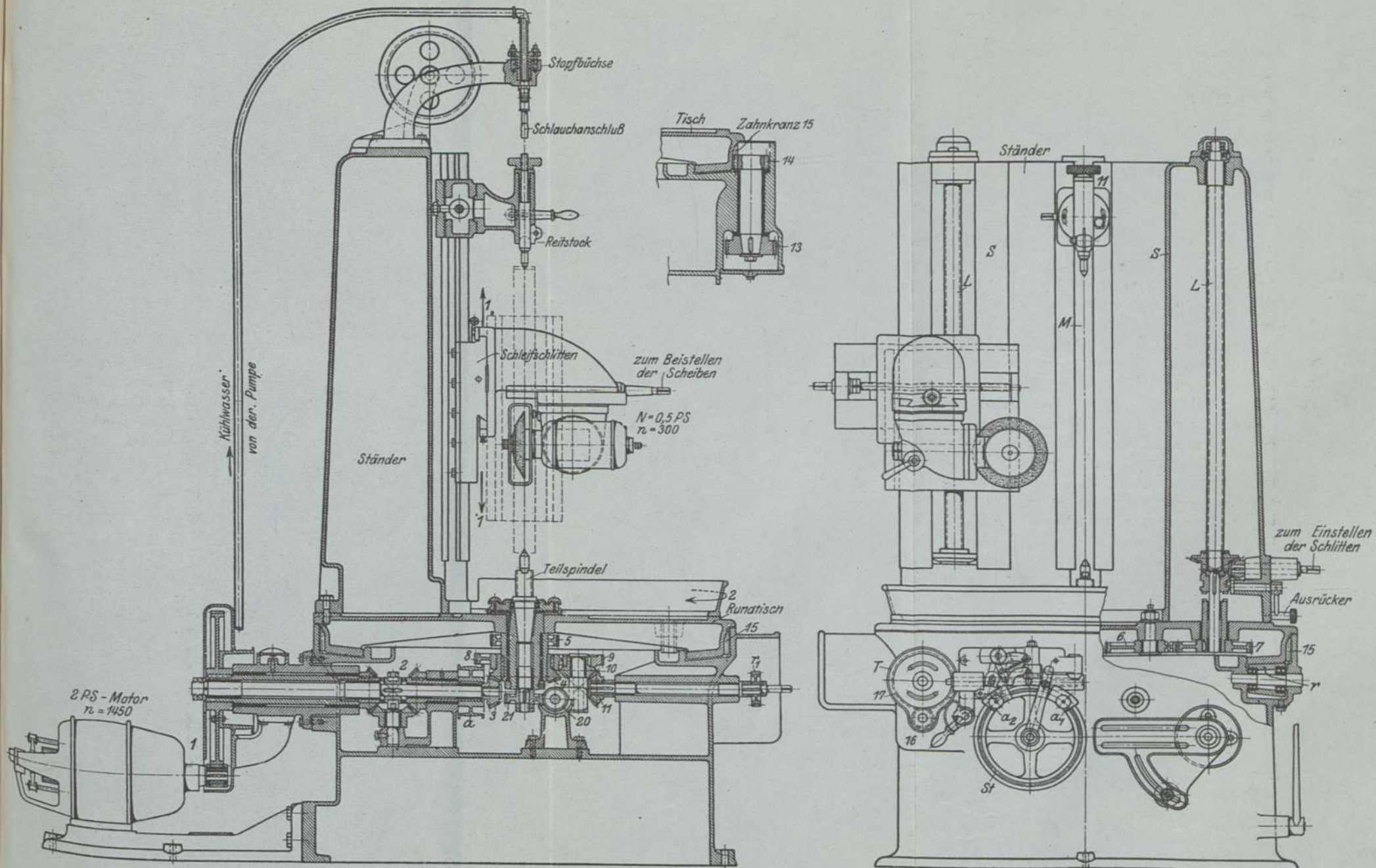
Das Rundschleifen einer Spindel erfordert, daß der Tisch um die Säule geschwenkt wird, damit Werkstück und Schleifspindel parallel liegen (Abb. 643).

Kegelzapfen werden durch Drehen der Tischplatte *A* angestellt und Hohlkörper, wie Büchsen u. dgl., in ein Spanfutter des Schleifböckchens gespannt.

Bei allen Rundschleifarbeiten muß das Werkstück außer dem geraden Vorschub noch eine Drehung erfahren. Hierzu besitzt das Böckchen eine Riemenrolle *r*, die von einem Vorgelege mit langer Trommel und wanderndem Riemen angetrieben wird. Das Zuschieben des Werkstückes geschieht mit der Tischspindel.

## 2. Schwere Werkzeugschleifmaschinen.

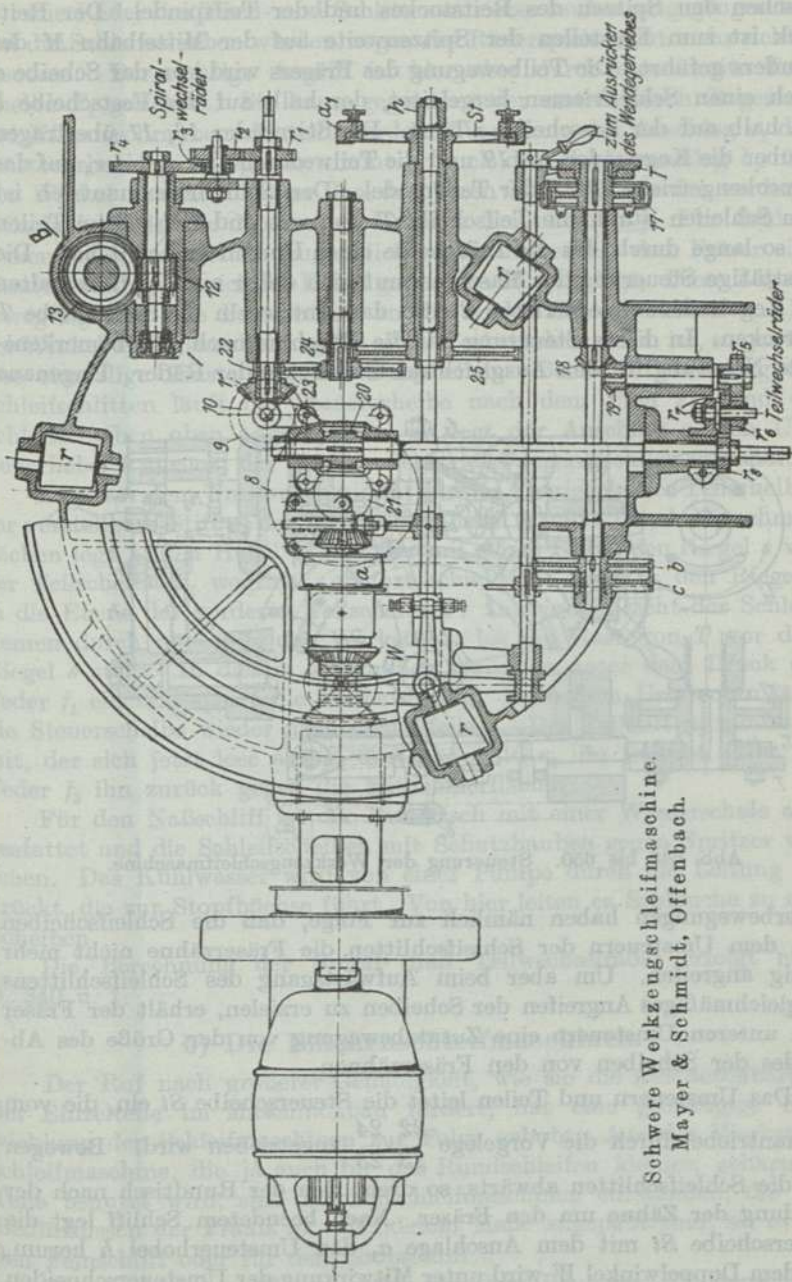
Für schwere Werkzeuge bis 400 mm Durchmesser und 900 mm Länge haben Mayer & Schmidt in Offenbach eine selbsttätige Schleifmaschine gebaut (Abb. 644 bis 647). Das äußere Merkmal der Maschine liegt in der senkrechten Bauart. Sie gewährt den Vorzug, daß 2 gegenüberliegende Schleifscheiben das Werkzeug schärfen können. Die Leistung ist damit verdoppelt, da der Fräser nach einer halben Drehung scharf ist. Die eine Scheibe kann eine Topfscheibe, die andere eine Kegelscheibe sein, so daß der Fräser erforderlichenfalls auf der einen Maschinenseite an der Brust, auf der anderen am Rücken geschliffen werden kann. Der Schleifdruck der Gegenscheiben hebt sich auf, so daß das Werkstück eine ruhige Lage hat. Lange und dünne Fräser, Reibahlen usw. können ohne Durchbiegen geschliffen werden. Die Arbeitsweise der Maschine ist so gewählt, daß bei Spiralfräsern die Schleifscheiben in der Achsenrichtung *1* (Abb. 517) vorgehen und dabei den stillstehenden Fräser in Richtung *2* umkreisen. Unten angekommen, steuern sie um und setzen beim Hochgang an denselben Zähnen zum neuen Schliff an. Nach dem Hochgang wird mit dem Umsteuern das Werkstück um einen Zahn geteilt. Alle Bewegungen vollführt die Maschine selbsttätig. Die Schleifscheiben sitzen auf der Ankerwelle des Kapselmotors, von dem sie die Hauptbewegung erhalten. Mit einer Drehscheibe werden Motor und Schleifscheibe auf den Spiralwinkel des Fräasers gestellt. Die beiden Schleifschlitten sind auf den Seitenbahnen *S* des Hohlgußständers geführt. Sie erhalten ihren auf- und abwärtsgerichteten Vorschub *1* von den Leitspindeln *L*. Der Leitspindeltrieb geht von dem 2 PS.-Motor über das Vorgelege *1*, Wendegetriebe *2* die Kegelhäder *3*, *4* und die Stirnräder *5*, *6*, *7*. Der kreisende Vorschub *2* für die Spiralwindung der Fräserzähne wird von dem Rundtisch ausgeführt, der auf 3 Rollen *r* läuft. Der Tischantrieb wird ebenfalls von dem Motor vermittelt und zwar über die Getriebe *1*, *2*,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{8}{9}$ ,  $\frac{10}{11}$ , die Spiralwechselräder *r*<sub>1</sub> bis *r*<sub>4</sub>, das Schneckengetriebe  $\frac{12}{13}$  auf das Ritzel *14*, das den großen Zahnkranz *15* des Rundtisches treibt. Beide Bewegungen werden mit dem Wendegetriebe *2* umgesteuert. Die Maschine trägt das Werkstück



**Schwere Werkzeugschleifmaschine.**

Mayer & Schmidt, Offenbach a. M.

Abb. 644 bis 646. Schnitte.



Schwere Werkzeugschleifmaschine.  
Mayer & Schmidt, Offenbach.

Abb. 647. Antrieb und Steuerung.



zwischen den Spitzen des Reitstockes und der Teilspindel. Der Reitstock ist zum Einstellen der Spitzenweite auf der Mittelbahn  $M$  des Ständers geführt. Die Teilbewegung des Fräasers wird von der Scheibe  $a$  durch einen Schleifriemen hergeleitet, der halb auf der Festscheibe  $b$  und halb auf der Losscheibe  $c$  läuft. Die Stirnräder  $16, 17$  übertragen sie über die Kegelräder  $18, 19$  und die Teilwechselräder  $r_5$  bis  $r_8$  auf das Schneckengetriebe  $20/21$  der Teilspindel. Der Schleifriemenantrieb ist beim Schleifen durch die Teilscheibe  $T$  gesperrt und zieht beim Teilen nur so lange durch, bis die Teilscheibe einen Umlauf gemacht hat. Die selbsttätige Steuerung der Maschine muß sich daher auf das Umschalten des Kegelraderwendegetriebes  $2$  und das Entriegeln der Teilscheibe  $T$  erstrecken. In dieser Steuerung hat die Maschine noch eine bemerkenswerte Neuerung für den Ausgleich des Zahnspiels der Räder. Ungenau

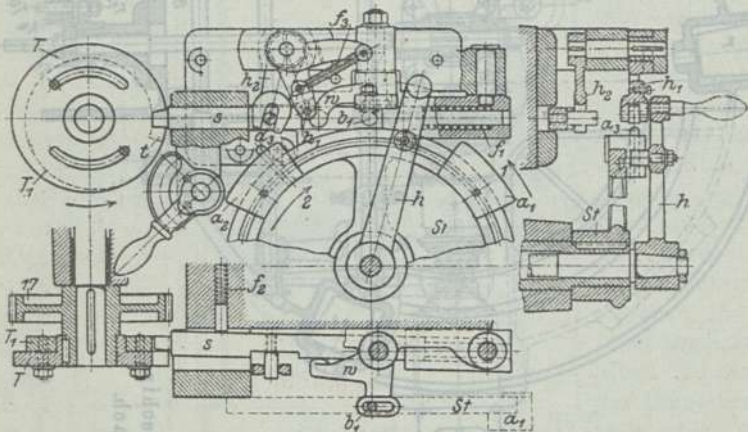


Abb. 648 bis 650. Steuerung der Werkzeugschleifmaschine.

Räderbewegungen haben nämlich zur Folge, daß die Schleifscheiben nach dem Umsteuern der Schleifschlitten die Fräserzähne nicht mehr richtig angreifen. Um aber beim Aufwärtsgang des Schleifschlittens ein gleichmäßiges Angreifen der Scheiben zu erzielen, erhält der Fräser beim unteren Umsteuern eine Zusatzbewegung von der Größe des Abstandes der Scheiben von den Fräserzähnen.

Das Umsteuern und Teilen leitet die Steuerscheibe  $St$  ein, die vom Tischantriebe durch die Vorgelege  $\frac{22}{23} \cdot \frac{24}{25}$  angetrieben wird. Bewegen sich die Schleifschlitten abwärts, so dreht sich der Rundtisch nach der Windung der Zähne um den Fräser. Nach beendetem Schliff legt die Steuerscheibe  $St$  mit dem Anschläge  $a_1$  den Umsteuerhebel  $h$  herum. Mit dem Doppelwinkel  $W$  wird unter Mitwirkung der Umsteuerschneiden (Abb. 648 bis 650) das Wendegetriebe  $2$  augenblicklich umgeschaltet.

Die Räder des Tisch- und Schlittenantriebes laufen entgegengesetzt, und die Schleifscheiben würden wegen des Räderspiels nicht mehr richtig ansetzen. Der richtige Angriff ist hier aber durch eine zweite Teilscheibe  $T_1$  gesichert. Sie kann gegenüber der ersten durch Bogennut und Klemmschrauben verstellt werden. Wenn nun der Anschlag  $a_1$  den Umsteuerhebel  $h$  umlegt, so nimmt er auch den Gegenanschlag  $b_1$  mit. Der Winkel  $w$  drückt daher den drehbaren Riegel  $s$  aus der vorderen Teilscheibe  $T$  in die Ebene der hinteren Teilscheibe  $T_1$ . Der Schleifriemen zieht im gleichen Augenblick durch und erteilt dem Fräser eine Zusatzdrehung, bis sich die Rast  $t$  gegen den Riegel  $s$  legt. Diese Zusatzbewegung setzt die Fräserzähne an die beiden Schleifscheiben an. Da der Winkel der Zusatzdrehung bei allen Werkstücken gleich ist, so genügt eine einmalige Einstellung der Teilscheiben. Beim Aufwärtsgang der Schleifschlitten läuft die Steuerscheibe nach dem Pfeil 2. Sind die Schleifscheiben oben angekommen, so legt der Anschlag  $a_2$  den Umsteuerhebel  $h$  zurück, der das Wendegetriebe augenblicklich umschaltet.

Kurz vor dem Umsteuern nimmt für das Entriegeln der Teilscheiben der verstellbare Stift  $a_3$  den losen Rollenhebel  $h_1$  mit. Durch Mitnehmerflächen legt  $h_1$  den Hebel  $h_2$  um, der mit seiner Gabel den Riegel  $s$  von der Teilscheibe  $T_1$  wegzieht. Sofort schiebt die Feder  $f_2$  den Riegel  $s$  in die Ebene der vorderen Teilscheibe  $T$ . Inzwischen zieht der Schleifriemen durch und teilt das Werkstück, bis die Rast von  $T$  vor dem Riegel  $s$  steht. In diesem Augenblick springt  $s$  unter dem Druck der Feder  $f_1$  ein und sperrt die Teilbewegung. Nach dem Umsteuern läuft die Steuerscheibe wieder nach dem Pfeile 1. Der Teilstift  $a_3$  nimmt  $h_1$  mit, der sich jetzt lose auf  $h_2$  dreht. Sobald  $a_3$  ihn freigibt, zieht die Feder  $f_3$  ihn zurück gegen die Mitnehmerfläche.

Für den Naßschliff ist der Rundtisch mit einer Wasserschale ausgestattet und die Schleifscheiben mit Schutzhauben gegen Spritzer versehen. Das Kühlwasser wird von einer Pumpe durch die Leitung gedrückt, die zur Stopfbüchse führt. Von hier leiten es Schläuche zu den Scheiben.

Die Berechnung der Spiral- und Teilwechsellräder erfolgt nach S. 340 u. f.

## b) Die Flächenschleifmaschinen.

Der Ruf nach größerer Genauigkeit, wie sie die Austauschbarkeit der Einzelteile im Maschinenbau fordert, hat eine großzügige Entwicklung der Schleifmaschinen zur Folge gehabt. Aus der Werkzeugschleifmaschine, die ja auch für das Rundschleifen kleiner, gehärteter Teile benutzt wird, sind Flächenschleifmaschinen entstanden, die den Bedürfnissen der Praxis in vollendetem Maße angepaßt sind, sei es für den Feinschliff oder für den Grobschliff.

Die wichtigsten Grundregeln für den Bau der Flächenschleifmaschinen sind folgende:

1. Der wirtschaftliche Betrieb einer Schleifmaschine schreibt Schnittgeschwindigkeiten von 15 bis 35 m/Sek. vor. Diese hohen Geschwindigkeiten verlangen besonders starke und lange Spindellager mit vorzüglicher Schmierung und Abdichtung gegen Wasser und Staub.

2. Besondere Beachtung verdient die hohe Genauigkeit, die man von der Arbeit einer Flächenschleifmaschine fordern muß. Sie verlangt ein vollkommen erschütterungsfreies Arbeiten der Maschine. Die Schleifspindel muß daher reichlich bemessen sein, in ihren Lagern spielfrei laufen und sich durch die Wärme dehnen können. Die Schleifscheibe selbst muß aufs genaueste ausgewuchtet sein, damit die Spindel nicht zittert.

Die Naxos Union hat diese Aufgabe, wie in Abb. 651 dargestellt.

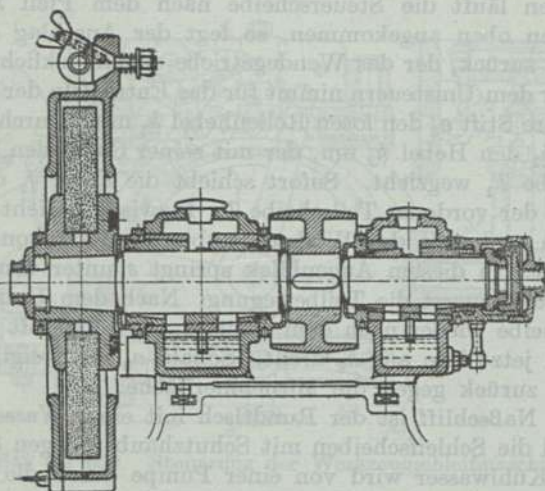


Abb. 651. Schleifspindelstock. Naxos-Union, Frankfurt/M.

gelöst. Die Schleifspindel läuft in nachstellbaren Kegelschalen aus Phosphorbronze. Sie ist am Spindelschwanz durch Druckringe festgelegt, so daß sie sich mit dem Kopfende frei dehnen kann. Als Schmierung ist die Ringschmierung gewählt. Zwischen den Flanschen läßt sich die Scheibe genau ausrichten.

Der ruhige Gang des Werkstückes erfordert kräftige Spannvorrichtungen und bei langen und runden Teilen zahlreiche Stützbrillen, einen kräftigen Schleiftisch, der den Druck auf möglichst breite und lange Führungsflächen verteilt. Vor allem muß das Bett für den Schleifbock und Schleiftisch durchaus widerstandsfähig und aufs genaueste bearbeitet und ausgerichtet sein. Besonderer Wert ist auf den Tischantrieb zu legen, dessen Räder aufs sorgfältigste gefräst, gehärtet und geschliffen

sein sollten. Was von dem Staub- und Wasserschutz der Spindellager gesagt wurde, gilt auch von den Tischführungen.

Einen einfachen Wasserschutz führt die Naxos-Union aus, indem sie das Schleifwasser selbst zum Dichten benutzt. Es schließt durch Kapillarwirkung den Spalt in den Abb. 652 und 653, so daß weder Staub noch Wasser noch Wassernebel an die Führung können. Der Staubschutz der freiliegenden Führungen wird durch Stahlbänder, gußeiserne Schutzkappen oder Leisten gewährleistet.

3. Die Feinheit der Späne stellt besonders hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Steuerung, die Zustellungen der Schleifscheibe von  $\frac{1}{1000}$  mm ermöglichen soll. Von hoher Genauigkeit muß auch die Umsteuerung des Tisches sein, wenn man bedenkt, daß die Maschine gegen einen Bund schleifen muß. Eine derartige hohe Genauigkeit läßt sich aber nur erzielen, wenn die Maschine frei von jeder Erzitterung arbeitet.

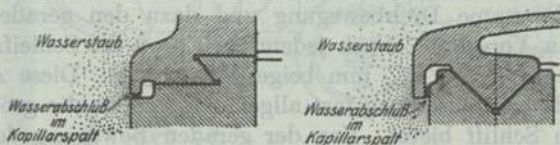


Abb. 652 und 653. Abdichtung der Führungen.

Darin liegt der Schwerpunkt des Schleifmaschinenbaues. Noch eine weitere Aufgabe fällt der Steuerung zu. Da sich die besten Schleifscheiben abnutzen, so muß die Steuerung den Ausgleich bewirken, wenn die vorgeschriebene Genauigkeit erzielt werden soll.

4. Eine große Rolle spielt beim Schleifen eine wirksame Wasserkühlung — Naßschliff. Sie wird um so nötiger, je größer die Berührung zwischen Werkstück und Scheibe ist, da mit der Größe der Berührungsfläche die Reibung und Wärme wächst. Wird die Wärmeentwicklung zu stark, so bräunen sich die Teile. Wirksame Gegenmittel sind reichliche Kühlung, große Werkstückgeschwindigkeit und richtiges Verhältnis zwischen Werkstück- und Scheibendurchmesser.

5. Für den Aufbau einer Schleifmaschine ist wesentlich, die Getriebe der Maschine in einem Kasten unterzubringen. Der Getriebekasten erleichtert einmal den genauen Zusammenbau, eine gute Ölung der Getriebe und Lager durch ein Ölbad oder von einer Hauptstelle aus. Alle Handgriffe, Schalthebel usw. liegen bequem zur Hand und der Getriebekasten läßt sich austauschbar herstellen.

Die wichtigsten Flächenschleifmaschinen sind je nach der Form der zu schleifenden Flächen die Rundschleifmaschinen und die Planschleifmaschinen.

### 1. Die Rundschleifmaschinen für kreisende Werkstücke.

Die Rundschleifmaschinen sind für den Rundschliff von Außenflächen und Innenflächen kreisender Werkstücke bestimmt. Seit der Einführung des Schnellstahles ist die Rundschleifmaschine ein wichtiges Ergänzungsstück zur Drehbank geworden. Sie hat für viele Betriebe eine neue Arbeitsteilung gebracht: Schruppen auf der Drehbank und Schlichten auf der Schleifmaschine. Sie ist somit eine spanabhebende Werkzeugmaschine für die Bearbeitung ungehärteter Maschinenteile geworden. Ja, einfache, glatte Stücke lassen sich sogar aus rohen Stangen ohne Vordrehen vorteilhaft herausschleifen. Geht jedoch die zu zerspanende Stoffschicht über 2 mm hinaus, so ist das Schruppen mit dem Stahl vorzuziehen. Die Stoffzugabe für das Fertigschleifen soll zwischen 0,5 bis 0,8 mm betragen.

Das Rundschleifen verlangt von der Arbeitsweise der Maschine, daß das Schleifrad die kreisende Hauptbewegung erfährt und das Werkstück eine langsame Drehbewegung und dazu den geraden hin- und herspielenden Vorschub. Nach jedem Hub muß die Schleifscheibe dem Werkstück um  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{100}$  mm beigestellt werden. Diese Arbeitsweise ist bei Rundschleifmaschinen fast allgemein, weil sie die größte Gewähr für sauberen Schliff bietet. Von der geraden Bewegung des mit etwa 30 m/Sek kreisenden, schweren Schleifrades wird nur noch bei doppelten Schleifmaschinen Gebrauch gemacht, um die beiden Schleifscheiben voneinander unabhängig zu machen.

#### a) Die einfache Rundschleifmaschine.

Die einfache Rundschleifmaschine ist (Abb. 654 und 655) für den Außenschliff runder Maschinenteile eingerichtet, die zwischen Reitstock und Spindelstock gespannt werden. Beide Teile sitzen auf dem Schleiftisch, dessen Obertisch *O* die bewährte Dreieckform hat und zum Schleifen von Kegeln auf dem Untertisch *U* drehbar ist. Das Schleifen erfolgt, um saubere Flächen zu erlangen, zwischen toten Spitzen. Die in langen Bronzelagern des Spindelstockes gelagerte Spindel kann daher festgestellt werden. Das Werkstück wird durch die lose Mitnehmerscheibe *M* angetrieben. Der Reitstock hat eine unter Federdruck stehende Patrone, so daß sich das Werkstück bei Erwärmungen dehnen kann und keine Durchbiegungen erleidet. Das Abstützen langer, dünner Werkstücke besorgen die Brillen *B*, die mit Feinstellschrauben die Stützbacken ansetzen. Der Schleiftisch ist auf dem kräftigen Längsbett *L* geführt.

Um neue Werkstücke einspannen und geschliffene nachmessen zu können, ohne jedesmal das Schleifrad stillzusetzen, wird der Antrieb des Tisches und des Werkstückes von dem hinteren Maschinenvorgelege *V* hergeleitet, das sich mit dem Hebel *h* ein- und ausrücken läßt. Die Scheibe *E* (Abb. 656), die vom Vorgelege *V* betrieben wird, wirkt über die Ziehkeilgetriebe *I* und *II* auf das Rad *R*<sub>1</sub>. Mit den 5 Schaltungen des Ziehkeiles *Z*<sub>1</sub> und den 2 Schaltungen des Ziehkeiles *Z*<sub>2</sub> sind  $2 \times 5$

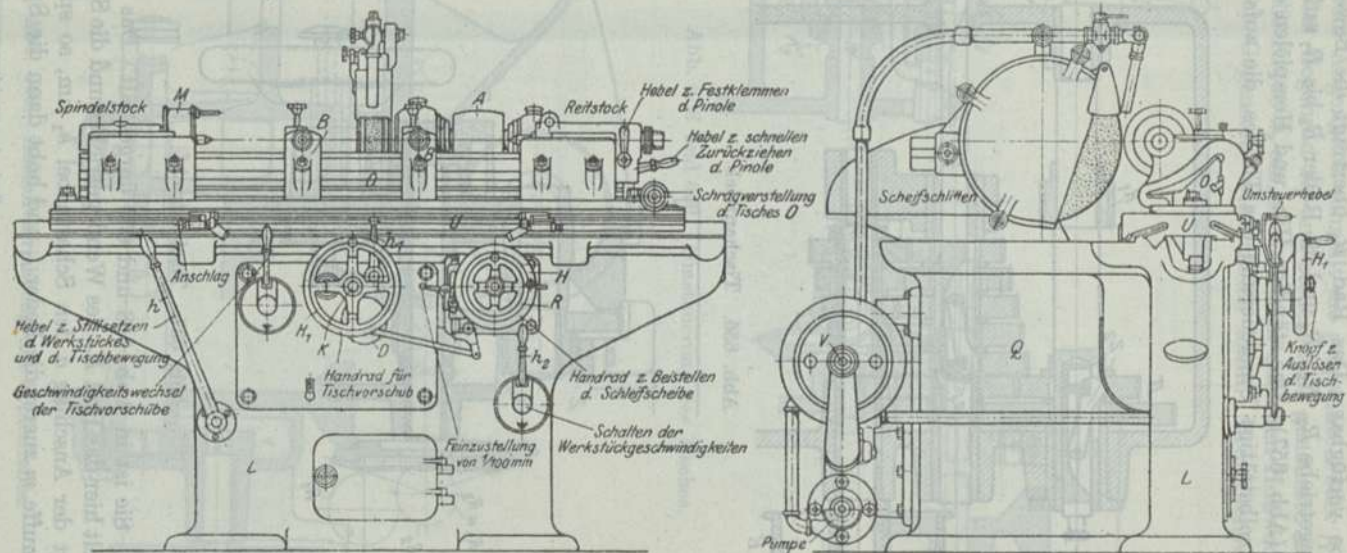


Abb. 654 und 655. Einfache Rundschleifmaschine von Mayer & Schmidt, Offenbach/M.

Tischvorschübe verfügbar. Das Rad  $R_1$  überträgt die Bewegung über  $R_2$ , das Wendegetriebe  $R_3, R_3', R_4$  und die Räder  $R_5$  bis  $R_7$  auf die Tischzahnstange  $Z$  (Abb. 657). Das ständige Hin- und Herspielen des Tisches verlangt eine selbsttätige Umsteuerung des Tisches, die aufs genaueste

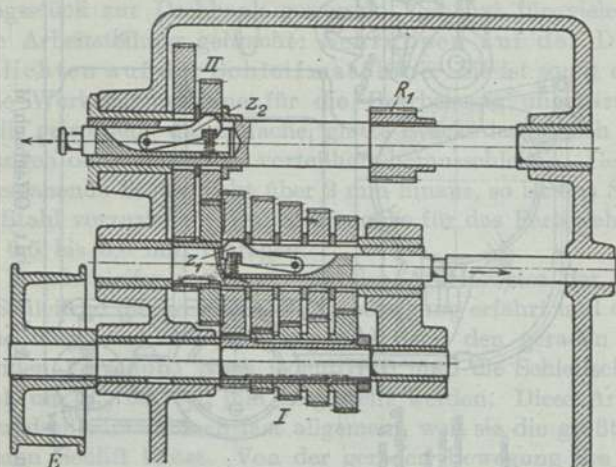


Abb. 656. Tischantrieb.

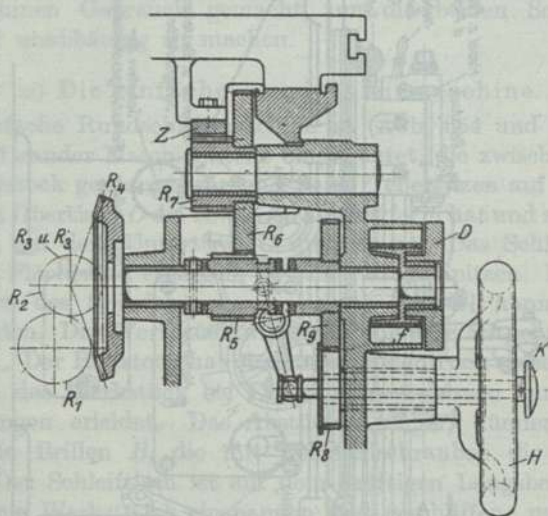


Abb. 657. Tischantrieb.

wirken muß. Sie ist in Abb. 658 und 659 dargestellt. Das Verschieberad  $R_2$  kuppelt hier das Rad  $R_3'$  des Wendegetriebes und die Sperrklau  $k_1$  sichert. Legt der Anschlag  $a$  den Schalthebel  $h_1$  um, so spannt er mit der Schiebemuffe  $m$  zuerst die Feder  $f_1$  und hebt dann die Sperrklau  $k_1$

aus. In diesem Augenblick schnellt die gespannte Feder  $f_1$  das Kuppelrad  $R_2$  auf das Gegenrad  $R_3$  und steuert aufs genaueste den Tisch um. Dabei fällt die Klaue  $k_2$  ein, so daß beim nächsten Hubwechsel sich das Spiel auf der Gegenseite wiederholen kann. Bemerkenswert ist, daß

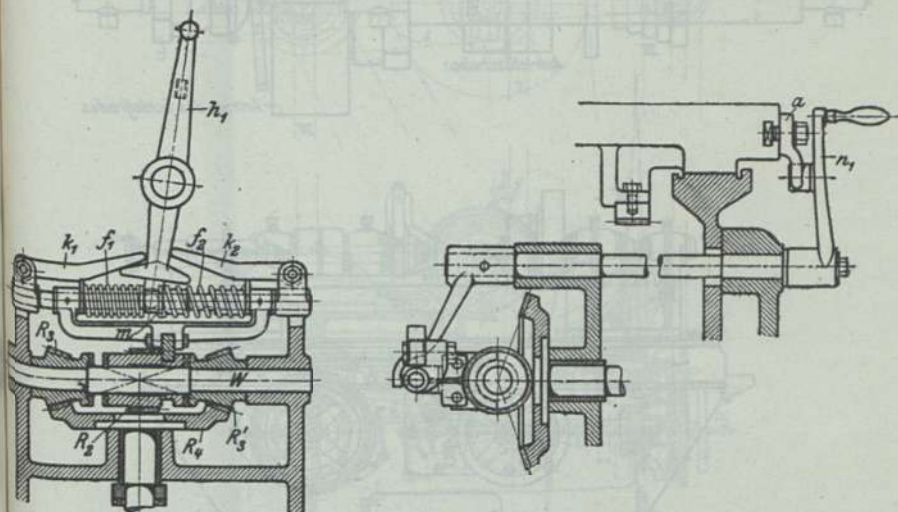


Abb. 658 und 659. Umsteuerung des Tisches.

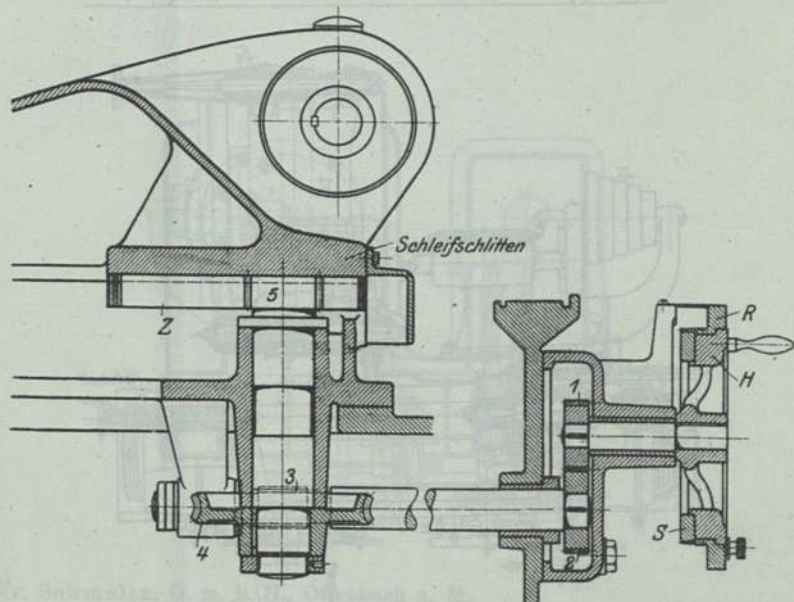


Abb. 660. Anstellvorrichtung des Schleifrades.



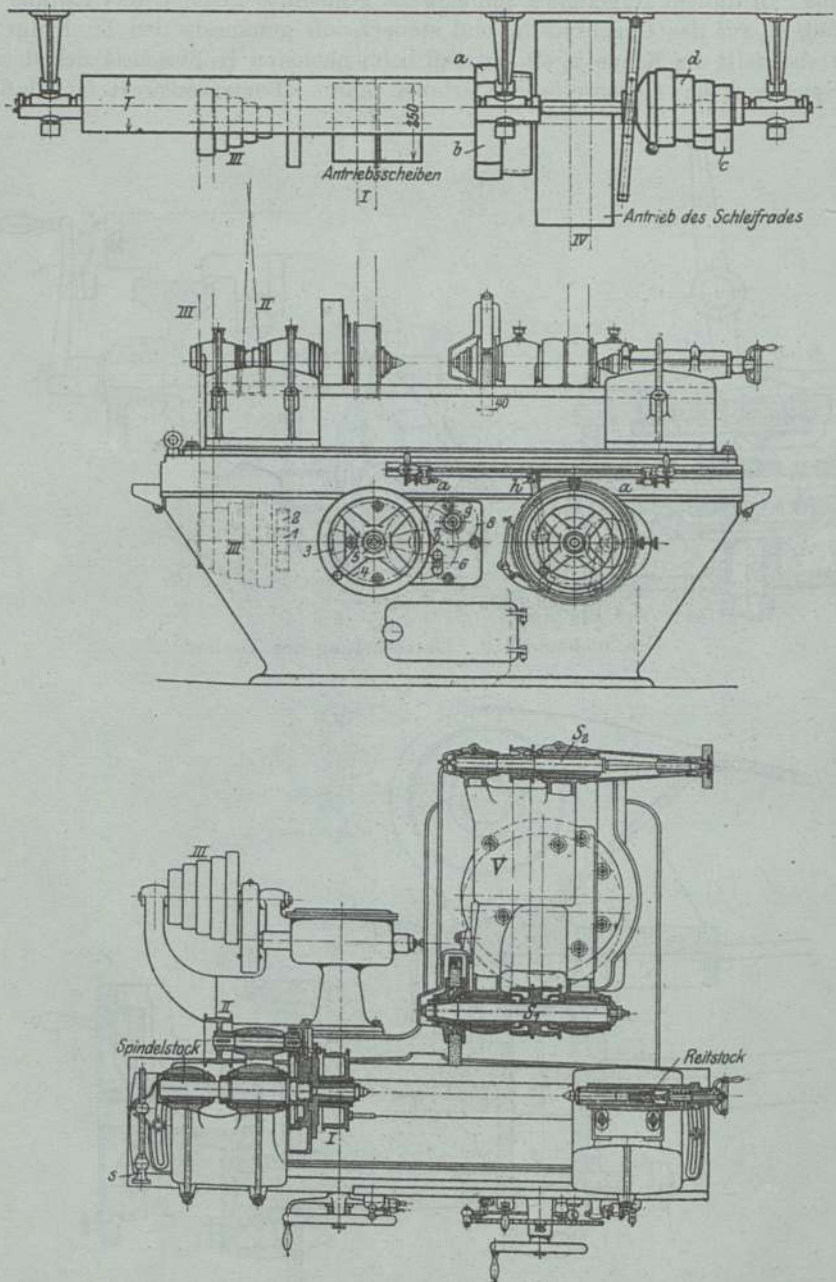
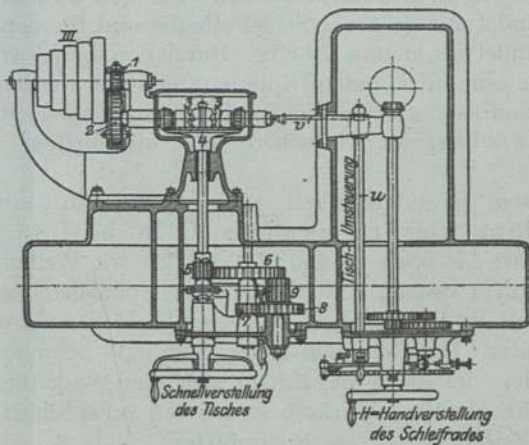
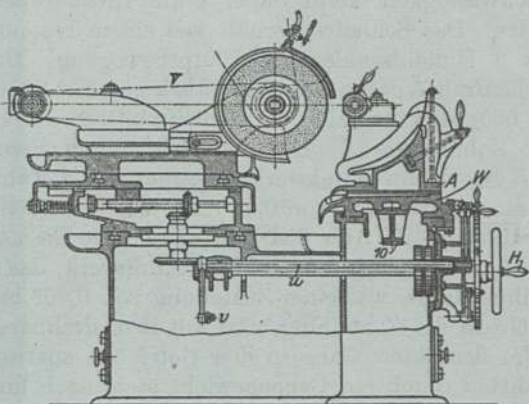
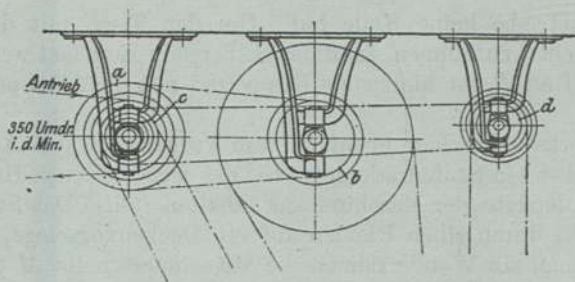


Abb. 661 bis 664. Allgemeine Rundschleifmaschine.



das Wendegetriebe keine Keile hat. Um den Tisch mit dem Handrade  $H$  einstellen zu können, muß der Selbstgang ausgelöst werden (Abb. 657). Das Rad  $R_5$  ist hierzu als Kuppelrad mit dem Knopf  $K$  auf  $R_6$  einzurücken.

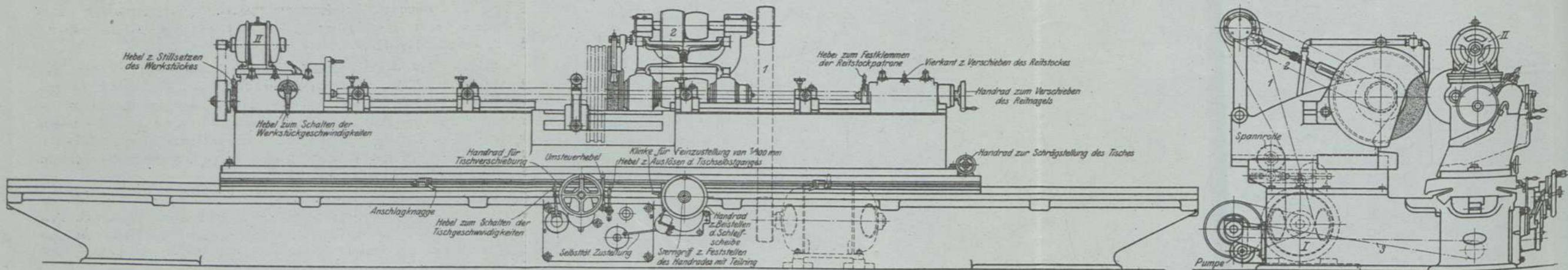
Das Werkstück erhält ebenfalls vom Vorgelege  $V$  den Antrieb. Es treibt zunächst ein Stufenrädergetriebe, das sich mit dem Handgriff  $h_2$  von der Vorderseite der Maschine aus schalten läßt. Das Stufenrädergetriebe wirkt durch einen Riemen auf ein Deckenvorgelege, von deren langer Trommel ein Wanderriemen die Mitnehmerscheibe  $M$  treibt. Die Werkstückgeschwindigkeit kann daher ohne Riemenwechsel jederzeit geändert werden. Das Schleifrad erhält von einem besonderen Deckenvorgelege mit 3 Umlaufzahlen die Hauptbewegung. Das grobe Anstellen des Schleifrades gegen das Werkstück geschieht mit dem Handrade  $H$  (Abb. 660), mit dem sich der Schleifschlitten durch die Räder  $1$  bis  $5$  und die Zahnstange  $Z$  verstellen läßt. Zum Feineinstellen ist das Sperrad  $S$  durch ein Klinkwerk jedesmal um 1 Zahn verstellbar, entsprechend einer Zustellung von 0,01 mm. Die selbsttätige Zustellung besorgt die Hubscheibe  $D$  (Abb. 654), die durch eine Bremsfeder betätigt wird. Sie wirkt mit der Hubstange auf ein Klinkwerk, das das Schaltrad um 1 bis 20 Zähne dreht, was einer Zustellung von 0,005 bis 0,1 mm entspricht. Die Größe der Zustellung wird mit dem drehbaren Meßring  $R$  eingestellt. Um den toten Gang in den Getrieben auszugleichen, wird der Schleifschlitten durch ein Gegengewicht stets nach hinten gezogen.

### β) Die allgemeine Rundschleifmaschine.

Die allgemeine Rundschleifmaschine ist sowohl für den Außenschliff als auch für den Innenschliff eingerichtet. Auf ihr können daher Spindeln und Büchsen geschliffen werden. Für den Außenschliff hat sie eine Schleifspindel mit größerer Schleifscheibe und für den Innenschliff eine zweite Spindel mit kleiner Scheibe. Durch den drehbaren Schleifbock kann die eine oder andere Spindel angestellt werden. In diesem drehbaren Schleifbock mit den beiden Schleifspindeln liegt der Hauptunterschied zwischen der einfachen und allgemeinen Rundschleifmaschine.

Nach diesem Grundgedanken ist auch die allgemeine Rundschleifmaschine von Fr. Schmaltz, G. m. b. H. in Offenbach, gebaut (Abb. 661 bis 664). Lange Werkstücke, wie Wellen, werden für den Außenschliff zwischen die Spitzen des Spindelstockes und Reitstockes gespannt und als Sicherheit gegen Verbiegen durch zahlreiche Brillen abgestützt. Der Reitstock bietet noch eine besondere Sicherheit durch die Feder, die nachgibt, sobald sich das Werkstück durch Erwärmen ausdehnen sollte. Werkstücke für den Innenschliff spannt man in eine Planscheibe oder in ein Spannfutter.

Der Antrieb des Werkstückes geschieht von der langen Deckentrommel  $T$ , die durch die Stufenscheiben  $c$ ,  $d$  4 Geschwindigkeiten er-



**Große Rundschleifmaschine.**

Mayer & Schmidt, Offenbach/M.

Abb. 665 und 666. Ansichten.

fährt. Durch den Riemen *I* empfängt der Spindelstock 4 Geschwindigkeiten und ebensoviel durch den Riemen *II* über das Rädervorgelege, so daß für das Werkstück 8 Geschwindigkeiten zur Verfügung stehen. Die Riemen wandern beim Schleifen auf der langen Deckentrommel hin und her.

Der gerade Vorschub wird dem Werkstück durch den Arbeitstisch *W* erteilt. Er wird von der Stufenscheibe *III* aus durch das Räderwerk *I* bis *10* mit 5 Geschwindigkeiten angetrieben und mit dem Wendegetriebe *3, 3, 4* umgesteuert. Die Aufspannplatte *A* ist für das Schleifen von Kegeln mit der Stellschraube *s* schräg zu stellen. Sie ist gegen das Schleifrad abfallend und zugleich als Wasserschutz ausgebildet. Ihre Oberfläche ist mit den Führungen für den Spindelstock, Reitstock und die Stützbrillen versehen.

Der Schleifschlitten trägt eine Schleifspindel  $S_1$  mit fliegendem Schleifrade von 350 mm Durchmesser und 40 mm Breite für den Außenschliff und eine lange Schleifspindel  $S_2$ , dreifach gelagert, für den Innenschliff. Mit einer Drehscheibe können sie nach Bedarf angestellt werden, dabei behält der offen oder gekreuzt laufende Antriebsriemen *IV* seine Spannung. Die Spindel  $S_2$  wird für den Innenschliff durch den Riemen *V* von  $S_1$  angetrieben.

Das selbsttätige Umsteuern des Tisches, das Zustellen des Schleifrades werden von den Tischanschlägen *a* eingeleitet, die durch den Schalthebel *h* und das Gestänge *u, v* die Kupplung des Wendegetriebes *3, 3, 4* schalten und zugleich durch das vordere Schaltwerk das Schleifrad dem Werkstück zustellen.

Die Maschine ist besonders geeignet für den Rundschliff von Heißdampfschieberbüchsen und den zugehörigen Ringen, von Luftpumpen und Bremszylindern der Westinghouse-Bremsen, von Wellen, Bolzen u. dergl.

## 2. Die Kolbenstangen- und Schieberstangen-Schleifmaschinen.

Ein sehr dankbares Arbeitsfeld für die Rundschleifmaschine ist das Schleifen von Achsen, Lokomotivkolbenstangen und Schieberstangen. Die Stangen können bei der Maschine in Abb. 665 und 666 wegen der Tischkröpfung, ohne den Kolbenkörper oder den Schieberrahmen abnehmen zu müssen, zwischen die Spitzen gespannt werden. Der Tisch, durch Riemen *3* vom Hauptmotor *I* angetrieben, hat 10 Vorschübe, die augenblicklich auslösbar sind. Für den Antrieb des Werkstückes sitzt auf dem Spindelstock der Motor *II*. Mit den angegebenen Schalthebeln können 20 Werkstückgeschwindigkeiten eingestellt werden. Das Schleifrad wird durch die Riemen *1, 2* vom Hauptmotor *I* angetrieben. Durch eine besondere Vorrichtung mit entsprechend kleiner Schmirgelscheibe können auch die Nuten des Kolbenkörpers ausgeschliffen werden.

Die Genauigkeit des Schliffs verlangt, die Werkstücke durch möglichst viele Brillen zu unterstützen, damit jede Federung ausgeschlossen ist. Die Wirtschaftlichkeit des Rundschleifens ist aus der Zahlentafel XIV, S. 375, zu ersehen.

### 3. Die Rundschleifmaschinen für sperrige Werkstücke.

Die einfachen und allgemeinen Rundschleifmaschinen lassen sich nur für Schleifarbeiten an kreisenden Werkstücken benutzen, nicht

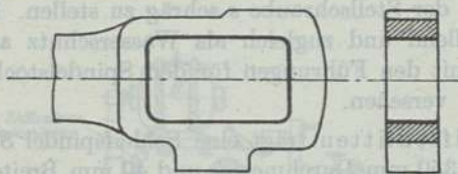


Abb. 667 und 668. Schubstangenkopf. Schleifflächen gerändert.

aber an sperrigen Maschinenteilen, die keine Drehbewegung zulassen. Zahlreiche Fälle dieser Art bietet der Lokomotivbau, sei es bei dem Ausschleifen von Büchsen, dem Rundschleifen von Zapfen oder sei es bei dem Planschleifen von Paßflächen an sperrigen Steuerungsteilen (Abb. 667 bis 670).

Schleifmaschinen für derartige Zwecke müssen daher dem Schleif-

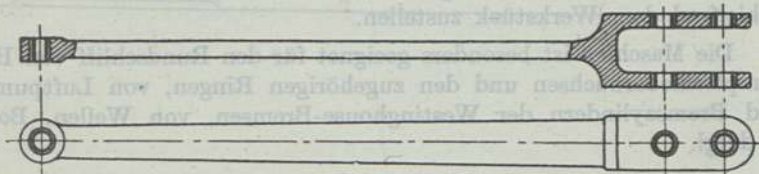

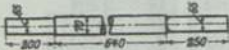
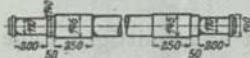
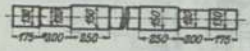
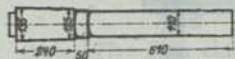

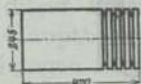


Abb. 669 und 670. Steuerstange. Schleifflächen gerändert.

rade die Hauptbewegung und beide Schaltbewegungen erteilen, damit das sperrige Werkstück stillsteht. Sie haben deshalb das Schleifrad nicht nur anzustellen, sondern auch in allen Arbeitsstellungen nach den erforderlichen Richtungen selbsttätig zu schalten. So ist bei dem Rundschleifen eines Zapfens das Schleifrad  $S$  auf den Halbmesser  $R$  einzustellen und an dem Zapfenmantel in Richtung  $I$  und  $II$  zu schalten (Abb. 671 und 672). Zum Ausschleifen einer Büchse ist der Schleifstein  $S$  auf den inneren Halbmesser  $R$  einzustellen und in gleicher Weise auf dem inneren Mantel nach  $I$  und  $II$  durch die Maschine zu führen (Abb. 673 und 674). Beim Planschleifen muß hingegen das Schleifrad  $S$  eine ebene Fläche bestreichen (Abb. 675 und 676). Es hat daher nur den

Zahlentafel XIV<sup>1)</sup>.

Nummer	Gegenstand:	Zeit						Zettersparnis durch Schleifen in v. H.	Stoffmenge für das Schleifen in mm	Bemerkungen
		für das Schleifen		für Vordrehen u. Fertigschleifen		für vollständ. Bearbeitung auf der Drehbank				
		Std.	Min.	Std.	Min.	Std.	Min.			
1	Kolbenstange aus Stahl 	—	20	—	55	2	15	59	0,45	
2	Welle aus weichem Stahl 	—	34	2	24	4	40	49	0,50	
3	Wagenachse 	1	5	—	—	4	30	76	0,80	Nur Schlichtarbeit. Ohne die Abrundungen in 45 Min. geschliffen
4	Lokomotivachse 	1	—	—	—	5	10	81	—	Nur Schlichtarbeit. Ohne die Abrundungen in 45 Min. geschliffen
5	Frässpindel aus Maschinenstahl 	—	50	7	15	10	20	30	0,50	
6	Hartgußwalze 	3	—	—	—	8	—	63	0,60	Nur Schlichtarbeit. Lichtdicht geschliffen
7	Gasmaschinenkolben 	—	30	3	5	5	10	40	1,00	Einschließl. Einpassen

Vorschub II zu vollziehen, während das Werkstück selbst in Richtung I mit dem Arbeitstisch zu schalten ist.

Diese verschiedenen Aufgaben erfordern für die Vorschübe des Schleifrades und seine verschiedenen Arbeitsstellungen eine dreifache

<sup>1)</sup> Ludw. Löwe & Co., Berlin: Daten aus der Praxis des Rundschleifens.

Planetenspindel (Abb. 677). Sie besteht aus der Schleifspindel  $a$ , die um  $e_1$  außermittig in der Spindel  $b$  sitzt und in ihr mit etwa  $n = 4000$  läuft. Die Innenspindel  $b$  ist wiederum außermittig in der Außenspindel  $c$

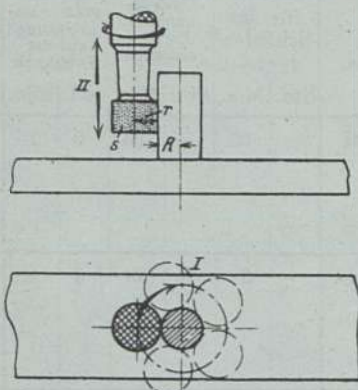


Abb. 671 und 672. Rundschleifen eines Zapfens.

untergebracht. Der Grundgedanke dieser doppelt außermittigen Lagerung ist, die Schleifspindel  $a$  sowohl gleichmässig als auch außermittig zur Außenspindel  $c$  einstellen zu können und zwar durch gegenseitiges

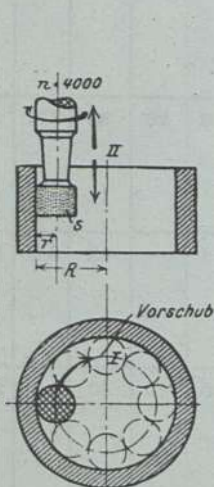


Abb. 673 und 674. Ausschleifen einer Büchse.

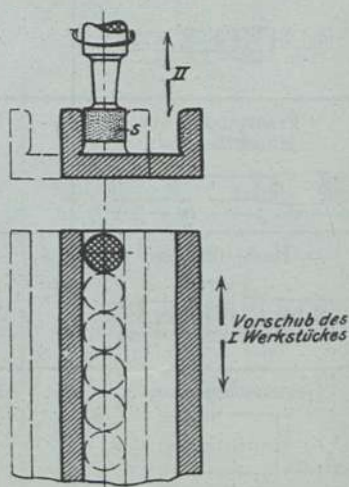


Abb. 675 und 676. Planschleifen.

Verstellen von  $b$  und  $c$ . Dies geschieht mit einem Handrade, mit dem auch die Schleifscheibe während des Schleifens zugestellt wird. Da die Außenspindel  $c$  in Richtung  $I$  etwa 50 Umläufe in der Minute vollführt,



so wird die schnellaufende Schleifscheibe auf einem Kreise wandern, d. h. eine Planetenbewegung ausführen, deren Halbmesser von  $O$  bis  $E$  mm geregelt werden kann, wie dies beim Plan- und Rundschleifen erforderlich ist.

Auf Grund dieser Einrichtung bietet die gleichachsige Lage von  $a$  und  $c$  (Abb. 678) die Arbeitsstellung des Planschiffs. Hierbei wird die Schleifspindel  $a$  in der Achse  $C$  der Außenspindel  $c$  ohne Planetenbewegung laufen, da  $E = O$  ist. Die Schleifscheibe bleibt infolgedessen

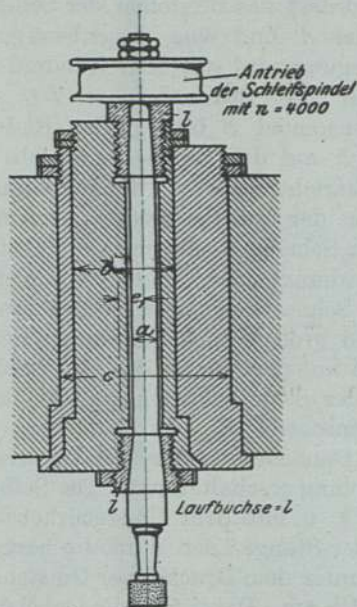


Abb. 677. Plan einer Planetenspindel.

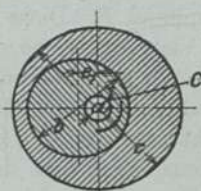


Abb. 678. Anstellung fürs Planschleifen.

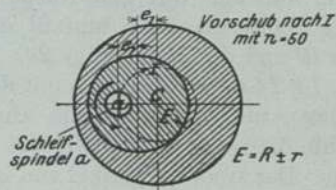


Abb. 679. Anstellung fürs Rundschleifen.

stets an der ebenen Schleiffläche, wenn das Werkstück nach  $I$  vorgeschoben wird.

Für das Umschleifen von Zapfen ist die Schleifspindel  $a$  durch Verstellen von  $b$  und  $c$  außermittig auf das Maß  $E = r + R$  einzustellen. In dieser Einstellung (Abb. 679) vollzieht das Schleifrad gleichzeitig die Hauptbewegung mit 4000 und den Planetenvorschub  $I$  mit 50 Umdrehungen in der Minute. Das gleiche findet statt beim Ausschleifen von Büchsen in der außerachsigen Anstellung  $E = R - r$ . Außer den beiden kreisenden Bewegungen hat das Schleifrad  $s$  noch eine dritte zu vollziehen und zwar in Richtung  $II$ . Für sie ist die Schleifspindel in einem auf- und abspielenden Schlitten gelagert.

Die vorstehende Arbeitsweise ist bei den senkrechten allgemeinen Schleifmaschinen der Firma Fr. Schmalz, G. m. b. H., Offen-

bach, in sinnreicher Weise durchgebildet (Abb. 680 bis 685). Die Schleifspindel  $S$  läuft außermittig in der hohlen Innenspindel  $B$ . Den Antrieb vermittelt ein auf Laufrollen geführter Riemen (Abb. 681). Die Schnittgeschwindigkeit der Scheibe soll möglichst 25 m/Sek. betragen. Die Innenspindel  $B$  liegt wiederum außermittig in der Außenspindel  $A$ , die in den Lagern des Schleifschlittens  $S_1$  langsam läuft. Das Verstellen der Planetenspindel auf die Außermittigkeit  $E$  geschieht mit dem Handrade  $J$ , mit dem auch das Zustellen der Schleifscheibe erfolgt. Da die Außenspindel  $A$  beim Schleifen mit etwa  $n = 50$  läuft, so erfordert das Beistellen der Scheibe eine Zusatzbewegung der Außenspindel  $A$  und eine Gegenbewegung der Innenspindel  $B$ . Diese Zusatzbewegung wird mit dem Handrade  $J$  über das Vierradgetriebe  $HGE$  und das Stirnräderpaar  $DC$  erzeugt. Die Gegenbewegung der Innenspindel  $B$  besorgt das Rad  $R$  mit den Zahnkränzen  $L$ , die durch  $MN$  auf das Schneckengetriebe  $O$  von  $B$  wirkt (Abb. 682). Mit dieser Einrichtung ist die Verstellbarkeit der Planetenspindel und das Beistellen der Scheibe gelöst. Der Antrieb der Planetenbewegung liegt in der Scheibe  $E$ , die mit dem Griff  $t$  durch eine Reibkupplung unter Mitwirkung einer Sicherheitsschneide gekuppelt werden kann. Ein großes Schneckengetriebe sichert einen ruhigen Lauf der Außenspindel in den großen Schlittenlagern. Beim Planschleifen wird  $E$  entkuppelt und  $A$  mit der Schraube  $x$  festgestellt. Zum leichten Auf- und Abspielen ist der Schleifschlitten ausgeglichen. Der Schlittenantrieb umfaßt die Stufenscheibe  $E_1$ , das Räderwerk 10 bis 19 und die Zahnstange 20. Für das Umsteuern ist das Wendegetriebe 12, 13, 14 vorgesehen, das mit der Kupplung geschaltet wird. Die Selbstumsteuerung vollzieht die Anschläge  $f, g$  mit dem Umsteuerhebel  $p$  (Abb. 680), der mit dem Hebel  $k$  und der Stange  $i$  den Winkel  $q$  herumlegt. Der zweite Schenkel von  $q$  steht unter dem Druck einer Umsteuererschneide und springt daher augenblicklich um. Dabei faßt die Gabel den Kupplungshebel und schaltet die Kupplung auf die Gegenseite. Damit ist die Umsteuerung des Schleifschlittens vollzogen (Abb. 714). Das Schnellverstellen geschieht mit dem Handrade  $b$ , nachdem man mit dem Griff  $a$  das Rad 15 mit  $b$  gekuppelt hat. Soll auch Feineinstellung mit dem Handrade  $c$  vorgesehen werden, so ist  $b$  als Schneckenrad zu verzahnen (Abb. 680). Die bisherigen Antriebe und Schaltungen sind lediglich für die Schleifscheibe.

Das Einstellen des Werkstückes fällt dem Arbeitstisch zu. Beim Rundschleifen muß mit ihm die Mittelachse des zu schleifenden Zapfens oder der Büchse auf die Drehachse des Außenzylinders  $A$  ausgerichtet werden. Hierzu genügt ein einfacher Kreuzschlitten, der aus dem Längs- und Querschlitten besteht. Das Planschleifen verlangt allerdings einen Längszug mit selbsttätiger Umsteuerung. Der Längszug des Tisches besteht aus der Stufenscheibe 1, dem Wendegetriebe 2, 3, 4 und den Stirnrädern 5, 6, die die Leitspindel  $L_1$  des Langschlittens treiben. Die Umsteuerung gleicht der des Schleifschlittens. Der Langschlitten ver-

Abb. 680 bis 685.

### Allgemeine Schleifmaschine.

Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach.

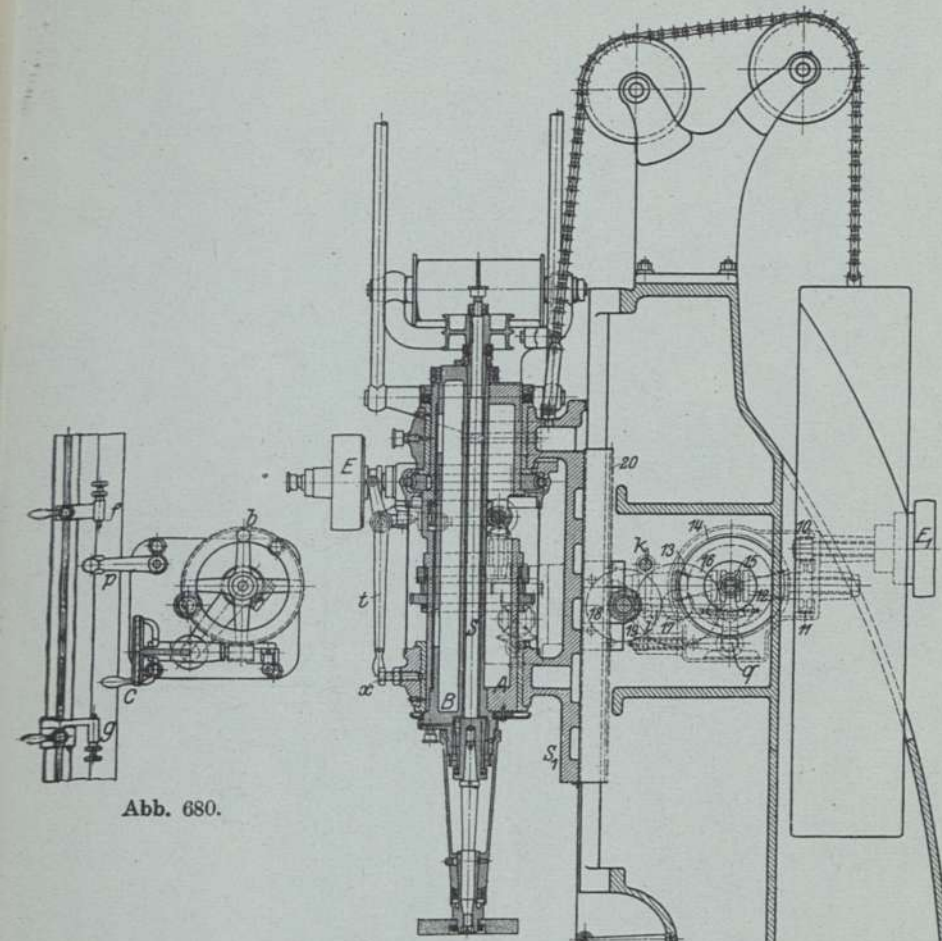


Abb. 680.

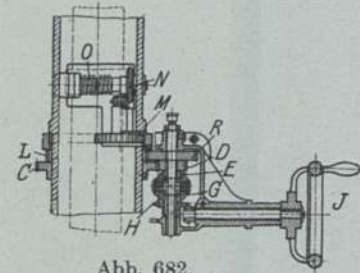


Abb. 682.

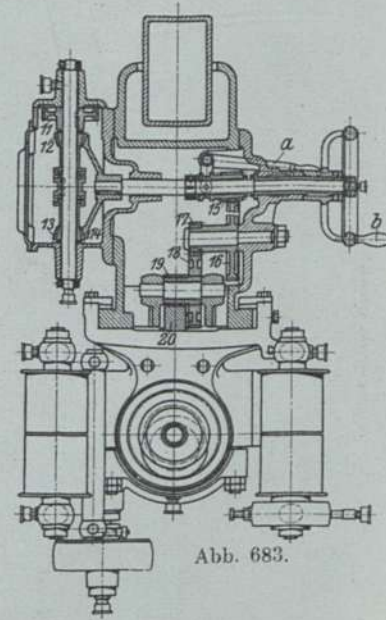


Abb. 683.

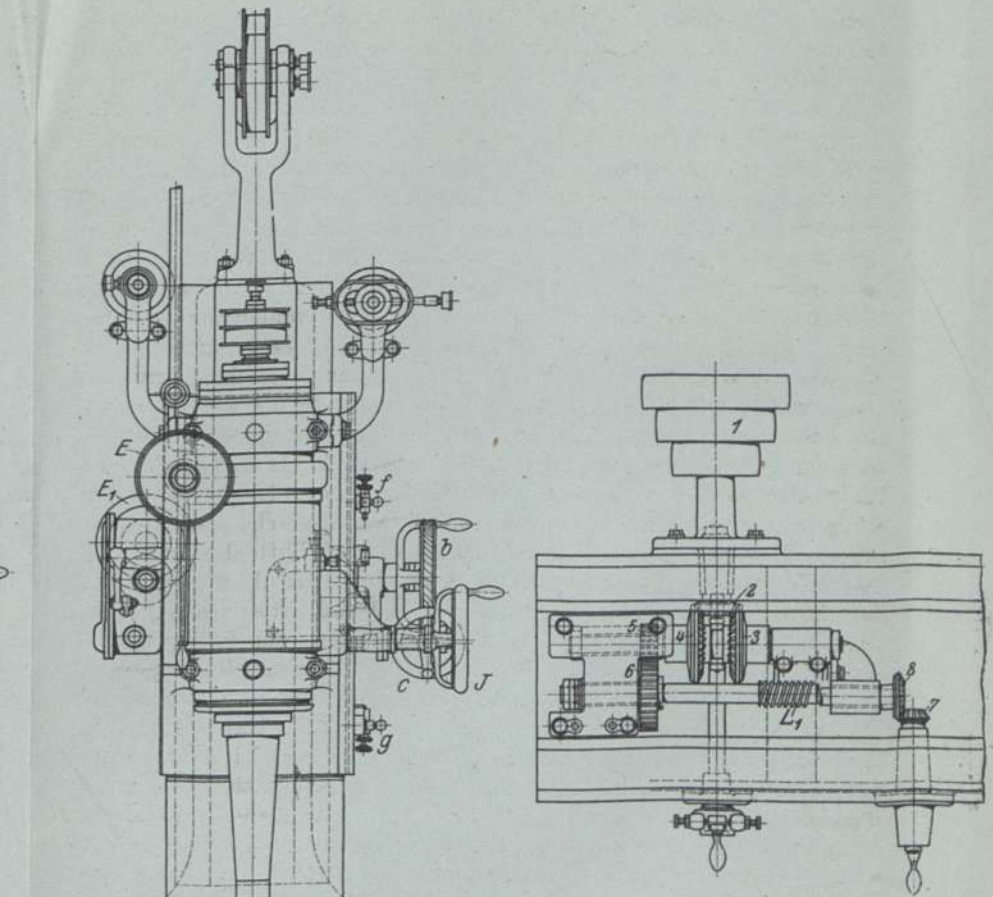


Abb. 685.

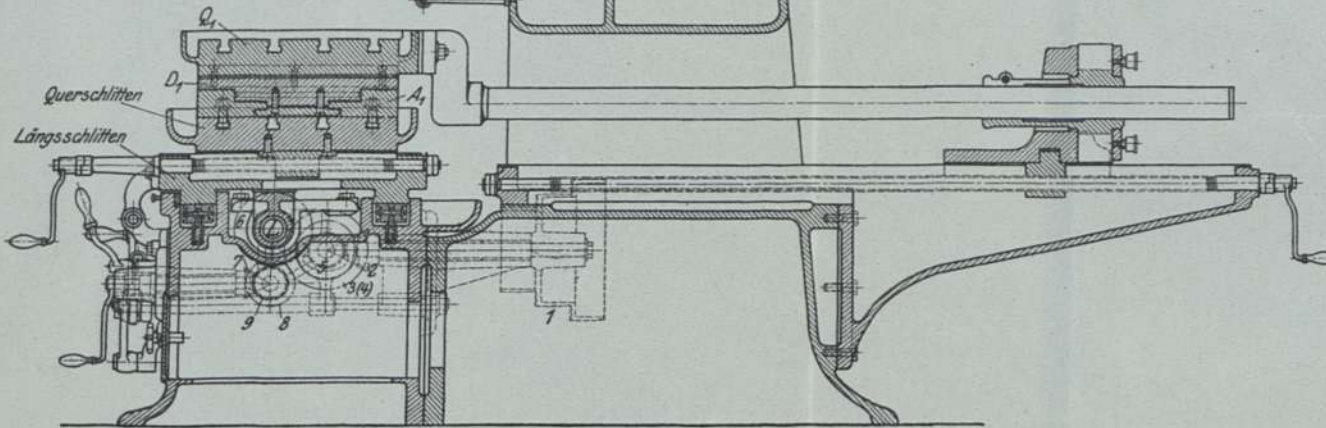


Abb. 681.

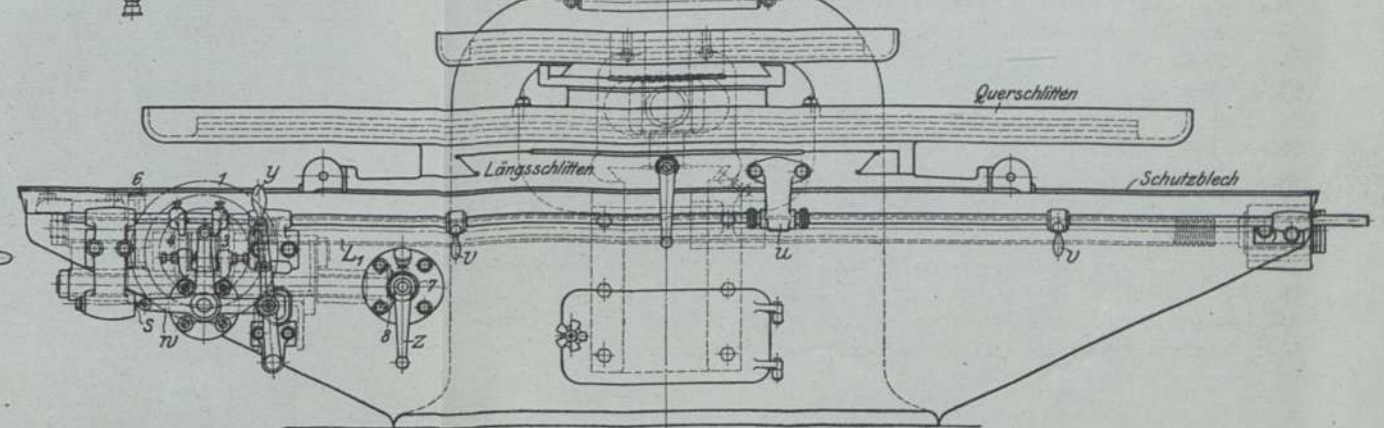


Abb. 684.

schiebt mit den Anschlägen  $u, v$  die Umsteuerstange, die mit dem Winkel  $w$  und der Umsteuerschneide  $s$  augenblicklich die Gabel umlegt und die Kupplung des Wendegetriebes umschaltet. Mit dem Griff  $y$  kann der Tischantrieb ausgelöst und gesperrt und der Tisch mit der Kurbel  $z$  verstellt werden.

Eine besondere Vorrichtung ist noch für das Ausschleifen der Bogenschleifen (Abb. 686) vorgesehen. Derartige Steuerungsteile müssen durch den Arbeitstisch auf die Kreisbogen von  $R$  und  $r$  geschaltet werden. Hierzu ist die rückseitige Schwinge auf den Mittelpunkt  $M$  der Schleife einzustellen, so daß die obere Aufspannplatte  $Q_1$  auf dem Drehteil  $D_1$  bei dem Hin- und Herspielen des Tisches die Bogenschleifen an der Schleifscheibe vorbeiführt.

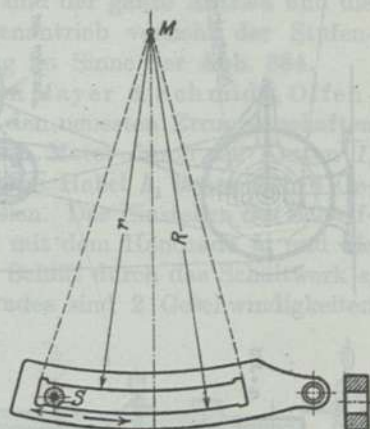


Abb. 686. Ausschleifen einer Bogenschleife.

#### 4. Die Zylinderschleifmaschinen.

Die Zylinderschleifmaschinen (Abb. 687 und 688) sind Sondermaschinen für das Ausschleifen von Zylindern, die keine kreisende Bewegung zulassen.

Der Zylinder wird auf dem Arbeitstisch festgespannt, der sich zum Einstellen des Werkstückes hoch und quer verstellen läßt

Die Schleifspindel der Zylinderschleifmaschinen muß daher ebenfalls eine dreifache Bewegung ausführen: 1 die kreisende Hauptbewegung um die eigene Achse, 2. einen kreisenden Vorschub, die Planetenbewegung am inneren Umfang des Zylinders und 3. einen hin- und herspielenden Vorschub in der Längsrichtung. Diese drei Bewegungen müssen wieder durch eine Planetenspindel hervorgebracht werden.

Die Zylinderschleifmaschinen haben daher eine Planetenspindel (Abb. 689), die aus der schrägen Innenspindel  $B$ , in der die Schleifspindel  $S$  läuft, und der Außenspindel  $A$  besteht. Das Einstellen der Schleifscheibe auf den Zylinderdurchmesser geschieht mit dem Spillrad  $H$ , das als Mutter die Stellspindel  $S_1$  und damit die Außenspindel  $A$  für kleine Zylinder nach 2 und für große nach 1 verschiebt. Die selbsttätige Zustellung der Schleifscheibe besorgt ein Schaltwerk, das auf das Schalt- rad  $S_2$  an  $H$  wirkt. Für die Planetenbewegung  $I$  läuft die Außenspindel  $A$  in dem Trommelhaus. Der Antrieb der Planetenbewegung geht vom Riemen 3 aus, der durch Räder auf den Zahnkranz von  $A$  treibt. Den Hauptantrieb der Schleifspindel  $S$  vollziehen der Wanderriemen  $I$  und

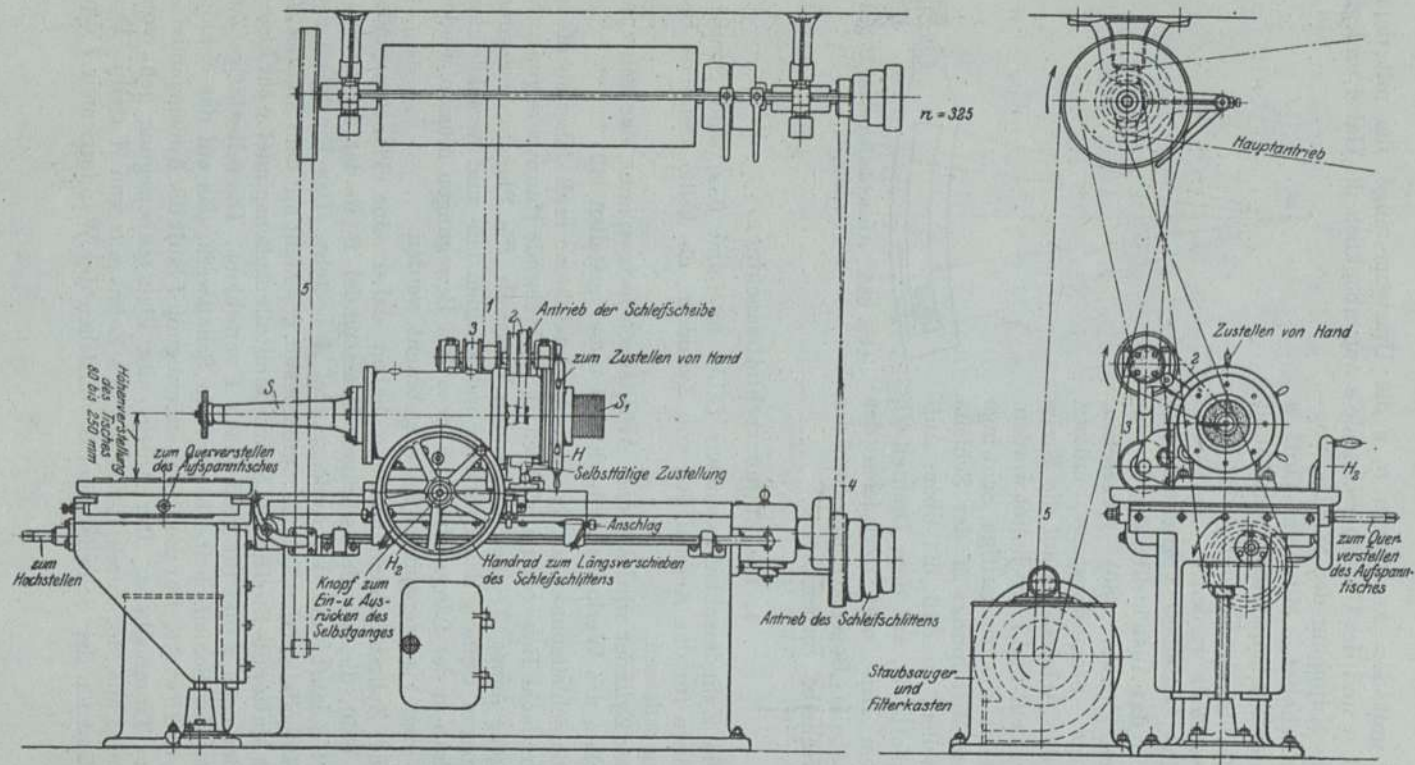


Abb. 687 und 688. Zylinderschleifmaschine von Mayer &amp; Schmidt, Offenbach/M.

der Stufenriemen 2. Für den hin- und herspielenden Vorschub *II* in der Zylindertiefe ist das Trommelhaus als Schlitten auf dem kräftigen Batt geführt. Auf dem Schleifschlitten sind der ganze Antrieb und die Schaltung untergebracht. Den Schlittenantrieb versieht der Stufenriemen 4 und eine Anschlagumsteuerung im Sinne der Abb. 684.

Die große Zylinderschleifmaschine von Mayer & Schmidt, Offenbach a. M. (Abb. 690 und 691), ist mit den neuesten Errungenschaften ausgerüstet. Die Schleifspindel wird vom Motor durch die Ketten 1, 2 und den Riemen 3 angetrieben. Mit dem Hebel  $h_1$  lassen sich 6 Geschwindigkeiten der Schleifscheibe einstellen. Das Einstellen des Schleifrades auf den Zylindermantel geschieht mit dem Handrade  $h_2$  und die selbsttätige Zustellung für den nächsten Schliff durch das Schaltwerk *s*. Für die Planetenbewegung des Schleifrades sind 2 Geschwindigkeiten

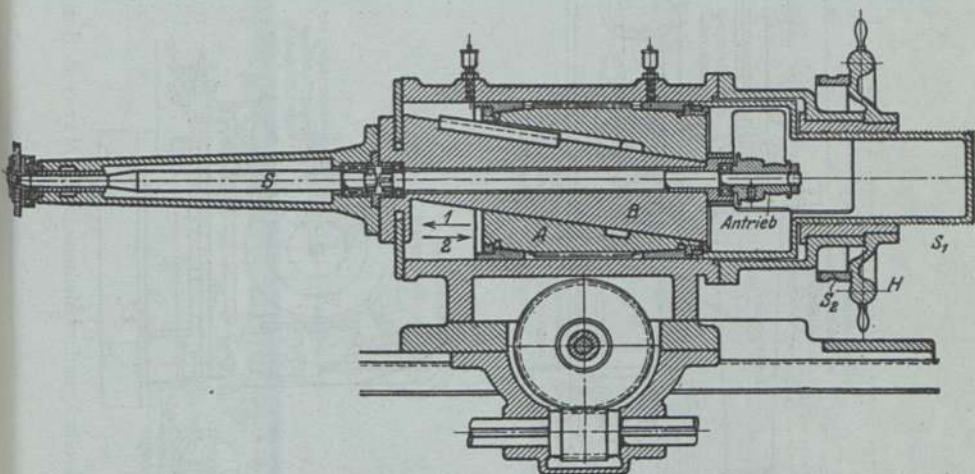


Abb. 689. Planetenspindel.

vorgesehen, die sich mit dem Griff  $h_3$  wechseln lassen. Der Schleifschlitten wird mit dem Handrade  $h_4$  auf das Werkstück eingestellt und die 8 Längsvorschübe mit der Kurbel  $h_5$  gewechselt. Mit  $h_6$  kann der Längsvorschub und mit  $h_7$  die ganze Maschine stillgesetzt werden.

Der Arbeitstisch hat ebenfalls handliche Vorrichtungen. Die Grobeinstellung in der Querrichtung geschieht mit  $h_8$  und die Feineinstellung mit  $h_9$ . Die Hoch- oder Tiefstellung wird mit dem Vierkant *a* vorgenommen.

### 5. Die Planschleifmaschinen.

Die Planschleifmaschinen haben als Werkzeug eine Flachscheibe, die mit der Stirnfläche schleift, oder eine Topscheibe, die mit einer Ringfläche schleift. Hauptbedingung ist, daß die Schleifscheiben mit mög-

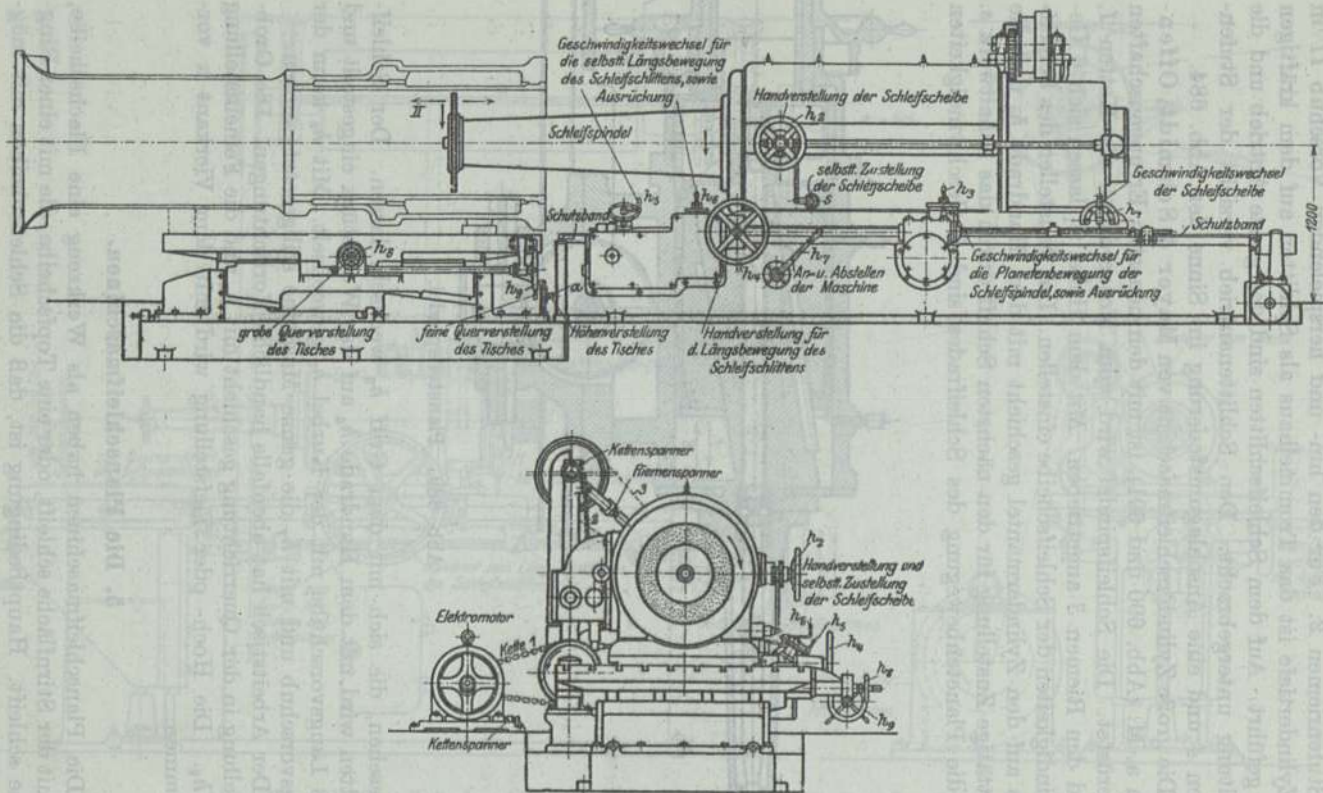


Abb. 690 und 691. Große Zylinderschleifmaschine. Mayer &amp; Schmidt, Offenbach.

lichst geringer Berührungsfläche das Werkstück fassen. Denn je größer die Berührungsfläche zwischen beiden ist, um so größer ist die Reibung und die Wärmeentwicklung und die Gefahr des Bräunens der Schleifschläfen. Gerade bei der Topfscheibe ist diese Gefahr sehr groß. Die Gegenmittel sind Schrägstellen der Scheibe, ausgiebige Kühlung und hohe Werkstückgeschwindigkeit. Beim Entwerfen von Maschinenteilen müssen schon möglichst schmale Schnittflächen angestrebt werden. Ein wirksames Mittel ist auch die Aufteilung der Topfscheibe in die Klauenscheibe mit einigen Ringstücken.

Die Planschleifmaschinen mit Flachscheiben sind für Schlicht- und Schabarbeiten bestimmt, um Führungen von höchster Genauigkeit zu schleifen. Sie sind also Genauigkeitsschleifmaschinen mit Feineinstellungen von  $\frac{1}{1000}$  mm. Die Planschleifmaschinen mit Klauenscheiben sind Hochleistungsschleifmaschinen, die insbesondere für Gußstücke in Betracht kommen. Die Spanleistungen betragen bei Genauigkeiten von  $\frac{1}{100}$  mm bis 2 kg/St, bei  $\frac{2}{100}$  mm 3 bis 6 kg/St, bei  $\frac{1}{10}$  mm 10 bis 12 kg/St. Bei geeigneten Gußstücken sind sogar 25 kg/St erreichbar.

#### a) Die Genauigkeitsschleifmaschinen für gerade Flächen.

Die Planschleifmaschinen mit Flachscheiben müssen sich auf folgenden Grundgedanken aufbauen: Soll die Flachscheibe eine gerade, ebene Fläche schleifen, so muß ihr das Werkstück in gerader Richtung zugeschoben werden. Außer dem geraden Vorschub muß die Maschine, um das Schleifrad auch in der Breite des Werkstückes schalten zu können, noch einen stetig hin- und herspielenden oder einen ruckweisen Quervorschub erzeugen. Diese Arbeitsweise zeigt eine gewisse Verwandtschaft mit der Hobelmaschine. Nur erhält das Schleifrad im Vergleich zum Hobelstahl außer dem Quervorschub noch die Hauptbewegung. Die Verwandtschaft beider Maschinen macht sich auch in dem Aufbau der Planschleifmaschine in Abb. 692 und 693 bemerkbar.

Das Schleifrad der Maschine wird durch die Riemen *III* und *IV* über die hintere, einstellbare Rientrommel angetrieben. Zum Anstellen des Schleifrades und zum Querschalten sitzt der Schleifschlitten auf einem Querträger, der wie bei der Hobelmaschine an den Ständern hoch und tief zu stellen ist. Die Feineinstellung geschieht mit dem Handrade *H*, das durch ein Schneckengetriebe den drehbaren Spindelbügel *B* mit dem Schleifrade aufs genaueste einstellt.

Der Quervorschub des Schleifschlittens erfolgt ununterbrochen und kann durch den Riemen *I* mit 3 Geschwindigkeiten vom Deckenvorgelege entnommen werden. Der Schlitten wird dabei durch die auf die Werkstückbreite einstellbaren Anschläge *a*, die das Wendegetriebe *5* schalten, ständig umgesteuert. Das Schleifrad bestreicht also die Arbeitsfläche ununterbrochen wellenförmig und schafft so sehr saubere Flächen. Der

Arbeitstisch wird durch die Riemen *II*, die Vorgelege  $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$  und die Zahn-



stange  $e$  angetrieben. Durch die Riemenumsteuerung, die durch die Anschläge  $k_1$  und  $k_2$ , sowie den Steuerhebel  $h$  betätigt wird, wird der

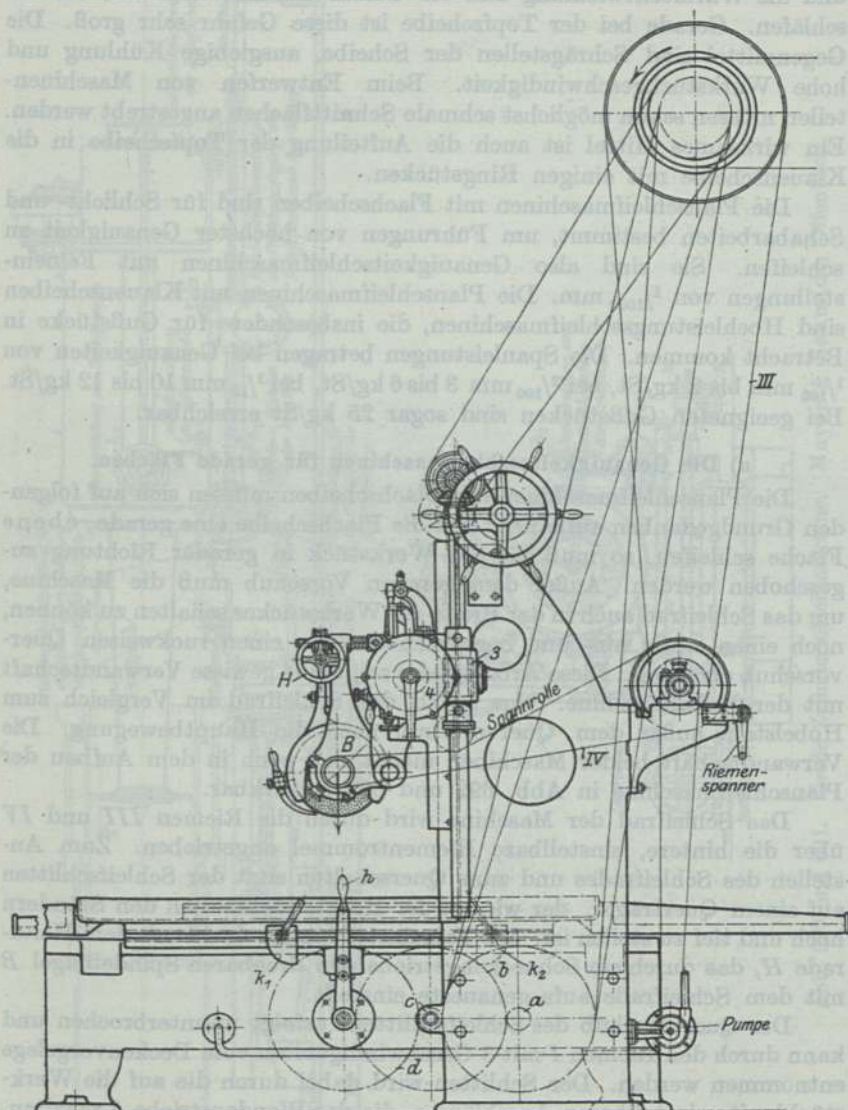


Abb. 692. Planschleifmaschine. Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach.

Tisch mit gleicher Geschwindigkeit umgesteuert, so daß beim Vor- und Rücklauf geschliffen wird. Hierdurch wird nicht nur die Leistung größer,

sondern es fallen auch die erschütternd wirkenden Massendrücke des stark beschleunigten Leerlaufs fort.

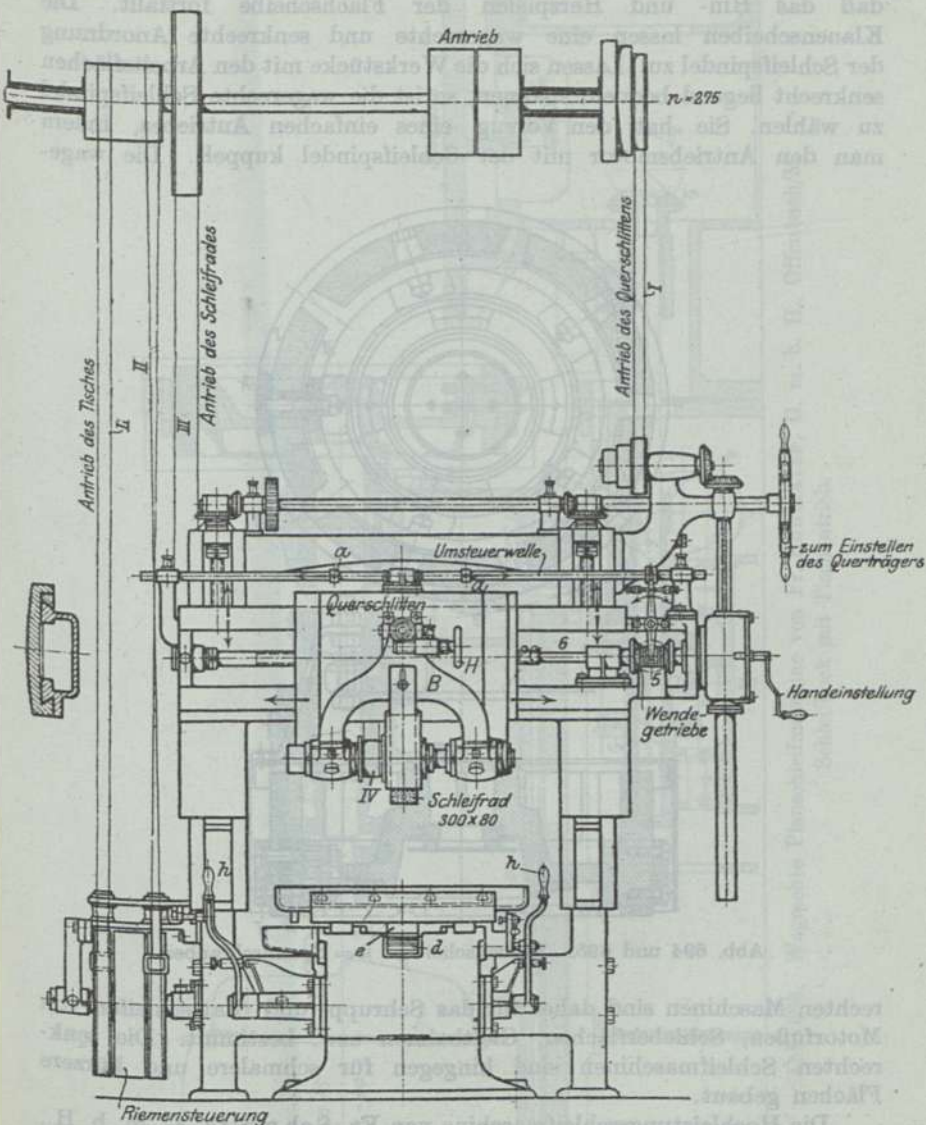


Abb. 693. Ansicht der Planschleifmaschine.

#### b) Die Hochleistungsschleifmaschine.

Die Hochleistungsschleifmaschinen für gerade, ebene Flächen haben als Werkzeuge Klauenscheiben (Abb. 694 und 695), die den Topf-

scheiben an Schleifkraft überlegen sind, aber auch einen größeren Arbeitsaufwand erfordern. Sie fassen die ganze Breite der Schleifflächen, so daß das Hin- und Herspielen der Flachscheibe fortfällt. Die Klauenscheiben lassen eine wagerechte und senkrechte Anordnung der Schleifspindel zu. Lassen sich die Werkstücke mit den Arbeitsflächen senkrecht liegend bequem spannen, so ist die wagerechte Schleifspindel zu wählen. Sie hat den Vorzug eines einfachen Antriebes, indem man den Antriebsmotor mit der Schleifspindel kuppelt. Die wagen-

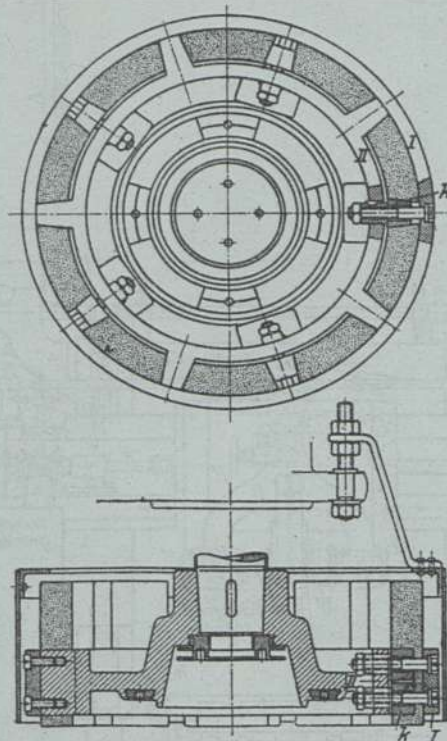


Abb. 694 und 695. Klauenscheibe. k = Spannschrauben.

rechten Maschinen sind daher für das Schrubb- und Glattschleifen von Motorfüßen, Schieberflächen, Gleitbahnen usw. bestimmt. Die senkrechten Schleifmaschinen sind hingegen für schmalere und kürzere Flächen gebaut.

Die Hochleistungsschleifmaschine von Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach (Abb. 696 bis 702), hat elektrischen Antrieb durch den angekuppelten 25 PS.-Motor. Die Schleifspindel läuft in nachstellbaren Kegelschalen und nimmt den Schleifdruck am Kugellager auf (Abb. 696). Schleifbock und Motor sitzen zum Schräganstellen der Klauenscheibe

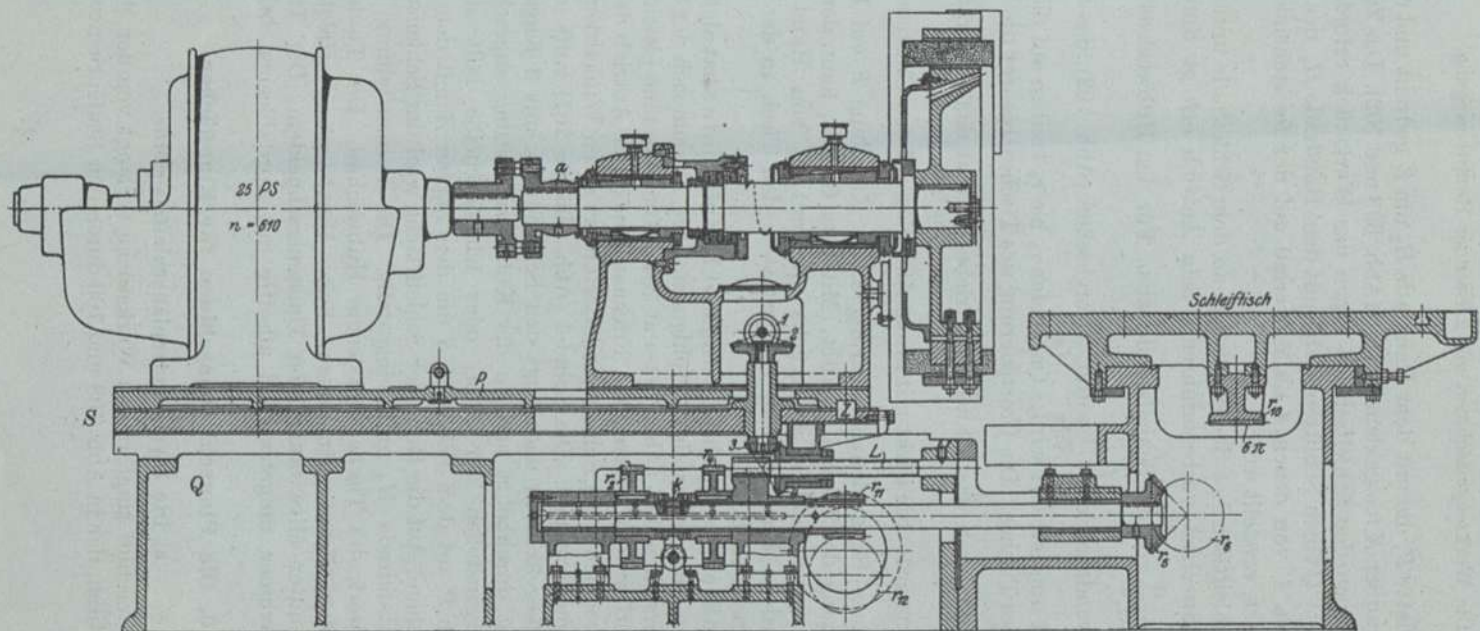


Abb. 696. Wagrechte Planschleifmaschine von Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach/M.  
Schleifbock mit Tischantrieb.

auf einer Platte  $P$ , die mit dem Handrade  $H_1$  um  $Z$  gedreht und mit den Klemmschrauben  $K$  festgeklemmt wird (Abb. 698 und 702). Das Zustellen oder Zuspinnen der Schleifscheibe gegen das Werkstück erfordert auf dem Querbett  $Q$  einen Schlitten  $S$ , der mit dem Handrade  $H_2$ , den Kegelhädern 1 bis 4, von denen 4 als Mutterrad auf der feststehenden Leitspindel  $L$  sitzt, verstellt wird.

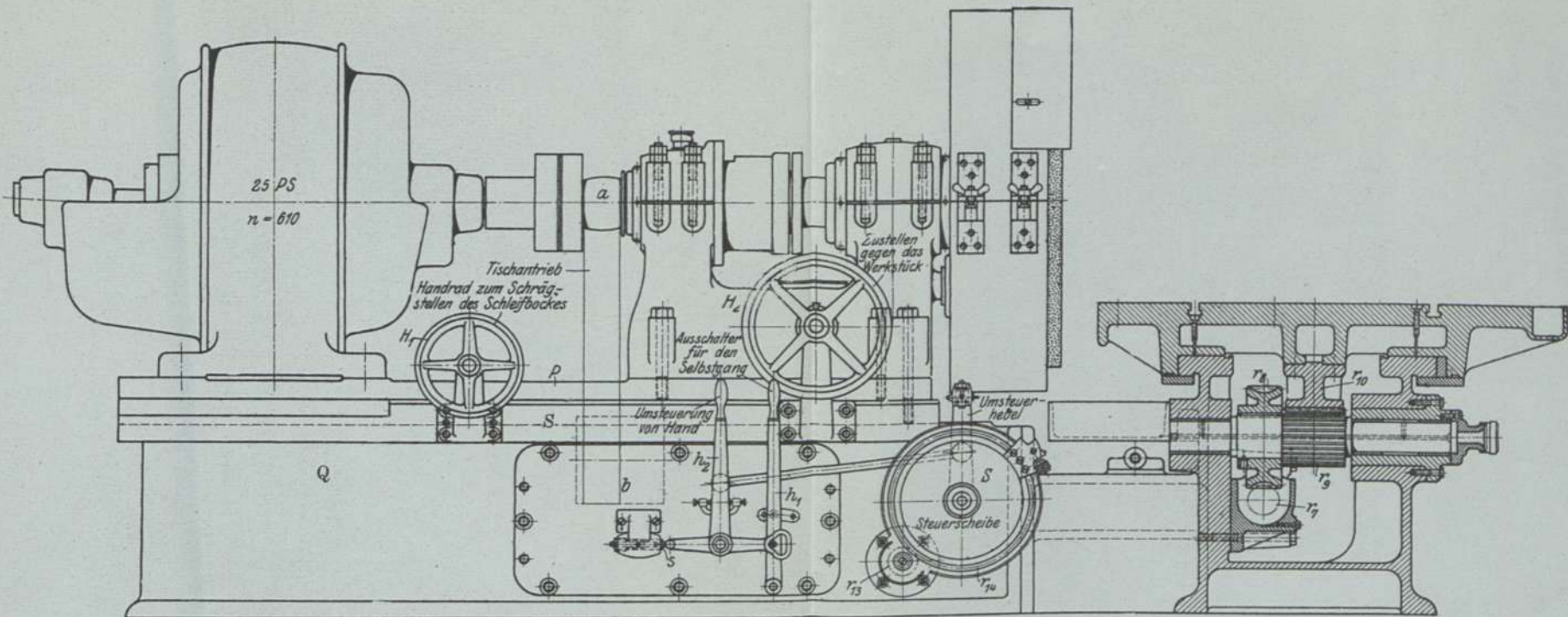
Der Schleiftisch hat das Werkstück an dem Schleifrade unter mehrfachem Hubwechsel vorbeizuführen. Sein Antrieb erfolgt durch den Riementrieb  $\frac{a}{b}$  von der Schleifspindel aus. Für den Hubwechsel ist das Stirnräderwendegetriebe  $\frac{r_1 r}{r r_2}$  und  $\frac{r_3}{r_4}$  vorgesehen (Abb. 702), das mit der Kupplung  $k$  umgesteuert wird. Die Räder  $r_5$  bis  $r_9$  treiben auf die Zahnstange  $r_{10}$  des Tisches. Die Umsteuerung des Tisches besorgt die Steuer-scheibe  $S$ , die durch das Schneckengetriebe  $\frac{r_{11}}{r_{12}}$  und das Stirnräderpaar  $\frac{r_{13}}{r_{14}}$  betrieben wird. Sie wirkt mit ihrem Anschlag auf den Umsteuerhebel, der mit einer Schneidenumsteuerung  $s$  die Kupplung  $k$  auf Rechts- oder Linksgang des Tisches schaltet. Mit dem Griff  $h_1$  kann der Tischselbstgang augenblicklich ausgerückt und mit  $h_2$  von Hand umgesteuert werden. Das Handrad  $H_3$  gestattet, den Tisch in der Längsrichtung einzustellen.

Die senkrechte Hochleistungsschleifmaschine hat als äußeres Kennzeichen einen senkrechten Hohlgußständer, an dem sich der Schleifschlitten verstellen läßt (Abb. 703 und 704). Die Maschine gleicht daher in ihrem Aufbau der senkrechten Fräsmaschine. Der Antrieb der senkrechten, verschiebbaren Schleifspindel erfordert einen Winkelriemen auf breiter Riementrommel. Die Spindel (Abb. 705 bis 707) läuft in nachstellbaren Kegelschalen und fängt den Schleifdruck mit 2 Kugellagern auf. Sie ist durchbohrt und an die Kühlwasserleitung angeschlossen. Zum Schräganstellen der Topf- oder Klauenscheibe läßt sich der Spindelkorb  $P$  auf dem Schlitten  $S$  um den Zapfen  $Z$  mit dem Handrade  $H_1$  drehen. Auf die Höhe der Schleiffläche wird der Schleifschlitten mit dem Handrade  $H_2$  grob eingestellt. Die Feinzustellung besorgt das Schaltwerk des Tisches bei jedem Hubwechsel. Der Tischantrieb wird von dem Motor entnommen. Seine Umsteuerung erfolgt durch Anschläge unter Mitwirkung von Umsteuerschneiden. Der Tisch ist mit Wasserrinnen umgeben und allseitig mit Spritzblechen bekleidet.

## 6. Die Planschleifmaschinen für Ringflächen.

### a) Die Zweiständerplanschleifmaschine.

Der Planschliff ringförmiger Werkstücke verlangt von der Maschine einen Drehtisch, der in Abb. 708 und 709 durch den Stufenriemen  $I$  vom



**Wagerechte Planschleifmaschine.**  
Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach.

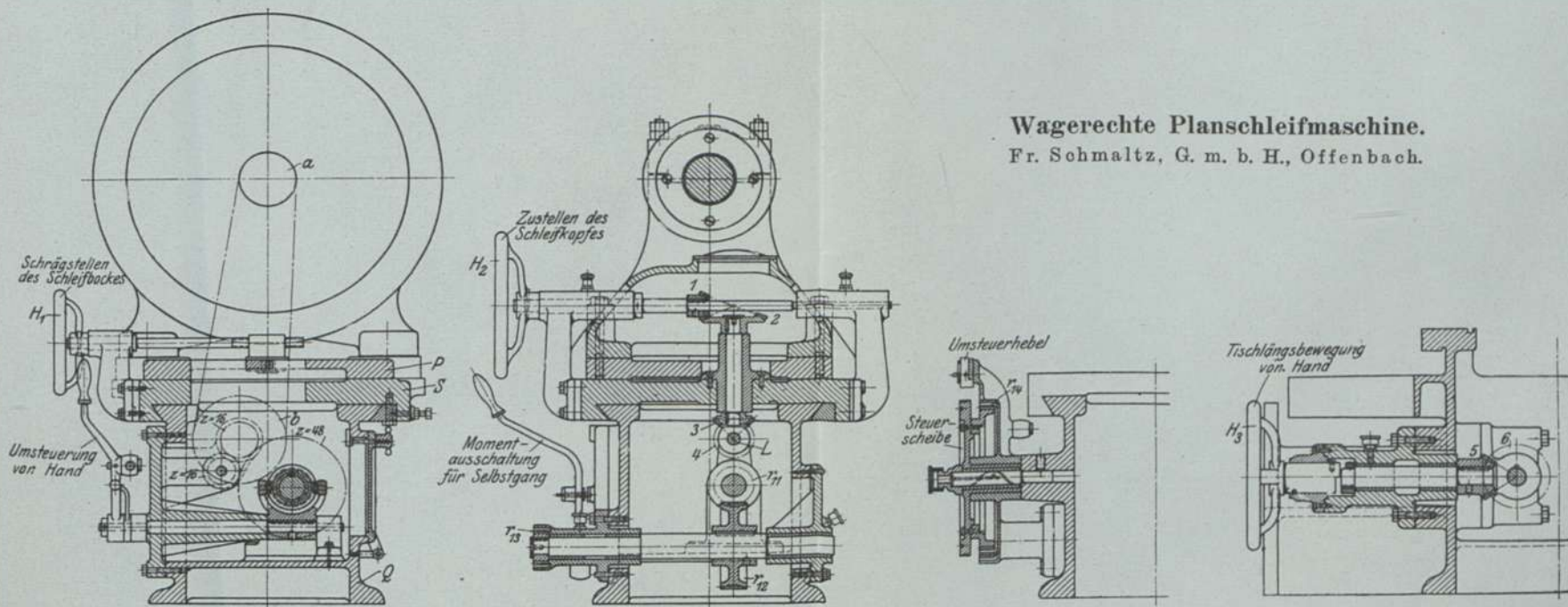
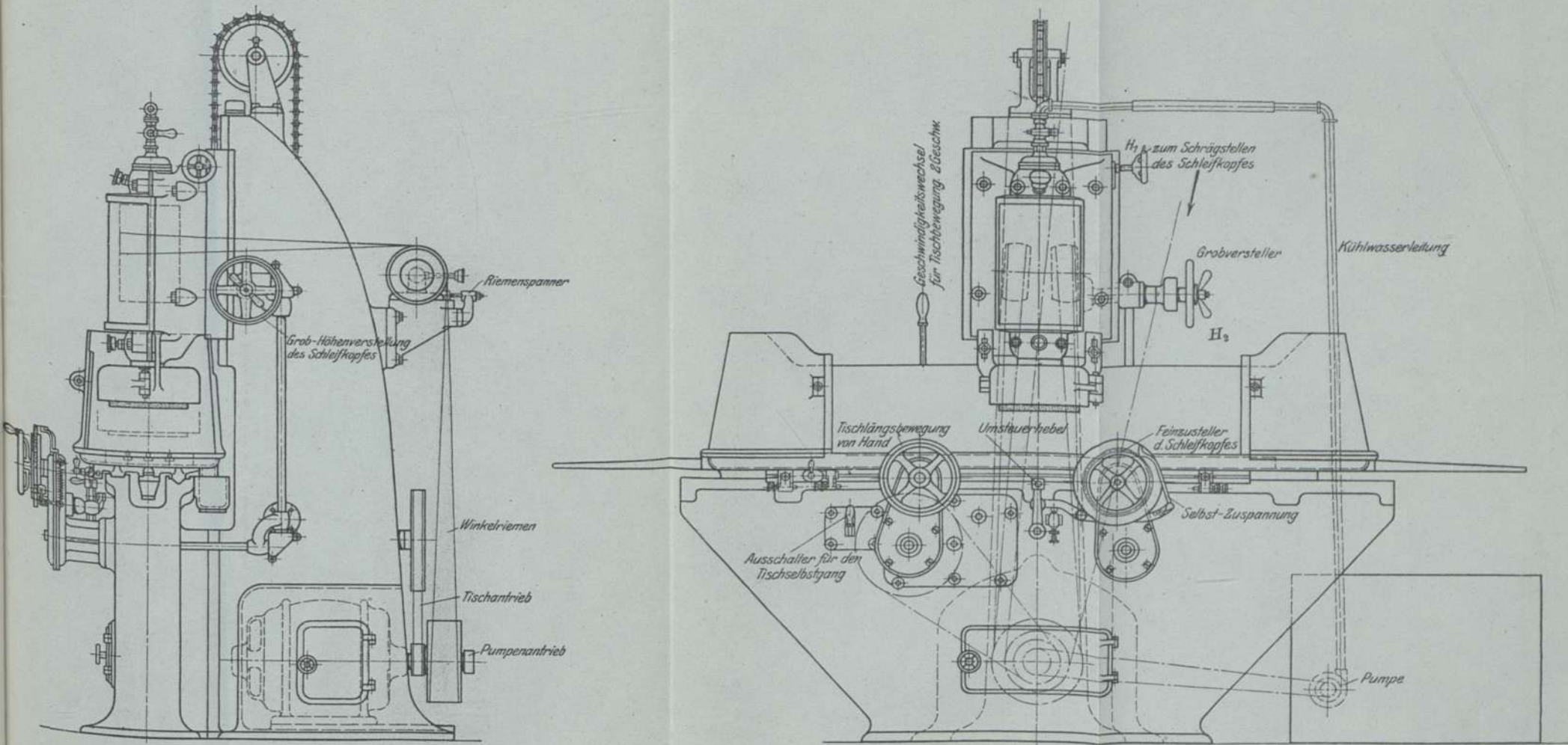


Abb. 697 bis 701. Ansicht und Schnitte.





Senkrechte Planschleifmaschine.  
 Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach/M.  
 Abb. 703 und 704, Ansichten.



Topfscheibe mit Schutzhaube.

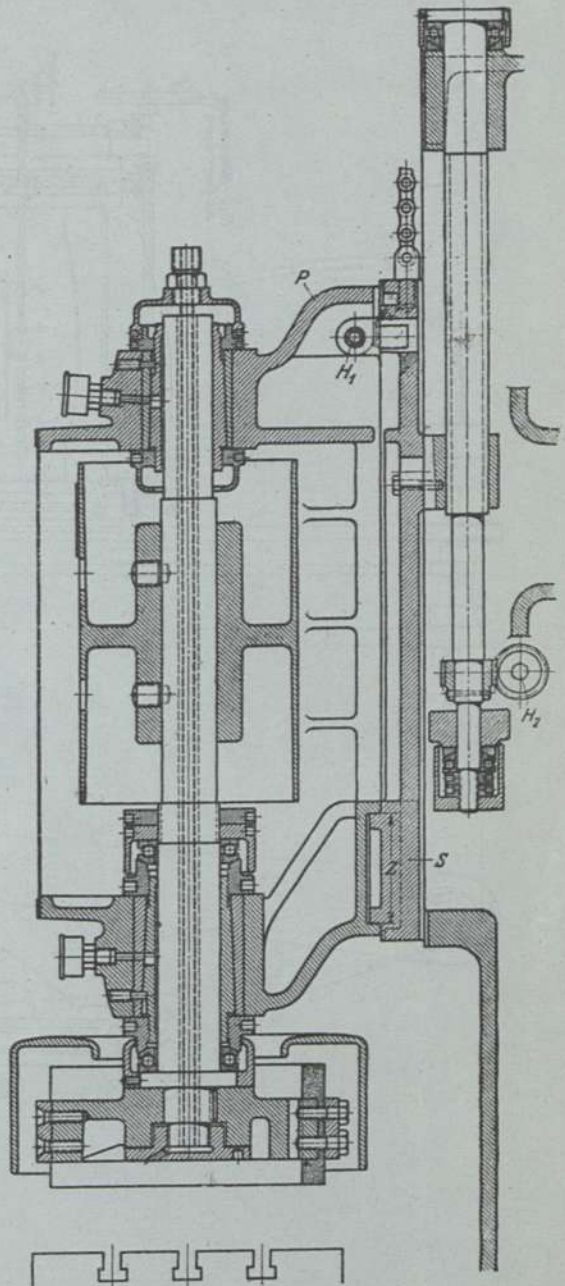
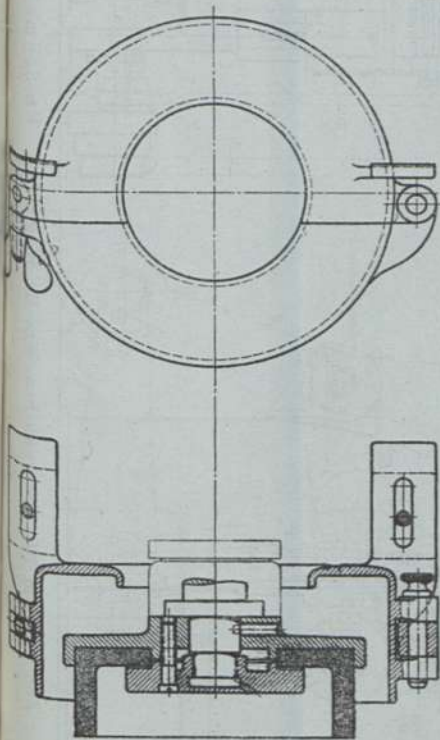


Abb. 705 bis 707. Schleifspindel. Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach/M.

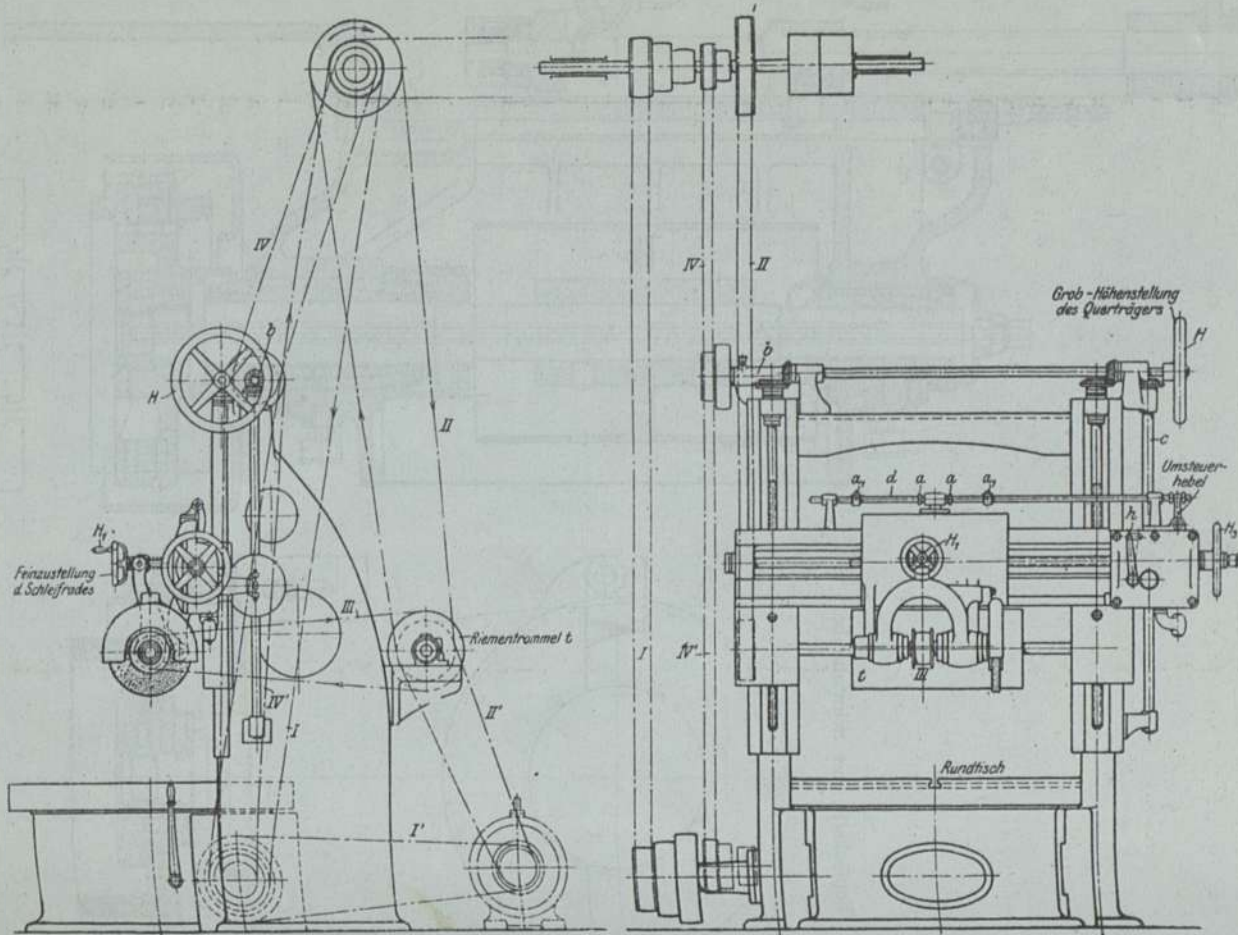


Abb. 708 und 709. Planschleifmaschine für Ringflächen. Fr. Schmaltz, G. m. b. H., Offenbach/M.

Deckenvorgelege oder bei elektrischem Antriebe durch den Riemen  $I'$  von dem Motor angetrieben wird. Der Drehtisch läuft wie bei dem Dreh- und Bohrwerk mit einem kräftigen Zapfen  $Z$  in einer Kegelschale (Abb. 710) und am äußeren Umfang auf einer Rundbahn  $R$ . Die Schmierung der Bahn erfolgt durch Ölrollen, die durch Federn angedrückt werden. Der Tischantrieb, bestehend aus den Kegelrädern  $1, 2$  und den Stirnrädern  $3, 4$ , liegt auch hier in dem Rundbett der Maschine. Die Arbeitsweise der Maschine verlangt auch hier ein ständiges Hin- und Herschieben der Flachscheibe in der Ringbreite. Der Aufbau der Maschine für den Antrieb und die Steuerung der Schleifscheibe muß daher grundsätzlich mit dem in Abb. 693 übereinstimmen. Die Schleifscheibe wird durch die Riementriebe  $II, III$  angetrieben. Der Schleifschlitten sitzt für den hin- und herspielenden Vorschub auf dem Querträger  $Q$ . Mit dem Handrade  $H$

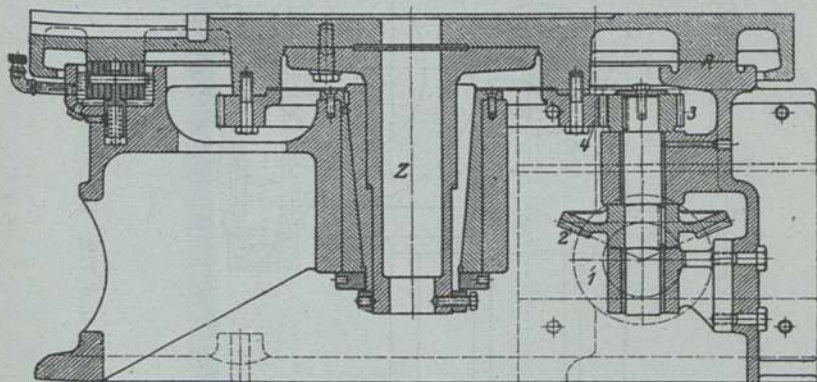


Abb. 710. Drehtisch der Planschleifmaschine.

kann er auf dem Rahmenständer verstellbar und so die Schleifscheibe grob eingestellt werden. Das Feineinstellen geschieht mit dem Handrade  $H_1$  (Abb. 711 und 712). Der Scheibenhalter  $S$  ist nämlich um die Zapfen  $z$  drehbar, so daß die Feder  $f$  die Scheibe dem Werkstück zustellt, sobald man  $H_1$  etwas dreht. Der Vorschub der Flachscheibe wird vom Riemen  $IV$  oder  $IV'$  vom Deckenvorgelege oder Maschinenvorgelege hergeleitet. Die obere Querwelle  $b$  treibt die senkrechte Steuerwelle  $c$ , von der durch das Wendegetriebe  $1, 2$  und das Schneckengetriebe  $3, 4$  die Leitspindel  $L$  mit Rechts- und Linkslauf gesteuert wird. Die Umsteuerung liegt in dem Kasten des Querträgers (Abb. 713 bis 717). Sobald die Umsteuerstange  $d$  durch die Anschläge  $a$  des Schleifschlittens verschoben wird, legt der Hebel  $h_1$  unter Mitwirkung von  $h_2$  und  $h_3$  die Doppelgabel  $g$  herum. Da dies unter dem Federdruck der Umsteuerschneide  $s$  geschieht, so springt die Kupplung  $k$  augenblicklich über und steuert die Leitspindel  $L$  um. Damit ist der hin- und herspielende Vorschub des Schleifschlittens

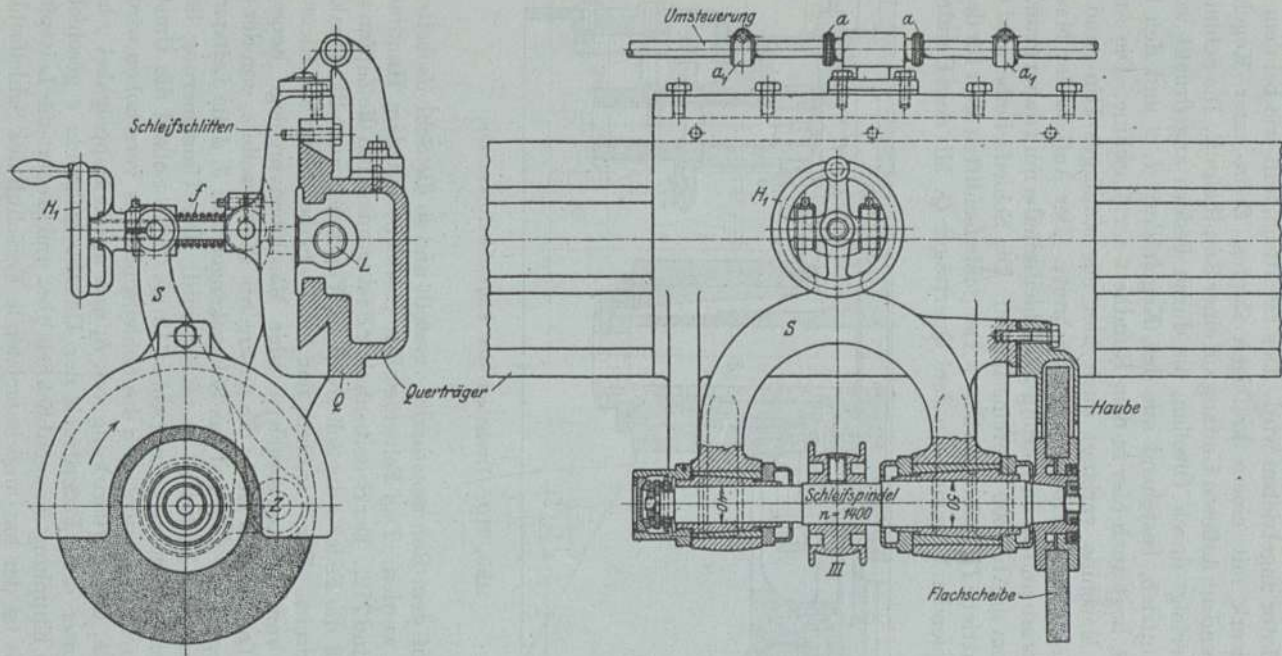
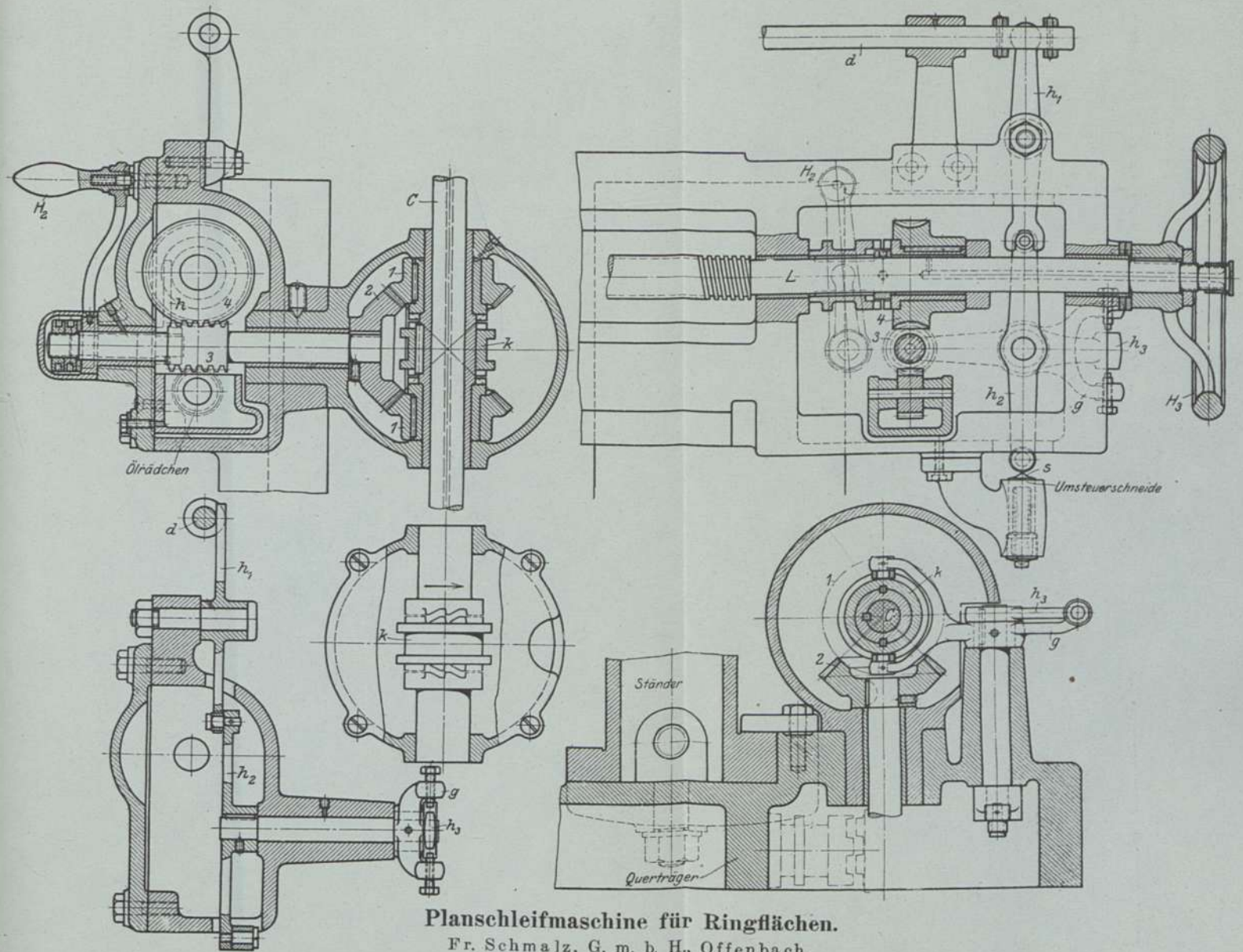


Abb. 711 und 712. Schleifschlitten.



**Planschleifmaschine für Ringflächen.**

Fr. Schmalz, G. m. b. H., Offenbach.

Abb. 713 bis 717. Steuerung des Schleifschlittens.

erreicht. Mit dem Griff  $h$  oder  $H_2$  kann die Umsteuerung ausgerückt werden, so daß man mit dem Handrade  $H_3$  den Schlitten seitlich verstellen kann.

#### b) Die Einständerplanschleifmaschine.

Die Zweiständermaschine hat einen begrenzten Arbeitsraum und ist daher für kleinere Werkstücke bestimmt. Größere Arbeitsstücke verlangen zum bequemen Auf- und Abspannen eine freie Seite, so daß die Maschine als Einständermaschine einzurichten ist. Die Naxos-Einständermaschine (Abb. 718 und 719) hat einen Drehtisch von 1500 mm Durchmesser. Er wird von dem Motor  $I$  durch den Stufenriemen  $S_1 S_2$  über das Norton-Getriebe vor der Säule angetrieben. Für das Schleifen von Ringstücken ist der Tisch durch Anschläge umsteuerbar.

Die Schleifspindel wird von dem oberen Motor  $II$  angetrieben und der hin- und herspielende Quervorschub des Schlittens durch die Welle  $a$  von dem Antrieb des Tisches hergeleitet. In dem Räderkasten des Querträgers ist auch hier die Umsteuerung des Vorschubes untergebracht. Die Feinzustellung der Schleifscheibe geschieht mit einem Klinkenschaltwerk. Das senkrechte Verstellen des Querträgers auf der Säule besorgt der Heberriemen.

Eine besondere Einrichtung ist noch für das Schleifen schräger Ringflächen getroffen. Mit dem Handrade  $H$  kann nämlich die Querbahn  $Q_1$  mit Schlitten und Räderkasten auf dem Querträger  $Q$  schräg gestellt werden.

Ersetzt man den Rundtisch durch einen geraden Tisch, so wäre damit eine Einständermaschine für gerade Werkstücke geschaffen.

#### c) Die Kolbenringschleifmaschine.

Eine im Kraftmaschinenbau häufig wiederkehrende Arbeit ist das Planschleifen der Kolbenringe. Hierfür hat die Naxos-Union mit ihrer Kolbenringschleifmaschine eine hübsche Lösung gefunden. Einer derartigen Schleifmaschine wäre die bekannte Arbeitsweise zugrunde zu legen: Der Kolbenring müßte durch eine langsame Drehung dem schnelllaufenden Schleifrade stetig zugeführt werden. Dabei hätte das Schleifrad, um den Ring auch in der Breite fassen zu können, ständig hin- und herzuspielen. Dieser Grundgedanke ist in der Maschine in den Abb. 720 bis 725 verkörpert, die in dem äußeren Aufbau mit der Stößelhobelmaschine verwandt ist.

Der Kolbenring wird magnetisch festgespannt. Hierdurch ist schon einem Verspannen des Ringes von vornherein vorgebeugt. Das magnetische Spannfutter  $M$  sitzt auf der Planscheibe  $P$  und erhält durch Schleifkontakte  $k$  Strom.

Eine wichtige Aufgabe ist, die langsam laufende Planscheibe  $P$  gegen Schwankungen zu schützen, die sich am Rande des Spannfutters besonders stark bemerkbar machen würden. Diese Bedingung ist hier

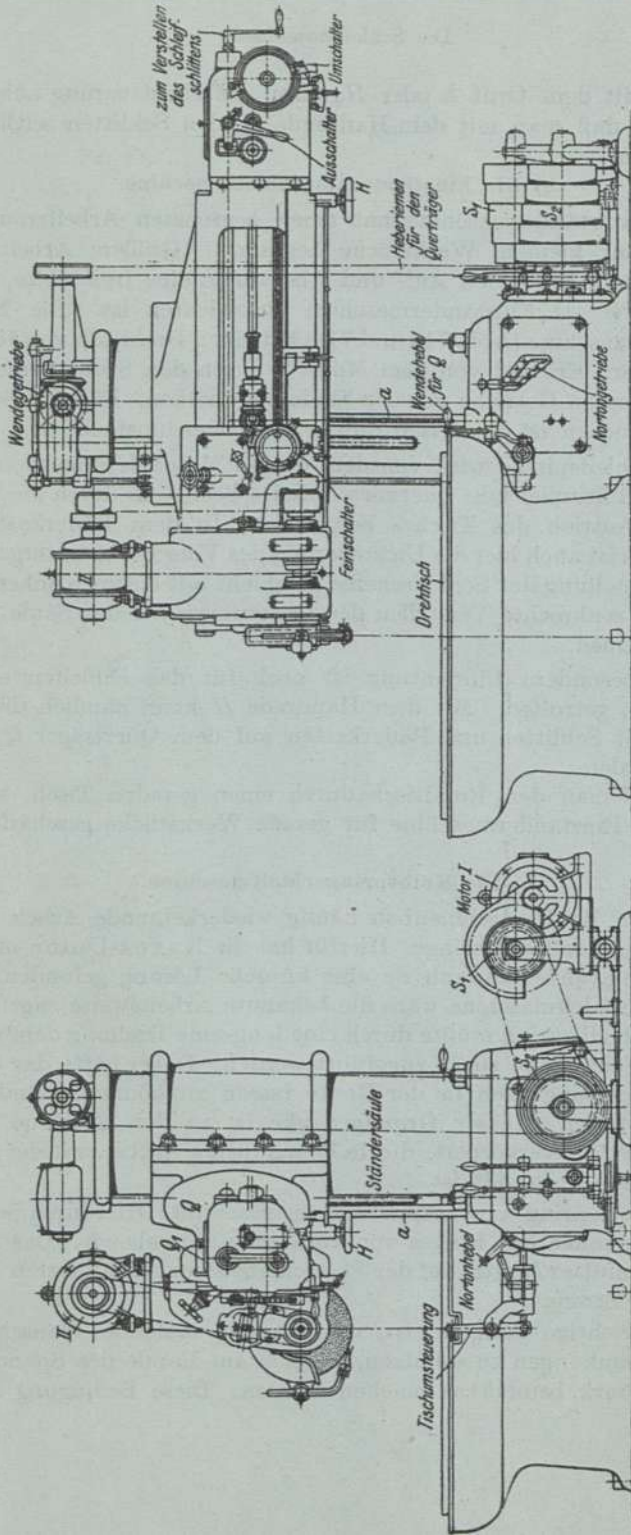
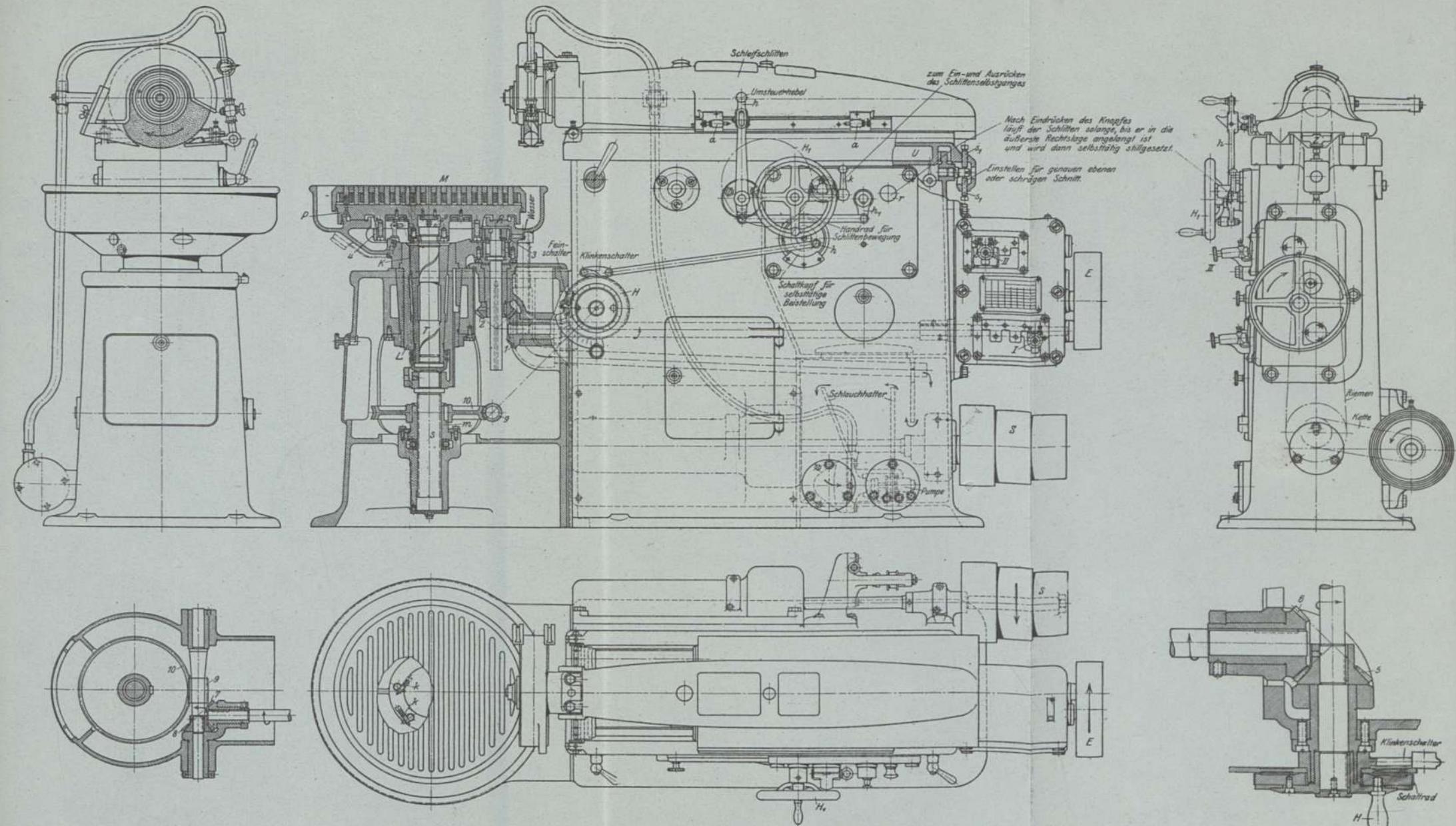


Abb. 718 und 719. Einänderplanschleifmaschine der Naxos-Union, Frankfurt/M.



**Kolbenringschleifmaschine.**  
 Naxos-Union, Frankfurt a/M.  
 Abb. 720 bis 725. Ansicht und Schnitte.



in vorzüglicher Weise erfüllt. Die Tischspindel *T* läuft nämlich in einer starken Kegelschale *K* eines außergewöhnlich langen, nachstellbaren Lagers *L* und der Tisch an seinem Umfang auf der Rundbahn *R*. Diese Lagerung sichert daher einen vollkommen ruhigen Gang der Planscheibe als Vorbedingung für gute Schleifarbeit. Für den kreisenden Vorschub des Kolbenringes bedarf die Planscheibe *P* noch eines Antriebes. Er wird durch die Einscheibe *E* eingeleitet. Sie treibt durch das Nortongetriebe *I* mit 6 Schaltungen (Abb. 726 bis 729) die Kegelräder 1, 2 das Zahnkranzgetriebe  $\frac{3}{4}$  des Aufspanntisches.

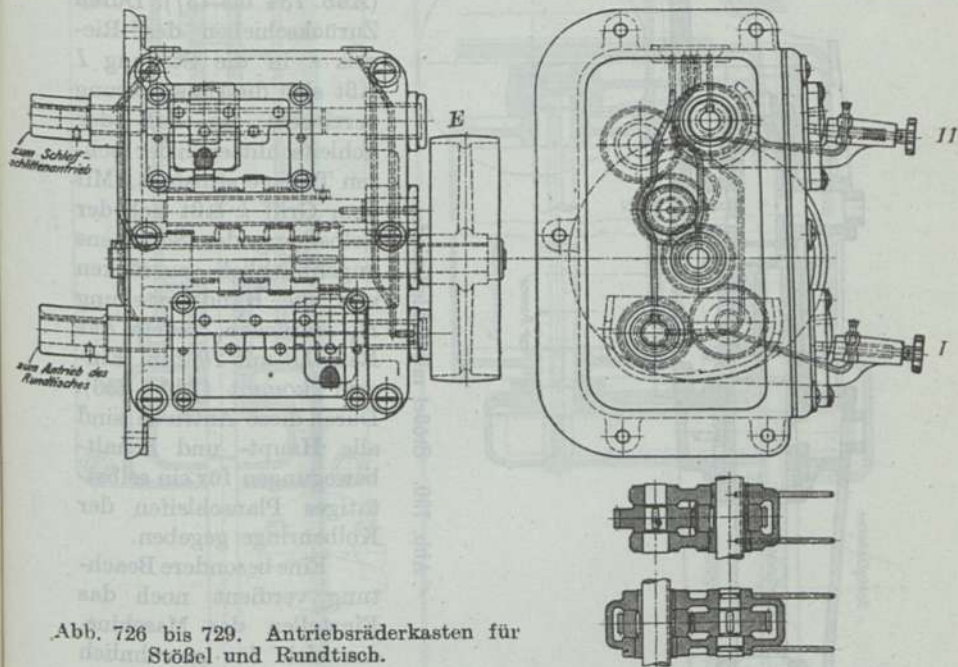


Abb. 726 bis 729. Antriebsrädernkasten für Stößel und Rundtisch.

Die Schleifspindel liegt im Stößel (Abb. 730) und erhält ihre Hauptbewegung von der Stufenscheibe *S* aus, die mit einer Renoldkette auf eine im Maschinenständer liegende Riementrommel treibt (Abb. 731 bis 733). Ein unter einem Spannungsgewicht stehender Wanderriemen vermittelt den Antrieb der Schleifspindel. Mit dieser Anordnung des Antriebes ist der Schleifschlitten gegen Abheben geschützt, so daß er in den offenen Führungen des Unterschlittens einen stets ruhigen Gang erfährt. Der hin- und herspielende Vorschub des Schleifschlittens wird ebenfalls von der Einscheibe *E* entnommen und zwar durch das Nortongetriebe *II* mit 5 Schaltungen (Abb. 726 bis 729),

das über ein Wendegetriebe 1 bis 5 und die Räder 6 bis 9 (Abb. 734 bis 737) auf die Zahnstange *Z* des Stößels wirkt.

Die Umsteuerung des Stößels besorgen die Anschläge *a*, die vor

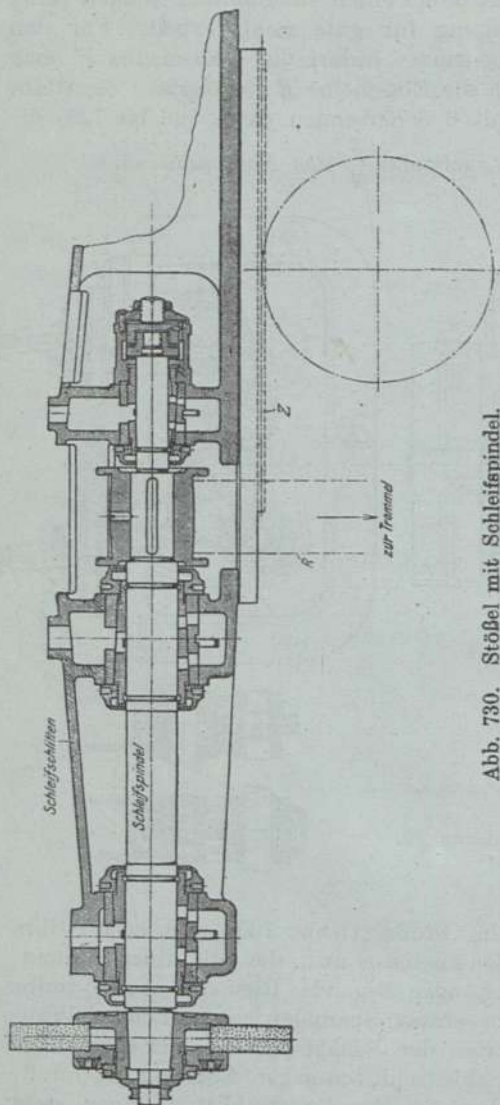


Abb. 730. Stößel mit Schleifspindel.

jedem Hubwechsel den Umsteuerhebel *h* umlegen, der mit der Kurbel *h*<sub>1</sub>, den Umsteuerschneiden *s* und der Gabel *g* die Kuppelung *k* des Wendegetriebes augenblicklich umschaltet (Abb. 734 bis 737). Durch Zurückschieben des Riegels *r* in die Stellung *I* läßt sich die Umsteuerung verriegeln, so daß der Schleifschlitten in der rechten Totlage stillsteht. Mit dem Griff *k* läßt sich der Selbstgang des Schlittens augenblicklich ausrücken und die Handverstellung *H*<sub>1</sub> einrücken, indem das Rad *11* mit *10* zum Eingriff kommt (Abb. 736). Durch diese Antriebe sind alle Haupt- und Schaltbewegungen für ein selbsttätiges Planschleifen der Kolbenringe gegeben.

Eine besondere Beachtung verdient noch das Einstellen der Maschine, das sich für gewöhnlich auf drei Richtungen erstreckt. Zunächst muß man die Planscheibe *P* zum Anstellen des Kolbenringes an die Schleifscheibe hochstellen können. Diese Einstellung ist durch die verschiebbare, lange Lagerbüchse *L* und die Schrau-

benwinde *m s* gegeben. Mit dem Handrade *H*, den Kegelrädern 5 bis 8 und dem Schneckengetriebe 9, 10 wird nämlich die Mutter *m* gedreht, die mit der Stellschraube *s* die Planscheibe *P* mit dem ganzen

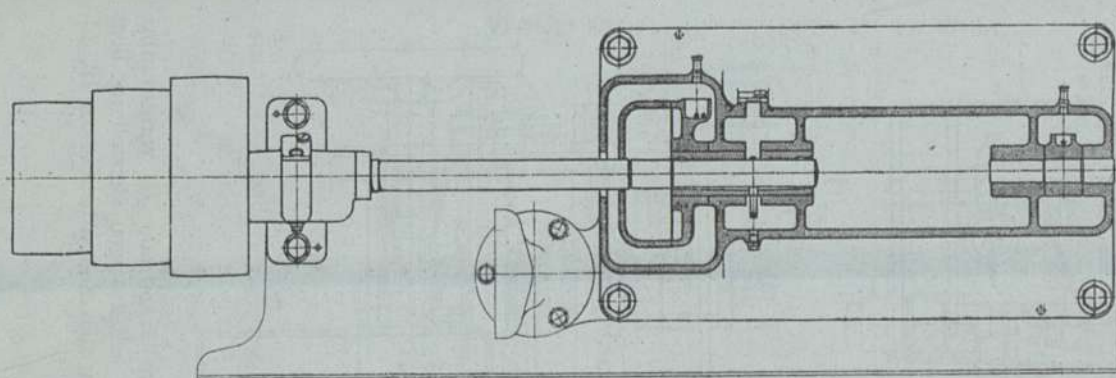
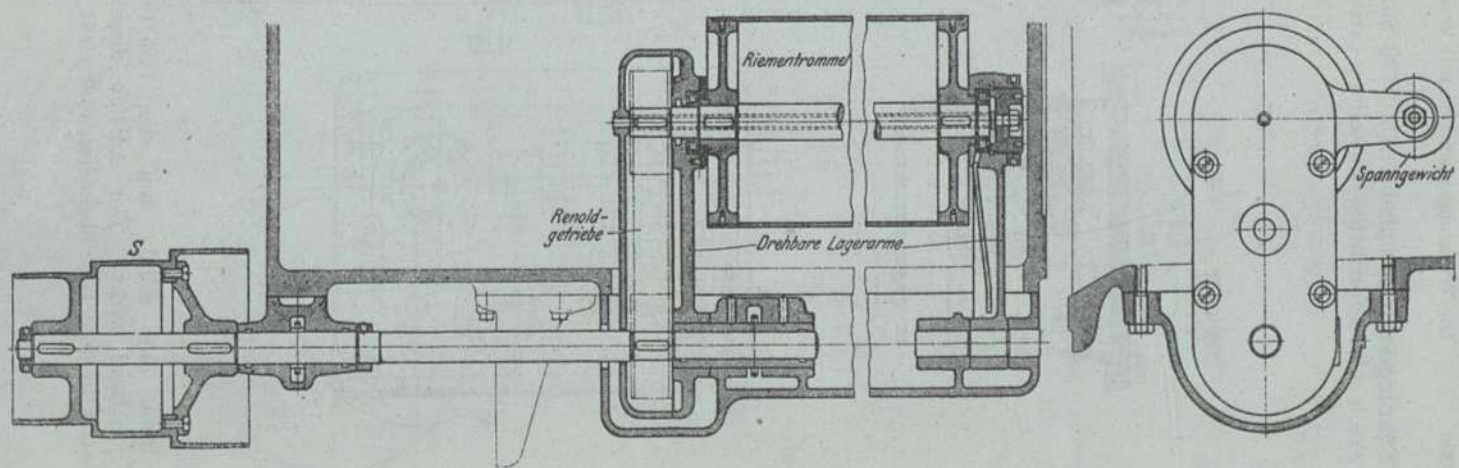


Abb. 731 bis 733. Antrieb der Schleifspindel.



Führungskorb *K* anhebt (Abb. 720 bis 725). Dieses Hubwerk ist zugleich als selbsttätige Zustellung ausgebaut, indem der Schaltkopf

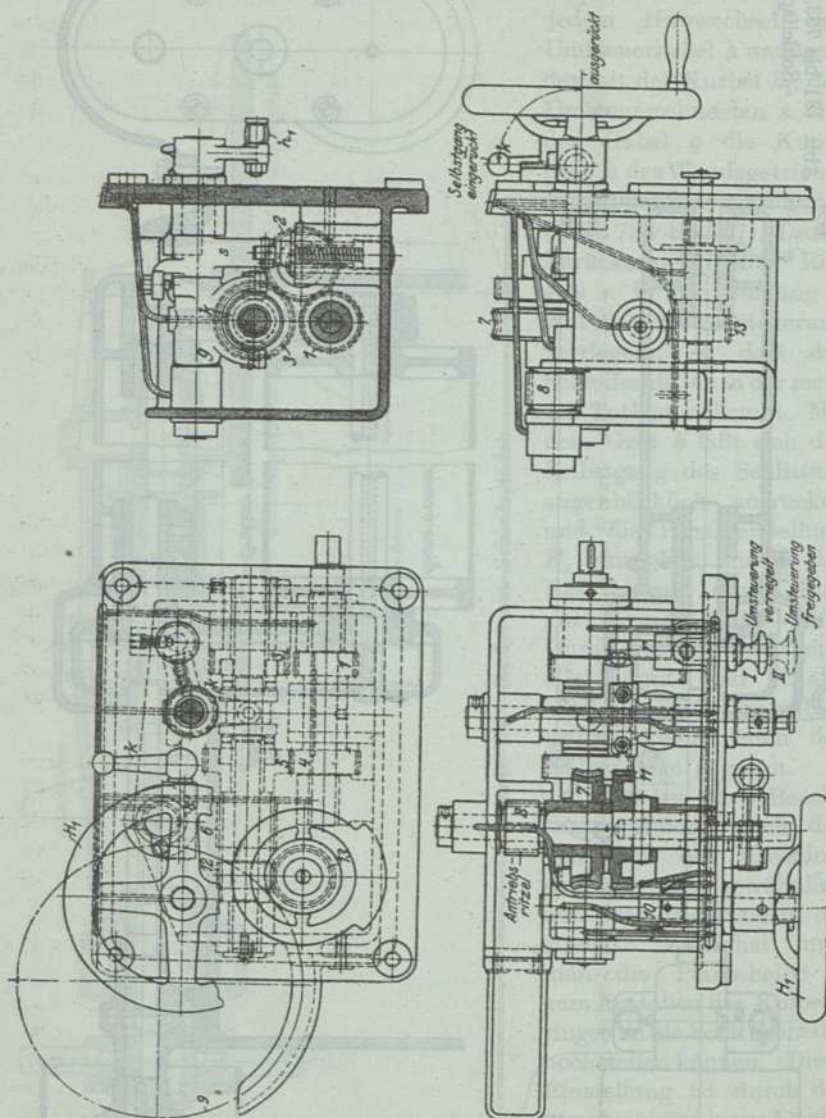


Abb. 734 bis 737. Umsteuerkasten für den Stöbel.

durch eine Klinke auf das mit dem Handrade *H* verschraubte Schaltrad wirkt. Der Antrieb dieser selbsttätigen Beistellung liegt auch in dem Getriebekasten und zwar in den Schraubenrädern 12, 13

Die Maschine ist also in ihrer Arbeitsweise ganz selbsttätig. Die zweite Einstellbarkeit erstreckt sich auf das Einstellen der Schleifscheibe auf den Durchmesser des Kolbenringes. Der Schleifschlitten muß hierzu quer zum Ring verschoben werden, eine Bedingung, die durch das Handrad  $H_1$ , das auf das Zahnstangenritzel wirkt, erfüllt ist. Die dritte Einstellung hat den hin- und herspielenden Vorschub des Schleifrades der Breite des Ringes anzupassen. Es geschieht durch Verstellen der Anschläge  $a$  am Stößel.

Auf der Maschine lassen sich auch Ringe mit schrägen Stirnflächen schleifen. Dies verlangt bekanntlich nichts anderes, als den Schleifschlitten schrägstellen zu können. Dieser Schrägeinstellung ist dadurch Rechnung getragen, daß sich der Unterschlitten  $U$  um einen Zapfen drehen läßt. Mit den Stellschrauben  $s$ , kann daher das Schleifrad auf die ebene oder schräge Stirnfläche des Ringes ausgerichtet werden. Die Naxos-Maschine steht in ihrer Durchbildung auf selten erreichter Höhe.

## 7. Die Zahnraderschleifmaschinen.

### 1. Die Stirnrädererschleifmaschinen.

Für Kraftfahrzeuge von großer Bedeutung sind die Zahnraderschleifmaschinen. Die gehärteten Zahnäder, wie sie bei Kraftfahrzeugen angewandt werden, verursachen einen geräuschvollen Gang, weil die Zähne sich beim Härten verziehen. Das Geräusch nimmt natürlich mit der Geschwindigkeit der Räder zu. Mit dem Aufschwung der Kraftfahrzeuge entstand somit für den Werkzeugmaschinenbau die Aufgabe, durch eine Schleifmaschine die Ungenauigkeiten in der Verzahnung der schnellaufenden Getrieberäder zu beseitigen.

Die heutigen Zahnraderschleifmaschinen arbeiten sowohl nach dem Teilverfahren als auch nach dem Wälzverfahren. Das Teilverfahren verlangt als Werkzeug ein Schleifrad, dessen Umfang nach der genauen Form der Zahnücke abgedreht ist. Mit dieser Scheibe, die vor jedem Schliff genau auf die Lückenform nachzudrehen ist, müssen die Zähne aufs genaueste nachgeschliffen werden.

Das vorgeschruppte, gehärtete Rad mit der nötigen Stoffzugabe an den Flanken wird wie bei der Zahnradfräsmaschine einzeln oder zu mehreren auf den Dorn des Teilkopfes gespannt. Die Formscheibe sitzt auf der kreisenden Spindel des Schleifschlittens (Abb. 738 und 739), der wie der Stößel einer Hobelmaschine eine hin- und hergehende Bewegung macht. Hierdurch geht das Schleifrad zwischen den Zähnen des zu schleifenden Rades hin und her und schleift sowohl die beiden Flanken als auch den Zahngrund. Nach jedem Rücklauf wird nach dem Teilverfahren eine andere Zahnücke selbsttätig vor die Schleifscheibe gestellt.

Um Zähne von größter Genauigkeit schleifen zu können, wird die Scheibe  $S$  vor jedem Schliff durch ein Schaltwerk tiefer gestellt und auf die genaue Lückenform nachgedreht. Zu Beginn des Vorlaufs hält nämlich der Stößel  $S_1$  kurze Zeit an. Die Scheibe kreist zwischen 3 Diamanten  $A$ , die sie nach Lehren aufs genaueste nachdrehen. Sind so alle Zähne vorgeschliffen, so wird die Scheibe nochmals genau nachgedreht und das Zahnrad fertig geschliffet.

Das Wälzverfahren hat den Vorzug einer einfachen Schleifscheibe, deren Rand auf die Form der schrägen Evolventenzahnstange abgedreht wird. Die Zahnform entwickelt sich selbsttätig durch Abwälzen mit dem üblichen Eingriffswinkel von  $15^\circ$ . Die theoretische Grundlage ist dieselbe wie beim Stoßwälzverfahren in Abb. 899, nur ist der Stoßmeißel durch das Schleifrad zu ersetzen. Soll sich das Flanken-

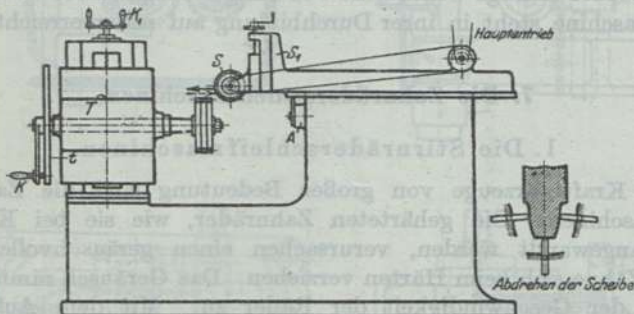


Abb. 738 und 739. Plan einer Stirnräderschleifmaschine.

stück  $OA$  auf der Schleifscheibe abwälzen, so muß das Rad um den Bogen  $aA$  nach links gedreht und um die Strecke  $aA_1$  nach rechts verschoben werden.

Die Reinecker-Stirnräderschleifmaschine (Abb. 740 und 741) arbeitet nach dem Wälzverfahren. Das Schleifrad sitzt am Stößelkopf. Es wird durch ein Gurtband vom Deckenvorgelege angetrieben. An der Schutzhaube ist die Abdrehvorrichtung angebracht. Nach Bedarf werden die 3 Diamantspitzen am Rand der Scheibe vorbeigeführt und die genaue Zahnform wieder hergestellt. Der Arbeiter hat hierzu nur 3 Schrauben zu drehen. Die Diamanten selbst sind zum Nachstellen in feingängigen Schrauben gehalten. Der Stößel empfängt die hin- und hergehende Bewegung von einer Kurbelschwinge. Das gehärtete Rad wird auf den Aufspanndorn gesteckt, der am Gegenende die Wälz- und Teilvorrichtung trägt und für den Vorschub auf einem Querschlitzen gelagert ist. Die Wälzvorrichtung besteht in einem Rollzylinder, der nach Abb. 875 mit 2 Stahlbändern aufgehängt ist. Wird der Querschlitzen durch das Klinkwerk und die Wechselräder um den Vorschub geschaltet, so erzeugen die Stahlbänder mit dem Rollzylinder

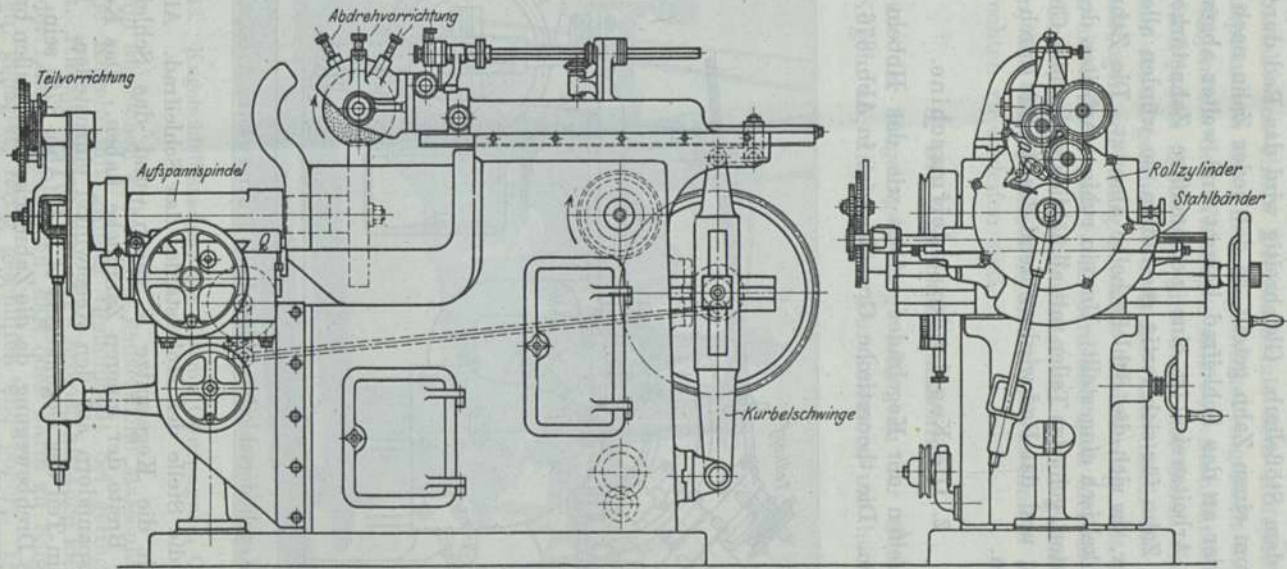


Abb. 740 und 741. Stirnräderschleifmaschine J. E. Reineker, A. G., Chemnitz.

ein Wälzen der Zahnflanken auf der Schleifscheibe. Der Vorschub erfolgt nach jedem Stößelhub. Gleichzeitig wird das Rad durch die Teilvorrichtung um einen Zahn geteilt, so daß jeder Zahn nach einer Umdrehung wieder an das Schleifrad kommt und weiter abgewälzt wird. Durch diese Arbeitsweise ist eine gleichmäßige Zahnstärke gesichert. Würde jeder Zahn für sich fertig geschliffen, so würden alle folgenden Zähne stärker, da sich die Schleifscheibe abnutzt. Die Zahntiefe wird mit dem Winkeltisch eingestellt. Um ein ruhiges Arbeiten der Maschine zu gewährleisten, geht das Teilen mit allmählich steigender Geschwindigkeit vor sich, und das Rad wird während des Schliffs durch ein Ankerwerk gehalten.

## 2. Die Kegelhäderschleifmaschine.

Das Schleifen der Kegelhäders erfolgt wie das Hobeln nach dem Wälzverfahren. Die theoretische Grundlage ist in Abb. 876 behandelt,

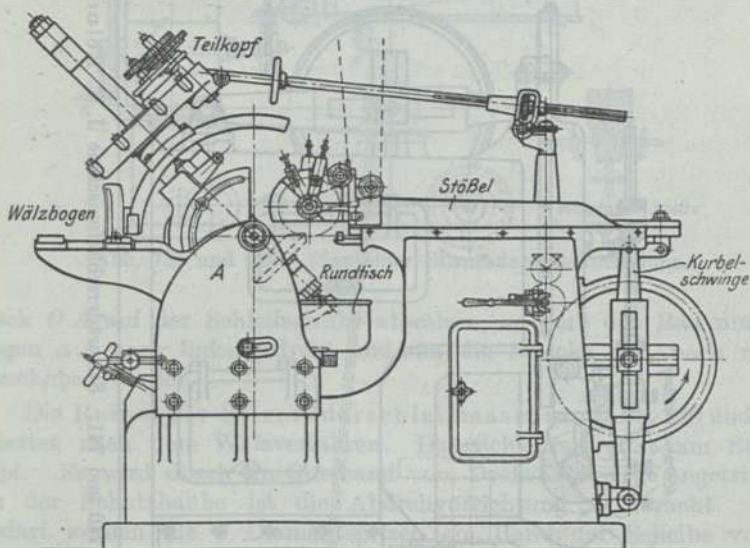


Abb. 742. Kegelhäderschleifmaschine J. E. Reinecker, A. G., Chemnitz.

nur tritt an die Stelle des Hobelstahles das Schleifrad. Alle Schlitze müssen durch die Kegelspitze *A* gehen, und das Schleifrad darf höchstens die Breite der inneren Zahnücke haben. Das Kegelhäder ist mit dem Aufspanndorn auf den Kegelhäderwinkel einzustellen. Der Wälzbogen muß ein Teil des Gegenkegels *ADE* (Abb. 876) sein. Der Vorschub ist eine Drehbewegung, da die Zahnücke nach außen breiter wird. Der Hauptunterschied zwischen der Stirnräders- und Kegelhäderschleif-



maschine liegt daher in der Aufspannvorrichtung des Kegelrades (Abb. 742). Sie besteht aus einem Drehtisch mit dem Aufspannkasten, an dem der Aufspanndorn unter dem Kegelwinkel eingestellt wird. Er trägt wieder am Gegenende den Wälzbogen mit den Stahlbändern und dem Teilkopf. Nach jedem Stößelhub wird auch hier durch ein Klinkwerk der Drehtisch etwas geschaltet und das Rad durch die Stahlbänder und den Rollbogen ein wenig gewälzt. Gleichzeitig teilt der Teilkopf das Rad um einen Zahn weiter. Es wird also auch hier an jedem Zahn nach einer Umdrehung des Rades wieder ein Schliff gemacht. Nur ist zu beachten, daß bei Kegelrädern erst sämtliche linken Flanken und dann alle rechten zu schleifen sind.

### 8. Die Kugelschleifmaschine.

Die Güte der Kugellager hängt sehr von der Genauigkeit der einzelnen Kugeln ab, die in ihren Durchmessern um höchstens 0,001

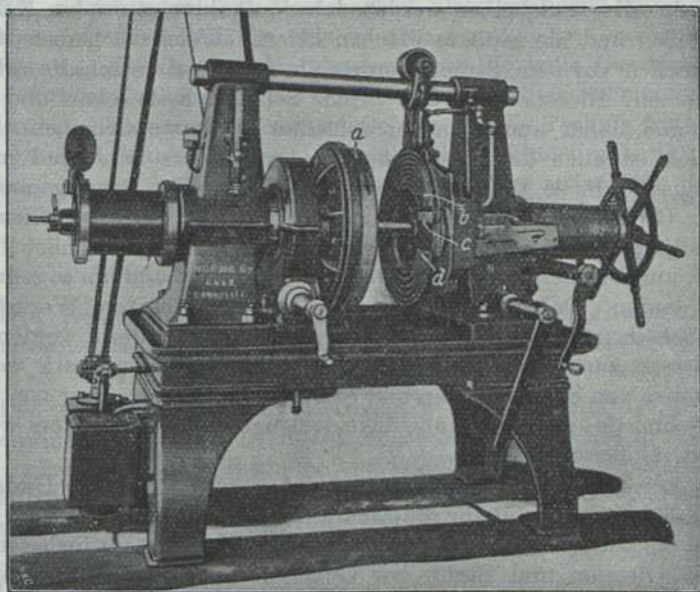


Abb. 743. Kugelschleifmaschine der Norma Compagnie, Cannstatt.

bis 0,002 mm abweichen sollen. Die neuzeitliche Massenherstellung ist bestrebt, die Kugeln mit größter Genauigkeit bei geringstem Abfall herzustellen. Hierzu werden von der Chromstahlstange kleine Zylinder von passender Länge abgestochen, kalt oder warm zu Kugeln gepreßt, vorgeschliffen, gehärtet, fertig geschliffen und poliert. Das Schleifen der Kugeln fällt der Kugelschleifmaschine zu.

Eine sinnreiche Lösung dieser Aufgabe ist mit der Kugelschleifmaschine von Hirth & Hoffmann in Cannstatt gefunden (Abb. 743). Die Maschine hat eine Schleifscheibe *a*, die um eine wagerechte Achse kreist. Als Kugelspeicher dient die Metallscheibe *b* mit gleichlaufenden Rillen. Die Kreisrillen werden mit Kugeln gefüllt, die zwischen den zusammengeschobenen Scheiben *a* *b* gehalten werden. Beim Schleifen wird die Kugel nach jedem Umlauf der Maschine von dem Finger *c* aufgefangen, in einen Kugelmischer und von hier bei *d* in die nächste Rille geleitet. Jede Kugel muß daher sämtliche Rillen durchlaufen, dabei wird sie allmählich auf die vorgeschriebene Größe heruntergeschliffen. Das Polieren erfolgt in Trommeln.

#### Die Auswahl der Schleifräder<sup>1)</sup>.

Zum Schluß noch einige Worte über die Wahl der Schleifräder. Als Grundregel gilt: Je fester die Korundkörnchen in die Scheibe eingebunden sind, um so länger bleiben sie haften und um so stumpfer werden sie. Harte Scheiben werden daher mit ihren stumpfen Körnern leicht reißen und nie saubere Flächen liefern. Weiche Scheiben stoßen die Körnchen vor dem Stumpfwerden ab, so daß stets scharfe arbeitsbereit stehen. Hieraus folgt, daß weiche Scheiben stets scharf und rund bleiben und daher auch genauer schleifen als harte Scheiben. Sehr wesentlich ist auch die Korngröße. Je gröber das Schleifrad in der Körnung ist, um so tiefer kann im allgemeinen der Span genommen werden. Grobkörnige Scheiben sind daher mehr fürs Grobschleifen und feinkörnige mehr fürs Schlichten geeignet. Je zarter die Schlichtfläche sein soll, um so feiner muß das Rad angestellt werden und um so schneller muß es laufen. Dabei ist noch zu beachten, daß härtere Werkstücke weiche Scheiben erfordern, weil die Körnchen früher stumpf werden und infolgedessen auch schneller abzustoßen sind. Besonders stark werden die Scheiben von Schmiedeeisen und Stahl angegriffen, weniger von Gußeisen. Schmiede- und Stahlgußstücke verlangen daher besonders weiche Scheiben, Gußeisen weniger.

Die Leistung eines Schleifrades wächst natürlich mit der Umfangsgeschwindigkeit, weil mit ihr die scharfen Körnchen schneller zum Eingriff und die stumpfen rascher ausgestoßen werden. Dies gilt insbesondere für Schmiedeeisen und Stahl, bei Gußeisen hat die Geschwindigkeit weniger Einfluß. Die beste Leistung erzielt man mit 30 m Umfangsgeschwindigkeit i. d. Sek.

Die Umfangsgeschwindigkeit des Werkstückes soll nicht zu groß sein, weil sonst die Flächeneinheit des Schleifrades zu sehr belastet wird. Sie ist vom Tischvorschub abhängig. Für Werkstücke von etwa 150 mm Durchmesser aus Schmiedeeisen und Stahl sei die Umfangsgeschwindigkeit 12 bis 15 m i. d. Min., bei schwächeren Stücken, z. B.

<sup>1)</sup> Pockrandt, Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1910. S. 1775.

50 mm Durchmesser, nur 9 bis 12 m i. d. Min., bei Gußeisen ist eine etwas höhere Geschwindigkeit zulässig.

Der Vorschub bei einer Umdrehung des Werkstückes soll nicht zu klein sein, für Schmiedeeisen und Stahl etwa  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der Scheibenbreite, für Gußeisen etwa  $\frac{3}{4}$  bis  $\frac{5}{6}$ . Wirtschaftlicher ist es, das Werkstück etwas langsamer laufen zu lassen und den Vorschub größer zu nehmen.

## 5. Die Gewindeschneidmaschinen.

Die Gewindeschneidmaschinen dienen zur massenweisen Herstellung der Gewinde an Schrauben und Muttern.

### Die Gewindedrehbank.

Die Drehbank kann auch für das Gewindeschneiden benutzt werden (S. 134), sie ist jedoch für Massenarbeit nicht genügend durchgebildet und zu wenig leistungsfähig. Sie ist eine vorzügliche Gewindeschneidmaschine für Einzelarbeit, sie verlangt aber die volle Geschicklichkeit eines gelernten Drehers, der das Gewinde mit mehreren Schnitten herauszuholen hat. Aber auch auf diesem Gebiete hat die Technik Fortschritte gemacht. Wie bereits bekannt, vollzieht die Gewindedrehbank (S. 136) alle Bewegungen des Werkstückes und des Stahles selbsttätig und setzt sich nach dem letzten Schnitt auch von selbst still.

### Die Revolverbank.

Die Revolverbank mit Patronen-Werkzeughalter ist für das massenweise Gewindeschneiden schon weit praktischer als die Drehbank; sie bietet in dieser Ausstattung eine große Vervollkommnung.

Der Grundgedanke des Patronen-Werkzeughalters ist dem Gewindeschneiden auf der Drehbank entnommen. Bei diesem Verfahren wird bekanntlich der Gewindeschneidstahl bei jeder Umdrehung des Schraubenbolzens um die Steigung des Gewindes vorgeschoben. Den betreffenden Vorschub erzeugt der Patronen-Werkzeughalter (Abb. 744 und 745) unmittelbar durch Schraube und Mutter, also ohne Wechselräder.

Die Schraube sitzt hierzu als Patrone auf dem Schwanzende der Arbeitsspindel und die Mutter an dem hinteren Arm des Werkzeughalters. Beide müssen daher für die verschiedenen Gewindesteigungen auszuwechseln sein. Der Schneidstahl ist in den vorderen Stahlhalter gespannt, der an dem Kopf der verschiebbaren Welle *w* sitzt. Durch diese handliche Anordnung von Patrone Mutter und Stahl entsteht folgende Arbeitsweise: Sobald die Bank läuft, erteilt die Mutter dem Werkzeughalter und hiermit dem Schneidstahl einen Vorschub von der



und für das Zurückschnellen des Werkzeughalters muß  $c$  gegen das hintere Lager stoßen. Hierzu ist der Stelling  $c$  vor dem hinteren Lager festzuklemmen. Um dies zu vereinfachen, ist meist an beiden Lagern ein Stelling vorgesehen. Von ihnen ist, sobald die Maschine vom Spindelstock weg arbeitet, der vordere Ring zu lösen und der hintere auf  $w$  festzuklemmen.

Für das vorherrschende Arbeiten von der Stange besitzt die Revolverbank einen ausgebildeten Stangenvorschub. Er ist derart eingerichtet, daß die Rohstange mit einem Handrade vorgeschoben und wieder festgeklemmt werden kann, wobei die gleichen Arbeitslängen durch einen Anschlag am Revolverkopf einzustellen sind (Abb. 225). Die ähnliche Einrichtung hat auch der Pittler-Revolver in Abb. 256 u. f. Die Räder 1, 2', 3' treiben die Patrone  $P$ , in die mit dem Führungsarm die Gewindebacke eingelegt wird. Den Gewindestrahler spannt man in den Hebel  $a_1$ , der sich am Führungshebel  $a_2$  genau einstellen läßt.

Kürzere Gewinde können auch mit der im Revolverkopf eingespannten Kluppe geschnitten werden (Abb. 266).

### Die selbsttätige Revolverbank.

Die selbsttätige Revolverbank hat als Schraubendrehbank und Gewindeschneidmaschine ein großes Arbeitsfeld in der Massenherstellung erobert. Sie vollzieht bekanntlich alle Bewegungen selbsttätig, die nötig sind, um aus der Rohstange eine Formschraube herzustellen (S. 180).

### Die Schraubenschneidmaschinen.

Die Schraubenschneidmaschinen sind entweder für Bolzengewinde oder für Muttergewinde eingerichtet. Die Werkzeuge der ersteren sind die Gewindeschneidbacken einer Schneidkluppe, die der letzteren die Gewindebohrer.

Die Benutzung einer Schneidkluppe gestattet bei den Bolzenschneidmaschinen zwei Arbeitsweisen. Bei ihnen kann entweder das Werkzeug die Hauptbewegung vollziehen und das Werkstück den Vorschub oder auch umgekehrt. Für die erste Arbeitsweise ist die Schneidkluppe an dem Spindelstock unterzubringen, für die letzte in dem Spannstock. In gleicher Weise ist auch die Mutternschneidmaschine einzurichten, nur ist die Schneidkluppe durch den Gewindebohrer zu ersetzen.

Die erste Arbeitsweise ist in Abb. 746 gewählt. Die Schneidbacken sitzen hier in dem kreisenden Schneidkopf des Spindelstockes. Der Schraubenbolzen wird in den schraubstockartig ausgebildeten Spannstock gespannt. Der Betrieb einer derartigen Maschine erfordert demnach, daß man den Spannstock mit dem Bolzen so lange dem Schneidkopf zuschiebt, bis die kreisenden Schneidbacken das weitere Vorschieben selbst übernehmen. Nach vollendetem Schnitt ist der Spindelstock umzusteuern, damit die Maschine den Spannstock so weit zurückschiebt,

bis der Schneidkopf den Bolzen freigibt. Dieser Rücklauf verursacht nicht nur Zeitverluste sondern auch eine starke Abnutzung der Schneidbacken. Bessere Maschinen haben daher einen sich selbst auslösenden Schneidkopf. Durch die Selbstauslösung geben die Schneidbacken den Bolzen nach beendetem Schnitt zwangsläufig frei, so daß der Spannstock von Hand zurückgezogen werden kann.

Ein weiteres Bestreben zielt bei den Schraubenschneidmaschinen auf genauere Arbeit hin, indem der Schneidkopf von dem Vorschieben des Spannstockes entlastet wird. Diese Aufgabe ist bei größeren Maschinen durch eine Leitspindel gelöst, die den Spannstock vorschiebt. Hierdurch wird nicht nur genaueres Gewinde erreicht, sondern auch

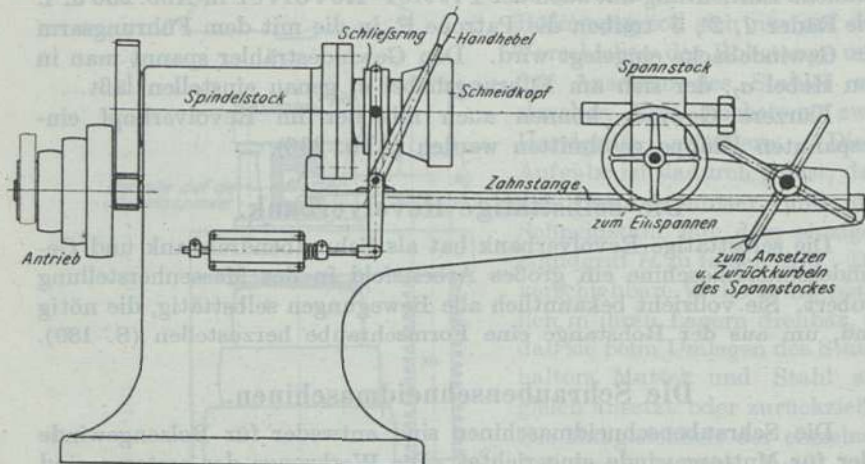


Abb. 746. Plan einer Schraubenschneidmaschine.

die Schneidbacken werden entlastet. Der Schneidkopf hat daher nur den Schnitt, nicht aber den Vorschub zu übernehmen. Das Zurückkurbeln des Spannstockes ist hierbei durch ein Mutterschloß ermöglicht, das mit dem Schneidkopf geöffnet wird.

Neuere Schraubenschneidmaschinen sind noch weiter durchgebildet. Sie lösen nicht nur den Schneidkopf sondern auch die Leitspindelmuttern selbsttätig aus und lassen beide durch einen Handhebel gleichzeitig wieder schließen (Abb. 747).

### Die Gewindegewindeschneidköpfe.

Der wichtigste Einzelteil der Schraubenschneidmaschine ist der bereits erwähnte Schneidkopf. Er ist entweder mit dem Spindelstock verschraubt — kreisender Schneidkopf — oder im Spannstock untergebracht — feststehender Schneidkopf.

Ein kreisender Schneidkopf ist in den Abb. 748 bis 750 dargestellt.

Seine Werkzeuge sind die vier Schneidbacken *m*, die von vorn in den rohrförmigen Grundkörper eingesetzt und in ihm durch die Stirnscheibe *a* gehalten werden. Diese Verbindung ermöglicht, das Gewinde bis dicht an den Schraubenkopf zu schneiden. Die Hauptaufgabe ist nun, die vier

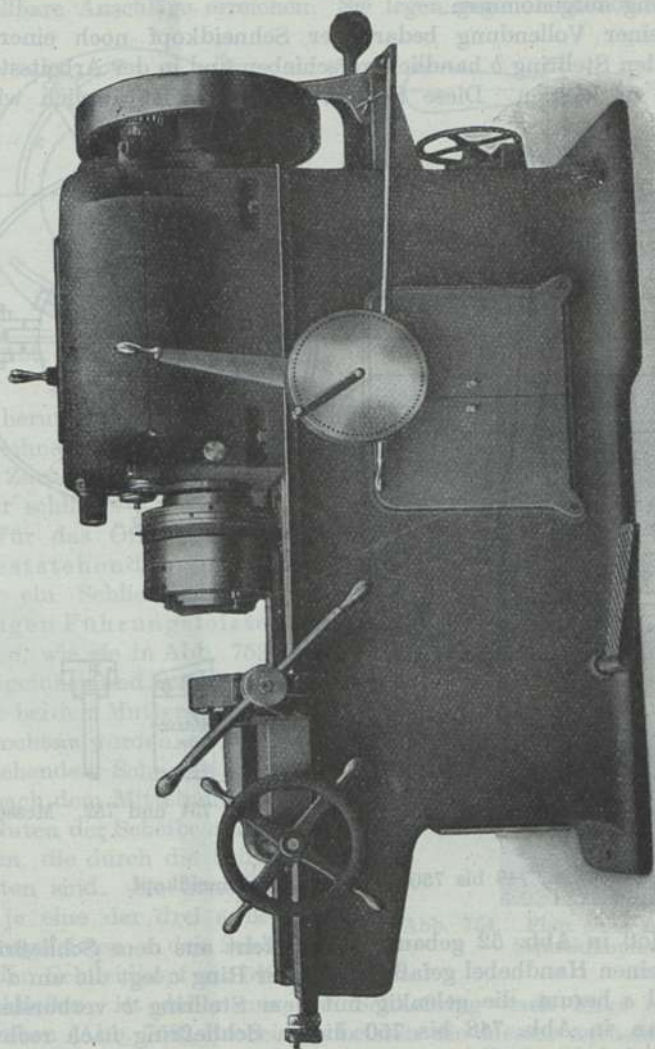


Abb. 747. Selbsttätige Gewindeschneidmaschine mit Stufenraderantrieb für 10 Geschwindigkeiten.  
Gust. Wagner, Reutlingen.

Schneidbacken gleichzeitig ansetzen und wieder zurückziehen zu können. Sie ist bei dem gezeichneten Schneidkopf durch den verschiebbaren Stelling *b* gelöst, der vier schräglauende Führungsnuten hat. In den Nuten sind die vier Messer mit gehärteten Stahlkappen *k* (Abb. 751 und 752) geführt, so daß zum Öffnen und Schließen des Schneidkopfes

nur der Stellung *b* zu verschieben ist. Schiebt man *b* nach links, so werden sämtliche Backen durch ihre schräge Führung zugleich angesetzt und beim Zurückziehen von *b* wieder ausgelöst. Der Arbeitsdruck der einzelnen Messer wird durch die Stahlkappe und das gehärtete Futter der Führung aufgenommen.

Zu seiner Vollendung bedarf der Schneidkopf noch einer Vorrichtung, den Stellring *b* handlich verschieben und in der Arbeitsstellung festhalten zu können. Diese Schließvorrichtung ist ähnlich wie das

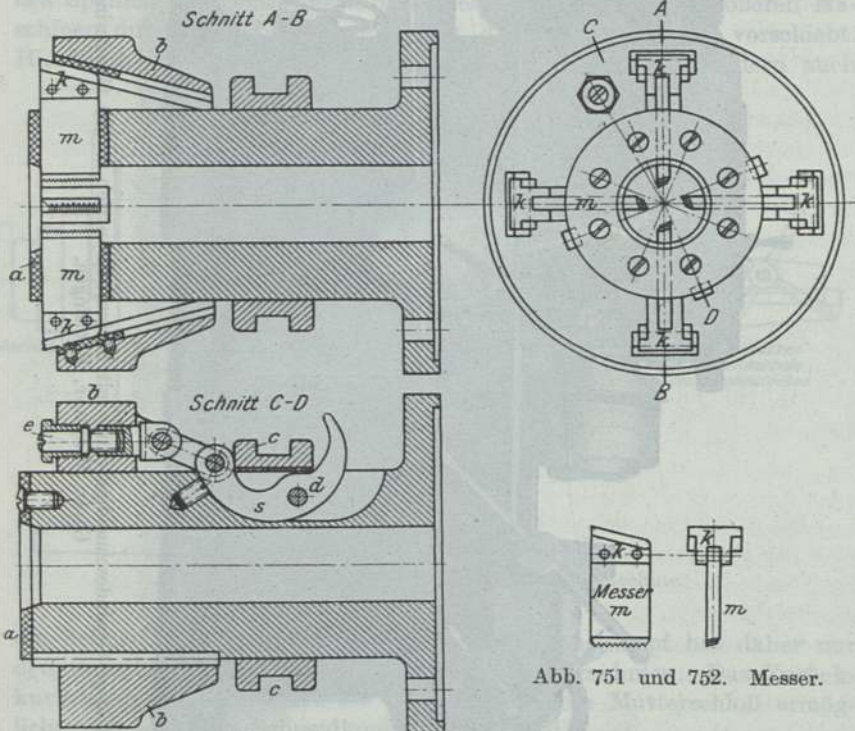


Abb. 748 bis 750. Kreisender Schneidkopf.

Abb. 751 und 752. Messer.

Kuppelschloß in Abb. 52 gebaut. Sie besteht aus dem Schließring *c*, der durch einen Handhebel gefaßt wird. Der Ring *c* legt die um *d* drehbare Sichel *s* herum, die gelenkig mit dem Stellring *b* verbunden ist. Schiebt man in Abb. 748 bis 750 diesen Schließring nach rechts, so zieht die Sichel den Stellring zurück, der den Schneidkopf zwangsläufig öffnet. Beim Verschieben nach links drückt die Sichel den Stellring wieder vor, der den Kopf wieder schließt. Die Verriegelung des Schneidkopfes bewirkt ebenfalls die Sichel *s*. Sie ist in ihrer Form so gehalten, daß der Kopf sich nicht auslösen kann, bevor der Schließring verschoben



wird. Die Tiefe des Schnittes kann durch die Stellschraube *e* eingestellt werden, wobei sich die Endstellungen des Stellringes etwas ändern.

Die Selbstausrückung eines derartigen Schneidkopfes läßt sich durch verstellbare Anschläge erreichen. Sie legen gegen Hubende ein Hebel-

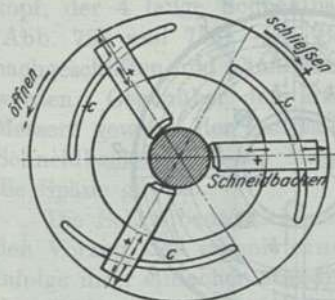


Abb. 753. Schließring.

werk herum, durch das die Maschine den Schneidkopf selbst auslöst und beim Zurückziehen des Spannstockes wieder schließt.

Für das Öffnen und Schließen des feststehenden Schneidkopfes kann ein Schließring mit außerachsigen Führungsleisten benutzt werden, wie sie in Abb. 753 und 754 durchgeführt und bereits in ähnlicher Weise bei dem Mutterschloß (Abb. 157) besprochen worden sind. Bei dem feststehenden Schneidkopf sitzen in den nach dem Mittelpunkt verlaufenden Nuten der Scheibe *a* drei Schneidbacken, die durch die Stirnscheibe *b* gehalten sind. Sie fassen mit einer Nut je eine der drei außerachsigen Führungsleisten *c* des Schließringes.

Um den Schneidkopf zu öffnen oder zu schließen, ist daher nur der Schließring nach links oder rechts zu drehen (Abb. 753), wobei die Leisten die Messer zurückziehen oder ansetzen. Der Schneidkopf sitzt bekanntlich an dem Spannstock und wird mit ihm durch eine Leitspindel vorgeschoben. Der Schraubenbolzen ist in dem Spannfutter des Spindelstockes festgespannt und erhält von ihm die Hauptbewegung.

Der vorstehende Schließring läßt sich auch bei dem kreisenden

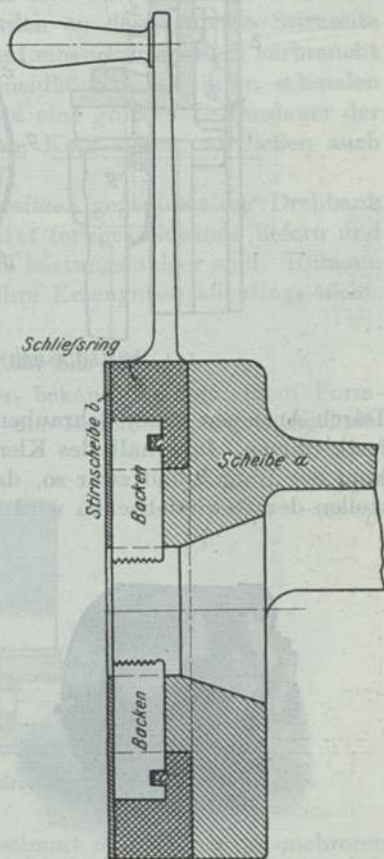


Abb. 754. Plan eines feststehenden Schneidkopfes.

Schneidkopf verwenden (Abb. 755 und 756). Die 4 Gewindebacken *b* werden auch hier von dem Schließring *d* mit den außerachsigen Leisten *c* gefaßt. Neben dem Schließring *d* sitzt der Klemmring *e* mit den Bogennuten *f*, durch die die beiden Schrauben *g* des Schließringes fassen.

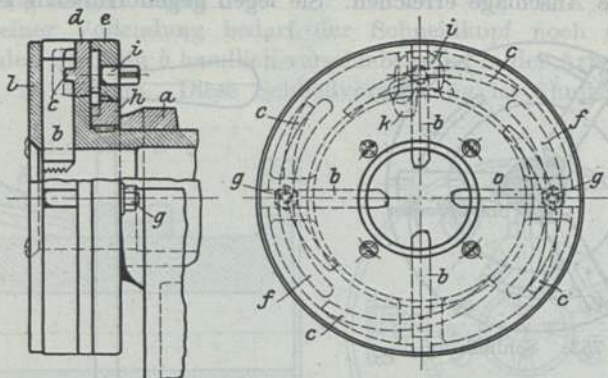


Abb. 755 und 756. Kreisender Schneidkopf.

Durch Anziehen dieser Schrauben *g* lassen sich daher die Ringe *d* und *e* festklemmen. Innerhalb des Klemmrings *e* sitzt fest auf dem Schneidkopf der Ring *h* und zwar so, daß sich *e* um *h* drehen läßt. Das Einstellen der Gewindebacken wird mit dem Daumen *i* vorgenommen, der



Abb. 757. Landis-Gewindeschneidkopf.



Abb. 758. Schneidbacke.

in eine Zahnücke *k* des feststehenden Ringes *h* greift. Die Form des Daumens und der Lücke ist so gewählt, daß der Daumen in den Endstellungen als Sperre zwischen den Ringen *e* und *h* wirkt. Ist nun der Ring *d* eingestellt und der Klemmring *e* mit *g* festgeklemmt, so kann durch Drehen des Daumens *i* der Schneidkopf immer auf denselben Schnittdurchmesser eingerückt werden.

Eine gewisse Bequemlichkeit bietet der Schneidkopf noch beim Auswechseln der Gewindebacken *b*. Werden nämlich die Klemm-

schrauben  $g$  gelöst und der Schließring  $d$  so weit gedreht, daß die Backen  $b$  hinter den höchsten Stellen der Leisten  $c$  stehen, so können sie nach Lüften der Stirnscheibe  $l$  nach außen herausgezogen werden, ohne  $l$  ganz abnehmen zu müssen.

Eine bemerkenswerte Bauart hat auch der Landis-Gewindeschneidkopf, der 4 lange Schneidbacken nach Art der Gewindestrehler hat (Abb. 757 und 758). Die Backen werden an der vorderen Stirnseite nachgeschliffen und können daher bis auf einen kurzen Rest verbraucht werden. Gegenüber den anderen Schneidköpfen mit ihren schmalen Messern gewährt der Landis-Schneidkopf eine größere Lebensdauer der Schneidbacken. Da die Messer vor dem Kopf sitzen, so fließen auch die Späne gut ab.

Die Schraubenschneidmaschinen besitzen gegenüber der Drehbank den Vorzug, daß sie mit einem Schnitt fertiges Gewinde liefern und infolge ihrer einfachen Handhabung viel leistungsfähiger sind. Höheren Ansprüchen auf Genauigkeit genügen ihre Erzeugnisse allerdings nicht.

### Die Gewindefräsmaschinen.

Die Gewindefräsmaschinen arbeiten bekanntlich mit einem Formfräser und schneiden mit einem Gang der Maschine fertiges Gewinde.

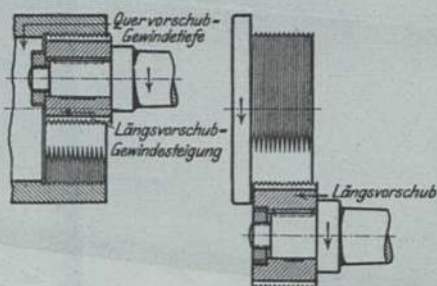


Abb. 759 und 760. Gewindefräsen mit Rillenfräser.

Sie sind ebenfalls für Massenarbeit bestimmt und können zu mehreren Maschinen von einem Arbeiter bestellt werden (S. 330).

Eine besondere Art ist das Gewindefräsen mit dem Rillenfräser (Abb. 759 und 760). Dieses Werkzeug hat Rillen, die in ihrer Zahl der Gangzahl und in ihrer Form dem Querschnitt des zu fräsierenden Gewindes entsprechen, aber ohne Steigung verlaufen. Man kann den Rillenfräser gewissermaßen als kreisenden Gewindestrehler auffassen. Er kann Außen- und Innengewinde schneiden und ist nur entsprechend an das Werkstück anzustellen.

Das Gewindefräsen mit dem Rillenfräser verlangt von der Arbeitsweise der Maschine (Abb. 761), daß das Werkzeug die kreisende Haupt-

bewegungsführt. Hierzu sitzt es auf der Frässpindel, die mit dem rechten Frässchlitten angestellt wird. Das Werkstück muß mit dem Fräser gleich oder entgegengesetzt kreisen und auf ihm seinen äußeren oder inneren Mantel abwälzen. Diese Bewegung wird dem Werkstück von dem linken Spannstock erteilt. Soll nun die Maschine mit einem Umlauf

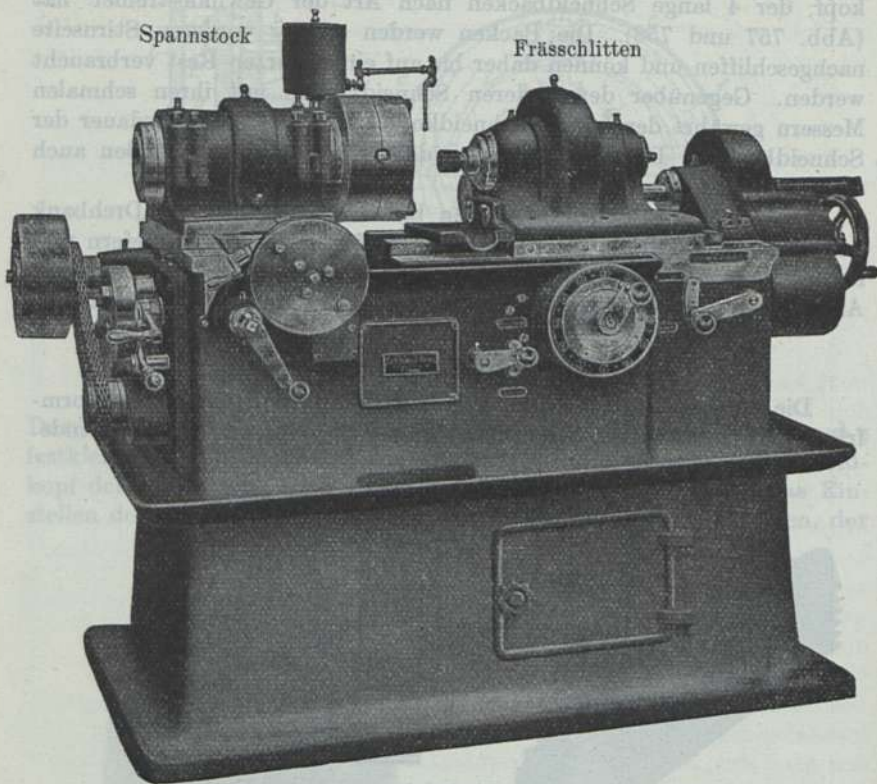


Abb. 761. Gewindefräsmaschine. Karl Hasse & Wrede, Berlin N.

fertiges Gewinde fräsen, so muß der Frässchlitten den Fräser in der Längsrichtung vorschieben und der Spannstock das Werkstück um die Gewindetiefe quer.

Das Verfahren liefert praktisch brauchbares Gewinde für Geschosse u. dgl.

### Die Gewinderollmaschinen.

Beim Gewinderollen wird das Gewinde unter Druck auf den Bolzen aufgerollt, der daher aus dehnbarem Stoff bestehen muß. Das Verfahren ist also kein Gewindeschneiden sondern ein Druckverfahren, das auf der

Dehnbarkeit beruht und keine Späne erzeugt. Als Werkzeuge dienen 2 Gewindebacken aus gehärtetem Stahl, die mit Rillen von dem Quer-



Abb. 762. Gewindebacken für Linksgewinde.



Abb. 763. Gewindebacken für Rechtsgewinde

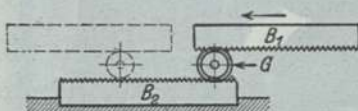


Abb. 764. Gewinderollen.

schnitt und der Steigung des zu schneidenden Gewindes versehen sind (Abb. 762 und 763). Die beiden Backen  $B_1$  und  $B_2$  (Abb. 764) werden

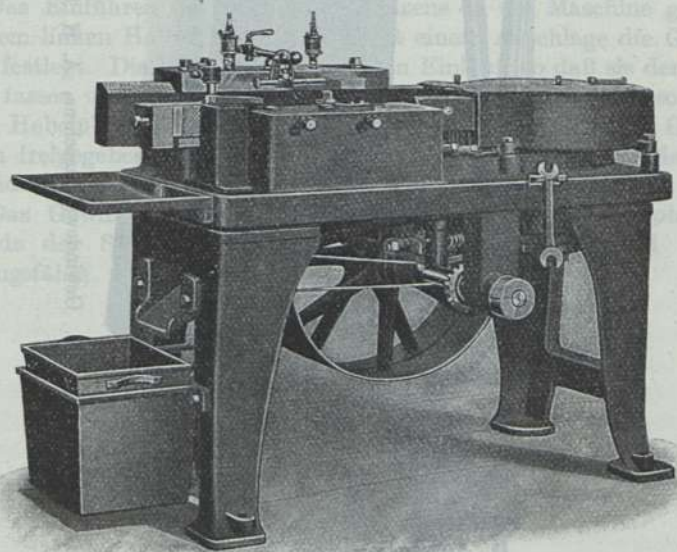


Abb. 765. Gewinderollmaschine. A. H. Schütte, Köln-Deutz.

unter Druck übereinander gerollt, so daß sich die Zähne in den zwischen den Platten rollenden Bolzen  $G$  eindrücken und so das Gewinde aufrollen.

Diese Arbeitsweise ist in der Gewinderollmaschine (Abb. 765) da-

durch verkörpert, daß der Backen  $B_2$  festgespannt ist. Der bewegliche Backen  $B_1$  sitzt in einem Schlitten, der von der Maschine durch eine

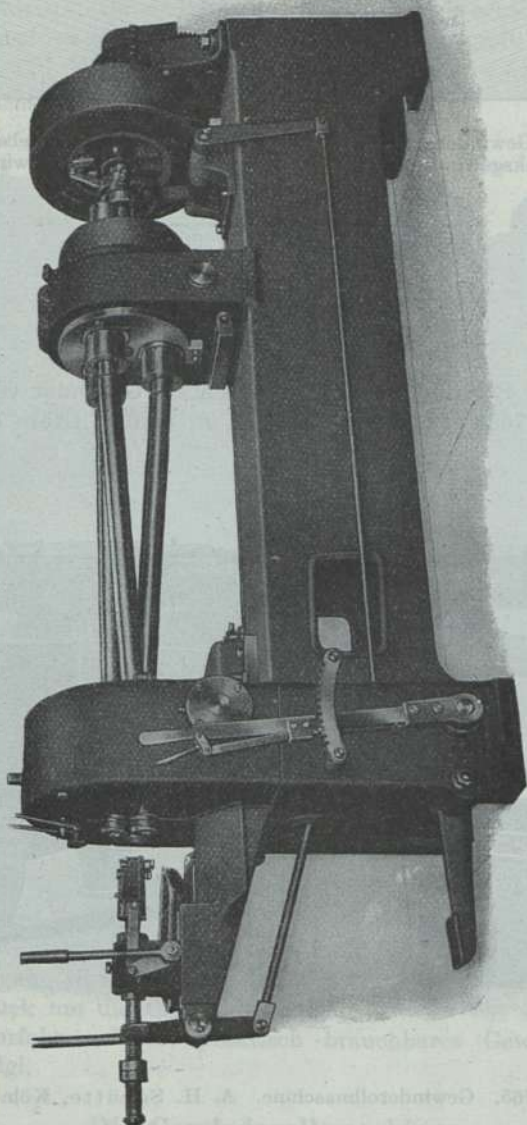


Abb. 766. Gewindewalzmachine. A. H. Schütte, Köln-Deutz.

Schwinge vor der festen Gewindeplatte hin- und herbewegt wird. Zwischen beide Backen steckt der Arbeiter den Bolzen, der selbsttätig hindurchgerollt wird und als fertige Schraube in einen Sammelkasten fällt.

Die wichtigste Bedingung für genaues Gewinde ist, daß die Bolzen in dem Augenblick eingesteckt werden, in dem die Gewindespitzen von  $B_1$  dem Gewindegrund von  $B_2$  gegenüberstehen, damit nach einer halben Umdrehung des Bolzens die von  $B_1$  erzeugten Gänge mit den von  $B_2$  herrührenden zusammentreffen.

Da der Stoff durch die Backen in die Rillen hochgewalzt wird, muß der Bolzendurchmesser gleich dem mittleren Gewindedurchmesser sein. Für das Gewinderollen sind Bolzen aus weichem, gebeiztem Stahl am besten geeignet. Höheren Ansprüchen auf Genauigkeit genügt das Gewinderollen nicht, dagegen ist es sehr leistungsfähig.

### Die Gewindewalzmaschinen.

Bei dem Gewindewalzen wird der Bolzen durch 3 Kaliberwalzen gefaßt (Abb. 766) und in ihrer Längsrichtung durch die Maschine hindurchgezogen. Die Kaliber entsprechen dem Gewindequerschnitt und walzen dadurch das Gewinde auf den Bolzen auf. Bei dem Gewindewalzen wird daher der Bolzen in seinem Gefüge verdichtet und in seiner Länge gestreckt, so daß er entsprechend kürzer sein muß

Das Einführen des rotwarmen Bolzens in die Maschine geschieht mit dem linken Halter, der zugleich mit einem Anschläge die Gewindelänge festlegt. Die Walzen haben spitzen Einlauf, so daß sie den Bolzen rasch fassen und hindurchziehen. Ist der Anschlag erreicht, so werden durch Hebelübertragung die Walzen geöffnet und die fertigen Gewindebolzen freigegeben. Beim Zurückziehen des Handhebels schließen die Gewindewalzen wieder zur Aufnahme des nächsten Bolzens.

Das Gewindewalzen eignet sich am besten für das grobe Holzgewinde der Schwellenschrauben, Isolatorstützen usw. und ist sehr leistungsfähig.

## Viertes Kapitel.

# Die Werkzeugmaschinen mit gerader Hauptbewegung.

In dem Wettbewerb mit der leistungsfähigen Fräsmaschine haben die Werkzeugmaschinen mit gerader Hauptbewegung, wie die Hobel- und Stoßmaschine, ein großes Arbeitsfeld eingeübt.

Diese Tatsache findet ihre Begründung in dem weniger leistungsfähigen, einschneidigen Werkzeug und der geraden hin- und hergehenden Hauptbewegung selbst. Mit ihr ist stets ein leerer Rücklauf verbunden, der für die Ausnutzung der Maschine tote Arbeitszeit bedeutet. Durch den beschleunigten Rücklauf läßt sich der Zeitverlust zwar abkürzen, doch sind der Beschleunigung Grenzen gesetzt, um den ruhigen Gang der Maschine nicht zu gefährden. Die stark zu beschleunigenden Massen erfordern nämlich nicht nur einen größeren Arbeitsaufwand der Maschine, sondern sie erzeugen auch bei jedem Hubwechsel Massenwirkungen

$\frac{M v^2}{2}$ , welche mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wachsen. Diese

Arbeitswucht der bewegten Massen, welche die Maschine bei jedem Auslauf des Hobeltisches abzubremfen und im nächsten Augenblick in entgegengesetzter Richtung wieder aufzubringen hat, verursacht in ihrem Gange Erschütterungen, die besonders bei dem beschleunigten Rücklauf stark auftreten und nur durch eine schwere Bauart zu bekämpfen sind (s. Zahlentafel VIII, S. 88). Sie setzen sowohl der Schnittgeschwindigkeit eine Grenze als auch vor allem der Beschleunigung des Rücklaufs.

Die größte Beschleunigung, die bisher für den Rücklauf der Hobelmaschine ausgeführt wurde, ist die achtfache Schnittgeschwindigkeit. Unter gewöhnlichen Verhältnissen bildet jedoch die vierfache Beschleunigung die Grenze, so daß von zehn Arbeitsstunden immer noch zwei Stunden verloren sind. Aus diesen Gründen erklärt sich auch das jüngste Bestreben der Technik, die Arbeitsmaschinen der geraden Hauptbewegung, wo angängig, durch solche mit kreisender zu ersetzen.

Trotz dieser Anbahnung sind und bleiben die Werkzeugmaschinen mit geradem Schnitt für viele Bedürfnisse der Metallbearbeitung noch



unentbehrlich. In besonderem Maße gilt dies von der Hobelmaschine, sobald es sich um eine höhere Genauigkeit der Arbeitsflächen handelt. Für viele Betriebe hat bekanntlich der Kampf zwischen Hobeln und Fräsen nur eine neue Arbeitsteilung gebracht: Schruppen auf der Fräsmaschine und Schlichten auf der Hobelmaschine. Auf dem letzten Arbeitsgebiet tritt auch die Schleifmaschine mit bestem Erfolg in den Wettbewerb.

## Die Hobelmaschinen.

Nach dem allgemeinen Grundgedanken arbeiten die Hobelmaschinen mit hin- und hergehender Hauptbewegung und mit geradem, ruckweisem Vorschub. Die Ausführung dieser beiden Bewegungen steht in einem wirtschaftlichen Zusammenhang mit der Größe des zu bearbeitenden Werkstückes.

Lange und schwere Werkstücke erfordern nämlich für den Hauptweg einen großen Arbeitsaufwand und ein Maschinenbett von mehr als der doppelten Länge des größten Arbeitsstückes. In den Gleitbahnen des Hobeltisches verursachen sie große Reibungswiderstände und bei dem beschleunigten Rücklauf übergroße Massendrücke. Die sich bewegenden, schweren Massen verlangen aber als Vorbedingung für ruhigen Gang Maschinen von schwerer und kostspieliger Bauart. Es wäre daher unwirtschaftlich, schweren Arbeitsstücken die Hauptbewegung zu geben.

Mit diesem Grundsatz steht die Arbeitsweise der Blechkanten- und Grubenhobelmaschinen (Abb. 906 und 908) in engster Beziehung. Bei ihnen hat das Werkzeug die Haupt- und Schaltbewegung, während das schwere Werkstück auf dem Bett festgespannt ist und keine Bewegung ausführt. Neuzeitlich eingerichtete Betriebe gehen sogar so weit, daß sie schwere Werkstücke auf eine ausgerichtete Grundplatte legen und die elektrisch betriebenen Werkzeugmaschinen heranfahren.

Getrennte Bewegungen sind daher nur wirtschaftlich bei Hobelmaschinen für Werkstücke bis Mittelgröße. Auf Grund dieser Erkenntnis vollzieht auch bei der Tischhobelmaschine das Werkstück die Hauptbewegung und der Hobelstahl den Vorschub. Hierzu wird das Arbeitsstück auf den beweglichen Hobeltisch gespannt und der Stahl in den steuerbaren Hobelschlitten. Der Hobeltisch erfährt durch sein Eigengewicht und durch die Belastung des Werkstückes einen ruhigen und sicheren Gang. Dieser Einfluß der Gewichte ist von besonderer Bedeutung bei dem Zahnstangenantrieb, bei dem der schräge Zahndruck den Tisch zu heben sucht. Auf diese Weise sichert die Hauptbewegung mittlerer Werkstücke jederzeit einen ruhigen Gang und demzufolge einen glatten Schnitt.

Bei kleineren Werkstücken gibt man am besten dem Stahl die Hauptbewegung und dem Arbeitsstück den Vorschub, weil diese Arbeits-

weise einen einfacheren Aufbau der Maschine zuläßt, wie dies das Kastenbett der Stößelhobelmaschine zeigt.

### 1. Die Tischhobelmaschine.

Die Kennzeichnung der Tischhobelmaschine (Abb. 767 bis 770) liegt in dem beweglichen Hobeltisch, der durch seinen Hin- und Hergang die einzelnen Schnitte verursacht.

Der Arbeitsbereich der Tischhobelmaschine erstreckt sich auf das Hobeln wagerechter, senkrechter und schräger Flächen.

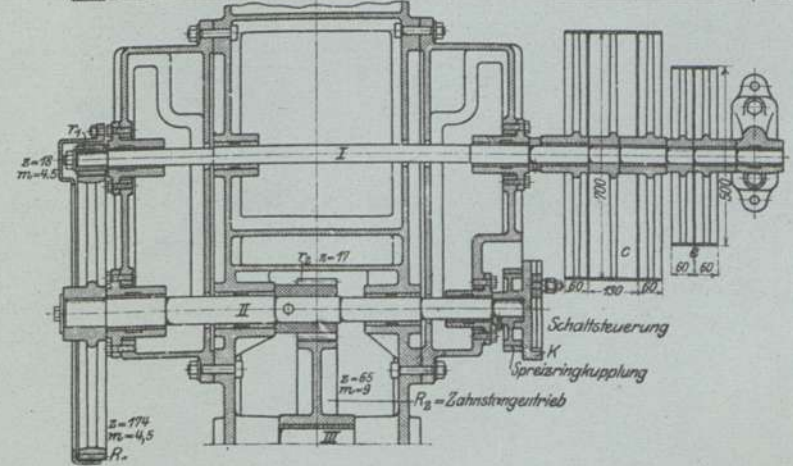
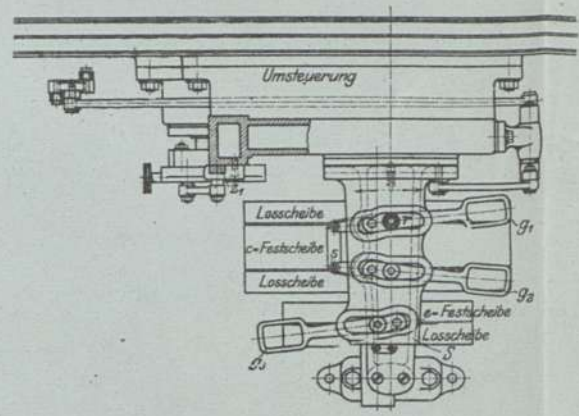
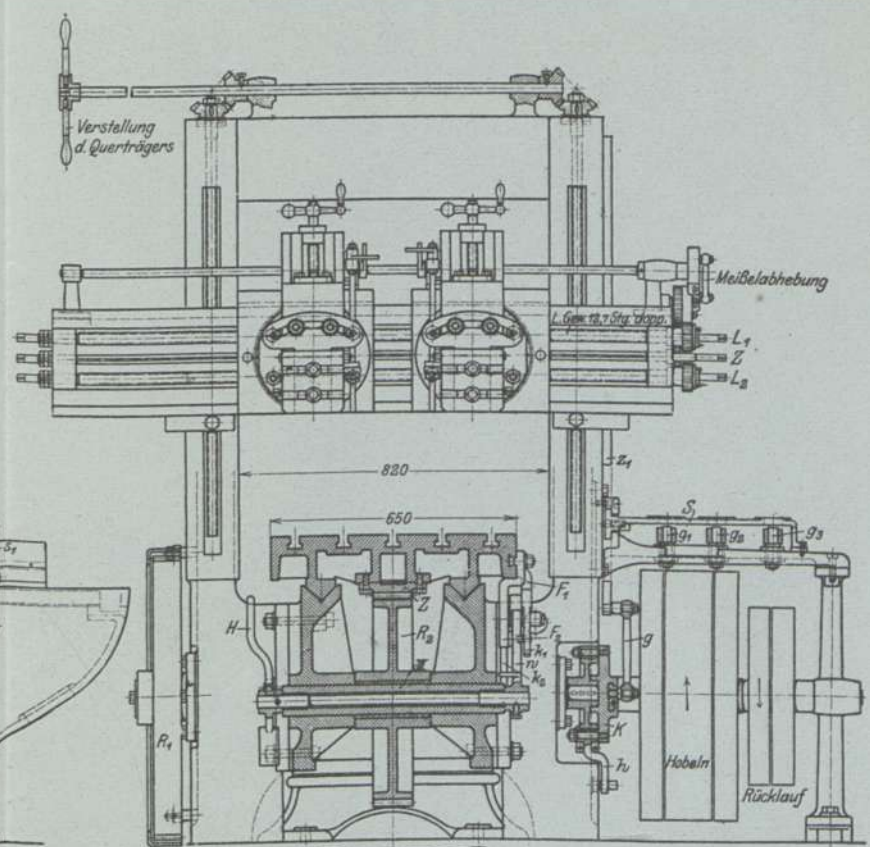
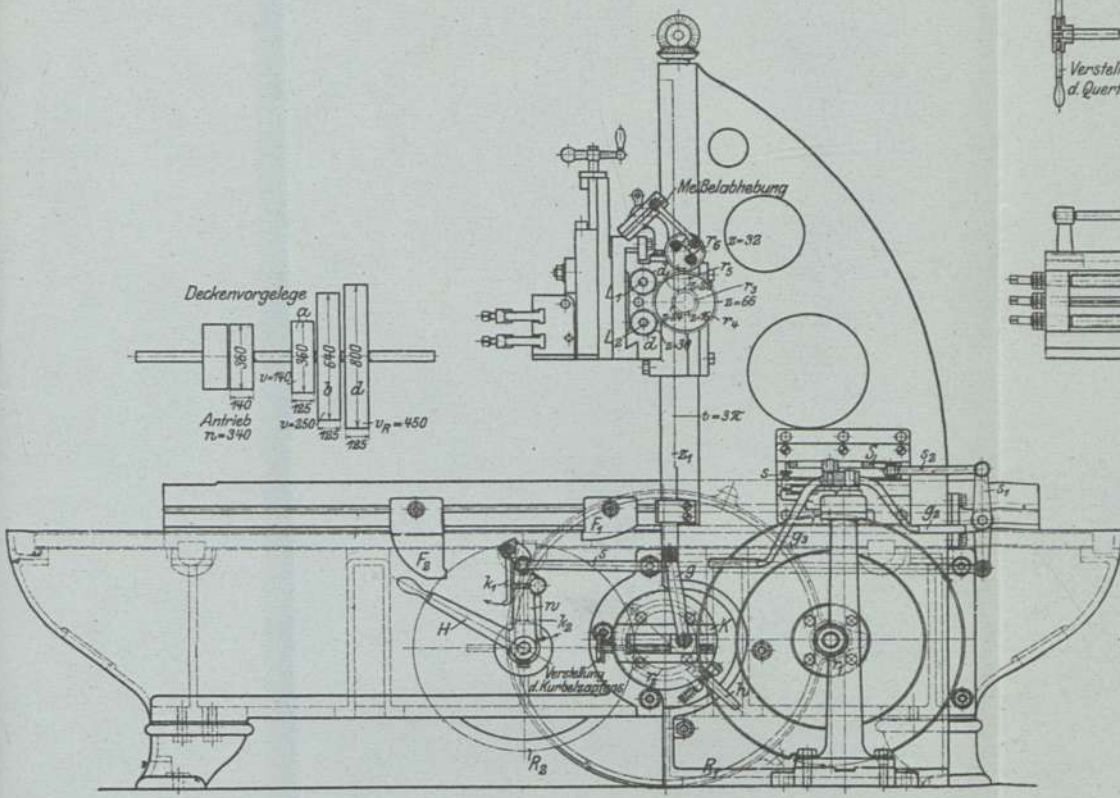
Durch den Aufschwung der Fräserei hat jedoch die Anwendung der Tischhobelmaschine in neuzeitlich eingerichteten Werkstätten vielfach eine Änderung erfahren. Die Erfahrungen auf dem Gebiete der Metallbearbeitung lehren nämlich, größere Werkstücke vorzufräsen und für eine hochgradige Genauigkeit, wie sie bei Gleitflächen gefordert wird, auf der Hobelmaschine zu schlichten. Unter dem starken Arbeitsdruck des Fräasers erwärmt und verzieht sich das Werkstück, weil sich die Gußspannungen ausgleichen. Für diesen Spannungsausgleich läßt man das Werkstück zweckmäßig eine Zeitlang stehen, bevor es geschlichtet wird. Für das Schlichten erscheint die Hobelmaschine mit ihrem einschneidigen Werkzeug und ihrem ruhigen Gange besonders geeignet.

Der Aufbau der Tischhobelmaschine läßt sich aus der Bedingung entwickeln, daß der Stahl beim Hobeln wagerechter Flächen über dem Werkstück quergeschaltet werden muß (Abb. 771). Das Querschalten des Stahles verlangt demnach einen Hobelschlitten, der sich auf einer Querbahn, dem Querträger verschieben und mit ihm auf die Werkstückhöhe einstellen läßt. Zur Aufnahme und zum Einstellen des Querträgers sind 2 Ständer erforderlich, die mit dem Bett zu einem geschlossenen Rahmen verbunden sind. Die Hauptbewegung des Werkstückes verlangt einen Schlitten, den Hobeltisch, der in den langen Bahnen des Bettes unter dem Stahl hin- und herläuft. Hierzu ist der Hobeltisch mit einem Antrieb für die gerade Hauptbewegung und für den ständigen Hubwechsel mit einer selbsttätigen Umsteuerung auszustatten. Soll das Querschalten des Hobelschlittens selbsttätig vor sich gehen, so beansprucht die Maschine noch eine Augenblicksschaltsteuerung.

Die wichtigsten Einzelteile der Tischhobelmaschine sind daher: der Hobelschlitten mit der Schaltsteuerung, der Hobeltisch mit seinem Antrieb und seiner Umsteuerung und das Bett mit dem Ständerahmen.

#### Der Hobelschlitten.

Der Hobelschlitten ist die Einspannvorrichtung für den zu schaltenden Hobelstahl. Hieraus ergibt sich auch sein Aufbau. Wie der Werkzeugschlitten der Drehbank, so muß auch der Hobelschlitten alle Arbeitsstellungen und alle Vorschübe des Werkzeuges hervorbringen, die für



**Tischhobelmaschine.**  
Gebr. Böhringer, Göppingen.

Abb. 767 bis 770 Ansicht und Schnitte. M = 1 : 20.

die einzelnen Hobelarbeiten nötig sind. Da es sich hierbei vorzugsweise um wagerechte und senkrechte Vorschübe handelt, deren Richtungen sich also kreuzen (Abb. 771), so muß die Grundform des Hobelschlittens wie bei der Drehbank ein Kreuzschlitten sein. Er wird gebildet durch den Querschlitten  $Q$  und den Senkrechtschlitten  $V$  (Abb. 772 bis 775). Von ihnen ist der Querschlitten  $Q$  für die wagerechten Vorschübe bestimmt, die also quer zum Tisch gerichtet sind. Hierzu ist  $Q$  unmittelbar auf den Bahnen des Querträgers geführt. Der Senkrechtschlitten  $V$  dient zum Hobeln senkrechter und schräger Flächen. Er ist für diese Arbeiten mit der Lyraspindel senkrecht zu schalten.

Das Schräghobeln verlangt noch eine kleine Abänderung des gewöhnlichen Kreuzschlittens. Beim Hobeln schräger Flächen muß nämlich der Senkrechtschlitten auf den Neigungswinkel der Arbeitsfläche eingestellt und in der schrägen Richtung gesteuert werden (Abb. 771). Diese Gradstellungen des Hobelschlittens erfordern als Zwischenglied des Kreuzschlittens eine Drehscheibe (Lyra)  $D$ , die auf der Vorderseite den Senkrechtschlitten  $V$  führt und auf der Rückseite mit einem Zapfen  $Z$

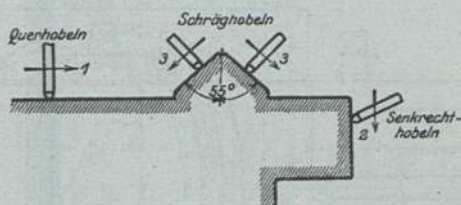


Abb. 771. Die Vorschübe und Schnittstellungen des Hobelstahles bei den verschiedenen Hobelarbeiten.

auf dem Querschlitten  $Q$  drehbar sitzt. Die Drehscheibe gestattet daher, den Senkrechtschlitten  $V$  schräg zu stellen, wobei sie gegenüber dem Arbeitsdruck durch eine Kreisnut und Klemmschrauben auf  $Q$  festzuklemmen ist.

Zu dieser Grundform des Hobelschlittens treten noch einige Einzelheiten für das Einstellen und Abheben des Stahles. Um nämlich die Schneide zu schonen, muß sich der Hobelstahl beim Rücklauf der Maschine von dem Werkstück abheben können. Dieser Forderung ist durch die Klappe  $K$  genügt, die die Stahlhalter trägt und zwischen den Wangen des Klappenträgers  $K_1$  gelenkig aufgehängt ist. Die Klappe gestattet daher, daß sich der Stahl beim Rücklauf lose an die bestrichene Fläche legt (Abb. 772 und 773). Neuere Hobelschlitten sind noch weiter vervollkommnet. Sie besitzen eine selbsttätige Meißelabhebung, die vor Beginn des Rücklaufes den Stahl abhebt und vor jedem Schnitt wieder ansetzt.

Die richtige Schnittstellung des Hobelstahles beim Bearbeiten senkrechter und schräger Flächen verlangt noch ein Schrägstellen des Klappen-

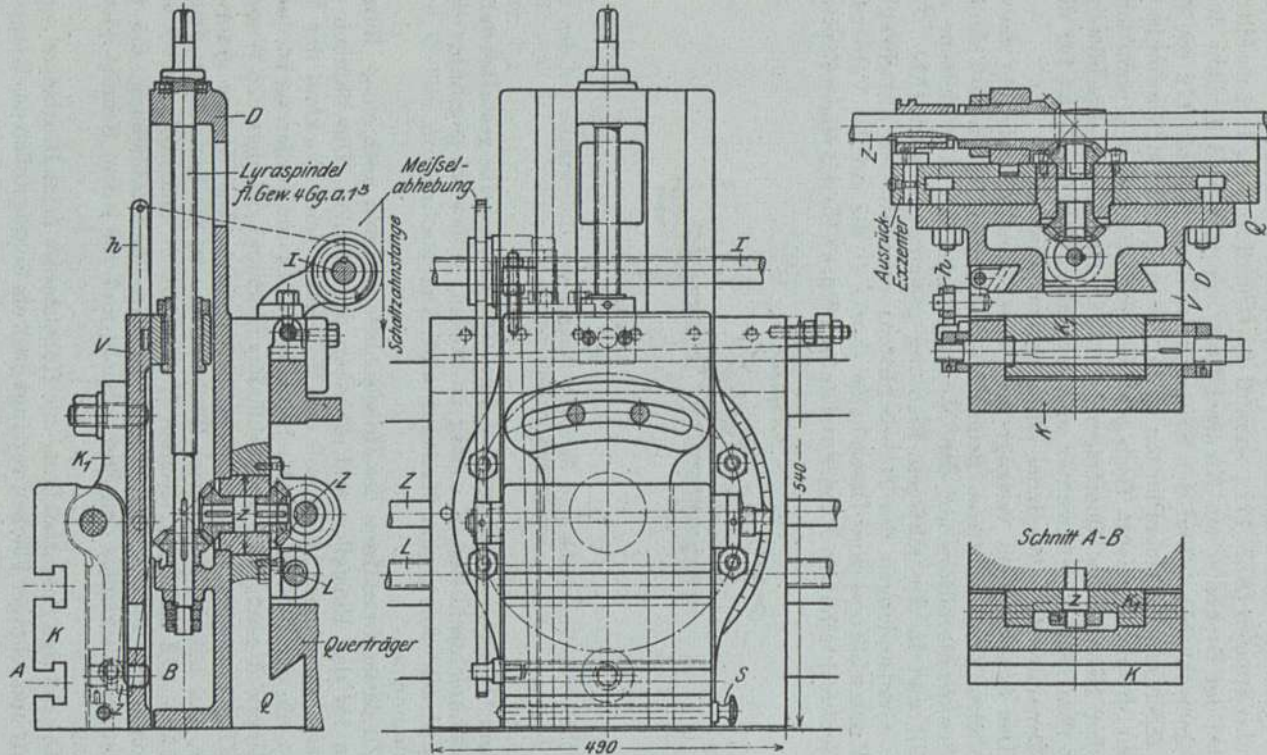


Abb. 772 bis 775. Hobelschlitten nach Billeter &amp; Klunz, Aschersleben.

trägers  $K_1$ . Hierzu ist er um den Zapfen  $z$  auf dem Senkrechtschlitten  $V$  drehbar und durch Schrauben und Bogennut festzuklemmen.

Soll die Hobelmaschine selbsttätig arbeiten, so muß der Hobelschlitten für alle Vorschübe Selbstgang haben. Die hierzu erforderlichen Züge sind in allen Arbeitsstellungen des Schlittens von der Steuerung der Maschine anzutreiben. Hierzu liegen in dem Querträger eine Leitspindel und eine Zugspindel. Die Leitspindel steuert den Querschlitten beim Hobeln wagerechter Flächen und die Zugspindel den Senkrechtschlitten beim Senkrecht- und Schräghobeln, indem sie durch die im Drehpunkt von  $D$  liegenden Kegeltriebe die Lyraspindel treibt.

Das Einstellen des Hobelschlittens ist wie folgt vorzunehmen: Um ihn auf die Höhe des Werkstückes zu bringen, ist der Querträger zu heben oder zu senken. Die hierzu erforderliche Vorrichtung wird zweckmäßig durch Schraube und Mutter gebildet. Bei kleineren Maschinen (Abb. 767) wird sie von dem Arbeiter bedient, bei größeren durch die Maschine selbst (Abb. 825). Zum seitlichen Anstellen ist der Hobelschlitten mit der Leitspindel auf dem Querträger zu verschieben.

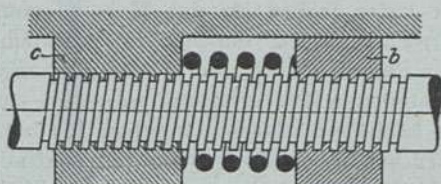


Abb. 776. Lyrामutter mit selbsttätiger Nachstellung.

Das Einstellen des Spanes ist bei wagerechten Flächen mit der Lyraspindel oder mit der Zugspindel selbst vorzunehmen, bei senkrechten Flächen dagegen mit der Leitspindel. Sämtliche Spindeln besitzen daher einen Vierkant zum Aufstecken einer Kurbel und zwar die Leit- und Zugspindel auf beiden Seiten.

Das Einstellen des Hobelschlittens mit der Lyraspindel verlangt noch, bei größeren Maschinen den Selbstgang auszuschalten. Hierzu ist das Kegelrad der Zugspindel  $Z$  durch Umlegen einer Kurbel zu entkuppeln (Abb. 774).

Beim Schlichten ist noch eine Vorsicht zu beachten. Damit beim Rücklauf der Maschine der Stahl die Flächen nicht verletzt, ist die Klappe durch Einstecken eines Stiftes  $S$  in dem Klappenträger festzuhalten. Durch diese Verbindung steht der Stahl vollkommen fest, so daß er nicht auf die gehobelten Flächen aufschlagen kann.

Die Bestrebungen, die Hobelmaschine immer mehr als Genauigkeitsmaschine auszubilden, haben dazu geführt, in den Schlittenführungen jeden toten Gang auszugleichen. So besitzt der Billeter-Hobelschlitten in seinen Führungen schräge Stelleisten, die sich jederzeit durch Anziehen einer Stellschraube nachstellen lassen.

Auch für die Lyramutter ist eine einfache und praktische Lösung gefunden. Sie ist der nachstellbaren Mutter in Abb. 88 nachgebaut, indem man die dortigen Stellschrauben durch eine Spiralfeder ersetzt, die den verschiebbaren Teil der Mutter nachdrückt. Abb. 776 zeigt diese Einrichtung. Der Senkrechtschlitten besitzt eine feste Mutter *c* und eine nachstellbare Mutter *b*, die mit einem glatten Fuß an dem Schlitten geführt ist. Zwischen beiden liegt eine Feder gespannt, die jeden toten Gang in der Mutter ausgleichen soll. Die Spannkraft der Feder muß hierzu das Gewicht der senkrecht verschiebbaren Teile des Hobelschlittens übertreffen. Unter dieser Voraussetzung drückt die Feder die verschiebbare Mutter *b* nach unten, so daß sie sich gegen die obere Gewindefläche der Senkrechtspindel stützt. Die feste Mutter *c* wird hingegen nach oben, also gegen die untere Gewindefläche der Spindel gedrückt, wodurch an der oberen, wie gezeichnet, Spiel entsteht. Das Spiel vergrößert sich in dem Maße, wie der Verschleiß zunimmt.

Welchen Einfluß der Kampf zwischen Hobeln und Fräsen auf die Durchbildung der Hobelmaschine ausgeübt hat, zeigt sich schon an dem Hobelschlitten. Er hatte früher für das Hobeln senkrechter Flächen einen kurzen Senkrechtschlitten, der nur für schwache Schnitte ausreichte. Für schwere Schnitte mußte das Werkstück umgespannt werden. Um die hiermit verbundenen Zeitverluste zu umgehen, sind neuere Hobelschlitten selbst bei leichteren Maschinen schon für höhere Werkstücke ausgebaut (Abb. 772 bis 775). Sie besitzen eine auffallend hohe Drehscheibe mit einem kräftigen und langen Senkrechtschlitten. Der Hobelschlitten ist dadurch imstande, schwere senkrechte Schnitte aufzunehmen, selbst wenn der Schlitten *V* zum Teil freihängt.

In noch ausdrucksvoller Weise zeigt sich diese Verbesserung bei dem Hobelschlitten in Abb. 777 und 778. Hier ist der Senkrechtschlitten *V* außergewöhnlich lang und stark gehalten, so daß er stets auf der ganzen Drehscheibe geführt bleibt. Mit dieser Form des Schlittens *V* wird in Vergleich zu Abb. 772 eine kleine Änderung der Senkrechtssteuerung notwendig. Die Senkrechtspindel muß jetzt für den Vorschub des Senkrechtschlittens die Drehbewegung und die auf- und absteigende Bewegung ausführen, während die Mutter *m* fest in der Drehscheibe *D* sitzt. Wird nun die Senkrechtspindel von der Zugspindel *Z* aus angetrieben, so schraubt sie sich mit *V* hoch oder tief.

Bei großen Maschinen (Abb. 825) verlangt die Handlichkeit noch einige Sondervorrichtungen an den Hobelschlitten. Das Schrägstellen des Senkrechtschlittens erfordert eine verzahnte Drehscheibe, mit der eine Schnecke kämmt. Mit einer Kurbel auf Vierkant 16 oder 24 können die Seitenschlitten schräg gestellt werden und mit Vierkant 40 die Senkrechtschieber der Hobelschlitten auf dem Querträger. Die Höhe der Maschine läßt die Kurbel der Senkrechtspindel schwer fassen. Zur größeren Handlichkeit kann daher die Feineinstellung des Spanes mit dem Handrade 40 geschehen.

Das Hobeln nach Lehre.

Eine Erweiterung hat noch die Hobelmaschine durch das Hobeln nach Lehren erfahren (Abb. 779). Um beliebige Flächen selbsttätig hobeln zu können, muß wie beim Formdrehen der Stahl zugleich mit

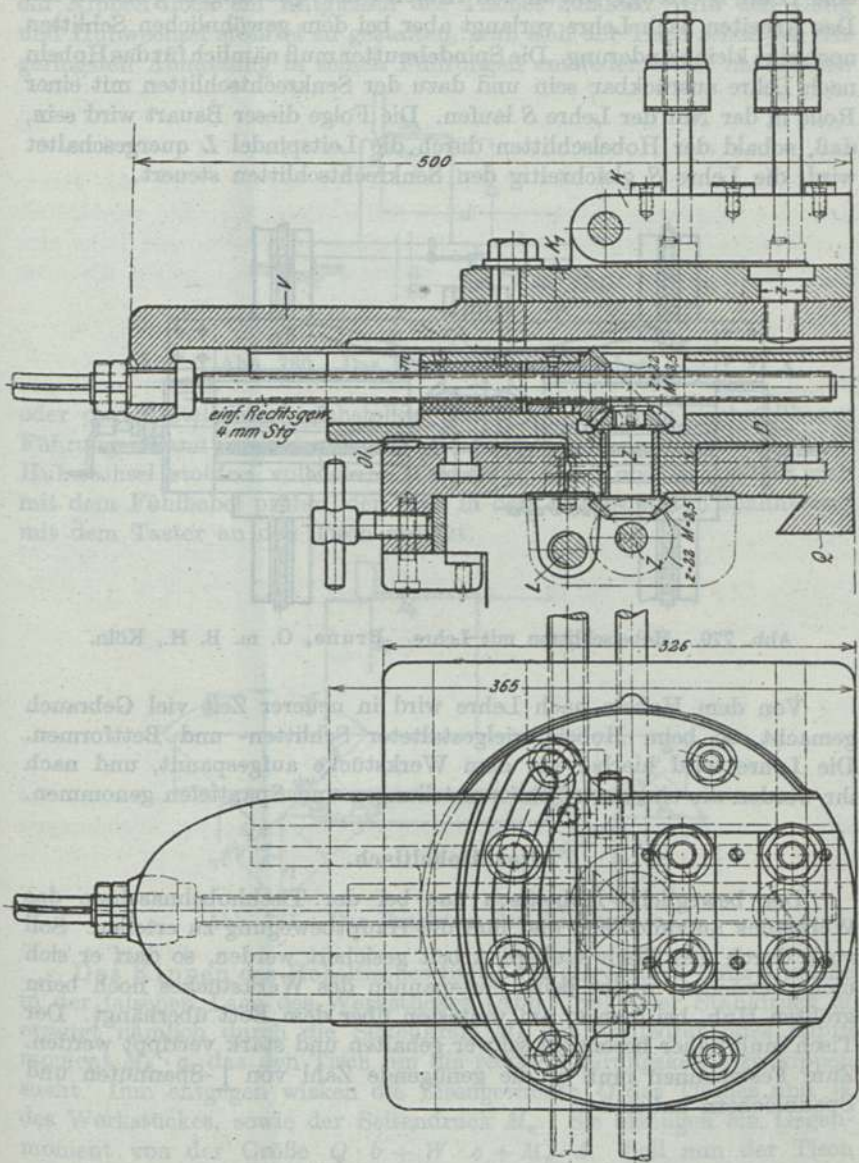


Abb. 777 und 778. Hobelschlitten.



einem wagerechten und einem senkrechten Vorschub arbeiten. Die Lösung dieser Aufgabe kann auch hier nur in der Schlittensteuerung liegen. Sie müßte den Querschlitzen und zugleich den Senkrechtschlitzen steuern. Die letzte Bewegung wird wie bei den Formdrehbänken durch eine Lehre *S* erzeugt, die an den Armen *l* des Querträgers gehalten ist. Das Arbeiten nach Lehre verlangt aber bei dem gewöhnlichen Schlitten noch eine kleine Änderung. Die Spindelmutter muß nämlich für das Hobeln nach Lehre ausrückbar sein und dazu der Senkrechtschlitten mit einer Rolle in der Nut der Lehre *S* laufen. Die Folge dieser Bauart wird sein, daß, sobald der Hobelschlitten durch die Leitspindel *L* quergeschaltet wird, die Lehre *S* gleichzeitig den Senkrechtschlitten steuert.

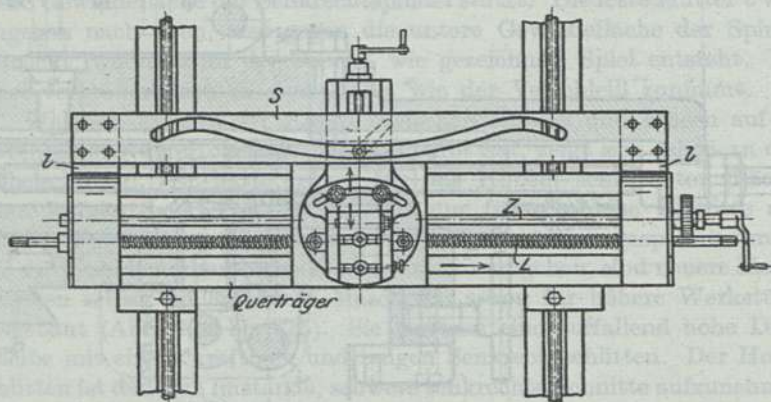


Abb. 779. Hobelschlitten mit Lehre. Brune, G. m. B. H., Köln.

Von dem Hobeln nach Lehre wird in neuerer Zeit viel Gebrauch gemacht, so beim Hobeln vielgestalteter Schlitten- und Bettformen. Die Lehre wird hierbei vor dem Werkstücke aufgespannt, und nach ihr werden die einzelnen Schlittenstellungen und Spantiefen genommen.

### Der Hobeltisch.

Der bewegliche Hobeltisch hat bei der Tischhobelmaschine das Werkstück aufzunehmen und ihm die Hauptbewegung zu erteilen. Soll auch durch den Tisch saubere Arbeit gesichert werden, so darf er sich nicht verziehen, weder beim Festspannen des Werkstückes noch beim größten Hub, bei dem er am weitesten über dem Bett überhängt. Der Tisch muß daher besonders schwer gehalten und stark verrippt werden. Zum Festspannen muß er die genügende Zahl von  $\perp$ -Spannuten und Spannlöchern haben.

## Die Führung des Hobeltisches.

Als Vorbedingung für ruhigen Gang muß der Hobeltisch in dem Maschinenbett gut geführt werden, so daß er selbst beim Umsteuern keine Querbewegungen noch Stöße erfährt. Die Führung darf weder ein Kippen noch ein Entgleisen des Tisches zulassen. Um den Gang und Hubwechsel stoßfrei zu gestalten, muß sich der Tisch schon bei der geringsten Abnutzung in seinen Führungen entweder selbst nachstellen

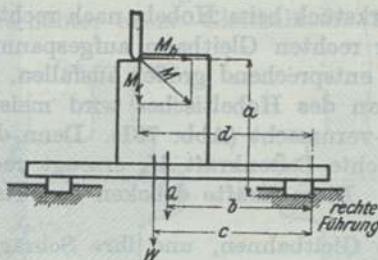


Abb. 780. Das Kippen des Hobeltisches.

oder durch Stelleisen nachstellen lassen. In derartig nachstellbaren Führungen kann daher der Hobeltisch ohne toten Gang laufen und seinen Hubwechsel stoßfrei vollziehen. Der Gang des Hobeltisches läßt sich mit dem Fühlhebel prüfen, den man in den Hobelschlitten spannt und mit dem Taster an den Tisch ansetzt.

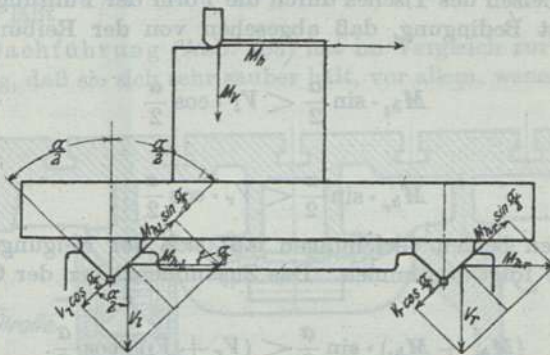


Abb. 781. Das Entgleisen des Hobeltisches.

Das Kippen des Hobeltisches findet für gewöhnlich seine Ursache in der falschen Lage des Werkstückes (Abb. 780). Der Stahldruck  $M$  erzeugt nämlich durch die Seitenkraft  $M_h$  ein rechtsdrehendes Kippmoment  $M_h \cdot a$ , das den Tisch um die rechte Führungskante zu kippen sucht. Ihm entgegen wirken die Eisengewichte  $Q$  des Tisches und  $W$  des Werkstückes, sowie der Seitendruck  $M_v$ . Sie erzeugen ein Gegenmoment von der Größe  $Q \cdot b + W \cdot c + M_v \cdot d$ . Soll nun der Tisch nicht kippen, so muß sein:

$$Q \cdot b + W \cdot c + M \cdot d = M_h \cdot a.$$

Dieser theoretische Grenzfall erhebt aber praktische Bedenken. In der obigen Gleichgewichtslage würde nämlich die rechte Führung außer der Schubkraft  $M_h$  noch den ganzen Senkrechtdruck  $Q + W + M_v$  aufzunehmen haben, während die linke Bahn ganz entlastet ist. Sollen aber beide Gleitbahnen gleichmäßig tragen, so muß das linksdrehende Moment größer sein als das rechtsdrehende. Die Bedingung ist nur erfüllt, sobald das Werkstück beim Hobeln nach rechts in entsprechender Entfernung von der rechten Gleitbahn aufgespannt wird, so daß die Hebelarme  $d$  und  $c$  entsprechend größer ausfallen.

Das Entgleisen des Hobeltisches wird meist durch die Dachform der Gleitbahn verursacht (Abb. 781). Denn die vom Stahldruck herrührende, wagerechte Seitenkraft  $M_h$  erzeugt rechts und links eine Kraft  $M_{h_r}$  und  $M_{h_l}$ . Diese Kräfte drücken den Tisch gegen die nach rechts aufsteigenden Gleitbahnen, und ihre Schrägkräfte  $M_{h_r} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$  und  $M_{h_l} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$  versuchen, den Tisch zu entgleisen. Ihnen entgegen wirken aber die Senkrechtkräfte  $V$  und  $V_l$ , die sich aus dem Eigengewicht des Tisches, sowie des Werkstückes und aus dem Stahldruck ergänzen. Sie erzeugen beiderseits die Seitenkräfte  $V_l \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$  und  $V_r \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$ . Soll nun das Entgleisen des Tisches durch die Form der Führung verhindert werden, so ist Bedingung, daß abgesehen von der Reibung an jeder Gleitbahn

$$M_{h_l} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} < V_l \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

und

$$M_{h_r} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} < V_r \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

ist. Aus diesen beiden Gleichungen läßt sich der Neigungswinkel der Gleitbahn wie folgt bestimmen. Das Zusammenziehen der Gleichungen ergibt:

$$(M_{h_r} + M_{h_l}) \cdot \sin \frac{\alpha}{2} < (V_r + V_l) \cdot \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Da nun  $M_{h_r} + M_{h_l} = M_h$  und  $V_r + V_l = V$  ist, so muß

$$M_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2} < V \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \text{ sein.}$$

Folglich ist der Neigungswinkel der Führung:

$$\underline{\underline{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} < \frac{V}{M_h}}}$$

In dieser Gleichung kann angenähert gesetzt werden:

$V$  = Eigengewicht des Tisches und des Werkstückes,

$M_h \sim M$  (Stahldruck).

Mit diesen Annäherungen ist:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} < \frac{V}{M} = \frac{\text{Tischgewicht} + \text{Werkstückgewicht}}{\text{Stahldruck}}$$

Die praktisch ausgeführten Werte sind  $\alpha = 90^\circ$  bis  $100^\circ$ .

Die in der Praxis vielfach angewandte Flachführung (Abb. 782) verlangt genau geschabte, ebene Gleitbahnen. Die Schmierung be-

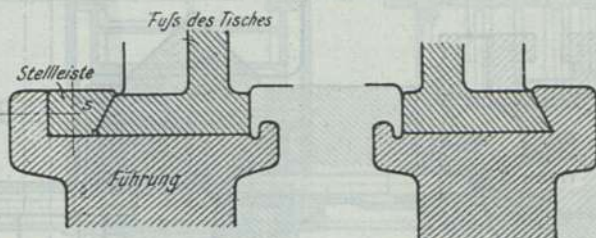


Abb. 782. Flache Tischführung.

wirken Ölrollen, die durch Blattfedern gegen die Gleitbahn gedrückt werden. Die Rollen laufen mit dem Tisch und führen wie bei der Ringschmierung das Öl ständig den Gleitbahnen zu. Um toten Gang auszugleichen, ist die Stelleiste  $s$  vorgesehen, die sich durch Stellschrauben andrücken läßt.

Die Dachführung (Abb. 783) hat im Vergleich zur Flachführung den Vorzug, daß sie sich sehr sauber hält, vor allem, wenn sie mit einem

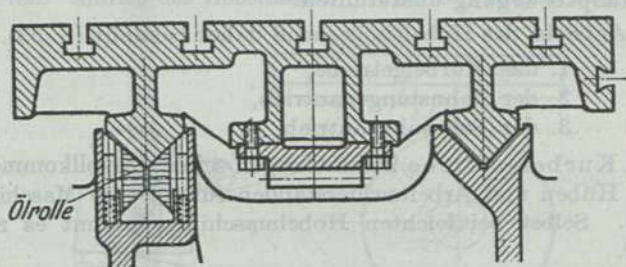


Abb. 783. Dachförmige Tischführung.

Schutzdach (Abb. 784) versehen ist. Allerdings halten die schrägen Dachflächen das Öl nicht so gut. Es ist daher eine reichliche Zahl Ölrollen einzubauen. Die Dachführung läuft sich gut ein und stellt sich unter der Last des Tisches selbst nach, so daß das zeitraubende Anziehen der Stelleisten fortfällt. Ein Übelstand, der den Dachführungen anhaftet und besondere Beachtung verdient ist, daß der Hobeltisch entgleisen

kann. Doch ist die Gefahr des Entgleisens bei Dachwinkeln von 90 bis 100° unbedeutend.

Die geschlossene Dachführung (Abb. 785) bietet die größte

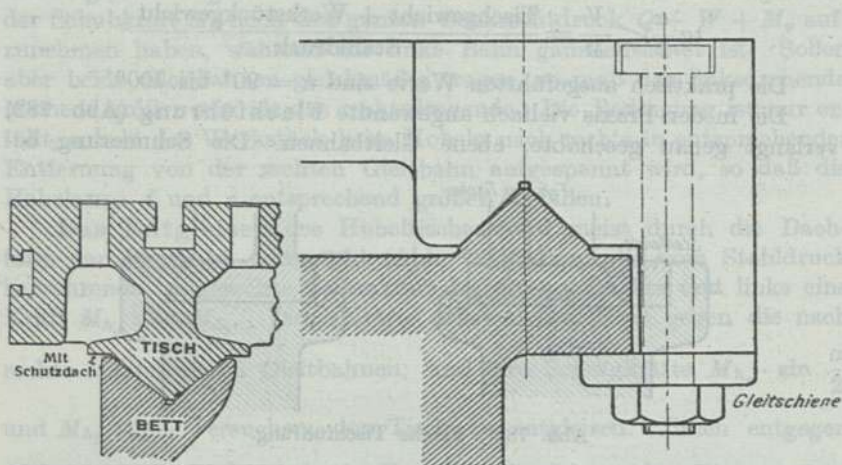


Abb. 784. Tischführung mit Schutzdach.

Abb. 785. Geschlossene Dachführung.

Sicherheit gegen Kippen und Entgleisen des Tisches. Sie empfiehlt sich daher bei schweren Maschinen mit großem Kippmoment.

#### Der Antrieb des Hobeltisches.

Bei der Tischhobelmaschine hat der Hobeltisch bekanntlich die gerade Hauptbewegung auszuführen.

Die Antriebe des Hobeltisches sind daher bekannt (S. 53). Es sind:

1. das Kurbelgetriebe,
2. der Zahnstangenantrieb,
3. der Schraubenantrieb,

Das Kurbelgetriebe kommt wegen seiner Unvollkommenheit bei größeren Hübten und Arbeitswiderständen für schwere Maschinen nicht in Frage. Selbst bei leichten Hobelmaschinen kommt es nur selten noch vor.

Der Schrauben- und Zahnstangenantrieb findet hingegen ausgedehnte Anwendung. Die jüngsten Verbesserungen dieser beiden Antriebe gehen darauf hinaus, ihre Grundbedingungen, d. h. den ruhigen Gang und die stoßfreie Bewegungsumkehr des Tisches, möglichst zu vervollkommen. Aus dem Grunde ist, wie bereits erwähnt, jeder tote Gang in den einzelnen Getrieben möglichst zu vermeiden. Die gefrästen Räder laufen daher in ihrer Verzahnung fast ohne Spiel, und die Riemen zum schnellen und sanften Umsteuern mit der 40- bis 50fachen Tisch-



Auch hiergegen hat der Werkzeugmaschinenbau siegreich gekämpft, indem er die ersten Räder, die meist durch ihren schnellen Lauf viel Geräusch verursachen durch einen Riementrieb ersetzt.

Die Whitcomb-Hobelmaschine (Abb. 787) hat diese Eigenart in ihrem Antriebe. Die Welle *I*, die durch einen offenen und einen gekreuzten Riemen vom Deckenvorgelege angetrieben und umgesteuert wird, treibt durch den neu eingeschalteten Riemen *R* die Welle *II*. Durch das Rädervorgelege *1, 2* und das Zahnstangengetriebe *3, 4* gelangt der Antrieb auf den Tisch. Besondere Sorgfalt hat der Erfinder auf das gleichmäßige Durchziehen des Riemens gelegt. Um bei der kleinen Antriebscheibe eine größere Umspannung des Riemens zu bekommen, ist die Spannrolle *r* eingebaut. Bemerkenswert ist, wie der Riemen bei leichten und starken Schnitten gleichmäßig in Spannung gehalten wird. Hierzu läuft die Antriebswelle *I* beiderseits in Gleitlagern, mit denen sie sich etwas verschieben läßt. Dies erfolgt selbsttätig durch ein Spanngewicht *G*. Es hängt an einem Bogen, der fest auf der Welle *III* sitzt. Die Welle *III* trägt 2 Triebe *5*, die mit den Zahnstangen *6* der Gleitlager kämmen. Sobald die Riemen Spannung nachläßt, tritt daher das Gewicht in Wirkung. Es zieht den Bogen nach rechts herum, so daß die Gleitlager nach links gehen und den Riemen nachspannen. Der Antrieb soll sich gut bewähren, ohne jeden Stoß und Zischen der Riemen arbeiten

Eine Vervollkommnung für ruhigen Gang des Tisches bietet auch die Doppelzahnstange und das Doppelrad, die sich gegenseitig verstellen lassen, sobald sich der Verschleiß bemerkbar macht. Die Leitspindel-mutter ist, um den toten Gang auszugleichen, nachstellbar auszuführen (Abb. 88).

Der Schneckenantrieb der Zahnstange hat eine Verbesserung durch die Schraubenzahnstange erfahren. Sie gewährt bekanntlich ein größeres Eingriffsfeld in der Verzahnung (Abb. 85 und 86).

### Die Steuerung.

Die Steuerung der Hobelmaschine hat durch den Kampf zwischen Hobeln und Fräsen vielfache Umgestaltungen und Verbesserungen erfahren, weil sie in ihrer alten Form bei den heutigen höheren Tischgeschwindigkeiten zu starke Stöße verursachen würde.

Die Steuerung der Hobelmaschine hat die Aufgabe, den Hobeltisch umzusteuern und den Vorschub des Werkzeuges hervorzubringen. Sie besteht daher aus einer Umsteuerung für den Hobeltisch und einer Schaltsteuerung für den Hobelschlitten.

### Die Umsteuerung des Hobeltisches.

Die Riemenumsteuerung: Die Umsteuerung des Hobeltisches muß als Vorbedingung für ruhigen Gang einen stoßfreien Hubwechsel

sichern. Die bereits bekannten Räderwendegetriebe (Abb. 101 bis 104) sind für höhere Ansprüche weniger geeignet, weil sich toter Gang in ihrer Verzahnung nie ganz vermeiden läßt. Aus dem Grunde wird seit langem die Riemenumsteuerung allgemein bevorzugt. In ihrer verbesserten Form laufen die Riemenwendegetriebe mit höheren Riemen-  
geschwindigkeiten, durch welche die Riemen ohne zu großen Kraftaufwand schnell und sanft umsteuern.

Die Riemenumsteuerung muß, sobald der Hubwechsel selbsttätig erfolgen soll, von der Maschine selbst bedient werden. Den hierzu erforderlichen Selbstgang der Umsteuerung leitet man praktisch von dem umzusteuern den Hobeltisch ab. Der Tisch hat hierzu zwei verstellbare Anschläge, Frösche oder Kraggen (Abb. 107), die sich auf den jedesmaligen Hub der Maschine einstellen lassen. Sie legen vor jedem Hubwechsel den Steuerhebel  $w$  herum, der die Riemen verschiebt.

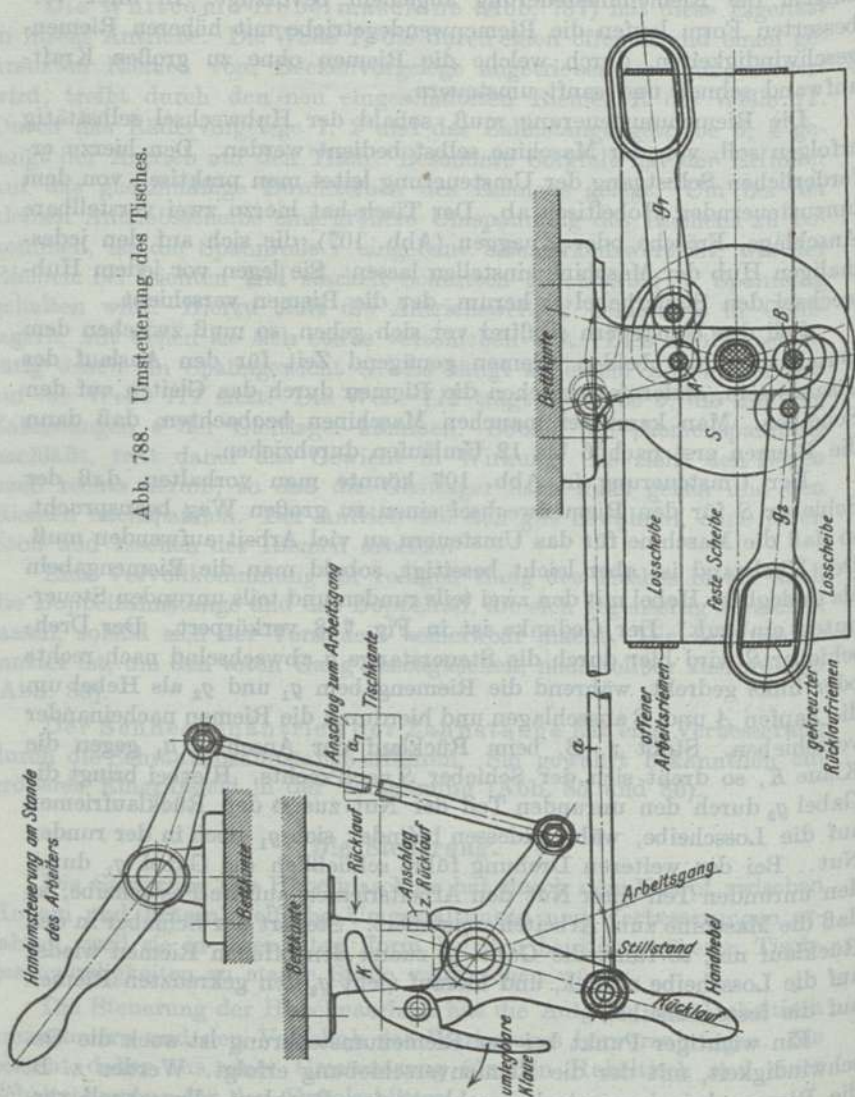
Soll das Umsteuern stoßfrei vor sich gehen, so muß zwischen dem Durchziehen der beiden Riemen genügend Zeit für den Auslauf des Tisches sein, andernfalls zischen die Riemen durch das Gleiten auf den Scheiben. Man kann bei manchen Maschinen beobachten, daß dann die Riemen erst nach 6 bis 12 Umläufen durchziehen.

Der Umsteuerung in Abb. 107 könnte man vorhalten, daß der Schieber  $S$  für den Riemenwechsel einen zu großen Weg beansprucht, so daß die Maschine für das Umsteuern zu viel Arbeit aufwenden muß. Der Übelstand ist aber leicht beseitigt, sobald man die Riemengabeln als umlegbare Hebel mit den zwei teils runden und teils unrunder Steuer-  
nuten einbaut. Der Gedanke ist in Fig. 788 verkörpert. Der Drehschieber  $S$  wird hier durch die Steuerstange  $a$  abwechselnd nach rechts oder links gedreht, während die Riemengabeln  $g_1$  und  $g_2$  als Hebel um die Zapfen  $A$  und  $B$  ausschlagen und hierdurch die Riemen nacheinander verschieben. Stößt z. B. beim Rücklauf der Anschlag  $a_1$  gegen die Klaue  $K$ , so dreht sich der Schieber  $S$  nach rechts. Hierbei bringt die Gabel  $g_2$  durch den unrunder Teil der Nut. zuerst den Rücklaufriemen auf die Losscheibe, währenddessen befindet sich  $g_1$  noch in der runden Nut. Bei der weiteren Drehung führt schließlich die Gabel  $g_1$  durch den unrunder Teil ihrer Nut den Arbeitsriemen auf die Festscheibe, so daß die Maschine zum Arbeiten umsteuert. Steuert der Schieber in den Rücklauf um, so führt die Gabel  $g_1$  zuerst den offenen Riemen wieder auf die Losscheibe zurück, und hierauf zieht  $g_2$  den gekreuzten Riemen auf die feste Scheibe.

Ein wichtiger Punkt bei der Riemenumsteuerung ist auch die Geschwindigkeit, mit der die Riemenverschiebung erfolgt. Werden z. B. die Riemen bei einem stark beschleunigten Rücklauf allzusehr verschoben, so muß der Tisch vor jedem Hubwechsel stark gebremst werden. Hierzu gebraucht die Maschine zu viel Kraft und erfährt zu starke Erschütterungen. Aus dem Grunde werden neuerdings bei den erhöhten Tischgeschwindigkeiten ungleichschenklige Frösche angewandt (Abb.



789). Der schnell zurücklaufende Tisch hat hierbei den größeren Hebel  $K_1$  herumzulegen. Er wirkt also bei demselben Ausschlag des Steuerhebels auf einem größeren Wege auf die Umsteuerung ein. Hierdurch gewinnt



der Tisch mehr Zeit, ruhig auslaufen zu können, bevor der Arbeitsriemen wieder durchzieht. Beide Schenkel stehen nahezu in einem Verhältnis wie die Tischgeschwindigkeiten beim Vor- und Rücklauf.

Die Handlichkeit der Steuerung verlangt noch einige Zutaten. Der Rücklaufhebel wird mit einer umlegbaren Klaue *K* versehen (Abb. 788). Schlägt man sie zurück, so läuft der Tisch über seine gewöhnliche Grenze

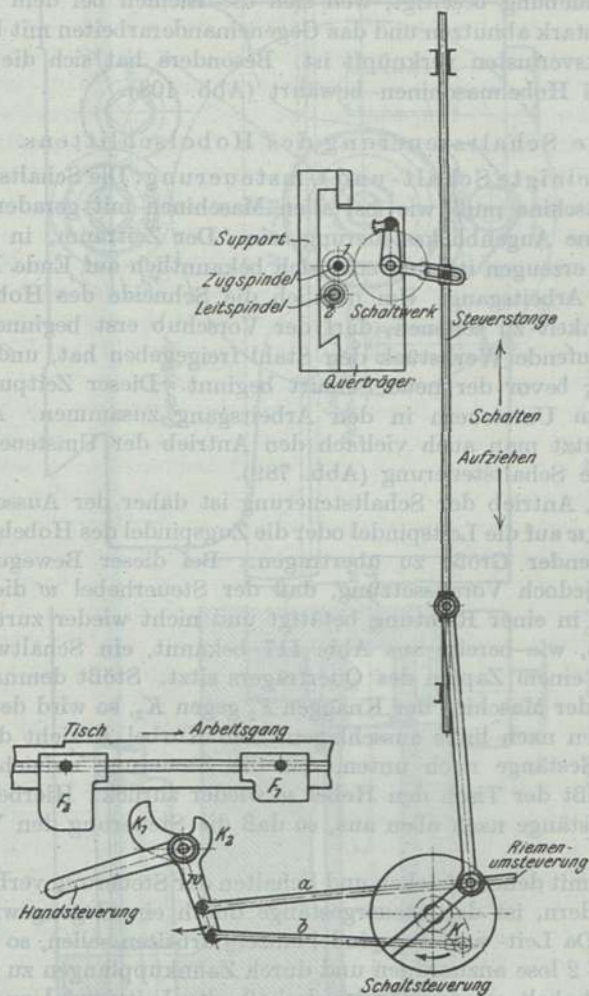


Abb. 789. Plan der Steuerung.

hinaus. Kleine Zwischenarbeiten können daher leicht erledigt werden, ohne die Maschine jedesmal ausrücken zu müssen.

Außer der Umlegklaue *K* erhält die Riemensteuerung zweckmäßig noch einen Handhebel. Mit ihm ist die Möglichkeit geboten, die Maschine auch mit der Hand umsteuern zu können, sobald der Arbeiter durch

irgendwelche Umstände gezwungen ist, den Tisch bei bereits angefangenem Span wieder zurücklaufen zu lassen.

Die Kupplungs-Umsteuerung: Neuerdings hat man auch die Riemenverschiebung beseitigt, weil sich die Riemen bei dem häufigen Hubwechsel stark abnutzen und das Gegeneinanderarbeiten mit beträchtlichen Arbeitsverlusten verknüpft ist. Besonders hat sich die Vulkankupplung bei Hobelmaschinen bewährt (Abb. 108).

#### Die Schaltsteuerung des Hobelschlittens.

Die vereinigte Schalt- und Umsteuerung: Die Schaltsteuerung der Hobelmaschine muß wie bei allen Maschinen mit gerader Hauptbewegung eine Augenblickssteuerung sein. Der Zeitraum, in dem der Vorschub zu erzeugen ist, erstreckt sich bekanntlich auf Ende Rücklauf und Anfang Arbeitsgang. Um nämlich die Schneide des Hobelstahls nach Möglichkeit zu schonen, darf der Vorschub erst beginnen, wenn das zurücklaufende Werkstück den Stahl freigegeben hat, und er muß beendet sein, bevor der neue Schnitt beginnt. Dieser Zeitpunkt fällt also mit dem Umsteuern in den Arbeitsgang zusammen. Aus dem Grunde benutzt man auch vielfach den Antrieb der Umsteuerung zugleich für die Schaltsteuerung (Abb. 789).

Für den Antrieb der Schaltsteuerung ist daher der Ausschlag des Steuerhebels  $w$  auf die Leitspindel oder die Zugspindel des Hobelschlittens in entsprechender Größe zu übertragen. Bei dieser Bewegungsübertragung ist jedoch Voraussetzung, daß der Steuerhebel  $w$  die Schaltspindeln nur in einer Richtung betätigt und nicht wieder zurückdreht. Hierzu dient, wie bereits aus Abb. 117 bekannt, ein Schaltwerk, das hier lose auf einem Zapfen des Querträgers sitzt. Stößt demnach beim Arbeitsgang der Maschine der Knaggen  $F_2$  gegen  $K_2$ , so wird der Steuerhebel  $w$  unten nach links ausschlagen. Die Kurbel  $K$  zieht daher das senkrechte Gestänge nach unten, das die Steuerung aufzieht. Beim Rücklauf stößt der Tisch den Hebel  $w$  wieder zurück. Hierbei schlägt das Steuergestänge nach oben aus, so daß die Steuerung den Vorschub vollzieht.

Um den mit dem Aufziehen und Schalten der Steuerung verbundenen Stoß zu mildern, ist das Steuergestänge durch ein Gegengewicht auszugleichen. Da Leit- und Zugspindel einzeln arbeiten sollen, so sind ihre Triebe 1 und 2 lose anzuordnen und durch Zahnkupplungen zu kuppeln. Soll quer gehobelt werden, so ist deshalb die Leitspindel zu kuppeln und das Treibrad 1 zu entkuppeln, während für das Senkrechthobeln die Triebe umgekehrt einzuschalten sind.

Bei der praktischen Ausführung wird die senkrechte Steuerstange durch eine Zahnstange  $z_1$  ersetzt (Abb. 767), die das Schaltwerk in der beabsichtigten Weise betätigt. Das Kuppeln und Entkuppeln der Leit- und Zugspindelräder wird meist durch ein Umstecken eines Rades bewirkt. So zeigen die Abb. 790 und 791 den ruckweise arbeitenden Antrieb

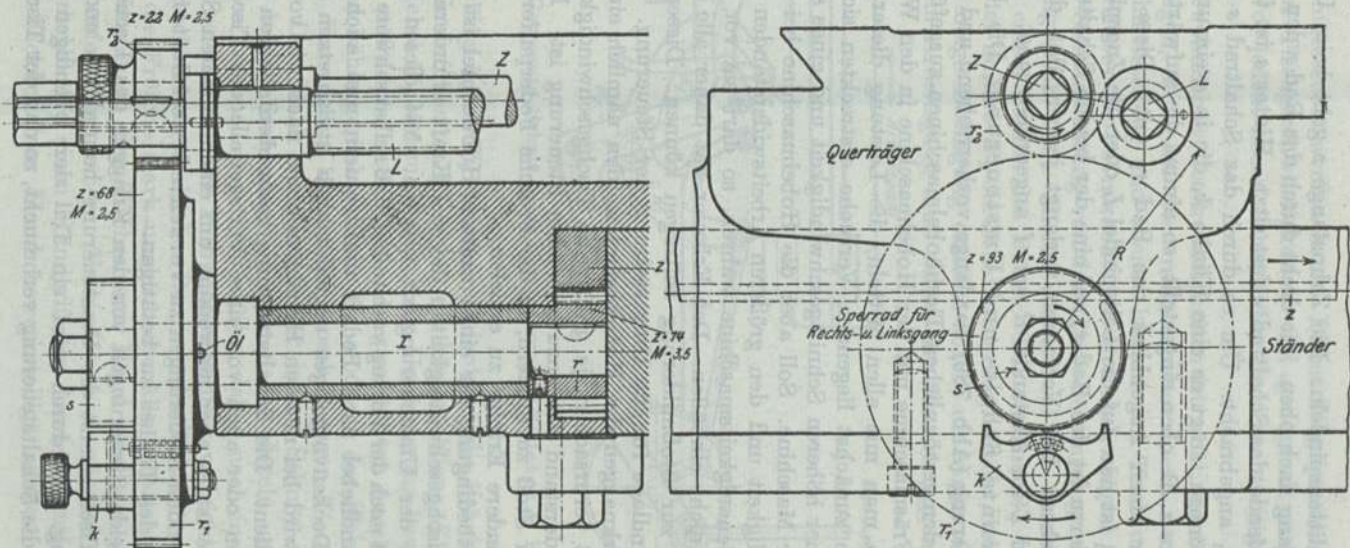


Abb. 790 und 791. Schaltwerk des Hobelschlittens.

der beiden Schlittenspindeln. Die Zahnstange  $z$  geht beim Umsteuern in den Arbeitsgang nach oben. Sie dreht durch das Rad  $r$  den Zapfen  $I$ , auf dessen Kopfe das Schaltrad  $s$  fest sitzt. Hinter  $s$  ist freilaufend das Zahnrad  $r_1$  angebracht. Um es durch das Schaltrad  $s$  ruckweise antreiben zu können, trägt es eine Klinke  $k$ , die in  $s$  einzurücken ist. Wird die Klinke z. B. oben eingestellt, so nimmt die aufwärtssteigende Zahnstange für einen Augenblick das Rad  $r_1$  mit. Diese ruckweise Drehung von  $r_1$  ist nun auf die Leitspindel  $L$  oder die Zugspindel  $Z$  zu übertragen. Hierzu ist das Rad  $r_2$  auf eine der beiden Schaltspindeln  $L$  oder  $Z$  zu stecken. Das Verfahren verlangt jedoch, daß die Schaltspindeln  $Z$  und  $L$  im Abstände  $R$  von  $I$  angeordnet sind.

Die getrennte Schalt- und Umsteuerung: Die bisher besprochene Steuerung (Abb. 789) war lange vorherrschend und wird auch heute noch bei den gewöhnlichen Tischhobelmaschinen ausgeführt. Seitdem aber die Fräsmaschine mit der Hobelmaschine in den Wettbewerb trat, versuchte man mit allen Mitteln, die Leistung dieser Maschine zu heben. Die zunächst liegenden Versuche erstreckten sich auf die Anwendung einer höheren Schnittgeschwindigkeit und eines schnelleren Rücklaufes der Maschine. Soll aber die Hobelmaschine bei der hohen Tischgeschwindigkeit und den größeren Arbeitswiderständen die Eigenschaft einer Genauigkeitsmaschine wahren, so darf sie vor allem den ruhigen Gang nicht einbüßen. Der Erbauer hat daher alle Mittel anzuwenden, die zur Stoßmilderung beitragen können. Dieser Gedanke dient als Grundlage für die Umgestaltung der Steuerung.

Die Steuerknaggen des Hobeltisches werden nämlich einen um so stärkeren Stoß verursachen, je größer die Tischgeschwindigkeit und je größer der Widerstand der anzutreibenden Steuerung ist. Man baute daher, um den Stoß zu mildern, in die Frösche Federpuffer ein, ohne allerdings besondere Erfolge zu erzielen.

Die Hauptbedingung für einen sanften Hubwechsel ist jedenfalls, bei höheren Tischgeschwindigkeiten die viel Kraft erfordernde Schaltsteuerung von der Umsteuerung zu trennen. Mit diesen getrennten Steuerungen ist noch der Vorzug verbunden, daß selbst schwere Maschinen mit einem Handhebel nach Bedarf umzusteuern und auch ohne Benutzung des Deckenvorgeleges augenblicklich stillzusetzen sind. Die Umsteuerung wird bei neueren Hobelmaschinen nach wie vor von dem Hobeltisch bedient. Die Schaltsteuerung kann ebenfalls von dem Tisch betätigt werden oder auch von einer Vorlegewelle des Tischantriebes. Im ersten Falle ist es aber notwendig, um einen milderen Stoß zu bekommen, die beiden Steuerungen zu verschiedenen Zeiten durch die Steuerknaggen des Tisches zu betätigen.

Werden beide Steuerungen von den Knaggen des Tisches bedient, so kann der Tisch zuerst die Umsteuerung herumlegen und dann die Schaltsteuerung. Hierdurch wird ein Teil der lebendigen Kraft des Tisches durch die Schaltsteuerung verbraucht, so daß der Tisch schneller

ausläuft und umgesteuert werden kann. Dieser Weg ist aber nur möglich bei großen Tischgeschwindigkeiten und genügend großen Überwegen, damit vor jedem neuen Schnitt der Stahl rechtzeitig zur Ruhe kommt.

Bei den gewöhnlichen Geschwindigkeiten ist wohl der umgekehrte Weg einzuschlagen, d. h. die Steuerung schaltet zuerst den Stahl in die nächste Schnittstellung und steuert hierauf den Tisch um.

Bei den Billeter-Hobelmaschinen wird nach obigem Gedankengang zuerst die Schaltsteuerung von dem Tisch herumgelegt und hierauf die Umsteuerung (Abb. 792). Hierzu sitzen zwei lose Steuerhebel  $W_1$  und  $W_2$  auf je einem Zapfen des Bettes. Der vordere  $W_1$  bedient die Umsteuerung, der hintere  $W_2$  die Schaltsteuerung. Beide Hebel müssen aber, wenn sie obige Bedingung erfüllen sollen, um einige Grade versetzt sein. Beim Arbeitsgang muß daher der Steuerknaggen  $F_2$  zuerst

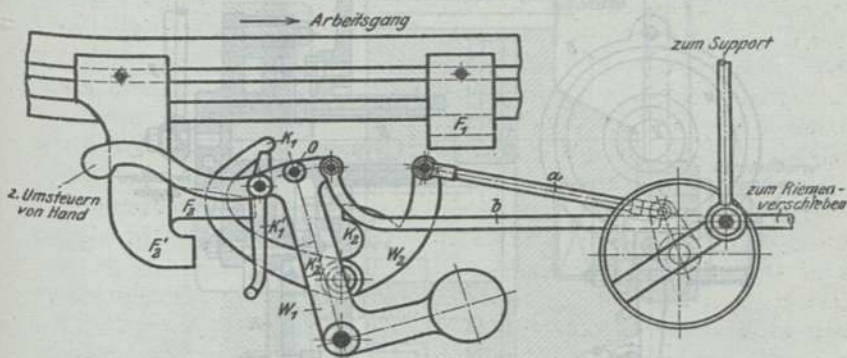


Abb. 792. Getrennte Schalt- und Umsteuerung. Billeter & Klunz.

gegen den Anschlag  $K_2$  an  $W_2$  stoßen und hierdurch die Schaltsteuerung herumlegen. Hierauf kommt  $F'_2$  gegen die hintere Klaue  $K'_2$  und legt den vorderen Hebel  $W_1$  herum, wodurch die Umsteuerung bewirkt wird. Beim Rücklauf stößt der Frosch  $F_1$  mit dem punktierten Anschlag zuerst gegen die höher gerückte Klaue  $K_1$ , wodurch der Hobelschlitten geschaltet wird. Kurz darauf kommt der Frosch  $F_1$  gegen  $K'_1$  und steuert den Tisch um. Der Stahl kommt also vor jedem Schnitt rechtzeitig zur Ruhe. Die beiden Steuerungen werden daher einzeln und zu verschiedenen Zeiten bedient. Der Tisch erfährt daher nacheinander zwei leichtere Stöße, so daß sich der Hubwechsel sanfter vollzieht. Um bei dem schnellen Rücklauf ein zu starkes Bremsen des Tisches zu umgehen, sind auch hier die Frösche stark ungleichschenklig gehalten.

Für das Umsteuern des Tisches von Hand sind die getrennten Steuerungen ebenfalls bequemer. Verbindet man nämlich mit dem vorderen Steuerhebel  $W_1$  einen Handgriff, so kann hiermit die Umsteuerung augenblicklich von Hand bewerkstelligt werden, ohne die

Schaltsteuerung zu beeinflussen. Auch läßt sich die Maschine mit diesem Handgriff augenblicklich stillsetzen. Diese Einrichtung ist besonders wertvoll bei kurzen Unterbrechungen zum Nachmessen oder Ausrichten des Werkstückes. Dabei kann der Tisch durch Einstecken eines Stiftes bei  $O$  noch besonders gesichert werden, so daß er sich nicht durch zufälliges Verschieben der Riemen in Bewegung setzen kann. Wie in Abb. 788, so kann auch hier die Klaue  $K_1$  zurückgeschlagen werden, so daß für kleinere Zwischenarbeiten der Tisch mal über seine gewöhnliche Hubgrenze hinaus läuft.

Soll der zweite Stoß vom Tisch ferngehalten werden, so ist die Schaltsteuerung von einer Welle des Tischantriebes zu betätigen. Dadurch entsteht die Aufgabe, durch den jedesmaligen Richtungswechsel dieser Welle die Steuerung abwechselnd aufzuziehen und zu schalten.

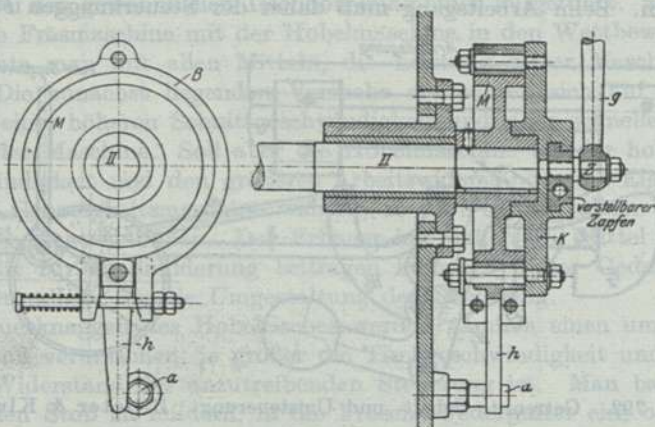


Abb. 793 und 794. Spreizringkupplung.

Hierzu dient die in Abb. 793 und 794 dargestellte Spreizringkupplung. Sie hat also, sobald die Vorlegewelle umgesteuert wird, die Kurbelscheibe  $K$  der Schaltsteuerung für einen Augenblick mitzunehmen und gleich darauf wieder freizugeben. Diese Bedingung erfüllt die Kupplung durch einen Bremsring  $B$ , der die ständig kreisende Scheibe  $M$  mit der Kurbel  $K$  kuppelt und kurz darauf wieder losläßt.

Die Schaltsteuerung ist wie folgt eingerichtet: Auf der Vorgelegewelle  $II$  des Tischantriebes (Abb. 767 und 770) sitzt lose die Schaltkurbel  $K$  mit dem Spreizring  $B$ . Der Ring  $B$  wird durch eine kräftige Feder gegen den Umfang der Mitnehmerscheibe  $M$  gepreßt, so daß er beide durch Reibung kuppelt. Auf diese Weise würde die Steuerung ständig arbeiten. Um aber die Schaltung ruckweise zu gestalten, wird die Kupplung schon nach einem kurzen Ausschlag zwangsläufig ausgelöst. Hierzu dient der an der Kurbelscheibe  $K$  drehbar befestigte Hebel  $h$ . Er stößt gegen den Anschlag  $a$  der Maschine, stellt sich übereck und spreizt

hierdurch den Spreizring *B* auf. Bis zu diesem Zeitpunkt wird die Schaltung aufgezo-gen oder vollzogen, denn von jetzt ab steht die Kurbel still, während die Scheibe *M* weiterläuft. Wird nun umgesteuert, so gibt zunächst der Hebel *h* nach. Die Feder schließt infolgedessen den Bremsring von neuem, so daß die Kurbel entgegengesetzt mitgenommen wird, bis ein zweiter Anschlag *a* die Kupplung wieder auslöst. Die Spreizringkupplung besitzt den Vorzug, daß durch den Reibungsschluß die Schaltung des Hobelschlittens fast stoßfrei erfolgt. Der Tisch bekommt nur den Stoß der Riemenumsteuerung.

Eine ähnliche Ausrückkupplung bringt die Abb. 795. Die Kupplung besteht aus der losen Steuerkurbel *K* und einer Mitnehmer-

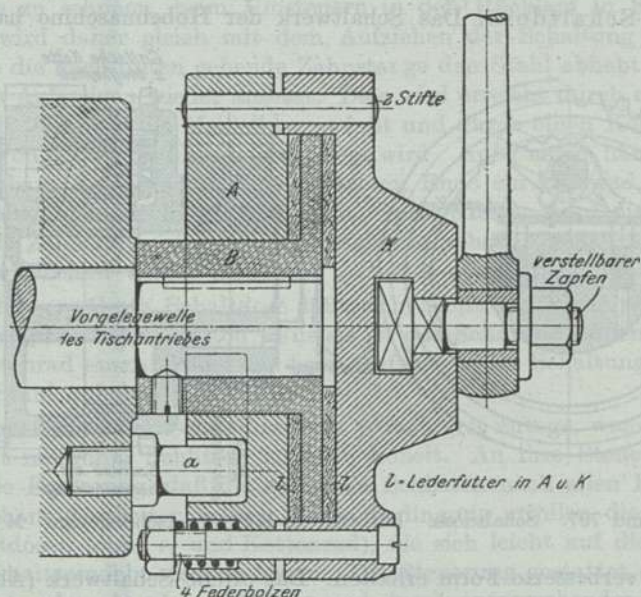


Abb. 795. Selbsttätige Ausrückkupplung.  $M = 1 : 3$ .

scheibe *B*, die auf der betreffenden Vorlegewelle sitzt. Soll die Kurbel den Hobelschlitten augenblicklich steuern, so muß sie bei jedem Hubwechsel von der umgesteuerten Scheibe *B* mitgenommen werden und kurz darauf wieder stillstehen. Um diese Bedingung zu erfüllen, schließt die Kupplung wiederum durch Reibung, so daß sie ziemlich stoßfrei arbeitet. Die vier kräftigen Federbolzen drücken nämlich die losen Scheiben *A* und *K*, die mit einem Lederfutter ausgestattet sind, beiderseits fest gegen die ständig kreisende Mitnehmerscheibe *B*, so daß die beiden Scheiben durch Reibung mitgenommen werden. Die Steuerkurbel wird daher im Sinne von *B* laufen und die Schaltsteuerung betätigen, bis sie ausgelöst wird. Die Ausrückung besorgt die Sperr-



scheibe *A*, die eine Nut für einen Ausschlag von etwa  $120^\circ$  hat. In die Nut faßt nämlich der feste Anschlag *a*, der die Scheiben *A* und *K* festhält, weil beide außer durch die Federbolzen noch durch zwei Stifte verbunden sind, die die Bolzen entlasten. Die Steuermittel *K* wird daher, bei jedem Hubwechsel um  $120^\circ$  nach rechts oder links ausschlagen und dadurch den Hobelschlitten steuern. Jede dieser Kupplungen leidet an dem Übel, daß sie bremst und sich ziemlich abnutzt. Allerdings haben diese Mängel keine größere praktische Bedeutung.

Mit der Ableitung des Vorschubes von einer Antriebswelle ist ein Nachteil verbunden: Wird mal bei angefangenem Span von Hand umgesteuert, so wird auch gleich der Stahl geschaltet.

Die Schaltdose: Das Schaltwerk der Hobelmaschine hat eben-

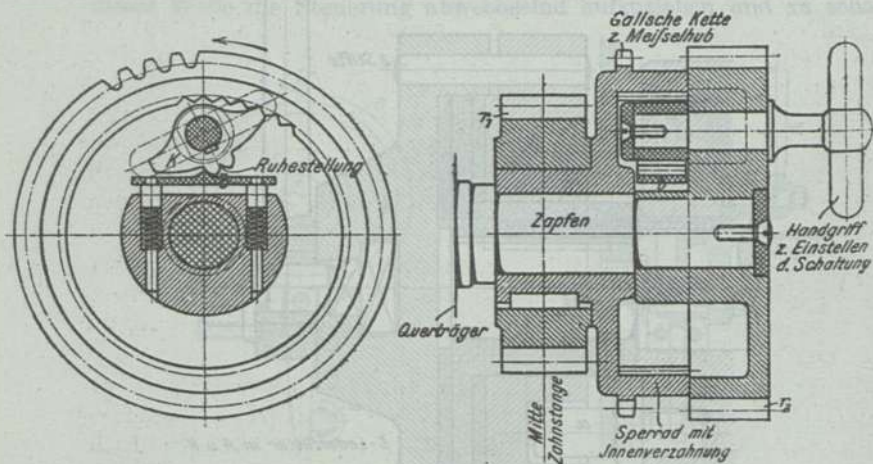


Abb. 796 und 797. Schaltdose. Billeter & Klunz, Aschersleben.  $M = 1 : 3$ .

falls eine verbesserte Form erhalten. Das offene Schaltwerk (Abb. 790) ist gegen Schmutz wenig geschützt. Der Übelstand verschwindet aber, sobald das Schaltrad Innenverzahnung erhält, so daß die Klinke verdeckt liegt. Dieser Gedanke liegt der Schaltdose zugrunde, die als geschlossenes Schaltwerk ausgebildet ist (Abb. 796 und 797). Sie wirkt in der Weise, daß die auf- und absteigende Zahnstange das Zahnrad  $r_1$  ruckweise betätigt und mit ihm auch das innen verzahnte Schaltrad. Um von ihm beim Umsteuern in den Arbeitsgang den Vorschub zu erhalten, ist die an dem Rade  $r_2$  sitzende Sperrklinke *K* durch den Handschlüssel auf die Innenverzahnung einzurücken. Hierdurch wird in der gezeichneten Klinkenstellung die aufsteigende Zahnstange die Schaltung vollziehen, indem das Sperrrad das Zahnrad  $r_2$  mitnimmt. Mit  $r_2$  stehen die Räder der Zug- und Leitspindel in Eingriff.

Soll mit der Steuerung senkrecht geschaltet werden, so ist daher das Rad auf der Zugspindel *Z* zu kuppeln, die Räder auf  $L_1$  und  $L_2$

sind hingegen zurückzuziehen. Für das Querhobeln mit beiden Hobelschlitten ist das Rad auf  $Z$  zu entkuppeln, während die auf  $L_1$  und  $L_2$  in das lose Zugspindelrad einzurücken sind. Für den Richtungswechsel des Vorschubes ist die Klinke  $K$  auf die Gegenseite einzurücken. Damit aber gegen Ende Rücklauf geschaltet wird, ist vorher der Kurbelzapfen an der Scheibe  $K$  auf die Gegenseite einzustellen (Abb. 767). Zum Ausschalten der Steuerung ist die Klinke  $K$  auf die Mittelbrust zu bringen. In allen drei Stellungen ist die Klinke durch die Stahlplatte  $b$  verriegelt.

### Die selbsttätige Meißelabhebung.

Die selbsttätige Meißelabhebung muß, um den Stahl beim Rücklauf der Maschine zu schonen, beim Umsteuern in den Rücklauf in Kraft treten. Sie wird daher gleich mit dem Aufziehen der Schaltung vereinigt, indem die nach unten gehende Zahnstange den Stahl abhebt und nachher beim Aufsteigen wieder ansetzt. Dies wird erreicht durch einen Hebel  $h$  (Abb. 772), der die Meißelklappe faßt und durch einen Ketten- oder Seilzug von der Welle  $I$  aus herumgelegt wird. Auf  $I$  sitzen nämlich das verschiebbare Kettenrad und am vorderen Ende ein Zahnrad, das mit der Schaltzahnstange in Eingriff steht. Infolgedessen wird die abwärts gehende Zahnstange den Stahl zwangsläufig abheben und bei dem folgenden Hubwechsel wieder ansetzen.

Die vorhin erwähnte Schaltdose läßt sich leicht mit einer selbsttätigen Meißelabhebung ausrüsten. Für sie ist das Schaltrad außen nur noch als Kettenrad auszubilden, das beim Aufziehen der Schaltung wie vorhin den Stahl abhebt.

Der Hauptvorteil der Schaltdose tritt jedoch erst zutage, wenn die Maschine mit mehreren Schlitten zugleich hobelt. An ihre Steuerung tritt dann die Forderung, daß die einzelnen Schlitten nach allen Richtungen unabhängig arbeiten sollen. Diese Bedingung erfüllen die einfachen Schaltdosen (ohne  $r_1$  und Kettenrad), die sich leicht auf die betreffenden Schaltspindeln stecken lassen. Die Steuerung gestattet dann zugleich quer und senkrecht zu hobeln und durch entsprechendes Einstellen der Klappen  $K$  auch gleichzeitig nach rechts und links zu schalten.

## 2. Die Einständer-Hobelmaschinen.

Das Bestreben des Werkzeugmaschinenbaues, die Hobelmaschine auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig zu halten, ließ zu manchen Mitteln greifen. Durch den äußeren Aufbau versuchte man, die Hobelmaschine auch für sperrige Werkstücke einzurichten.

Unerläßliche Vorbedingung für ruhigen Gang ist eine kräftige und gut versteifte Bauart der Maschine. Mit Rücksicht hierauf wird auch die Hobelmaschine meist als Zweiständermaschine (Zweipilaster-Hobelmaschine) (Abb. 767 bis 770) gebaut. In dieser Ausführung bietet sie aber in der Breite nur einen beschränkten Arbeitsraum, der das



Aufspannen und Bearbeiten sperriger Werkstücke erschwert oder gar ausschließt. Je mehr Fortschritte der Großmaschinenbau machte, um so mehr trat dieser Mangel der Zweiständermaschine zutage. Er führte, den Bedürfnissen der Praxis folgend, zu den Einständer-Hobelmaschinen (Abb. 798 und 799). Ihr Grundgedanke ist, durch die freie Längsseite einen Arbeitsraum für sperrige Werkstücke zu schaffen und das Auf- und Abbringen der schweren Arbeitsstücke zu erleichtern (Abb. 800)

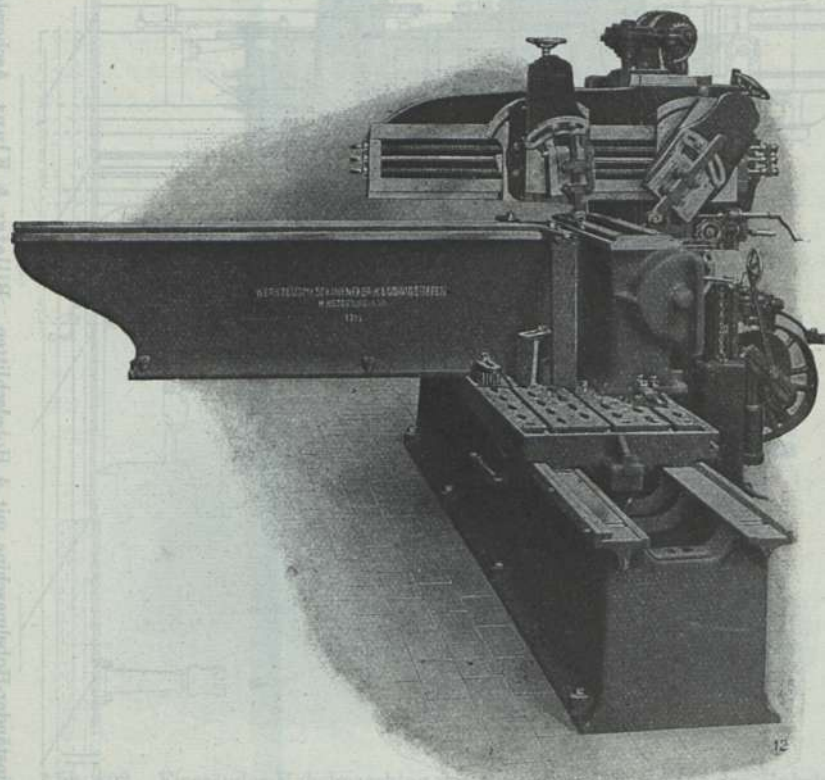


Abb. 800. Einständer-Hobelmaschine. H. Hessenmüller, Ludwigshafen.

Sollen diese Einständer-Hobelmaschinen genaue Arbeit liefern, so verlangen sie eine äußerst kräftige Säule oder einen Kastenständer und einen starken und gut verrippten Querträger.

Führend auf dem Gebiete der Einständer-Hobelmaschinen war die Firma Billeter & Klunz, Aschersleben. Ein treffendes Bild von der Entwicklung der Einständermaschinen zeigt die Billeter-Maschine in Abb. 801. Sie ist für besonders schwere Schnitte und außergewöhnlich

breite Werkstücke gebaut. Um diese gegen Durchbiegen und Durchhängen zu schützen, besitzt die Maschine bei *b* noch eine Hilfslaufbahn mit einem Rolltisch. Auf ihm wird die freie Seite des Werkstückes

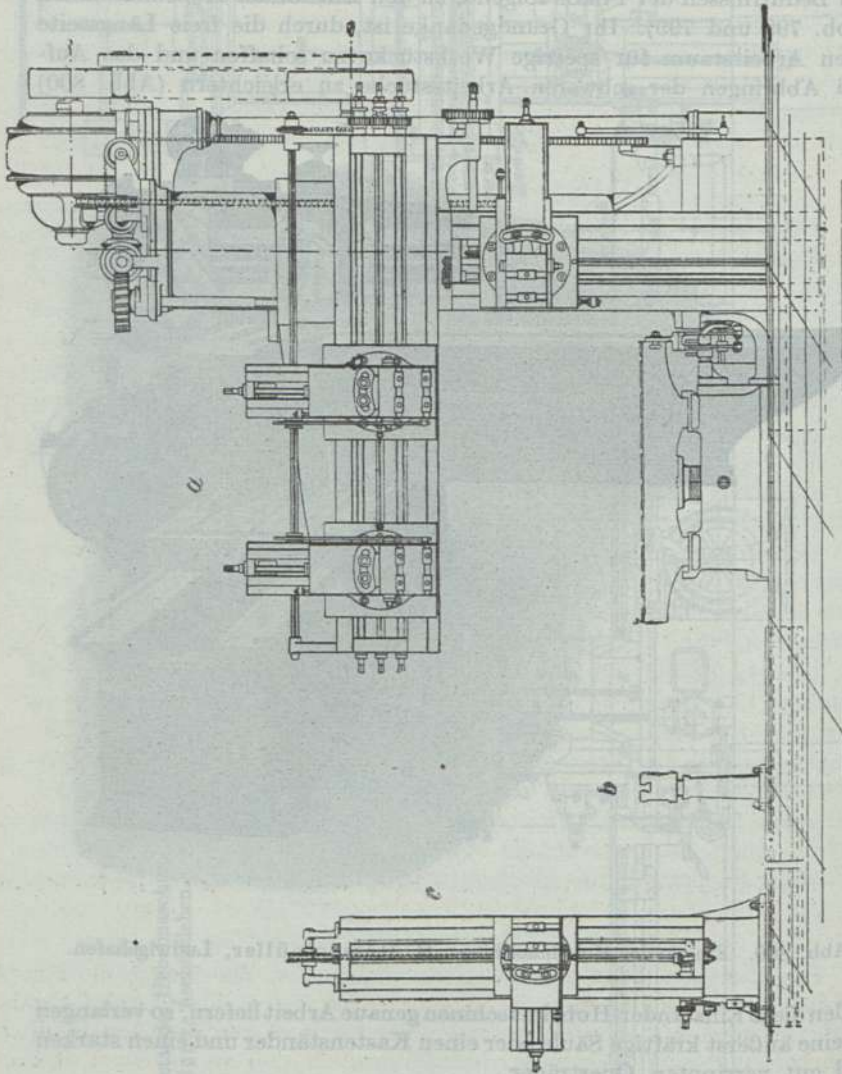


Abb. 801. Einständer-Hobelmaschine mit 4 Hobelschlitten. Billeter & Klunz, Aschersleben.

befestigt. Zum Einstellen des Rolltisches auf die jeweilige Breite des Arbeitsstückes liegt neben dem Hobelmaschinenbett noch eine Grundplatte, auf der sich die Laufbahn seitlich verschieben läßt.

Auch die Anwendung in Abb. 802 spricht von der Vielseitigkeit der

Einständermaschine. Sie ist hier mit einer Sondervorrichtung für das Hobeln von Schwungrädern ausgestattet.

Die Radhälften werden in einer Grube an der seitlichen Spannfläche des Bettes festgespannt, weil das Aufspannen auf dem Tisch zu

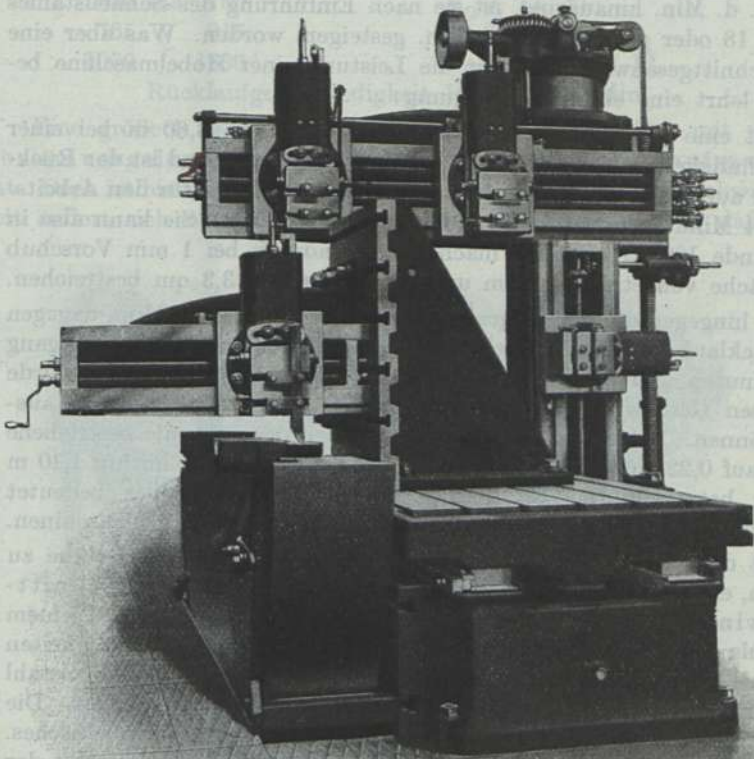


Abb. 802. Einständer-Hobelmaschine mit Sondervorrichtung für das Hobeln von Schwungrädern. Billeter & Klunz, Aschersleben.

schwierig ist. Hierdurch ist man gezwungen, dem Stahl die Hauptbewegung und den Vorschub zu geben. Auf dem Hobeltisch ist daher ein Winkel mit einem Ausleger festgespannt, auf dem der Hobelschlitten geschaltet wird. Der Hobeltisch führt infolgedessen den Stahl über die Arbeitsflächen des Rades, während er durch ein Klinkwerk quergeschaltet wird. Die Einständer-Hobelmaschine ist durch diese Einrichtung zu einer Grubenhobelmaschine geworden.

### 3. Die Schnellhobelmaschinen.

Die Schnellhobelmaschinen sind in dem Zeitalter des Schnellstahles entstanden. Während früher die Schnittgeschwindigkeit selten über 5,4 m i. d. Min. hinausging, ist sie nach Einführung des Schnellstahles bis auf 18 oder gar 20 m i. d. Min. gesteigert worden. Was aber eine hohe Schnittgeschwindigkeit für die Leistung einer Hobelmaschine bedeutet, lehrt eine einfache Rechnung:

Hat eine Hobelmaschine z. B. einen Hub von 3,60 m bei einer Geschwindigkeit von nur 9 m i. d. Min. zurückzulegen und ist der Rücklauf nur auf das Doppelte beschleunigt, so gebraucht sie für den Arbeitsgang 0,4 Minuten und für den Rücklauf 0,2 Minuten. Sie kann also in der Stunde 100 Arbeitshübe machen und dadurch bei 1 mm Vorschub eine Fläche von etwa 0,33 qm und in 10 Stunden 3,3 qm bestreichen.

Ist hingegen die Schnittgeschwindigkeit nur 5 m i. d. Min., dagegen der Rücklauf auf 1 : 4 beschleunigt, so erfordert jeder Arbeitsgang 0,72 Minuten und jeder Rücklauf 0,18 Minuten. Die Maschine würde bei diesen Geschwindigkeitsverhältnissen in der Stunde 66 Hübe ausüben können. Bei 1 mm Vorschub würde sich demnach die bestrichene Fläche auf 0,22 qm und in 10 Stunden auf 2,2 qm stellen, mithin 1,10 m weniger betragen. Die Einführung des Schnellhobelstahles bedeutet daher einen gewaltigen Sprung in der Leistung der Hobelmaschinen.

Mit dem Bestreben, eine größere Leistung der Hobelmaschine zu schaffen, eng verknüpft ist auch das Hobeln mit mehreren Schnittgeschwindigkeiten. In der Praxis war es schon längst zu einem Bedürfnis geworden, die Maschine mit verschiedenen Geschwindigkeiten schrappen und schlichten zu lassen. Seitdem aber der Schnellhobelstahl seinen Einzug gehalten, wurde das Bedürfnis zur Notwendigkeit. Die Lösung dieser Frage liegt natürlich in dem Antriebe des Hobeltisches. Hat er mehrere Übersetzungen, so kann die Schnittgeschwindigkeit der Maschine besser der Härte des Werkstückes, der Güte des Stahles und dem Hobelverfahren selbst angepaßt werden. Die Schnellhobelmaschinen arbeiten daher beim Schrappen mit dem Schnellstahl mit 12 bis 20 m Schnittgeschwindigkeit i. d. Min. und schlichten mit 8 bis 12 m, während die gleichbleibende Rücklaufgeschwindigkeit zwischen 18 und 30 m/Min und höher liegt.

Die Firma Billeter & Klunz wählt bei der Riemenumsteuerung und einer Schnittgeschwindigkeit  $v = 8,4$  m/Min, bei der elektrischen Umsteuerung und zwei Schnittgeschwindigkeiten  $v_1 = 8,4$  m/Min und  $v_2 = 15$  m/Min. Bei leichten Hobelmaschinen ist die Schnittgeschwindigkeit  $v = 9$  bis 18 m/Min, bei mittleren  $v = 8$  bis 16 m/Min und bei schweren Maschinen  $v = 6$  bis 12 m/Min. Die Rücklaufgeschwindigkeit bei Maschinen mit einer Hobelbreite bis 1000 mm beträgt 27 m/Min, bei größeren 21 bis 24 m/Min.

Manche Maschinen haben sogar 3, 4 oder 6 Tischgeschwindigkeiten, die sich nach ihrer Hobelbreite richten:

Hobelbreite in mm	Tischgeschwindigkeit in m/Min
610 bis 765	6, 9, 12, 17
765 „ 915	6, 9, 11, 14
1070 „ 1830	5, 6, 8, 9, 10, 12

Rücklaufgeschwindigkeit 18 bis 30 m/Min.

Eine größere Zahl Schnittgeschwindigkeiten läßt sich mit einem Deckenvorgelege erreichen, das verschiedene Umlaufszahlen hat. Doch ist hiermit ein Nachteil verbunden: Die Rücklaufgeschwindigkeit ändert sich nämlich mit der Schnittgeschwindigkeit, so daß mit

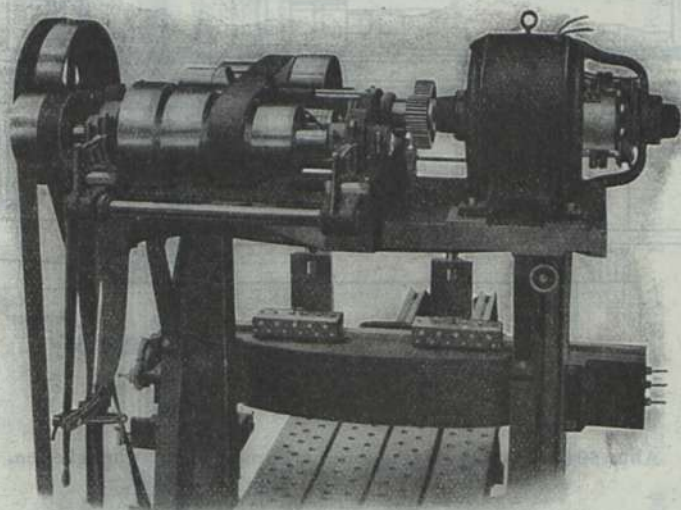


Abb. 803. Antrieb der Gray-Hobelmaschine.

der kleinsten Schnittgeschwindigkeit auch die geringste Beschleunigung des Rücklaufs verbunden ist. Dadurch wird aber die Ausnutzung der Maschine stark beeinträchtigt. Die Grundbedingung für den wirtschaftlichen Betrieb einer Hobelmaschine mit mehreren Schnittgeschwindigkeiten ist daher eine gleichbleibende, hohe Rücklaufgeschwindigkeit.

Die Bedingung ist erfüllt, sobald man zwischen Deckenvorgelege und Maschine mehrere Arbeitsriemen mit verschiedenen Übersetzungen einbaut. Demnach würde das Hobel mit 2 Schnittgeschwindigkeiten zwei Arbeitsriemen und einen Rücklaufriemen erfordern.

Nach diesem Grundsatz hat die Schnellhobelmaschine von Gebr. Böhringer 2 Riemen fürs Hobeln mit 8,4 m und 15 m i. d. Min. und einen Rücklaufriemen für 27 m Geschwindigkeit i. d. Min. (Abb. 767).



Von den beiden Arbeitsriemen darf natürlich nur einer die Maschine treiben, der andere muß auf einer Losscheibe festgestellt werden. Hierzu ist beim Hobeln mit 8,4 m die Rolle  $r$  auf die Gabel  $g_1$  einzustellen und die Gabel  $g_2$  mit dem Einsteckstift  $s$  festzuhalten. Infolgedessen wird der Hobeltisch mit den beiden äußeren Riemen gesteuert.

Eine bemerkenswerte Einrichtung besitzt die Powel-Hobelmaschine in ihrem Antriebe. Sie setzt den Schnitt mit 9 m/Min an, schaltet dann die Geschwindigkeit auf 36 m/Min und kurz vorm Aushobeln wieder auf 9 m. Sie hat also 2 Hobelriemen, einen für das An- und Aushobeln und einen fürs Schnellhobeln. Der Zweck des langsamen

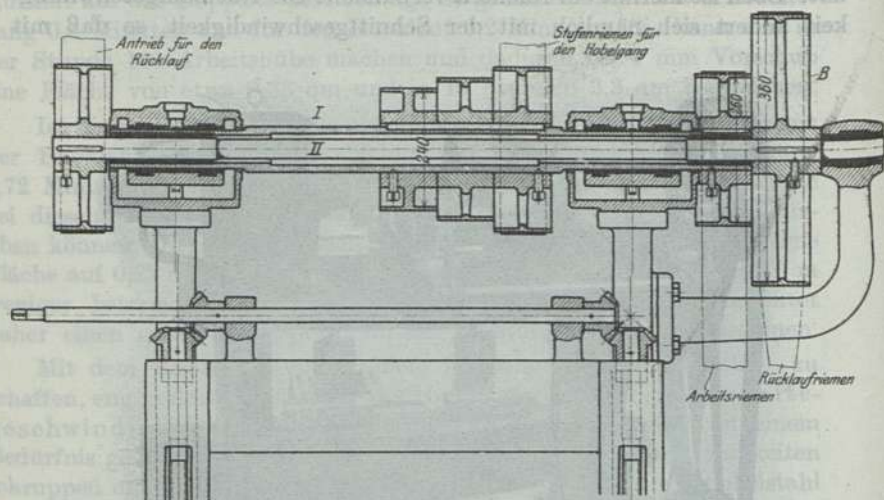


Abb. 804. Ständervorgelege mit mehreren Geschwindigkeiten.  
Brune, G. m. b. H., Köln-Ehrenfeld.

An- und Aushobeln ist, ein Ausbrechen der Gußkanten zu verhindern. Der Rücklauf des Tisches erfolgt mit 36 m/Min.

Der Geschwindigkeitswechsel mit mehreren Arbeitsriemen läßt sich praktisch nicht gut weiter als bis zu 2 Schnittgeschwindigkeiten durchführen. Darüber hinaus muß man schon zum Stufenriemen greifen. Die Gray-Hobelmaschine (Abb. 803) vollzieht den Geschwindigkeitswechsel mit einem Stufenriemen für 4 Geschwindigkeiten. Wie bei dem Deckenvorgelege in Abb. 38, so wird auch hier der Riemen zum raschen Verschieben zuerst durch einen leichten Hebeldruck gelüftet und dann mit dem Handrade von Stufe zu Stufe gebracht.

Ein besonderes Ständervorgelege für den Geschwindigkeitswechsel hat die Hobelmaschine der Werkzeugmaschinenfabrik Brune, G. m. b. H., Köln-Ehrenfeld (Abb. 804). Für das Hobeln mit 3 Schnittgeschwindigkeiten treibt der Stufenriemen die Hohlwelle  $I$ , von deren Scheibe der



Die Werkzeugmaschinenfabrik Brune, G. m. b. H., Köln, führt bei ihren Schnellhobelnmaschinen für den Geschwindigkeitswechsel ein Stufenrädernetriebe nach Abb. 805 und 806 aus. Es ist für 3 Schnittgeschwindigkeiten und eine Rücklaufgeschwindigkeit eingerichtet. In dem Räderkasten sind 3 Wellen *I, II, III* mit je 2 Rädern vorgesehen, die sich mit 2 entsprechenden Rädern auf  $w_1$  und  $w_2$  in Eingriff bringen lassen. Hierzu ist der obere Räderkasten als Schlitten in dem unteren geführt und zu verschieben. Mit dem Handrade *H* lassen sich daher die Wellen *I, II, III* genau über  $w_1, w_2$  einstellen, so daß die betreffenden Räderpaare kämmen können. Der Hobelgang wird auch hier von der Hohlwelle  $w_1$  und der Rücklauf von  $w_2$  abgeleitet.

Schalttafel zu Abb. 805 und 806.

Lfd. Nr.	Räderpaare	Einstellung	Umläufe der Antriebs-scheibe i. d. Min.	Schnittgeschwindigkeit in m i. d. Min.	Rücklaufgeschwindigkeit in m i. d. Min.
1	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} = \frac{19}{26} \cdot \frac{16}{29}$	<i>III</i> auf $w_1, w_2$	225	7,5	27
2	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_5}{r_6} = \frac{19}{26} \cdot \frac{18}{27}$	<i>II</i> auf $w_1, w_2$	273	9,0	27
3	$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_7}{r_8} = \frac{19}{26} \cdot \frac{20}{25}$	<i>I</i> auf $w_1, w_2$	327	10,8	27

Der Schnellbetrieb hat nicht nur den elektrischen Antrieb, wie er in Abb. 807 mit einem 9 PS.-Motor und Riemenwechsel für 2 Schnittgeschwindigkeiten und eine Rücklaufgeschwindigkeit durchgeführt ist, allgemein begünstigt, sondern auch in dem Antriebe der Schnellhobelnmaschine eine neue Entwicklungsstufe gebracht, die mit dem Stufenmotor verknüpft ist. Seine Umläufe lassen sich innerhalb eines Bereiches von 1 : 3 regeln, was für das Hobeln mit mehreren Schnittgeschwindigkeiten äußerst wichtig geworden ist. Dazu ist der Motor umkehrbar, so daß die Maschine durch ihn umgesteuert werden kann (Abb. 808 und 809). An Stelle des Umkehrmotors lassen sich Rechts- und Linksmotoren verwenden, die vom Tisch aus abwechselnd geschaltet werden.

#### Die elektromagnetische Umsteuerung.

Auch auf die Umsteuerungen hat der Schnellbetrieb seinen Einfluß gehabt. Da bei den erhöhten Schnittgeschwindigkeiten die Hubwechsel schneller folgen und infolgedessen die Riemen häufiger verschoben werden müssen, so galt es in erster Linie, den starken Riemenverschleiß zu beseitigen. Dies führte bei den Schnellhobelnmaschinen zu den Kupplungs-Umsteuerungen (S. 70).

Einen erfreulichen Vorsprung brachte seinerzeit die elektromagnetische Umsteuerung von Billeter & Klunz. Zwei Elektromagnete kuppelten mit Reibkupplungen abwechselnd die Arbeitsscheibe und die Rücklaufscheibe. Durch die 4 Stufen der Arbeitsscheibe war die Maschine mit 4 Schnittgeschwindigkeiten ausgestattet.

Die Reibkupplungen sind allerdings starken Abnutzungen unterworfen. Diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, daß die Vulkan-Kupplung heute das Feld behauptet (Abb. 108).

Bei Maschinen mit elektrischem Antriebe ist mit dem Umsteuern stets eine starke Belastung des Motors verbunden. Denn gegen Ende

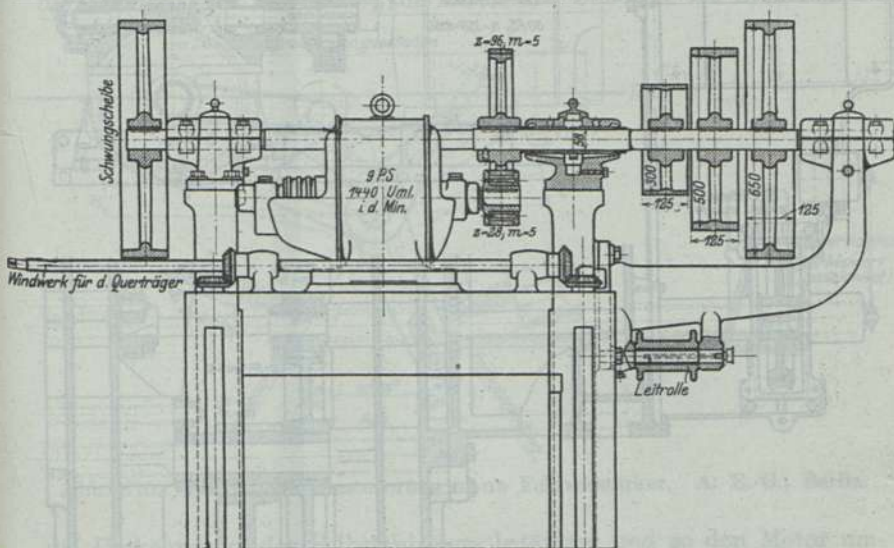


Abb. 807. Elektrischer Hobelmaschinenantrieb. Gebr. Böhringer, Göppingen.

des Hubes muß der Tisch abgebremst und gleich darauf in entgegengesetzter Richtung beschleunigt werden. Hierdurch steigt bei stark beschleunigten Rückläufen die Belastung des Motors etwa aufs doppelte. Sehr gute Dienste gegen die starken Belastungen des Motors leistet ein Schwungrad, das beim Umsteuern durch seine Arbeitswucht mitwirkt (Abb. 807). Ein weiteres Mittel sind Riemscheiben aus Aluminiumguß, die wegen ihres geringen Gewichtes schneller umsteuern.

Bemerkenswert ist auch das Abbremsen und Beschleunigen des Tisches mit einer Feder. Hierzu ist unter dem Tisch eine Stange mit einer kräftigen Spiralfeder gelagert. Gegen Ende des Hobelganges stößt der Tisch mit einem Anschlag gegen die Feder, die zusammengedrückt wird und so den Tisch abbremst. Bei dem kurz darauf folgenden Umsteuern in den Rücklauf hilft die Spannkraft der Feder, den Tisch be-

schleunigen. Diese Einrichtung zeigt eine gewisse Verwandtschaft mit der Selbstausrückung der Zugspindel in Abb. 187.

### Die elektrische Umsteuerung.

Bei schweren Maschinen verursacht das Umsteuern mit Kupplungen eine zu starke Erwärmung der Kupplungsteile. Sie hat deshalb ver-

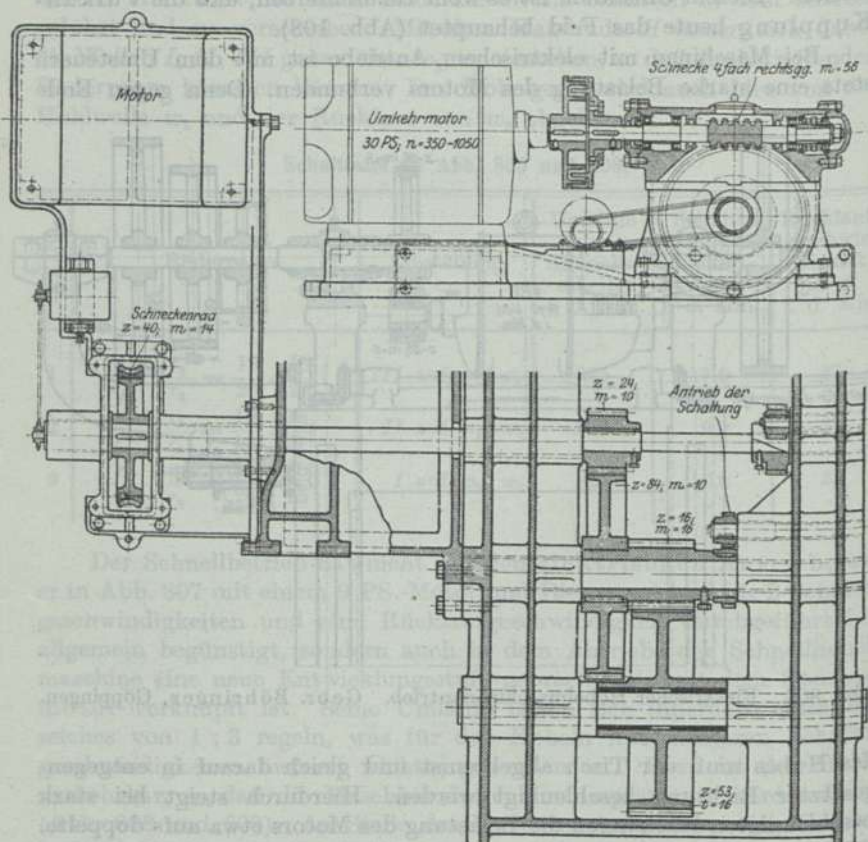


Abb. 808 und 809. Antrieb mit regelbarem Umkehrmotor.  
Gebr. Böhlinger, Göppingen.

anlaßt, Ventilatoren zum Kühlhalten der Kupplungsscheiben einzubauen. Derartige vielgestaltete Vorrichtungen sind zwar technisch höchst bemerkenswert, doch für den Werkstättenbetrieb zu weitgehend.

Die beste und einfachste Umsteuerung für schwere Maschinen ist der regelbare Umkehrmotor, der die jüngste Entwicklungslinie im Hobelmaschinenbau darstellt. Der Motor ist zum Abhalten der Stöße durch

eine nachgiebige Kupplung mit dem Tischantriebe zu kuppeln. Er läßt bei seiner hohen Umlaufzahl ein Schneckengetriebe zu, so daß die Zahl der Rädervorgelege beschränkt werden kann (Abb. 808 und 809).

Bei der elektrischen Umsteuerung haben sich zwei Verfahren herausgebildet:

1. Das Umsteuern mit dem regelbaren Umkehrmotor.
2. Das Umsteuern mit dem gewöhnlichen Motor und Umformer.

Bei dem Umsteuern mit dem regelbaren Umkehrmotor sind ein Umschalter und ein Anlasser erforderlich, die in einem Steuerkasten untergebracht sind (Abb. 810). Die Umsteuerung wird auch hier durch die Tischknaggen eingeleitet, die durch das Umlegen des Steuerhebels

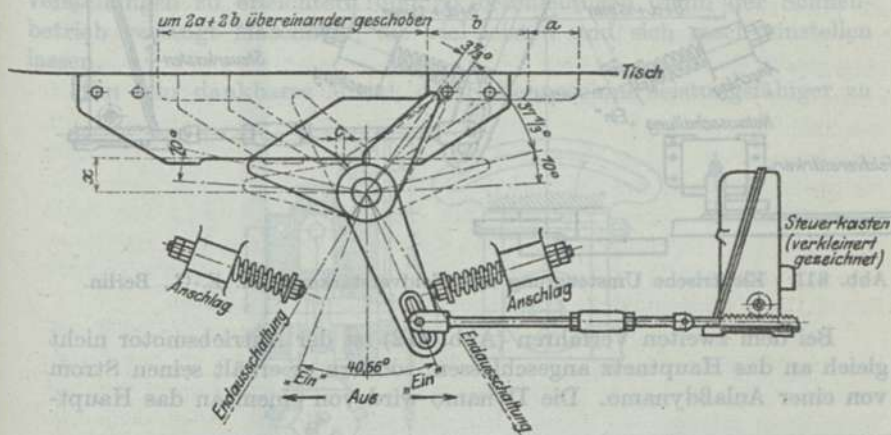


Abb. 810. Elektrische Umsteuerung ohne Feldverstärker. A. E.-G., Berlin.

die Umkehrwalze des Selbstanlassers betätigen und so den Motor umsteuern. Eine besondere Bedeutung hat hierbei das Abbremsen des Motors für einen ruhigen Auslauf des Tisches. Dies wird ebenfalls elektrisch durchgeführt. Vor Hubende stößt nämlich die abgesetzte Knagge gegen den Steuerhebel und dreht den Anlasser um etwa  $10^\circ$  zurück. In dieser Stellung wird ein Feldkontakt kurzgeschlossen, so daß der Motor bei vollem, magnetischem Felde arbeitet und auf dem Bremswege  $b$  kräftig gebremst wird. Durch einen zweiten Absatz der Knaggen wird kurz darauf der Anlasser rasch umgeschaltet. Der Gegenstrom setzt dabei erst am Ende des Umsteuerweges  $x$  ein. Sollte der Tisch übers Ziel laufen, so führt ein dritter Absatz die Endausschaltung herbei, in der durch ein Bremsschütz der Motor stillgesetzt wird.

Das Abbremsen des Motors kann auch mit besonderen Feldverstärkern geschehen, die in entsprechenden Entfernungen vor dem Steuerhebel  $w$  sitzen (Abb. 811). Auf dem Bremswege  $b$  werden die Hebel der Feldverstärker durch Schleifschienen der Knaggen mitgenommen,

wodurch der Stromschluß und das Bremsen des Motors erfolgt. Die Hebel fallen nachher durch das Gegengewicht in die Ausschaltstellung zurück.

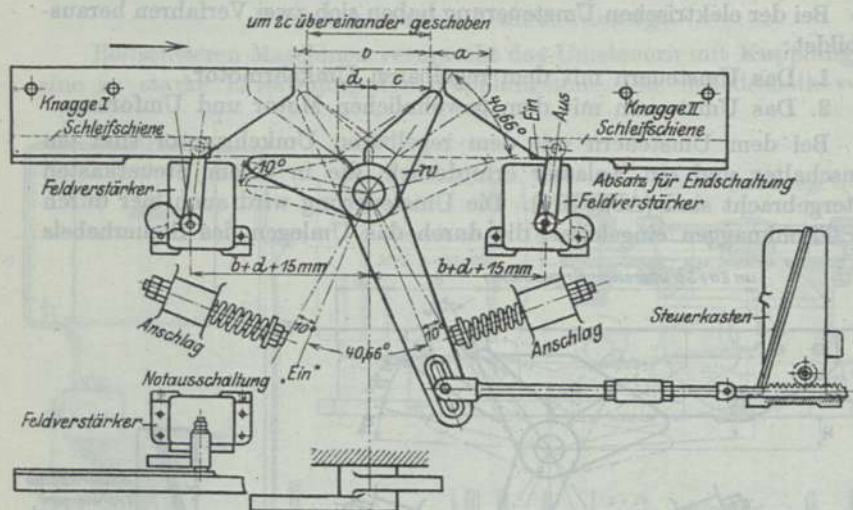


Abb. 811. Elektrische Umsteuerung mit Feldverstärkern. A. E.-G., Berlin.

Bei dem zweiten Verfahren (Abb. 812) ist der Antriebsmotor nicht gleich an das Hauptnetz angeschlossen, sondern er erhält seinen Strom von einer Anlaßdynamo. Die Dynamo wird von einem an das Haupt-

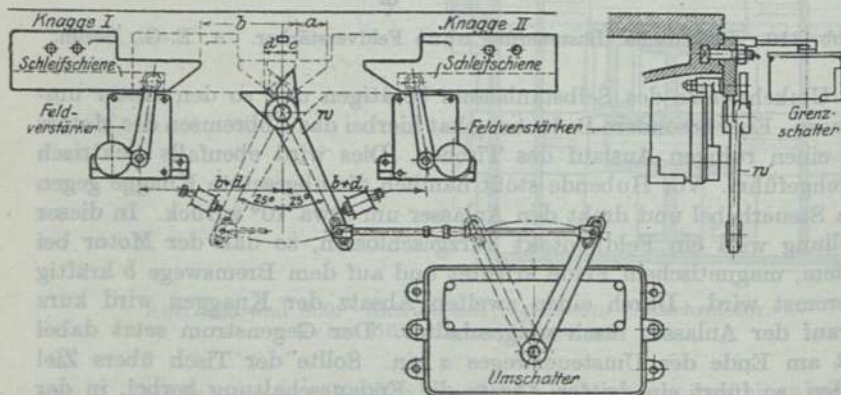


Abb. 812. Umsteuerung mit Anlaßdynamo. A. E.-G., Berlin.

netz angeschlossenem Motor angetrieben und läuft mit gleichbleibender Umlaufzahl. Zum Umsteuern und Regeln der Schnittgeschwindigkeit ist daher nur der Erregerstrom der Anlaßdynamo umzuschalten und

zu regeln. Die ganze Regelbarkeit liegt also in dem Motor, der hierdurch außergewöhnlich groß wird. Das Umschalten geschieht auch hier durch die Knaggensteuerung, die auf den Umschalter wirkt. Die Umläufe des Motors sind hierbei von der Stellung des Reglers abhängig. Für den Rücklauf wird der Nebenschlußregler durch einen mit dem Umschalter verbundenen Hilfskontakt außer Wirkung gesetzt, so daß der Motor mit der größten Umlaufzahl läuft. Die Feldverstärker haben auch hier kurz vor dem Hubwechsel den Motor abzubremfen.

Die weiteren Bestrebungen in dem Bau von Schnellhobelmaschinen sind darauf gerichtet, 1. die Zeitverluste, die der Rücklauf verursacht, möglichst zu kürzen und 2. das Einstellen der Maschine durch Schnellverstellungen zu erleichtern und zu beschleunigen, denn der Schnellbetrieb verlangt Maschinen, die viel leisten und sich rasch einstellen lassen.

Ein sehr dankbares Mittel, die Hobelmaschine leistungsfähiger zu

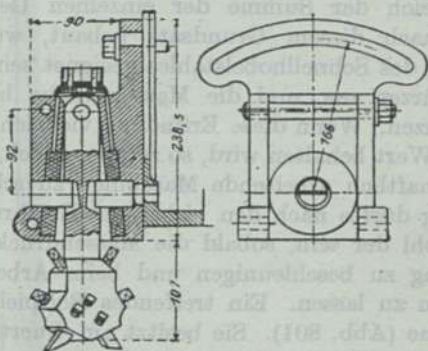


Abb. 813 und 814<sup>1)</sup>. Doppelstahlhalter mit elektromagnetischer Umsteuerung.

gestalten, ist das Hobeln beim Vor- und Rücklauf. Damit wären die Massendrücke und zugleich die tote Arbeitszeit auf das Mindestmaß beschränkt. Um den Gedanken zu verwirklichen, lassen sich mehrere Wege beschreiben. Man kann z. B. denselben Stahl beim Vor- und Rücklauf arbeiten lassen. Zu diesem Zweck wäre er mit jedem Hubwechsel um 180° umzusteuern. Dieser Weg ist bereits von Sellers benutzt, jedoch ohne dauernden Erfolg.

Seit die Elektrotechnik ihren Einzug gehalten hat, baut man für denselben Zweck Doppelstahlhalter mit elektromagnetischer Umsteuerung. Bei ihnen werden durch zwei Magnete abwechselnd die Stähle für den Vor- und Rücklauf angesetzt (Abb. 813 und 814). Die Maschine wird daher vor- und rückwärts arbeiten. Sie besitzt einen gleichmäßigen Arbeitsaufwand, der besonders auf den Antriebsmotor

<sup>1)</sup> Schlesinger, Z. Ver deutsch. Ing. 1904, S. 1383.



günstig wirkt. Mit dieser Einrichtung lassen sich bei größeren Maschinen mehr als 25% an Leistung gewinnen.

Ein anderer Weg ist, auf beiden Seiten des Querträgers je einen oder zwei Hobelschlitten für den Vor- und den Rückgang anzuordnen. An derartigen Versuchen hat es auch nicht gefehlt. Sie haben aber bei Tischhobelmaschinen keinen durchgreifenden Erfolg gezeitigt, wohl aber bei langhubigen Blechkanten-Hobelmaschinen seit der Einführung des Umkehrmotors.

Vor einiger Zeit ist der Firma Billeter & Klunz eine Erfindung geschützt worden (D. R.-P. 146 076), durch die die Hobelmaschine an Leistungsfähigkeit gewinnen muß. Der Grundgedanke dieser Erfindung ist, den Hobelstahl und den Hobeltisch gleichzeitig anzutreiben und zwar derart, daß sich Werkstück und Werkzeug beim Arbeitsgang aufeinander zu bewegen, während sie sich beim Rücklauf wieder voneinander entfernen. Bei dieser Arbeitsweise wäre die Schnitt- und Rücklaufgeschwindigkeit gleich der Summe der einzelnen Geschwindigkeiten. Hobelmaschinen, nach diesem Grundsatz gebaut, würden besonders für die Ausnutzung des Schnellhobelstahles geeignet sein. In ihrer Baulänge fallen sie kürzer aus, und die Massendücke bleiben innerhalb der zulässigen Grenzen. Wenn diese Erfindung vielleicht auch nur einen wissenschaftlichen Wert behalten wird, so zeigt sie doch, wie die Technik bemüht ist, wirtschaftlich arbeitende Maschinen zu schaffen.

Der beste Weg dürfte nach den bisherigen Erfahrungen bei Tischhobelmaschinen wohl der sein, sobald die Massendücke zu bewältigen sind, den Rückgang zu beschleunigen und beim Arbeitsgang mehrere Werkzeuge arbeiten zu lassen. Ein treffendes Beispiel zeigt auch hier die Billeter-Maschine (Abb. 801). Sie besitzt am Querträger *a* 2 Hobelschlitten, die zum Querhobeln nach beiden Richtungen arbeiten. Zum Hobeln senkrechter Flächen ist am Ständer der Maschine ein dritter Hobelschlitten mit senkrechter Schaltung angebracht. Außerdem hat die Maschine noch eine Erweiterung durch den Ständer *c* erfahren. Um nämlich sehr breite Stücke auch von außen hobeln zu können, sitzt auf ihm ein vierter Schlitten mit selbsttätiger Schaltung.

Die weitere Entwicklung der Hobelmaschine steuert darauf hinaus, sie auch für andere Arbeitsverfahren einzurichten. Hierzu stattet man sie mit einer Bohr-, Fräs- oder Schleifspindel aus, so daß die Werkstücke ohne Umspannen gehobelt, gebohrt, gefräst oder geschliffen werden können (Abb. 825 und 826).

Auch auf die Einstellvorrichtung der Hobelschlitten erstrecken sich, wie bereits erwähnt, die Vervollkommnungen der Hobelmaschine. Das große Gewicht des Querträgers erfordert vor allem eine selbsttätige Vorrichtung zum Einstellen der Schlitten auf die Höhe des Arbeitsstückes. Das Windwerk des Querträgers wird hierzu in Abb. 815 und 816 von dem Deckenvorgelege nach beiden Richtungen angetrieben. Dies wird durch einen Antriebsriemen erreicht, der über ein Stirnräder-

wendegetriebe auf die Stellspindeln des Querträgers arbeitet. Mit dem Handhebel  $h$  kann entweder die Reibkupplung von  $r_1$  eingerückt und damit durch  $r_1$  das Windwerk betrieben werden oder es wird mit  $h$  das Rad  $r_3$  gekuppelt, so daß das Zwischenrad  $r_4$  die Richtung umsteuert.

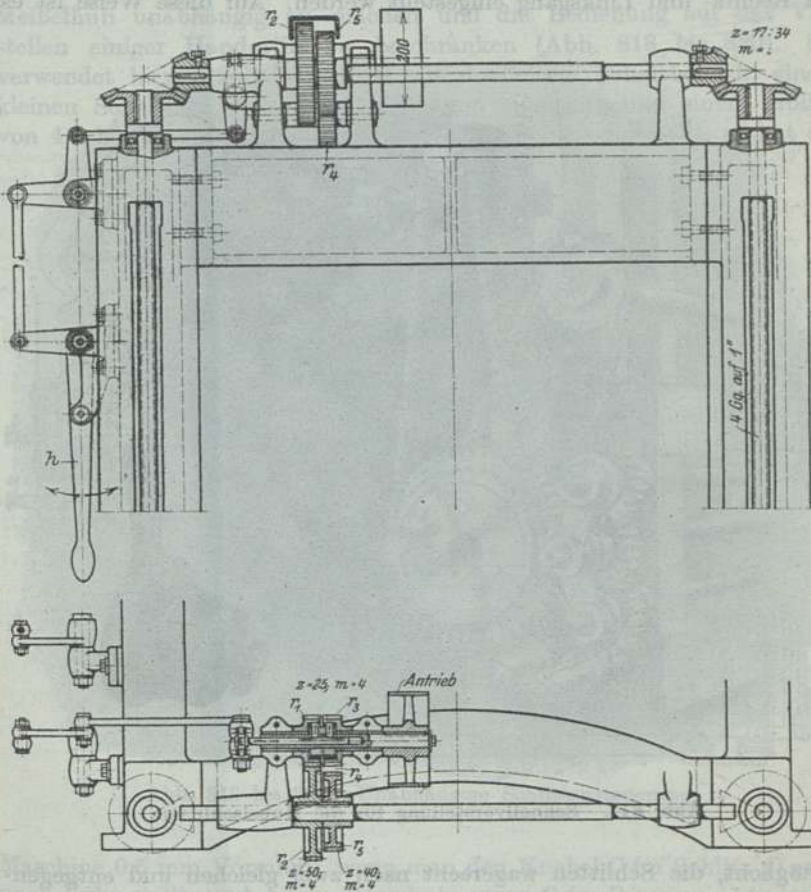


Abb. 815 und 816. Selbsttätige Einstellvorrichtung für den Querträger.  
Gebr. Böhlinger, Göppingen.

Auf diese Weise ist es möglich, den schweren Querträger durch Umlegen des Handhebels  $h$  zu heben und zu senken.

Selbst die Zeit für das Einstellen der Schlitten in wagerechter und senkrechter Richtung versucht man zu kürzen. So führt die Firma Billeter & Klunz auch hierfür eine selbsttätige Schnellverstellung (Abb. 817) aus. Sie kann, sobald der Vorschub ausgerückt ist, einge-

schaltet werden, so daß der Hobelschlitten schneller nach der nächsten Arbeitsstelle befördert wird.

Die Schnellverstellung besteht aus einem kleinen Elektromotor, der auf einem Lager des Auslegers sitzt. Er arbeitet durch eine Kette auf die Schalträder der Schlittenspindeln und kann durch einen Umschalter auf Rechts- und Linksgang eingestellt werden. Auf diese Weise ist es

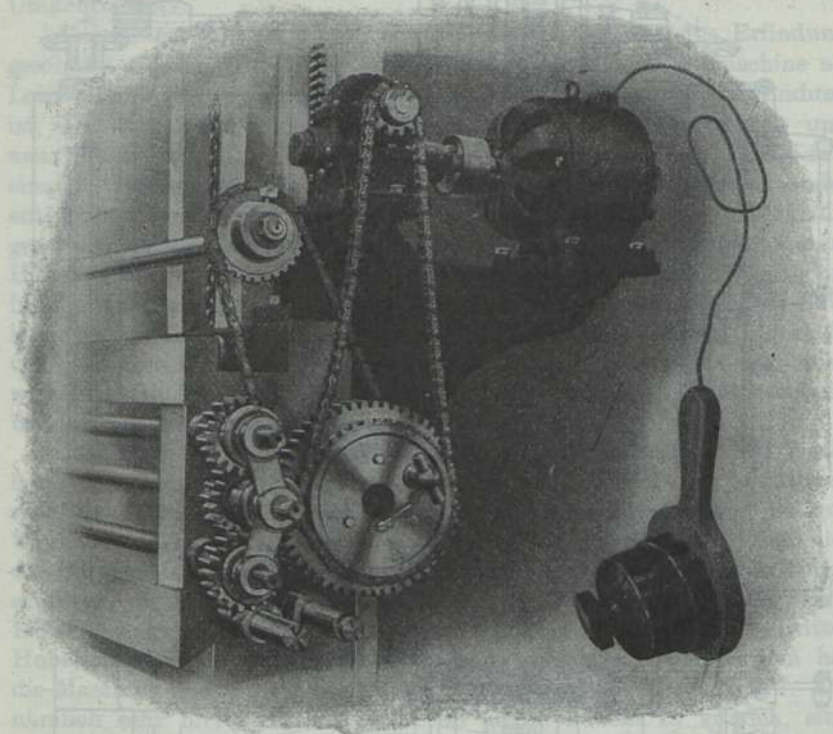


Abb. 817. Schnellverstellung für die Hobelschlitten.

ermöglicht, die Schlitten wagerecht nach zwei gleichen und entgegengesetzten Richtungen und auch senkrecht schnell einstellen zu können.

Die bisher bekannten Schaltsteuerungen steuerten die Hobelschlitten auf dem Querträger und dem Ständer meist mit einer Kurbel und Zahnstange, die auch die Meißelabhebung besorgte. Der Nachteil dieser Anordnung ist die gegenseitige Abhängigkeit der Vorschübe und des Meißelhubes. Sobald man den Vorschub ändert, wird auch der Meißelhub anders. Sollen Vorschub und Meißelhub der einzelnen Hobelschlitten unabhängig sein, so muß man getrennte Steuerungen ausführen, die aber die Bedienung sehr erschweren.

### Die Schnellhobelmaschine von Billeter & Klunz, Aschersleben.

Die Firma Billeter & Klunz, Aschersleben, hat sich bei ihrer neuen Steuerung der Einständermaschine in den Abb. 798 und 799 die Aufgabe gestellt, die Vorschübe der Hobelschlitten und den Meißelhub unabhängig zu machen und die Bedienung auf das Verstellen einiger Handgriffe zu beschränken (Abb. 818 bis 820). Sie verwendet hierzu Schaltdosen *B* mit doppeltem Schaltbereich, einem kleinen Schaltbereich von 0,5 bis 4 mm Vorschub und einem großen von 4,5 bis 15 mm. Ist der kleine Schaltbereich eingestellt, so hat die

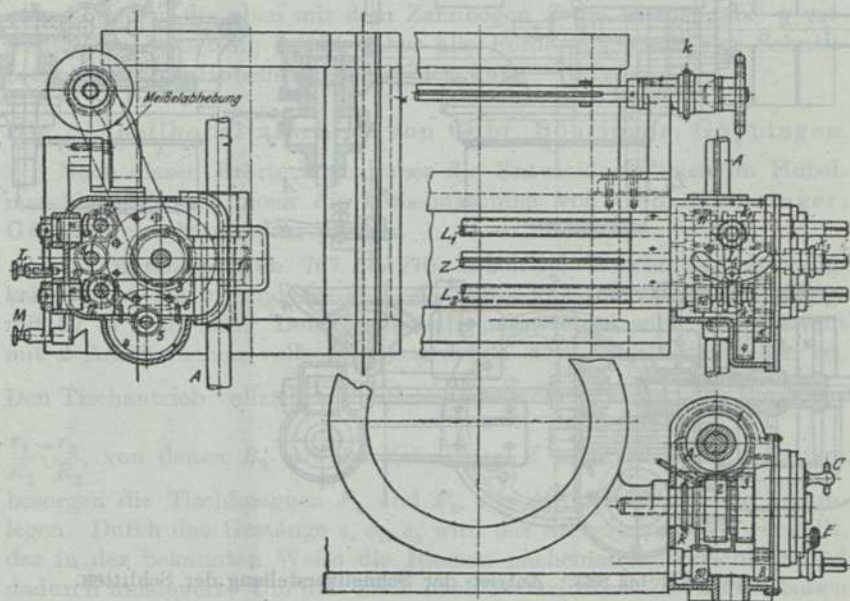


Abb. 818 bis 820. Unabhängige Schlittensteuerung.

Maschine 0,5 mm Vorschub, wenn man den Knebel *C* im Schlitz *D* ganz nach links stellt, und 4 mm Vorschub, wenn *C* in *D* ganz rechts steht. Dreht man den Einstellknopf *C* nach einer Marke um 180°, so ist der Vorschub der Maschine 3,5 mm, wenn der Knebel *C* am linken Schlitzende steht, und 15 mm, wenn *C* am rechten Schlitzende steht.

Sämtliche Schlitten und auch der Meißelhub werden von der senkrechten Steuerwelle *A* gesteuert, die von den Tischknaggen jedesmal um den gleichen Winkel gedreht wird. Die Hobelschlitten des Querträgers werden von den Leitspindeln *L*<sub>1</sub> und *L*<sub>2</sub> quer und von der Zugspindel *Z* senkrecht geschaltet (Abb. 799). Die Steuerwelle *A* treibt

mit den Schraubenrädern 1, 2 die verstellbare Schaltdose, die den mit dem Knebel *C* eingestellten Ausschlag macht, der über die Räder 3, 4, 5 auf das Rad 6 gelangt. Mit dem Rade 6 kämmen die Leitspindelräder 7 und 9, sowie das Zugspindelrad 8. Um die Schlitten nach beiden Richtungen steuern zu können, sind die Leitspindelräder 11 und 12 vorgesehen, die von dem losen Doppelrade 8, 10 auf *Z* betrieben werden. Mit den Handgriffen *L* und *M* lassen sich daher die Hobeschlitten auf dem Querträger nach rechts und links steuern, mit dem Knebel *C* der

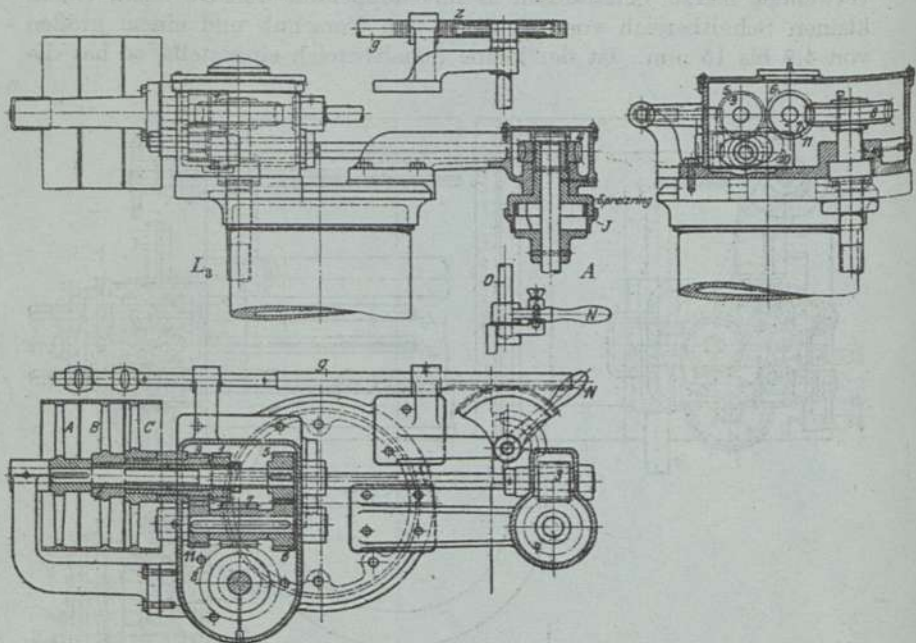


Abb. 821 bis 823. Antrieb der Schnellverstellung der Schlitten.

Vorschub ohne Stillsetzen der Maschine ändern und mit dem Knopf *E* der große oder kleine Schaltbereich der Schaltdose einstellen.

Der ähnliche Schaltkasten mit der gleichen Schaltdose *B* ist auch für den Ständerhobeschlitten vorgesehen. Es kann daher der Seitenschlitten mit kleinem Vorschub arbeiten und die Schlitten auf dem Querträger mit großem Vorschub, sei es in gleicher oder entgegengesetzter Richtung. Die Unabhängigkeit der Vorschübe ist daher soweit als nötig gewahrt. Der Meißelhub wird von dem Kettenzug unabhängig von der Schaltdose vollzogen. Er ist daher unabhängig von den jeweiligen Vorschüben, weil das Kettenrad *k* stets gleichen Ausschlag hat.

Das Schnellverstellen der Hobeschlitten (Abb. 821 bis 823) geschieht ebenfalls von der Welle *A* aus, die aber für diesen Zweck ständig schnell laufen muß. Drückt man nämlich den Handhebel *G* am Säulenfuß nieder,

so hebt man die Welle *A* aus der Klauenkupplung des unteren Tischantriebes aus und schaltet zugleich oben die Reibkupplung *J* ein. Die Steuerwelle erhält damit von der mittleren Riemscheibe *B* und den Rädern *1* bis *4* eine schnelle Drehbewegung, die mit *L* und *M* auf Rechts- oder Linksgang der beiden Schlitten *II* und Auf- und Abwärtsgang des Seitenschlittens *III* geschaltet wird. Die Auf- und Abwärtsbewegung des Querträgers wird mit der Hubspindel *L*<sub>3</sub> vollzogen. Liegt der Riemen auf *A*, so treiben die Räder *5*, *6*, *7*, *8* die Spindel *L*<sub>3</sub> zum Aufwärtsgang des Querträgers, auf *C* die Räder *9*, *10*, *11*, *7*, *8* zum Abwärtsgang. Auf *B* läuft der Riemen lose, solange die Reibkupplung *J* ausgerückt ist. Das Verschieben des Riemens wird mit dem Handgriff *N* und der Welle *O* vorgenommen, die oben mit dem Zahnbogen *Z* die Riemengabel *g* verstellt. Die Steuerung erfüllt daher alle Forderungen, die der Schnellbetrieb an eine Hobelmaschine stellen kann.

Die Schnellhobelmaschine von Gebr. Böhringer, Göppingen.

Nach diesen Erörterungen über die Entwicklungslinien im Hobelmaschinenbau soll noch die Hobelmaschine von Gebr. Böhringer, Göppingen, besprochen werden.

Die Maschine (Abb. 767 bis 770) hobelt mit 2 Schnittgeschwindigkeiten von 8,4 m und 15 m i. d. Min., und der Rücklauf erfolgt mit 27 m i. d. Min. Der Geschwindigkeitswechsel wird wie bekannt mit 2 Arbeitsriemen vollzogen, von denen stets einer festzustellen ist.

Den Tischantrieb vollziehen die Scheiben  $\frac{a}{c}$  oder  $\frac{b}{c}$  und die Vorgelege

$\frac{r_1 \cdot r_2}{R_1 \cdot R_2}$ , von denen *R*<sub>2</sub> mit der Zahnstange *Z* kämmt. Das Umsteuern besorgen die Tischknaggen *F*<sub>1</sub> und *F*<sub>2</sub>, die den Steuerhebel *w* herumlegen. Durch das Gestänge *s*, *s*<sub>1</sub>, *s*<sub>2</sub> wird der Steuerschieber *S* verstellt, der in der bekannten Weise die Riemen nacheinander verschiebt und dadurch umsteuert. Um den Tisch nach Bedarf übers Ziel laufen lassen zu können, sind für beide Richtungen umlegbare Klauen *k*<sub>1</sub>, *k*<sub>2</sub> vorgesehen und zum Umsteuern von Hand die Handhebel *H* zu beiden Seiten der Maschine.

Die Schaltsteuerung wird durch eine Spreizringkupplung nach Abb. 793 und 794 von der Vorlegewelle *II* angetrieben. Die Schaltkurbel *K* ist durch die Stange *g* mit der Schaltzahnstange *z*<sub>1</sub> verbunden, die auf *r*<sub>3</sub> des Schaltwerkes wirkt. Mit den umsteckbaren Schaltdosen *d* kann der Vorschub von *r*<sub>4</sub> nach jeder Richtung entnommen werden. Die Meißelabhebung wird ebenfalls von der Zahnstange *z*<sub>1</sub> über *r*<sub>3</sub>, *r*<sub>5</sub>, *r*<sub>6</sub> und die Hubscheiben bewirkt.

Welch riesenhafte Entwicklung der Hobelmaschinenbau in einem fast 100jährigen Lebensalter durchgemacht hat, beweist ein Blick auf die Abb. 824 bis 826.

Hier die erste Metallhobelmaschine von Richard Roberts mit einem Tisch von 32 Zoll Länge und 11 Zoll Breite, erbaut 1817, und dort ein Meisterstück deutschen Fleißes, eine Tischhobelmaschine von 5 m Hobelbreite, 4 m Hobelhöhe, 10,5 m Hobellänge mit allen Neuerungen der Technik, erbaut 1911 für die Schichau-Werft von der Firma Wagner & Co., G. m. b. H. in Dortmund. Die Maschine ist für das Hobeln und Fräsen der Trommelgehäuse von Schiffsturbinen bestimmt. Sie hat für diese Arbeiten 4 Hobelschlitten, 2 auf dem Querträger und 2 auf den Seitenständern. Für das Fräsen der Putzen usw. ist noch ein Fräs-

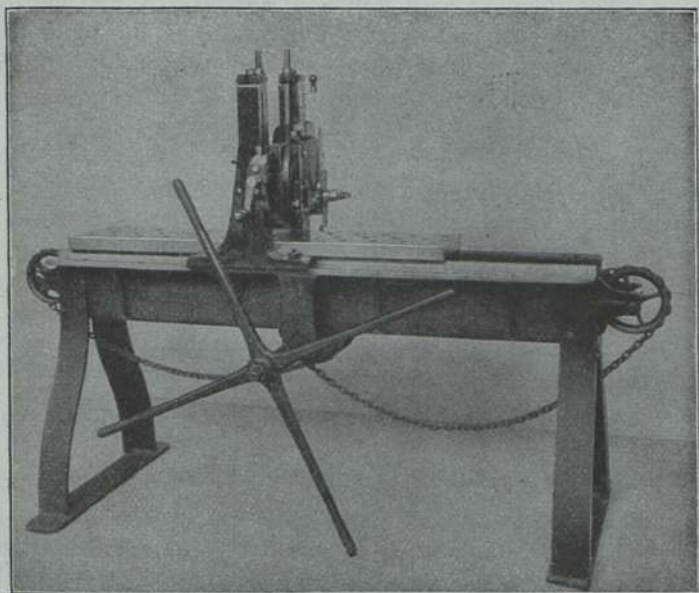


Abb. 824<sup>1)</sup>. Älteste Metallhobelmaschine von Rich. Roberts aus dem Jahre 1817.

schlitten auf dem Querträger vorgesehen. Der Antrieb der Maschine erfolgt von dem 60 PS.-Motor, und alle selbsttätigen Einstellbewegungen für den Querträger und die Schlitten gehen von dem 14 PS.-Motor auf dem Ständerrahmen aus.

Auch beim Hobeln von schweren Panzerplatten werden heute die schweren Tischhobelmaschinen bevorzugt. Der Tisch hat dabei 4 Führungen, so daß sich der Druck gut verteilt. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt 3 bis 12 m/Min und der Rücklauf ist auf 9 bis 18 m Min beschleunigt.

<sup>1)</sup> Z. des Ver. deutsch. Ing. 1912.

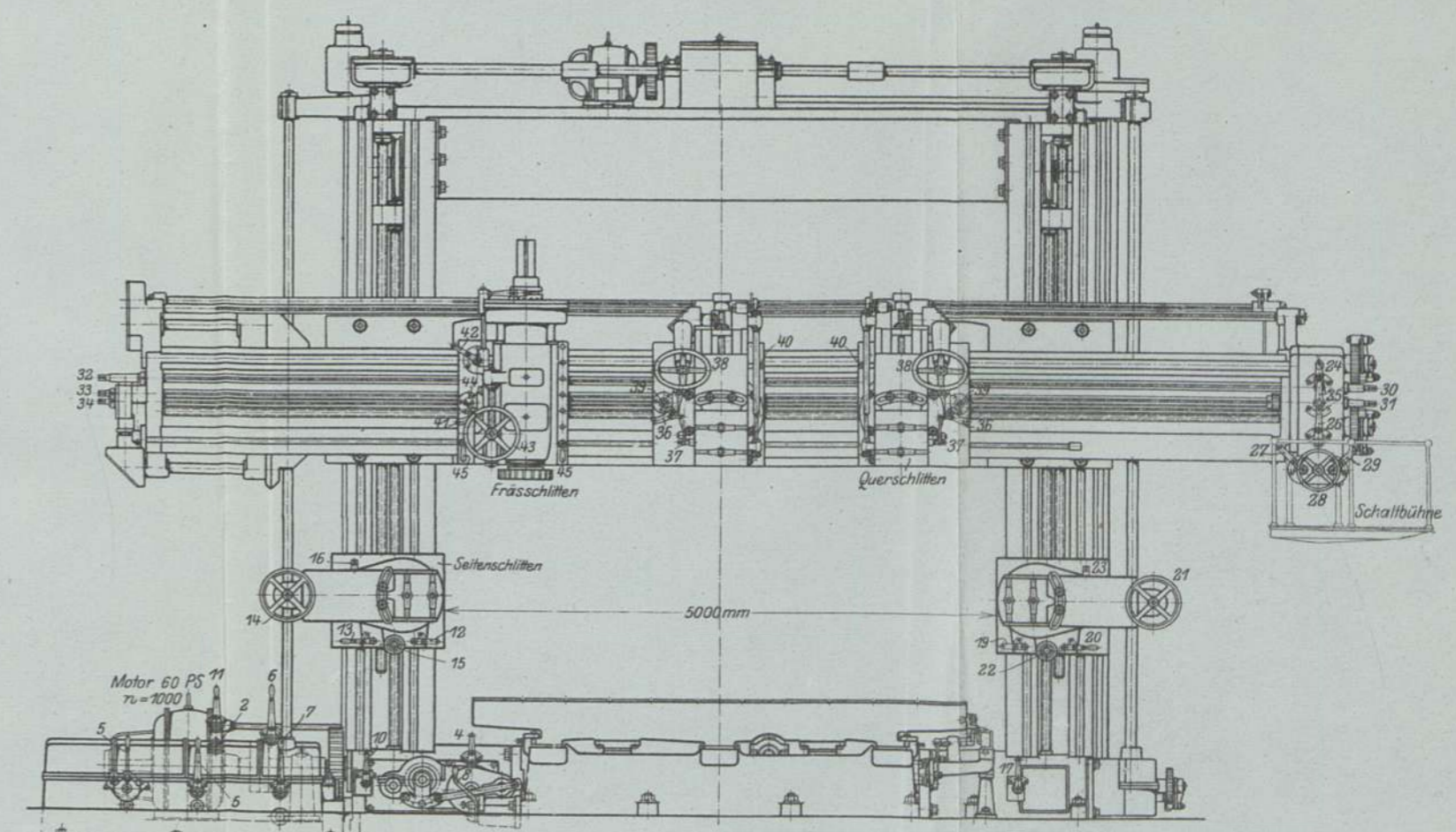
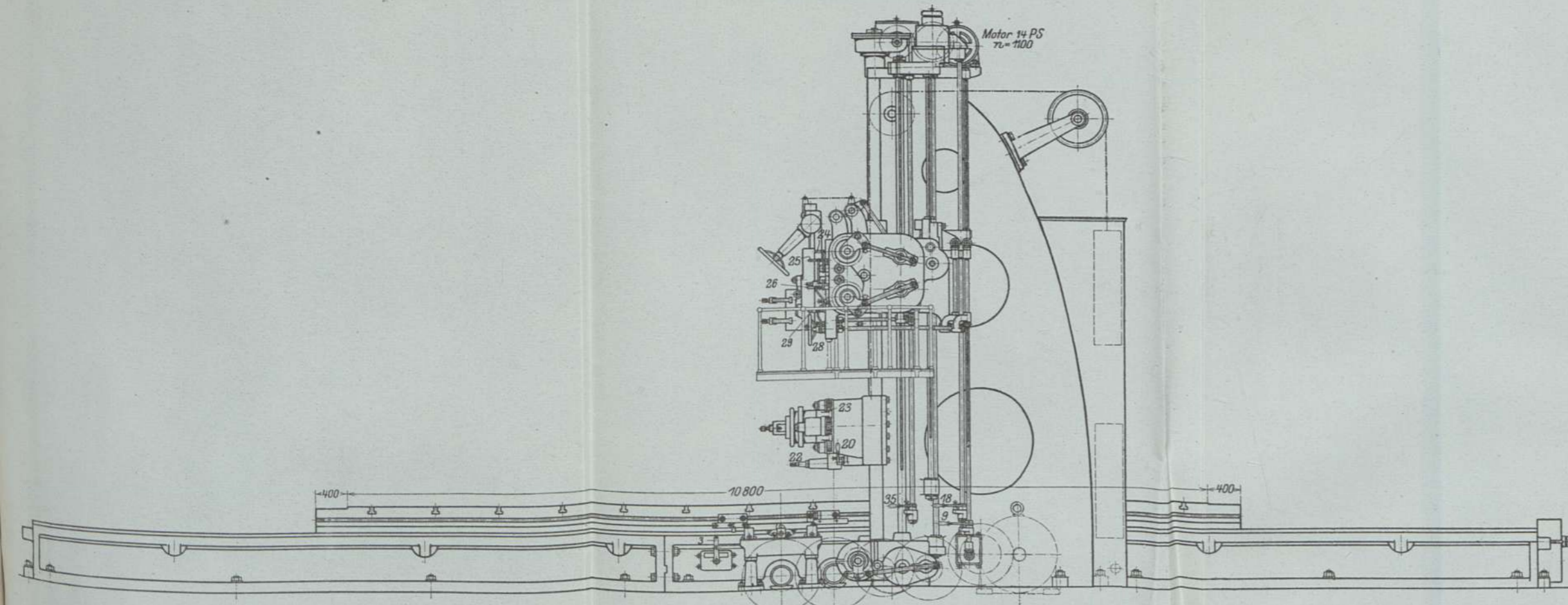


Abb. 825 und 826. Schwere Hobelmaschine mit 4 Hobeschlitten und 1 Frässlitten aus dem Jahre 1911. Wagner & Comp., G. m. b. H., Dortmund.

**Bedienungsplan.**

- Hebel für die Bewegung des Tisches.
- Hebel 1 zum Anlassen und Regeln des Antriebsmotors (nicht sichtbar).
- Druckknopf 2 zum Stillsetzen des Antriebsmotors.
- Hebel 3 zum Stillsetzen, sowie Einstellen der Bewegungsrichtung des Tisches.
- „ 4 zum wechselseitigen Einstellen des Tischvorschubes beim Fräsen und des Tischlaufes zum Hobeln.
- „ 5 zum Einstellen der verschiedenen Vorschübe für den Tisch, sowie für den Frässlitten auf dem Querträger.
- „ 6 zum Wendegetriebe für den Tischvorschub beim Fräsen.
- „ 7 zum wechselseitigen Einstellen des Vorschubes für den Tisch und den Frässlitten auf dem Querträger.
- „ 8 zum Stillsetzen der Antriebsräder für den Tischlauf beim Hobeln, wenn der Fräsvorschub des Tisches eingerückt ist.
- Hebel für die Bewegungen des linken Seitenschlittens, sowie die Hebel am Schlitten selbst.
- Hebel 9 zum Anlassen des Motors für die selbsttätigen Verstellungen.
- „ 17 zum wechselseitigen Einstellen der Schalt- und selbsttätigen Schnellbewegungen.
- Hebel 10 zum wechselseitigen Einstellen der Schalt- und selbsttätigen Schnellbewegungen.
- „ 11 zum Wendegetriebe für die selbsttätige Schnellverstellung.
- „ 12 zum Einstellen des selbsttätigen, wagerechten Vorschubes und der senkrechten Handverstellung.
- „ 13 zum wechselseitigen Einstellen des selbsttätigen, wagerechten und senkrechten Vorschubes.
- Handrad 14 zur wagerechten Handverstellung des Stahlhalterschlebers.
- Vierkant 15 zur senkrechten Handverstellung des Schlittens.
- „ 16 zum Schrägstellen des Stahlhalterschlebers.
- Hebel für die Bewegungen des rechten Seitenschlittens, sowie die Hebel am Schlitten selbst.
- Hebel 18 zum Wendegetriebe für die selbsttätige Schnellverstellung.
- „ 19 zum Einstellen des selbsttätigen, wagerechten Vorschubes und der senkrechten Handverstellung.
- „ 20 zum wechselseitigen Einstellen des selbsttätigen, wagerechten und senkrechten Vorschubes.
- Handrad 21 zur wagerechten Handverstellung des Stahlhalterschlebers.
- Vierkant 22 zur senkrechten Handverstellung des Schlittens.
- „ 23 zum Schrägstellen des Stahlhalterschlebers.
- Hebel, von der Bühne am Querbalken aus zu bedienen, sind für die Bewegungen der Hobeschlitten und des Frässlittens auf dem Querbalken, sowie für die Bewegung des letzteren selbst.
- Hebel 24 zum wechselseitigen Einstellen der Schalt- und selbsttätigen Schnellbewegungen des linken Hobeschlittens.
- „ 25 zum wechselseitigen Einstellen der Schalt- und selbsttätigen Schnellbewegungen des rechten Hobeschlittens.
- Hebel 26 zur Schalt- und selbsttätigen Schnellbewegung des Frässlittens.
- 27 zum Wendegetriebe für die selbsttätigen Schnellbewegungen der Schlitten nach links und rechts auf dem Querbalken.
- Handrad 28 zum Anlassen des Motors für die selbsttätigen Schnellbewegungen der Schlitten und des Querbalkens.
- Hebel 29 zur selbsttätigen Schnellverstellung des Querbalkens.
- Vierkant 30 zur Handverstellung des linken Hobeschlittens.
- „ 31 zur Handverstellung des rechten Hobeschlittens.
- Vierkante, von der linken Seite des Querbalkens aus zu bedienen.
- Vierkant 32 zur Handverstellung des Frässlittens.
- „ 33 zur Handverstellung des linken Hobeschlittens.
- „ 34 zur Handverstellung des rechten Hobeschlittens.
- Hebel am rechten Ständer für die Bewegung des Querbalkens.
- Hebel 9 zum Anlassen des Motors für die selbsttätige Schnellverstellung.
- „ 35 zum Wendegetriebe für die selbsttätige Schnellverstellung.
- Hebel an den Hobeschlitten auf dem Querbalken.
- Hebel 36 zum Wendegetriebe für die wagerechte Schaltbewegung.
- „ 37 zur senkrechten Schaltbewegung.
- Handrad 38 zur senkrechten Handverstellung des Stahlhalterschlebers.
- Vierkant 39 zur wagerechten Handverstellung des Schlittens.
- „ 40 zum Schrägstellen des Stahlhalterschlebers.
- Hebel am Frässlitten.
- Hebel 41 zum Wendegetriebe für die selbsttätige, wagerechte Schaltbewegung.
- „ 42 zum Stillsetzen der Frässpindel. — Inbetriebsetzen der Frässpindel erfolgt durch Hebel 4.
- Handrad 43 zur senkrechten Handverstellung des Fräasers.
- Vierkant 44 zur wagerechten Handverstellung des Frässlittens.
- Hebel 45 zum Feststellen des Frässlittens.



## Die Stößelhobelmaschine oder Shapingmaschine.

Die Stößelhobelmaschine oder Shapingmaschine (Abb. 827 und 828) ist eine Kurzhobelmaschine von höchstens 600 bis 800 mm Hub. Für

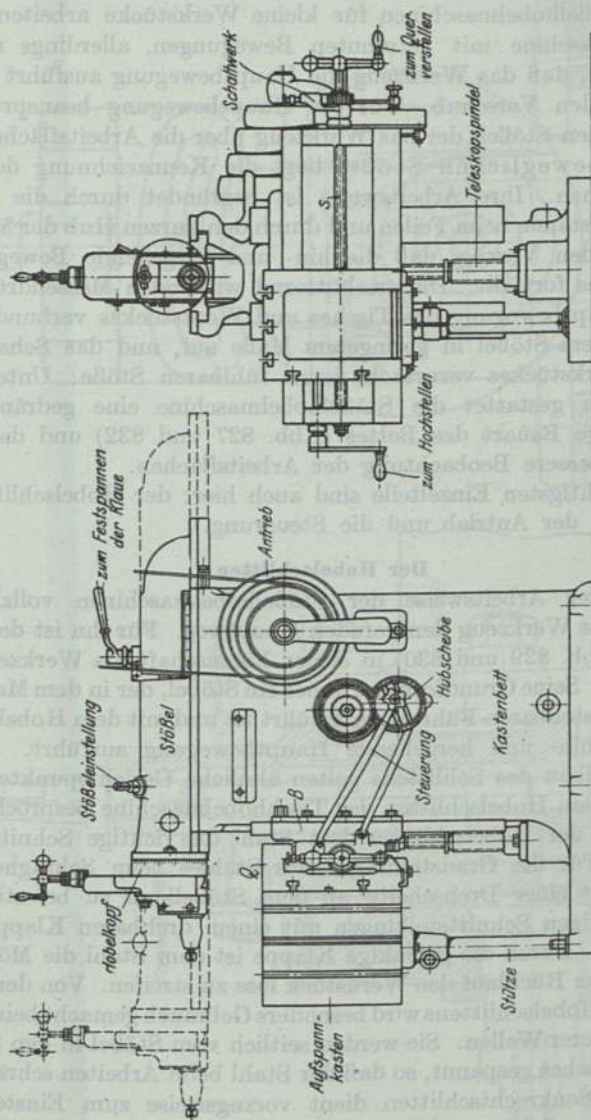


Abb. 827 und 828. Stößelhobelmaschine der Wotanwerke, Leipzig.

ihren Arbeitsbereich kommen daher nur kleinere Werkstücke oder auch kurze Flächen an sperrigen Werkstücken in Frage. Nach der Form

und Größe der Werkstücke gibt es daher Stößelhobelmaschinen für kleine Werkstücke und solche für sperrige Werkstücke

### Die Stößelhobelmaschinen für kleine Werkstücke.

Die Stößelhobelmaschinen für kleine Werkstücke arbeiten wie die Tischhobelmaschine mit getrennten Bewegungen, allerdings mit dem Unterschiede, daß das Werkzeug die Hauptbewegung ausführt und das Werkstück den Vorschub. Für die Hauptbewegung beansprucht die Maschine einen Stößel, der das Werkzeug über die Arbeitsflächen führt. In diesem beweglichen Stößel liegt die Kennzeichnung der Kurzhobelmaschinen. Ihre Arbeitsweise ist begründet durch die geringer Arbeitswiderstände beim Feilen und durch den kurzen Hub der Maschine. Sie besitzt den Vorzug, daß die hin- und hergehende Bewegung des Arbeitstisches fortfällt. Die erschütternd wirkenden Massendrucke, die mit der Hauptbewegung des Tisches und Werkstückes verbunden sind, treten bei dem Stößel in geringerem Maße auf, und das Schalten des leichten Werkstückes verursacht keine fühlbaren Stöße. Unter diesen Verhältnissen gestattet die Stößelhobelmaschine eine gedrängte und kastenförmige Bauart des Bettes (Abb. 827 und 832) und das Werkstück eine bessere Beobachtung der Arbeitsflächen.

Die wichtigsten Einzelteile sind auch hier: der Hobelschlitten, der Arbeitstisch, der Antrieb und die Steuerung.

#### Der Hobelschlitten.

Nach der Arbeitsweise der Stößelhobelmaschinen vollzieht bekanntlich das Werkzeug den geraden Hauptweg. Für ihn ist der Hobelschlitten (Abb. 829 und 830) in seiner Eigenschaft als Werkzeugträger auszubilden. Seine Grundform ist daher ein Stößel, der in dem Maschinenbett in nachstellbaren Führungen geführt ist und mit dem Hobelschlitten die gerade hin- und hergehende Hauptbewegung ausführt. Für den weiteren Aufbau des Schlittens gelten ähnliche Gesichtspunkte, wie sie bereits bei dem Hobelschlitten der Tischhobelmaschine besprochen sind. Danach hat der Hobelschlitten dem Stahl die richtige Schnittstellung zu geben. Für die Gradstellungen des Stahles beim Schräghobeln ist er daher mit einer Drehscheibe an dem Stößelkopf zu befestigen und für die richtigen Schnittstellungen mit einem drehbaren Klappenträger auszurüsten. Durch die gelenkige Klappe ist dem Stahl die Möglichkeit gegeben, beim Rücklauf das Werkstück lose zu streifen. Von der Schrägstellung des Hobelschlittens wird besonders Gebrauch gemacht beim Nutenhobeln stärkerer Wellen. Sie werden seitlich vom Stößel in den Schraubstock des Tisches gespannt, so daß der Stahl beim Arbeiten schräg stehen muß. Der Senkrechtschlitten dient vorzugsweise zum Einstellen der Spanstärke, weil leichte Werkstücke zum Bearbeiten seitlicher Flächen bequemer umgespannt werden. Die Maschine hobelt daher für gewöhnlich nur quer — Querhobelmaschine.

Eine besondere Beachtung verdient bei dieser Maschine noch der Einfluß des einseitig wirkenden Stahldruckes auf die Bewegung und Führung des Stößels. Nach Abb. 831 erzeugen die Schnittkräfte  $W_1$  und

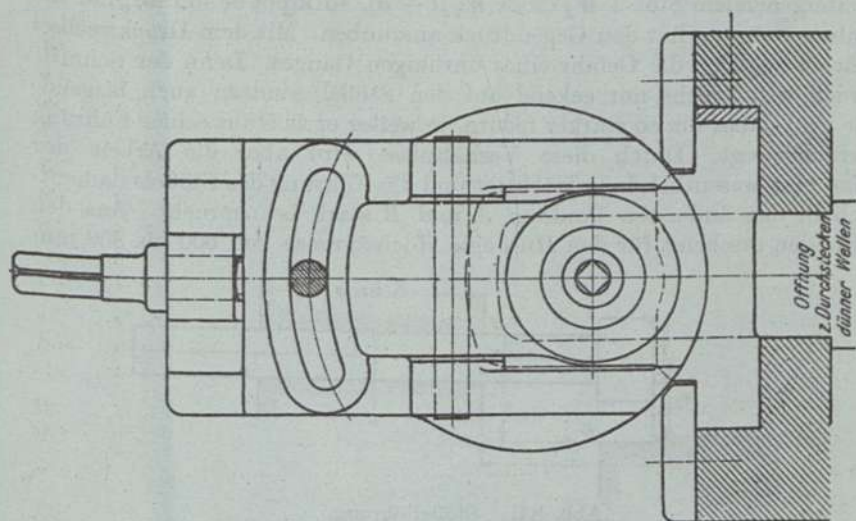
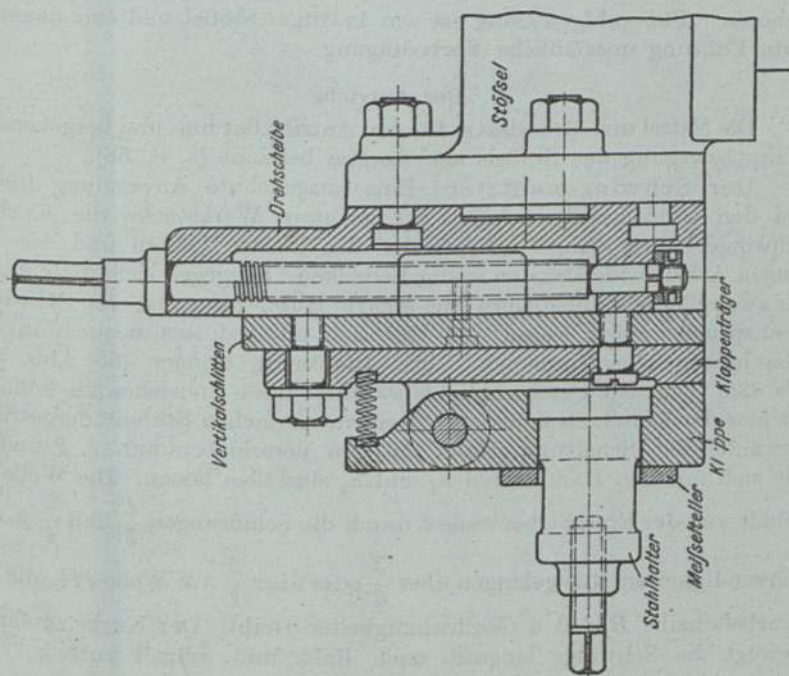


Abb. 829 und 830. Hobelkopf.  $M = 1 : 3$ .



$W_2$  ein Kippmoment  $W_1 \cdot l - W_2 \cdot x$ . Solange  $W_1 \cdot l \geq W_2 \cdot x$  ist, sucht das Moment den Stößel um  $A$  zu kippen. Die obere Führung muß daher einen entsprechenden Gegendruck  $G$  auf den Stößel ausüben. Wird bei weitergehendem Stößel  $W_2 \cdot x > W_1 \cdot (l + a)$ , so kippt er um  $B$ , und die untere Führung hat den Gegendruck auszuüben. Mit dem Druckwechsel wächst zugleich die Gefahr eines unruhigen Ganges. Denn der Schnittdruck wirkt nicht nur eckend auf den Stößel sondern auch biegend. Er wird daher um so stärker federn, je weiter er sich aus seiner Führung herausbewegt. Durch diese Verhältnisse wird aber die Arbeit der Maschine wesentlich beeinträchtigt und die Führung des Stößels namentlich in den äußersten Punkten  $A$  und  $B$  stark beansprucht. Aus den Gründen erscheint für den Hub eine Höchstgrenze von 600 bis 800 mm

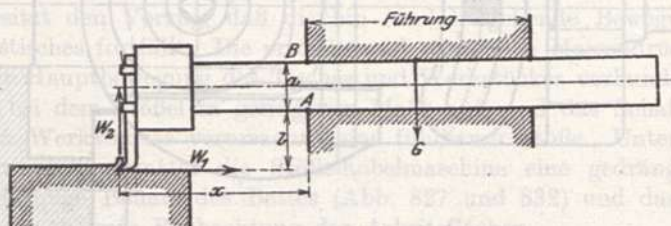


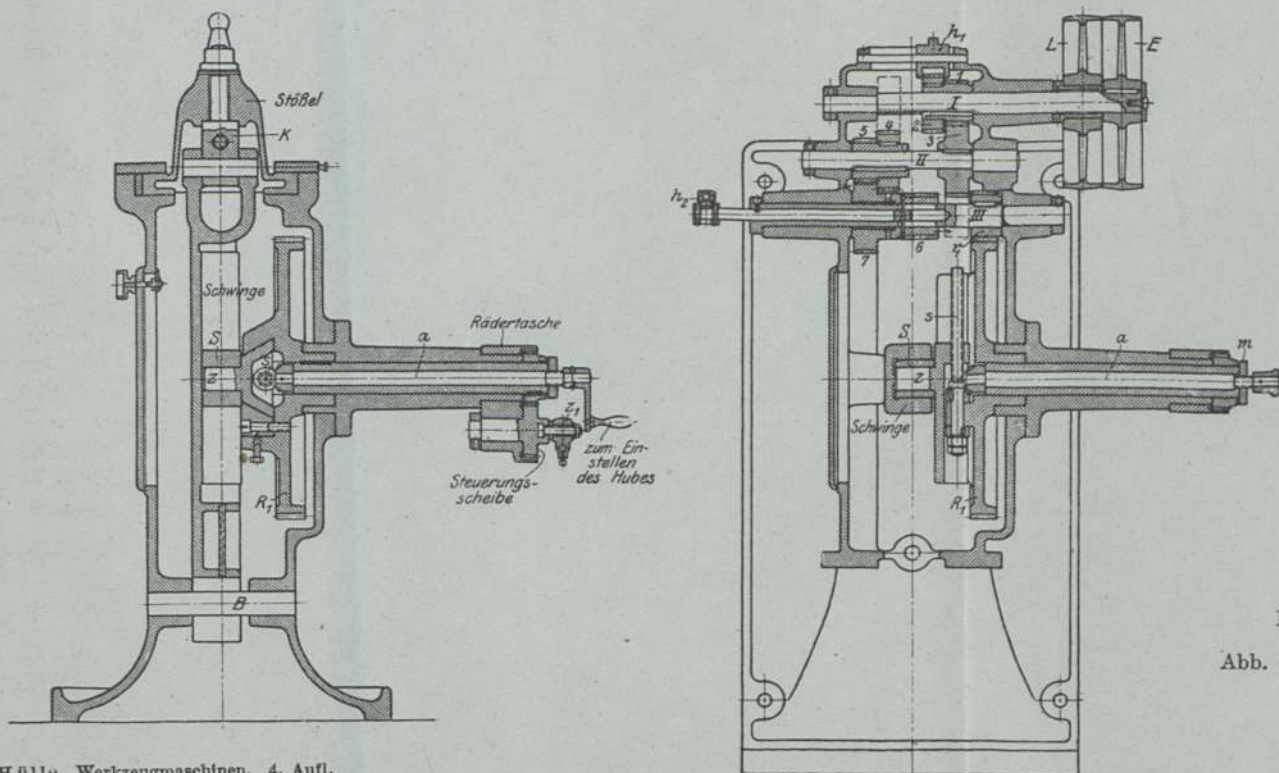
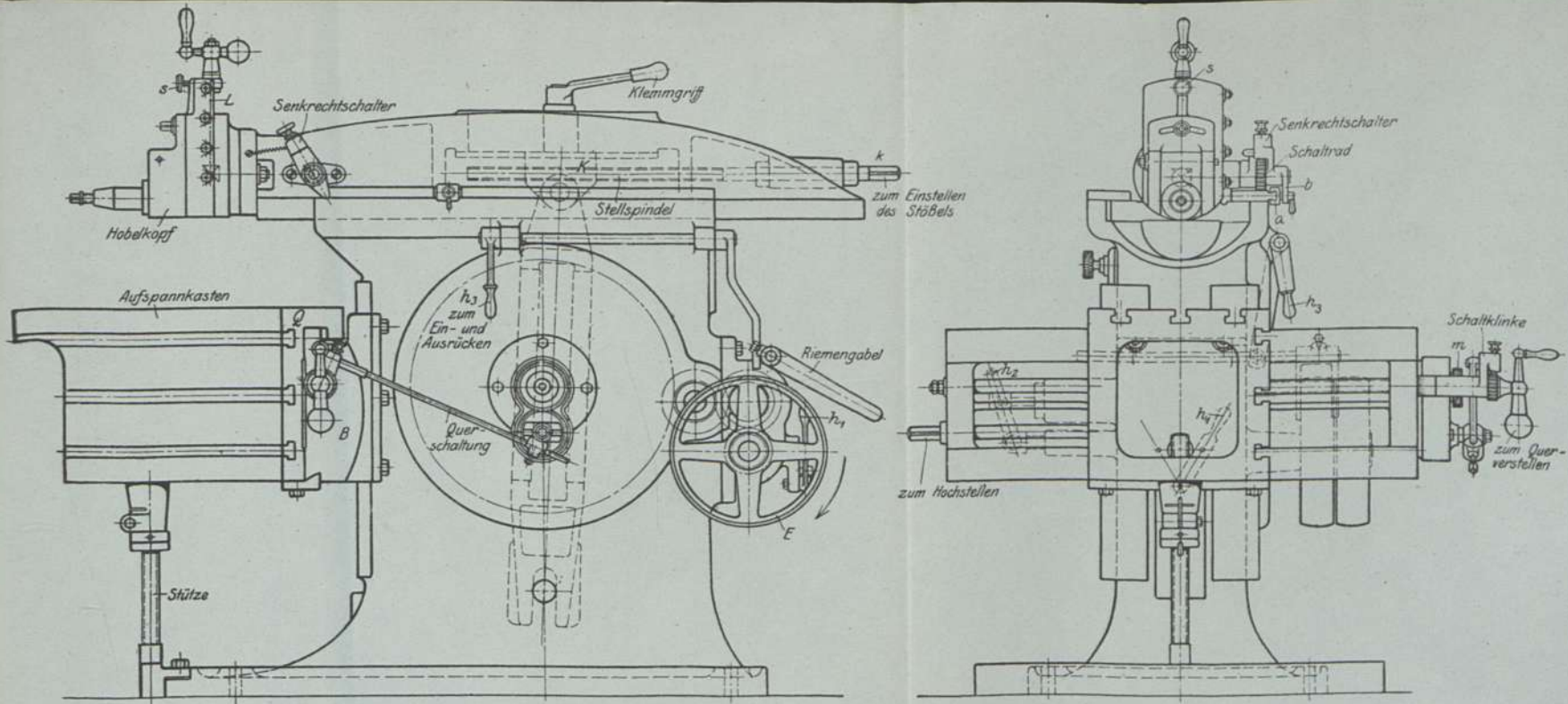
Abb. 831. Stößelführung.

geboten. Für ruhigen Gang ist ein kräftiger Stößel und eine dauernd gute Führung unerläßliche Vorbedingung.

#### Der Antrieb.

Die Mittel und Grundsätze für den Antrieb der hin- und hergehenden Hauptbewegung des Stößels sind bereits bekannt (s. S. 56).

Der Schwingenantrieb: Eine ausgedehnte Anwendung findet bei den Stößelholmaschinen für leichtere Werkstücke die Kurbelschwinge. Ihre Mängel erheben bei den kleinen Hüben und den geringen Arbeitswiderständen wenig Bedenken. Hingegen sichert sie durch ihr zwangläufiges Umsteuern eine scharfe Hubbegrenzung. Die Schwinge beansprucht wenig Raum und läßt sich infolgedessen bequem in das Maschinengehäuse einbauen. Ihre Anordnung bringen die Abb. 832 bis 835. Um den Geschwindigkeitswechsel rasch vollziehen zu können, ist hier der Einscheibenantrieb mit einem vierfachen Stufenrädergetriebe gewählt. Die Schaltung erfolgt mit den Verschieberädern 1, 2 und 6, die sich mit den Handgriffen  $h_1$  und  $h_2$  einstellen lassen. Die Welle II erhält von der Einscheibenwelle I durch die Schaltungen  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{2}{4}$  2 Geschwindigkeiten. Sie gelangen über  $\frac{3}{6}$  oder über  $\frac{5}{7}$  auf Welle III, die die Kurbelscheibe  $R_1$  mit 4 Geschwindigkeiten treibt. Der Kurbelzapfen Z bewegt die Schwinge langsam nach links und schnell zurück. Die



**Stößelhobelmaschine.**

Lange & Geilen, Halle a. S.

Abb. 832 bis 835. Ansichten und Schnitte.

Schwinge schwingt dabei um den Bolzen *B* und faßt den Stößel mit der Klaue *K*. Mit dem Griff *h<sub>3</sub>* kann der Riemen von der Einscheibe *E* auf die Losscheibe *L* gebracht und die Maschine stillgesetzt werden. Der Hub wird wie in Abb. 100 mit dem verstellbaren Kurbelzapfen *Z* von außen geregelt. Mit der Ringmutter *m* wird die Stellspindel *a* festgezogen. Zum Anstellen des Stößels ist mit dem Klemmgriff die Klaue *K* zu lösen und die Stellspindel mit einer Kurbel auf Vierkant *k* anzuziehen.

Das Bestreben, die Stößelhobelmaschine als Feinhobelmaschine auszubilden, hat veranlaßt, die Stirnräder des Schwingenantriebes durch Schraubenräder oder auch durch ein ruhig laufendes Schneckengetriebe

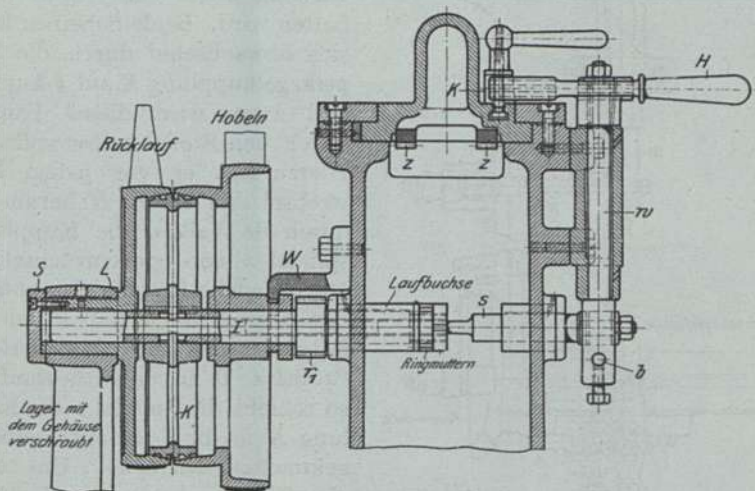


Abb. 836. Umsteuerung für den Zahnstangenantrieb. Wotanwerke, Leipzig.

zu ersetzen. Hiermit ist die Gewähr für saubere Arbeit erhöht, ein nicht zu unterschätzender Vorzug für Schlichtarbeiten. Fürs Schrappen würde das Schneckengetriebe noch den Vorteil bieten, daß der Riemen schneller laufen kann und daher besser durchzieht.

Der Zahnstangenantrieb: Seitdem durch die erhöhte Riemen­geschwindigkeit ein schnelles und sicheres Umsteuern erreicht ist, wird der Zahnstangenantrieb auch bei den Stößelhobelmaschinen angewandt. Er gewährt eine gleichmäßige Schnittgeschwindigkeit und einen stark beschleunigten Rücklauf, verlangt aber eine besondere Umsteuerung. Sie kann eine Riemenumsteuerung mit verschiebbaren Riemen im Sinne der Abb. 107 oder eine Kupplungs-Umsteuerung sein.

Die Riemenumsteuerung wird von den Anschlägen des Stößels betrieben und verschiebt durch den Steuerschieber die Riemen nacheinander. Bei den kurzen Hübten folgen die Hubwechsel sehr rasch, so

daß mit der häufigen Riemenverschiebung ein starker Verschleiß der Riemen verbunden ist.

Die Kupplungs-Umsteuerung des Stößels wird daher bevorzugt, weil sie scharf umsteuert und den starken Riemenverschleiß beseitigt. Sie wird von den Wotan-Werken nach Abb. 836 bis 839 ausgeführt.

Die losen Antriebsscheiben für den Vor- und Rücklauf der Maschine sitzen hier auf der durchbohrten Antriebswelle *I*. Die Rücklaufscheibe ist einerseits durch den Ring *S* und andererseits durch die Lauffläche *L* gegen Verschieben festgelegt, während die Arbeitsscheibe des offenen Riemens durch den Winkel *W* gehalten wird. Beide Scheiben lassen sich abwechselnd durch die Doppelkegelkupplung *K* auf *I* kuppeln, und zwar wird dieses Kuppeln durch den Stößel selbst vollzogen. Hierzu legt er vor jedem Hubwechsel den Hebel *H* herum, der durch die Welle *w* die Kupplungsspindel *s* vor- oder zurückschiebt. Die Spindel *s* faßt die Kupplung *K* mit einem Stift, so daß *K* jedesmal mitgenommen wird. Steuert der Stößel z. B. in den Rücklauf um, so schiebt die Spindel *s* die Kupplung *K* in die Rücklaufscheibe des gekreuzten Riemens. Um dabei ein Zurückgehen der Kupplung durch den Rückdruck zu verhindern, wird sie zugleich verriegelt. Dieser Aufgabe dient der Federhebel *a* mit dem Dreikant. Sobald nämlich der Anschlag *K* des Stößels gegen den Hebel *H* (Abb. 836 und

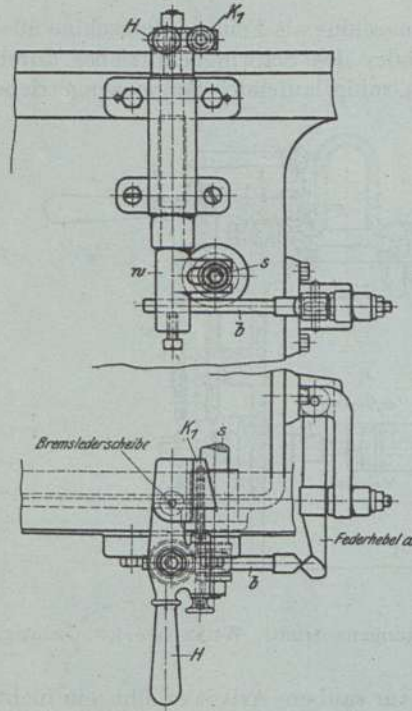


Abb. 837 und 838. Umsteuerung des Zahnstangenantriebes.  $M = 1 : 8$ .

838) stößt, wird mit der Spindel *w* auch der Bolzen *b* herumgelegt. Der Bolzen *b* drückt zunächst den Federhebel *a* etwas zurück, der aber sofort auf die Gegenseite einspringt und die Kupplung, wie gezeichnet, verriegelt. Die Umsteuerung liefert einen scharfen und stoßfreien Hubwechsel, da die Kupplung nur um wenige Millimeter zu verschieben ist. Für das Feineinstellen des Hubes besitzt die Steuerung noch eine erwähnenswerte Einrichtung. Der Umsteuerhebel *H* ist nämlich mit einem schwalbenschwanzförmig geführten Keil  $K_1$  ausgestattet, der sich mit einer Stellschraube auf den genauen Hub einstellen läßt (Abb. 838).

Die Antriebswelle  $I$  wird durch das abwechselnde Arbeiten des offenen und des gekreuzten Riemens vor jedem Hubwechsel umgesteuert. Sie arbeitet durch das Rad  $r$ , auf  $R_1$  (Abb. 836 und 839), das durch

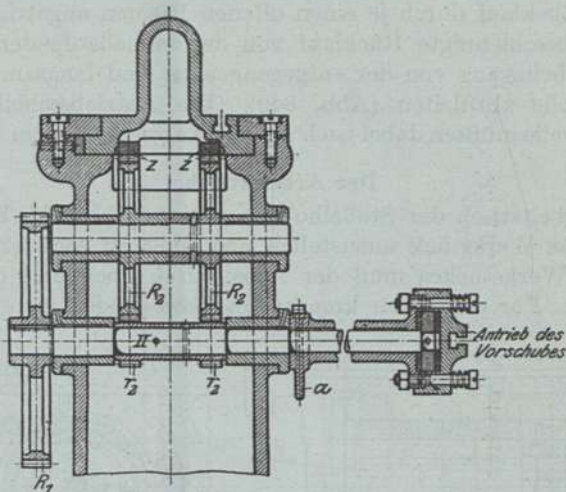


Abb. 839. Zahnstangenantrieb des Stößels.  $M = 1 : 8$ .

2 weitere Vorgelege  $\frac{r_2}{R_2}$  die Zahnstangen  $Z$  und hiermit den Stößel treibt.

Durch die großen Vorgelege  $\frac{r_1}{R_1}$ ,  $\frac{r_2}{R_2}$  können einmal die Riemen schnell

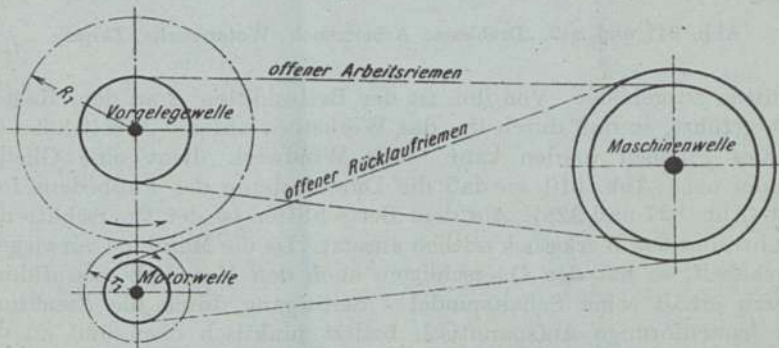


Abb. 840. Umsteuerung durch zwei offene Riemen.

laufen und rasch umsteuern. Zum andern sichern die großen Treibräder  $R_2$  einen guten Eingriff und die doppelte Zahnstange stoßfreien Gang, der noch verbessert werden kann, wenn die Zahnstangen um die halbe Teilung versetzt sind. Mit der Doppelzahnstange ist zugleich Platz geboten für das Durchstecken der Wellen beim Nutenhobeln.



Eine weitere Verbollkommnung der Riemensteuerung wäre, den ungünstig beanspruchten, gekreuzten Riemen zu beseitigen. Gelegenheit hierfür bietet der elektrische Einzelantrieb. Soll die Maschine bei dem Vor- und Rücklauf durch je einen offenen Riemen angetrieben werden, so ist der beschleunigte Rücklauf von der schnelllaufenden Motorwelle und der Arbeitsgang von der entgegengesetzt und langsamer laufenden Vorgelegewelle abzuleiten (Abb. 840). Die Antriebsscheiben auf der Maschinenwelle müßten dabei nach Abb. 836 abwechselnd zu kuppeln sein.

#### Der Arbeitstisch.

Der Arbeitstisch der Stößelhobelmaschine (Abb. 827, 828, 832 und 833) hat das Werkstück anzustellen und quer zu schalten. Zum Ansetzen des Werkstückes muß der Arbeitstisch hoch und quer zu verstellen sein. Für diese sich kreuzenden Bewegungen ist er als Kreuz-

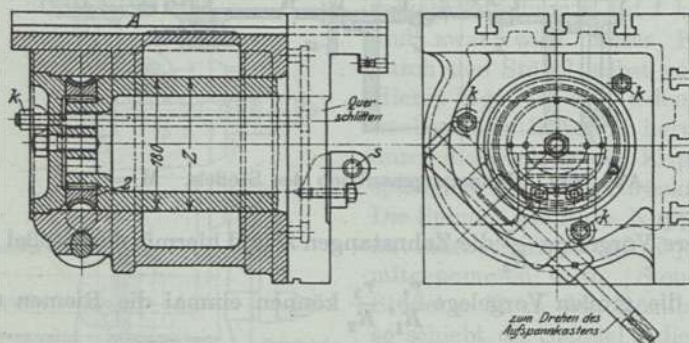


Abb. 841 und 842. Drehbarer Arbeitstisch, Wotanwerke, Leipzig.

schlitten ausgebildet. Von ihm ist der Bettschlitten *B* an dem Kastenbett geführt, so daß durch ihn das Werkstück auf die Arbeitshöhe des Stahles gehoben werden kann. Als Windwerk dient eine Glieder-spindel nach Abb. 510, so daß die Durchlochung des Fußbodens fortfällt (Abb. 827 und 828). Auf dem Bettschlitten ist der Querschleifen *Q* geführt, der das Werkstück seitlich ansetzt. Da die Maschine vorwiegend querhobelt, so hat der Querschleifen auch den Vorschub auszuführen. Hierzu erhält seine Schaltspindel *s* Selbstgang durch die Steuerung. Der kastenförmige Aufspanntisch besitzt praktisch oben und an den Seitenflächen Spannuten, so daß für das Aufspannen des Werkstückes jede Möglichkeit geboten ist.

Eine bemerkenswerte und praktische Einrichtung besitzen die Wotan-Hobler (Abb. 841 und 842) für das Hobeln keilförmiger Werkstücke. Um sie ohne Unterlagen ausrichten zu können, steckt der Aufspannkasten *A* auf einem Zapfen *Z* des Querschleifens. Mit Schnecke und Schneckenrad kann er nach einer Gradteilung auf die Neigung

der Hobelfläche schräggestellt und mit den langen Klemmschrauben  $k$  festgestellt werden. Der Arbeitstisch gestattet ein Drehen um  $90^\circ$ , so daß beide Aufspannflächen des Winkels benutzt werden können.

#### Die Steuerung.

Die Steuerung hat beim Kurbelantrieb der Maschine nur das Werkstück zu schalten. Der zu erzeugende Vorschub ist ein Ruckvorschub, der beendet sein muß, bevor der neue Schnitt beginnt. Die Steuerung hat daher den Querschlitzen anzutreiben. Dies geschieht meistens durch eine Hubscheibe das ein Sperrwerk auf der Querschlitzen spindle  $s$  betätigt. Hierbei ist Bedingung, daß die Hubscheibe die Steuerung aufzieht, sobald der Stößel den Arbeitsgang vollzieht, und schaltet, wenn der Stößel zurückläuft. Mit Rücksicht hierauf wird die Hubscheibe mit der Übersetzung 1 : 1 von der Kurbelwelle angetrieben (Abb. 832). Den Vorschubwechsel vollzieht man mit dem verstellbaren Kurbelzapfen  $z_1$  (Abb. 834).

Die in Abb. 843 bis 845 dargestellte Steuerung zeigt eine Eigenart in dem Vorschubwechsel. Er wird mit einer verstellbaren Hubscheibe vollzogen, bei der durch Drehen der Scheibe  $s$  der Hub geändert werden kann. Hierzu besteht die Steuerung aus dem Hubzapfen  $z$  und der Hubscheibe  $s$ . Die Scheibe  $s$  ist um  $z$  drehbar und gestattet so, die verschiedenen Mittenentfernungen  $e_1$  bis  $e_5$  einzustellen, mit denen sich auch die Größe des Vorschubes ändert. Zum Einstellen ist nur der Ausrücker  $b$  auf die Löcher von 1 bis 5 einzusetzen, so daß viel Zeit gespart wird. Die Hubstange muß ausziehbar sein, da sich beim Heben und Senken des Tisches ihre Länge ändert. Die Steuerung zeichnet sich daher durch eine einfache Bedienung aus. Die Vorschubrichtung wird durch Umstellen des Klinkbolzens um  $180^\circ$  gewechselt, so daß die schräge Fläche auf der Gegenseite steht und das Schaltwerk nach der Gegenrichtung schaltet. Der Schalter wird ausgerückt durch das Zurückziehen der Sperrklinke, die durch den Stift  $a$  gehalten wird.

Bei dem Zahnstangenantrieb des Stößels muß im Augenblick des Umsteuerns geschaltet werden. Die Wotanwerke, Leipzig, leiten daher bei ihren Maschinen den Vorschub von der Antriebswelle  $II$  ab (Abb. 839) und zwar durch eine Ausrückkupplung nach Abb. 795, die mit jedem Umsteuern des Stößels kurz schaltet oder aufzieht.

Soll die Maschine auch senkrecht hobeln so muß die Steuerung den Senkrechtschlitzen schalten. Hierzu muß das Schaltwerk auf die Senkrechtschlitzen spindle des Hobelkopfes wirken. Grundgesetz für diese Steuerung ist aber, daß der Stahl erst gegen Ende Rücklauf geschaltet wird. Eine derartige Senkrechtsteuerung hat die Maschine in Abb. 832 und 833. Der Stößel trägt den Schalter  $b$ , der kurz vor beendetem Rücklauf gegen den Anschlag  $a$  stößt. Die Schaltklinke dreht dadurch das Schaltrad, das über 2 Kegelräderpaare die Senkrechtschlitzen spindle  $L$  treibt. Beim Vorgehen des Stößels

zieht die Feder den Schalter wieder auf. Das letzte Kegelrad ist als Mutter ausgeführt, so daß zum Senkrechtobeln die Spindel  $L$  mit der Stellschraube  $s_2$  festzustellen ist.

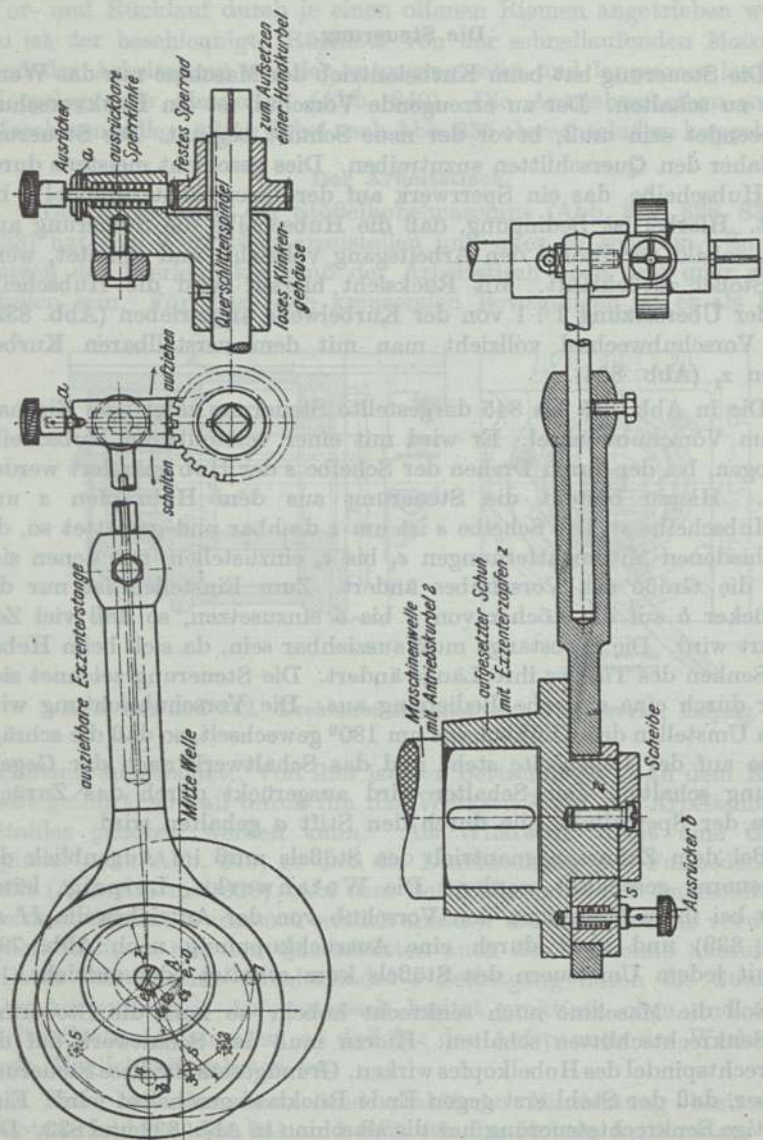


Abb 843 bis 845. Hubscheibensteuerung.  $M = 1 : 4$ .

### Die Schnellhobelmaschinen.

Auch an der Stößelhobelmaschine ist der Schnellbetrieb nicht spurlos vorübergegangen. Eine stärkere Beschleunigung des Rücklaufs

und ein rascher und größerer Geschwindigkeitswechsel, sowie selbsttätige Bewegungen des Arbeitstisches nach beiden Richtungen und Selbstauslösung des Vorschubes waren die Richtlinien für die weitere Entwicklung.

Für eine stärkere Beschleunigung des Rücklaufs haben die Mammutwerke in Nürnberg eine Schwinge mit einer Umlaufschleife vereinigt (Abb. 846 bis 855) und dadurch eine  $2\frac{1}{2}$ - bis 5fache Beschleunigung erreicht

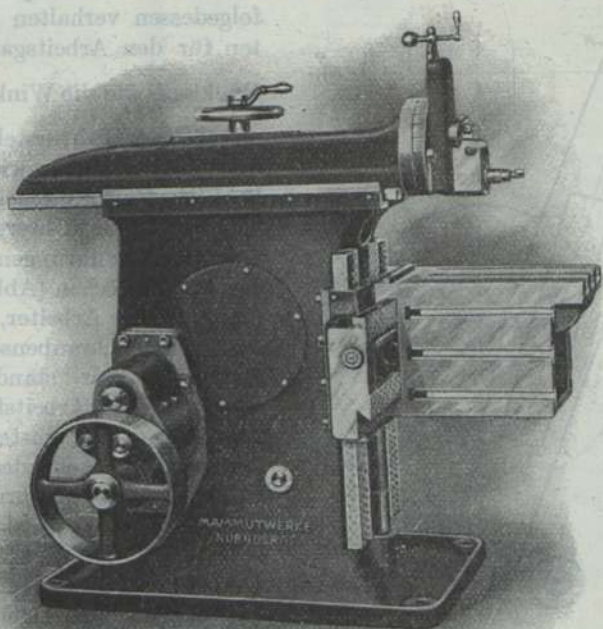


Abb. 846. Stößelholemaschine mit Einscheibenantrieb.  
Mammutwerke, Nürnberg.

Der Antrieb geht bei der Maschine in Abb. 848 und 849 von der Stufenscheibe  $S$  aus, die von einem Deckenvorgelege mit 130 Umläufen i. d. Min. betrieben wird. Durch das Vorgelege  $\frac{r_7}{r_8}$  setzt die Scheibe  $S$  die beiden Kurbelschleifen in Bewegung. Das Rad  $r_8$ , das um  $M_2$  kreist, nimmt nämlich durch den Mitnehmer  $M$  die um  $M_1$  kreisende Umlaufscheibe  $U$  mit.  $U$  setzt durch den Kurbelzapfen  $Z$  die Schwinge  $s$  in Bewegung, die unten um ein Gelenk schwingt und oben den Kloben  $R$  des Stößels faßt.

In der Abb. 847 ist der Antrieb für die kleinste Maschine von 400 mm Hub aufgezeichnet. Geht hier der Stößel von  $B$  nach  $A$ , so läuft der Zapfen  $Z$  der Scheibe  $U$  von  $E_1$  nach  $E_2$  im Sinne des Pfeiles. Die Schwinge  $s$  schwingt infolgedessen aus ihrer rechten Totlage  $CB$  in die linke  $CA$ . Beim Zurückschwingen von  $s$  geht der Zapfen  $Z$  von  $E_2$  nach  $E_1$ . Der Arbeitsgang vollzieht sich also von  $E_1$  bis  $E_2$  und der Rücklauf von  $E_2$  bis  $E_1$ . Der Mitnehmer  $M$  vom Rade  $r_8$  faßt die Umlaufscheibe  $U$  im Vergleich zu  $Z$  um  $180^\circ$  versetzt. Er geht also beim Arbeitsgang von  $D_1$  nach  $D_2$  und beim Rücklauf von  $D_2$  nach  $D_1$ . In-

folgedessen verhalten sich die Zeiten für den Arbeitsgang und den Rücklauf wie die Winkel  $\frac{\alpha}{\beta} \sim \frac{2,5}{1}$ .

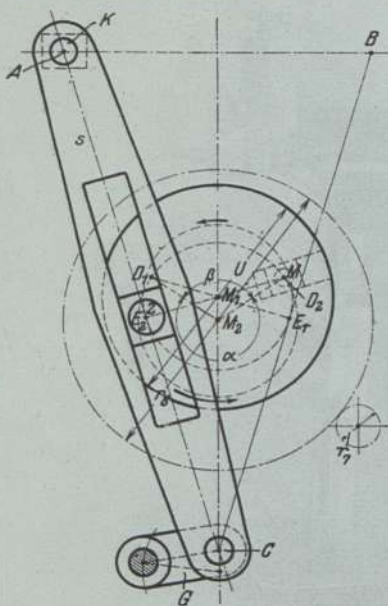
In der Hubverstellung besitzt die Maschine eine gewisse Bequemlichkeit. Zum Einregeln des Hubes ist hier zum Unterschiede von anderen Ausführungen das Handrad  $H_1$  vorgesehen (Abb. 849). Mit ihm kann der Arbeiter, ohne jedesmal den Schraubenschlüssel zu nehmen, unter ständiger Beobachtung der Arbeitsflächen die Maschine genau einstellen. Beim Drehen des Handrades verschiebt nämlich die Stellschraube  $s_1$  den Kurbelzapfen  $Z$ , so daß der Ausschlag der Schwinge geändert wird.

Für das Einstellen des Stößels ist ebenfalls eine eigenartige Vorrichtung getroffen (Abb. 848). An dem Stößel sitzt nämlich eine Zahnstange  $Z_1$ , mit der das Schraubennrad  $s_2$  kämmt. Mit dem Handrad  $H_2$  läßt sich daher der Stößel in die richtige Lage zum Werkstück bringen und mit dem Griff  $H_3$  der Kloben  $R$  wieder festklemmen.

Abb. 847. Plan des Antriebes, bestehend aus Umlaufschleife und Schwinge.

Der Hobelkopf zeigt in seinen Formen Ähnlichkeit mit den neueren Hobelschlitten: kräftiger und langer Senkrechtschieber für das Senkrechthobeln. Die Senkrechsteuerung ist in Abb. 848, 850 bis 854 dargestellt. Sie schaltet gegen Ende des Rücklaufs durch den Anschlag  $u$  tiefer, indem das Schaltwerk über  $1$  bis  $4$  auf die Senkrechspindel arbeitet.

Die Steuerung für das Querhobeln ist an der Welle der Umlaufschleife  $U$  aufgehängt (Abb. 849 bis 851). Durch das Rad  $1$  wird von ihr aus die verzahnte Kurbel  $2$  mit dem verstellbaren Zapfen angetrieben



**Stößelhobelmaschine.**  
Mammutwerke, Nürnberg.

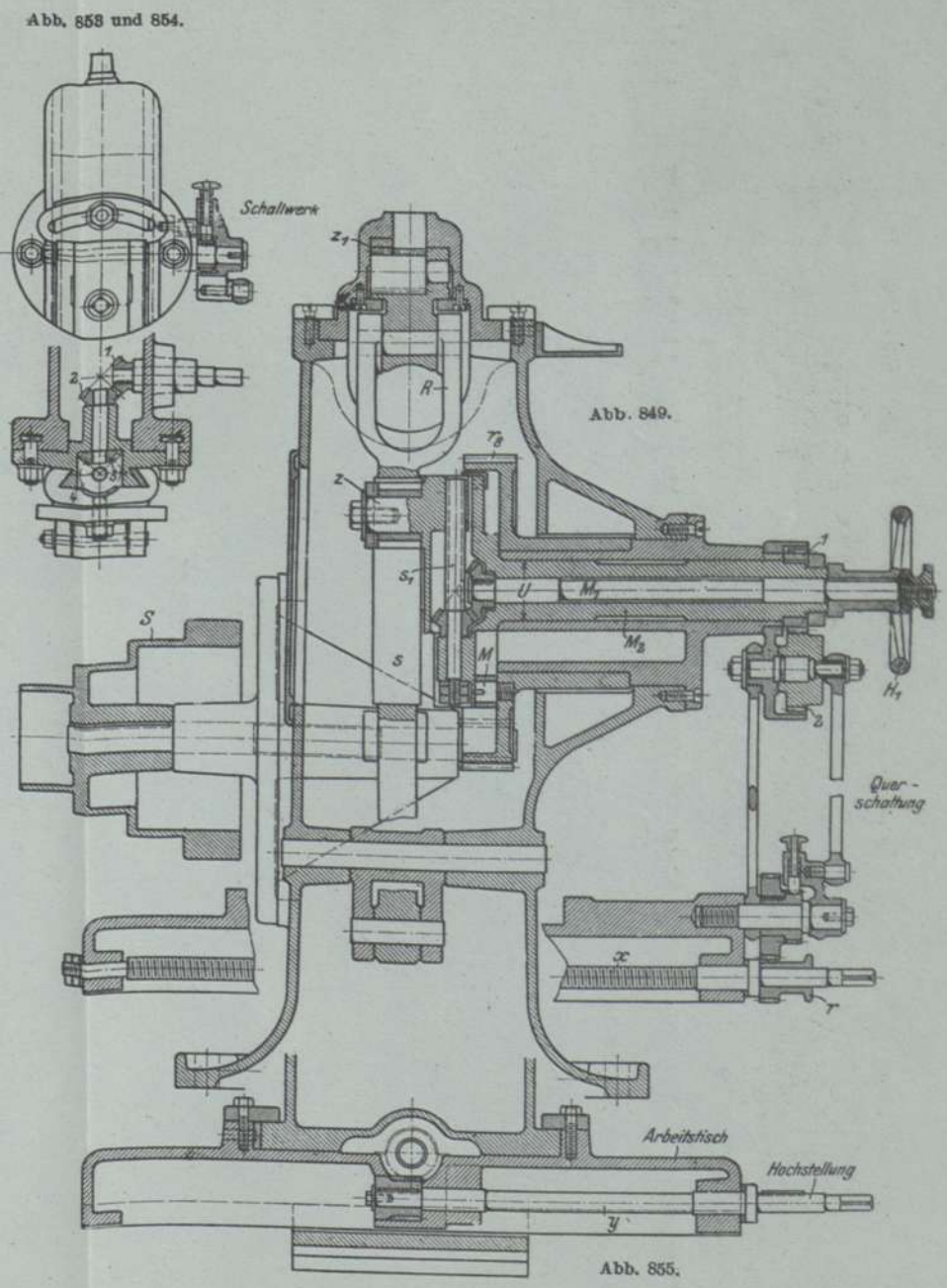
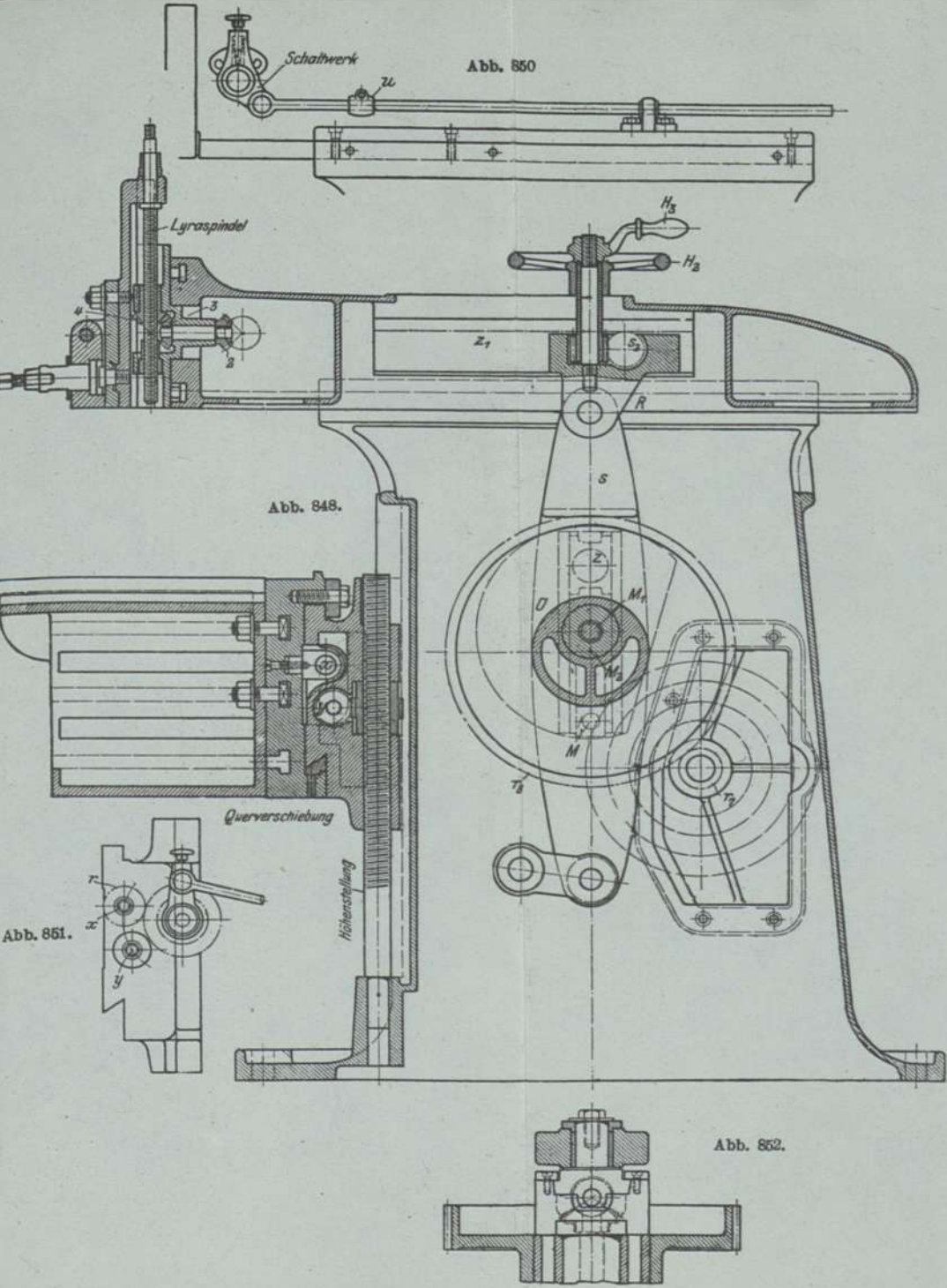


Abb. 848 bis 855. Schnitte.

die in der bekannten Weise den Vorschub des Arbeitstisches vollzieht. Durch Umstecken des Rades  $r$  (Abb. 849 und 851) von der Gewindespindel  $x$  auf die Spindel  $y$  zum Hochstellen des Tisches erfolgt die

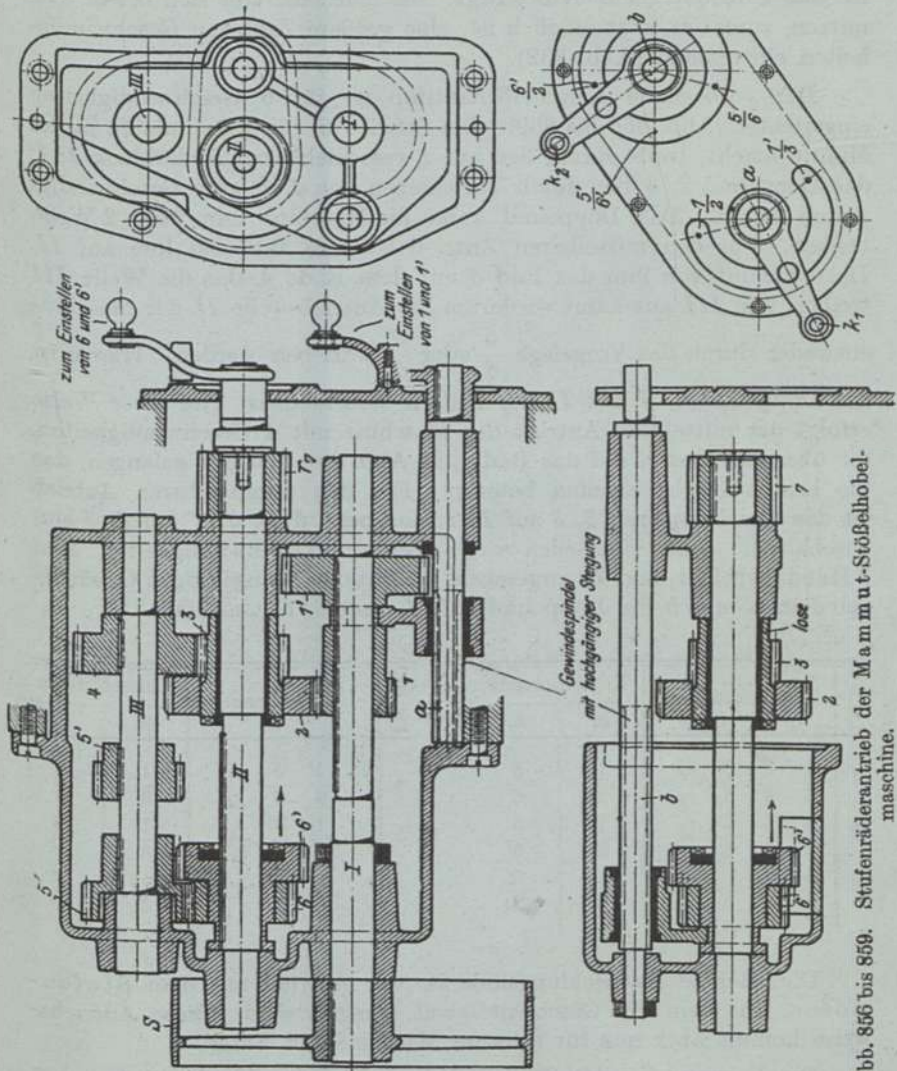


Abb. 856 bis 859. Stufenräderntrieb der Mammut-Stößelhelmaschine.

Senkrechtbewegung, so daß die Maschine auch beim Einstellen des Tisches die größte Bequemlichkeit bietet.

Für einen rascheren Geschwindigkeitswechsel kann die Stufenscheibe  $S$  durch ein Stufenräderngetriebe ersetzt werden (Abb. 856

bis 859). Dieser Schritt ist zu begrüßen, da namentlich bei kleineren Arbeiten der Arbeiter gern den lästigen Riemenwechsel unterläßt. Durch die Übertragung des Einscheibenantriebes auf die Stößelhobelmaschine ist jede Unbequemlichkeit beseitigt. Die Maschine läßt sich besser ausnutzen, zumal es jetzt möglich ist, eine größere Zahl von Geschwindigkeiten einzubauen (Abb. 832).

Der vorliegende Einscheibenantrieb ist für 6 Geschwindigkeiten eingerichtet (Abb. 856 bis 859). Die Scheibe *S*, die 150 Umläufe in der Minute macht, treibt durch den auf *I* verschiebbaren Räderblock *1*, *1'* das Doppelrad *2*, *3*, das durch Verschieben von *1*, *1'* zwei Geschwindigkeiten erhält. Das Doppelrad kann die Maschine nun über 2 Wege treiben. Für den mittelbaren Antrieb läuft es zunächst lose auf *II*. Dazu kämmt von ihm das Rad *3* mit dem Rade *4*, das die Welle *III* treibt. Von *III* aus kann wiederum die Antriebswelle *II* der Maschine entweder durch das Vorgelege  $\frac{5}{6}$  oder  $\frac{5'}{6'}$  betrieben werden. Hierzu ist das Doppelrad *6*, *6'* auf *II* auf Federn verschiebbar. Auf diese Weise erfolgt der mittelbare Antrieb der Maschine mit 4 Geschwindigkeiten, die über das Rad *r*<sub>7</sub> auf das Rad *r*<sub>8</sub> in Abb. 848 und 849 gelangen, das die beiden Kurbelschleifen betätigt. Für den unmittelbaren Antrieb ist das lose Doppelrad *2*, *3* auf *II* zu kuppeln, d. h. *6*, *6'* auf *2*, *3* einzuschalten. Zum Einstellen der einzelnen Geschwindigkeiten sind 2 Handkurbeln *k*<sub>1</sub> und *k*<sub>2</sub> vorgesehen, die mit den hochgängigen Gewindesteifeln *a* und *b* die Doppelräder *1*, *1'* und *6*, *6'* einstellen.

Lfd. Nr.	Übersetzungen				Einstellungen	
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>r</i> <sub>7</sub>	<i>k</i> <sub>1</sub>	<i>k</i> <sub>2</sub>
1	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{6}$	<i>r</i> <sub>8</sub>	1	5
				<i>r</i> <sub>8</sub>	2	6
2	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5'}{6'}$	<i>r</i> <sub>7</sub>	1	5'
			$\frac{5'}{6'}$	<i>r</i> <sub>8</sub>	2	6'
3	$\frac{1}{2}$	<i>r</i> <sub>7</sub>			1	6'
		<i>r</i> <sub>8</sub>			2	2

Lfd. Nr.	Übersetzungen				Einstellungen	
	<i>1'</i>	<i>5</i>	<i>r</i> <sub>7</sub>	<i>r</i> <sub>8</sub>	<i>k</i> <sub>1</sub>	<i>k</i> <sub>2</sub>
4	$\frac{1'}{4}$	$\frac{5}{6}$	<i>r</i> <sub>7</sub>		1'	5
			<i>r</i> <sub>8</sub>		3	6
5	$\frac{1'}{4}$	$\frac{5'}{6'}$	<i>r</i> <sub>7</sub>		1'	5'
			<i>r</i> <sub>8</sub>		3	6'
6	$\frac{1'}{3}$	<i>r</i> <sub>7</sub>			1'	6'
		<i>r</i> <sub>8</sub>			3	2

Die nächste Entwicklungslinie ist der Antrieb mit dem Stufenmotor, mit dem die Geschwindigkeit geregelt wird. Diese Antriebsweise kommt aber nur für schwere Maschinen in Frage.

Die Verwendung der Stößelhobelmaschine für Massenarbeiten hat auch in der Steuerung des Querschlittens eine Neuerung gezeitigt, die von den Fräsmaschinen übernommen ist. Die Massenherstellung verlangt, wie schon häufig erwähnt, daß ein Mann mehrere Maschinen bedient. Dies würde eine Selbstauslösung des Quervorschubes voraussetzen, wie



sie in Abb. 860 durchgeführt ist. Durch die auf die Hobelbreite einzustellenden Anschläge entkuppelt der Querschlitzen nach beiden Richtungen das Schaltwerk auf der Querspindel.

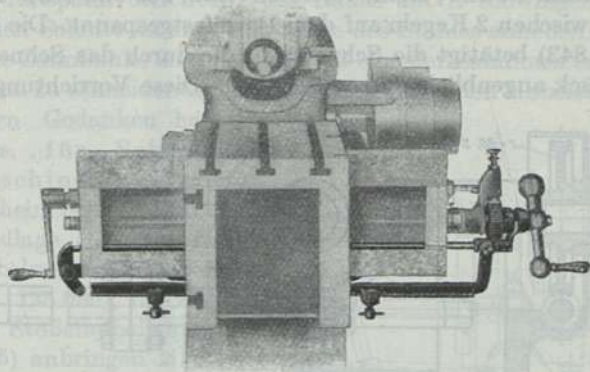


Abb. 860. Selbstausrückung des Quervorschubes. Wotanwerke, Leipzig.

### Das Rundhobeln.

Wie die Tischhobelmaschine, so hat auch die Stößelhobelmaschine Erweiterungen erfahren. Einen Beweis hierfür liefert der Arbeitstisch in Abb. 841 und 842. Er läßt sich bekanntlich 1. hoch und niedrig stellen, 2. von Hand und selbsttätig quer verschieben und 3. schräg stellen und drehen bis zu  $90^\circ$ , so daß die Aufspannflächen des Winkels ohne weiteres benutzt werden können.

Die weitere Vervollkommnung der Maschine liegt in der Vorrichtung für das Rundhobeln hohler Flächen. Hierzu muß der Hobelstahl auf dem Hohlkreise geschaltet werden, eine Aufgabe, die ebenfalls der Steuerung zufällt. Die Rundhobelkopfbewegung wird nach Abb. 850 gesteuert. Am Ende des Rücklaufs wird nämlich die Drehscheibe des Hobel-

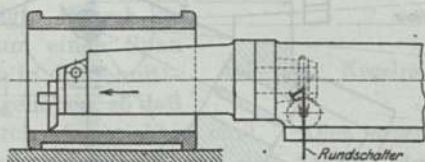


Abb. 861. Rundhobelkopf.

schlittens durch Schnecke und Schneckenrad etwas gedreht, so daß der Stahl von neuem zum Schnitt angestellt wird.

Auch für das Rundhobeln von Büchsen usw. kann die Stößelhobelmaschine benutzt werden. Es erfordert allerdings eine Ergänzung des Aufspanntisches. Beim Rundhobeln muß nämlich das Werkstück nach jedem Schnitt eine ruckweise Drehung erfahren. Hierzu ist die

Büchse auf einem Dorn festzuspannen, der durch die Steuerung ruckweise gedreht wird.

Dieser Gedanke ist in der Rundhobelvorrichtung der Werkzeugmaschinenfabrik Brune, Köln, vertreten (Abb. 862 und 863). Das Werkstück wird zwischen 2 Kegeln auf dem Dorn festgespannt. Die Steuerung (nach Abb. 843) betätigt die Schnecke 1, die durch das Schneckenrad 2 das Werkstück augenblicklich rumschaltet. Diese Vorrichtung läßt sich

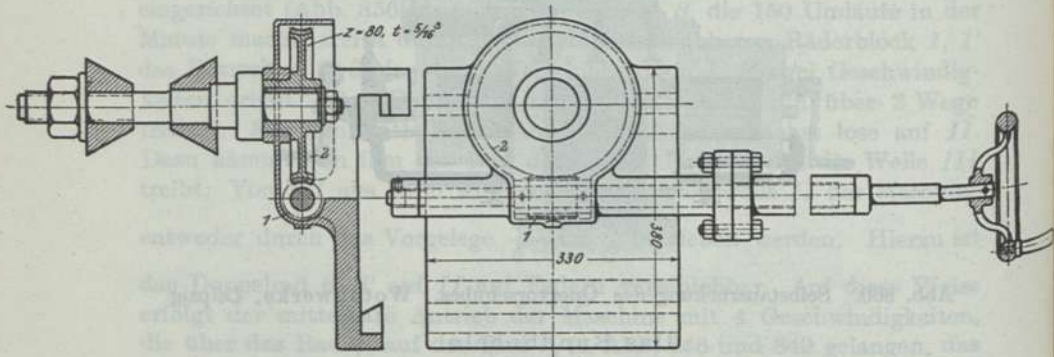


Abb. 862 und 863. Rundhobelschlitten. Brune, Köln.

mit dem Schlitten auf den Bettschlitten der Maschine aufschieben. Für das Hobeln von Zähnen und Nuten müßte sie noch eine Teilvorrichtung haben.

#### Das Kegelrädrehobeln.

Das Anwendungsgebiet der Stößelhobelmaschine hat noch eine Erweiterung erfahren durch das Hobeln von Kegelrädern. Diesem Ver-

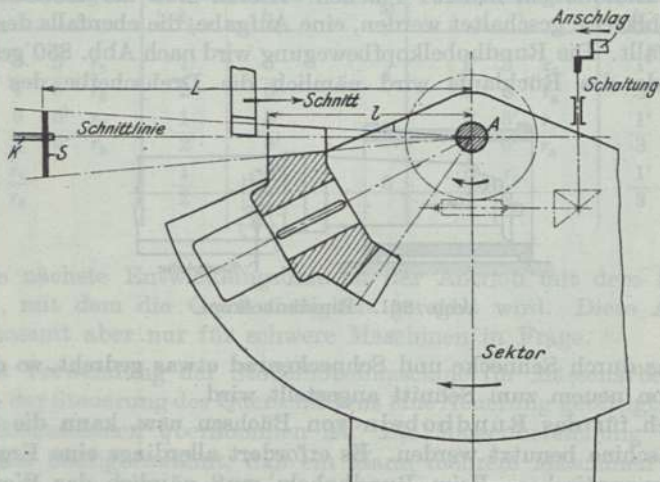


Abb. 864. Kegelrädrehobeln.

fahren müßte folgendes Gesetz zugrunde liegen: Soll der Hobelstahl den spitz verlaufenden Zahn gesetzmäßig herausschneiden, so müssen alle Schnitte durch die Kegelspitze *A* gerichtet sein (Abb. 864). Hierzu muß die Einspannvorrichtung des Rades um *A* schwingen und es für jeden neuen Schnitt an die Schnittlinie des Stahles anheben. Um hierbei die genaue Zahnflanke zu erhalten, muß eine der Zahnform entsprechende Lehre *S* den zu schneidenden Zahn ständig gegen den Hobelstahl drücken.

Diesen Gedanken hat die Akt.-Ges. für Schmirgel- und Maschinenfabrikation in Bockenheim bei Frankfurt a. M. als Grundlage für ihre Kegerräder-Hobelvorrichtung benutzt (D. R.-P. 125 080), die sich bequem an Stößelhobelmaschinen (Abb. 865) anbringen läßt

Das zu hobelnde Kegelrad sitzt hierbei in einer Einspannvorrichtung, die sich um die festgelegte Kegelspitze *A* bewegt. Zum Ansetzen der aufeinanderfolgenden Schnitte ist sie als Bogen ausgebildet, der durch ein Schaltwerk um *A* gedreht wird. Der Stahl schneidet nur beim Rücklauf der Maschine. Die Schaltung vollzieht vor jedem Schnitt ein Anschlag des Stößels, der die aus einem Sperrwerk, 2 Kegelrädern und einem Schneckengetriebe bestehende Rucksteuerung betätigt. Durch sie wird das Rad um einen Span nach dem andern in die Schnittlinie des Stahles gehoben, so daß alle Schnitte durch *A* gerichtet sind. Dies setzt allerdings voraus

daß auch die schneidende Kante des Stahles durch die Mitte der Hobelvorrichtung geht. Für das Aushobeln der Zahnflanke drückt der Bogen zugleich die an dem Arm *a* sitzende Lehre *S* gegen den feststehenden Leitstift *K*, so daß sich das Kegelrad auch jedesmal seitlich auf die Flanke einstellt. Durch diese zwangläufige Bewegung hobelt der Stahl theoretisch genau die Zähne heraus, wobei sich das Schaltwerk selbst auslöst, wenn die eingestellte Zahnhöhe erreicht ist. Der zur Verwendung kommende Hobelstahl muß natürlich schmaler sein als die innere Zahnflanke. Die Lehre *S* ist stets ein genaues Vielfaches

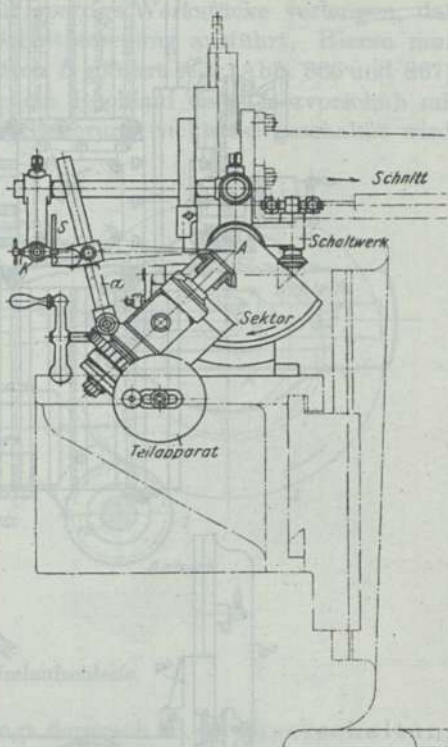


Abb. 865. Kegelräder-Hobelvorrichtung.

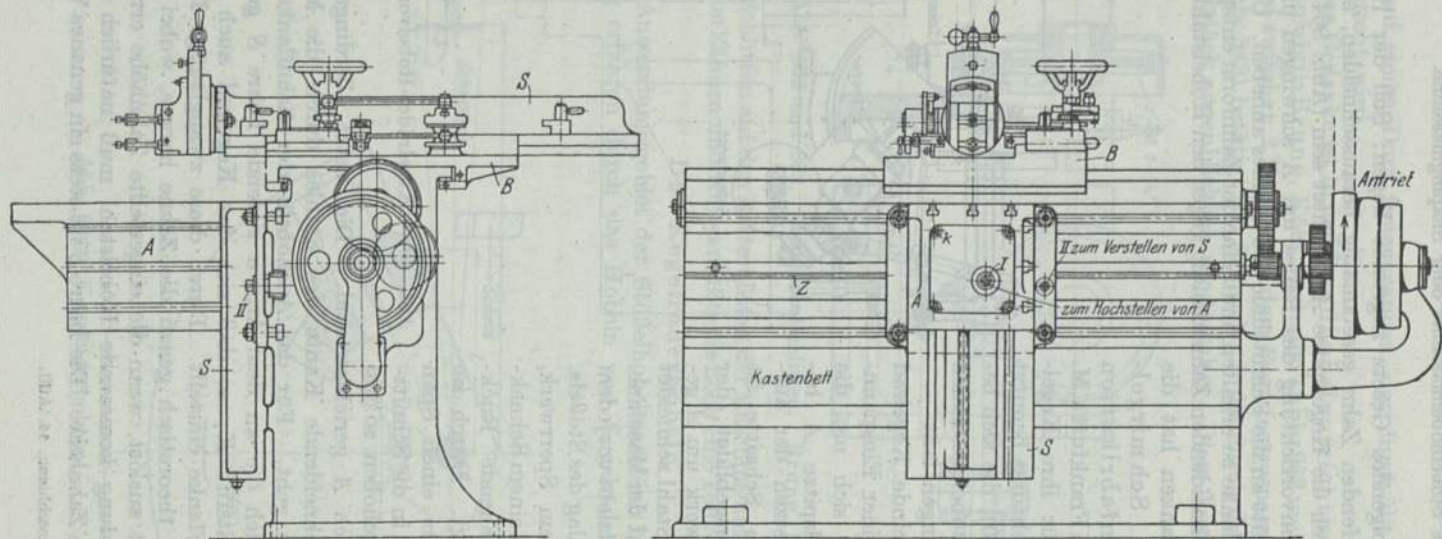


Abb. 866 und 867. Stöbelhobelmaschine von Geilen & Lange, Halle a. S.

der zu hobelnden Zahnform, gewöhnlich ein Zahn von  $20 \pi$  Teilung, welcher der Zähnezahl entsprechen muß. Soll nun ein Rad von  $5 \pi$  Teilung geschnitten werden, so ist die Lehre auf  $L = 4 l$  einzustellen. Das Einstellen der Teilung des Rades erfolgt mit einem Teilkopf, der dem der Fräsmaschine nachgebaut ist.

### Die Stößelhobelmaschinen für sperrige Werkstücke.

Die Stößelhobelmaschinen für sperrige Werkstücke verlangen, daß der Stahl die Haupt- und die Schaltbewegung ausführt. Hierzu muß der Stößel  $S$  auf einem Bettschlitten  $B$  geführt sein (Abb. 866 und 867). Der Stößel vollzieht dann bei jedem Rücklauf den Quervorschub mit dem Bettschlitten, der durch die Steuerung ruckweise geschaltet wird.

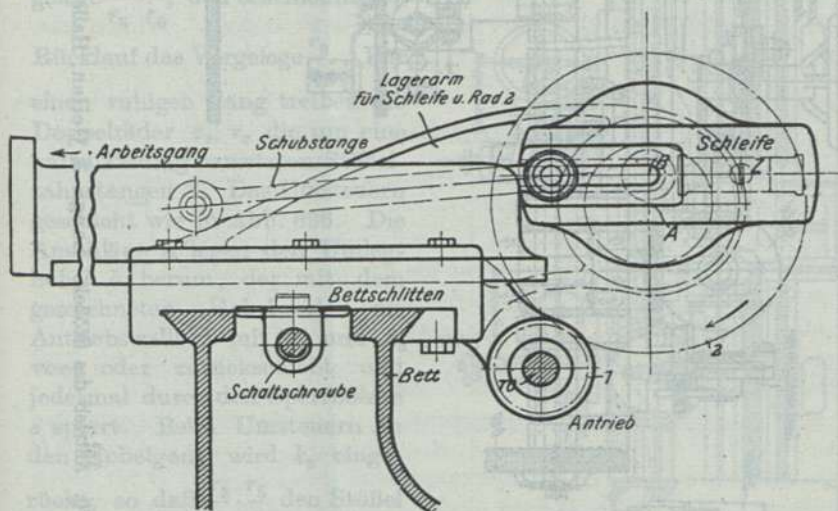


Abb. 868. Umlaufschleife.

Das Merkmal dieser Maschine liegt demnach in der Querschaltung des Stößels mit einem Bettschlitten auf einem langen Kastenbett.

Der Arbeitstisch ist meist ein einfacher Aufspannkasten  $A$ , der zum Anstellen des Werkstückes mit einer Ratsche auf  $I$  auf der Spannplatte  $S$  verstellbar und mit  $k$  festgeklemmt werden kann.

Für den Antrieb des Stößels empfiehlt sich die Umlaufschleife, weil sie sich auf dem Bettschlitten bequem aufbauen läßt (Abb. 868). Sie wird durch die Räder  $1, 2$  von der durch Stufenriemen angetriebenen Welle  $w$  in Umlauf gesetzt. Das Rad  $2$  dreht sich um  $A$  und nimmt durch den Zapfen  $z$  die um  $B$  kreisende Schleife mit. Die Schleife faßt mit der Schubstange den Stößel, den sie langsam vorschiebt und schnell zurückzieht.

Der Zahnstangenantrieb hat auch hier Aufnahme gefunden. Die

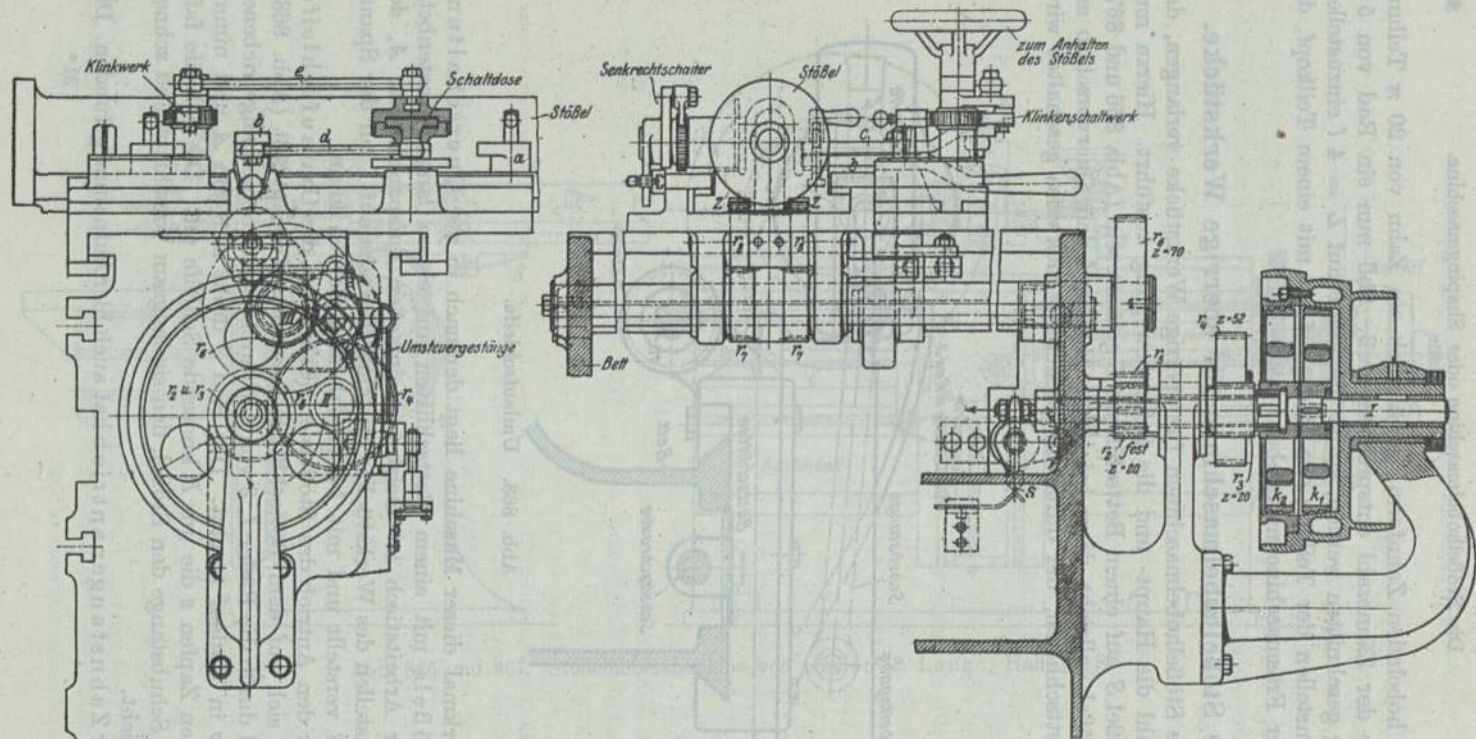


Abb. 869 und 870. Antrieb des Stößels. Lange & Geilen, Halle a. S.

Stößelhobelmaschine von Lange & Geilen, Halle a. d. Saale, ha in dem Stößelantrieb eine Räderumsteuerung, die mit einer doppelten Reibkupplung geschaltet wird (Abb. 869 und 870). Der Reibkegel  $k_1$  und das Rad  $r_2$  sind auf der Antriebswelle  $I$  festgekeilt, während  $k_2$  mit  $r_3$  auf  $I$  lose läuft. Den Hobelgang des Stößels vollziehen die Vorgelege  $\frac{r_3 \cdot r_5}{r_4 \cdot r_6}$ , den beschleunigten

Rücklauf das Vorgelege  $\frac{r_2}{r_6}$ . Für einen ruhigen Gang treiben die Doppelräder  $r_7, r_8$  die um eine halbe Teilung versetzten Stößelzahnstangen  $Z$ . Das Umsteuern geschieht wie in Abb. 836. Die Anschläge  $a$  legen den Umleghebel  $b$  herum, der mit dem gezeichneten Hebelwerk die Antriebswelle  $I$  mit  $k_1$  und  $k_2$  vor- oder zurückschiebt und jedesmal durch den Sperrholzen  $s$  sperrt. Beim Umsteuern in den Hobelgang wird  $k_2$  eingerückt, so daß  $\frac{r_3 \cdot r_5}{r_4 \cdot r_6}$  den Stößel umsteuern. Der Quervorschub des Stößels erfolgt am Ende des Rücklaufs durch den Anschlag  $a$ , der gegen den Umleghebel  $c$  stößt. Die Drehung dieses Hebels wird durch die Zugstange  $d$  auf die Schaltdose übertragen, die mit der Stange  $e$  das Klinschaltwerk betätigt. Letztes wirkt auf die Schaltspindel des Bettschlittens und erzeugt dessen Vorschub. Der Gegenanschlag  $a$  zieht nach beendetem Hobelgang das Schaltwerk wieder auf. Die Schalt-

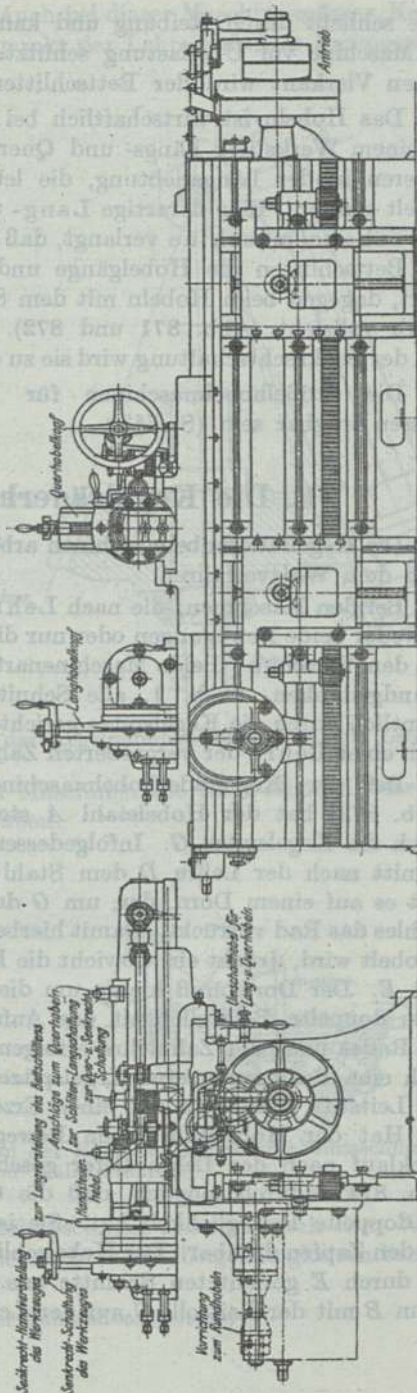


Abb. 871 bis 872. Allgemeine Hobelmaschine. Klingelhöfer, Rheydt.

dose schließt durch Reibung und kann so eingestellt werden, daß sie die Maschine vor Überlastung schützt. Durch eine Ratsche auf dem linken Vierkant wird der Bettschlitten schnell verstellt.

Das Hobeln ist wirtschaftlich bei langen, schmalen Flächen. Sind an einem Werkstück Längs- und Querleisten zu hobeln, so müßten die ersteren in der Längsrichtung, die letzteren in der Querrichtung gehobelt werden. Eine derartige Lang- und Querhobelmaschine oder Kreuzhobelmaschine verlangt, daß beim Hobeln in der Bettrichtung der Bettschlitten die Hobelgänge und der Stößel den Vorschub ausführt, dagegen beim Hobeln mit dem Stößel der Bettschlitten den Vorschub vollzieht (Abb. 871 und 872). Mit der Rundhobelvorrichtung und der Senkrechtschaltung wird sie zu einer allgemeinen Hobelmaschine.

Die Stößelhobelmaschinen für besonders schwere Werkstücke müssen tragbar sein (S. 543).

### 3. Die Kegelrädrehobelmaschinen.

Die Kegelrädrehobelmaschinen arbeiten entweder nach Lehren oder nach dem Wälzverfahren.

Bei den Maschinen, die nach Lehren arbeiten, hat der Hobelstahl entweder beide Bewegungen oder nur die Hauptbewegung und das Kegelrad den Vorschub. Beide Maschinenarten beruhen jedoch auf demselben Grundgedanken, d. h. 1. alle Schnitte des Hobelstahles müssen bekanntlich durch die Kegelspitze gerichtet sein, und 2. der Vorschub muß nach einer Lehre der vergrößerten Zahnform erfolgen.

Bei der Kegelrädrehobelmaschine mit getrennten Bewegungen (Abb. 873) hat der Hobelstahl *A* stets dieselbe Schnittrichtung *EE* durch die Kegelspitze *G*. Infolgedessen muß das Kegelrad *B* für jeden Schnitt nach der Lehre *D* dem Stahl *A* zugeschoben werden. Hierzu sitzt es auf einem Dorn, der, um *G* drehbar, nach jedem Rücklauf des Stahles das Rad vorrückt. Damit hierbei die gewölbte Zahnflanke herausgehobelt wird, drückt ein Gewicht die Lehre *D* ständig gegen einen Leitstift *E*. Der Dorn muß hierzu um die Achse *FF* drehbar sein. Durch diese doppelte Beweglichkeit des Aufspanndornes kann der Vorschub des Rades nach der Zahnlehre erfolgen. Für ein genaues Arbeiten muß noch eine Bedingung sein: Kegelspitze *G*, Schneide des Stahles *A* und der Leitstift *E* müssen auf einer Erzeugenden der Zahnflanke liegen.

Hat der Hobelstahl beide Bewegungen, so wird er nach jedem Rücklauf nach der Lehre tiefer geschaltet. Diese Arbeitsweise ist in Abb. 874 dadurch möglich, daß die Gleitbahn *B* des Hobelschlittens die doppelte Beweglichkeit hat. Sie ist einmal um *E* und zum andern um den Zapfen drehbar. Der Hobelschlitten führt daher mit dem Stahl *A* die durch *E* gerichteten Schnitte aus. Nach jedem Rücklauf rollt die Bahn *B* mit der Leitrolle *C* auf der Lehre *F* tiefer, so daß alle Schnitte



Erzeugende der Zahnlehre sind. Auch bei dieser Maschine müssen Kegelspitze, Schneide und Berührungspunkt der Lehre auf einer Erzeugenden liegen.

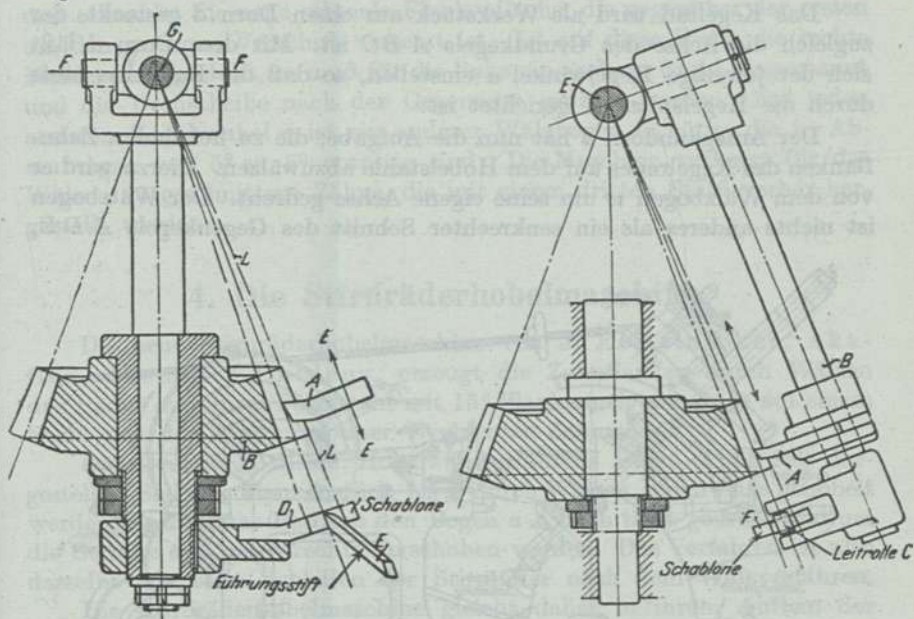


Abb. 873 und 874). Arbeitsplan der Kegelraderhobelmaschinen mit Lehren.

Die Lehre muß bei beiden Maschinen die im Verhältnis der Abstände vergrößerte Zahnform haben.

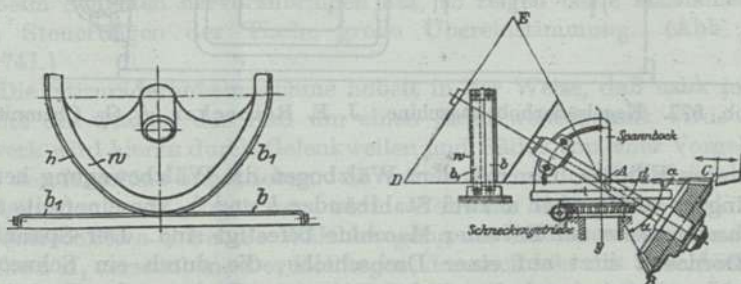


Abb. 875 und 876. Arbeitsplan der Bilgram-Kegelraderhobelmaschine nach dem Wälzverfahren.

Die neueren Kegelraderhobelmaschinen arbeiten nach dem Wälzverfahren, weil das Hobeln nach Lehren mit Ungenauigkeiten behaftet

<sup>1)</sup> Barth, Die Grundlagen der Zahradbearbeitung.

ist. Die bekannteste Kegelhöhlermaschine nach dem Wälzverfahren ist die Bilgram-Maschine, die von J. E. Reinecker in Chemnitz ausgeführt wird (Abb. 875 bis 877).

Das Kegelrad wird als Werkstück auf einen Dorn  $d$  gesteckt, der zugleich die Achse des Grundkegels  $ABC$  ist. Mit dem Dorn  $d$  läßt sich der jeweilige Kegelwinkel  $\alpha$  einstellen, so daß die Radachse stets durch die Kegelspitze  $A$  gerichtet ist.

Der Aufspanndorn  $d$  hat nun die Aufgabe, die zu hobelnden Zahnflanken des Kegelrades auf dem Hobelstahl abzuwälzen. Hierzu wird er von dem Wälzbogen  $w$  um seine eigene Achse gedreht. Der Wälzbogen ist nichts anderes als ein senkrechter Schnitt des Gegenkegels  $ADE$ ,

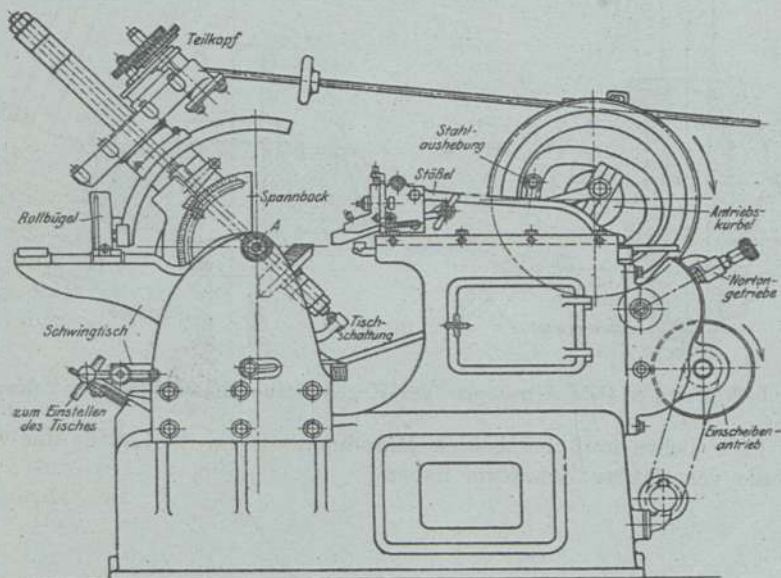


Abb. 877. Kegelhöhlermaschine. J. E. Reinecker, A. G., Chemnitz.

d. h. eine Ellipse. Um mit dem Wälzbogen die Wälzbewegung hervorzubringen, laufen über  $w$  zwei Stahlbänder  $b$  und  $b_1$ , die einerseits an  $w$  und andererseits am Bett der Maschine befestigt sind. Der Spannbock des Dornes  $d$  sitzt auf einer Drehscheibe, die durch ein Schneckengetriebe ruckweise gedreht wird. Bei einer Drehung des Drehtisches vollzieht der Aufspanndorn  $d$  daher 2 Bewegungen zwangsläufig, nämlich: 1. eine Drehung um die Achse  $xy$  des Drehtisches für die radial verlaufende Zahnflanke und 2. eine Wälzbewegung um die eigene Achse, durch die sich die Zahnflanke auf dem Hobelstahl langsam abwälzt. Das Abwälzen wird durch die Stahlbänder und den Wälzbogen  $w$  hervorgerufen, der sich ganz langsam dreht.

Die Maschine arbeitet in der Weise, daß nach jedem Schnitt des Stahles das Rad durch den Teilkopf geteilt wird. Nach einer ganzen Umdrehung des Rades trifft daher der Hobelstahl den ersten Zahn wieder und schneidet die neue schmale Flankenfläche, die gegenüber der ersten um den geringen Vorschub versetzt ist. Ist auf diese Weise die rechte Flanke fertiggestellt, so muß für die linke ein anderer Stahl eingespannt und die Drehscheibe nach der Gegenseite gedreht werden. Für jeden anderen Kegelwinkel  $\alpha$  ist ein anderer Wälzbogen  $w$  nötig, die in Abstufungen von  $5^\circ$  zu  $5^\circ$  vorrätig sind. Die Maschine verlangt für das Wälzen vorgeschrittene Zähne, die mit einem dritten Stahl vorher hergestellt werden.

#### 4. Die Stirnräderhobelmaschine.

Die neue Stirnräderhobelmaschine von J. E. Reinecker, Akt.-Ges., Chemnitz-Gablenz, erzeugt die Zahnflanken durch Wälzen des Rades auf einem Formstahl mit  $15^\circ$  Flankenneigung, d. h. auf einem Stahl von der Zahnform einer Evolventen-Zahnstange.

Die Grundlage dieses Hobelwälzverfahrens ist in Abb. 899 dargestellt. Soll das Flankenstück bis  $A$  durch Wälzen strichweise gehobelt werden, so muß das Rad um den Bogen  $a$   $A$  nach links gedreht und um die Strecke  $a$   $A_1$  nach rechts verschoben werden. Das Verfahren ist also dasselbe wie beim Schleifen der Stirnräder nach dem Wälzverfahren.

Die Stirnräderhobelmaschine gleicht daher in ihrem Aufbau der Stirnräderschleifmaschine in den Abb. 740 und 741. Der Schleifkopf des Stößels ist durch einen Hobelkopf zu ersetzen, so daß Stößel und Antrieb mit dem der Kegelräderhobelmaschine in Abb. 877 übereinstimmen. Da der Arbeitstisch dieselben Bewegungen des Stirnrades wie beim Schleifen hervorzubringen hat, so zeigen beide Maschinen in ihren Steuerungen der Tische große Übereinstimmung. (Abb. 740 und 741.)

Die Stirnräderhobelmaschine hobelt in der Weise, daß nach jedem Schnitt des Stahles das Rad um einen Zahn weitergeteilt wird. Das Teilwerk wird hierzu durch Gelenkwellen und Räder von einer Vorgelegewelle der Maschine angetrieben. Es teilt während des Stößelrücklaufs, bei dem der Stahl abgehoben wird. Während dieser Zeit wird auch der Querschlitten  $Q$  für die Wälzbewegung des Rades entsprechend der Strecke  $a$   $A_1$  verschoben. Der Rollbogen, der auch hier mit Stahlbändern beiderseits aufgelegt ist, besorgt die Drehbewegung des Rades um den Bogen  $a$   $A$ .

Die Maschine hobelt zunächst mit einem Mittelstahl alle Lücken vor und hierauf mit einem Rechtsstahl alle rechten Flanken strichweise nach und dann mit einem Linksstahl alle linken Flanken. Für besonders ruhigen Gang schnellaufender Räder wird der Zahnkopf durch einen Abrunder stärker als die Evolvente abgerundet.

## 5. Die Stoßmaschine.

Die Anwendung der Stoßmaschine erstreckt sich auf das Stoßen von geraden und runden Außen- und Innenflächen. Durch die Fräsmaschine ist ihr Arbeitsfeld jedoch stark beschnitten worden, so daß die Stoßmaschine heute nur noch da angewandt wird, wo die Arbeitsflächen dem Fräser nicht zugänglich sind. Ihre Hauptarbeit erstreckt sich also auf das Stoßen versteckter Flächen, wie Keilnuten in Naben, bei denen der Stahl von oben nach unten durchstoßen muß.

Die neueren Bestrebungen sind auch hier nicht ohne Einfluß geblieben. Man hat die Stoßmaschine, um sie vielseitiger zu gestalten, auch für andere Arbeitsverfahren, wie Bohren, eingerichtet, so daß mehrere Arbeiten an einem Werkstück vorgenommen werden können, ohne es umspannen zu müssen. Dieser Vorzug kommt aber erst zur Geltung bei der Bearbeitung schwerer Werkstücke, wie Panzerplatten u. dgl.

Die gleiche Arbeitsweise der Stoß- und der Stößelhobelmaschine erklärt auch die grundsätzliche Übereinstimmung in ihren wichtigsten Einzelteilen (Abb. 878 bis 881). Bei beiden Maschinen hat das Werkzeug die gerade Hauptbewegung und das Werkstück den Vorschub. Der einzige Unterschied, der auch für den Aufbau der Stoßmaschine ausschlaggebend ist, liegt in der auf- und absteigenden Bewegung des Stößels. Sie darf weder durch den Stahldruck noch durch den Massendruck Erschütterungen in der Maschine verursachen. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich die gekennzeichnete Hakenform des Gestelles, das in dem gefährdeten Querschnitt die Biegemomente des Massen- und Stahldruckes aufzunehmen hat.

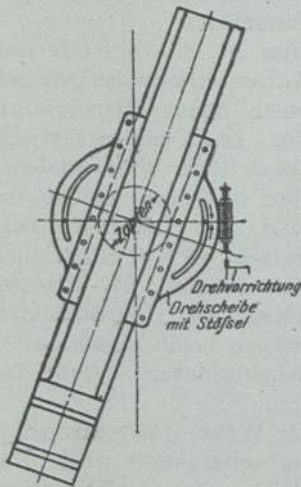


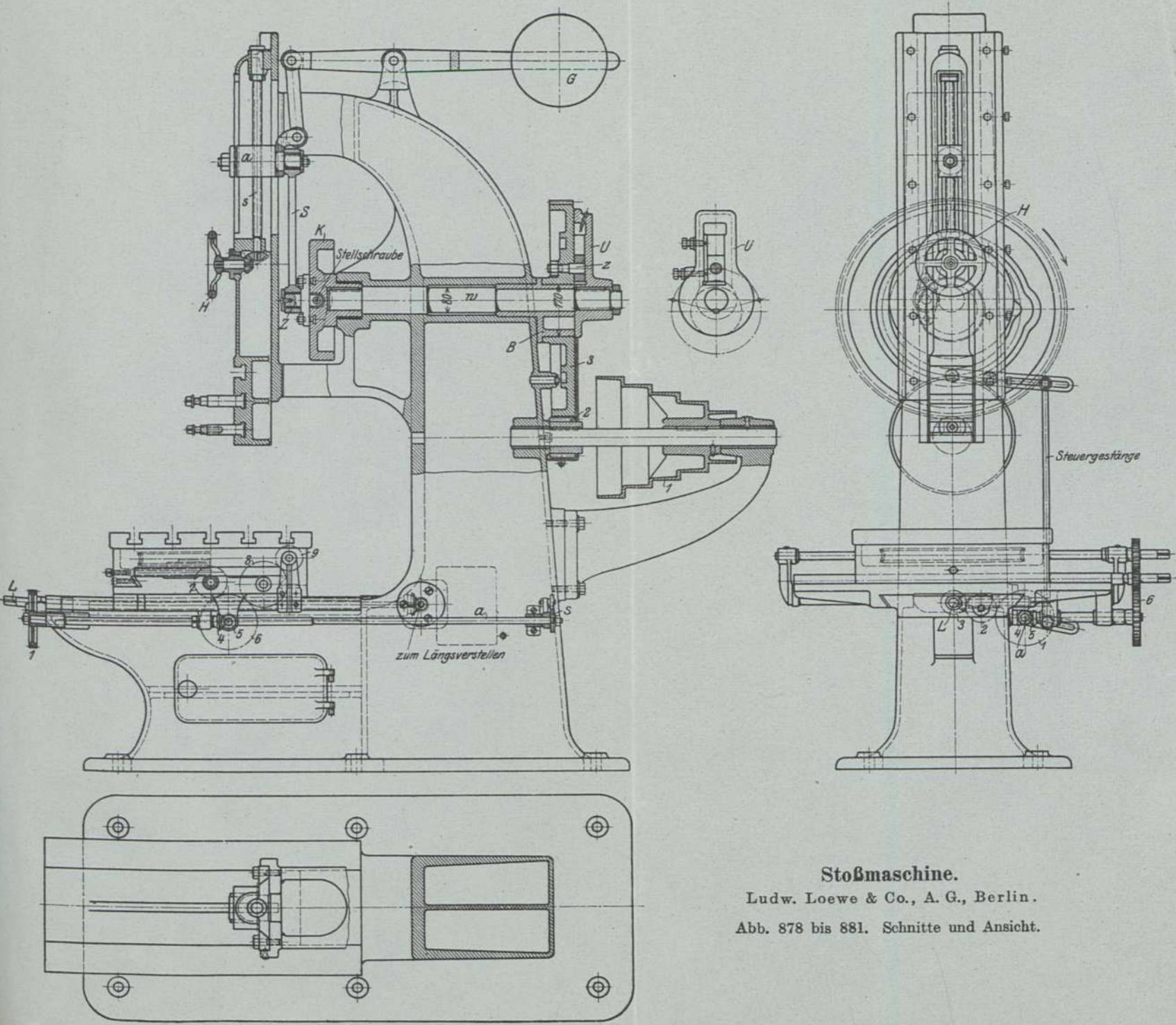
Abb. 882. Schrägstellung des Stößels.

abgehoben werden könnte. Infolgedessen sind im Vergleich zum Hobelschlitten Klappe, Klappenträger und Drehscheibe für gewöhnlich zwecklos. Die Stahlhalter sitzen daher unmittelbar in den Spannuten des Stößels (Abb. 878 und 880). Sie gestatten dadurch eine gute Befestigung langer Stähle und Stahlhalter, wie sie zum Bestoßen hoher Werkstücke notwendig sind.

Die auf- und absteigende Bewegung des Stößels erzeugt unter dem einseitig wirkenden Stahldruck ähnliche Beanspruchungen, wie sie bei

### Der Stößel.

Der Werkzeugträger der Stoßmaschine vereinfacht sich dadurch, daß der Stahl erst gegen Ende Rücklauf vom Werkstück



**Stößmaschine.**

Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.

Abb. 878 bis 881. Schnitte und Ansicht.

der Hobelmaschine auftreten. Sie wachsen auch hier mit der Größe des Hubes und der Stärke des Spanes, so daß auf eine gute Führung des Stößels (Abb. 881) gebührend Rücksicht zu nehmen ist.

Soll die Maschine auch für das Stoßen kegelförmiger Flächen und Keilnuten mit Anzug eingerichtet werden, so muß der Stößel wie beim Schräghobeln bestimmte Gradstellungen einnehmen. Für sie ist die Führung des Stößels als Drehscheibe (Lyra) auszubilden (Abb. 882), durch die er auf die entsprechende Neigung eingestellt werden kann.

#### Der Antrieb.

Der Antrieb des Stößels ist auf Grund der bereits bekannten Gesichtspunkte zu entwerfen. Bei kleineren Hubgrößen von 400 bis 500 mm ist die Kurbelschwinge sehr gebräuchlich.

Einen Stößelantrieb mit einer Kurbelschwinge zeigen die Abb. 883 bis 885. Die von der Stufenscheibe und einem Rädervorgelege angetriebene Kurbel  $K$  treibt die um  $Z_1$  schwingende Kurbelschleife. Ihre pendelnde Bewegung wird durch die Schubstange auf den Stößel übertragen, der hierdurch während des Kurbelwinkels  $\alpha$  den Arbeitsgang langsam und während des Kurbelwinkels  $\beta$  den Rücklauf schnell vollzieht. Das Einstellen des Hubes erfolgt mit dem verstellbaren Kurbelzapfen  $z$ .

Der Antrieb der Loeweschen Stoßmaschine (Abb. 878 und 880) geht von der fünfflüfigen Stufenscheibe  $I$  aus über das Vorgelege  $\frac{2}{3}$  auf die Umlaufscheibe  $U$ . Das große Treibrad  $3$  dreht sich um die Büchse  $B$ , in der die Kurbelwelle  $w$  außermittig läuft. Rechts sitzt auf ihr die Umlaufschleife  $U$  und links die Antriebskurbel  $K$ . Die Umlaufschleife empfängt vom Zapfen  $z$  des Rades  $3$  ihre Drehbewegung und vermittelt mit der um  $90^\circ$  versetzten Kurbel  $K$  und der Schubstange  $S$  in der bekannten Weise den langsamen Hub des Stößels und den schnellen Rückgang entsprechend den Kurbelwinkeln. Der Hub der Maschine wird auch hier mit dem verstellbaren Kurbelzapfen  $Z$  an  $K$  geregelt.

Das Ansetzen des Stahles erfordert meist ein Herabsenken des Stößels auf das Werkstück. Hierzu ist die Stellschraube  $s$  eingebaut und der Kloben  $a$  als Mutter ausgebildet und in dem Stößel geführt. Zum Anstellen des Stahles ist daher nur die Stellschraube  $s$  mit dem Handrade  $H$  zu drehen. Dabei schraubt sie sich in der feststehenden Mutter  $a$  weiter und nimmt den Stößel mit. Um die Spindel  $s$  im Betriebe von dem Arbeitsdruck zu entlasten, wird der Kloben  $a$  in dem Stößel festgeklemmt (Abb. 878 und 880).

Neuere Bestrebungen suchen auch bei der Stoßmaschine die tote Arbeitszeit möglichst abzukürzen und infolgedessen den Rücklauf stark zu beschleunigen. Durch die vereinigte Umlauf- und Schwingschleife

ist es bereits gelungen, die tote Arbeitszeit auf etwa  $\frac{1}{6}$  und durch Hintereinanderschalten von mehreren Umlaufschleifen auf etwa  $\frac{1}{8}$  abzukürzen.

Bei schweren Stoßmaschinen bietet der Kurbelantrieb infolge des Druckwechsels im Gestänge zu wenig Sicherheit für einen glatten Schnitt.

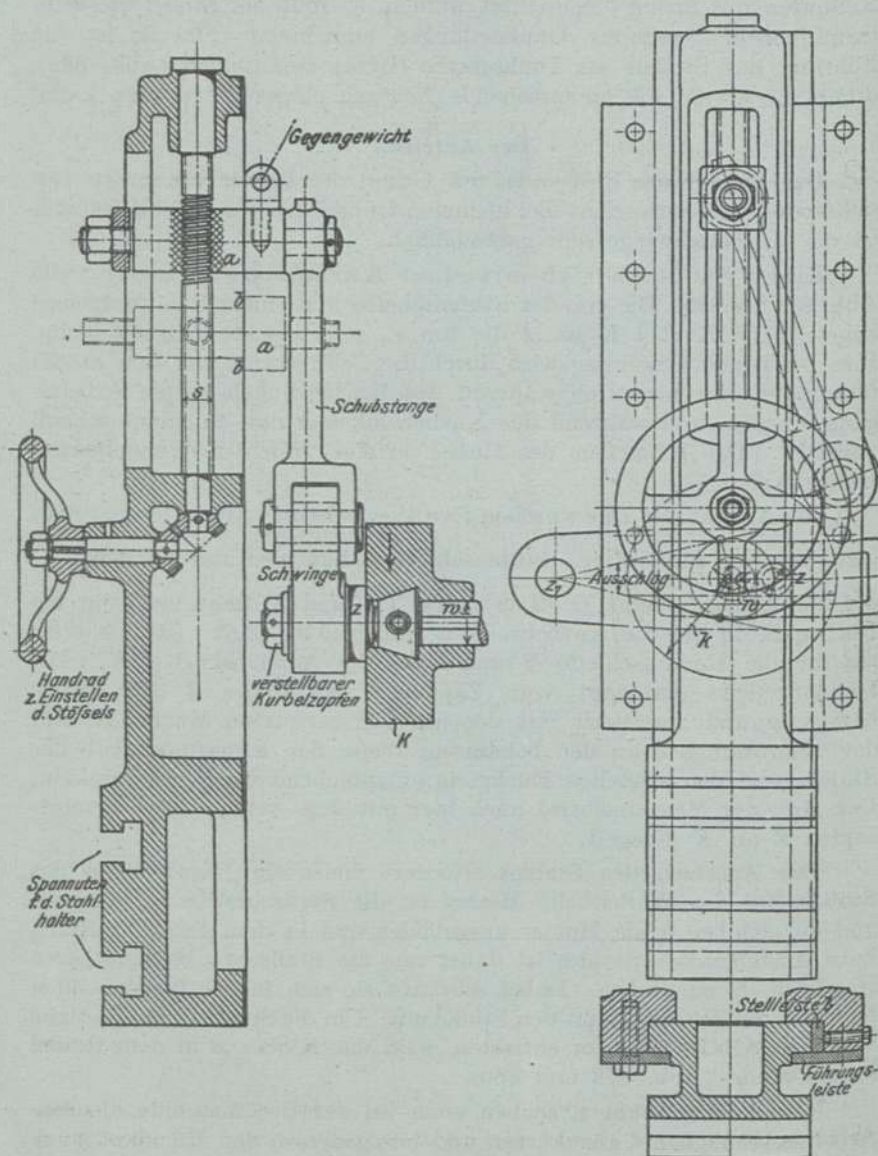


Abb. 883 bis 885. Stößel mit Schwinge.  $M = 1:6$ .





## Die Steuerung.

Die Umsteuerung der auf- und abgehenden Hauptbewegung des Stößels erfolgt beim Kurbelantrieb von selbst, beim Schrauben- und Zahnstangenantrieb (Abb. 886) durch die verstellbaren Anschläge *a* der Schaltscheibe nach Maßgabe der Umsteuerung der Tischhobelmaschine. Die Anschläge legen vor jedem Hubwechsel den Winkelhebel herum, der durch das Gestänge die Riemen verschiebt. Mit einem Handrad kann man die Maschine augenblicklich umsteuern und stillsetzen.

Auch bei schweren Stoßmaschinen hat man versucht, wie bei den Hobelmaschinen das Riemenverschieben zu umgehen, indem man die Antriebswelle oder eine Vorlegewelle der Maschine mit einem Räderwendegetriebe umsteuerte. Die Vorbedingung hierzu ist, die Räder-

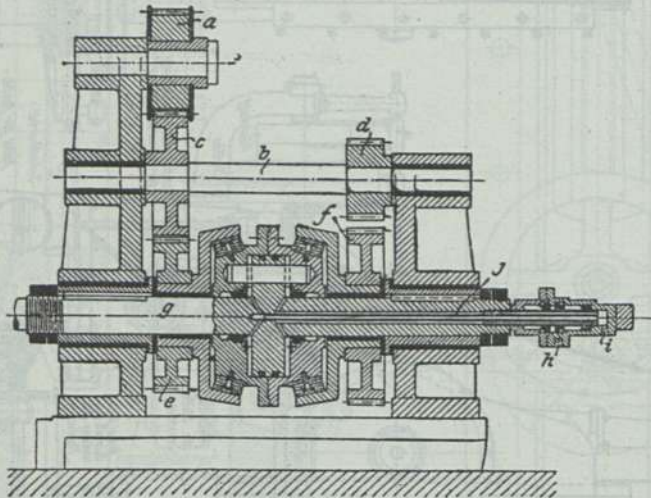
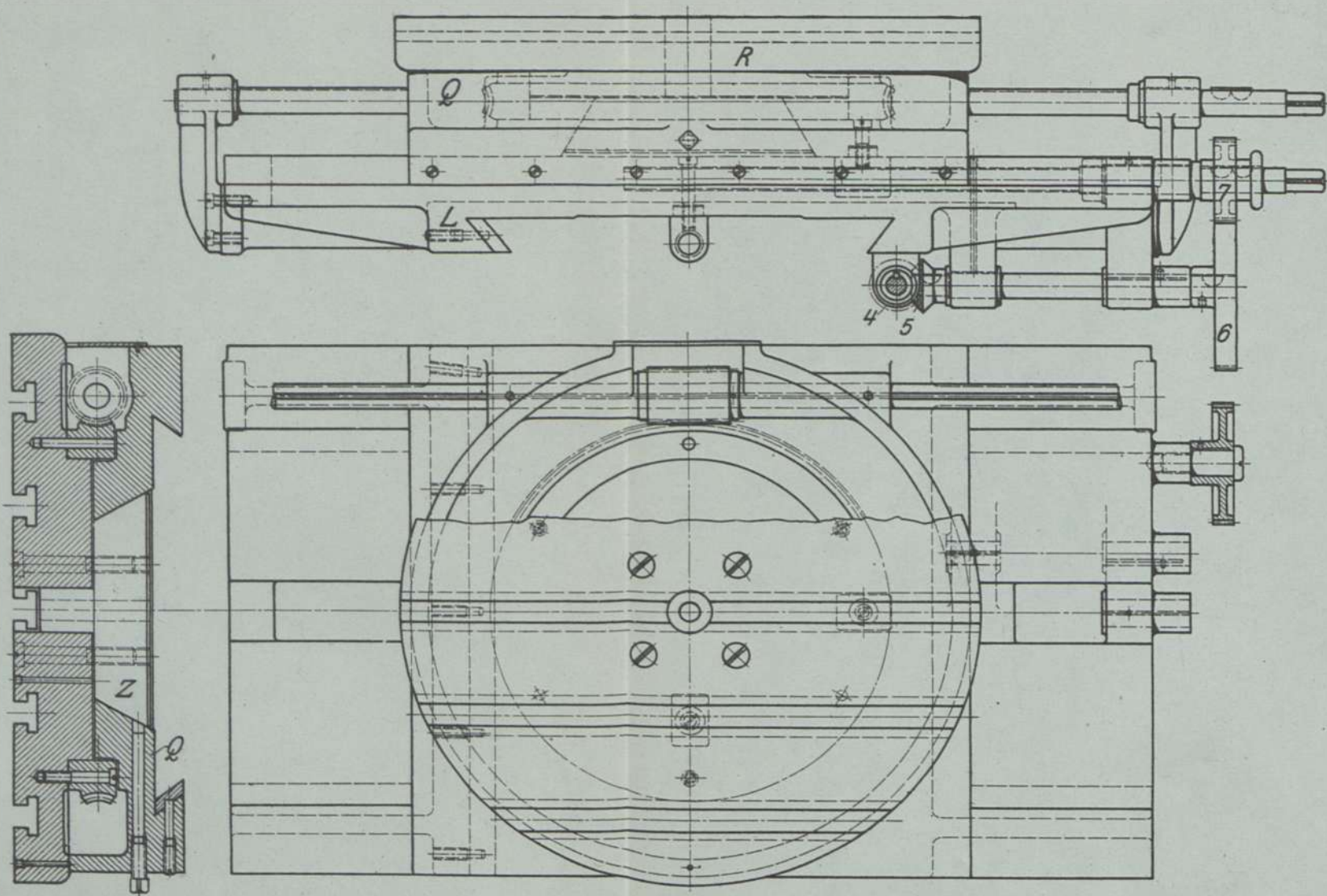


Abb. 888. Druckluft-Umsteuerung von Riddell.

getriebe für den Vor- und Rücklauf der Maschine abwechselnd kuppeln zu können und zwar im Sinne der Abb. 836.

Dieser Gedanke ist auch dem Wendegetriebe von Riddell zugrunde gelegt. Seine Kennzeichnung gegenüber der Abb. 836 liegt darin, daß die Maschine mit Druckluft umsteuert (Abb. 888). Der Elektromotor treibt nämlich durch das Rohhautrad *a* zunächst die Vorgelegewelle *b*, auf der die Räder *c* und *d* festgekeilt sind. Auf die Umsteuerwelle *g* arbeiten daher entweder die Vorgelege  $\frac{a}{c} \cdot \frac{c}{e}$  oder  $\frac{a}{c} \cdot \frac{d}{f}$ . Das Umsteuern bewirkt hierbei ein Zwischenrad, das mit *d* und *f* kämmt (in der Figur ist das Zwischenrad nicht gezeichnet). Für das abwechselnde Arbeiten der beiden Antriebe müssen die Räder *e* und *f* lose laufen und auf *g* zeitweise zu kuppeln sein. Diese Aufgabe ist wie früher durch eine



**Stößmaschine.**

Ludw. Loewe & Co., A.-G., Berlin.

Abb. 889 bis 891. Arbeitstisch.

doppelseitige Kegelkupplung gelöst, die hier allerdings durch Druckluft eingerückt wird. Gegen Ende Rücklauf verstellt nämlich der Stößel der Maschine einen Zweivegehahn, der Druckluft durch die Eintrittsöffnung  $h$  in die Bohrungen von  $g$  strömen läßt. Die Folge ist, daß der rechte Kegel das Arbeitsgetriebe  $\frac{a}{c} \cdot \frac{d}{f}$  kuppelt, während  $e$  von jetzt ab lose mitläuft. Am Ende des Arbeitsganges wird der Steuerhahn von neuem umgestellt. Jetzt strömt die Druckluft durch die Öffnung  $i$  in das Rohr  $J$  und von hier auf den linken Kegel. Er kuppelt das Rad  $e$  und schaltet somit das Rücklaufgetriebe  $\frac{a}{e}$  ein. — Die Druckluftumsteuerung ist bereits von den Hobelmaschinen her bekannt (Z. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1331).

Die Schaltsteuerung muß auch hier eine Rückssteuerung sein, die in Kraft tritt, bevor der neue Schnitt beginnt. Sie wird betätigt von dem Antrieb des Stößels aus. Der Kurbelantrieb besitzt hierfür die Eigenart, daß in der höchsten Stellung die Kurbel einem verhältnismäßig großen Kurbelweg nur ein kleiner Stößelweg entspricht. Auf diesem Überwege ist der Vorschub zu vollziehen und die Schaltung wieder aufzuziehen. Als Antrieb dient in der Regel eine Nutenscheibe, die mit Hilfe eines Sperrwerkes während des oberen Hubwechsels schaltet (Abb. 117).

Bei der Stoßmaschine in Abb. 878 bis 881 bewirkt das Steuerrad 3 mit seiner ausgekragten Nut beim oberen Hubwechsel des Stößels einen hin- und hergehenden Ausschlag des Gestänges. Das Steuergestänge arbeitet auf ein Sperrwerk, das hier, wie aus Abb. 117 bekannt, die einzelnen Züge des Tisches ruckweise betätigt.

#### Der Arbeitstisch.

Der Arbeitstisch (Abb. 889 bis 891) hat als Einspannvorrichtung des Werkstückes die verschiedenen Vorschübe auszuführen, die beim Lang- Quer- und Rundstoßen erforderlich sind. Für die sich kreuzenden Vorschübe beim Lang- und Querstoßen ist der Arbeitstisch als Kreuzschlitten auszubilden. Diese Grundform besteht aus dem Längsschlitten  $L$  und dem Querschlitten  $Q$ . Soll der Arbeitstisch auch für das Rundstoßen eingerichtet sein, so ist er noch durch einen drehbaren Aufspanntisch, Rundtisch  $R$ , zu ergänzen. Der Rundtisch sitzt mit dem Kegelzapfen  $Z$  auf dem Querschlitten  $Q$  und ist außen durch eine Rundführung noch besonders abgestützt. Mit dem Kreuzschlitten läßt sich das Werkstück längs und quer einstellen und mit dem Rundschlitten drehen.

Das selbsttätige Arbeiten der Maschine verlangt auch hier für die einzelnen Vorschübe Selbstgang. Hierzu müssen die Schaltspindeln des Längsschlittens und des Querschlittens, sowie das Schneckengetriebe des Rundschlittens einzeln von der Maschine ruckweise betätigt werden. Sie erhalten ihren Antrieb von der Schaltsteuerung, die in den Abb. 117

und 878 klargelegt ist. Diese Steuerung betätigt durch das auf- und absteigende Gestänge ruckweise das Sperrrad *s* und mit ihm die Schaltwelle *a*. Von ihr sind nun die einzelnen Vorschübe abzuleiten. Den Längsgang des Arbeitstisches vermitteln hier die hintereinander liegenden

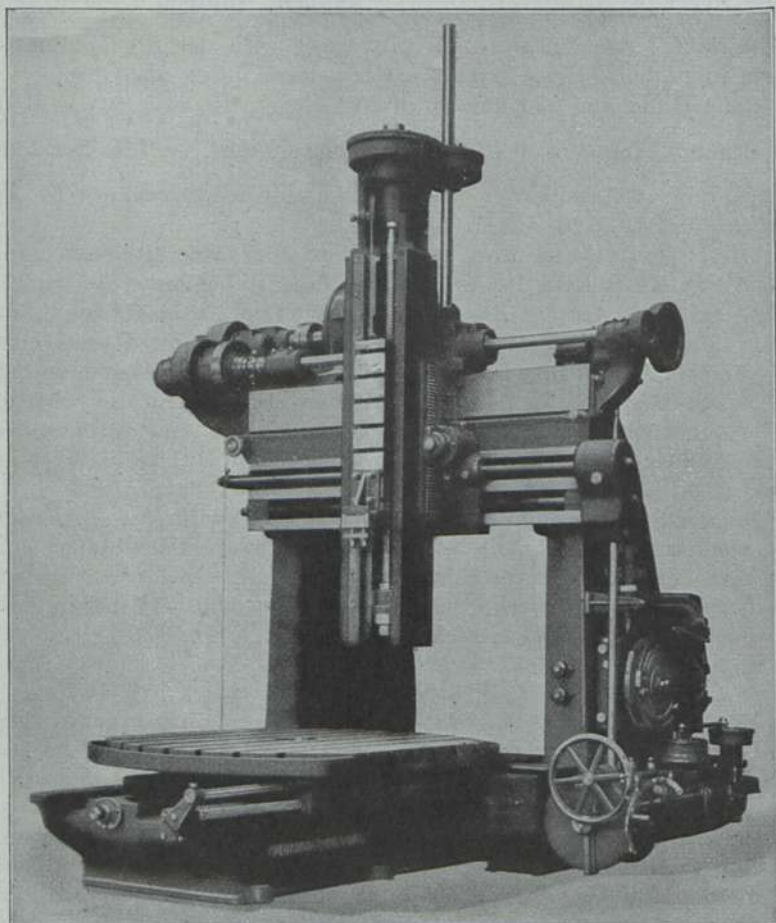


Abb 894. Schwere Stoßmaschine. Maschinenfabrik Schieß, A. G., Düsseldorf.

Stirnräder 1, 2 und 3, von denen 3 auf der Längsschlittenspindel *L* sitzt. Der Plangang und der Rundgang werden wie bei dem Drehbankschlitten bewerkstelligt. Sie haben einen gemeinsamen Antrieb in den Kegelrädern 4 und 5 und dem Stirnrade 6 (Abb. 878 und 879). Mit dem Verschieberad 7 wird der Quergang und mit 9 der Rundgang einzeln eingerückt.

Größere Stoßmaschinen haben eine Schnellverstellung des Tisches.

damit die Bedienung der Maschine erleichtert und beschleunigt wird. Mit einem Handhebel wird in Abb. 886 durch Umschalten der Kupplung einerseits das Schaltwerk ausgeschaltet und andererseits der Schnellgang mit Rechts- oder Linksgang eingerückt.

Auch die Stoßmaschine hat durch den Schnellbetrieb Vervollkommnungen erfahren, wie sie bei der schweren Stoßmaschine (Abb. 892 und 893) von Wagner & Cie. in Dortmund ausgeführt sind. Der Stößel hat mehrere Geschwindigkeiten für den Vor- und Rücklauf und eine verstellbare Führungsbahn. Er wird elektrisch angetrieben und elektromagnetisch umgesteuert. Der Arbeitstisch hat selbsttätige Tischbewegungen und Schnellverstellungen, die umsteuerbar sind. Um einen Überblick über die Entwicklung der Stoßmaschine zu gewinnen, vergleiche man die Abb. 878 mit 892

#### Die Zweiständer-Stoßmaschine.

Die Einständer-Stoßmaschine (Abb. 878) verlangt in ihrer Arbeitsweise, daß das Werkstück durch den Tisch geschaltet wird. Bei schweren und sperrigen Stücken ist dies nicht möglich. Das Werkzeug muß daher beide Bewegungen übernehmen. In dem Aufbau der Maschine verlangt diese Arbeitsweise einen Zweiständerrahmen, auf dessen Querhaupt ein Querschlitten sitzt, der nach jedem Stahlrücklauf durch die Steuerung der Maschine vorgeschoben wird. Die stoßelartige Längsbahn des Werkzeugschlittens läßt sich auf dem Querschlitten hoch und tief stellen. Der Arbeitstisch ist ein einfacher Schlitten mit Drehtisch und selbsttätigen Einstellbewegungen (Abb. 894).

#### Die Stirnrad-Stoßmaschinen.

Die Stirnrad-Stoßmaschinen (Abb. 897) arbeiten nach dem Wälzverfahren entweder mit einem Stoßrad oder mit einem Formstahl. Die Werkzeuge werden nach dem Härten auf die genaue Form geschliffen und liefern beim Stoßwälen genaue Verzahnungen für schnellaufende Räder. Für Teilungen bis etwa  $M = 7$  wird das Stoßrad, für größere Teilungen der Formstahl benutzt.

Bei dem Fellows-Verfahren ist das Stoßrad ein Stirnrad mit 24 Zähnen, mit dem die Zahnücken des Werkrades ausgestoßen werden. Ein derartiges Stoßrad verlangt folgendes Verfahren: Da sich die Zahnflanken von zwei in Eingriff stehenden Rädern punktweise aufeinander abwälzen, so müssen Stoßrad und Werkrad mit gleicher Teilkreisgeschwindigkeit ruckweise geschaltet werden, d. h. wälzen. In den Zwischenpausen muß das Stoßrad die Schnitte ausführen (Abb. 895 und 896). Bei der Röver-Stoßmaschine (Abb. 897 und 898) wird dieser Arbeitsvorgang in der Weise vollzogen, daß das Stoßrad beim Niedergang des Stößels (Abb. 895) jedesmal Flankenpunkte stößt. Damit beim Rückgang das Stoßrad nicht an der Flanke schleift, zieht der Tisch mit dem Um-

steuern des Stößels das Werkrad mit einem Ruck zurück. Nach beendetem Rücklauf wälzen beide Räder um den Vorschub. Die Steuerung der Maschine dreht hierzu ein wenig die Stößelspindel mit dem Stoßrade und den Rundtisch mit dem Werkrade. Zugleich schiebt der Tisch das Rad wieder vor, so daß mit dem nächsten Stößelhub neue Flankenpunkte gestoßen werden. Mit einer Umdrehung ist das Rad fertig.

Mit einem Stoßrad können alle Zähnezahlen derselben Teilung gestoßen werden. Um bei Rädern mit weniger als 24 Zähnen Unterscheidungen der Zahnfüße zu vermeiden, wird die Erzeugende der Evolvente nicht wie sonst üblich unter  $15^\circ$  sondern unter  $20^\circ$  gelegt, ohne Rücksicht auf die verkürzte Eingriffsstrecke. Das Verfahren kann für Innen- und Außenverzahnung benutzt werden.

Das Dietel-Stoßverfahren mit dem Zahnstangen-Formstahl ist dem Abwälzen von Zahnrad und Zahnstange nachgebildet. Dabei

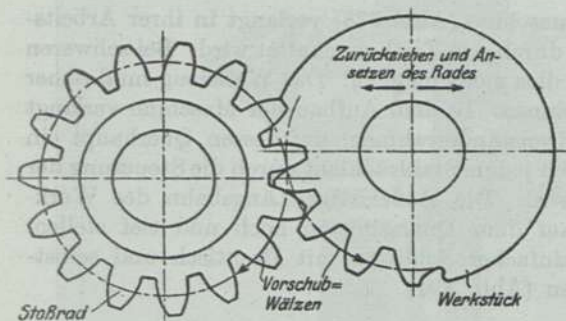


Abb. 895. Stoßwälzverfahren mit Stoßrad.

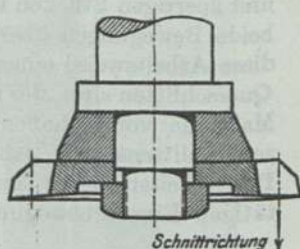


Abb. 896. Stoßrad.

sind die geraden Flanken der Zahnstange als Schneiden des Werkzeuges benutzt, so daß sich das Verfahren durch das einfache Werkzeug, den Formstahl, auszeichnet, der bei allen Zähnezahlen derselben Teilung benutzt werden kann. Den geraden Formstahl kann man allerdings nur bei Außenzähnen verwenden, bei Innenzähnen muß er die Zahnform des Stoßrades haben.

Die Grundlage dieses Verfahrens müßte folgende sein (Abb. 899 und 900): Soll z. B. die Zahnflanke bis  $A$  gestoßen werden, so müßte sich der Zahnstangenpunkt  $A_1$  mit dem Radpunkt  $A$  in  $a$  auf der Eingriffslinie beim Abwälzen berühren. Da aber die Stoßmaschine immer in derselben Ebene stößt, so muß der Querschlitten des Tisches das Rad um das Stück  $c$  nach rechts schieben, während der Rundschlitten es um das Bogenstück  $aA$  dreht. Durch diese Doppelbewegung wälzt die Radflanke Punkt für Punkt auf dem Stahl ab, genau so wie sich die Zahnflanken von Zahnrad und Zahnstange aufeinander abwälzen.

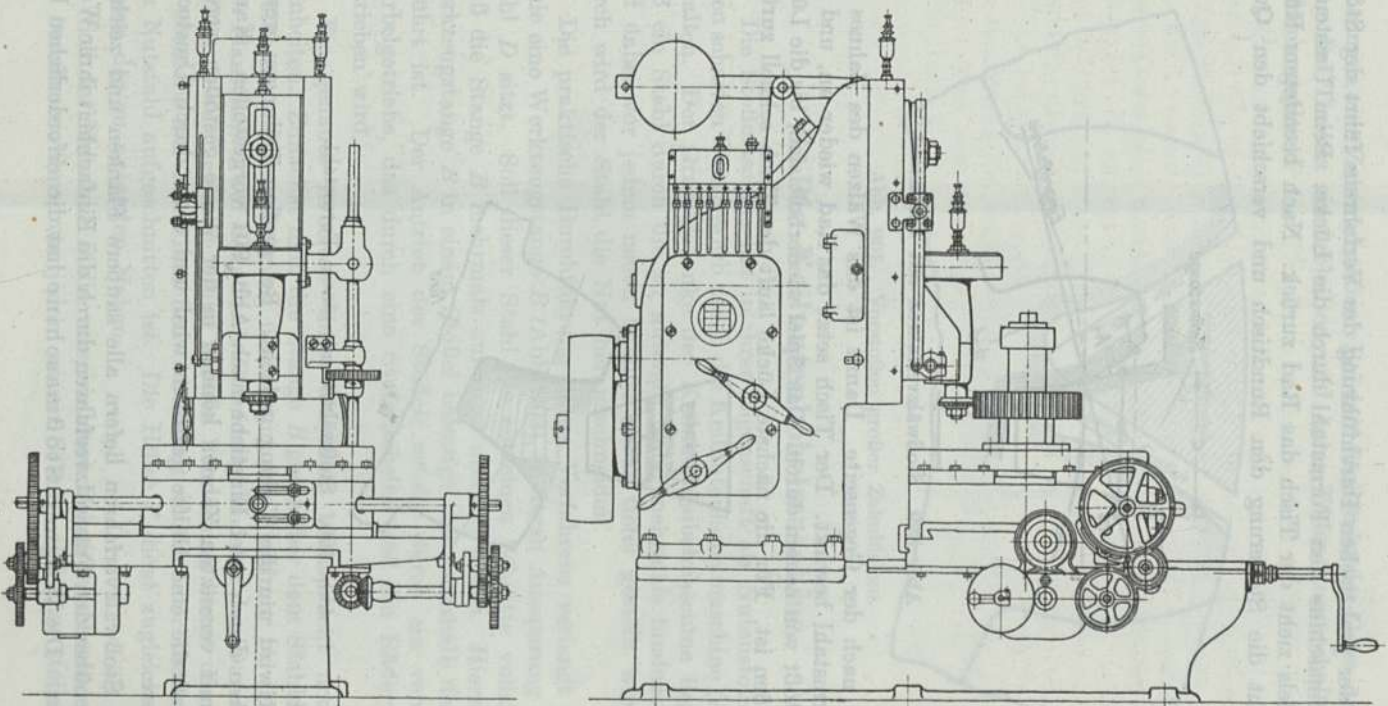


Abb. 897 und 898. Zahnradstoßmaschine von Max Röber, Chemnitz.





richtungen zum Zahnradstoßen. Bei dem Stoßen ist der Quer- und Rundgang des Tisches einzuschalten und beim Teilen auszuschalten (siehe Bedienungsplan).

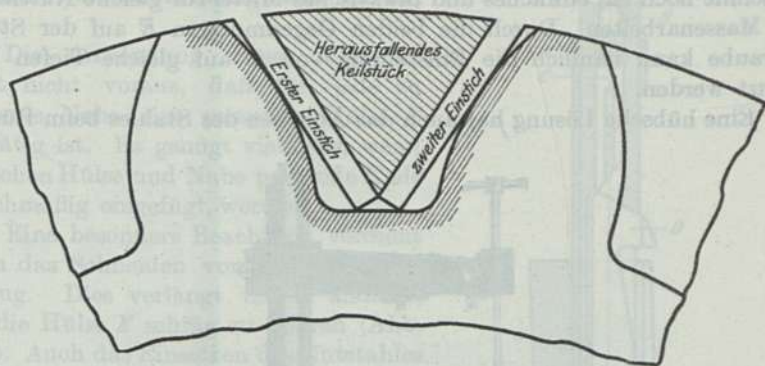


Abb. 901. Vorstoßen großer Zahnflüchen.

## 6. Die Keilnutenhobelmaschine.

Die Stoßmaschine hat in ihrer Eigenschaft als Nutenstoßmaschine einen scharfen Wettbewerb durch die Keilnutenhobelmaschine (Abb. 902) erhalten. Der Grundgedanke der Keilnutenhobelmaschine liegt darin, daß ein Stahl durch die zu nutende Nabe mehrmals hindurchgezogen und dabei vor jedem neuen Schnitt etwas tiefer gestellt wird. Hierdurch wird der Stahl die Nut herauschneiden.

Die praktische Durchführung dieses Verfahrens verlangt in erster Linie eine Werkzeugstange *B* (Abb. 903), in deren Aussparung der Nutstahl *D* sitzt. Soll dieser Stahl die einzelnen Schnitte vollziehen, so muß die Stange *B* mehrmals auf- und abwärts gehen. Hierzu ist die Werkzeugstange *B* in einem Stößel befestigt, der unterhalb des Tisches geführt ist. Der Antrieb des Stößels erfolgt durch ein verstellbares Kurbelgetriebe, das durch eine Stufenscheibe und ein Rädervorgelege betrieben wird.

Ein genaues Arbeiten dieser Maschine beansprucht noch einige Feinheiten. Zunächst muß die Stange *B* gegenüber dem Stahlrohr gut geführt sein. Diese Führung übernimmt das Stahlrohr *A*. Es ist mit dem Flanschen *G* auf dem Tisch *H* befestigt und für den Durchtritt des Stahles *D* vorn genutet. Eine weitere Versteifung bietet die Hülse *F*, die ebenfalls auf dem Flanschen *G* befestigt und auf der Vorderseite für den Nutstahl aufgeschnitten ist. Die Hülse *F* dient zugleich zur Aufnahme der zu nutenden Naben.

Soll der Nutstahl *D* die verschiedenen Schnitte nehmen, so ist er, wie bereits erwähnt, vor jedem neuen Schnitt tiefer zu stellen. Diese

Schaltung vollzieht der Keil *C*. Er drückt beim Anziehen der oberen Stellschraube den Stahl gegen das Werkstück etwas weiter vor, so daß er beim Niedergang von neuem schneiden kann. Hierbei zeigt die Maschine noch ein einfaches und praktisches Mittel für gleiche Nuttiefen bei Massenerbeiten. Durch die beiden Gegenmuttern *E* auf der Stellschraube kann nämlich die Einstellung von *D* auf gleiche Tiefen begrenzt werden.

Eine hübsche Lösung hat auch das Abheben des Stahles beim Rück-

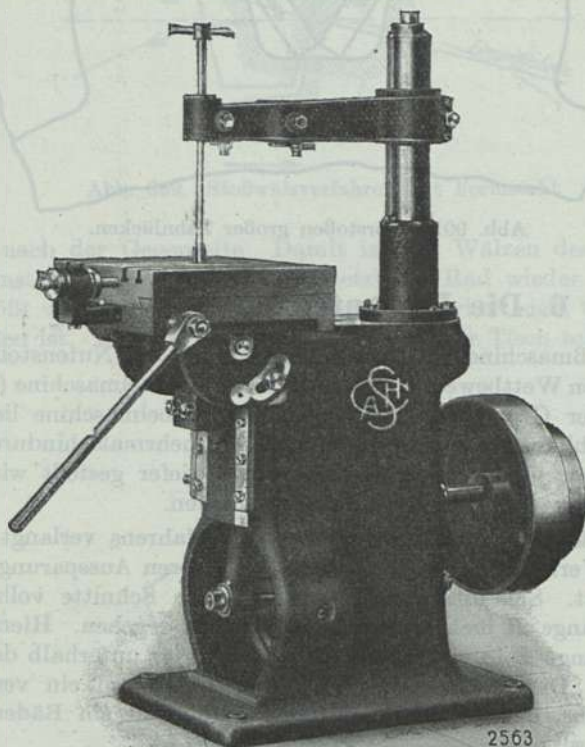


Abb. 902. Keilnutenhobelmaschine. A. H. Schütte, Köln-Deutz.

gang der Maschine gefunden. Der Stahl wird nämlich durch den Gegen-  
druck des Werkstückes zurückgedrückt und nachher wieder selbsttätig  
angesetzt. Sobald die Stange *B* hoch geht, spannt der Stahl *D* durch  
Niederdrücken des Bolzens *K* die untere Feder an und hebt sich zugleich  
von der schiefen Ebene des Keiles *C* ab. Hierdurch kann der Stahl von  
der Nutsohle zurückweichen und beim Rückgang seine Schneide schonen.  
Das Ansetzen des Stahles erfolgt wiederum selbsttätig, sobald ihn das

Werkstück freigibt. In dem Augenblick drückt ihn die untere Feder wieder an *C* hoch, so daß der Stahl mit der Stellschraube von neuem nachgestellt werden kann.

Die Anwendung dieser Maschine setzt nicht voraus, daß für jede zu nutende Nabe eine passende Hülse *F* vorrätig ist. Es genügt vielmehr, wenn zwischen Hülse und Nabe passende Keile gleichmäßig eingefügt werden.

Eine besondere Beachtung verdient noch das Schneiden von Keilnuten mit Anzug. Dies verlangt nichts anderes, als die Hülse *F* schräg zu bohren (Abb. 903). Auch das Einsetzen des Nutstahles *D* bietet keine Schwierigkeiten. Er ist nur auf *K* so weit niederzudrücken, bis er sich bequem in die Aussparung von *B* legt. Alsdann springt er durch den Gegendruck der Feder in seine richtige Lage.

Mit der Keilnutenhobelmaschine schwerer Bauart und mit Rundtisch lassen sich auch Schubstangenköpfe aushobeln, wie dies in Abb. 904 dargestellt ist.

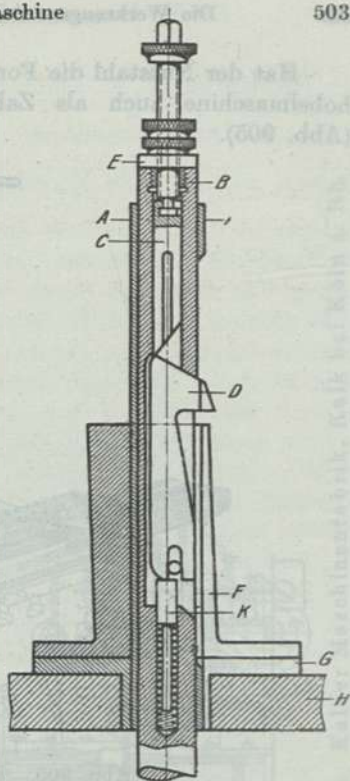


Abb. 903. Messerstange.

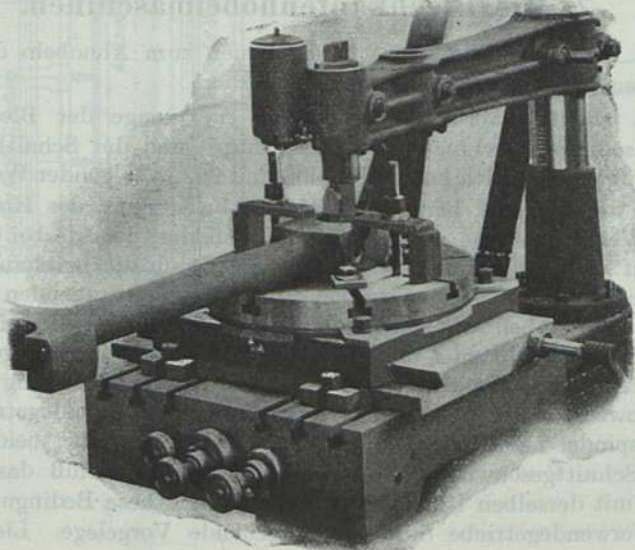


Abb. 904. Aushobeln eines Stangenkopfes.

Hat der Nutstahl die Form der Zahnücke, so kann die Keilnuten hobelmaschine auch als Zahnstangenhobelmaschine benutzt werden (Abb. 905).

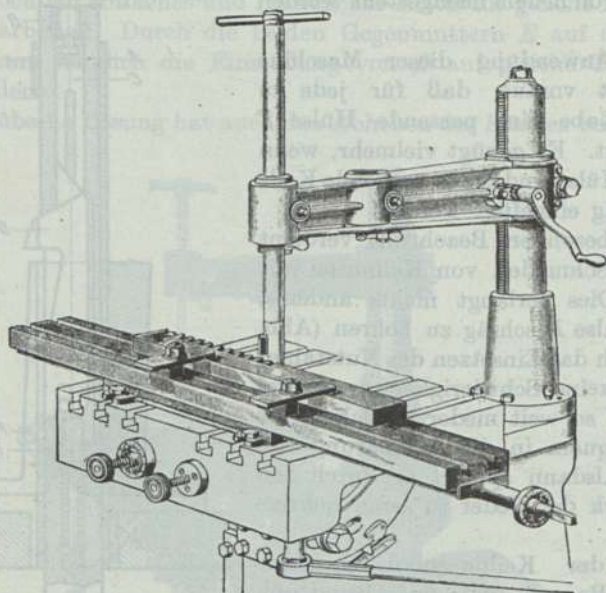


Abb. 905. Hobeln einer Zahnstange.

## 7. Die Blechkantenhobelmaschinen.

Die Blechkantenhobelmaschinen dienen zum Abhobeln der Brechkanten an Kessel-, Schiffsblechen u. dgl.

Wie bereits erwähnt, arbeiten die Werkzeuge der Blechkantenhobelmaschinen zweckmäßig mit der Haupt- und der Schaltbewegung. Diese Aufgabe läßt sich nach Abb. 906 und 907 in folgender Weise lösen.

Für die hin- und hergehende Hauptbewegung des Hobelstahles ist der Werkzeugträger als Schlitten ausgebildet, der wie bei der Drehbank auf dem Maschinenbett geführt und durch die Leitspindel *L* angetrieben wird. Um bei den großen Hübten den zeitraubenden Leergang zu umgehen, hobelt die Maschine beim Vor- und Rücklauf. Hierzu hat sie 2 Hobelschlitten *I* und *II*, die von der Leitspindel *L* gemeinsam betrieben werden und abwechselnd beim Hin- und Rückgang arbeiten. Der Hubwechsel der Schlitten erfordert daher ein Wendegetriebe, das die Leitspindel nach jedem Hube umsteuert. Soll dabei beidemale die gleiche Schnittgeschwindigkeit gewahrt bleiben, so muß das Wendegetriebe mit derselben Umlaufzahl umsteuern. Diese Bedingung erfüllt das Räderwendegetriebe durch entsprechende Vorgelege. Liegt z. B.

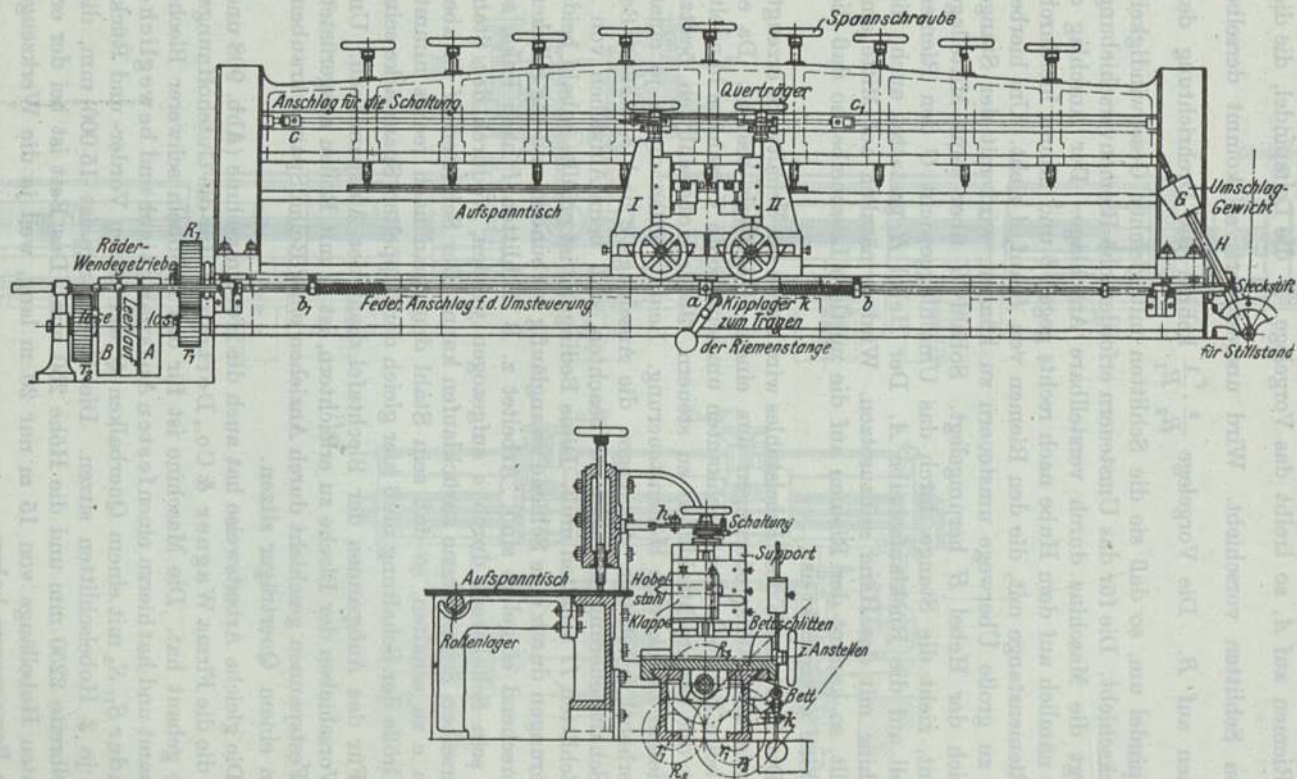


Abb. 906 und 907. Blechkantenhobmaschine. Kalker Maschinenfabrik, Kalk bei Köln a. Rh.

der Riemen auf  $A$ , so treibt das Vorgelege  $\frac{r_1}{R_1}$  die Leitspindel, die die beiden Schlitten vorschiebt. Wird umgesteuert, so kommt derselbe Riemen auf  $B$ . Die Vorgelege  $\frac{a}{R_2} \cdot \frac{r_1}{R_1}$  kehren die Drehrichtung der Leitspindel um, so daß sie die Schlitten mit gleicher Geschwindigkeit zurückschiebt. Die für das Umsteuern erforderliche Riemenverschiebung besorgt die Maschine durch verstellbare Anschläge. Der Anschlag  $a$  stößt nämlich auf dem Hube nach rechts gegen  $b$  und nimmt hierdurch die Riemenstange mit, die den Riemen von  $B$  auf  $A$  zieht. Um hierbei ohne zu große Überwege umsteuern zu können, wird mit der Stange zugleich der Hebel  $H$  herumgelegt. Sobald  $H$  über seine Mittellage kommt, zieht die Stange durch das Umschlaggewicht  $G$  den Riemen schnell auf die Rücklaufscheibe  $A$ . Der Hebel  $H$  gestattet auch, die Maschine mit der Hand stillzusetzen. Wird er nämlich auf Mitte eingestellt, so kommt der Riemen auf die mittlere Losscheibe, so daß die Maschine ausgerückt ist.

Der Vorschub des Hobelstahles wird durch ein Schaltwerk erzeugt, das wie alle Rucksteuerungen aus einem Sperrwerk besteht. Da es sich beim Behobeln der Blechkanten um senkrechte Vorschübe handelt, so ist der Senkrechtschlitten zu steuern. Jeder Hobelschlitten besitzt zu diesem Zweck eine Höhensteuerung. Beide werden durch je einen Steuerhebel  $h$  betätigt, der gegen die Anschläge  $c$  und  $c_1$  stößt. Bei der Schaltsteuerung ist aber zu beachten, daß beim Aufziehen von  $I$  der Schlitten  $II$  schalten muß. Diese Bedingung ist erfüllt, sobald beide Steuerungen durch eine Schiene zwangläufig verbunden und die Klinken entsprechend eingelegt sind. Arbeitet z. B. Schlitten  $I$  nach links, so muß sein Schaltwerk durch  $c$  aufgezogen werden, wodurch der Stahl in derselben Schnittebene zurücklaufen kann. Der Schlitten  $II$  ist aber durch  $c$  zu schalten, so daß sein Stahl den Span nach rechts nimmt. Die Größe der Schaltung muß hier gleich der doppelten Spanstärke sein.

Für das Aufspannen der Blechtafel dient der Aufspanntisch. Um das Verschieben der Bleche zu erleichtern, ist er mit Rollen ausgerüstet. Das Festspannen geschieht durch Anziehen einer Reihe Spannschrauben, die in einem Querträger sitzen.

Die gleiche Arbeitsweise hat auch die Hobelmaschine (Abb. 908 und 909), die die Firma Wagner & Co., Dortmund für die Gutehoffnungshütte gebaut hat. Die Maschine ist für das Behobeln schwerer Bleche bestimmt und hat hierzu einen festen Aufspanntisch und bewegliche Ständer  $S_1, S_2$  mit einem Querbalken  $Q$ , auf dessen Vorder- und Rückseite je 2 Hobelschlitten sitzen. Die Hobellänge ist 15 000 mm, die Hobelbreite 2250 mm und die Höhe 250 mm. Das Bett ist bei der erwähnten Hobellänge von 15 m nur 20 m lang, weil ja die Werkzeuge beide Bewegungen haben.

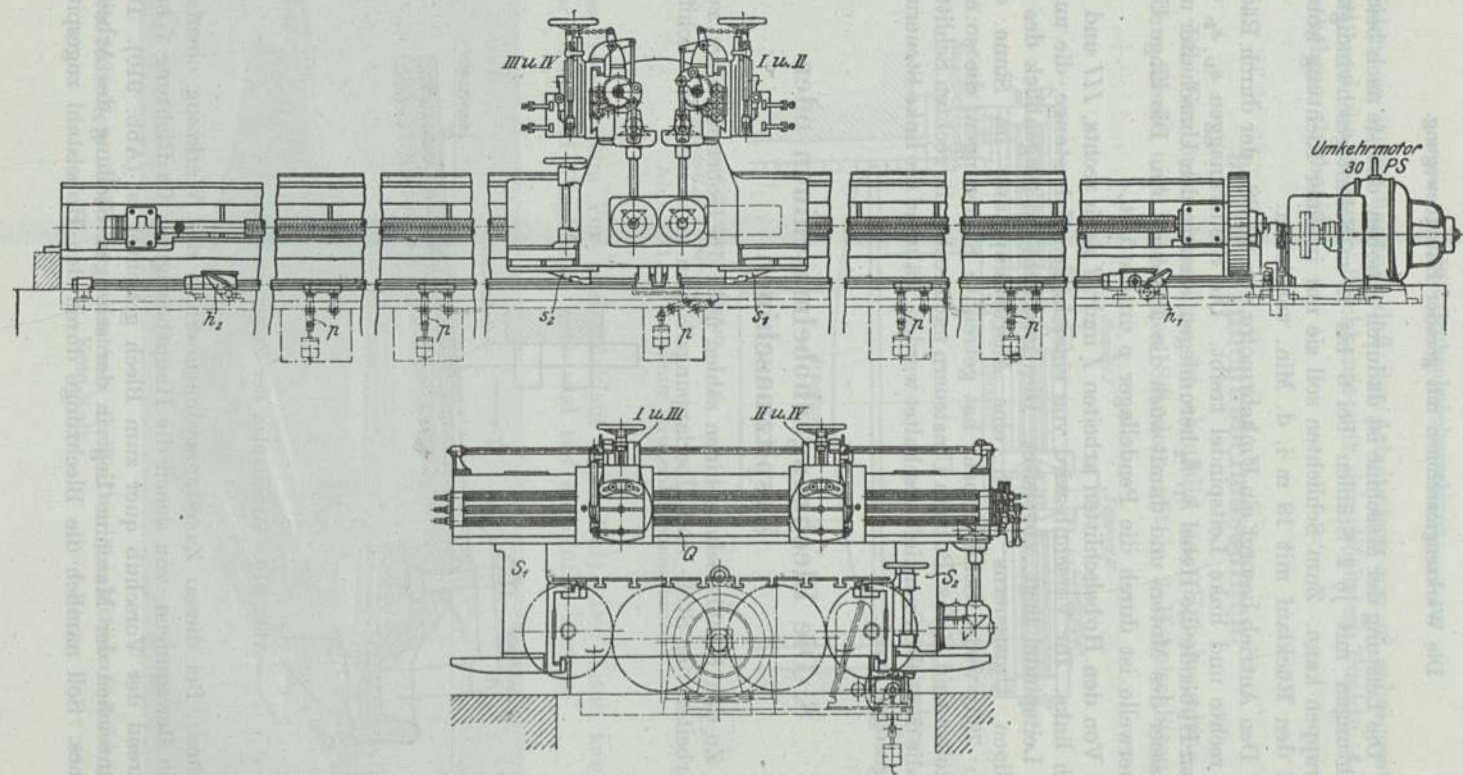


Abb. 908 und 909. Blechkantenhobelmaschine mit 4 Werkzeugschlitzen. Wagner & Co., G. m. b. H., Dortmund.

Die Leistung der Maschine ist dadurch gehoben, daß sie nach beiden Richtungen mit je 2 Stählen bei 6 bis 12 m Schnittgeschwindigkeit schruppen kann. Zum Schlichten soll sie nur in einer Richtung hobeln und den Rücklauf mit 18 m i. d. Min. vollziehen.

Den Antrieb besorgt ein Umkehrmotor von 30 PS., der durch Räder die rechte und linke Leitspindel treibt. Die Steuerknaggen  $s_1, s_2$ , die gegen Hubende die Hebel  $h_1, h_2$  herumlegen, steuern den Umschalter und Anlasser des Motors und damit auch die Maschine um. Die lange Umsteuerwelle ist durch die Pendellager  $p$  unterstützt.

Von den Hobelschlitten arbeiten *I* und *II* nach rechts, *III* und *IV* nach links. Ihr Vorschub wird von einer langen Zahnstange, die unter der Leitspindel liegt, abgeleitet. Dies geschieht im Augenblick des jeweiligen Umsteuerns durch eine Ausrückkupplung im Sinne der Abb 795. Jedes Schlittenpaar hat getrennte Steuerungen, die so einzustellen sind, daß z. B. beim Umsteuern nach rechts die rechten Schlitten um die doppelte Spantiefe geschaltet werden, während die linke Steuerung aufgezogen wird.

## 8. Die Blechzughobelmaschinen oder Zuspitzmaschinen.

Zu den Blechhobelmaschinen zählen noch die Hobelmaschinen zum Bearbeiten der Stoß- und Überlappungsflächen an Kessel- und Schiffs-

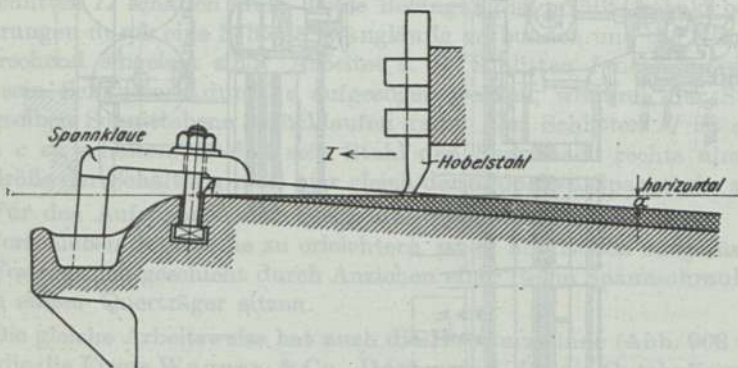


Abb. 910. Arbeitsplan der Zuspitzmaschine.

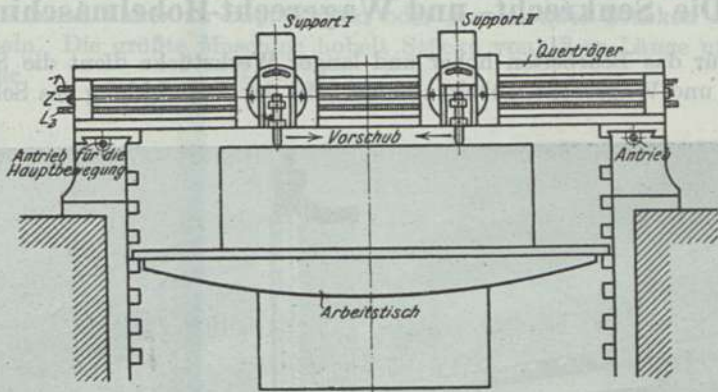
blechen. Bei diesen Zuspitzmaschinen erhält das Werkzeug ebenfalls beide Bewegungen, von denen die Hauptbewegung die Richtung *I* hat, während der Vorschub quer zum Blech gerichtet ist (Abb. 910). Das Kennzeichen der Maschine liegt in der schrägen Stellung des Arbeitstisches. Soll nämlich die Blechzughobelung durch den Hobelstahl zugespitzt



werden, so ist Bedingung, daß der Arbeitstisch um  $\alpha^0$  schräggestellt wird, und die äußerste Blechkante mit dem höchsten Punkte *A* der Tischebene abschneidet.

## 9. Die Grubenhobelmaschinen.

Die Grubenhobelmaschine ist ebenfalls eine Hobelmaschine mit festem Tische und beweglichen Ständern mit je 2 Hobelschlitten für



- L - Leitspindel für Horizontalhobeln
- Z - Zugspindel für Vertikalhobeln

Abb. 911. Plan einer Grubenhobelmaschine.

das Hobeln beim Vor- und Rücklauf (Abb. 911). Der Tisch kann in der Grube auf Tragleisten hoch und tief eingeführt werden.

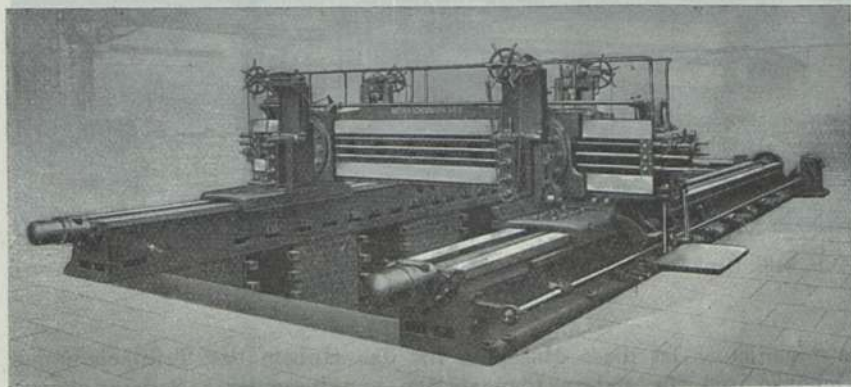


Abb. 912. Neue Grubenhobelmaschinen der Kalker Maschinenfabrik, A.-G., Köln-Kalk.

Die Abb. 912 zeigt die neuzeitliche Bauart einer Grubenhobelmaschine der Kalker Maschinenfabrik, A. G., in Kalk. Sie ist für die Bearbeitung von Panzerplatten gebaut. Der Querträger trägt 4 Hobelschlitten, mit denen nach beiden Richtungen oder auch mit schnellem Rücklauf gehobelt werden kann. Die größte Hobelbreite ist 4,5 m und die größte Hobellänge 10 m. Der Antrieb erfolgt von einem Umkehrmotor.

## 10. Die Senkrecht- und Wagerecht-Hobelmaschinen.

Für das Bearbeiten hoher und langer Werkstücke dient die Senkrecht- und Wagerecht-Hobelmaschine. Mit der Entwicklung des Schiffs-

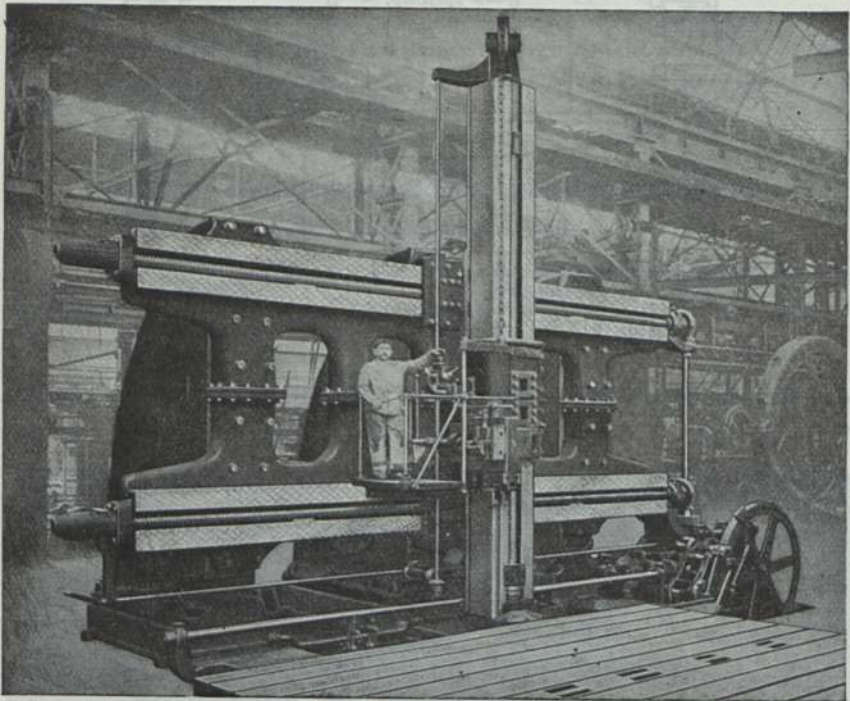


Abb. 913. Senkrecht- und Wagerecht-Hobelmaschine der Kalker Maschinenfabrik, A. G., Köln-Kalk.

turbinenbaues ist diese Maschine für das Hobeln der Teilflächen der Gehäuse und für andere Planarbeiten von besonderer Bedeutung geworden. Der Senkrecht- und Wagerecht-Hobler in Abb. 913 hobelt vor- und rückwärts, auf- und abwärts, so daß arbeitslose Rückläufe der



## Fünftes Kapitel.

# Die Maschinensägen.

Die Maschinensägen zeigen in ihrer Wirkungsweise eine ziemlich große Verwandtschaft mit den Fräsmaschinen. Sie arbeiten beide mit mehrschneidigen Werkzeugen.

Das Arbeitsgebiet der Sägen umfaßt das Zerschneiden von Walzeisen, wie Trägern, Blechen und sonstigen Formeisen, sowie das Abtrennen verllorener Köpfe und Eingüsse an Eisen- und Stahlgußstücken. Zur Erzeugung von Einschnitten in geschmiedeten Kurbelwellen, Schubstangen u. dgl. werden sie mit Vorliebe angewandt. Die Sägen sind daher sehr dankbare Arbeitsmaschinen für Hüttenwerke, Schiff-, Brücken- und Kesselbauanstalten. Sie bearbeiten vorwiegend sperrige Werkstücke. Infolgedessen besitzt das Sägeblatt meist die Hauptbewegung und den Vorschub.

Nach der Form des Sägeblattes lassen sich die Sägen in Kreis- und Bandsägen einteilen. Die ersteren haben ein ungespanntes, kreisförmiges Sägeblatt, während die letzteren gespannte Sägen sind, die als endloses Band wie ein offener Riemen arbeiten.

### 1. Die Kreissägen.

Um die Bauart einer Kreissäge sachgemäß beurteilen zu können, ist es erforderlich, zunächst ihre Arbeitsweise zu untersuchen. Bei den T-, I-, U-, Z-förmigen Walzeisen wechselt die Größe der zu durchschneidenden Querschnitte stark, so daß bei gleichbleibendem, zwangsläufigem Vorschub der Schnittdruck sehr schwanken würde. Dieser starke Wechsel in dem Arbeitsdruck würde nicht nur den Gang der Maschine beeinträchtigen sondern auch ihre Getriebe übermäßig beanspruchen. Die einzige Möglichkeit, diesem Übel zu begegnen, bietet die Regelung des Vorschubes entsprechend den Schwankungen des Querschnittes, so daß die Maschine mit stets gleichem Druck arbeitet und infolgedessen einen glatten Schnitt erzeugt. Diese Regelung des Vorschubes kann entweder mit der Hand erfolgen oder durch die Maschine selbst.

Bei der Handsteuerung ist der Größenwechsel des Vorschubes dem Gefühl des Arbeiters überlassen, wie dies bei der Pendelsäge (Abb. 914 und 915) durchgeführt ist. Der Rahmen dieser Kreissäge pendelt um die obere Welle, die zugleich den Antrieb trägt. Für den Vorschub ist ein Handgriff vorgesehen, mit dem der Arbeiter die Säge nach Gefühl durch das Werkstück führt. Dabei liegt es in seiner Hand, den Vorschub der Säge dem jedesmaligen Querschnitt anzupassen.

Sägen mit Selbststeuerung regeln den Vorschub selbsttätig.

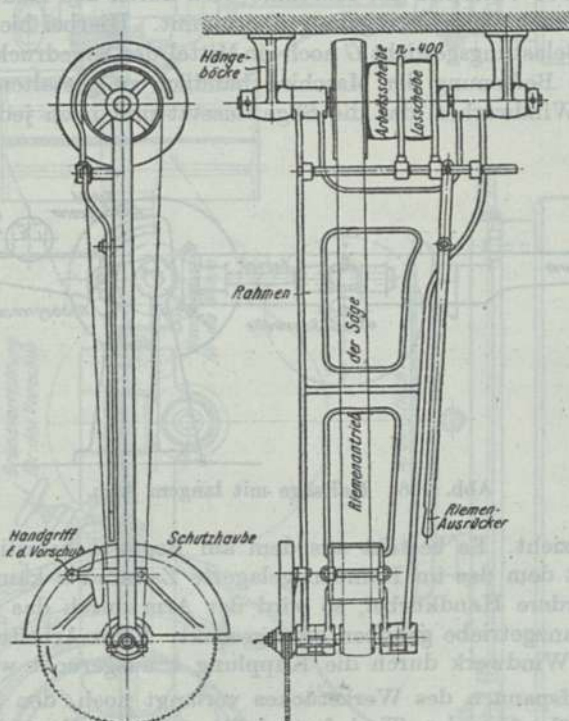


Abb. 914 und 915. Pendelsäge (Warmzsäge).

Sie bieten den Vorzug, daß die Säge, sobald man ihre Selbstregelung sachgemäß benutzt, nicht zu stark beansprucht wird. Praktisch läßt sich die Selbstregelung des Vorschubes durch einen drehbaren Sägearm erreichen (Abb. 916), der um eine wagerechte Achse *A* schwingt und das Sägeblatt trägt. Diese Bauart regelt den Vorschub durch das Eigengewicht des Armes und durch das einstellbare Belastungsgewicht *G*, so daß sich die Maschine selbst dem Schnitt anpassen kann. Der Antrieb der Säge erfolgt durch einen Riemen. Er treibt durch die Kegelräder *1* und *2* und das Schneckengetriebe *3* und *4* die Sägewelle mit dem Sägeblatt.

Die neuzeitliche Selbstregelung des Vorschubes ist auch bei der in Abb. 917 und 918 dargestellten Kaltsäge mit kurzem Arm durchgeführt. Das Sägeblatt sitzt hier an einem um  $A$  drehbaren Rahmen. Um mit dieser Maschine einen glatten Schnitt zu erzielen, ist die Sägewelle doppelt gelagert und der Sägearm an dem Bogen  $b$  zweiseitig geführt. Der Antrieb der Säge erfolgt auch hier durch einen Riemen, die Kegelräder  $1, 2$  und das Schneckengetriebe  $3, 4$ . Seine Übersetzung beträgt etwa  $2 : 25$ , so daß die Säge mit 7 Umdrehungen in der Minute schneidet. Der Vorschub der Maschine wird durch das Rahmengewicht erzeugt, das auch die Selbstregelung übernimmt. Hierbei bietet das verschiebbare Belastungsgewicht  $G$  noch ein Mittel, den Sägedruck zu ändern.

Um die Bedienung der Maschine handlich zu gestalten, bedarf es noch eines Windwerkes, das die Säge ansetzt und nach jedem Schnitt

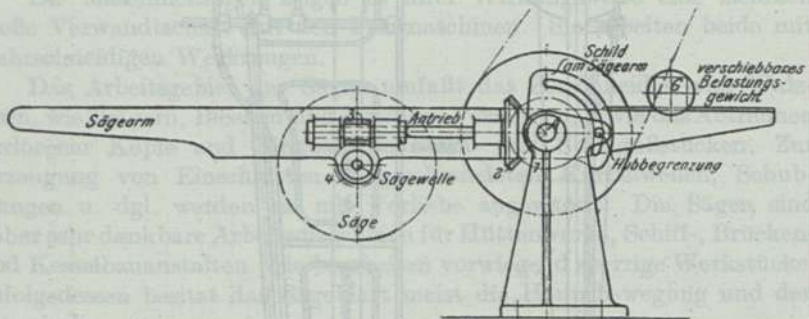


Abb. 916 Kaltsäge mit langem Arm.

wieder hochzieht. Es besteht aus dem am Bogen  $b$  befestigten Zahnkranz  $z$ , mit dem das im Rahmen gelagerte Zahnrad  $a$  kämmt. Dreht man die vordere Handkurbel, so wird der Arm durch das Schnecken- und Zahnkranzgetriebe gehoben oder gesenkt. Beim Arbeiten der Säge muß dieses Windwerk durch die Kupplung  $k$  ausgerückt werden.

Das Aufspannen des Werkstückes verlangt noch, den Rahmen in passender Höhe über dem Tisch festzuhalten. Hierzu dient eine Bremse. Ihre Bremsscheibe  $c$  sitzt neben dem Schneckenrade der Winde. Der Sägearm wird daher schwebend gehalten, sobald man den Bremskegel fest in die Scheibe  $c$  drückt. Diese Bremse kann auch den Vorschub regeln. Die Vervollständigung der Maschine bedarf noch einer Hubgrenze gegen das Einschneiden der Säge in den Arbeitstisch. Sie wird von dem verstellbaren Anschlag  $d$  gebildet, der auch die Schnitttiefe angeben kann.

Zum Aufspannen des Werkstückes dient der Arbeitstisch, der zum Ansetzen der Schnittlinie als Kreuzschlitten ausgeführt und von Hand zu bedienen ist. Durch den kurzen Arm gibt die Säge den Tisch stets frei, so daß das Werkstück bequem nachzuspannen ist.

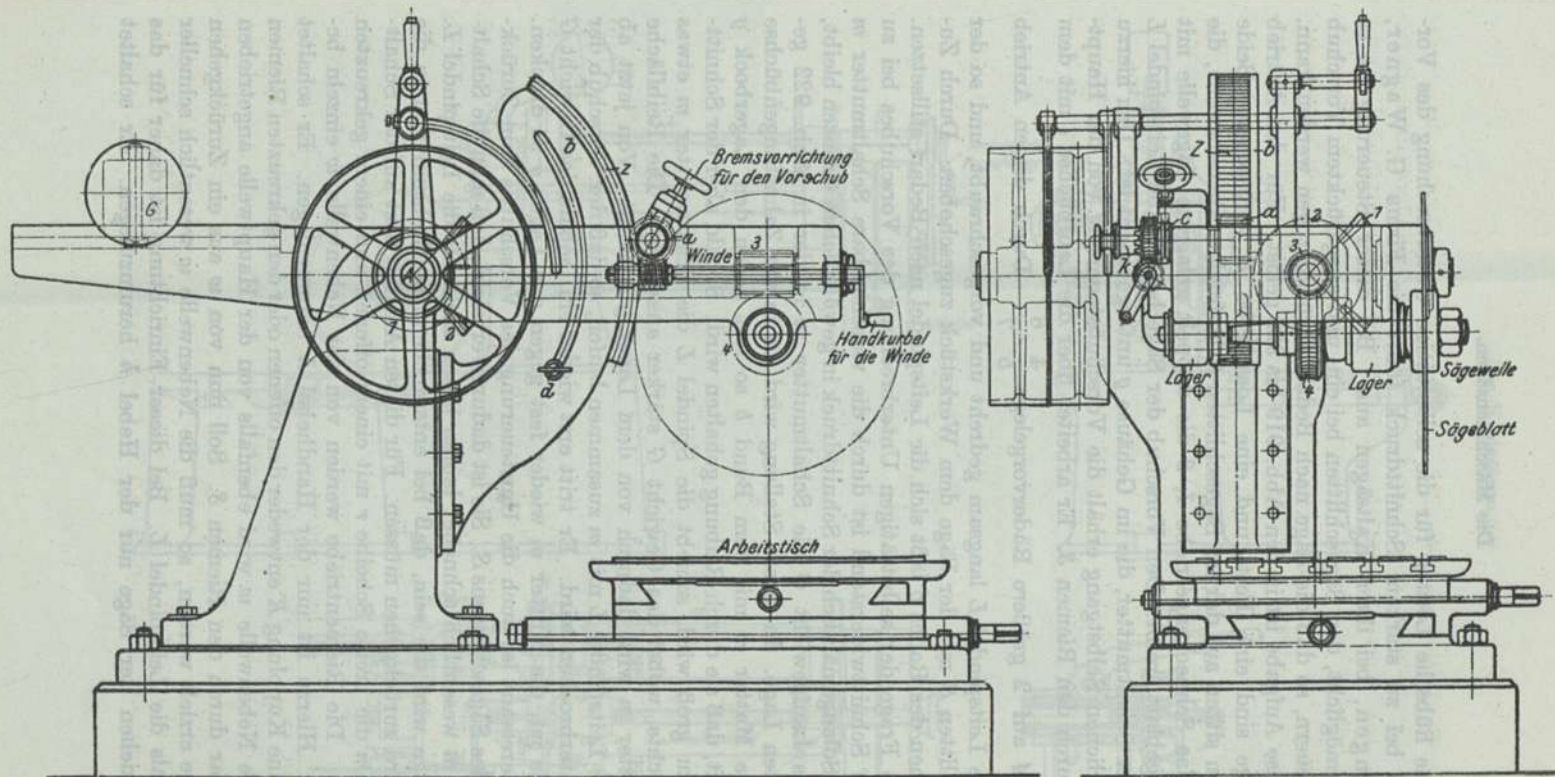


Abb. 917 und 918. Kaltsäge mit kurzem Arm. P. Sietz, Berlin N.

Eine hübsche Lösung für die selbsttätige Unterbrechung des Vorschubes bei zu starkem Schnittdruck führt die Firma G. Wagner, Reutlingen, bei ihren Kaltsägen aus. Bei dieser Steuerung ist es sogar ermöglicht, den Sägeschlitten bei ein- und ausgerücktem Vorschub umzusteuern, so daß die Säge nach Bedarf zurückgezogen werden kann.

Diese Aufgabe ist in den Abb. 919 bis 922 gelöst. Für den Antrieb der Säge sind eine Fest- und eine Losscheibe  $R$  vorgesehen. Beide Scheiben sitzen auf der im Sägeschlitten  $S$  laufenden Antriebswelle, die durch das Schneckengetriebe  $1, 2$  die doppelt gelagerte Sägewelle mit dem Sägeblatt treibt. Den Vorschub der Säge besorgt die Leitspindel  $L$  mit einer Schalmutter, die im Gehäuse  $g$  untergebracht ist. Den hierzu erforderlichen Selbstgang erhält die Vorschubsteuerung von der Hauptwelle durch den Riemen  $3$ . Er arbeitet über die Laufbüchse  $l$  mit dem Triebe  $4$  auf 2 größere Rädervorgelege  $\frac{4}{5} \cdot \frac{6}{7}$ . Durch diesen Antrieb

wird die Leitspindel  $L$  langsam gedreht und vorgeschraubt, und so der Sägeschlitten  $S$  mit der Säge dem Werkstück zugeschoben. Durch Zurückziehen des Rades  $6$  läßt sich die Leitspindel nach Bedarf stillsetzen.

Die Frage der selbsttätigen Unterbrechung des Vorschubes bei zu starkem Schnittwiderstand ist durch die verschiebbare Schalmutter  $m$  gelöst. Solange nämlich der Schnittdruck in gewöhnlichen Grenzen bleibt, hält das Laufgewicht  $G$  die Schalmutter  $m$  in der in Abb. 922 gezeichneten Lage. In dieser Stellung wird die in der Zahnstangenbüchse drehbare Mutter  $m$  mit dem Bund  $b$  so fest gegen den Lagerbock  $g$  gedrückt, daß sie durch Reibung gehalten wird. Sobald aber der Schnittdruck zu groß wird, schiebt die Spindel  $L$  die Schalmutter  $m$  etwas nach rechts, wobei das Gewicht  $G$  stärker ausschlägt. Die Reibfläche der Mutter  $m$  wird dadurch von dem Lager  $g$  entfernt. Von jetzt ab wird die Leitspindel  $L$  mit  $m$  zusammen laufen, so daß der Vorschub der Säge unterbrochen wird. Er tritt erst wieder ein, sobald das Gewicht  $G$  imstande ist, die Mutter  $m$  wieder fest gegen das Lager  $g$  zu drücken.

Interessant ist auch die Umsteuerung des Vorschubes zum Zurückziehen des Sägeschlittens  $S$ . Sie ist dadurch erreicht, daß man die Schalmutter  $m$  wesentlich schneller laufen lassen kann als die Leitspindel  $L$ . Die Folge wird die sein, daß bei entsprechendem Drehsinn von  $m$  die Säge zurückgehen müssen. Für diesen Antrieb sitzt auf der Schalmutter  $m$  die breite Scheibe  $r$  mit einem offenen und einem gekreuzten Riemen. Die Riementriebe werden von der Nebenwelle  $w$  einzeln betrieben. Hierzu ist nur der Handhebel  $h$  heranzulegen. Er schaltet durch eine Kupplung  $K$  entweder den offenen oder den gekreuzten Riemen ein. Die Nebenwelle  $w$  wird ebenfalls von der Hauptwelle angetrieben und zwar durch den Riemen  $8$ . Soll nun von  $w$  aus ein Zurückgehen der Säge erzielt werden, so muß die Nebenwelle  $w$  wesentlich schneller laufen als die Leitspindel  $L$ . Bei dieser Einrichtung ist daher für das Zurückziehen der Säge nur der Hebel  $h$  heranzulegen. Er schaltet



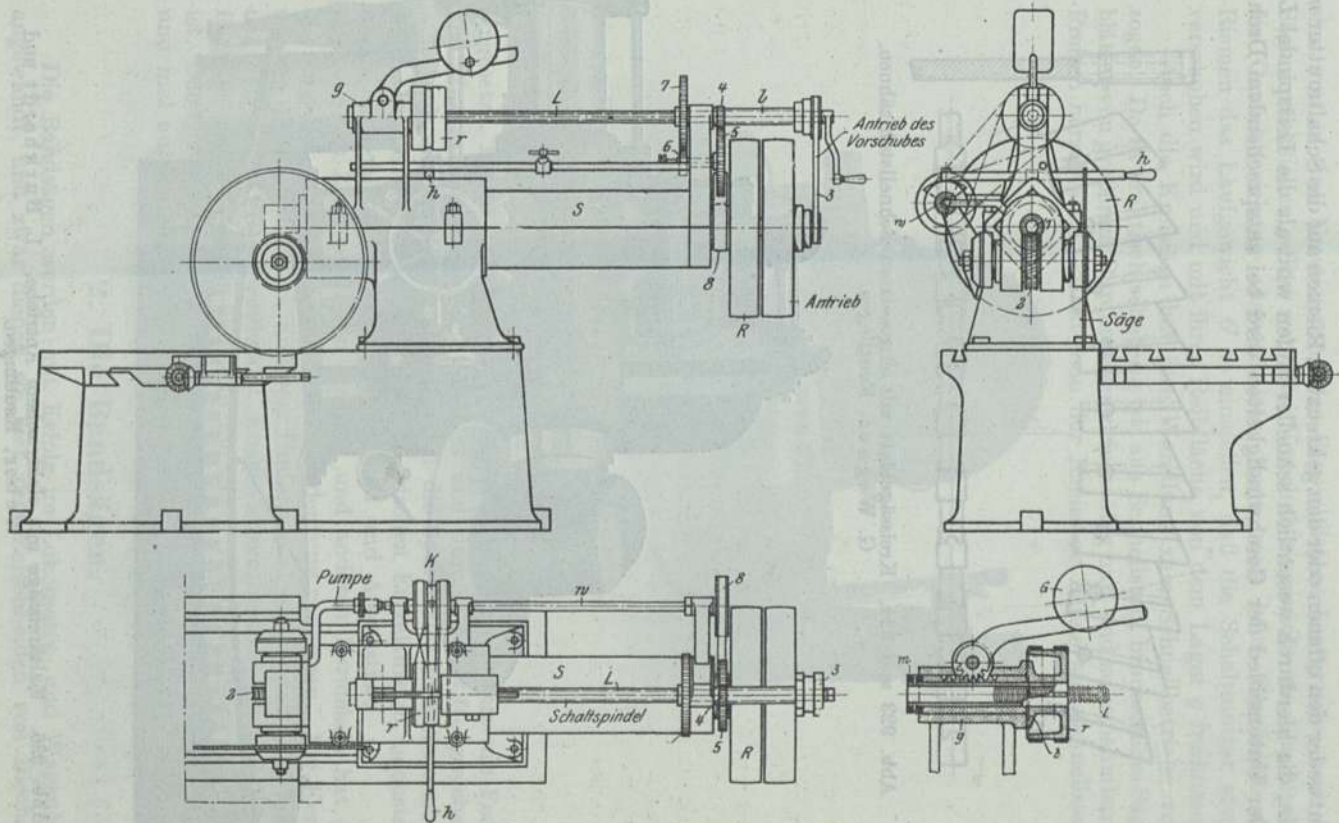


Abb. 919 bis 922. Kaltsäge. G. Wagner, Reutlingen.

entweder den offenen oder den gekreuzten Riemen auf die Schaltmutter *m* ein, die hierdurch wesentlich schneller laufen wird als die Leitspindel *L*. Der Unterschied der Geschwindigkeiten wird bei entsprechendem Dreh-

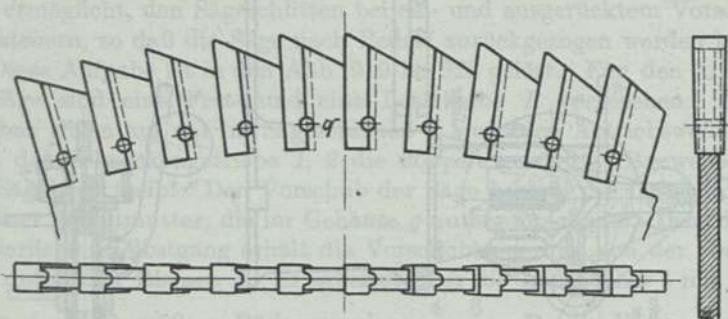


Abb. 923 und 924. Kreissägeblatt mit eingesetzten Schnellstahlzähnen.  
G. Wagner, Reutlingen.

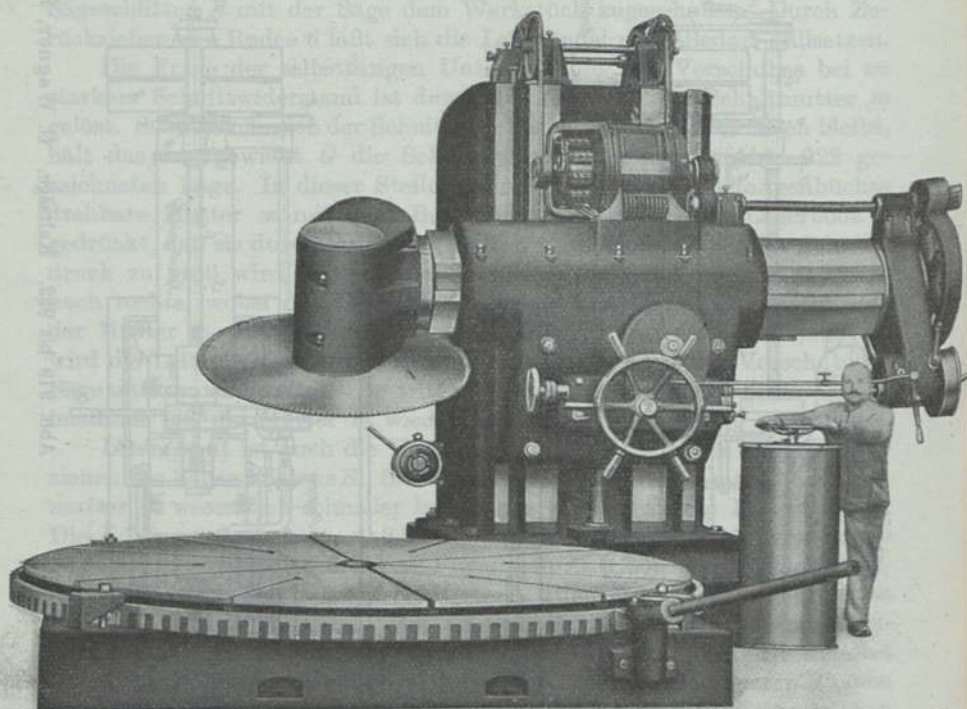


Abb. 925. Kaltkreissäge mit elektrischem Antriebe. L. Burkhardt und  
Weber, Reutlingen.

sinn von  $m$  eine Umsteuerung des Sägeschlittens hervorrufen und die Säge zurückziehen, selbst wenn der Vorschub eingerückt ist. Um hierbei die Gewichtswirkung auszuschalten, kann man beim Einrücken der Riemen das Laufgewicht  $G$  so einstellen, daß die Schalmutter etwas verschoben wird und mit ihrer Reibfläche von dem Lager  $g$  freikommt.

Auch die Kreissäge hat ihre Wandlung zum Schnellbetriebe vollzogen. Da es praktisch schwierig ist, aus Schnellstahl bruchsichere Sägeblätter von größerem Durchmesser gleichmäßig hart und zu annehmbaren Preisen herzustellen, so hat man der Kreissäge Zähne aus Schnellstahl

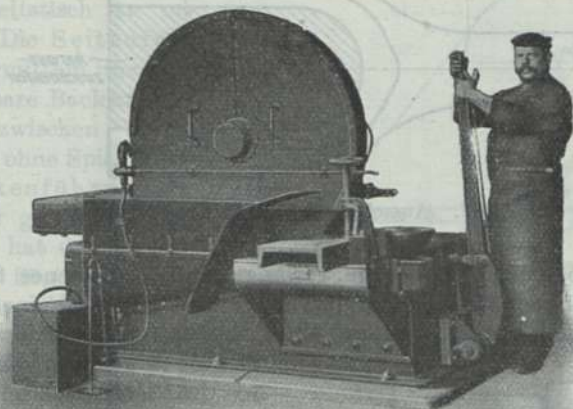


Abb. 926. Bamag-Schnellsäge.

eingesetzt. In den Abb. 923 und 924 sind die Schnellstahlzähne mit Feder und Nut in das Sägeblatt eingesetzt und durch Querstifte gesichert.

Auch an der Maschine zeigen sich die Spuren des Schnellbetriebes. So hat die Kreissäge in Abb. 925 elektrischen Einzelantrieb, hochstellbaren Sägeschlitten, drehbaren Sägekopf und Arbeitstisch.

Für das Zertrennen von Trägern und anderen Formeisen hat die Bamag-Schnellsäge (Abb. 926) an Bedeutung gewonnen. Ihr Kennzeichen liegt in dem am äußeren Umfang aufgerauhten Sägeblatt, das mit hoher Geschwindigkeit kreist. Hierdurch durchschmilzt es förmlich die Träger, so daß eine reichliche Wasserkühlung wesentlich ist. Das Sägeblatt ist nur von Zeit zu Zeit mit einem Meißel aufzurauchen und mal auf der Drehbank abzurichten.

## 2. Die Bandsägen.

Die Bandsägen werden mit Erfolg im Lokomotiv- und Wagenbau angewandt, und zwar dienen sie hier zum Zerschneiden von Blechen,

Winkeln, Trägern und Achsen, sowie zum Ausschneiden von Stahl- und Eisenblechen mit geraden und geschweiften Begrenzungen. In der Schmiede gewährt die Bandsäge große Ersparnisse an Schmiedearbeit durch das Ausschneiden von Stangenköpfen (Abb. 927), Kurbeln (Abb. 928) und sonstigen Steuerungsteilen. Hierbei bietet sie einen guten Ersatz oder Ergänzung für die Stoßmaschine.

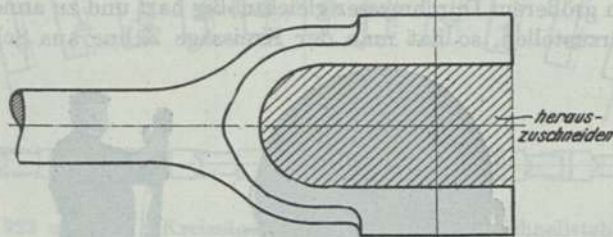


Abb. 927. Ausschneiden eines Stangenkopfes.

Der Aufbau einer Bandsäge verlangt ein geschlossenes Sägeband, das wie ein offener Riemen auf Rollen geführt ist. Soll eine derartige Säge gleichmäßig durchziehen und einen glatten Schnitt liefern, so muß das Band gespannt laufen und wie der Riemen sich selbst leiten. Beide Aufgaben fallen der Rollenlagerung zu. Sie hat also das Sägeband anzuspannen und auszurichten, damit es nicht abläuft. Das Anspannen und Ausrichten des Sägebandes verlangt daher nachstellbare Rollenlager.

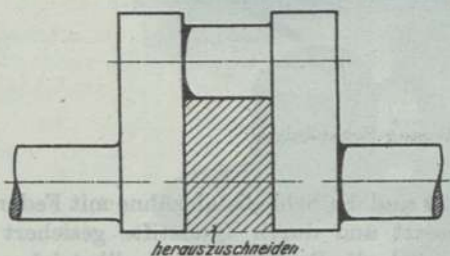


Abb. 928. Ausschneiden einer Kurbel.

Ein Mittel, die Lager nachstellen zu können, ist die Stellschraube. In dieser Ausführung würden die Rollenlager die Form eines Triebwerkslagers annehmen, das seine Lagerschale zwischen nachstellbaren Spindeln trägt. Ein derartiges Spindellager läßt das Band durch Anziehen der Spindeln anspannen. Durch seine gelenkigen Schalen können sich die Rollen selbst einstellen, so daß die Säge nicht abspringt.

Die Spannvorrichtung der Säge läßt sich mit einfachen Mitteln sogar selbsttätig gestalten. Eine derartige Lösung bietet ein sich selbst einstellendes Schlittenlager (Abb. 929). Das Lager ist hier als Schlitten an dem Maschinengestell geführt, wobei das Sägeband durch ein Spannungsgewicht oder durch eine Spannfeder selbsttätig angespannt wird. Es hat den Vorzug, daß das Sägeband sich besser dem Schnitt anzupassen vermag.

Zum Ausrichten der Rollen sitzen die Lager vielfach mit einer Drehscheibe auf dem Spannschlitten, wie dies in Abb. 930 und 931 bei dem mit der Hand nachzustellenden Lager ausgeführt ist. Die Drehscheibe läßt hier die Rollen mit dem Sägeband genau einstellen und ist in dieser ausgerichteten Lage durch die Schrauben *a* festzuklemmen.

Der glatte Schnitt einer Säge verlangt noch mehr. Er fordert von dem Sägeband, daß es gegenüber dem Werkstück nach keiner Richtung ausbiegt. Dies ist aber nur durch eine allseitige Führung des Sägebandes über und unter dem Arbeitstisch zu erreichen. Die Seitenführung vermitteln meist 2 nachstellbare Backen oder Rollen, zwischen denen das Band ohne Spiel läuft. Die Rückenführung bedarf einer größeren Sorgfalt. Sie hat den Gegen- druck der Säge aufzunehmen. Für diesen Druck würde zwar eine gehärtete Stahlscheibe oder eine Rolle genügen, gegen die sich das Band stützt. Will man aber die bei der Scheibe sich bildenden Rillen vermeiden, so muß der Stahl- teller mitlaufen. Eine derartige Rückenführung bringen die Abb. 932 und 933 (D. R. G. M. 101 506). Der gehärtete Stahl- teller läuft hier beiderseits in Kugeln und wird durch das seitlich angreifende Band mitgenommen.

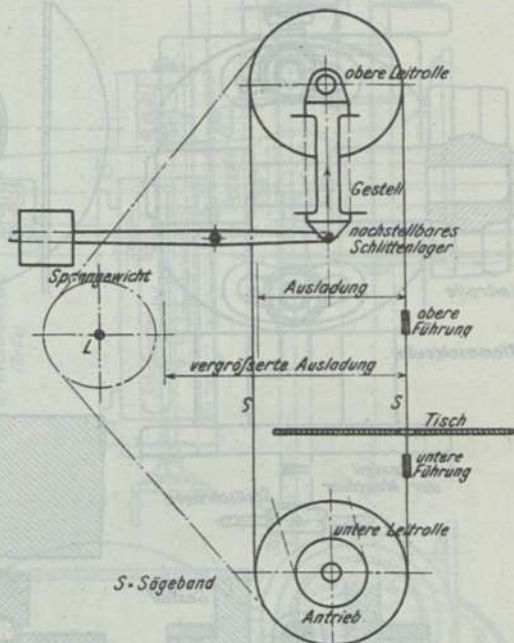


Abb. 929 Plan der Bandsäge.

Über die Bauart der Bandsäge ist noch allgemein zu sagen, daß große Triebrollen nicht nur das Sägeband schonen, sondern auch den Arbeitsraum der Maschine vergrößern. Ihr Durchmesser beträgt daher bis etwa 1,5 m. Ist eine größere Ausladung vorgeschrieben, so läßt sie sich ohne zu große Scheiben durch eine dritte Leitrolle *L* nach Abb. 929 erreichen. Diese Anordnung gestattet daher, breitere Gegenstände zu zerschneiden. Der Antrieb der Maschine erfolgt zweckmäßig von der unteren Scheibe, weil hier das Vorgelege ruhiger liegt.

Eine Bandsäge nach vorstehenden Grundzügen baut das Grusonwerk in Magdeburg-Buckau. Die Maschine (Abb. 934 bis 936) erhält ihren Antrieb durch einen 3fachen Stufenriemen. Er treibt die Säge

durch ein Vorgelege, das aus dem Rade 1 und der innen verzahnten Leitrolle 2 besteht.

Die Eigenart der Maschine liegt in der Steuerung des Aufspanntisches. Sie bietet bei 8 Räderpaaren 15 verschiedene Vorschübe. Dieser Größenwechsel ist in einfacher und sinreicher Weise durch zwei Gruppen

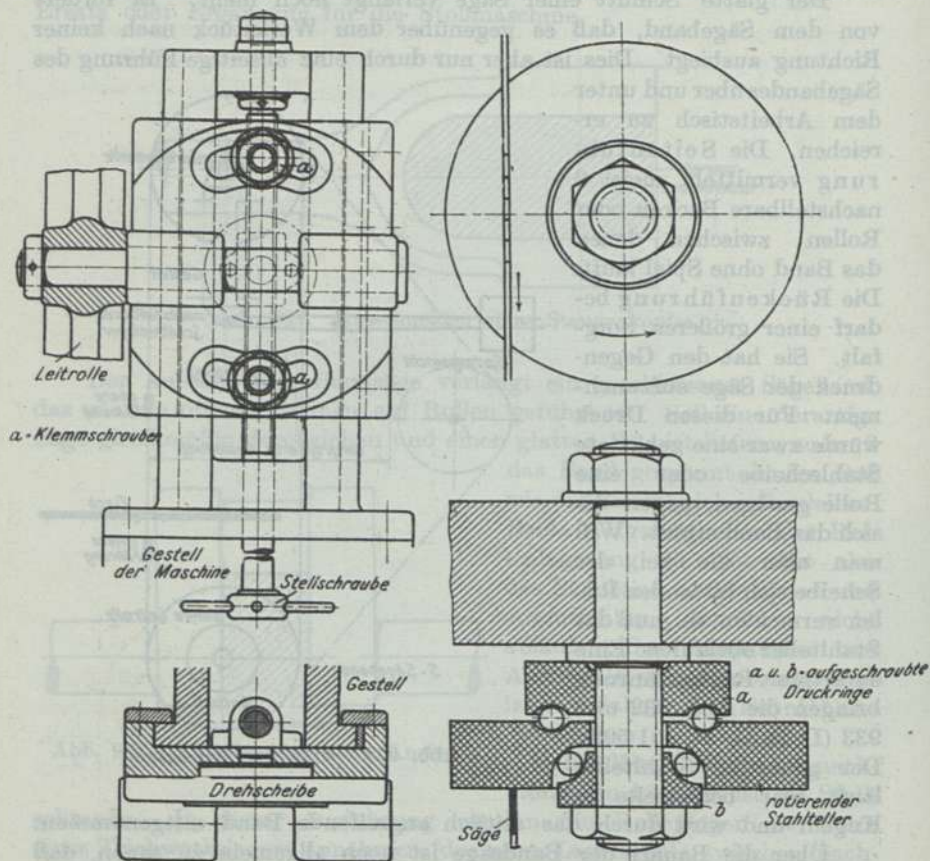


Abb. 930 und 931. Einstellbares Lager.

Abb. 932 und 933. Rückenführung.

- von festen und losen Rädern geschaffen. Ihre Anordnung ist so getroffen, daß jedes der drei Räderpaare der ersten Gruppe mit sämtlichen fünf der zweiten einzeln arbeiten kann, so daß der Arbeitstisch  $3 \times 5$  Vorschübe hat. Die betreffende Steuerung bringt Abb. 937. Sie leitet den Vorschub des Aufspanntisches von der unteren Leitrolle ab (Abb. 938). Sie treibt durch die Zahnräder 3, 4 und 5 die Welle A. Auf ihr sitzen links die drei festen Räder 6, 8 und 10 der Gruppe I und rechts die fünf Räder 13, 15, 17, 19 und 21 der Gruppe II, diese fest auf der

Nabe des losen Kegelrades 22. Die losen Räder beider Gruppen befinden sich auf der unteren Vorgelegewelle *B*. Die drei linken Räder 7, 9 und 11

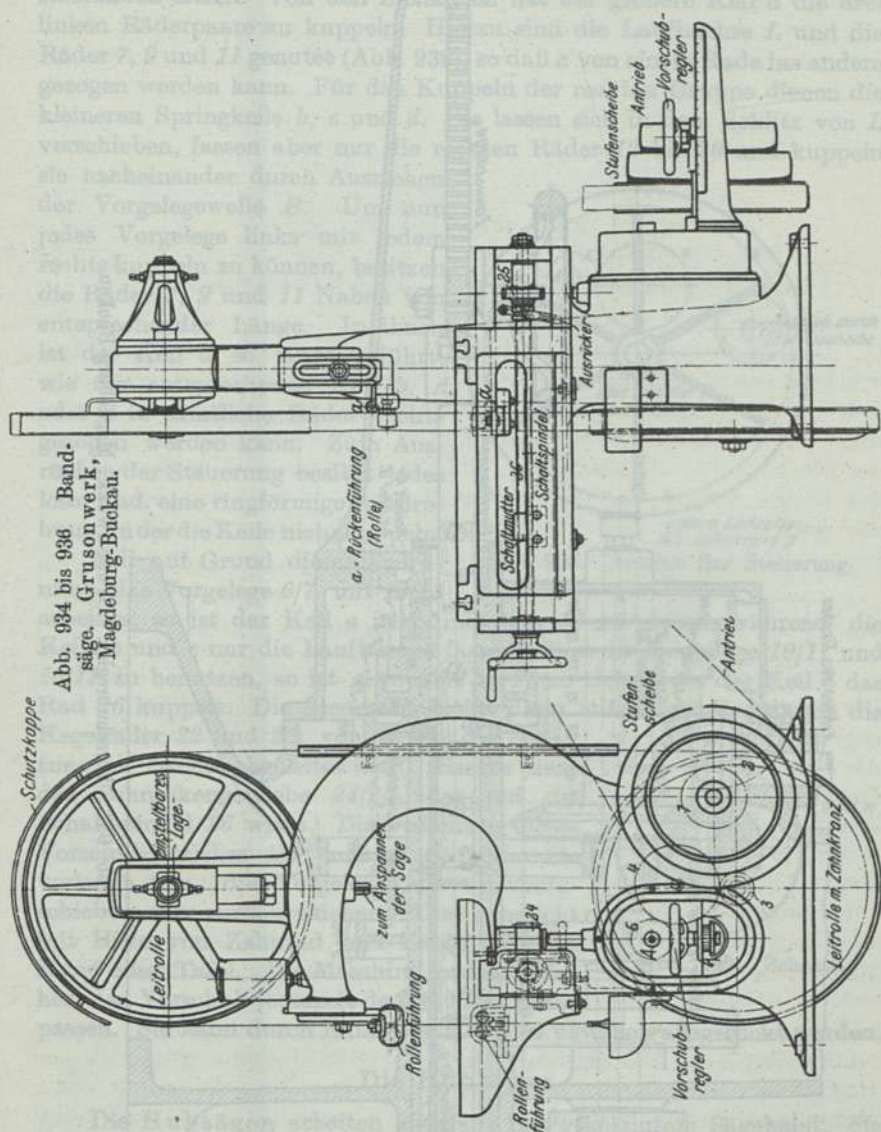


Abb. 934 bis 936 Bandsäge. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau.

sitzen lose auf der Laufbüchse *L* und die fünf rechten 12 bis 20 lose auf *B* selbst. Der Schwerpunkt des Getriebes liegt jetzt darin, jedes linke Räderpaar mit sämtlichen rechts einzeln kuppeln zu können. Dies wird

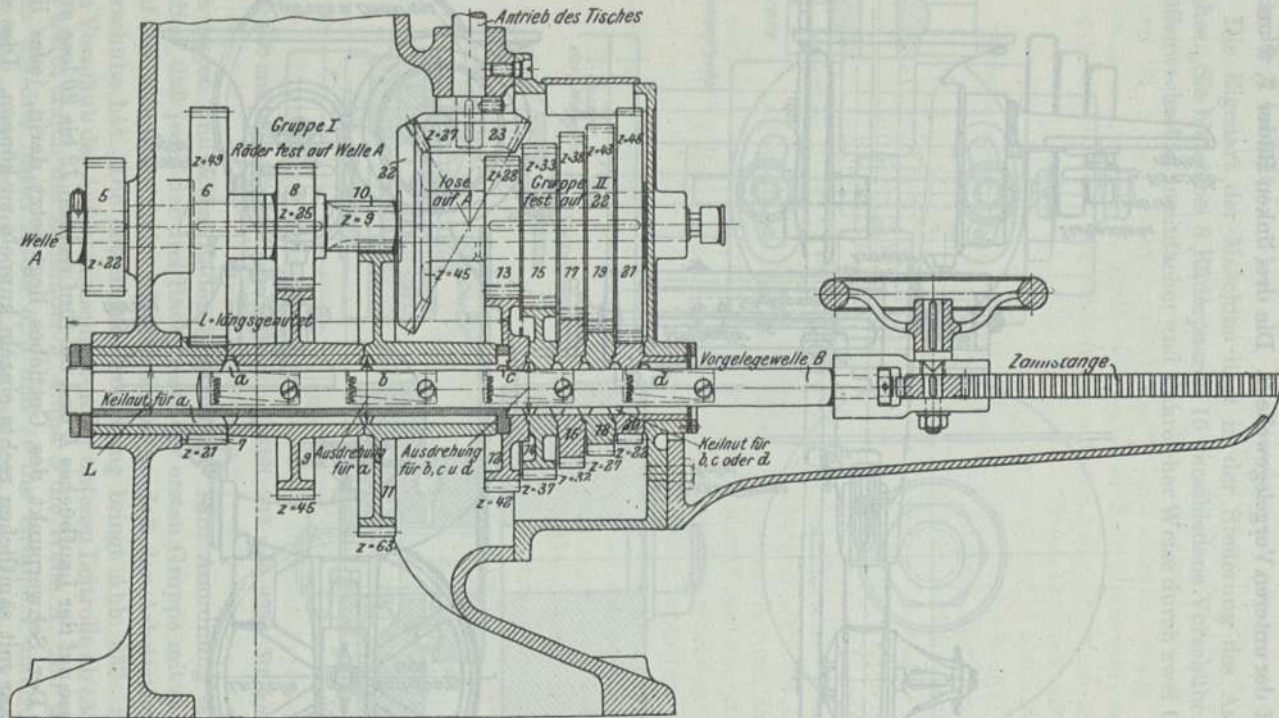


Abb. 937. Vorschubregler. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau.



in ähnlicher Weise wie in Abb. 81 durch vier Springkeile  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  bewirkt, die in der ausziehbaren Vorgelegewelle  $B$  in entsprechenden Abständen sitzen. Von den Ziehkeilen hat der größere Keil  $a$  die drei linken Räderpaare zu kuppeln. Hierzu sind die Laufbüchse  $L$  und die Räder 7, 9 und 11 genutet (Abb. 939), so daß  $a$  von einem Rade ins andere gezogen werden kann. Für das Kuppeln der rechten Gruppe dienen die kleineren Springkeile  $b$ ,  $c$  und  $d$ . Sie lassen sich in dem Schlitz von  $L$  verschieben, fassen aber nur die rechten Räder 12 bis 20 und kuppeln sie nacheinander durch Ausziehen der Vorgelegewelle  $B$ . Um nun jedes Vorgelege links mit jedem rechts kuppeln zu können, besitzen die Räder 7, 9 und 11 Naben von entsprechender Länge. In ihnen ist der Keil  $a$  so lange geführt, wie der entsprechende Keil  $b$ ,  $c$  oder  $d$  in sämtliche Räder rechts gezogen werden kann. Zum Ausrücken der Steuerung besitzt jedes lose Rad eine ringförmige Ausdrehung, in der die Keile nicht kuppeln.

Soll auf Grund dieser Anordnung das Vorgelege 6/7 mit 12/13

arbeiten, so ist der Keil  $a$  in 7 und  $d$  in 12 zu ziehen, während die Keile  $b$  und  $c$  nur die Laufbüchse fassen. Sind die Vorgelege 10/11 und 16/17 zu benutzen, so ist  $a$  so weit in 11 zu ziehen, bis der Keil  $b$  das Rad 16 kuppelt. Die Steuerung treibt dann mit diesen Vorgelegen die Kegelhäder 22 und 23, von denen die Schaltung des Tisches abgeleitet wird. Hierzu dient das Schneckengetriebe 24/25, das auf die Schaltspindel 26 wirkt. Die Bedienung dieses Vorschubgetriebes ist äußerst einfach. Sie verlangt nur, die Vorgelegewelle  $B$  vorzuschieben oder zurückzuziehen. Dies geschieht mit Hilfe von Zahnrad und Zahnstange an Hand einer Tafel. Die Maschine gestattet daher, den Vorschub jederzeit dem Schnitt anzupassen. Sie kann durch Entkuppeln von 25 plötzlich ausgerückt werden.

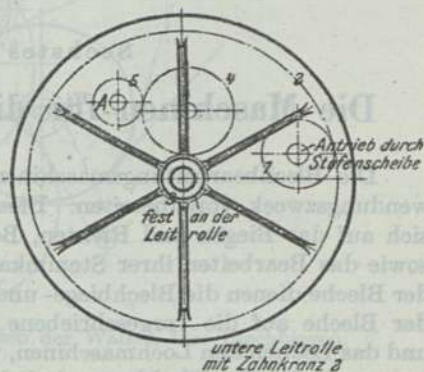


Abb. 938. Antrieb der Steuerung.

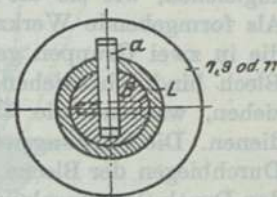


Abb. 939. Schnitt.

### Die Hubsägen.

Die Hubsägen arbeiten ebenfalls mit gespanntem Sägeband. Sie sind der Handsäge nachgebaut und erhalten ihre hin- und hergehende Bewegung durch ein Kurbelgetriebe. In den Sägebügel können mehrere Sägeblätter in passenden Abständen gespannt werden.

## Sechstes Kapitel.

# Die Maschinen für die Blechbearbeitung.

Die Blechbearbeitungsmaschinen haben die Bleche auf ihren Verwendungszweck vorzubereiten. Diese Vorbereitungsarbeiten erstrecken sich auf das Biegen und Richten, Beschneiden und Lochen der Bleche, sowie das Bearbeiten ihrer Stemmkannten. Für das Biegen und Richten der Bleche dienen die Blechbiege- und Richtmaschinen. Das Beschneiden der Bleche auf die vorgeschriebene Plattengröße fällt den Scheren zu und das Lochen den Lochmaschinen, während das Bearbeiten der Stemmkannten Sache der Blechkantenhobelmaschinen ist.

### 1. Die Blechbiegemaschinen.

Die Blechbiegemaschinen haben den Blechen die genaue technische Form zu geben und bei dieser Formgebung kleinere Unebenheiten auszugleichen, wie sie die hüttenmännische Gewinnung mit sich bringt. Als formgebende Werkzeuge besitzen die Maschinen mehrere Walzen, die in zwei Gruppen gelagert sind. Durch diese Walzenstraße ist das Blech hindurchzuziehen, wobei die Oberwalzen die Formgebung vollziehen, während die Unterwalzen lediglich als Auflage des Bleches dienen. Die Wirkungsweise der Biegemaschinen beruht daher auf einem Durchbiegen der Bleche, wobei die Oberwalzen den auf Biegung wirkenden Druck (Druckwalzen) und die unteren Walzen den Gegendruck ausüben. Das Blech selbst wird durch die am Umfang der Walzen auftretende Reibung durch die Maschine hindurchgezogen.

Nach der herzustellenden Grundform unterscheiden wir Blechbearbeitungsmaschinen für das Biegen von Zylindern oder Blechbiegemaschinen und solche für das Richten ebener Platten oder Blechrichtmaschinen. Die Biegemaschinen verlangen mindestens drei Walzen, die nach Abb. 940 an den Zylindermantel anzuordnen sind. Zum Richten von Blechplatten beanspruchen die Richtmaschinen fünf bis sieben Walzen, die nach Abb. 941 das zu streckende Blech fassen müssen.



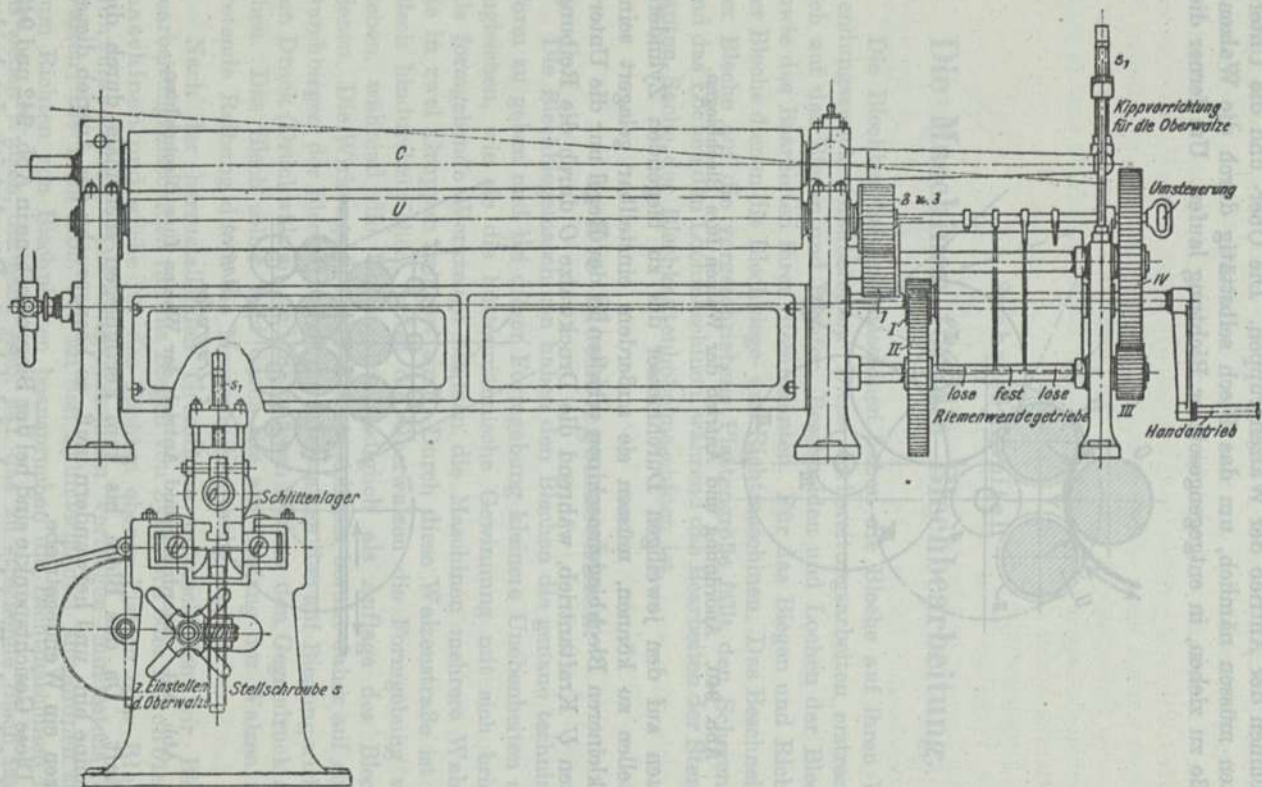


Abb. 942 und 943. Blechbiegemaschine. Dampfkessel- und Gasmotorenfabrik, Braunschweig.

Unterwalzen  $U$  erfolgt hier durch die Zahnräder 2 und 3. Sie sitzen auf den Laufzapfen der Walzen und werden durch das gemeinsame Treibrad 1 betrieben. Das Rad 1 erhält seinen Antrieb von einem Riemenwendegetriebe mit doppeltem Vorgelege  $\frac{I \cdot III}{II \cdot IV}$ . Die Einstellbarkeit

der Oberwalze  $O$  ist hier durch das linke Walzenlager gewahrt. Es ist in dem Walzenständer geführt und mit der Stellschraube  $s$  durch Drehen des Handkreuzes einzustellen.

Ein wichtiger Punkt ist noch bei den Biegemaschinen den fertig gebogenen Kesselschuß bequem abnehmen zu können. Hierzu müßte die Druckwalze  $O$  abzuheben sein. Diese Möglichkeit wird dadurch

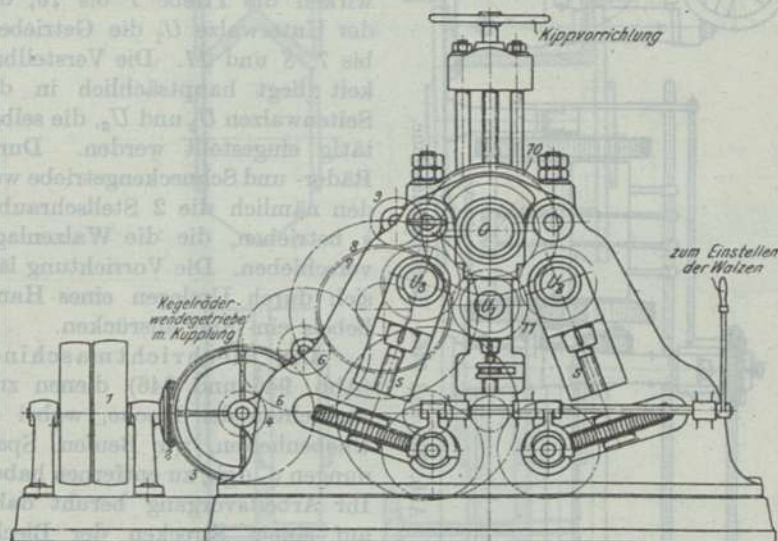


Abb. 944. Blechbiegemaschine.

geboten, daß die Oberwalze rechts mit einem Kugelzapfen läuft und das linke Walzenlager entweder einseitig offen, aufzuklappen oder von der Walze abzuziehen ist. Zum Abheben der Walze dient hier eine Kippvorrichtung, die aus dem vorderen Hals und der Schraube  $s_1$  besteht. Zieht man die Schraube  $s_1$  an, so stellt sich die Walze  $O$  schräg, so daß der Schuß nach links entfernt werden kann. Diese Vorrichtung kann noch einen zweiten Zweck erfüllen. Zum Biegen kegelförmiger Kesselschüsse müssen bekanntlich die Walzen bei dem kleinsten Durchmesser des Schusses näher zusammen liegen als bei dem größten. Dies ist nur möglich, wenn die Oberwalze  $O$  mit der Kippvorrichtung schräg zu stellen ist.

Das Drei-Walzensystem leidet an dem Übel, daß der vordere Blechrand gerade bleibt und von Hand nachzurichten ist. Dieser Fehler ver-

schwindet aber, sobald die Maschine mit vier Walzen arbeitet. Ein Nachteil der liegenden Maschine ist, daß sich die Bleche leicht überhängen und verbiegen, was bei der stehenden Maschine nicht der Fall ist.

Eine Biegemaschine nach dem Vier-Walzensystem bringt die Abb. 944. Bei dieser Maschine werden die Oberwalze  $O$  und die mittlere Unterwalze  $U_1$  von einem Kegelräderwendegetriebe angetrieben. Den Antrieb der Oberwalze  $O$  bewirken die Triebe 1 bis 10, den der Unterwalze  $U_1$  die Getriebe 1 bis 7, 8 und 11. Die Verstellbarkeit liegt hauptsächlich in den Seitenwalzen  $U_2$  und  $U_3$ , die selbsttätig eingestellt werden. Durch Räder- und Schneckengetriebe werden nämlich die 2 Stellschrauben  $s$  betrieben, die die Walzenlager verschieben. Die Vorrichtung läßt sich durch Umlegen eines Handhebels ein- und ausrücken.

Die Blechrichtmaschinen (Abb. 945 und 946) dienen zum Ausrichten der Bleche, wobei sie Unebenheiten, wie Beulen, Spannungen u. dgl., zu entfernen haben. Ihr Arbeitsvorgang beruht daher auf einem Strecken der Bleche. Hierzu hat die Richtmaschine bei dünneren, also empfindlicheren Blechen sieben Walzen, die in zwei Gruppen geordnet sind (Abb. 941). Von ihnen enthält die Obergruppe 3 Walzen und die untere 4. Für schwere Bleche genügen 5 Walzen, von denen in der Obergruppe 2 und in der unteren 3 liegen. Um durch den Druck der Walzen das Blech richten zu können, ist Bedingung, daß die Ober- und

Unterwalzen gegenseitig versetzt sind.

Der Antrieb der Walzen erfolgt ähnlich wie bei der Biegemaschine. Die untere Walzengruppe liegt fest. Sie wird zum Umsteuern der

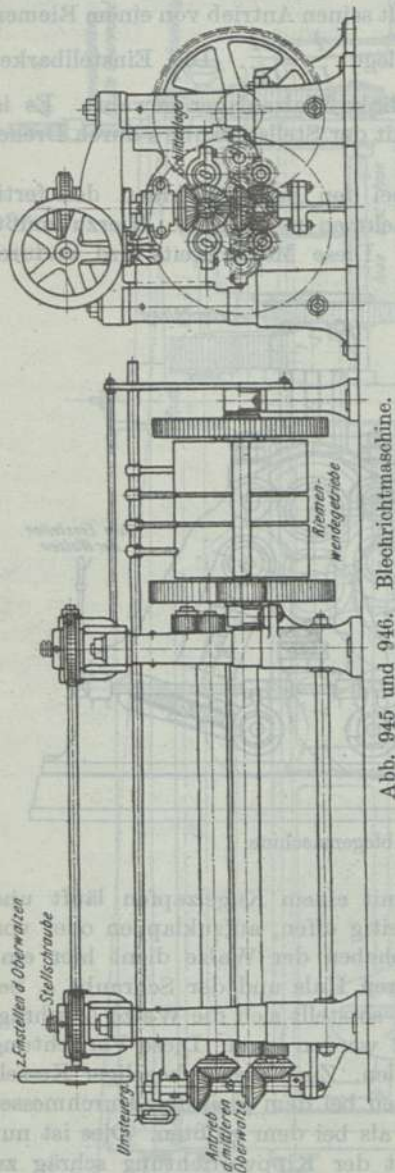


Abb. 945 und 946. Blechrichtmaschine.

Maschine durch ein Riemenwendegetriebe angetrieben. Dabei erhalten alle Unterwalzen durch die Zwischentriebe gleiche Drehrichtung. Die stehende Welle  $a$  vermittelt den Antrieb der mittleren Oberwalze, die durch das vordere Räderwerk die übrigen Oberwalzen treibt. Die Ein-

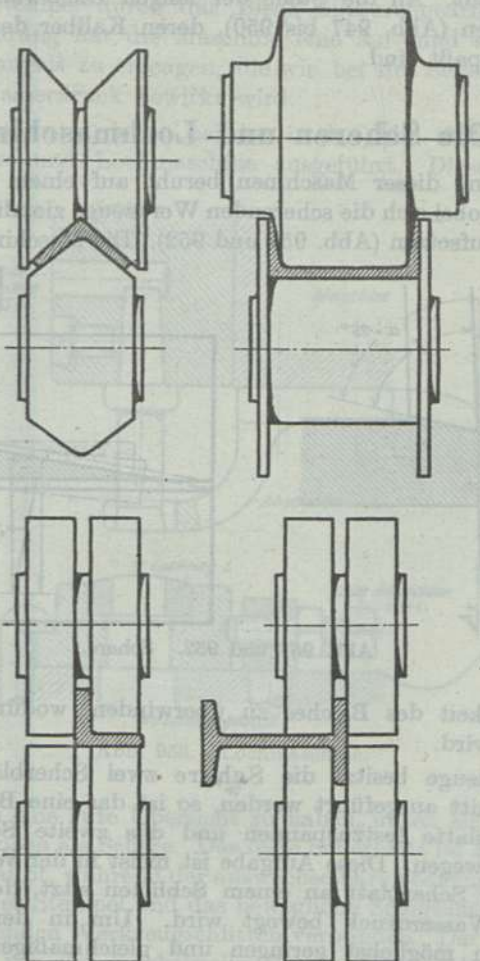


Abb. 947 bis 950. Das Richten von Formeisen.

stellbarkeit der Maschine liegt ebenfalls in den Oberwalzen, die hier beiderseits in Schlittenlagern laufen, die mit dem Handrade verstellt werden. Für diesen Zweck muß der ganze Antrieb der oberen Walzengruppe an den Schlittenlagern angebracht sein.

Eine wichtige Bedingung für Richtmaschinen ist noch, daß sich die

Richtwalzen unter dem Arbeitsdruck der Maschine nicht selbst verbiegen. Aus diesem Grunde sind vielfach die Ober- und Unterwalzen noch durch besondere Tragrollen  $t$  unterstützt (Abb. 941).

In ähnlicher Weise sind auch die Richtmaschinen für Träger und Profileisen gebaut. An die Stelle der langen Richtwalzen treten hier kurze Richtrollen (Abb. 947 bis 950), deren Kaliber dem betreffenden Formeisen angepaßt sind.

## 2. Die Scheren und Lochmaschinen.

Die Wirkung dieser Maschinen beruht auf einem Abscheren der Querschnitte, wobei sich die scherenenden Werkzeuge ziemlich rechtwinklig auf das Blech aufsetzen (Abb. 951 und 952). Die Maschine hat demnach

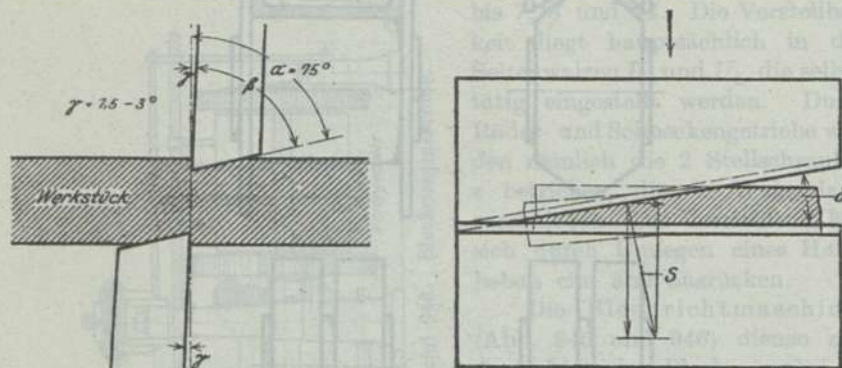


Abb. 951 und 952. Schere.

die Scherfestigkeit des Bleches zu überwinden, wodurch der Schnitt herbeigeführt wird.

Als Werkzeuge besitzt die Schere zwei Scherblätter. Soll mit ihnen der Schnitt ausgeführt werden, so ist das eine Blatt als Auflage für die Blechplatte festzuspannen und das zweite Scherblatt kraftschlüssig zu bewegen. Diese Aufgabe ist meist in der Weise gelöst, daß das bewegliche Scherblatt an einem Schlitten sitzt, der durch Hebel, Kurbel oder Wasserdruck bewegt wird. Um in dem Antriebe der Maschine einen möglichst geringen und gleichmäßigen Arbeitsbedarf zu erzielen, muß der Schnitt in der Breite allmählich fortschreiten. Hierzu stehen die Schneidkanten der Scherblätter unter einem Winkel  $\delta$ . Mit der schrägen Blattkante tritt allerdings die Gefahr auf, daß das Blech durch den Schnittdruck zurückgeschoben wird. Dies ist jedoch ausgeschlossen, sobald  $\delta < \varrho$ , d. h. sobald der Winkel  $\delta$  kleiner ist als der Reibungswinkel zwischen Scherblatt und Werkstück. Praktisch wird daher  $\delta = 9 - 14^\circ$  gewählt.



Mit der Schere ist vielfach eine Lochmaschine vereinigt. Ihre Arbeit besteht darin, die Bleche für das Nieten zu lochen. Hierzu hat die Maschine als Werkzeuge einen Stempel und einen Lochring (Matrize) (Abb. 953). Die Matrize dient wie das feste Scherblatt als Auflage, während der Stempel durch das Blech hindurchgedrückt wird. Für diese Kraftäußerung hat die Maschine eine auf- und absteigende Bewegung des Stempels zu erzeugen, die wie bei der Schere durch Hebel, Kurbel oder Wasserdruck bewirkt wird.

Der Kurbelantrieb ist bei der in den Abb. 954 und 955 dargestellten Schere und Lochmaschine ausgeführt. Diese Maschine ist,

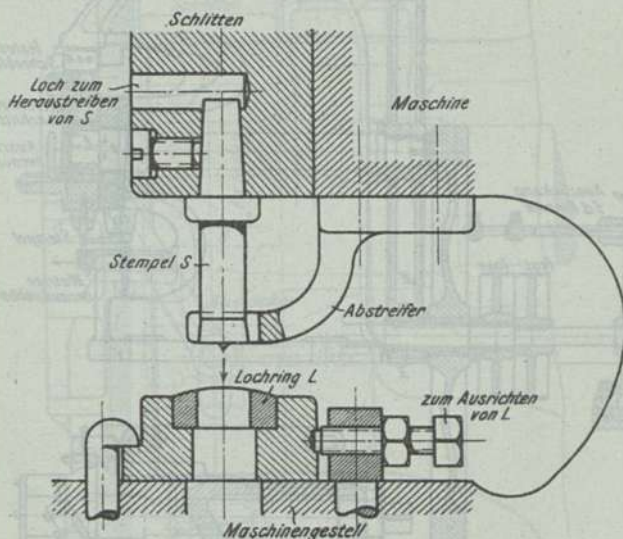


Abb. 953. Lochmaschine.

um beim Lochen eine gute Übersicht zu haben, unten als Lochmaschine ausgebildet und oben als Schere. Das feste Scherblatt ist mit dem oberen Ausleger verschraubt, während der auswechselbare Lochring unten in dem Ständer sitzt. Der Stempel und das bewegliche Scherblatt sind mit dem auf- und absteigenden Werkzeugschlitten verbunden. Der Antrieb dieses Schlittens geht von der Kurbelwelle *E* aus, die durch einen Riemen und das Vorgelege *I/II* betrieben wird. Die Kurbel überträgt durch den auf *E* sitzenden Stein den Arbeitsdruck auf den Schlitten, so daß die Maschine beim Hochgehen schneiden oder beim Niedergehen lochen kann.

Besondere Beachtung verdient noch bei diesen Maschinen die Steuerung. Da die Werkzeuge nur kurze Wege zurücklegen, so bleibt nur wenig Zeit, das Blech nach jedem Schnitt wieder genau aufzulegen. Für diese Zwecke kann zwar durch eine kleinere Schnittgeschwindigkeit

oder auch durch größere Überwege der Werkzeuge Zeit gewonnen werden, die Bedienung wird jedoch wesentlich einfacher, wenn sich der Antrieb nach jedem Schnitt selbst auslöst oder auch nach Bedarf von Hand ausgelöst werden kann. Hierdurch hat es der Arbeiter in der Hand, das Blech vor jedem Schnitt in die richtige Lage zu bringen und die Maschine wieder anzulassen. Diese Einrichtung wird bei Scheren besonders benutzt, wenn neue Bleche aufgelegt werden, wozu der Arbeiter stets mehr Zeit gebraucht als zwischen den einzelnen Schnitten. Bei Lochmaschinen

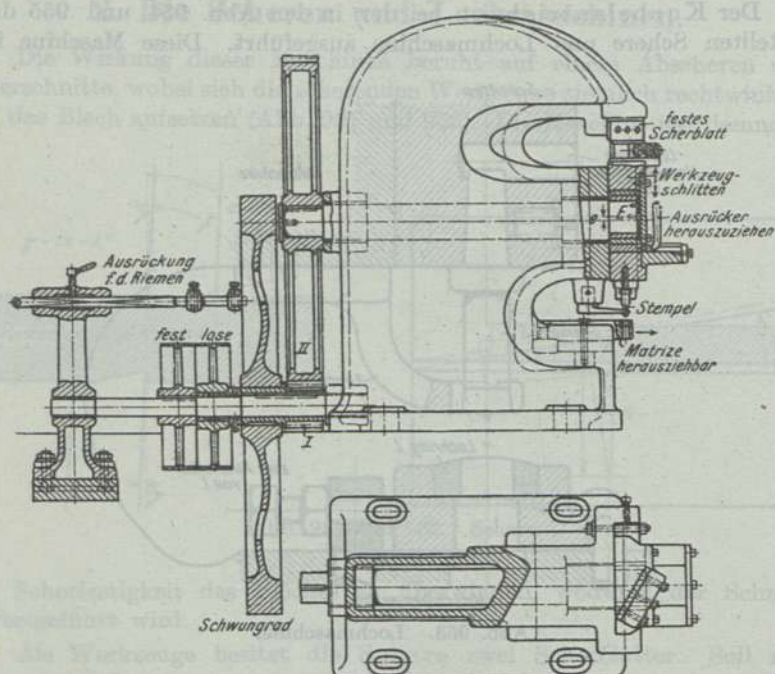


Abb. 954 und 955. Schere und Lochmaschine. E. Schieß, Düsseldorf.

besitzt die Auslösung des Antriebes eine noch größere Bedeutung, da beim Lochen jedesmal die Nietteilung genau einzuhalten ist.

Für die Selbstauslösung des Antriebes bieten sich verschiedene Lösungen. So kann sich ein Rad auf der langsam laufenden Antriebswelle entkuppeln. Hierzu dient vielfach ein auf den Wellendurchmesser abgedrehter Drehkeil, der nach Abb. 957 Rad und Welle nur so lange kuppelt, bis er in die punktiert dargestellte Lage kommt und das Rad freigibt, so daß die Maschine ausgerückt ist.

Eine sinnreiche Drehkeilkupplung führt L. Schuler in Göppingen aus. Sie ist mit einer Sicherheitsvorrichtung versehen, daß der Stempel

jedesmal in der höchsten Stellung stehen bleibt. Es können daher keine Fingerverletzungen beim Verlegen des Werkstückes vorkommen.

In den Abb. 958 und 959 läuft das Antriebsrad mit einer Mitnehmer-

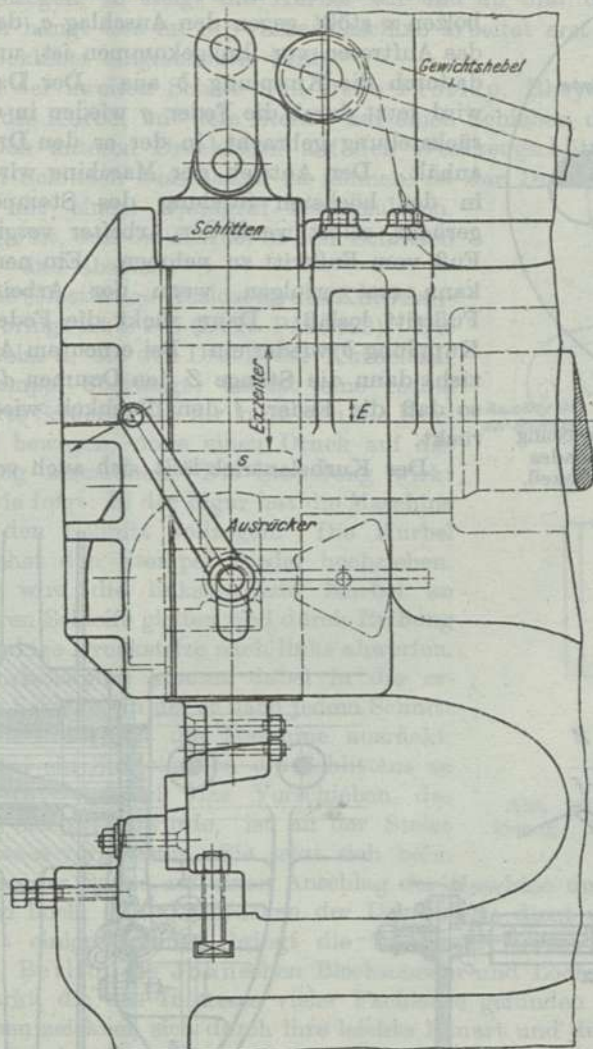


Abb. 956. Blechschere. Froriep, Rheydt.

büchse  $M$  auf der Kurbelwelle. Tritt nun der Arbeiter auf den Fußtritt, so legt die Stange  $z$  den Winkel  $a$  herum, dessen Arm  $d$  den Drehkeil freigibt. Infolgedessen zieht die Feder  $f$  den Drehkeil  $k$  in eine der

Nuten der Mitnehmerbüchse *M*. Von jetzt ab ist das Antriebsrad gekuppelt und die Maschine eingerückt. Läuft das Antriebsrad weiter, so stößt der Anschlag *F* gegen den Hebel *e*, der den Federbolzen *x* nach rechts drückt. Der Federbolzen *x* stößt gegen den Anschlag *c*, der durch das Auftreten vor ihn gekommen ist, und rückt dadurch die Kupplung *b* aus. Der Daumen *d* wird jetzt durch die Feder *g* wieder in die Ausrückstellung gebracht, in der er den Drehkeil *k* anhält. Der Antrieb der Maschine wird daher in der höchsten Stellung des Stempels ausgerückt, selbst wenn der Arbeiter vergißt, den Fuß vom Fußtritt zu nehmen. Ein neuer Hub kann erst erfolgen, wenn der Arbeiter den Fußtritt losläßt. Dann rückt die Feder *h* die Kupplung *b* wieder ein. Bei erneutem Auftreten zieht dann die Stange *Z* den Daumen *d* zurück, so daß die Feder *f* den Drehkeil wieder einrückt.

Abb. 957. Auslösung eines Antriebsrades durch einen Drehkeil.

Der Kurbelantrieb läßt sich auch von Hand

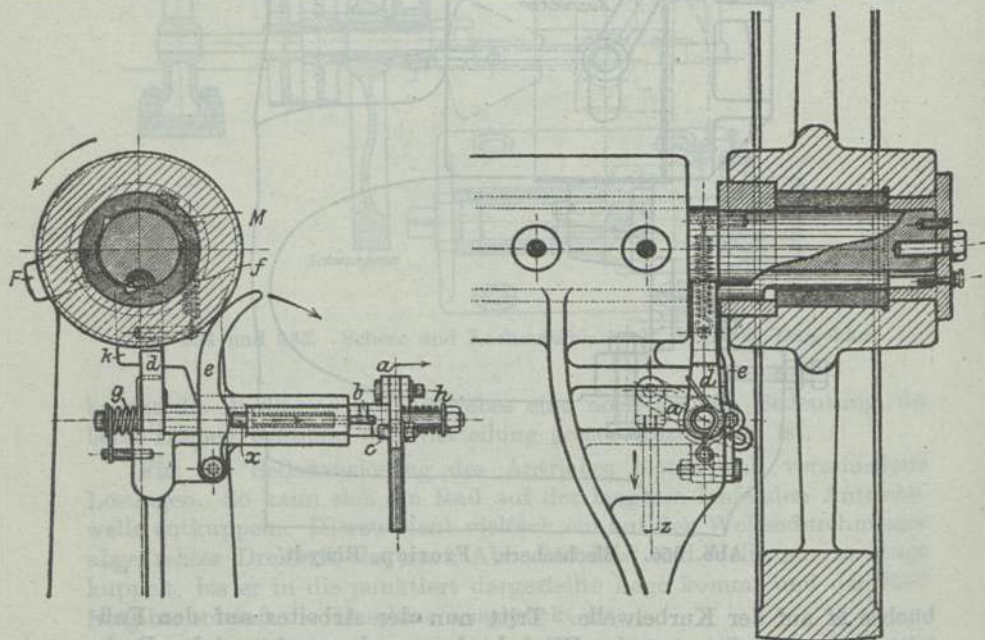


Abb. 958 und 959. Drehkeilkupplung. L. Schuler, Göppingen.

durch das Zurückziehen oder das Umlegen eines Ausrückers auslösen, so daß der Druck der Kurbel nicht mehr auf den Stempel oder das Scherblatt kommt. Wird z. B. in Abb. 954 der untere Druckklotz zurückgezogen, so steigt die Kurbel auf und ab und der Werkzeugschlitten hängt lose an ihr. Die Maschine arbeitet erst wieder, wenn der Druckklotz eingeschoben wird.

Bei der zweiten Schere von Otto Froriep, Rheydt (Abb. 956), drückt die Kurbel mit dem Stein *s* auf einen Schieber, der den Druck durch den unteren Druckklotz auf den Werkzeugschlitten überträgt. Um den Schlitten ausschalten zu können, ist der Druckklotz als Ausrücker mit einem Handgriff herumzulegen. Die Folge ist, daß die Kurbel in dem Schlitten frei auf- und abspielt.

Eine selbsttätige Auslösung des Kurbelantriebes bringt Abb. 960 (D. R.-P. 25 923). Die Druckstelze, die den Druck der Kurbel auf den Stempel überträgt, besitzt eine rechts erweiterte Schleife. In ihr kann sich die Kurbel frei bewegen, ohne einen Druck auf das Werkzeug auszuüben. Die Steuerung wirkt daher wie folgt: In der Figur hat die Maschine soeben den Schnitt vollzogen. Die Kurbel muß daher den Stempel wieder hochziehen. Hierbei wird die linkslaufende Kurbel an der oberen Schleife gleiten und durch Reibung die gelenkige Druckstelze nach links abwerfen. Der Kurbelzapfen kommt dabei in die erweiterte Schleife, in der er nach jedem Schnitt frei weiterläuft und die Maschine ausrückt. Um dabei ein Zurückgehen des Schlittens zu verhindern, wodurch das Verschieben des Bleches erschwert würde, ist an der Stelze eine Nase *n* vorgesehen. Sie setzt sich beim Abwerfen der Stelze auf einen Anschlag der Maschine und hält so den Schlitten hoch. Zum Einrücken der Druckstelze dient der Handgriff.

Seit einigen Jahren bringt die Berlin-Erfurter Maschinenfabrik, Berlin, die Johnschen Blechscheren und Lochmaschinen auf den Markt, die das Interesse vieler Fachleute gefunden haben. Diese Maschinen zeichnen sich durch ihre leichte Bauart und durch ihre wirtschaftliche Arbeitsweise aus. Ihr Gestell besteht aus Schmiedeeisen oder Stahl, wodurch die Maschine eine große Sicherheit gegen Brüche und Verbiegen bietet (Abb. 961).

Bemerkenswert ist der Antrieb dieser Maschinen, der mit dem Johnschen Schwinghebel (D. R.-P.) erfolgt. Der Hebel betreibt in Verbindung mit einem Drückerschaltwerk ruckweise die Kurbelwelle,

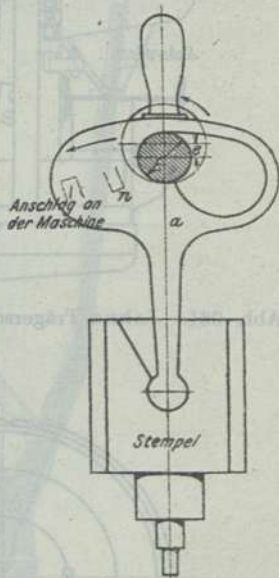


Abb. 960. Kurbelauslösung. D. R.-P. 25 923.

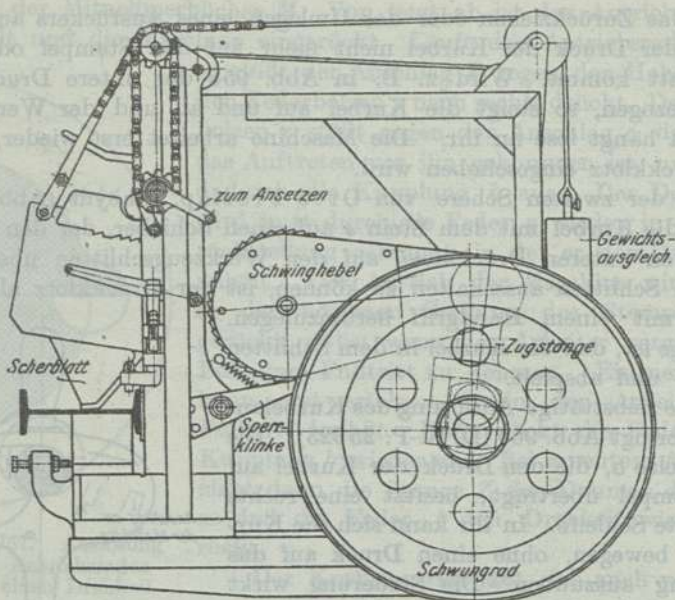


Abb. 961. Johns Trägerschere. Berlin-Erfurter Maschinenfabrik, Berlin.

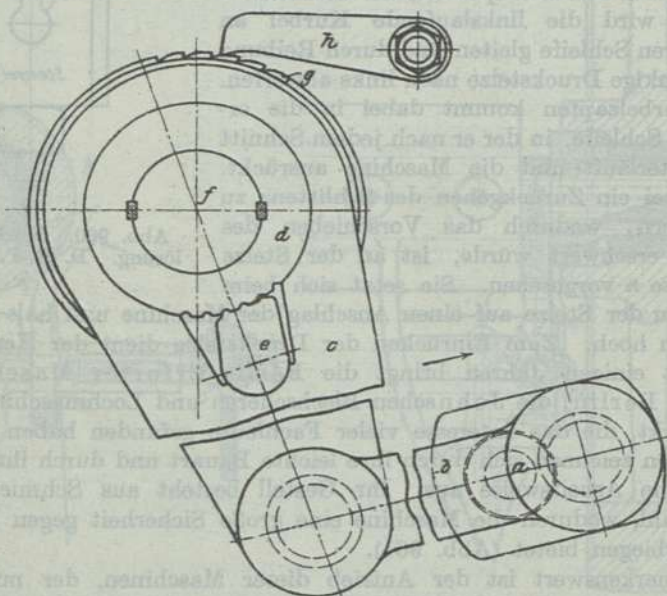


Abb. 962. John'scher Schwinghebel.

von der das Scherblatt oder der Stempel betätigt wird. Der Grundgedanke dieses Antriebes ist, den langsam wirkenden Druck der gewöhnlichen Schere durch rasch aufeinanderfolgende kurze Druckwirkungen zu ersetzen, wobei das Kraft abgebende Schwungrad rasch laufen kann.

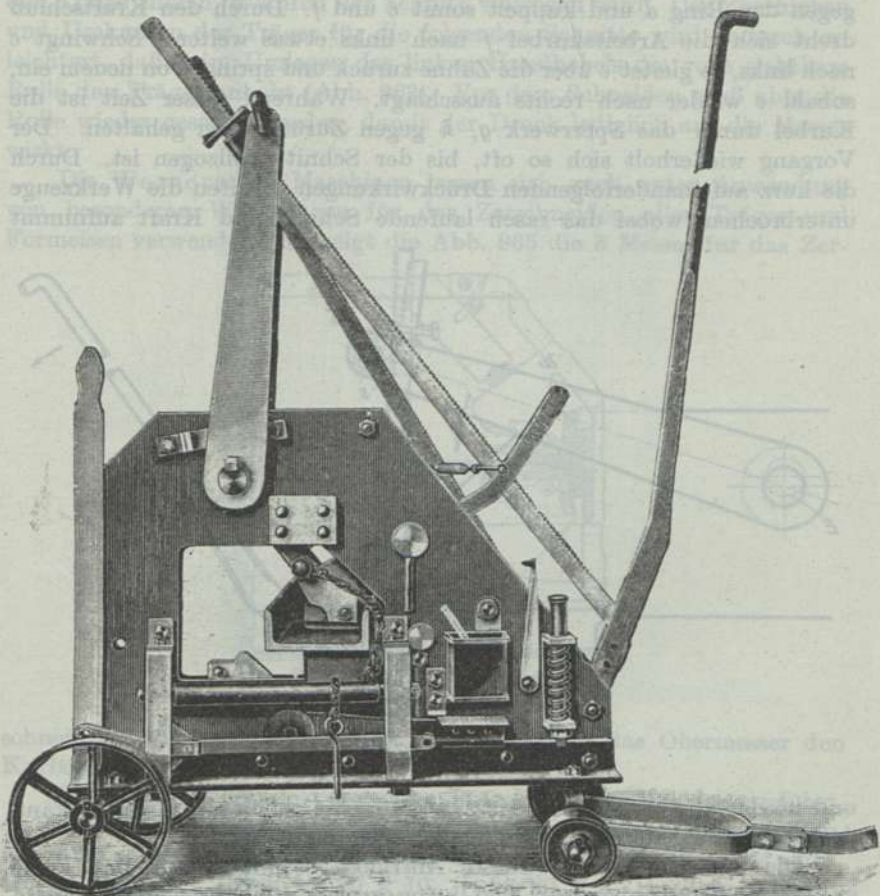


Abb. 963. Werners Hebelschere. Berlin-Erfurter Maschinenfabrik.

Die Maschine wird daher einen sehr günstigen Kraftbedarf haben. Die Bauart des Johnsen'schen Antriebes ist aus Abb. 962 ersichtlich.

Die Kurbelwelle *a*, die zum Antriebe der Maschine dient und auch das Schwungrad trägt, ist durch die Zugstange *b* mit dem eigentlichen Schwinghebel *c* verbunden. Der Hebel umgibt lose den auf der Kurbelwelle *f* festgekeilten Druckring *d*. Läuft die Maschine, so schwingt der Hebel *c* um den Ring *d* hin und her. Um diese Schwingungen in einer

Richtung auf die Arbeitskurbel  $f$  zu übertragen, ist in dem Schwinghebel  $c$  ein Drücker  $e$  eingebaut. Er faßt in die Zähne von  $d$  und bildet mit diesem Druckring  $d$  ein Sperrwerk. Sobald demnach der Schwinghebel  $c$  nach rechts ausschlägt, stemmt sich der Drücker  $e$  kniehebelartig gegen den Ring  $d$  und kuppelt somit  $c$  und  $f$ . Durch den Kraftschluß dreht sich die Arbeitskurbel  $f$  nach links etwas weiter. Schwingt  $c$  nach links, so gleitet  $e$  über die Zähne zurück und springt von neuem ein, sobald  $c$  wieder nach rechts ausschlägt. Während dieser Zeit ist die Kurbel durch das Sperrwerk  $g, h$  gegen Zurückgehen gehalten. Der Vorgang wiederholt sich so oft, bis der Schnitt vollzogen ist. Durch die kurz aufeinanderfolgenden Druckwirkungen arbeiten die Werkzeuge unterbrochen, wobei das rasch laufende Schwungrad Kraft aufnimmt

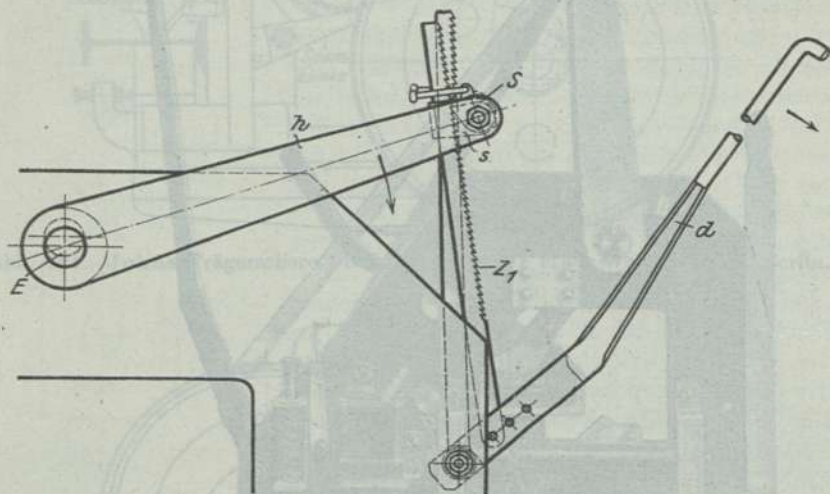


Abb. 964. Werners Hebelantrieb.

und wieder abgibt. Um die Maschine augenblicklich stillzusetzen, kann der Drücker  $e$  mit einem Handhebel ausgerückt werden.

Die Wirtschaftlichkeit dieses Antriebes beruht darauf, daß keine großen Massen zu bewegen und keine großen Reibungswiderstände in Lagern und Rädern zu überwinden sind. Das Schwungrad sammelt den Kraftüberschuß und gibt ihn in den Arbeitszeiten wieder ab.

Die Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co., Berlin, führt auch die Wernerschen Träger- und Formeisen-Schneidmaschinen aus (Abb. 963). Die Eigenart dieser Maschinen, die für Kraft- und Handbetrieb gebaut werden, liegt in der großen Hebelübersetzung. Sie gestattet, I-Träger bis zu N. P. 40 von Hand zu zerschneiden.

Die Arbeitsweise der Maschine ist folgende: Drückt der Arbeiter den Handhebel  $d$  nach unten (Abb. 964), so zieht die Zahnstange  $Z_1$  die beiden Kurbelhebel  $h$  herum. Hierzu ist die Zahnstange in der oberen



Schnalle  $s$  geführt. Ihre Zähne wirken dort auf eine Sperrklinke  $S$ , die den Druck auf die Kurbelhebel  $n$  überträgt. Dieser Druck kann noch durch ein Verstellen von  $Z_1$  auf die 3 Löcher von  $d$  geregelt werden. Die Kurbel  $E$  drückt beim Herumlegen des Hebels  $d$  die Messer in den Träger hinein, wodurch der Schnitt vollzogen wird. Das Zuschieben und Umkanten der Träger für die folgenden Schnitte wird dadurch erleichtert, daß beim Umlegen des linken Handhebels die vorn sichtbare Rolle den Träger anhebt (Abb. 963). Vor dem Schneiden muß aber die Rolle wieder gesenkt werden, damit der Druck lediglich auf die Messer wirkt.

Die Wernerschen Maschinen lassen sich auch unter Anwendung von besonderen Werkzeugen für das Zerschneiden aller Träger und Formeisen verwenden. So zeigt die Abb. 965 die 3 Messer für das Zer-

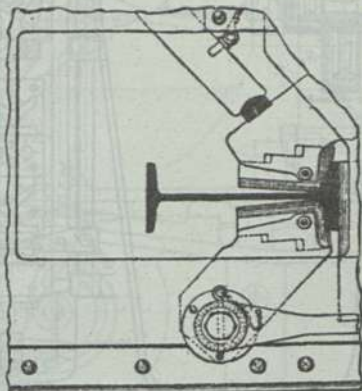


Abb. 965. Zerschneiden eines I

schneiden von einem I-Träger. Von ihnen erhält das Obermesser den Kurbeldruck.

Die stetig wachsende Verwendung von Walzeisen hat dazu geführt, die Scheren für die wichtigsten Formen von Walzeisen einzurichten. Mit dem Eisenschneider (Abb. 966 bis 968) von Heyligenstaedt, Gießen, kann  $\perp$ -Eisen bis  $80 \times 10$ ,  $\perp$  bis  $80 \times 9$ , Rundeisen bis zu 35 mm,  $\square$ -Eisen bis 30 mm, Flacheisen  $80 \times 16$  geschnitten werden. Dazu kann die Maschine Löcher von 20 mm Durchmesser in 16 mm Eisen lochen. Sie ist also für allgemeine Zwecke ausgebaut. Die einzelnen Schermesser sitzen, soweit sie beweglich sein müssen, an dem langen Schlitten  $S$ , während die festen Messer mit dem Gestell verschraubt sind. Zum Niederhalten der Eisenstangen dient der Arm  $A$ , der sich auf die Höhe der Messer einstellen läßt. Die Schnittlängen werden mit dem Anschlag  $b$  festgelegt.

Der Antrieb des Messerschlittens  $S$  geschieht über  $A$ ,  $\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2}$  durch

die Kurbel  $E$ , das durch den Druckstab  $d$  den Schlitten für den Schnitt nach unten drückt. Dabei spannt sich die Pufferfeder, die den Schlitten hochzieht. Ausgerückt wird die Maschine mit dem Griff  $h$ , der die ausgehöhlte Stelle des Steines  $s$  unter  $d$  stellt, so daß die Kurbel frei spielt.

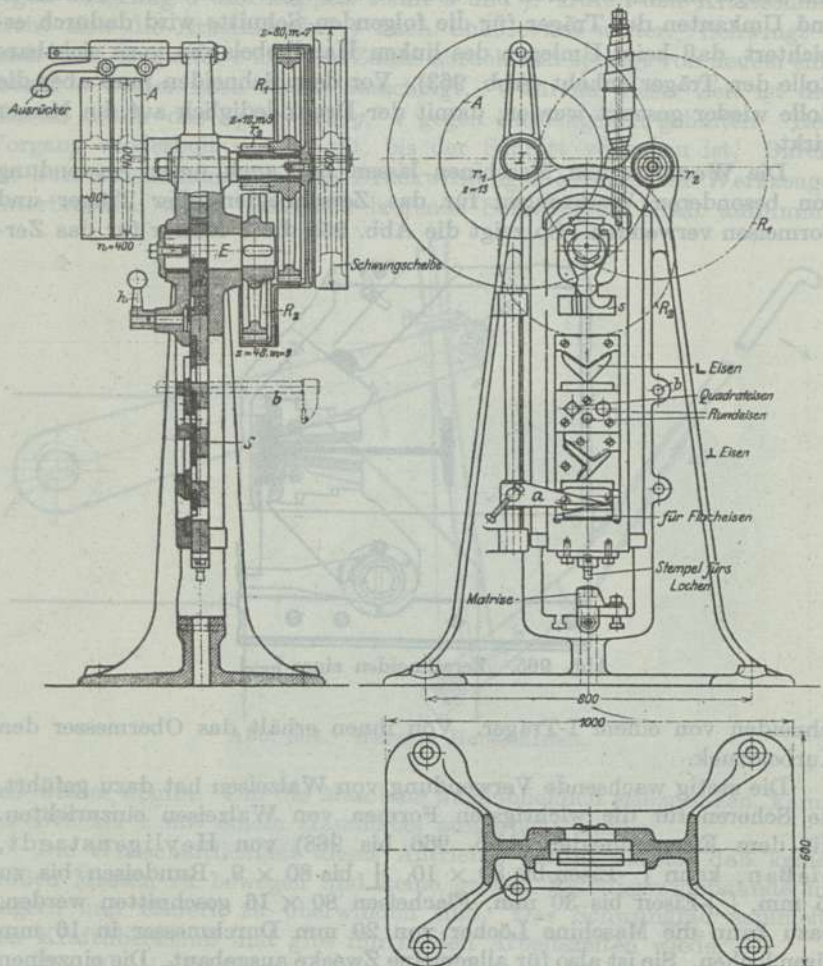


Abb. 966 bis 968. Eisenschneider. Heyligenstaedt & Co., Gießen.

Auch bei den Scheren hat der Kampf zwischen der kreisenden und geraden Hauptbewegung eingesetzt.

Bei der Kreisschere (Abb. 969) sind die geraden Scherblätter durch Kreismesser ersetzt, die sich wagerecht und senkrecht gegeneinander verstellen lassen. Das obere Messer ist von der doppelten Größe

des unteren. Es wird von der Riemenscheibe  $d$  und 2 großen Rädervorgelegen angetrieben. Die Riemenscheibe  $d$  läßt sich zum Ein- und Ausschalten der Schere mit einer Reibkupplung kuppeln. Der Seitendruck der Messer wird durch Kugellager aufgefangen, und die Gestellhälften sind durch die Bolzen  $a$  und  $b$  verbunden. Das große Kreismesser zieht wie die Walzen das Blech selbsttätig durch die Schere,

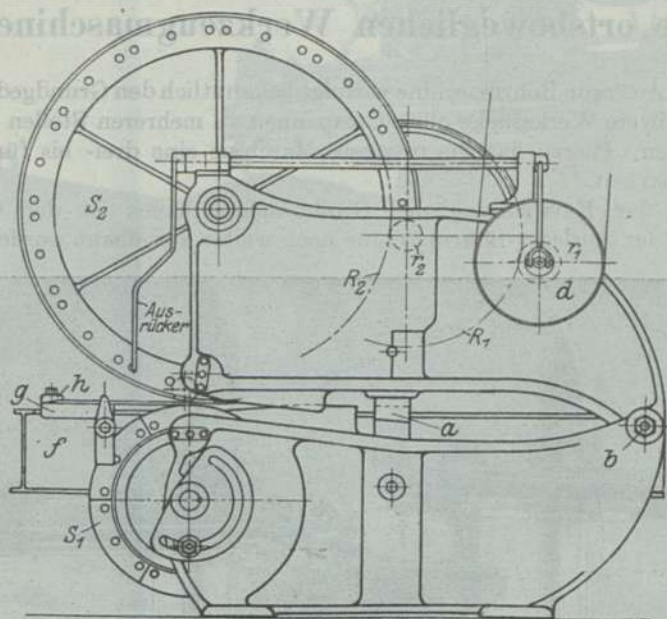


Abb. 969. Kreisschere.

so daß Tafeln beliebiger Länge ohne das zeitraubende Nachschieben zerschnitten werden können. Um hierbei einen geraden Schnitt zu sichern, ist ein Führungsbalken  $f$  mit Schlitten  $g$  und Pratze  $h$  zum Festhalten des Bleches vorgebaut.

Die Leistung dieser Kreisschere übersteigt die der Blattschere bedeutend. Der Schnittweg soll nach den Angaben der Erbauer 10—20 m i. d. Min. sein.

## Siebentes Kapitel.

### Die ortsbeweglichen Werkzeugmaschinen.

Die Ausleger-Bohrmaschine verfolgt bekanntlich den Grundgedanken, mittelschwere Werkstücke ohne Umspannen an mehreren Stellen bohren zu können. Hierzu hat die ortsfeste Maschine eine drei- bis fünffache Einstellbarkeit.

Mit der Entwicklung des Großmaschinenbaues ist der Grundgedanke der Ausleger-Bohrmaschine noch weiter ausgebaut worden. Die

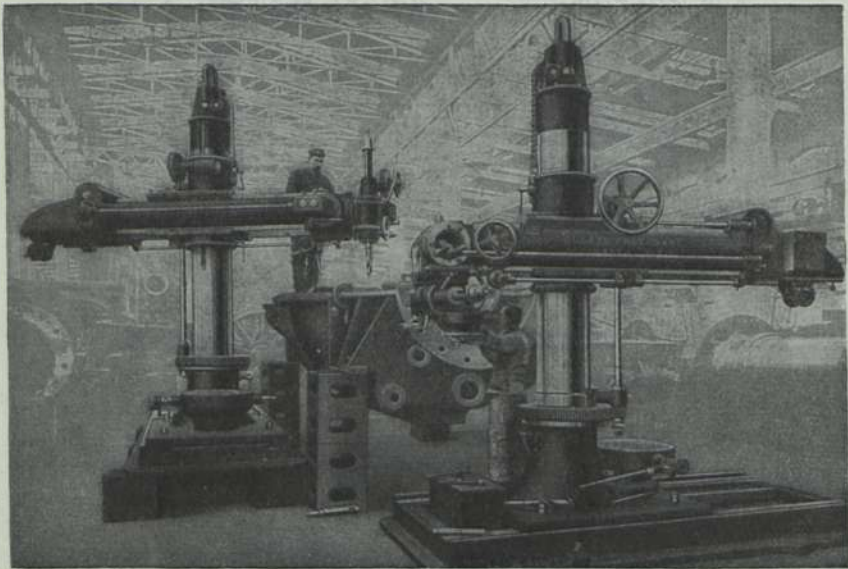


Abb. 970. Tragbare Bohrmaschinen. Collet & Engelhard, Offenbach a/M.

schweren Werkstücke werden mit dem Kran auf große Richtplatten oder Stützböcke gelegt und die Werkzeugmaschinen je nach ihrer Größe an die Arbeitsstelle getragen oder gefahren.

Der Dampfturbinenbau hat besonders befruchtend auf die Ausbildung der ortsbeweglichen Werkzeugmaschinen gewirkt, weil an den Turbinengehäusen eine ganze Reihe Löcher zu bohren und Putzen zu hobeln oder zu fräsen sind. Die Auslegerbohrmaschine hat zu ihren

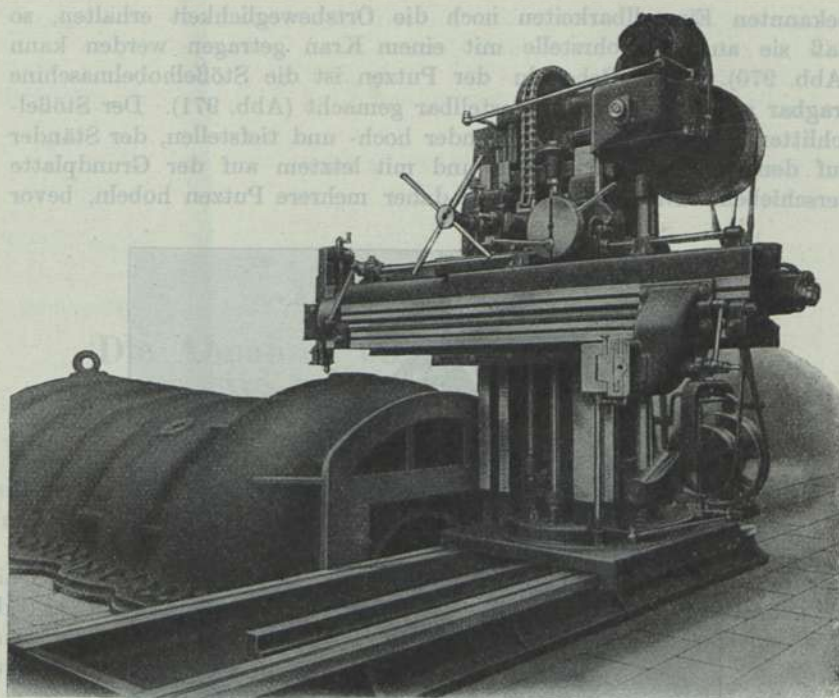


Abb. 971. Tragbare Hobelmaschine. Collet & Engelhard, Offenbach a/M.

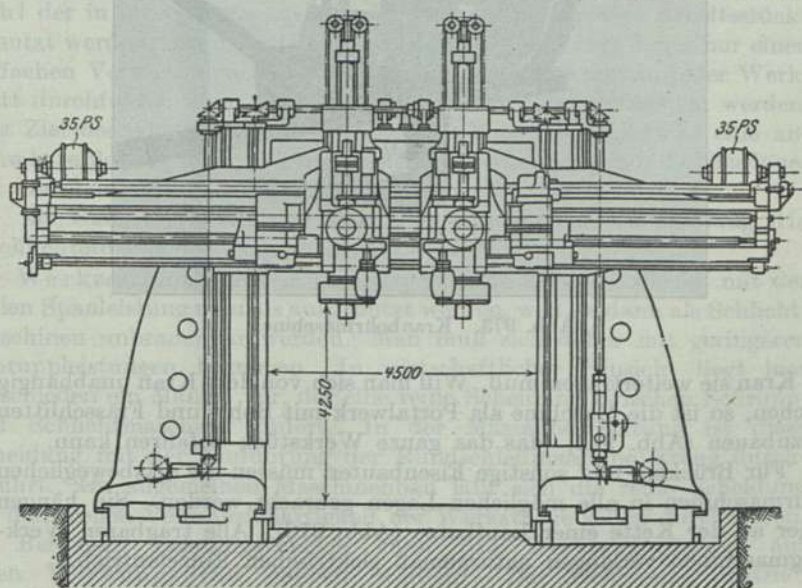


Abb. 972. Portalbohrwerk.

bekanntesten Einstellbarkeiten noch die Ortsbeweglichkeit erhalten, so daß sie an die Bohrstelle mit einem Kran getragen werden kann (Abb. 970). Zum Behobeln der Putzen ist die Stößelhobelmaschine tragbar und weitergehend einstellbar gemacht (Abb. 971). Der Stößelschlitten läßt sich auf dem Ständer hoch- und tiefstellen, der Ständer auf dem Bettschlitten drehen und mit letztem auf der Grundplatte verschieben. Die Maschine kann daher mehrere Putzen hobeln, bevor

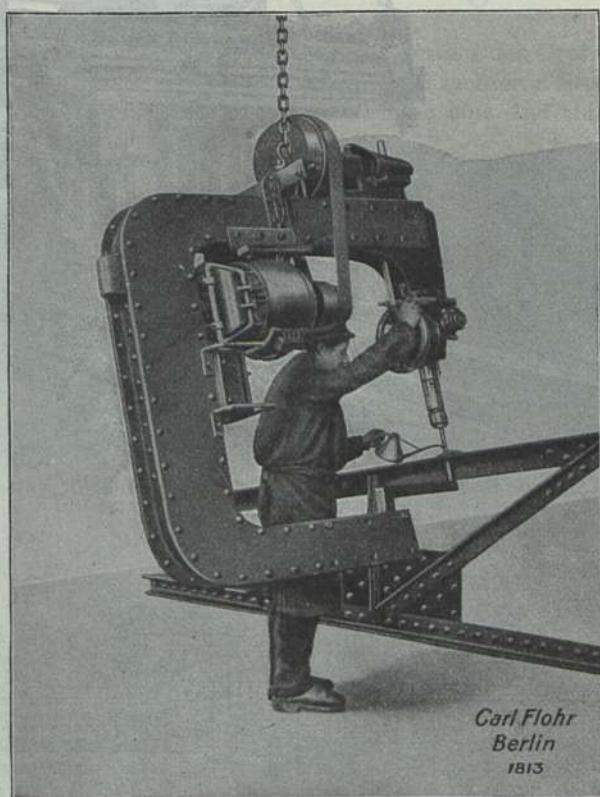


Abb. 973. Kranbohrmaschine.

der Kran sie weitertragen muß. Will man sich von dem Kran unabhängig machen, so ist die Maschine als Portalwerk mit Bohr- und Frässlitten auszubauen (Abb. 972) das das ganze Werkstück befahren kann.

Für Brücken- und sonstige Eisenbauten müssen die ortsbeweglichen Bohrmaschinen in alle möglichen Lagen gebracht werden. Sie hängen daher an der Kette einer Laufkatze (Abb. 973). Alle tragbaren Werkzeugmaschinen verlangen naturgemäß elektrischen Einzelantrieb.

## Achtes Kapitel.

# Die Abnahme und das Prüfen von Werkzeugmaschinen.

Bei der Anschaffung von Werkzeugmaschinen muß man sich Klarheit verschaffen über die Bedingungen, die an die Maschinen zu stellen sind. Sie richten sich nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen.

In unserer Zeit des Schnellbetriebes ist wohl die erste Prüfbedingung die Leistung der Werkzeugmaschine. Hierbei ist zu entscheiden, ob die Werkzeugmaschine als Schrumpmaschine oder als Schlichtmaschine oder als Maschine für allgemeine Zwecke, d. h. als Schrump- und Schlichtmaschine, anzusehen ist.

Bei Schrumpmaschinen ist der Maßstab für die Leistung das Spangewicht i. d. Std. Bei Massendarbeiten kann auch die Stückzahl der in der Stunde aus dem Vollen herausgeschälten Arbeitsstücke benutzt werden. Die Feststellung der Leistung erfordert daher nur einen einfachen Versuch, den man auf jedem Probestand und in jeder Werkstatt durchführen kann. Gewaltproben sollen dabei vermieden werden. Das Ziel des Versuches soll neben einem hohen Spangewicht eine annehmbare Schnittdauer der Werkzeuge und eine genügende Lebensdauer der Maschine sein.

Bei Schlichtmaschinen ist der Maßstab für die Leistung die geschlichtete Fläche oder die Stückzahl i. d. Std.

Werkzeugmaschinen für allgemeine Zwecke dürfen mit der vollen Spanleistung niemals ausgenutzt werden, weil sie dann als Schlichtmaschinen unbrauchbar werden. Man muß sich daher mit geringeren Schrumpleistungen begnügen. In wirtschaftlicher Hinsicht liegt hier entschieden ein Mangel vor, der eine reine Scheidung zwischen Schrump- und Schlichtmaschine fordert. In der Massendarbeit ist diese Scheidung mit der Einführung der Rundschleifmaschine streng durchgeführt. Im allgemeinen Maschinenbau läßt sich die reine Scheidung bei der großen Verschiedenartigkeit der Werkstücke selten durchführen.

Bei dem Leistungsversuch kann die Werkzeugmaschine auf ihren Wirkungsgrad geprüft werden. Der elektrische Antrieb

läßt diese Prüfung leicht zu. Der Arbeitsverbrauch der Maschine läßt sich ja am Volt- und Ampèremeter ablesen und beträgt:

$$N_e = \eta_m \frac{\text{Volt} \times \text{Ampère}}{735} \text{ PS } (\eta_m \text{ des Motors} = 0,8 - 0,85). \text{ Den Wirkungsgrad der Werkzeugmaschine } \eta_w \text{ erhält man aus: } \eta_w = \frac{W_1 \cdot v}{75 \cdot 60 N_e}$$

(Seite 562).

Beispiel: Eine Schruppbank nimmt bei 12 m/Min. Schnittgeschwindigkeit einen Span von 33,4 qmm Querschnitt bei einem Arbeitsaufwand von 15 PS. Die Festigkeit des Rohstoffes ist zu 60 kg/qmm ermittelt.

Schnittdruck  $W_1 = q \cdot K_s \cdot a = 33,4 \cdot 60 \cdot 2,5 = 5010 \text{ kg}$ . Wirkungsgrad der Werkzeugmaschine

$$\eta_w = \frac{W_1 \cdot v}{75 \cdot 60 N_e} = \frac{5010 \cdot 12}{75 \cdot 60 \cdot 15} = 0,89.$$

Der Wirkungsgrad einer Werkzeugmaschine läßt sich wie bei jeder Kraftmaschine auch durch Abbremsen mit dem Bremszaum bestimmen. Das Ergebnis wäre von der Stoffzahl  $a$  unabhängig. Das Messen des Arbeitsverbrauches beim Leerlauf gibt auch Aufklärung über die Reibungswiderstände in der Maschine.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Wirkungsgrades einer Werkzeugmaschine lehrt eine einfache Vergleichsrechnung. Von 2 Werkzeugmaschinen gleicher Spanleistung hat die erste  $\eta_w = 0,8$ , die zweite

$\eta_w = 0,85$ . Braucht die erste Maschine  $N_1 = 20 \text{ PS} = \frac{735 \cdot 20}{1000} = 14,7 \text{ Kw.}$ ,

so ist der Arbeitsaufwand der zweiten  $N_2 = 20 \cdot \frac{0,8}{0,85} = 18,82 \text{ PS} =$

$\frac{735 \cdot 18,82}{1000} = 13,83 \text{ Kw}$ . Bei einem zehnstündigen Arbeitstag würde der

Energieverbrauch der ersten Maschine 147 Kwst. und der zweiten 138,3 Kwst. sein. Bei einem Strompreis von 0,20 M. wäre die tägliche Ersparnis 1,74 M. und bei 300 Arbeitstagen 522 M. durch den besseren Wirkungsgrad der Maschine allein.

Die weitere Prüfung der Werkzeugmaschinen hat sich auf ihre Verwendbarkeit zu erstrecken. Eine Sondermaschine soll in technisch vollendeter Weise ihrem Sonderzweck angepaßt sein. Sie soll in ihrem Geschwindigkeits- und Vorschubwechsel und ihrer sonstigen Ausstattung nicht mehr und nicht weniger aufweisen, als ihr Sonderzweck erfordert. Die Maschine muß gedrungene und kräftige Bauformen zeigen. Alle Handhaben für das Einstellen der Werkzeuge, der Geschwindigkeiten und Vorschübe müssen bequem zur Hand liegen und gefahrlos zu bedienen sein. Besonderes Augenmerk ist auf rasches und sicheres Auf- und Abspannen der Arbeitsstücke zu richten. So nebensächlich diese Forderungen zunächst erscheinen mögen, so wichtig werden sie, wenn man bedenkt, daß mit dem Schnellstahl die reine Arbeitszeit der Maschine wesentlich geringer geworden ist. Zum geordneten Schnellbetrieb gehört



aber, daß die Auf- und Abspannzeiten in günstigem Verhältnis zu den Arbeitszeiten der Maschine stehen. Werkzeugmaschinen für allgemeine Zwecke sind in der Vielseitigkeit ihrer Arbeit zu prüfen. Eine zu weit getriebene Vielseitigkeit kostet allerdings nur Geld und kann selten genügend ausgenutzt werden.

Die letzte allgemeine Prüfbedingung für Werkzeugmaschinen ist die Genauigkeit ihrer Arbeitserzeugnisse. Die Genauigkeit der Arbeit tritt bei Schruppmaschinen gegenüber der Forderung einer großen Spanleistung zurück, da es sich bei diesen Maschinen nur um ein Vorarbeiten der Werkstücke handelt. Bei Schlichtmaschinen und Werkzeugmaschinen für allgemeine Zwecke spielt die Arbeitsgenauigkeit die Hauptrolle. Denn je ungenauer die Maschinenarbeit ist, um so teurer sind die Paßarbeiten und um so größer ist das Heer der Schlosser. Mit dem Vorschreiten der Massenherstellung im Maschinenbau, die ja als ersten Grundsatz die Austauschbarkeit der Massenteile aufstellte, sind an die Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschinen immer höhere Ansprüche gestellt worden. Der alte Begriff „Genauigkeitsmaschine“ mußte erst in die Tat umgesetzt werden, und damit erwachsen dem Werkzeugmaschinenbau neue Aufgaben. Um sie zu lösen, mußten neue Meßwerkzeuge für das Prüfen der Arbeitsstücke erfunden und neue Meßverfahren für das Prüfen der Werkzeugmaschinen aufgestellt werden.

Der erste Grundsatz für das Prüfen einer Genauigkeitsmaschine ist die genaue gegenseitige Lage und der ruhige Gang der das Werkstück und das Werkzeug tragenden Teile der Maschine. Denn genaue Arbeit ist erfahrungsgemäß nur dann zu erreichen, wenn Werkstück und Werkzeug auf der Maschine ihre vorschriftsmäßige Lage genau einnehmen und ihre Bewegungen vollkommen erschütterungsfrei ausführen. Dies hat zur Voraussetzung, daß alle Führungen aufs sauberste bearbeitet sein müssen. Beim Zusammenbau müssen alle Einzelteile auf ihre genaue Lage und ihren ruhigen, schlagfreien Gang geprüft werden. Wird bei dem schrittweisen Aufbau der Maschine jede Prüfung gewissenhaft durchgeführt, so lassen sich die Fehlerquellen leicht feststellen und beseitigen.

Es sollen hier nur die werkstattstechnischen Prüfverfahren besprochen werden. Als Meßwerkzeuge dienen Wasserwage, Lichtspaltzeiger und Fühlhebel. Wasserwage und Fühlhebel geben jede Ungenauigkeit mit einem Ausschlag der Luftblase oder des Zeigers auf einem Maßstabe an. Den Lichtspalt mißt man, indem man dünnes Seidenpapier zwischen Fläche und Zeiger oder Winkel hin- und herschiebt und fühlt, ob es sich an allen Stellen mit derselben Leichtigkeit verschieben läßt.

Bei allen Werkzeugmaschinen hat die Untersuchung mit dem Bett oder Ständer zu beginnen. Das sauber getuschte und geschabte Bett ist auf einer Richtplatte auf die genaue Lage seiner Führungen zu prüfen.

Das Drehbankbett mit Flachführungen wird lang und quer mit der Wasserwage abgetastet (Abb. 974), die überall einspielen muß. Die

gleichlaufenden Seitenführungen können mit Winkel und Reißnadel abgefahren werden, indem man den Lichtspalt mit Seidenpapier mißt, oder auch mit Schieber und Fühlhebel, der nicht ausschlagen darf (Abb. 975). Fehler sind durch Nachschaben zu beseitigen. Dachführungen tragen nur mit den schrägen Dachflächen die nach Abb. 976 unter Benutzung der Meßklötzchen  $m$  lang und quer zu prüfen sind. Die gleiche Richtung der Dachleisten wird am einfachsten mit einem Musterschlitten untersucht.

Der Ständer einer wagerechten Fräsmaschine kann mit Winkel und Wasserwage an den Führungsflächen  $a$  und  $b$  untersucht werden, die unterbrochenen Flächen  $a$  mit einem Lineal auf gleiche Lage

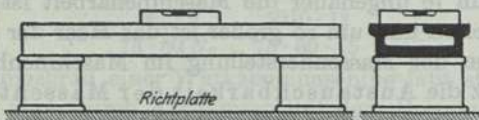


Abb. 974. Prüfen des Drehbankbettes.

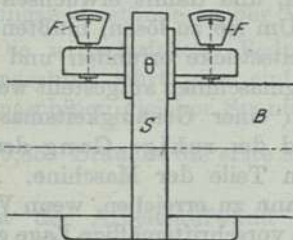


Abb. 975. Prüfen der Bettkanten.

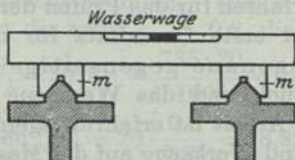


Abb. 976. Prüfen der Dachleisten.

Die Bohrung für den Gegenarm läßt sich mit einem Prüfdorn und Wasserwage abfühlen (Abb. 977 bis 978).

Die Ständer senkrechter Werkzeugmaschinen haben Führungen für den Werkzeugschlitten und den Arbeitstisch. Beide Führungsflächen müssen rechtwinklig zueinander stehen oder gleichlaufend sein. Um letztes festzustellen, prüft man zuerst die Führung des Ständers für den Arbeitstisch mit der Wasserwage. Hierauf wird der Arbeitstisch aufgeschoben und ebenfalls mit der Wasserwage untersucht. Alsdann setzt man nach Abb. 979 und 980 den Prüfwinkel  $W$  an und nimmt mit Seidenpapier einige Zugproben gegen die Flächen  $a$  und  $b$ .

Bei den Werkzeugmaschinen mit kreisender Hauptbewegung spielen die Lage und der Lauf der Hauptspindel eine große Rolle. Die genaue Lage der wagerechten Spindel kann man mit einem Dorn  $d_1$  und durch Entlangfahren eines Fühlhebels  $B$  untersuchen, das Schlagen in der Längsrichtung durch Ansetzen des Fühlhebels bei  $a$  und das Querschlagen bei  $A$  am Dorn  $d$  unter Ziehen am Riemen (Abb. 981 bis 982). Die senkrechte Spindel muß senkrecht

zum Arbeitstisch stehen; ihre Lage prüft man nach Abb. 983 mit der Reißnadel und Seidenpapier, das sich überall gleich leicht verschieben lassen muß, ihren Lauf durch Ansetzen des Fühlhebels.

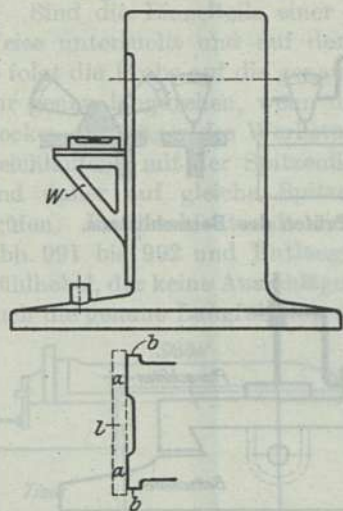


Abb. 977 und 978. Prüfen eines Ständers.

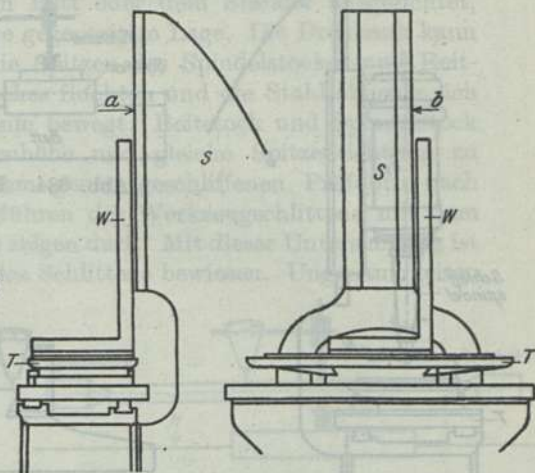


Abb. 979 und 980. Prüfen eines Ständers.

Der Kreuzschlitten der Werkzeugschlitten oder der Arbeitstische wird durch Aufsetzen einer Wasserwaage auf seine Lage geprüft und durch Ansetzen eines Fühlhebels (Abb. 984) auf ruhigen Gang auf dem

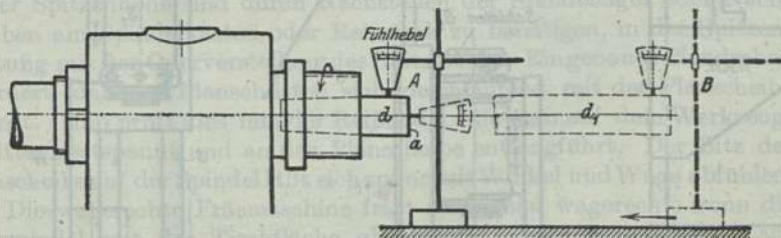


Abb. 981 und 982. Prüfen der Spindel.

Bett. Den Quer- oder Planschlitten fühlt man nach Abb. 985 auf schlagfreien Gang ab. Seine senkrechte Lage zum Langschlitten läßt sich mit Winkel und Reißnadel prüfen. Der senkrecht verstellbare Winkeltisch kann nach Abb. 986 mit Winkel, Reißnadel und Seidenpapier untersucht werden und zwar in 2 Stellungen des Winkels. In gleicher Weise müßte man die Untersuchung der senkrechten Bohr-, Schleif- und Frässlitten vornehmen (Abb. 988 und 989).

Bei den Werkzeugmaschinen mit gerader Hauptbewegung sind die Untersuchungen dieselben. Der Tisch der Hobelmaschine wird mit

der Wasserwaage auf seine Lage und mit dem Fühlhebel auf seinen Gang geprüft. Den Rahmenständer und Querträger kann man nach Abb. 979 und 980 untersuchen. Die obere Führungsfläche des Querträgers läßt

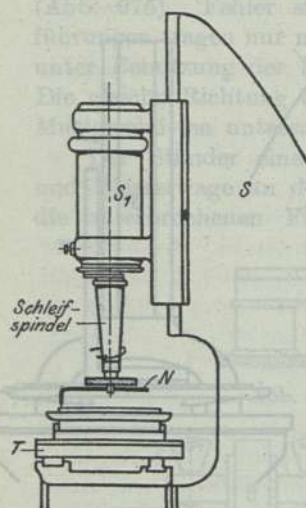


Abb. 983. Prüfen der Spindel.

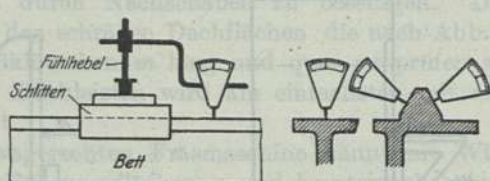


Abb. 984. Prüfen des Bettschlittens.

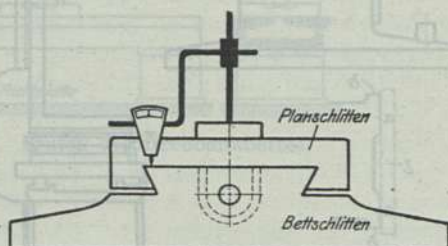


Abb. 985. Prüfen des Kreuzschlittens.

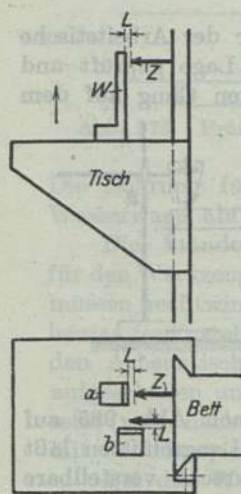
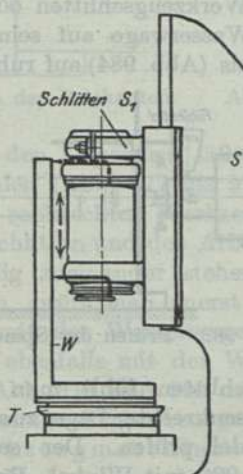
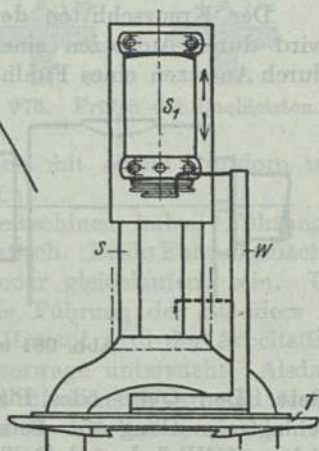
Abb. 986 und 987. Prüfen  
des Winkeltisches.

Abb. 988 und 989. Prüfen eines Schleifschlittens.



sich mit der Waage abfühlen. Der Hobelschlitten ist ein Kreuzschlitten, der nach Abb. 985 zu prüfen ist. Der Stößel der Stoßmaschine wird auf seine Lage nach Abb. 988 und 989 untersucht und der der Stößelhobel-

maschine nach Abb. 990 mit dem Fühlhebel oder mit der Reißnadel. Unebenheiten in den Schlittenführungen sind durch Nachstellen der Stelleisten oder gar durch Nachschaben zu beseitigen.

Sind die Einzelteile einer Werkzeugmaschine in der vorstehenden Weise untersucht und auf dem Bett oder dem Ständer ausgerichtet, so folgt die Probe auf die genaue gegenseitige Lage. Die Drehbank kann nur genau langdrehen, wenn die Spitzen des Spindelstockes und Reitstockes als Träger des Werkstückes fluchten und die Stahlschneide sich gleichlaufend mit der Spitzenlinie bewegt. Reitstock und Spindelstock sind daher auf gleiche Spitzenhöhe und gleiche Spitzenrichtung zu prüfen. Es geschieht mit einem genau geschliffenen Prüfdorn nach Abb. 991 bis 992 und Entlangführen des Werkzeugschlittens mit dem Fühlhebel, der keine Ausschläge zeigen darf. Mit dieser Untersuchung ist auch die genaue Langführung des Schlittens bewiesen. Ungenauigkeiten

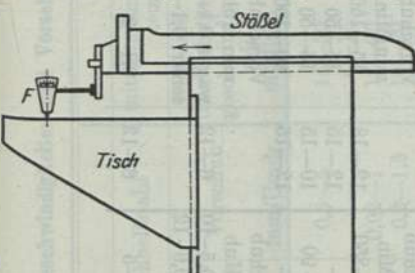


Abb. 990. Prüfen des Stößels.

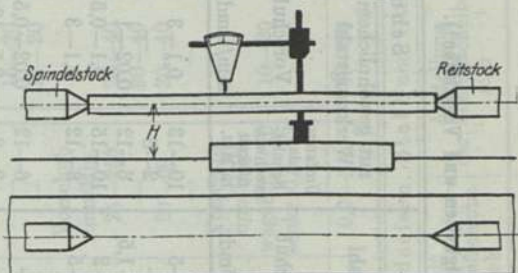


Abb. 991 und 992. Prüfen der Spitzen.

in der Spitzenhöhe sind durch Nachstellen der Spindellager oder Nachschaben am Spindelkasten oder Reitstock zu beseitigen, in der Spitzenrichtung mit der Querverstellung des Reitstockes. Ein genaues Plandrehen erfordert, daß der Planschlitten sich gleichlaufend mit der Planscheibe bewegt. Man prüft dies mit der Reißnadel, die man auf dem Werkzeugschlitten festspannt und an der Planscheibe entlangführt. Der Sitz der Planscheibe auf der Spindel läßt sich zuvor mit Winkel und Wage abfühlen.

Die wagerechte Fräsmaschine fräst nur genau wagerecht, wenn die Frässpindel mit der Tischfläche gleichläuft. Diese gegenseitige Lage von Tisch und Spindel kann man mit einem Prüfdorn und Fühlhebel feststellen. Alle senkrechten Werkzeugmaschinen geben nur genaue Arbeit, wenn die Hauptspindel senkrecht zum Tisch steht (Abb. 983).

Die Tischhobelmaschine hobelt nur genau wagerecht oder senkrecht, wenn die Hobelschlitten des Querträgers und des Ständers nach vorstehenden Regeln untersucht sind.

Die Hauptprobe bleibt immer die Arbeitsprobe, die mit Grenzlehren auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen ist. Ohne die schrittweise Untersuchung der Einzelteile und die Gesamtprüfung der Maschine ist den hohen Anforderungen der Neuzeit nicht mehr zu genügen.

Neuntes Kapitel.  
Berechnungen.

1. Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.

Zahlentafel XVII. Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe<sup>1)</sup>.

Arbeitsverfahren	Gußeisen				Schmiedeeisen			
	mit gewöhnlichem Werkzeugstahl		mit Schnellstahl		mit gewöhnlichem Werkzeugstahl		mit Schnellstahl	
	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.
Drehen . . . . .	6-12	0,1-3	15-20	0,5-5	10-13	0,1-3	20-30	0,5-5
	2-5	—	—	—	2-5	—	—	—
Gewindeschneiden . . . . .	5-10	0,05-1,5	15-20	0,05-1,5	6-12	0,02-1	15-20	0,02-1
	8-12	0,1-0,5	16-20	0,2-2	10-15	0,1-0,5	18-25	0,2-1,5
Ein- und Abstechen mit Spiralbohrer	6-12	0,1-0,3	15-20	0,2-5	8-12	0,1-3	10-20	0,1-2
	—	—	—	—	—	—	—	—
Bohren " Bohrstange . . . . .	5-10	0,02-0,5	—	—	6-12	0,02-0,5	—	—
	3-6	0,5-10	—	—	3-6	0,5-10	—	—
Reiben . . . . .	—	Vorschub mm/Min.	—	Vorschub mm/Min.	—	Vorschub mm/Min.	—	Vorschub mm/Min.
	10-15	15-150	25-40	25-250	12-18	15-150	30-50	30-300
Lang- und Plan- Rund- . . . . .	10-15	20-60	—	—	12-15	15-50	—	—
	9-12	15-75	15-20	25-90	10-15	15-50	16-20	25-70
Fräsen { Gewinde- . . . . .	—	—	—	—	12-15	40-100	—	—
	5-10	Vorschub mm/Hub wäger, 0,1-5 senkr. 0,1-8	10-15	Vorschub mm/Hub wäger, 0,5-10 senkr. 0,6-12	6-12	Vorschub mm Hub wäger, 0,1-5 senkr. 0,1-8	10-15	Vorschub mm/Hub wäger, 0,5-10 senkr. 0,6-12
Hobeln . . . . .	5-10	0,1-2	10-15	0,2-5	6-12	0,1-2	10-15	0,2-5
Stoßen (senkrecht und wagerecht)	5-10	0,1-2	10-15	0,2-5	6-12	0,1-2	10-15	0,2-5

<sup>1)</sup> Hütte II, S. 336.

Zahlentafel XVII. Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe.

Arbeitsverfahren	Maschinenstahl				Bronze, Rotguß, Messing			
	mit gewöhnlichem Werkzeugstahl		mit Schnellstahl		mit gewöhnlichem Werkzeugstahl		mit Schnellstahl	
	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.	Umfangs- oder Schnittgeschwindigkeit m/Min.	Vorschub mm/Umdr.
Drehen . . . . .	8-12	0,1-3	15-25	0,5-5	15-30	0,1-3	20-40	0,1-3
Gewindeschnneiden . . . . .	2-4	—	—	—	6-15	—	—	—
Ein- und Abstechen . . . . .	5-10	0,02-1	12-18	0,02-1	12-20	0,02-1	—	—
{ mit Spiralbohrer . . . . .	6-10	0,1-0,5	15-20	0,2-1,5	16-20	0,1-1	25-35	0,1-1
Bohrstange . . . . .	6-10	0,1-3	12-18	0,1-2	15-20	0,1-3	—	—
„ Kanonenbohrer . . . . .	5-10	0,02-0,5	—	—	15-20	0,02-1	—	—
Reiben . . . . .	3-5	0,5-10	—	—	16-20	0,5-10	—	—
		Vorschub mm/Min.		Vorschub mm/Min.		Vorschub mm/Min.		Vorschub mm/Min.
{ Lang- und Plan- . . . . .	10-15	15-150	25-40	25-250	25-40	25-200	0-70	30-300
Rund- . . . . .	10-15	12-40	—	—	20-40	15-80	—	—
Zahn- . . . . .	8-12	12-40	15-18	20-60	20-40	25-100	—	—
Gewinde- . . . . .	10-12	40-100	—	—	—	—	—	—
		Vorschub mm/Hub		Vorschub mm/Hub		Vorschub mm/Hub		
Hobeln . . . . .	5-10	wager. 0,1-5 senkr. 0,1-8	10-15	wager. 0,5-10 senkr. 0,6-12	10-20	wager. 0,1-6 senkr. 0,1-10	—	—
Stoßen (senkrecht und wagrecht) . . . . .	5-10	0,1-2	10-15	0,2-5	10-20	0,1-2	—	—

Verfahren	Schmiedeeisen, Stahl und Gußeisen		
	Umfangsgeschwindigkeit des Arbeitsstückes m/Min.	Anstellung der Schleifscheibe mm	seitlicher Vorschub mm/Umdr. d. Werkstückes
Schleifen . . . . .	9-15	0,01-0,15	$\frac{2}{5}$ - $\frac{5}{6}$ der Scheibenbreite

## 2. Die Berechnung des Schnittdruckes und des Arbeitsbedarfs einer Werkzeugmaschine.

### a) Der Schnittdruck bei einschneidigen Werkzeugen.

Der an der Schneide des Stahles auftretende Schnittwiderstand oder Schnittdruck  $W_1$  (Abb. 993) wächst mit der Größe des zu nehmenden Spanquerschnittes und der Festigkeit des zu bearbeitenden Stoffes. Der Schnittdruck  $W_1$  steht daher in direktem Verhältnis zum Spanquerschnitt  $q$  und zur Zerreißfestigkeit  $K_z$  des Stoffes.

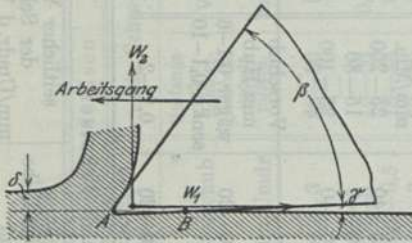


Abb. 993. Schnittdruck.

Da jedoch beim Spanabnehmen größere Reibungswiderstände zu überwinden sind, und auch die Beschaffenheit der Schneide wesentlich mitspielt, so ist bei an Stelle der Zerreißfestigkeit  $K_z$  die Stoffzahl  $K$  zu setzen, die ein Vielfaches von  $K_z$  ist.

der Ermittlung des Schnittdruckes

Danach ist der Schnittdruck:

$$W_1 = q \cdot K \text{ kg.} \quad (1)$$

Diese Gleichung gilt für alle einschneidigen Werkzeuge, wie Drehstähle, Hobelstähle, Stoßmeißel u. dgl.

Der Spanquerschnitt  $q$  läßt sich aus dem Vorschub  $\delta$  in mm und der Spantiefe  $s$  in mm ermitteln:

$$q = \delta \cdot s \text{ qmm.}$$

Die Stoffzahl  $K$  ist  $K = a K_z \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$ .

Werte für  $a$ :

$a = 2,5$  bis  $3,2$  für das Bearbeiten von Schmiedeeisen und Stahl,  
 $a = 4$  bis  $5$  bis  $6$  „ „ „ „ Gußeisen.

Werte für  $K_z$ :

$K_z = 33$ bis $40$	$\frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$	Schweißeisen,
„ = $34$ „ $50$	„	Flußeisen,
„ = $45$ „ $100$	„	Flußstahl,
„ = $45$ „ $70$	„	Stahlguß,
„ = $12$ „ $24$	„	Gußeisen,
„ = $20$	„	Rotguß,
„ = $15$	„	Messing.



Die Stoffzahl  $K$  ist nach H. Fischer:

$K = 70$	bis	$120$	$\frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$	Gußeisen,
„	=	$110$	„	„
„	=	$170$	„	Schmiedeeisen,
„	=	$160$	„	„
„	~	$130$	„	Stahl,
„	=	$50$	„	Stahlguß
„	=	$100$	„	Bronze.

Taylor ermittelte für Gußeisen die Stoffzahl  $K$  abhängig vom Vorschub:

weiches Gußeisen	}	bei großem Vorschub	$K = 50$	$\frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$
		„ kleinem	„	$= 75$ „
hartes Gußeisen	}	bei großem Vorschub	$K = 115$	$\frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$
		„ kleinem	„	$= 140$ „

Wie die Abb. 993 zeigt, drückt sich die Schneide des Stahles um das Stück  $AB$  in das Werkstück ein. Infolgedessen muß auf den Stahl

1. der Druck  $W_1$  in der Arbeitsrichtung auf die Brust der Schneide wirken und
2. der Druck  $W_2$  senkrecht zum Rücken der Schneide.

Soll der Stahl beim Arbeiten nicht „hacken“, so muß der Druck gegen den Rücken der Schneide mindestens ebenso groß sein wie der Druck auf die Schneide. Für die Berechnung der Abmessungen einer Maschine setzt man daher.

$$W_2 = W_1.$$

Ist z. B. der Durchmesser des größten Werkstückes —  $D$  mm, so ist das Drehmoment, das auf die Drehbankspindel wirkt:

$$M = W_1 \frac{D}{2} \text{ kgmm.} \quad (2)$$

Außer diesem Drehmoment wirkt auf die Spindel der Rückdruck  $W_2$ , der sie auf Biegung beansprucht. In gleicher Weise wirkt auch das Gewicht des Werkstückes. Doch ist hierbei zu beachten, daß der Schnittdruck dem Gewicht des Werkstückes entgegenwirkt und so die Spindel teilweise entlastet.

Beispiel für die Berechnung des Schnittdruckes: Auf einer Drehbank ist eine Welle aus Schmiedeeisen von 40 kg Festigkeit abzdrehen. Die Spantiefe ist 5 mm, der Vorschub 2 mm.

$$\text{Schnittdruck } W_1 = q \cdot K.$$

$$\text{Hierin Spanquerschnitt } q = s \cdot \delta = 5 \cdot 2 = 10 \text{ qmm,}$$

$$\text{Stoffzahl } K = a K_s = 3 \cdot 40 = 120 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}},$$

$$W_1 = 10 \cdot 120 = 1200 \text{ kg,}$$

$$W_2 = 1200 \text{ kg.}$$

Die Vorschubkraft hat Taylor zu  $0,45 \cdot W_1$  bis  $0,5 W_1$  ermittelt. Sie ist aber bei stumpfen Schneiden viel größer. Taylor empfiehlt daher, die Vorschubgetriebe, insbesondere die der Schruppmaschinen, für den Schnittdruck  $W_1$  zu berechnen.

### b) Der Schnittdruck bei Lochbohrern.

Der Bohrer schneidet mit zwei Schneiden. Bei jeder Drehung löst jede Schneide die halbe Metallschicht los (Abb. 995). Ist der Bohrvorschub für jede Umdrehung  $\delta$  mm und der Durchmesser des Bohrers  $d$  mm, so nimmt jede Schneide einen Span von dem Querschnitt  $q = \frac{d}{2} \cdot \frac{\delta}{2}$  qmm. An jeder Schneide ist daher der Rückdruck gegen den Rücken.

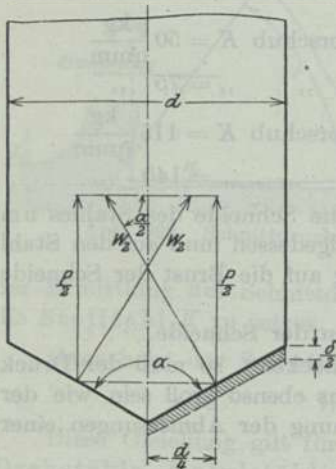


Abb. 994. Bohrdruck.

$$W_2 = qK = \frac{d}{2} \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K \text{ kg.}$$

Aus dem Rückdruck  $W_2$  läßt sich auch der Schaltdruck  $P$  ermitteln, der von der Schaltzahnstange auszuüben ist. Bei dem Spitzenwinkel  $\alpha$  ist nämlich nach Abb. 994

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{P}{W_2}$$

also

$$\frac{P}{2} = W_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{2} \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

und

$$\text{der Schaltdruck } P = 2 \cdot \frac{P}{2} = d \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K \sin \frac{\alpha}{2}.$$

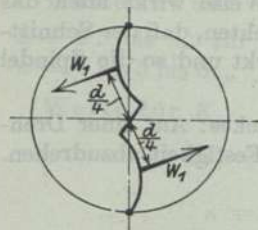


Abb. 995.

Das Drehmoment, das auf den Bohrer und die Bohrspindel kommt, ist nach Abb. 995

$$M = 2 W_1 \cdot \frac{d}{4}.$$

Hierin ist

$$W_1 = W_2.$$

Demnach ist das Drehmoment

$$M = 2 \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K \cdot \frac{d}{4} = \frac{d_2}{8} \cdot \delta \cdot K \text{ kgmm.}$$

Bei gewöhnlichen Bohrern (Spiralbohrern) ist  $\alpha = 120^\circ$ .

Für  $\frac{\alpha}{2} = 60^\circ$  ist:

$$\text{Schaltdruck } P = d \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 0,433 d \cdot \delta \cdot K.$$

$$\text{Drehmoment } M = \frac{d^2}{8} \cdot \delta \cdot K.$$

Bei Kanonenbohrern ist:  $\alpha = 180^\circ$ .

Für  $\frac{\alpha}{2} = 90^\circ$  ist:

$$\text{Schaltdruck } P = d \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = d \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K.$$

$$\text{Drehmoment } M = \frac{d^2}{8} \cdot \delta \cdot K.$$

Beispiel: Ein Loch von 40 mm Durchmesser ist in Gußeisen von 20 kg Festigkeit bei 0,2 mm Vorschub zu bohren.

Schaltdruck  $P = 0,433 \cdot d \cdot \delta \cdot K$ .

Hierin  $d = 40$  mm,  $\delta = 0,2$  mm,  $K = 5 \cdot K_z = 100$  kg,

$$P = 0,433 \cdot 40 \cdot 0,2 \cdot 100 = 346 \sim 350 \text{ kg.}$$

$$\text{Drehmoment } M = \frac{d^2}{8} \cdot \delta \cdot K = 4000 \text{ kgmm.}$$

### c) Der Schnittdruck bei mehrschneidigen Werkzeugen, Fräsern.

Wird das Werkstück dem Fräser (Abb. 996 bis 997) in jeder Sekunde um den Vorschub von  $c$  mm zugeschoben, so nimmt er in jeder Sekunde eine Spanmenge von  $s \cdot b \cdot c$  cbmm.

Um diese Stoffmenge zu zerspanen, muß der Fräser dieselbe Arbeit aufwenden wie ein einschneidiges Werkzeug, das den Span vom Querschnitt  $q = b \cdot s$  qmm mit der Geschwindigkeit von  $c \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$  nehmen

würde. Das einschneidige Werkzeug hätte dabei den Schnittwiderstand  $W_1 = q \cdot K$  mit der Geschwindigkeit von  $c \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$  zu nehmen.

Hierfür würde es einen Arbeitsaufwand beanspruchen von

$$A = W_1 \cdot c = b \cdot s \cdot K \cdot c \text{ mmkg.}$$

Der Fräser hat an den arbeitenden Schneiden den Schnittwiderstand  $W_1$  mit der Umfangsgeschwindigkeit  $v$  zu nehmen. Hierfür ist der Arbeitsbedarf

$$A = W_1 \cdot v \text{ mmkg.}$$

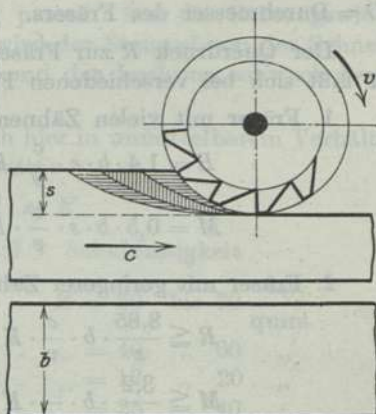


Abb. 996 und 997. Fräsdrehung.

Da der Arbeitsbedarf beider Werkzeugarten gleich ist, so ist

$$W_1 \cdot v = b \cdot s \cdot K \cdot c$$

und der Schnittdruck des Fräsers:

$$W_1 = b \cdot s \cdot K \cdot \frac{c}{v} \text{ kg.}$$

Hierin ist  $b$  = Spanbreite in mm,  $s$  = Spantiefe in mm,  $c$  = Vorschub in  $\frac{\text{mm}}{\text{Sek.}} = \frac{n \cdot \delta}{60}$ , wenn  $\delta$  = Vorschub für 1 Umdrehung ist, und

$v$  = Schnittgeschwindigkeit in  $\frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$

Die Gleichung  $W_1 = b \cdot s \cdot K \cdot \frac{c}{v}$  lehrt, daß auch beim mehrschneidigen Werkzeug der Schnittdruck mit der Spantiefe und der Spanbreite, sowie der Festigkeit des zu bearbeitenden Stoffes wächst. Er wächst ebenso mit der Größe des Vorschubes  $c$ , weil bei großem Vorschub der Fräser in der Sekunde mehr Stoff zu zerspanen hat als bei kleinem Vorschub. Dagegen nimmt der Schnittdruck an den Fräserzähnen mit der Schnittgeschwindigkeit  $v$  ab, weil bei großer Umfangsgeschwindigkeit auf die einzelnen Zähne geringere Spanmengen kommen.

Der quer zur Fräserachse gerichtete Druck ist  $R = \sqrt{W_1^2 + W_2^2} = 1,4 W_1$  und das Drehmoment für die Frässpindel  $M = W_1 \frac{D}{2}$ , hierin  $D$  = Durchmesser des Fräsers.

Der Querdruck  $R$  zur Fräserachse und das widerstehende Moment  $M$  läßt sich bei verschiedenen Fräsern, wie folgt, berechnen:

1. Fräser mit vielen Zähnen:

$$R = 1,4 \cdot b \cdot s \cdot \frac{c}{v} \cdot K$$

$$M = 0,5 \cdot b \cdot s \cdot \frac{c}{v} \cdot K \cdot D \text{ kgmm.}$$

2. Fräser mit geringerer Zähnezahl  $z$  und bei geringer Spantiefe  $s$ :

$$R \leq \frac{8,85}{z} \cdot b \cdot \frac{c}{v} \cdot K \cdot \sqrt{s \cdot D - s^2} \text{ kg,}$$

$$M \leq \frac{3,2}{z} \cdot b \cdot \frac{c}{v} \cdot K \cdot D \cdot \sqrt{s \cdot D - s^2} \text{ kgmm.}$$

3. Zweischneidige Langlochbohrer:

$$R \leq 2,2 \cdot b \cdot \frac{c}{v} \cdot K \cdot D \text{ kg,}$$

$$M \leq 1,1 \cdot b \cdot \frac{c}{v} \cdot K \cdot D^2 \text{ kgmm.}$$

4. Langlochfräser:

$$R = 1,1 \cdot b \cdot D \cdot \frac{c}{v} \cdot K$$

$$M = 0,5 \cdot b \cdot D \cdot \frac{c}{v} \cdot K \cdot D = 0,5 \cdot b \cdot D^2 \cdot \frac{c}{v} \cdot K \text{ kgmm.}$$

Beispiel: Es ist von einem Gußstück von 300 mm Breite eine Schicht von 5 mm Tiefe bei 300 mm Schnittgeschwindigkeit und 2 mm Vorschub i. d. Sek. abzufräsen.

$$\text{Schnittdruck } W_1 = b \cdot s \cdot K \cdot \frac{c}{v} = 300 \cdot 5 \cdot 100 \cdot \frac{2}{300} = 1000 \text{ kg.}$$

$$\text{Druck senkrecht zur Fräserachse } R = 1,4 \cdot W_1 = 1400 \text{ kg.}$$

d) Der Schnittdruck bei Lochwerkzeugen.

Bei den Lochmaschinen (Abb. 953) nimmt man, um glatte Lochwandungen zu erhalten, den Stempeldurchmesser  $d_1 = d - \frac{1}{8} \cdot s$ , wenn  $d$  die Lochweite und  $s$  die Blechstärke in mm ist. Dem Lochring gibt man einen Durchmesser  $d_2 = d + \frac{1}{8} \cdot s$  mm oder man wählt auch  $d_1 = d$  und  $d_2 = d + \frac{1}{4} \cdot s$ . Bei Feinblechen muß zur Vermeidung von Grat der Stempel genau in den Lochring passen. Um die Reibungswiderstände beim Lochen zu vermindern, wird der Stempel von der Schneidkante ab nach oben etwas verjüngt und der Lochring schwach kegelförmig gehalten.

Der Schnittwiderstand steht auch hier in unmittelbarem Verhältnis zu dem herauszuscherenden Querschnitt:

$$W_1 = \pi d \cdot s \cdot K.$$

Die Stoffzahl  $K$  ist hier etwa  $1,7 \times$  Schubfestigkeit

für Stahlblech, weich . . . . .	$K = 60$	bis	70	$\frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$
„ Schmiedeeisen . . . . .	$= 40$	„	60	„
„ „ „ dunkelrot . . . . .	$= 12$	„	20	„
„ Kupferblech . . . . .	$= 25$	„	40	„
„ Zinkblech . . . . .	$= 9$	„	15	„
„ Zinn . . . . .	$= 2$	„	3	„
„ Blei . . . . .	$= 1,5$	„	2,4	„

Der Hub des Stempels ist etwa gleich der 2- bis 3fachen Blechstärke zu nehmen und die Schnittgeschwindigkeit zu 15 bis 20  $\frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$

### e) Der Schnittdruck bei Scheren.

Bei den Scheren (Abb. 951) läßt sich der Schnittdruck in ähnlicher Weise bestimmen.

Bei den gleichlaufenden Scherblättern von der Breite  $b$  ist bei der Blechdicke  $s$ :

$$W_1 = b \cdot s \cdot K.$$

Bei den um den Winkel  $\delta$  gegeneinander geneigten Scherblättern ist nach H. Fischer

$$W_1 = \frac{0,225 s^2}{\operatorname{tg} \delta} \cdot K$$

und für  $\delta = 9^\circ$

$$W_1 = 1,4 s^2 \cdot K.$$

Schnittgeschwindigkeit = 15 bis 30  $\frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$ .

### f) Der Arbeitsbedarf der Werkzeugmaschinen.

Der Arbeitsbedarf einer Werkzeugmaschine hängt von so vielen Umständen ab, daß eine genaue Bestimmung nur durch Messungen erfolgen kann. Jede Rechnung ergibt nur Annäherungswerte.

#### 1. Berechnung des Arbeitsbedarfs aus Schnittdruck und Schnittgeschwindigkeit.

Hat die Maschine den Schnitt mit einer Schnittgeschwindigkeit von  $v$  m i. d. Sek. zu vollziehen, und ist der Schnittwiderstand an der Schneide des Stahles  $W_1$  kg, so ist

$$\text{die reine Schnittarbeit} = W_1 \cdot v \frac{\text{mkg}}{\text{Sek.}} = \frac{W_1 \cdot v}{75} \text{ PS.}$$

Berücksichtigt man die Reibungswiderstände in der Maschine, die ja im Betriebe überwunden werden müssen, durch den Wirkungsgrad  $\eta$ , so ist

der wirkliche Arbeitsbedarf der Werkzeugmaschine

$$N = \frac{W_1 \cdot v}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ PS.} \quad (3)$$

Hierin ist  $W_1$  = Schnittdruck in kg.

$v$  = Schnittgeschwindigkeit in  $\frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$ .

Wirkungsgrade:  $\eta \sim 0,7$  bei Drehbänken, Bohrmaschinen, Fräsmaschinen gewöhnlicher Bauart.

$\eta = 0,6$  bei Hobelmaschinen.

Die Vorschubarbeit, die der Antriebsriemen oder die Antriebsräder des Vorschubes zu leisten haben, ist

$$N_v = \frac{\text{Vorschubkraft} \times \text{Vorschubgeschwindigkeit}}{75}$$

$$N_v = 0,5 W_1 \cdot \frac{n \cdot d}{60} \cdot \frac{1}{75} \text{ bis } W_1 \cdot \frac{n \cdot d}{60} \cdot \frac{1}{75} \text{ PS.}$$

Hierin ist  $\delta$  = Vorschub in  $\frac{\text{m}}{\text{Umdr.}}$  und  $n$  = Umläufe/Min.

1. Beispiel: Wie groß ist der Arbeitsbedarf der Drehbank im Beispiel auf S. 557, wenn die Schnittgeschwindigkeit  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{Min.}} = \frac{20}{60} \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$  ist?

$$N = \frac{W_1 \cdot v}{75} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{1200 \cdot 20}{75 \cdot 60} \cdot \frac{1}{0,7} \sim 7,6 \text{ PS.}$$

Wie groß ist die Arbeit des Vorschubriemens?

Hat die Welle 65 mm Durchmesser, so muß sie bei  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{Min.}}$   
 $n = \frac{v}{\pi d} = \frac{20}{0,204} = 100$  Umläufe machen. Da der Vorschub/Umdr. = 2 mm  
 ist, so ist die Vorschubgeschwindigkeit =  $\frac{n \cdot \delta}{60} = \frac{100 \cdot 0,002}{60} = \frac{1}{300} \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$

$$\text{Demnach ist } N_v = \frac{W_1}{300} \cdot \frac{1}{75} = \frac{1200}{300 \cdot 75} = 0,05 \text{ PS.}$$

2. Beispiel: Wie groß ist der Arbeitsbedarf der Bohrmaschine im Beispiel auf S. 559, wenn die Umfangsgeschwindigkeit des Bohrers  $10 \frac{\text{m}}{\text{Min.}}$  ist.

Nach Abb. 995 tritt der Schnittwiderstand  $W_1$  auf Mitte der beiden Schneiden auf.

Infolgedessen ist

$$N = 2 W_1 \frac{v}{2} \frac{1}{75} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{W_1 v}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ PS.}$$

Der Schnittwiderstand an jeder Schneide ist

$$W_1 = \frac{d}{2} \cdot \frac{\delta}{2} \cdot K = \frac{40}{2} \cdot \frac{0,2}{2} \cdot 100 = 200 \text{ kg.}$$

$$N = \frac{200 \cdot 10}{60 \cdot 75} \cdot \frac{1}{0,7} = 0,64 \text{ PS.}$$

## 2. Die Berechnung des Arbeitsbedarfs aus Spanleistung und Leergangsarbeit.

Der Arbeitsbedarf  $N$  einer Werkzeugmaschine setzt sich zusammen aus der Leergangsarbeit  $N_1$ , und der Nutzarbeit  $N_2$ . Hiernach wäre

$$N = N_1 + N_2 \text{ PS.}$$

Die Leergangsarbeit  $N_1$  wird im wesentlichen von der Größe der Maschine, der Anzahl ihrer Vorgelege und deren Umdrehungen abhängen.

Die Nutzarbeit  $N_2$  hat E. Hartig auf das Gewicht der in einer Stunde abgedrehten Späne bezogen. Leistet die Maschine in 1 Std.  $G$  kg Späne, und ist  $\varepsilon$  der Arbeitsaufwand in PS. für  $1 \frac{\text{kg}}{\text{Std.}}$ , so ist

$$N_2 = \varepsilon G.$$

Werte für  $\varepsilon$  und  $N_1$  nach Hartig.

1. Drehbänke <sup>1)</sup>: Bei einem mittleren Spanquerschnitt  $q = 2,8$  qmm ist für

Gußeisen . . . . .  $\varepsilon = 0,069$  PS.,

Schmiedeeisen . . . . . „ = 0,072 „

Stahl . . . . . „ = 0,104 „

$$N_1 = 0,1 \text{ bis } 0,7 \text{ PS.}$$

2. Lochbohrmaschinen mit Spitzbohrern vom Durchm.  $d_{mm}$ :

Gußeisen, trocken . . . . .  $\varepsilon = 0,135 + \frac{0,135}{d_{mm}}$ ,

Schmiedeeisen, mit Öl geschmiert . . . . . „ =  $0,135 + \frac{0,55}{d_{mm}}$ .

$$N_1 = 0,05 \text{ bis } 0,5 \text{ PS.}$$

3. Ausbohrmaschinen:

Gußeisen . . . . .  $\varepsilon = 0,034 + \frac{0,13}{q}$ ,

$q =$  Spanquerschnitt in qmm.

$$N_1 = 0,05 \text{ bis } 0,3 \text{ PS.}$$

4. Fräsmaschinen <sup>2)</sup>:

Gußeisen . . . . .  $\varepsilon = 0,07$

Gußhaut . . . . . „ = 0,24.

$$N_1 = 0,55 \text{ bis } 0,1 \text{ PS.}$$

5. Hobelmaschinen:

Graues Gußeisen . . . . .  $\varepsilon = 0,034 + \frac{0,13}{q}$ ,

Schmiedeeisen . . . . . „ = 0,114,

Stahl . . . . . „ = 0,246,

Bronze . . . . . „ = 0,028.

$q =$  Spanquerschnitt in qmm.

$$N_1 = 0,6 \text{ bis } 0,1 \text{ PS.}$$

6. Lochmaschinen:

$$N = N_1 + N_2.$$

$$N_1 = 0,16 \text{ bis } 0,82 \text{ PS.}$$

$$N_2 = 3,71 \alpha F.$$

<sup>1)</sup> WT 1907, S. 80, 366, 391.

<sup>2)</sup> WT 1907, S. 22.



$\alpha = 0,25 + 0,0145 s$ , hierin  $F =$  Schnittfläche in  $\frac{\text{qm}}{\text{Std.}}$  und  $s =$  Blechstärke in mm.

Aufgabe: Auf einer Drehbank soll eine Welle von 120 mm Durchmesser abgedreht werden bei einer Spanstärke von 7 mm und einem Vorschub von 0,4 mm. Die Schnittgeschwindigkeit sei  $100 \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$ . Welchen Arbeitsaufwand verlangt die Maschine?

Die Umdrehungen der Maschine:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60},$$

$$100 = \frac{\pi \cdot 120 \cdot n}{60},$$

$$n = 16.$$

Die Maschine muß also, um die Schnittgeschwindigkeit von 100 mm auszunutzen, in der Minute 16 Umläufe machen. Bei jeder Umdrehung schiebt die Maschine den Stahl um 0,4 mm vor, also ist der Vorschub in der Minute = 0,4 · 16 mm und in der Stunde = 0,4 · 16 · 60 = 384 mm = 3,84 dm. Es wird also in der Stunde eine Spansäule abgedreht, die 120 mm äußeren Durchmesser und 106 mm inneren Durchmesser hat. Das Gewicht dieser Spansäule wäre demnach:

$$G = \left( \frac{1,2^2 \pi}{4} - \frac{1,06^2 \pi}{4} \right) \cdot 3,84 \cdot 7,8 = 7,5 \text{ kg},$$

wenn 7,8 das Einheitsgewicht ist.

Für dieses stündliche Spangewicht von 7,5 kg wäre eine Nutzarbeit aufzuwenden von:

$$N_2 = \varepsilon \cdot G = 0,072 \cdot 7,5 = 0,54 \text{ PS.}$$

$$N_1 = 0,3 \text{ PS.}$$

$$\text{Arbeitsaufwand } \bar{N} = N_1 + N_2 = 0,84 \text{ PS.}$$

### 3. Berechnung des Arbeitsbedarfs aus dem Stromverbrauch:

$$N = \frac{\text{Volt} \times \text{Amp.}}{735} \cdot \eta_m \quad (\eta_m = \text{Wirkungsgrad des Motors})$$

## 4. Die Berechnung der Antriebe von Werkzeugmaschinen.

### a) Die Berechnung der Stufenscheibe und Rädervorgelege.

Will man bei einer Werkzeugmaschine die Schnittgeschwindigkeit ausnutzen, so muß die Maschine verschiedene Umdrehungen haben. Diese Umdrehungen ordnet man in der Regel nach einer geometrischen Reihe. Sind z. B.  $z$  verschiedene Umdrehungen geplant, so wäre ihre Reihe:

$$n_1, \quad n_2, \quad n_3, \quad \dots \quad n_z.$$

Nach der geometrischen Reihe ist hierin:

$$n_2 = n_1 \varphi, \quad n_3 = n_2 \varphi = n_1 \varphi^2, \quad n_4 = n_1 \varphi^3, \quad \dots$$

$$(1) \quad n_z = n_1 \varphi^{z-1}.$$

Für gewöhnlich sind die größte und die kleinste Umdrehungszahl vorgeschrieben, so daß der Quotient  $\varphi$  der Reihe aus (1) berechnet werden kann auf Grund der Beziehung:

$$(2) \quad \varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_z}{n_1}}$$

In gleicher Weise läßt sich die Anzahl  $z$  der verschiedenen Umdrehungen aus Gleichung (1) bestimmen, sobald  $\varphi$  angenommen wird.

$$(3) \quad z = 1 + \frac{\lg \left( \frac{n_z}{n_1} \right)}{\lg \varphi}$$

In der Regel  $\varphi = 1,25$  bis 2.

Die Berechnung der Rädervorgelege.

Richtet man in dem Spindelstock ein doppeltes Rädervorgelege ein, so hat man die geometrische Reihe der Umdrehungen in zwei Gruppen von je  $\frac{z}{2}$  Gliedern zu zerlegen. Hiernach sind die Umdrehungen:

ohne Vorgelege  $n_1 \varphi^{z-1}, n_1 \varphi^{z-2}, \dots, n_1 \varphi^{z-\frac{z}{2}} = n_1 \varphi^{\frac{z}{2}}$

mit Vorgelegen  $n_1 \varphi^{\frac{z}{2}-1}, n_1 \varphi^{\frac{z}{2}-2}, \dots, n_1$ .

Läuft die Maschine mit Vorgelegen, so ist ihre kleinste Umlaufzahl  $n_1$ . Werden die Vorgelege von der Übersetzung  $i$  ausgerückt, und liegt der Riemen auf der größten Scheibe, so läuft die Maschine nach der obigen Reihe mit  $n_1 \varphi^{\frac{z}{2}}$  Umdrehungen, also muß

$$n_1 \varphi^{\frac{z}{2}} \cdot i = n_1 \text{ sein.}$$

Hieraus läßt sich die Übersetzung der Rädervorgelege berechnen:

$$(4) \quad i = \frac{1}{\varphi^{\frac{z}{2}}}$$

Die Umläufe des Deckenvorgeleges.

Nimmt man für den Spindelstock und das Deckenvorgelege zwei gleiche Stufenscheiben, so lassen sich die Umläufe  $n$  des Deckenvorgeleges berechnen aus der Beziehung (Abb. 998):

$$n d_1 = n_z \cdot \frac{d_z}{2} \quad \left( \text{Riemen an der Maschine auf } \frac{d_z}{2} \right),$$

$$n \frac{d_z}{2} = n_1 \varphi^{\frac{z}{2}} \cdot d_1 \quad \left( \text{Riemen an der Maschine auf } d_1 \right),$$

$$n^2 = n_z n_1 \varphi^{\frac{z}{2}}$$

Nach Gleichung (1) ist:  $n_1 = \frac{n_z}{\varphi^{z-1}}$ . Dies eingesetzt, ergibt:

$$n^2 = \frac{n_z^2 \varphi^{\frac{z}{2}}}{\varphi^{z-1}}$$

$$n^2 = n_z^2 \varphi^{-\frac{z}{2}+1} = \frac{n_z^2}{\varphi^{\frac{z}{2}-1}}$$

Umläufe des Deckenvorgeleges:

$$(5) \quad n = \frac{n_z}{\sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-1}}}$$

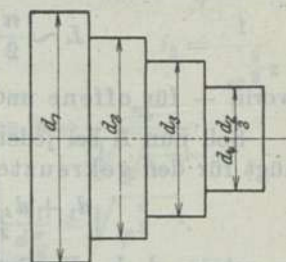


Abb. 998. Stufenscheibe.

Die Berechnung der Scheibendurchmesser.

Nach Abb. 998 ist:  $\frac{d_1}{d_{\frac{z}{2}}} = \frac{n_z}{n}$  und nach Einführung der Gl. 5.

$$(6) \quad \frac{d_1}{d_{\frac{z}{2}}} = \sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-1}}$$

Hierin wird der kleinste Scheibendurchmesser  $d_{\frac{z}{2}}$  in der Regel durch den Aufbau gegeben sein (Abb. 47), so daß aus Gleichung (6) der größte Scheibendurchmesser  $d_1$  berechnet werden kann.

Größter Scheibendurchmesser:

$$d_1 = d_{\frac{z}{2}} \cdot \sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-1}}$$

Für die Zwischenstufen ergeben sich:

$$(7) \quad \frac{d_2}{d_{\frac{z}{2}-1}} = \frac{n_z - 1}{n} = \frac{n_1 \varphi^{z-2}}{n_z} \sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-1}} = \frac{\varphi^{z-2}}{\varphi^{z-1}} \cdot \sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-1}} = \frac{\sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-1}}}{\varphi}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d_2}{d_{\frac{z}{2}-1}} = \sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-3}} \\ \frac{d_3}{d_{\frac{z}{2}-2}} = \sqrt{\varphi^{\frac{z}{2}-5}} \end{array} \right.$$

In diesen Gleichungen sind die Durchmesser  $d_{\frac{z}{2}-1}$  und  $d_{\frac{z}{2}-2}$  auf Grund der gleichbleibenden Riemenlänge  $L$  zu berechnen. Sind  $d_1$  und  $d_{\frac{z}{2}}$

nach Gl. 6 bekannt, und ist  $e$  der Achsenabstand, so ergibt sich die Riemenlänge  $L$  aus:

$$L \sim \frac{\pi}{2} (d_1 + d_{\frac{z}{2}}) + 2e + \frac{(d_1 - d_{\frac{z}{2}})^2}{4e},$$

worin — für offene und + für gekreuzte Riemen gilt.

Soll nun  $L$  bei jedem folgenden Stufenpaar gleich bleiben, so genügt für den gekreuzten Riemen

$$d_1 + d_{\frac{z}{2}} = d_2 + d_{\frac{z}{2}-1} = d_3 + d_{\frac{z}{2}-2}$$

zu setzen, d. h. die Summe der zusammengehörigen Scheibendurchmesser muß stets gleich bleiben.

Bei einer vierstufigen Scheibe müßte daher sein

$$d_1 + d_4 = d_2 + d_3 \dots = \text{konst.}$$

Bei dem offenen Riemen genügt diese Bedingung nur, wenn

$$e \geq 10 \left( d_1 - d_{\frac{z}{2}} \right) \geq 10 (d_{\max} - d_{\min}).$$

Ist der Achsenabstand  $e$  kleiner, und wird bei dem folgenden Stufen-

paar die Übersetzung  $\psi = \frac{d_2}{d_{\frac{z}{2}-1}} = \sqrt[3]{\varphi^{\frac{z}{2}-3}}$  (7) verlangt, so ermittelt

man  $d_{\frac{z}{2}-1}$  aus:

$$\frac{1}{4} d^2 (\psi - 1)^2 + \pi (\psi + 1) e \cdot \frac{d_{\frac{z}{2}-1}}{2} + 2e^2 = eL$$

und

$$d_2 = \psi \cdot d_{\frac{z}{2}-1}$$

Bei der vierläufigen Stufenscheibe mit Vorgelege ergibt sich also  $d_3$  aus:

$$\left( \frac{d_3}{2} \right)^2 (\psi - 1)^2 + \pi (\psi + 1) e \cdot \frac{d_3}{2} + 2e^2 = eL$$

und

$$d_2 = \psi \cdot d_3.$$

Sind keine Rädervorgelege vorhanden, so ist in die Gleichungen (5), (6) und die folgenden statt  $\frac{z}{2}$  die Größe  $z$  einzuführen.

Sind 3 Rädervorgelege einzubauen, so ist in allen Gleichungen statt  $\frac{z}{2}$  der Exponent  $\frac{z}{3}$  zu setzen. Danach wäre die

$$(4a) \text{ Übersetzung des 1. und 3. Rädervorgeleges } i_1 = \frac{1}{\varphi^3},$$

$$,, \quad ,, \quad 2. \text{ und } 3. \quad ,, \quad i_2 = \frac{1}{\varphi^3} z$$

$$(5a) \text{ Umläufe des Deckenvorgeleges } n = \frac{n_z}{\sqrt{\varphi^{\frac{z}{3}-1}}}$$

$$(6a) \text{ Scheibendurchmesser } \frac{d_1}{d_{\frac{z}{2}}} = \sqrt{\varphi^{\frac{z}{3}-1}}.$$

Die Praxis wählt die aufeinander folgenden Stufen vielfach nach einer arithmetischen Reihe.

Ist daher der kleinste Stufendurchmesser  $d_{\frac{z}{2}}$  angenommen worden und der größte  $d_1$  aus Gleichung (6) bestimmt, so wäre bei einer Stufenzahl  $\frac{z}{2}$

$$d_1 = d_{\frac{z}{2}} + \left( \frac{z}{2} - 1 \right) d$$

und der Unterschied der Reihe

$$d = \frac{d_1 - d_{\frac{z}{2}}}{\left( \frac{z}{2} - 1 \right)}$$

Demnach

$$(7a) \quad \begin{cases} d_{\frac{z}{2}-1} = d_{\frac{z}{2}} + d \\ d_{\frac{z}{2}-2} = d_{\frac{z}{2}} + 2d. \end{cases}$$

Die Rechnung vereinfacht sich noch etwas, wenn die Umlaufszahl des Deckenvorgeleges gleich angenommen wird.

1. Aufgabe: Es ist eine Drehbank mit Stufenscheibenantrieb zu berechnen. Sie soll 15 Geschwindigkeiten haben, die kleinste Umlaufzahl sei 25, die größte 600 i. d. Min. Die Bank soll Späne von 1,7 qmm Querschnitt bei 20 m Schnittgeschwindigkeit und Stahl von 50 kg Festigkeit nehmen (Abb. 999 und 1000).

Gegebene Werte:  $n_1 = 25$ ,  $n_{15} = 600$ ,  $z = 15$ ,  $q = 1,7$  qmm,  $Kz = 50 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$

$$v = 20 \frac{\text{m}}{\text{Min.}}$$

### 1. Berechnung der fünfblätigen Stufenscheibe.

$$\text{Quotient der geometrischen Reihe } \varphi = \sqrt[z-1]{\frac{n_z}{n_1}} = \sqrt[14]{\frac{600}{25}} = 1,255,$$

$$\varphi = 1,255.$$

Größter Stufendurchmesser  $d_1 = d_5 \sqrt{\frac{z}{\varphi^3} - 1} = d_5 \varphi^2$ .

Nach Zeichnung erhält die kleinste Stufe  $d_5 = 180 \text{ mm } \varnothing$ , also

$$d_1 = 180 \cdot 1,255^2 = 284 \text{ mm } \varnothing.$$

$$\text{Sprung der Stufen } d = \frac{d_1 - d_5}{\frac{z}{3} - 1} = \frac{284 - 180}{4} = 26,$$

Zwischenstufendurchmesser  $d_4 = d_5 + d = 180 + 26 = 206,$   
 $d_3 = d_4 + d = 206 + 26 = 232,$   
 $d_2 = d_3 + d = 232 + 26 = 258.$

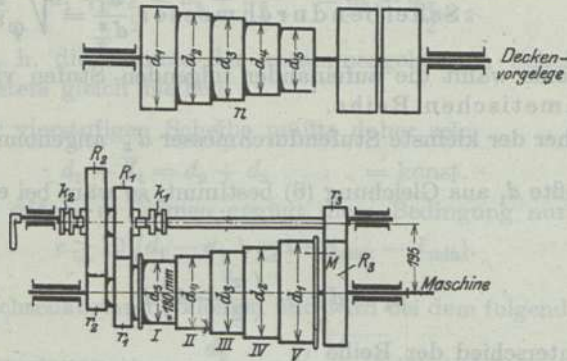


Abb. 999 und 1000. Plan des Antriebes.

Die Stufenbreite ist aus der Riemenbreite zu bestimmen, die sich aus der Durchzugskraft des Riemens ermitteln läßt.

$$\text{Die Riemenleistung ist } N = \frac{Z \cdot v_r}{75},$$

wenn  $Z$  die Durchzugskraft des Riemens in  $\text{kg}$  und  $v_r$  die Riemen­geschwindigkeit in  $\frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$  ist.

Beim Bearbeiten der schwersten Werkstücke liegt der Riemen im Deckenvorgelege auf der 180er Stufe. Dann ist  $v_r = \frac{\pi \cdot 0,180 \cdot n}{60}$ , wenn  $n$  die Umläufe des Deckenvorgeleges sind.

Umläufe des Deckenvorgeleges nach Gl. 5a:

$$n = \frac{n_z}{\sqrt{\frac{z}{\varphi^3} - 1}} = \frac{600}{\sqrt{\varphi^4}} = \frac{600}{1,255^2} = 382.$$

$$n = 382.$$

Die Riemen­geschwindigkeit ist daher  $v_r = \frac{\pi \cdot 0,180 \cdot 382}{60} = 3,6 \text{ m.}$

Nach Abb. 1001 ist bei einem Stufendurchmesser von 180 mm und einer Riemen­geschwindigkeit von  $3,6 \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$  die Nutzlast auf 1 cm Riemen­breite

$p \approx 3,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$ . Wird der Riemen  $b$  cm breit, so ist

die Durchzugskraft  $Z = p \cdot b \text{ kg.}$

Der Arbeitsbedarf der Bank ist nach Gl. 3, S. 562:  $N = \frac{W_1 v}{75} \cdot \frac{1}{\eta}$  PS.

Hierin ist der Schnittwiderstand  $W_1 = q \cdot K = 1,7 \cdot 2,5 \cdot 50 \approx 210$  kg und  
 $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{Min.}} = \frac{20}{60} \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$ ;  $\eta = 0,7$  angenommen, also:

$$N = \frac{210 \cdot 20}{60 \cdot 75} \cdot \frac{1}{0,7} = 1,4 \text{ PS.}$$

Arbeitsbedarf der Bank  $N = 1,4$  PS.

Riemenbreite: Es war

$$N = \frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{p \cdot b \cdot v_r}{75},$$

$$1,4 = \frac{3,5 \cdot b \cdot 3,6}{75}; \text{ hieraus } b = 8 \text{ cm.}$$

Riemenbreite  $b = 80$  mm,

Stufenbreite = 90 mm,

Durchzugskraft  $Z = p \cdot b = 3,5 \cdot 8 = 28$  kg.

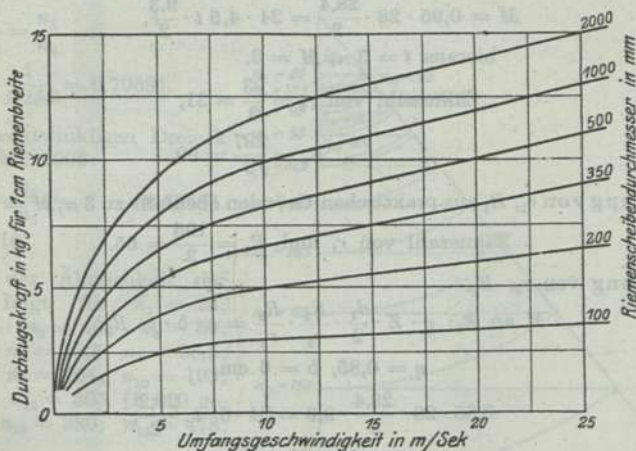


Abb. 1001. Tafel über die zulässige Riemenbelastung in  $\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$ .

## 2. Berechnung der Rädervorgelege.

Übersetzung der Vorgelege  $\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{z} = \frac{1}{\varphi^5} = \frac{1}{1,255^5} = \frac{1}{3}$ .

Setzt man nach Abb. 999 und  $1000 \cdot r_1 = R_1$ , so ist  $\frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{3}$ .

Übersetzung der Vorgelege  $\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{z} = \frac{1}{\varphi^{10}} = \frac{1}{1,255^{10}} = \frac{1}{9,6}$ .

Da  $\frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{3}$ , so ist  $\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{9,6}$  und

$$\frac{r_2}{R_2} = \frac{1}{3,2}.$$

Nach Abb. 1000 ist

$$r_1 + R_1 = r_3 + R_3 = r_2 + R_2 = 195 \text{ mm.}$$

Räder  $r_1, R_1$ : Da  $r_1 = R_1$  ist, so erhält  $r_1 = 195 \text{ mm } \emptyset$  und  $R_1 = 195 \text{ mm } \emptyset$ .

Räder  $r_3, R_3$ :  $r_3 + R_3 = 195$ .

$$\frac{r_3}{R_3} = \frac{1}{3}$$

$$r_3 = 98 \text{ mm } \emptyset, R_3 = 292 \text{ mm } \emptyset.$$

Räder  $r_2, R_2$ :  $r_2 + R_2 = 195$ .

$$\frac{r_2}{R_2} = \frac{1}{3,2}$$

$$r_2 = 93 \text{ mm } \emptyset, R_2 = 297 \text{ mm } \emptyset.$$

Teilung der Räder  $r_2, R_2$ .

Moment an  $r_2$ :  $M = \eta Z \frac{d_1}{2} = c b \cdot t \cdot r_2$ ;

hierin  $c = 0,07 \cdot k_b = 0,07 \cdot 340 = 24$  und  $b = 4,5 \text{ cm}$ , ( $k_b = 340 \text{ kg}$  Gußeisen).

$$M = 0,95 \cdot 28 \cdot \frac{28,4}{2} = 24 \cdot 4,5 \cdot t \cdot \frac{9,3}{2},$$

hieraus  $t = 3 \pi$ ,  $M = 3$ .

$$\text{Zähnezahl von } r_2 = \frac{93}{3} = 31,$$

$$\text{,, ,, } R_2 = \frac{297}{3} = 99.$$

Teilung von  $r_1, R_1$  aus praktischen Gründen ebenfalls zu  $3 \pi$ ,  $M = 3$  gewählt.

$$\text{Zähnezahl von } r_1 \text{ und } R_1 = \frac{195}{3} = 65.$$

Teilung von  $r_3, R_3$ .

$$M \text{ an } R_3: \eta \cdot Z \cdot \frac{d_1}{2} \cdot \frac{R_2}{r_2} \cdot \frac{R_3}{r_3} = c \cdot b \cdot t \cdot R_3,$$

$$\eta = 0,85, b = 6 \text{ cm},$$

$$0,85 \cdot 28 \cdot \frac{28,4}{2} \cdot 9,6 = 24 \cdot 6 \cdot t \cdot \frac{29,2}{2},$$

$$t = 5 \pi, M = 5.$$

$$\text{Zähnezahl von } r_3 = \frac{98}{5} = 19 \text{ und } r_3 = 95 \text{ mm } \emptyset,$$

$$\text{,, ,, } R_3 = \frac{292}{5} = 59 \text{ und } R_3 = 295 \text{ mm } \emptyset.$$

$$\left. \begin{array}{l} r_3 + R_3 = 47,5 \\ + 147,5 = 195 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

### 3. Theoretische Umläufe der Maschine.

$$n_1 = 25$$

$$n_2 = 25 \cdot 1,255 = 31$$

$$n_3 = 25 \cdot 1,255^2 = 39$$

$$n_4 = 25 \cdot 1,255^3 = 49$$

$$n_5 = 25 \cdot 1,255^4 = 61$$

$$n_6 = 77$$

$$n_7 = 97$$

$$n_8 = 122$$

$$n_9 = 153$$

$$n_{10} = 193$$

$$n_{11} = 243$$

$$n_{12} = 303$$

$$n_{13} = 382$$

$$n_{14} = 477$$

$$n_{15} = 600$$

Abmessungen der Stufenscheiben: Stufen- $\emptyset$  180, 206, 232, 258, 284 mm, Stufenbreite = 90 mm.

Umläufe des Deckenvorgeleges = 382 i. d. Min., Riemenbreite = 80 mm.



## Abmessungen der Räder.

Bezeichnung	Zähnezahl	Stichzahl M	Teilkreis- Ø mm	Kopfkreis- Ø mm	Breite mm	Stoff
$r_1$	65	3	195	201	45	Gußeisen
$R_1$	65	3	195	201	45	"
$r_2$	31	3	93	99	45	Bronze
$R_2$	99	3	297	303	45	Gußeisen
$r_3$	19	5	95	105	60	"
$R_3$	59	5	295	305	60	"

## Zeichnerische Lösung.

1. Umläufe der Maschine:

Nach der geometrischen Reihe ist:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{n_3}{n_4} \dots \frac{1}{\varphi}$$

$$= \frac{1}{1,255} = 0,79681.$$

Im rechtwinkligen Dreieck ist nach Abb. 1002:

$$\cos \alpha = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \dots = 0,79681.$$

$$\alpha = 37^{\circ} 10'$$

Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke folgt für  $n_1 = 25$ ;  $n_2 = 31,5$ ;  $n_3 = 40$ ;  $n_4 = 50$ ;  $n_5 = 62,5$ ;  $n_6 = 78,5$ ;  $n_7 = 98,5$ ;  $n_8 = 123$ ;  $n_9 = 154$ ;  $n_{10} = 193$ ;  $n_{11} = 243$ ;  $n_{12} = 305$  (1 : 10 gezeichnet);  $n_{13} = 380$ ;  $n_{14} = 478$ ;  $n_{15} = 600$ .

2. Umläufe des Dekkenvorgeleges:

$$\frac{d_1}{d_5} = \frac{n_{15}}{n} \quad \text{und} \quad \frac{d_1}{d_5} = \frac{n}{n_{11}}$$

$$\frac{n_{15}}{n} = \frac{n}{n_{11}}$$

Dieser Ausdruck ist in Abb.

1003 dargestellt, in der  $n$  die mittlere Proportionale zwischen  $n_{15}$  und  $n_{11}$  ist. Nach Zeichnung ist  $n = 380$ .

3. Stufenscheibe:

In Abb. 1004 ist gezeichnet:

$$\frac{d_1}{d_5} = \frac{n_{15}}{n} = \frac{600}{380}$$

$$\frac{d_2}{d_4} = \frac{n_{14}}{n} = \frac{478}{380}$$

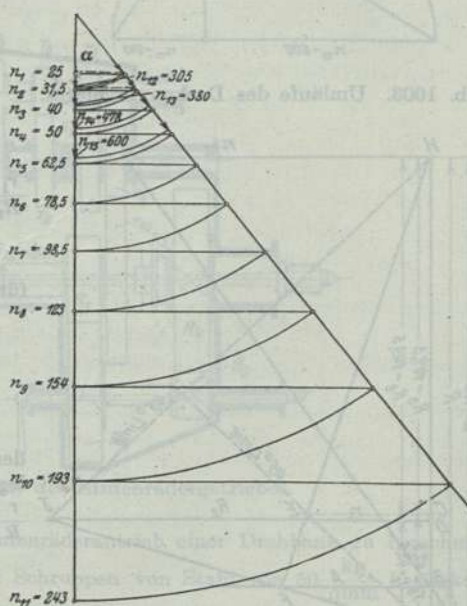


Abb. 1002. Ermittlung der Umläufe.

$$\frac{d_3}{d_3} = \frac{n_{13}}{n} = \frac{380}{380}$$

$$\frac{d_4}{d_2} = \frac{n_{12}}{n} = \frac{305}{380}$$

$$\frac{d_5}{d_1} = \frac{n_{11}}{n} = \frac{243}{380}$$

Bei der Annahme  $d_5 = 180$  mm ist nach Zeichnung  $d_4 = 206$  mm,  $d_3 = 232$  mm,  $d_2 = 258$  mm,  $d_1 = 284$  mm.

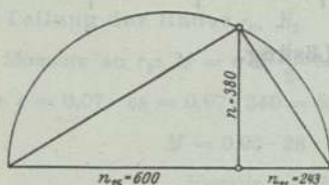


Abb. 1003. Umläufe des Deckenvorgeleges.

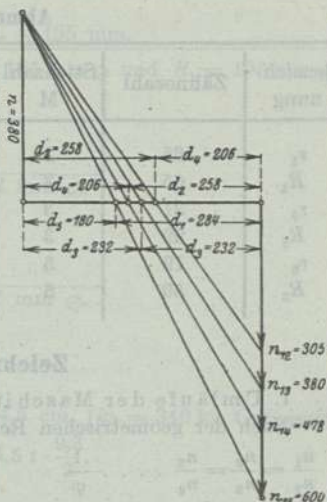


Abb. 1004. Stufendurchmesser.

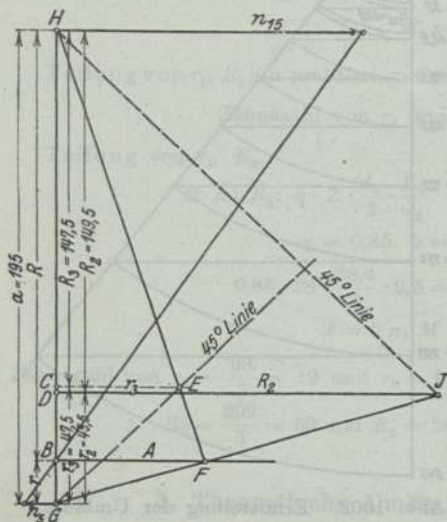


Abb. 1005. Durchmesser der Vorgelegeräder.

## 4. Rädervorgelege:

$$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{n_{10}}{n_{15}} = \frac{193}{600}, \text{ hierin } \frac{r_1}{R_1} = 1$$

$\frac{r_3}{R_3} = \frac{n_{10}}{n_{15}} = \frac{193}{600}$  ist in Abb. 1005 für  $a = 195$  gezeichnet:

$$r_3 = 47,5, R_3 = 147,5.$$

$$r_1 = R_1 = 97,5.$$

$$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{n_5}{n_{15}} = \frac{62,5}{600}$$

Zur zeichnerischen Ermittlung denkt man sich das Doppelvorgelege durch ein einfaches Vorgelege  $\frac{r}{R}$  ersetzt, so ist

$$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = \frac{r}{R} = \frac{r \cdot A}{R \cdot A} \text{ oder}$$

$$\frac{r_2}{R_2} = \frac{A}{R} \text{ und } \frac{r_2}{R_2} = \frac{r}{A}.$$

Um diese Ausdrücke zu zeichnen, ist in Abb. 1005:

1. Der Achsenabstand  $a = 195$  mm in  $\frac{r}{R} = \frac{n_5}{n_{15}} = \frac{62,5}{600}$  zerlegt und in B eine Wagerechte gezogen.
2. In G und H sind die  $45^\circ$ -Linien gezogen.
3.  $GC = r_3 = 47,5$  mm aufgetragen und  $CE = r_3$  gezogen.
4. Linie  $HE$  bis zum Schnitt mit  $BF$ .
5. Linie  $GF$  bis zum Schnitt mit  $45^\circ$ -Linie aus H.

Jetzt ist im  $\Delta ECH$  und im  $\Delta FBH$

$$\frac{r_3}{R_3} = \frac{A}{R}$$

und im  $\Delta JDG$  und  $\Delta FBG$

$$\frac{r_2}{R_2} = \frac{r}{A}$$

Nach Zeichnung  $r_2 = 45,5$  mm;  $R_2 = 149,5$  mm.

Alle Halbmesser müssen noch auf die Stichzahl  $d$  M der Teilung geprüft werden. (Schalttafel zu Abb. 1000 auf S. 576 und 577.)

## b) Die Berechnung der Stufenrädergetriebe.

Die Stufenrädergetriebe werden in gleicher Weise wie die Stufenscheiben nach der geometrischen Reihe berechnet. Man hat nur die Stufen der Scheiben durch entsprechende Räderpaare zu ersetzen.

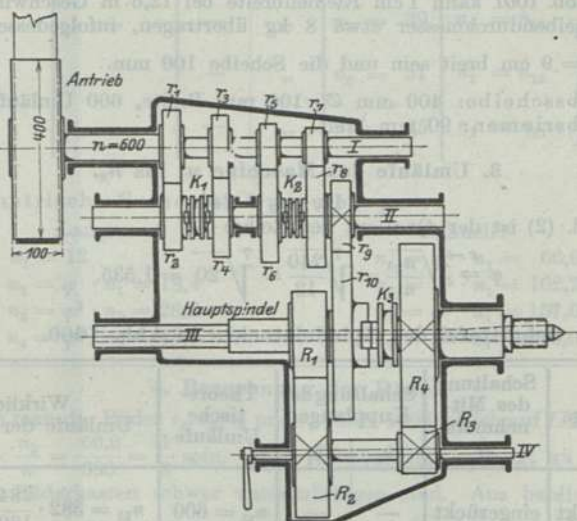


Abb. 1006. Plan des Stufenrädergetriebe.

1. Aufgabe: Es ist der Stufenräderantrieb einer Drehbank zu berechnen (Abb. 1006). Die Bank soll zum Schruppen von Stahl von  $50 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$  Festigkeit dienen und Späne von 14 qmm Querschnitt bei einer Schnittgeschwindigkeit von 20 m i. d. Min. abheben. Die Maschine soll 8 geometrisch abgestufte Umläufe haben, von denen die kleinste Umlaufzahl 12 und die größte 240 ist.

### a) Rechnerische Lösung.

#### 1. Arbeitsbedarf der Maschine.

Der Wirkungsgrad des Stufenrädergetriebe sei zu  $\eta = 0,65$  geschätzt.

Nach Gl. (3) S. 562:  $\eta \cdot N = \frac{W_1 v}{75}$ ,

$$\text{hierin } v = 20 \frac{\text{m}}{\text{Min.}} = \frac{20}{60} \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$$

Schnittdruck  $W_1 = q \cdot K = 14 \cdot 2,5 \cdot 50 = 1750 \text{ kg.}$

$$N = \frac{1750 \cdot 20}{75 \cdot 60 \cdot 0,65} \approx 12 \text{ PS.}$$

Arbeitsbedarf der Drehbank = 12 PS.

## 2. Antriebsriemen und Scheibe.

Die Scheibe möge 400 mm Durchmesser haben und 600 Umläufe i. d. Min. machen (Abb. 1006). Der Riemen hat  $N = 12 \text{ PS.}$  zu leisten. Die erforderliche

Durchzugskraft  $Z$  des Riemens ist zu berechnen aus:  $N = \frac{Z \cdot v_r}{75}$ .

$$\text{Riemengeschwindigkeit } v_r = \frac{\pi D n}{60} = \frac{\pi \cdot 0,4 \cdot 600}{60} = 12,6 \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$$

$$\text{Riemenzug } Z = \frac{75 \cdot 12}{12,6} = 72 \text{ kg.}$$

Nach Abb. 1001 kann 1 cm Riemenbreite bei 12,6 m Geschwindigkeit und 400 mm Scheibendurchmesser etwa 8 kg übertragen, infolgedessen muß der Riemen =  $\frac{72}{8} = 9 \text{ cm}$  breit sein und die Scheibe 100 mm.

Antriebsscheibe: 400 mm  $\varnothing$ , 100 mm Breite, 600 Umläufe i. d. Min.  
Antriebsriemen: 90 mm breit.

## 3. Umläufe der Maschine $n_1$ bis $n_8$ .

$$n_1 = 12, \quad n_8 = 240.$$

Nach Gl. (2) ist der Quotient der Reihe:

$$\varphi = \sqrt[7]{\frac{n_8}{n_1}} = \sqrt[7]{\frac{240}{12}} = \sqrt[7]{20} = 1,535.$$

Schalttafel des Spindelstockes in Abb. 1000.

Lage des Riemens	Vorgelege	Schaltung des Mit- nehmers $M$	Schaltung der Kupplungen		Theore- tische Umläufe	Wirkliche Umläufe der Maschine
			$k_1$	$k_2$		
I	ausgerückt	eingerrückt	—	—	$n_{15} = 600$	$n_{15} = 382 \cdot \frac{284}{180} = 602$
II	„	„	—	—	$n_{14} = 477$	$n_{14} = 382 \cdot \frac{258}{206} = 478$
III	„	„	—	—	$n_{13} = 382$	$n_{13} = 382 \cdot \frac{232}{232} = 382$
IV	„	„	—	—	$n_{12} = 303$	$n_{12} = 382 \cdot \frac{206}{258} = 305$
V	„	„	—	—	$n_{11} = 243$	$n_{11} = 382 \cdot \frac{180}{284} = 242$
I	eingerrückt	ausgerückt	$R_1$	—	$n_{10} = 193$	$n_{10} = n_{15} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 194$
II	„	„	„	—	$n_9 = 153$	$n_9 = n_{14} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 154$
III	„	„	„	—	$n_8 = 122$	$n_8 = n_{13} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 123$

Lage des Rahmens	Vorgelege	Schaltung des Mit- nehmers $M$	Schaltung der Kupplungen		Theore- tische Umläufe	Wirkliche Umläufe der Maschine
			$k_1$	$k_2$		
IV	eingerrückt	ausgerückt	$R_1$	—	$n_7 = 97$	$n_7 = n_{12} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 98$
V	"	"	"	—	$n_6 = 77$	$n_6 = n_{11} \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 78$
I	"	"	—	$R_2$	$n_5 = 61$	$n_5 = n_{15} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 60$
II	"	"	—	"	$n_4 = 49$	$n_4 = n_{14} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 48$
III	"	"	—	"	$n_3 = 39$	$n_3 = n_{13} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 38$
IV	"	"	—	"	$n_2 = 31$	$n_2 = n_{12} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 31$
V	"	"	—	"	$n_1 = 25$	$n_1 = n_{11} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} = 24$

Geometrische Reihe der Umläufe:

Langsam:

$$\begin{aligned} n_1 &= 12 \\ n_2 &= \varphi \cdot n_1 = 18,4 \\ n_3 &= \varphi^2 \cdot n_1 = 28,2 \\ n_4 &= \varphi^3 \cdot n_1 = 43,2 \end{aligned}$$

Schnell:

$$\begin{aligned} n_5 &= \varphi^4 \cdot n_1 = 66,6 \\ n_6 &= \varphi^5 \cdot n_1 = 102,2 \\ n_7 &= \varphi^6 \cdot n_1 = 157,0 \\ n_8 &= \varphi^7 \cdot n_1 = 240,0 \end{aligned}$$

#### 4. Berechnung der Räder.

Würde man die Räder  $r_2$ ,  $r_4$ ,  $r_6$  und  $r_8$  (Abb 1006) gleich auf III anbringen, so müßte  $\frac{r_7}{r_8} = \frac{n_5}{n} = \frac{66,6}{600} = \frac{1}{9}$  sein. Diese Übersetzung verlangt zu große Räder, die in dem Räderkasten schwer unterzubringen sind. Aus baulichen Gründen ist daher zwischen II und III eine Übersetzung  $\frac{r_9}{r_{10}} = \frac{2}{5}$  vorgesehen.

Die Welle II muß daher folgende Umläufe in der Minute machen:

$$\begin{aligned} n_8' &= n_8 \cdot \frac{r_{10}}{r_9} = 240,0 \cdot \frac{5}{2} = 600,0 \text{ mit } \frac{r_1}{r_2} \\ n_7' &= n_7 \cdot \frac{r_{10}}{r_9} = 157,0 \cdot \frac{5}{2} = 392,5 \text{ ,, } \frac{r_3}{r_4} \\ n_6' &= n_6 \cdot \frac{r_{10}}{r_9} = 102,2 \cdot \frac{5}{2} = 255,5 \text{ ,, } \frac{r_5}{r_6} \\ n_5' &= n_5 \cdot \frac{r_{10}}{r_9} = 66,6 \cdot \frac{5}{2} = 166,5 \text{ ,, } \frac{r_7}{r_8} \end{aligned}$$

a) Die Übersetzungen der 4 ersten Räderpaare sind daher:

$$\begin{aligned} \frac{r_1}{r_2} &= \frac{600}{600} = 1 & \frac{r_5}{r_6} &= \frac{255,5}{600} = \frac{17}{40} \\ \frac{r_3}{r_4} &= \frac{392,5}{600} \approx \frac{33}{50} & \frac{r_7}{r_8} &= \frac{166,5}{600} = \frac{21}{75} \end{aligned}$$

b) Teilung der Räder  $r_1$  bis  $r_8$ :

Wirkungsgrad der Rädervorgelege  $\eta_1 = 0,94$  bis  $0,96$ .

Wirkungsgrad für die Wellen  $\eta_2 = 0,95$  bis  $0,97$ .

Rad  $r_7$ : Die Räder auf *I* haben das Moment des Riemenzuges zu übertragen, vermindert um die Lagerreibung. Die größte Belastung erfahren die Zähne vom kleinsten Rade  $r_7$ , das aus baulichen Gründen 72 mm Durchmesser erhält.

$$M_{r_7} = \eta_2 Z \cdot \frac{D}{2} = P \cdot r_7$$

$$0,95 \cdot 72 \cdot 20 = P \cdot 3,6$$

$$P = 380 \text{ kg.}$$

Zahndruck an  $r_7$ :  $P = 380 \text{ kg.}$

Rad aus bestem Schmiedestahl  $k_b = 1000 \text{ kg.}$

Teilung aus:  $P = c b t$ .

$$c = 0,07 \quad k_b = 0,07 \cdot 1000 = 70$$

$$b = 3,5 \text{ t}$$

$$380 = 70 \cdot 3,5 \text{ t}^2$$

$$t^2 = 1,55$$

$$t = 1,25 \text{ cm} = 12,5 \text{ mm.}$$

Teilung von  $r_7$ :  $M = 4$ .

Zähnezahl von  $r_7$ :  $z_7 = \frac{72}{M} = \frac{72}{4} = 18$ .

Rad  $r_8$ : Da  $\frac{r_7}{r_8} = \frac{21}{75}$  ist, so ist  $z_8 = \frac{75}{21} \cdot 18 = 64$ .

Die Räder  $r_1$  bis  $r_8$  können dieselbe Teilung erhalten, also  $M = 4$ .

Räder  $r_5, r_6$ :

Der gleiche Mittlenabstand verlangt bei allen 4 Räderpaaren

$$r_5 + r_6 = r_7 + r_8$$

$$\frac{M}{2} (z_5 + z_6) = \frac{M}{2} (z_7 + z_8),$$

$$z_5 + z_6 = z_7 + z_8 = 18 + 64 = 82.$$

$$\frac{r_5}{r_6} = \frac{z_5}{z_6} = \frac{17}{40}$$

$$z_5 = 26,$$

$$z_6 = 56.$$

Räder  $r_3, r_4$ :

$$z_3 + z_4 = z_7 + z_8 = 82.$$

$$\frac{z_3}{z_4} = \frac{33}{50}$$

$$z_3 = 32,$$

$$z_4 = 50.$$

Räder  $r_1, r_2$ :

$$z_1 + z_2 = 82,$$

$$\frac{z_1}{z_2} = 1.$$

$$z_1 = 41, \quad z_2 = 41.$$

Vor der Berechnung von  $r_9$  und  $r_{10}$  empfiehlt es sich, die Räder  $R_1$  bis  $R_4$  zu bestimmen, weil dann der Abstand der Wellen *II* und *III* leichter geschätzt werden kann.

Ausrückbare Vorgelege  $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$ .

$$\text{Übersetzung } \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = \frac{n_4}{n_8} = \frac{43,2}{240} = \frac{1}{5,55} = \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{10}$$

also  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{5}$  und  $\frac{R_3}{R_4} = \frac{3}{10}$ .

Das große Rad  $R_4$  soll 450 mm  $\varnothing$  erhalten.

$$\text{Dann ist } R_3 = \frac{3}{10} \cdot R_4 = \frac{3}{10} \cdot 450 = 135 \text{ mm } \varnothing.$$

Teilung von  $R_4$ : Wirkungsgrad für 4 Wellen = 0,95<sup>4</sup>

„ „ 3 Räderpaare = 0,95<sup>3</sup>

Gesamtwirkungsgrad = 0,68.

Moment an  $R_4$ :

$$M = 72 \cdot 20 \cdot \frac{64}{18} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{10}{3} \cdot 0,68 = 48\,356 \text{ kgcm.}$$

$$M = c \cdot b \cdot t \cdot R_4,$$

$$48\,356 = 70 \cdot 4 \cdot t^2 \cdot \frac{45}{2},$$

$$t^2 = 7,68,$$

$$t = 27,7 \text{ mm,}$$

$$M = 9.$$

$$Z_4 = \frac{450}{9} = 50,$$

Rad  $R_3$ :

$$Z_3 = \frac{135}{9} = 15.$$

Räder  $R_1$  und  $R_2$  erhalten ebenfalls  $M = 9$ .

$$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 = 65,$$

$$Z_1 = \frac{3}{5} \cdot Z_2,$$

$$Z_2 = 41, \varnothing = 369,$$

$$Z_1 = 24, \varnothing = 216.$$

Räder  $r_9$  und  $r_{10}$ :  $\frac{r_9}{r_{10}} = \frac{2}{5}$ . Rad  $r_{10}$  erhält aus baulichen Gründen etwa 420 mm  $\varnothing$ .

$$M = c \cdot b \cdot t \cdot r_{10}.$$

$$M \text{ am Rade } r_{10}: 72 \cdot 20 \cdot \frac{64}{18} \cdot \frac{5}{2} \cdot 0,95^2 \cdot 0,95 = 10\,900 \text{ kgcm.}$$

$$10\,900 = 70 \cdot 4 \cdot t^2 \cdot 21,$$

$$t^2 = 1,87, t = 13,7 \text{ mm, } M = 5.$$

$$z_{10} = 420 : 5 = 84, \text{ gewählt } z_{10} = 85, \varnothing = 425 \text{ mm.}$$

$$z_9 = \frac{2}{5} \cdot 85 = 34, \varnothing = 170 \text{ mm.}$$

$$z_{10} = 85, z_9 = 34.$$

## Abmessungen der Räder.

Bezeichnung	Zähnezahl	Stichzahl $M$	Teilkreis $\varnothing$	Kopfkreis $\varnothing$	Radbreite	Wellenabstand in mm	Stoff
$r_1$	41	4	164	172	45	164	Stahl
$r_2$	41	4	164	172	45	—	„
$r_3$	32	4	128	136	45	164	„
$r_4$	50	4	200	208	45	—	„
$r_5$	25	4	100	108	45	164	„
$r_6$	57	4	228	236	45	—	„
$r_7$	18	4	72	80	45	164	„
$r_8$	64	4	256	264	45	—	„
$r_9$	34	5	170	180	60	297,5	„
$r_{10}$	85	5	425	435	60	—	„
$R_1$	24	9	216	234	110	292,5	„
$R_2$	41	9	369	387	110	—	„
$R_3$	15	9	135	153	110	292,5	„
$R_4$	50	9	450	468	110	—	„

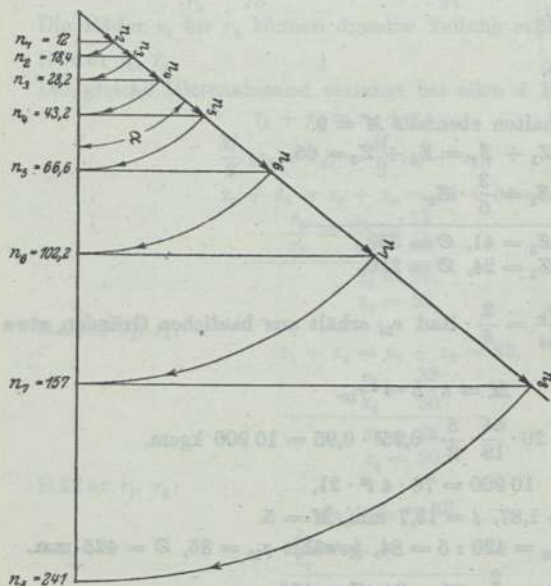
β) Zeichnerische Lösung<sup>1)</sup>.

Abb. 1007. Umläufe der Maschine.

## 1. Stufenrädergetriebe.

Nach der geometrischen Reihe ist

$$n_2 = n_1 \varphi \quad \text{und} \quad \frac{n_2}{n_1} = \varphi,$$

$$n_3 = n_2 \varphi \quad \text{,,} \quad \frac{n_3}{n_2} = \varphi,$$

$$n_4 = n_3 \varphi \quad \text{,,} \quad \frac{n_4}{n_3} = \varphi.$$

Diese Ausdrücke lassen sich am einfachsten als rechtwinklige Dreiecke darstellen, bei denen

$$\cos \alpha = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{n_3}{n_4} =$$

$$\dots \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1,535} = 0,65146$$

$$\text{und } \alpha = 50^\circ.$$

Nach der Ähnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke ist

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_2}{n_3} \dots \frac{n_7}{n_8}.$$

<sup>1)</sup> Rud. Langner, Zeichnerische Ermittlung von Stufenrädergetrieben. Z. d. V. deutsch. Ing. 1913, S. 1537.



Nach Abb. 1007 sind die Umläufe der Drehspindel:

$n_1 = 12$	$n_5 = 66,6$
$n_2 = 18,4$	$n_6 = 102,2$
$n_3 = 28,2$	$n_7 = 157$
$n_4 = 43,2$	$n_8 = 241$

Aus baulichen Gründen sollte zwischen den Wellen II und III ein Vorgelege mit der Übersetzung 2 : 5 eingebaut

werden. Die Welle II macht daher  $\frac{5}{2}$  mal so viel Umläufe als die Drehspindel III. Die Umlaufzahlen von II sind in Abb. 1008 zeichnerisch ermittelt zu

$n_5' = 167$
$n_6' = 256$
$n_7' = 393$
$n_8' = 600$

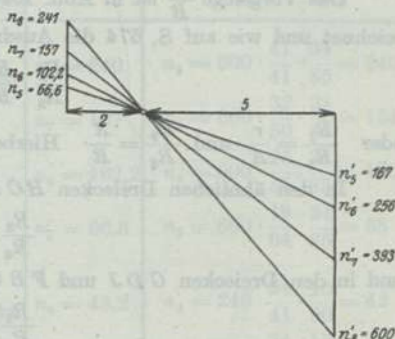


Abb. 1008. Umläufe der Welle II.

Die Übersetzungen zwischen den Wellen I und II sind daher:

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{600}{600}$	$\frac{r_5}{r_6} = \frac{256}{600}$
$\frac{r_3}{r_4} = \frac{393}{600}$	$\frac{r_7}{r_8} = \frac{167}{600}$

In Abb. 1009 sind die Stufenräder für den Achsenabstand  $a = 164$  mm gezeichnet. Die Halbmesser sind hieraus ermittelt zu

$r_1 = 82$ mm,	$r_3 = 65$ mm,	$r_5 = 50$ mm,	$r_7 = 35$ mm,
$r_2 = 82$ „	$r_4 = 99$ „	$r_6 = 114$ „	$r_8 = 129$ „

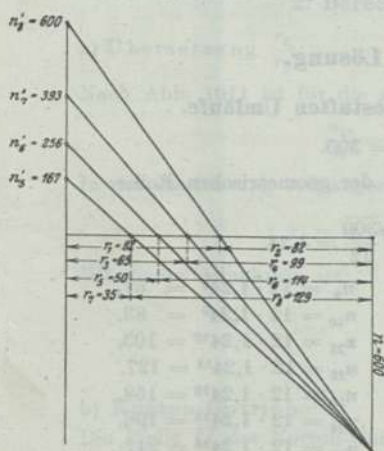


Abb. 1009. Stufenräder.

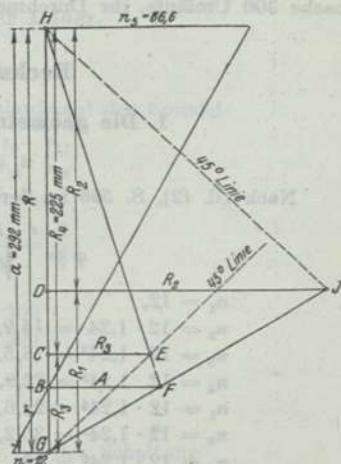


Abb. 1010. Vorgelegeräder.

## 2. Rädervorgelege.

Die Rädervorgelege  $\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$  haben  $n_5$  auf  $n_1$  zu übersetzen:

$$\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = \frac{n_1}{n_5} = \frac{12}{66,6}$$

Wie auf S. 574 ist gesetzt

$$\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = \frac{r}{R} = \frac{n_1}{n_5} = \frac{12}{66,6}$$

Das Vorgelege  $\frac{r}{R}$  ist in Abb. 1010 für den Achsenabstand von 292 mm gezeichnet und wie auf S. 574 die Ausdrücke

$$\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4} = \frac{r}{R} \cdot \frac{A}{A}$$

oder  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{r}{A}$  und  $\frac{R_3}{R_4} = \frac{A}{R}$ . Hierbei ist  $R_4 = 225$  mm gewählt.

In den ähnlichen Dreiecken  $HCE$  und  $HBF$  ist

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{A}{R}$$

und in den Dreiecken  $GDJ$  und  $FBG$ :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{r}{A}$$

Nach der Zeichnung ist  $R_1 = 110$  mm und  $R_2 = 182$  mm.

Diese Halbmesser müssen natürlich nachgeprüft werden, ob die Stichtzahl aufgeht. Schalttafel auf S. 583.

2. Aufgabe: Nach dem in Abb. 1011 dargestellten Plan soll der Antrieb einer Fräsmaschine berechnet werden. Die Maschine soll 16 verschiedene Umläufe haben. Die kleinste Umlaufzahl sei 16, die größte 300. Die Antriebs Scheibe mache 300 Umläufe, ihr Durchmesser sei 300 mm, die Breite 125 mm.

## Rechnerische Lösung.

### 1. Die geometrisch abgestuften Umläufe.

$$n_1 = 12, n_{16} = 300.$$

Nach Gl. (2), S. 566 ist der Quotient der geometrischen Reihe:

$$\varphi = \sqrt[15]{\frac{n_{16}}{n_1}} = \sqrt[15]{\frac{300}{12}} = 1,24.$$

$$n_1 = 12,$$

$$n_2 = 12 \cdot 1,24 = 14,9,$$

$$n_3 = 12 \cdot 1,24^2 = 18,5,$$

$$n_4 = 12 \cdot 1,24^3 = 22,9,$$

$$n_5 = 12 \cdot 1,24^4 = 28,6,$$

$$n_6 = 12 \cdot 1,24^5 = 35,2,$$

$$n_7 = 12 \cdot 1,24^6 = 43,$$

$$n_8 = 12 \cdot 1,24^7 = 54,$$

$$n_9 = 12 \cdot 1,24^8 = 67,$$

$$n_{10} = 12 \cdot 1,24^9 = 83,$$

$$n_{11} = 12 \cdot 1,24^{10} = 103,$$

$$n_{12} = 12 \cdot 1,24^{11} = 127,$$

$$n_{13} = 12 \cdot 1,24^{12} = 158,$$

$$n_{14} = 12 \cdot 1,24^{13} = 196,$$

$$n_{15} = 12 \cdot 1,24^{14} = 242,$$

$$n_{16} = 12 \cdot 1,24^{15} = 300.$$

Schalttafel des Getriebes in Abb. 1006.

Lfd. Nr.	Arbeitende Räderpaare	Schaltungen			Vor-gelege $\frac{R_1 \cdot R_3}{R_2 \cdot R_4}$	Theore-tische Umläufe	Wirkliche Umläufe der Maschine
		$K_1$	$K_2$	$K_3$			
1	$\frac{r_1 \cdot r_9}{r_2 \cdot r_{10}}$	$r_2$	—	$r_{10}$	aus-gerückt	$n_8 = 240$	$n_8 = 600 \cdot \frac{41}{41} \cdot \frac{34}{85} = 240$
2	$\frac{r_3 \cdot r_9}{r_4 \cdot r_{10}}$	$r_4$	—	$r_{10}$	„	$n_7 = 157$	$n_7 = 600 \cdot \frac{32}{50} \cdot \frac{34}{85} = 154$
3	$\frac{r_5 \cdot r_9}{r_6 \cdot r_{10}}$	—	$r_6$	$r_{10}$	„	$n_6 = 102,2$	$n_6 = 600 \cdot \frac{25}{57} \cdot \frac{34}{85} = 105$
4	$\frac{r_7 \cdot r_9}{r_8 \cdot r_{10}}$	—	$r_8$	$r_{10}$	„	$n_5 = 66,6$	$n_5 = 600 \cdot \frac{18}{64} \cdot \frac{34}{85} = 68$
5	$\frac{r_1 \cdot r_9 \cdot R_1}{r_2 \cdot r_{10} \cdot R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$	$r_2$	—	—	ein-gerückt	$n_4 = 43,2$	$n_4 = 240 \cdot \frac{24}{41} \cdot \frac{15}{50} = 42$
6	$\frac{r_3 \cdot r_9 \cdot R_1}{r_4 \cdot r_{10} \cdot R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$	$r_4$	—	—	„	$n_3 = 28,2$	$n_3 = 154 \cdot \frac{24}{41} \cdot \frac{15}{50} = 27$
7	$\frac{r_5 \cdot r_9 \cdot R_1}{r_6 \cdot r_{10} \cdot R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$	—	$r_6$	—	„	$n_2 = 18,4$	$n_2 = 105 \cdot \frac{24}{41} \cdot \frac{15}{50} = 18$
8	$\frac{r_7 \cdot r_9 \cdot R_1}{r_8 \cdot r_{10} \cdot R_2} \cdot \frac{R_3}{R_4}$	—	$r_8$	—	„	$n_1 = 12$	$n_1 = 68 \cdot \frac{24}{41} \cdot \frac{15}{50} = 12$

## 2. Berechnung der Räder.

a) Übersetzung  $\frac{r_6}{r_7}$ :

Nach Abb. 1011 ist für die größte Umlaufzahl der Spindel

$$\frac{n_{16}}{n} = \frac{r_1 \cdot r_6 \cdot r_9 \cdot r_{11}}{r_3 \cdot r_7 \cdot r_{10} \cdot r_{12}}$$

In der Ausführung soll angenommen werden:

$$r_1 = r_3, \quad r_{11} = r_{12}, \quad \frac{r_9}{r_{10}} = \frac{2}{3}$$

Mit diesen Annahmen ist:

$$\frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{2}{3} = \frac{300}{300}$$

$$\frac{r_6}{r_7} = \frac{3}{2}$$

b) Norton-Getriebe:

Die Welle II des Norton-Getriebes hat bei der Schaltung

$$\frac{r_6 \cdot r_9 \cdot r_{11}}{r_7 \cdot r_{10} \cdot r_{12}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{1} = \frac{1}{1}$$

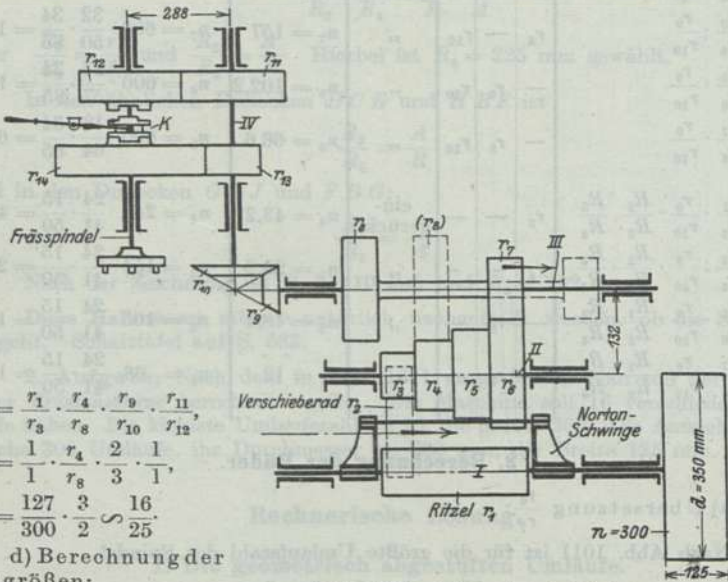
die gleichen 4 höchsten Umlaufzahlen wie die Frässpindel,

d. h. für II:  $n_{16} = 300$ ,  $n_{15} = 242$ ,  $n_{14} = 196$ ,  $n_{13} = 158$ .

Hieraus lassen sich die Übersetzungen des Norton-Getriebes berechnen:

$$\begin{aligned} \frac{r_1}{r_3} &= \frac{n_{16}}{n} = \frac{300}{300} = 1, \\ \frac{r_1}{r_4} &= \frac{n_{15}}{n} = \frac{242}{300} = \frac{121}{150} \approx \frac{4}{5}, \\ \frac{r_1}{r_5} &= \frac{n_{14}}{n} = \frac{196}{300} = \frac{49}{75} \approx \frac{2}{3}, \\ \frac{r_1}{r_6} &= \frac{n_{13}}{n} = \frac{158}{300} = \frac{79}{150} \approx \frac{8}{15}. \end{aligned}$$

c) Übersetzung  $\frac{r_4}{r_8}$ : Nach Abb. 1011 ist:



$$\begin{aligned} \frac{n_{12}}{n} &= \frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}, \\ \frac{127}{300} &= \frac{1}{1} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{1}, \\ \frac{r_4}{r_8} &= \frac{127}{300} \cdot \frac{3}{2} \approx \frac{16}{25}. \end{aligned}$$

d) Berechnung der Radgrößen:

Nach Abb. 1011 ist

Abb. 1011. Plan des Antriebes.

$$r_4 + r_8 = r_6 + r_7.$$

Die baulichen Verhältnisse lassen einen Wellenabstand von 132 mm zu,

$$\text{d. h. } r_4 + r_8 = r_6 + r_7 = 132.$$

Räder  $r_4$  und  $r_8$ :

$$r_4 + r_8 = 132 \text{ mm,}$$

$$\frac{r_4}{r_8} = \frac{16}{25}$$

$$r_4 = 102 \text{ mm } \varnothing, r_8 = 162 \text{ mm } \varnothing.$$

Räder  $r_6$  und  $r_7$ :

$$r_6 + r_7 = 132 \text{ mm,}$$

$$\frac{r_6}{r_7} = \frac{3}{2}$$

$$r_6 = 159 \text{ mm } \varnothing, r_7 = 105 \text{ mm } \varnothing.$$

e) Übersetzung  $\frac{r_{13}}{r_{14}}$ :

$$\frac{n_1}{n} = \frac{r_1}{r_6} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}},$$

$$\frac{12}{300} = \frac{8}{15} \cdot \frac{16}{25} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}, \text{ demnach } \frac{r_{13}}{r_{14}} = \frac{1}{5,7}.$$

## f) Berechnung der Teilungen:

Wegen des abwechselnden Eingriffs müssen die Räder  $r_1$  bis  $r_8$  gleiche Teilung haben. Die größte Belastung erfährt das Rad  $r_8$ , für das die Teilung unter Zugrundelegung der Durchzugskraft des Riemens zu berechnen ist.

Der Riemen habe eine Breite von 10 cm, seine Geschwindigkeit ist:

$$v_r = \frac{\pi \cdot 0,35 \cdot 300}{60} = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$$

Bei 350 mm Scheibendurchmesser und 5,5 m Geschwindigkeit ist die Nutzlast auf 1 cm Riemenbreite  $p = 6 \text{ kg}$  (Abb. 1001).

Durchzugskraft des Riemens  $Z = p \cdot b = 6 \cdot 10 = 60 \text{ kg}$ .

Das größte Moment am Rad  $r_8$  ist:

$$M_{r_8} = \eta Z \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{r_6}{r_1} \cdot \frac{r_8}{r_4} = c b t \cdot r_8.$$

Bei dem Wirkungsgrad sind 2 Radeingriffe und 3 Wellen bzw. Lagerreibungen zu berücksichtigen  $\eta = 0,95^2 \cdot 0,95^3 = 0,95^5 = 0,77$ . Sind die Räder aus Stahl, so kann  $c = 70$  genommen werden: Breite der Räder 45 mm.

$$M_{r_8} = 0,77 \cdot 60 \cdot \frac{35}{2} \cdot \frac{15}{8} \cdot \frac{25}{16} = 70 \cdot 4,5 \cdot t \cdot 8,1$$

$$t = 9,28 \text{ mm,}$$

$$M = 3, t = 9,24 \text{ mm.}$$

Das Ritzel  $r_1$  erhält einen Durchmesser von 81 mm und damit  $\frac{81}{3} = 27$  Zähne und  $M = 3$ .

Rad  $r_3$ :  $\frac{r_1}{r_3} = \frac{1}{1}$ ;  $r_3 = r_1 = 27$  Zähne,  $M = 3$ .

Rad  $r_4$ :  $r_4$  hatte nach d) 102 mm  $\varnothing$ , demnach  $\frac{102}{3} = 34$  Zähne.

Rad  $r_5$  nach b):  $\frac{r_1}{r_5} = \frac{2}{3}$ ,  
 $r_5 = \frac{3}{2} \cdot r_1 = \frac{3}{2} \cdot 27 = 41$  Zähne.

Rad  $r_6$ :  $r_6$  hatte nach d) 159 mm  $\varnothing$ , demnach  $\frac{159}{3} = 53$  Zähne.

Rad  $r_7$ :  $r_7$  hatte nach d) 105 mm  $\varnothing$ ,  $r_7 = \frac{105}{3} = 35$  Zähne.

Rad  $r_8$ :  $r_8$  hatte nach d) 162 mm  $\varnothing$ , demnach 54 Zähne. Das Zwischenrad  $r_2$  kann 45 Zähne haben.

Räder  $r_{11}$ ,  $r_{12}$ ,  $r_{13}$ ,  $r_{14}$ . Nach Abb. 1011 ist

$$r_{11} + r_{12} = r_{13} + r_{14} = 288 \text{ mm,}$$

$$\frac{r_{11}}{r_{12}} = \frac{1}{1}.$$

$$r_{11} = r_{12} = 288 \text{ mm } \varnothing$$

$$r_{13} + r_{14} = 288$$

$$\frac{r_{13}}{r_{14}} = \frac{1}{5,7}$$

$$r_{14} = 5,7$$

$$r_{13} = 86 \text{ mm } \varnothing, r_{14} = 490 \text{ mm } \varnothing.$$

Teilung von  $r_{11}$ :

Radbreite = 50 mm.

$$M_{r_{11}} = \eta Z \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{r_6}{r_1} \cdot \frac{r_8}{r_4} \cdot \frac{r_{10}}{r_9} = c \cdot b \cdot t \cdot r_{11}.$$

Für 5 Wellen- und Lagerreibungen und 4 Zahneingriffe  $\eta = 0,95^5 = 0,63$

$$M = 0,63 \cdot 60 \cdot \frac{35}{2} \cdot \frac{53}{27} \cdot \frac{54}{34} \cdot \frac{3}{2} = 70 \cdot 5 \cdot t \cdot 14,4$$

$$t = 6,1 \text{ mm.}$$

Gewählt  $M = 3$ ,  $t = 9,24 \text{ mm.}$

Die Räder  $r_{11}$  und  $r_{12}$  erhalten bei  $M = 3$

$$\frac{288}{3} = 96 \text{ Zähne.}$$

Teilung von  $r_{13}$ :

Radbreite = 60 mm.

$$M = \eta \cdot Z \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{r_6}{r_1} \cdot \frac{r_8}{r_4} \cdot \frac{r_{10}}{r_9} = c \cdot b \cdot t \cdot r_{13}$$

$$0,63 \cdot 60 \cdot \frac{35}{2} \cdot \frac{53}{27} \cdot \frac{54}{34} \cdot \frac{3}{2} = 70 \cdot 6 \cdot t \cdot 4,3,$$

$$t = 17,1 \text{ mm,}$$

$$M = 6, t = 18,85 \text{ mm.}$$

Rad  $r_{13}$  erhält bei 86 mm  $\varnothing$  und  $M = 6$

$$\frac{86}{6} = 15 \text{ Zähne, also } r_{13} = 90 \varnothing$$

und  $r_{14}$  bei 490 mm  $\varnothing$  und  $M = 6$

$$\frac{490}{6} = 81 \text{ Zähne, also } r_{14} = 486 \varnothing.$$

Die Kegelräder  $r_9$ ,  $r_{10}$  beanspruchen als Teilung  $M = 5$ , die Zähnezahlen seien wie folgt gewählt:

$r_9$  erhält 20 und  $r_{10} = 30$  Zähne, da  $\frac{r_9}{r_{10}} = \frac{2}{3}$  ist.

#### Abmessungen der Räder.

Bezeichnung	Zähnezahl	Stichzahl M	Teilkreis $\varnothing$ mm	Kopfkreis $\varnothing$ mm	Radbreite mm	Wellenabstand	Stoff	
$r_1$ . . . . .	27	3	81	87	180	—	Stahl	
$r_2$ . . . . .	45	3	135	141	45	—	„	
$r_3$ . . . . .	27	3	81	87	45	—	„	
$r_4$ . . . . .	34	3	102	108	45	—	„	
$r_5$ . . . . .	41	3	123	129	45	—	„	
$r_6$ . . . . .	53	3	159	165	45	} 132	„	
$r_7$ . . . . .	35	3	105	111	45		„	
$r_8$ . . . . .	54	3	162	168	45		132 v. $r_4$ u. $r_8$	„
$r_9$ . . . . .	20	5	100	—	—		—	„
$r_{10}$ . . . . .	30	5	150	—	—	—	„	
$r_{11}$ . . . . .	96	3	288	294	50	} 288	„	
$r_{12}$ . . . . .	96	3	288	294	50		„	
$r_{13}$ . . . . .	15	6	90	102	60	} 288	„	
$r_{14}$ . . . . .	81	6	486	498	60		„	

(Siehe die Schalttafel auf Seite 587.)

Schalttafel des Getriebes in Abb. 1011.

Lfd. Nr.	Arbeitende Räderpaare	Schaltungen				Theoretische Umläufe der Maschine	Wirkliche Umläufe der Maschine
		$r_2$	$r_7$	$r_8$	$k$		
1	$\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_3$	$r_6$	—	$r_{12}$	300	$n_{16} = 300 \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{53}{35} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 302$
2	$\frac{r_1}{r_4} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_4$	"	—	"	242	$n_{15} = 300 \cdot \frac{27}{34} \cdot \frac{53}{35} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 241$
3	$\frac{r_1}{r_5} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_5$	"	—	"	196	$n_{14} = 300 \cdot \frac{27}{41} \cdot \frac{53}{35} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 199$
4	$\frac{r_1}{r_6} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_6$	"	—	"	158	$n_{13} = 300 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{53}{35} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 155$
5	$\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_3$	—	$r_4$	"	127	$n_{12} = 300 \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{34}{54} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 126$
6	$\frac{r_1}{r_4} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_4$	—	"	"	103	$n_{11} = 300 \cdot \frac{27}{34} \cdot \frac{34}{54} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 100$
7	$\frac{r_1}{r_5} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_5$	—	"	"	83	$n_{10} = 300 \cdot \frac{27}{41} \cdot \frac{34}{54} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 83$
8	$\frac{r_1}{r_6} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}}$	$r_6$	—	"	"	67	$n_9 = 300 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{34}{54} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{96}{96} = 64$
9	$\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_3$	$r_6$	—	$r_{14}$	54	$n_8 = 300 \cdot \frac{27}{27} \cdot \frac{53}{35} \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{15}{81} = 56$
10	$\frac{r_1}{r_4} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_4$	"	—	"	43	$n_7 = n_{15} \cdot \frac{15}{81} = 44$
11	$\frac{r_1}{r_5} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_5$	"	—	"	35,2	$n_6 = n_{14} \cdot \frac{15}{81} = 37$
12	$\frac{r_1}{r_6} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_6$	"	—	"	28,6	$n_5 = n_{13} \cdot \frac{15}{81} = 29$
13	$\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_3$	—	$r_4$	"	22,9	$n_4 = n_{12} \cdot \frac{15}{81} = 23$
14	$\frac{r_1}{r_4} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_4$	—	"	"	18,5	$n_3 = n_{11} \cdot \frac{15}{81} = 19$
15	$\frac{r_1}{r_5} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_5$	—	"	"	14,9	$n_2 = n_{10} \cdot \frac{15}{81} = 15$
16	$\frac{r_1}{r_6} \cdot \frac{r_4}{r_8} \cdot \frac{r_9}{r_{10}} \cdot \frac{r_{13}}{r_{14}}$	$r_6$	—	"	"	12	$n_1 = n_9 \cdot \frac{15}{81} = 12$

## c) Die Berechnung des Vorschubantriebes.

Bei einer Drehbank sollen mit der Zugspindel 6 Vorschübe erreicht werden. Der größte Vorschub sei bei einer Umdrehung der Drehspindel 1,5 mm, der kleinste 0,25 mm. Die Schloßplatte (Abb. 169)

habe in ihrem Längszug eine Übersetzung von  $\frac{3}{100}$  und das Treibrad der Zahnstange einen Durchmesser  $d_8 = 48$  mm. Der Antrieb erfolge nach Abb. 1012. Das Rädervorgelege 1, 2 habe die Übersetzung  $\frac{1}{3}$ . Es wird verlangt, daß die 6 Vorschübe unter sich geometrisch abgestuft sind.

Beim größten Vorschub hat das Rad 8 (Abb. 169), das mit der Zahnstange arbeitet, als größte Umdrehungszahl:

$$n_{\max} = \frac{\delta_{\max}}{\pi d_8} = \frac{1,5}{\pi 48} = \frac{1,5}{150} = \frac{1}{100}$$

$$n_{\max} = \frac{1}{100}$$

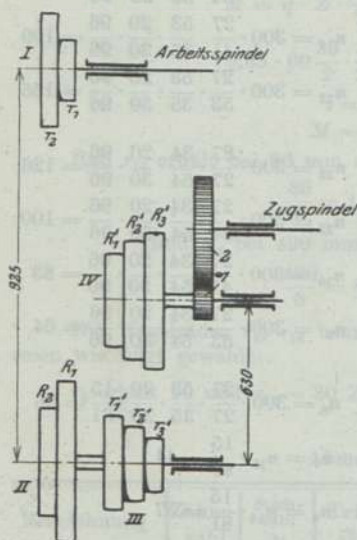


Abb. 1012. Riemenantrieb der Zugspindel.

Da der Längszug und das Rädervorgelege 1, 2 bereits die Gesamtübersetzung  $\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{100} = \frac{1}{100}$  hat, so muß die Scheibe IV, um den größten Vorschub zu erzeugen, bei einer Umdrehung der Arbeitsspindel ebenfalls einen ganzen Umlauf machen, d. h. für

$$\text{Scheibe IV: } n_{\max} = 1.$$

Die kleinste Umdrehungszahl der Scheibe IV ergibt sich in gleicher Weise aus dem kleinsten Vorschub. Das Rad 8 hat hierbei:

$$n_{\min} = \frac{\delta_{\min}}{\pi d_8} = \frac{0,25}{150} = \frac{1}{600}$$

Da bereits die Übersetzung  $\frac{1}{100}$  vorhanden ist, so bleibt für die Scheibe IV als kleinste Umdrehung  $n_{\min} = \frac{1}{6}$  bei einem Umlauf der Drehspindel.

$$\text{Scheibe IV: } n_{\min} = \frac{1}{6}$$

Sollen die 6 Vorschübe unter sich nach einer geometrischen Reihe abgestuft sein, so müssen auch die Umläufe der Scheibe IV geometrisch geordnet werden,

$$\text{d. h. } n_1 = n_{\min}, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6 = n_{\max}, \text{ hierin } n_6 = n_1 \varphi^5.$$



Nach Gleichung (2) S. 566:

$$\varphi = \sqrt[5]{\frac{n_6}{n_1}} = \sqrt[5]{\frac{1}{\frac{1}{6}}} = \sqrt[5]{6} = 1,43.$$

Reihe der Umläufe der Scheibe IV:

$$\begin{aligned} n_1 &= \frac{1}{6}, & n_2 &= n_1 \cdot \varphi = \frac{1,43}{6}, & n_3 &= n_1 \cdot \varphi^2 = \frac{1,43^2}{6}, \\ n_4 &= \frac{1,43^3}{6}, & n_5 &= \frac{1,43^4}{6}, & n_6 &= \frac{1,43^5}{6} = 1. \end{aligned}$$

Hieraus ergeben sich die einzelnen Übersetzungen des Riemenantriebes:

$$\begin{aligned} 1. \quad \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3'}{R_3'} &= \frac{n_1}{1} = \frac{1}{6}. & 4. \quad \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3'}{R_3'} &= \frac{1,43^3}{6}. \\ 2. \quad \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2'}{R_2'} &= \frac{n_2}{1} = \frac{1,43}{6}. & 5. \quad \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_2'}{R_2'} &= \frac{1,43^4}{6}. \\ 3. \quad \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_1'}{R_1'} &= \frac{n_3}{1} = \frac{1,43^2}{6}. & 6. \quad \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_1'}{R_1'} &= \frac{1,43^5}{6} = 1. \end{aligned}$$

Durch Teilen von 1 und 4. ergibt sich:

$$\frac{r_1 r_3' R_2 R_3'}{R_1 R_3' r_2 r_3'} = \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{R_2}{r_2} = \frac{1}{1,43^3} = \frac{1}{2,92}.$$

Wählt man als größte Übersetzung für den Riemen:

$$\frac{r_1}{R_1} = \frac{1}{2,75},$$

so ergibt sich für  $\frac{r_2}{R_2} = \frac{1 \cdot 2,92}{2,75} = 1,06$ .

Die übrigen Scheibenverhältnisse lassen sich jetzt aus den einzelnen Gleichungen bestimmen, z. B.:

$$\frac{r_3'}{R_3'} \text{ aus 1 oder 4:}$$

$$\frac{r_3'}{R_3'} \cdot \frac{r_1}{R_1} = \frac{1}{6},$$

$$\frac{r_3'}{R_3'} = \frac{1 \cdot 2,75}{6} = 0,46,$$

$$\text{aus 2 oder 5: } \frac{r_2'}{R_2'} = \frac{1,43}{6} \cdot 2,75 = 0,65,$$

$$\text{aus 3 oder 6: } \frac{r_1'}{R_1'} = \frac{1,43^2}{6} \cdot 2,75 = 0,94.$$

## Die Abmessungen der Scheiben I und II.

Verlangt die Dicke der Drehspindel für  $r_1$  einen Durchmesser von 80 mm, so wäre  $R_1 = 2,75 \cdot r_1 = 220$  mm Durchmesser.

Die Durchmesser für die Stufen  $r_2$  und  $R_2$  ergeben sich aus  $\frac{r_2}{R_2} = 1,06$  und der Riemenlänge  $L_1$  des 1. Riemens bei einem Wellenabstand  $e = 925$  mm nach S. 568.

$$\text{Riemenlänge } L_1 \sim \frac{\pi}{2} (80 + 220) + 2 \cdot 925 + \frac{(220 - 80)^2}{4 \cdot 925} = 2326,5 \text{ mm.}$$

$$\text{Aus } \psi = \frac{r_2}{R_2} = 1,06 \text{ und}$$

$$\frac{1}{4} R_2^2 (\psi - 1)^2 + \pi (\psi + 1) e \cdot \frac{R_2}{2} + 2 e^2 = e L_1$$

$$\frac{1}{4} R_2^2 0,0036 + \pi 2,06 \cdot 925 \cdot \frac{R_2}{2} + 2 \cdot 925^2 = 925 \cdot 2326,5$$

erhält man:

$$R_2 = 145,6 \text{ mm Durchmesser.}$$

$$r_2 = 1,06 \cdot 145,6 = 154,3 \text{ mm Durchmesser.}$$

$$\begin{array}{l} \text{Scheibe I} \\ \text{,, II} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} r_1 = 80 \text{ mm Durchmesser.} \\ r_2 = 154,3 \text{ ,, ,,} \\ R_1 = 220 \text{ ,, ,,} \\ R_2 = 145,6 \text{ ,, ,,} \end{array} \right.$$

## Die Abmessungen der Scheiben III und IV.

Die kleinste Stufe von III sei durch den Aufbau gegeben zu 80 mm Durchmesser;

$$r_3' = 80 \text{ mm Durchmesser.}$$

$$R_3' \text{ ergibt sich aus: } \frac{r_3'}{R_3'} = 0,46.$$

$$R_3' = \frac{r_3'}{0,46} = \frac{80}{0,46} = 174 \text{ mm.}$$

$r_2'$  und  $R_2'$  lassen sich wie vorhin aus  $\frac{r_2'}{R_2'} = 0,65$  und der Riemenlänge  $L_2$  berechnen.

Die Länge des 2. Riemens berechnet man für  $e = 630$  mm aus:

$$L_2 = \frac{\pi}{2} (80 + 174) + 2 \cdot 630 + \frac{(174 - 80)^2}{4 \cdot 630} = 1662,5 \text{ mm}$$

und mit  $\psi = \frac{r_2'}{R_2'} = 0,65$  ergeben sich die Halbmesser in cm:

$$R_2'^2 (0,65 - 1)^2 + \pi \cdot 1,65 \cdot 63 R_2' + 2 \cdot 63^2 = 63 \cdot 166,25.$$

$$R_2' = -1360,7 \pm \sqrt{1851504 + 21131} = 7,7 \text{ cm.}$$

$$R_2' = 7,7 \text{ cm Halbmesser} = 154 \text{ mm Durchmesser.}$$

$$r_2' = 0,65 \cdot 154 = 100 \text{ mm } \varnothing.$$

In gleicher Weise berechnet man  $r_1'$  und  $R_1'$  aus  $L_2$  und  $\frac{r_1'}{R_1'} = 0,94$ .

$$R_1'^2 (0,94 - 1)^2 + \pi (0,94 + 1) 63 R_1' + 2 \cdot 63^2 = 63 \cdot 166,25.$$

$$R_1' = 130,5 \text{ mm Durchmesser.}$$

$$r_1' = 122,5 \text{ ,, ,,}$$

Scheibe III.

Scheibe IV.

$$r_1' = 122,5 \text{ mm Durchmesser.}$$

$$R_1' = 130,5 \text{ mm Durchmesser.}$$

$$r_2' = 100,0 \text{ ,, ,,}$$

$$R_2' = 154,0 \text{ ,, ,,}$$

$$r_3' = 80,0 \text{ ,, ,,}$$

$$R_3' = 174,0 \text{ ,, ,,}$$

Vorschübe der Bank:

$$\delta_1 = \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_1'}{R_1'} \cdot \frac{1}{100} \cdot 150 = 1,06 \cdot 0,94 \cdot \frac{1}{100} \cdot 150 = 1,5 \text{ mm.}$$

$$\delta_2 = \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_2'}{R_2'} \cdot \frac{1}{100} \cdot 150 = 1,06 \cdot 0,65 \cdot 1,5 = 1,03 \text{ mm.}$$

$$\delta_3 = \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3'}{R_3'} \cdot \frac{150}{100} = 1,06 \cdot 0,46 \cdot 1,5 = 0,73 \text{ mm.}$$

$$\delta_4 = \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_1'}{R_1'} \cdot \frac{150}{100} = 0,36 \cdot 0,94 \cdot 1,5 = 0,51 \text{ mm.}$$

$$\delta_5 = \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2'}{R_2'} \cdot \frac{150}{100} = 0,36 \cdot 0,65 \cdot 1,5 = 0,35 \text{ mm.}$$

$$\delta_6 = \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_3'}{R_3'} \cdot \frac{150}{100} = 0,36 \cdot 0,46 \cdot 1,5 = 0,25 \text{ mm.}$$

Die Berechnung der Wechselräder für den Antrieb der Leitspindel erfolgt in der auf S. 134 angegebenen Weise, indem man für  $s$  die Steigung der zu schneidenden Gewinde oder für  $g$  deren Gangzahl auf 1'' einsetzt. Um dabei mit einem möglichst kleinen Rädersatz auszukommen, ist die Teilung für alle Räder gleich zu nehmen.

## 5. Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen.

### a) Rechnerische Ermittlung der Geschwindigkeiten, Vorschübe und der Leistungsfähigkeit von Werkzeugmaschinen.

#### α) Drehbank.

1. Aufgabe: Es sollen die Geschwindigkeiten und Vorschübe, sowie die Leistung einer Schnelldrehbank von 200 mm Spitzenhöhe ermittelt werden. Der Antrieb der Spindel ist nach Abb. 1013 und der Vorschubantrieb nach Abb. 1014 eingerichtet.

## Die Geschwindigkeitsverhältnisse.

## 1. Umläufe der Maschine.

(Siehe Schalttafel zu Abb. 1013.)

Schalttafel zu Abb. 1013.

Lfd. Nr.	Arbeitende Räderpaare	Schaltung der Kupplungen				Umläufe der Maschine
		$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	
1	$\frac{r_4}{R_4} \cdot \frac{r_5}{R_5}$	—	$R_4$	$R_5$	$L$	$n_1 = n \cdot \frac{r_4}{R_4} \cdot \frac{r_5}{R_5} = 560 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{43}{79} = 305$
2	$\frac{r_4}{R_4} \cdot \frac{r_6}{R_6}$	—	„	$R_6$	„	$n_2 = n \cdot \frac{r_4}{R_4} \cdot \frac{r_6}{R_6} = 560 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{36}{86} = 234$
3	$\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_5}{R_5}$	—	$R_3$	$R_5$	„	$n_3 = n \cdot \frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_5}{R_5} = 560 \cdot \frac{45}{75} \cdot \frac{43}{79} = 183$
4	$\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_6}{R_6}$	—	„	$R_6$	„	$n_4 = n \cdot \frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_6}{R_6} = 560 \cdot \frac{45}{75} \cdot \frac{36}{86} = 141$
5	$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_5}{R_5}$	$R_2$	—	$R_5$	„	$n_5 = n \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_5}{R_5} = 560 \cdot \frac{32}{88} \cdot \frac{43}{79} = 111$
6	$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_6}{R_6}$	„	—	$R_6$	„	$n_6 = n \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_6}{R_6} = 560 \cdot \frac{32}{88} \cdot \frac{36}{86} = 85$
7	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_5}{R_5}$	$R_1$	—	$R_5$	„	$n_7 = n \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_5}{R_5} = 560 \cdot \frac{22}{98} \cdot \frac{43}{79} = 68$
8	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_6}{R_6}$	„	—	$R_6$	„	$n_8 = n \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_6}{R_6} = 560 \cdot \frac{22}{98} \cdot \frac{36}{86} = 53$
9	$\frac{r_4}{R_4} \cdot \frac{r_5}{R_5} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	—	$R_4$	$R_5$	$R_8$	$n_9 = n_1 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 305 \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{16}{64} = 38$
10	$\frac{r_4}{R_4} \cdot \frac{r_6}{R_6} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	—	„	$R_6$	„	$n_{10} = n_2 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 234 \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{16}{64} = 29$
11	$\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_5}{R_5} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	—	$R_3$	$R_5$	„	$n_{11} = n_3 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 183 \cdot \frac{1}{8} = 23$
12	$\frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_6}{R_6} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	—	„	$R_6$	„	$n_{12} = n_4 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 141 \cdot \frac{1}{8} = 17,6$
13	$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_5}{R_5} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	$R_2$	—	$R_5$	„	$n_{13} = n_5 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 111 \cdot \frac{1}{8} = 13,9$
14	$\frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_6}{R_6} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	„	—	$R_6$	„	$n_{14} = n_6 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 85 \cdot \frac{1}{8} = 10,6$
15	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_5}{R_5} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	$R_1$	—	$R_5$	„	$n_{15} = n_7 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 68 \cdot \frac{1}{8} = 8,5$
16	$\frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_6}{R_6} \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8}$	„	—	$R_6$	„	$n_{16} = n_8 \cdot \frac{r_7}{R_7} \cdot \frac{r_8}{R_8} = 53 \cdot \frac{1}{8} = 6,6$

Reihe der Umläufe: 6,6 — 8,5 — 10,6 — 13,9 — 17,6 — 23 — 29 —  
— 38 — 53 — 68 — 85 — 111 — 141 — 183 — 234 — 305.

## 2. Der kleinste und größte Vorschub beim Langdrehen,

Die äußeren Wechselräder 1 und 3 haben z. B. 75 Zähne. Für den kleinsten Vorschub ist das Rad 13 des Mäander-Getriebes auf 12 einzustellen (Abb. 1014), die Nortonschwinge auf das Rad 16 und der Hebel  $h_2$  der Schloßplatte auf I (Tafel VI, Abb. 3). In dem Längszug arbeiten dann folgende Räderpaare:

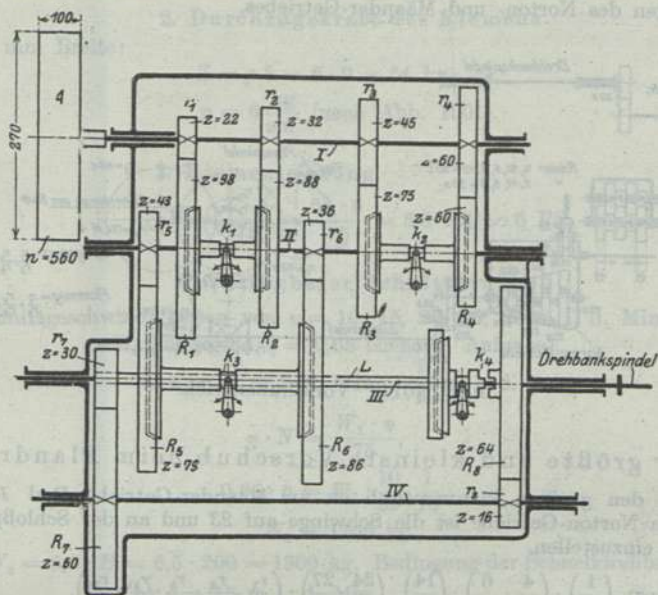


Abb. 1013. Plan des Stufenrädernetriebes.

$$\text{Längszug: } \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left( \frac{7}{8} \cdot \frac{9}{10} \cdot \frac{11}{12} \cdot \frac{12}{13} \right) \cdot \left( \frac{14}{15} \cdot \frac{15}{16} \right) \cdot \left( \frac{24}{25} \cdot \frac{27}{28} \right) \cdot \left( \frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_8}{r_9} \right).$$

Schere      Mäander      Norton      Vorgelege      Schloßplatte

Dieser Längszug hat bei 60 Zähnen des Rades 13 die Übersetzung:

$$\varphi_l = \frac{75}{75} \cdot \left( \frac{30}{60} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{30}{60} \right) \cdot \left( \frac{40}{75} \right) \cdot \left( \frac{30}{30} \cdot \frac{26}{52} \right) \cdot \left( \frac{29}{29} \cdot \frac{24}{46} \cdot \frac{16}{42} \cdot \frac{14}{68} \right) = \frac{1}{733}$$

Bei einem Umlauf der Drehbankspindel macht also der Zahnstangentrieb  $n_{10} = \frac{1}{733}$  Umläufe. Demnach ist der

$$\text{kleinste Längsvorschub} = \pi \cdot d_{10} \cdot \frac{1}{733} = \pi \cdot 44 \cdot \frac{1}{733} = 0,19 \text{ mm} \approx 0,2 \text{ mm.}$$

Für den größten Vorschub ist das Rad 13 beim Mäander-Getriebe auf 6 einzuschalten und die Norton-Schwinge auf Rad 23.

$$\text{Längszug: } \left( \frac{1}{3} \right) \cdot \left( \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{13} \right) \cdot \left( \frac{14}{23} \right) \cdot \left( \frac{24}{25} \cdot \frac{27}{28} \right) \cdot \left( \frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_6}{r_7} \cdot \frac{r_8}{r_9} \right).$$

Schere      Mäander      Norton      Vorgelege      Schloßplatte

$$\text{Übersetzung } \varphi l = \left(\frac{75}{75}\right) \cdot \left(\frac{60}{30} \cdot \frac{60}{60}\right) \cdot \left(\frac{40}{40}\right) \cdot \left(\frac{30}{30} \cdot \frac{26}{52}\right) \cdot \left(\frac{29}{29} \cdot \frac{24}{46} \cdot \frac{16}{42} \cdot \frac{14}{68}\right) = \frac{1}{24,4}$$

$$\text{größter Längsvorschub} = \pi \cdot d_{10} \cdot \frac{1}{24,4} = \pi \cdot 44 \cdot \frac{1}{24,4} = 5,7 \text{ mm.}$$

Die zwischenliegenden Vorschübe berechnet man in gleicher Weise aus den Schaltungen des Norton- und Mäander-Getriebes.

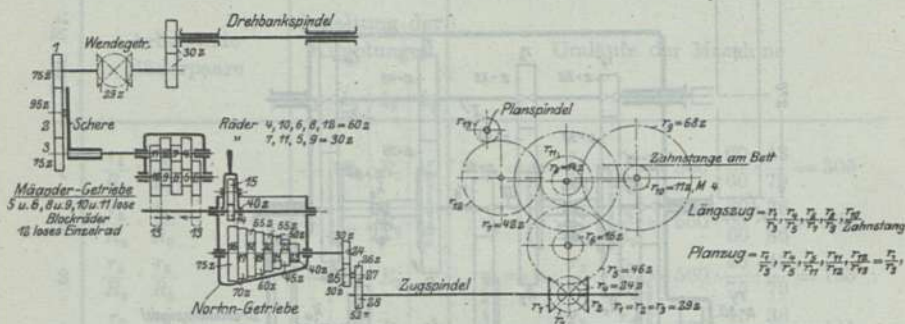


Abb. 1014. Vorschubantrieb.

### 3. Der größte und kleinste Vorschub beim Plandrehen.

Für den größten Planvorschub ist am Mäander-Getriebe Rad 13 wieder auf 6, am Norton-Getriebe ist die Schwinde auf 23 und an der Schloßplatte ist  $h_p$  auf P einzustellen.

$$\text{Planzug} = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{6}{13}\right) \cdot \left(\frac{14}{23}\right) \cdot \left(\frac{24}{25} \cdot \frac{27}{28}\right) \cdot \left(\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_5}{r_{11}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}}\right)$$

Schloßplatte

$$\text{Übersetzung } \varphi p = \left(\frac{75}{75}\right) \cdot \left(\frac{60}{30} \cdot \frac{60}{60}\right) \cdot \left(\frac{40}{40}\right) \cdot \left(\frac{30}{30} \cdot \frac{26}{52}\right) \cdot \left(\frac{29}{29} \cdot \frac{24}{46} \cdot \frac{16}{26} \cdot \frac{26}{48} \cdot \frac{26}{21}\right) = \frac{8}{7}$$

Die Planspindel macht also  $\frac{8}{7}$  Umläufe bei einem Umlauf der Drehbankspindel. Die Steigung der Planspindel ist 5 mm, folglich

$$\text{größter Planvorschub} = 5 \cdot \frac{8}{7} = \frac{40}{7} = 5,7 \text{ mm.}$$

Für den kleinsten Planvorschub ist das Rad 13 am Mäander-Getriebe auf 12 und die Norton-Schwinge auf 16 einzustellen.

$$\text{Planzug} = \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{7}{8} \cdot \frac{9}{10} \cdot \frac{11}{12} \cdot \frac{12}{13}\right) \cdot \left(\frac{14}{16}\right) \cdot \left(\frac{24}{25} \cdot \frac{27}{28}\right) \cdot \left(\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{r_4}{r_5} \cdot \frac{r_5}{r_{11}} \cdot \frac{r_{11}}{r_{12}} \cdot \frac{r_{12}}{r_{13}}\right)$$

$$\text{Übersetzung } \varphi p = \left(\frac{75}{75}\right) \cdot \left(\frac{30}{60} \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{30}{60}\right) \cdot \left(\frac{40}{75}\right) \cdot \left(\frac{30}{30} \cdot \frac{26}{52}\right) \cdot \left(\frac{29}{29} \cdot \frac{24}{46} \cdot \frac{46}{26} \cdot \frac{26}{48} \cdot \frac{26}{21}\right) = \frac{4}{105}$$

$$\text{kleinster Planvorschub} = \frac{5 \cdot 4}{105} \approx 0,2 \text{ mm.}$$

In gleicher Weise lassen sich auch die anderen Planvorschübe berechnen.

## Die Leistung.

## 1. Die Riemengeschwindigkeit.

Riemengeschwindigkeit = Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe A

$$v_r = \frac{\pi \cdot 0,27 \cdot 560}{60} = 8 \text{ m.}$$

## 2. Durchzugskraft des Riemens

bei 90 mm Breite:

$$Z = p \cdot b = 6 \cdot 9 = 54 \text{ kg.}$$

$$p = 6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \text{ (nach Abb. 1001).}$$

## 3. Riemenleistung.

$$N = \frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{54 \cdot 8}{75} = 5,8 \text{ PS. } \approx 6 \text{ PS.}$$

## 4. Verfügbare Schnittdruck

bei Schnittgeschwindigkeiten von  $v = 10, 15, 20, 25, 30$  m i. d. Min.Wirkungsgrad  $\eta = 0,65$  (siehe 1. Aufgabe).

$$a) v = 10 \text{ m i. d. Min.} = \frac{10}{60} \text{ m i. d. Sek.}$$

$$\eta \cdot N = \frac{W_1 \cdot v}{75},$$

$$0,65 \cdot 6 = W_1 \cdot \frac{10}{60} \cdot \frac{1}{75},$$

$$W_1 = 1755 \text{ kg.}$$

 $W_1 = 6,5 \cdot H = 6,5 \cdot 200 = 1300$  kg. Bedingung der Schneldrehbank erfüllt.

$$b) v = 15 \text{ m i. d. Min.}$$

$$0,65 \cdot 6 = W_1 \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{1}{75},$$

$$W_1 = 1170 \text{ kg.}$$

$$c) v = 20 \text{ m i. d. Min.}$$

$$0,65 \cdot 6 = W_1 \cdot \frac{20}{60} \cdot \frac{1}{75},$$

$$W_1 = 878 \text{ kg.}$$

$$d) v = 25 \text{ m i. d. Min.}$$

$$0,65 \cdot 6 = W_1 \cdot \frac{25}{60} \cdot \frac{1}{75},$$

$$W_1 = 702 \text{ kg.}$$

$$e) v = 30 \text{ m i. d. Min.}$$

$$0,65 \cdot 6 = W_1 \cdot \frac{30}{60} \cdot \frac{1}{75},$$

$$W_1 = 585 \text{ kg.}$$

## 5. Zulässige Spanquerschnitte.

$$a) \text{ Gußeisen mit } K_z = 18 \text{ kg,}$$

$$\text{Stoffzahl } K = 5 \cdot K_z = 90 \text{ kg.}$$

Nach  $W_1 = q K$  ist:

$$\text{bei } v = 10 \frac{\text{m}}{\text{Min.}} \quad q = \frac{W_1}{K} = \frac{1755}{90} = 19,5 \text{ qmm,}$$

$$\text{,, } v = 15 \text{ ,, } \quad q = \frac{1170}{90} = 13 \text{ qmm,}$$

$$\text{,, } v = 20 \text{ ,, } \quad q = \frac{878}{90} = 9,8 \text{ ,,}$$

b) Schmiedeeisen mit  $K_z = 40 \text{ kg}$ ,  $K = 3 \cdot K_z = 120 \text{ kg}$ ;

$$\text{bei } v = 10 \frac{\text{m}}{\text{Min.}} \quad q = \frac{1755}{120} = 14,6 \text{ qmm,}$$

$$\text{,, } v = 15 \text{ ,, } \quad q = \frac{1170}{120} = 9,8 \text{ ,,}$$

$$\text{,, } v = 20 \text{ ,, } \quad q = \frac{878}{120} = 7,3 \text{ ,,}$$

$$\text{,, } v = 25 \text{ ,, } \quad q = \frac{702}{120} = 5,9 \text{ ,,}$$

$$\text{,, } v = 30 \text{ ,, } \quad q = \frac{585}{120} = 4,9 \text{ ,,}$$

c) Stahl mit  $K_z = 50 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$ ,  $K = 3 \cdot 50 = 150 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$ ;

$$\text{bei } v = 10 \frac{\text{m}}{\text{Min.}} \quad q = \frac{1755}{150} = 11,7 \text{ qmm,}$$

$$\text{,, } v = 15 \text{ ,, } \quad q = \frac{1170}{150} = 7,8 \text{ ,,}$$

$$\text{,, } v = 20 \text{ ,, } \quad q = \frac{878}{150} = 5,9 \text{ ,,}$$

$$\text{,, } v = 25 \text{ ,, } \quad q = \frac{702}{150} = 4,7 \text{ ,,}$$

#### Zahlentafel über Schnittdruck und Spanquerschnitte.

Schnitt- geschwindigkeit m Min.	Verfügbarer Schnittdruck in kg	Spanquerschnitte in qmm		
		Gußeisen $K_z = 18 \text{ kg}$	Schmiedeeisen $K_z = 40 \text{ kg}$	Stahl $K_z = 50 \text{ kg}$
10	1755	19,5	14,6	11,7
15	1170	13,0	9,8	7,8
20	878	9,8	7,3	5,9
25	702	—	5,9	4,7
30	585	—	4,9	—

#### 6. Die Spanleistung der Bank.

Bei einem Werkstück von 300 mm  $\varnothing$  und Stahl wären die Umläufe der

Maschine bei  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{Min.}}$ :  $v = \pi d n$ .

$$20 = \pi \cdot 0,30 \cdot n,$$

$$n = 21,$$

gewählt  $n = 23$ .

Bei  $v = 20 \text{ m}$  ist der zulässige Spanquerschnitt  $q = 5,9 \text{ qmm}$ . Stellt man den Vorschub auf 1 mm ein, so kann ein Span von etwa 6 mm Tiefe genommen werden.



Macht die Maschine 23 Umläufe i. d. Min., so dreht sie bei 1 mm Vorschub eine Länge von  $23 \cdot 60 = 1380$  mm i. d. Std. Der Werkstückdurchmesser vor dem Schnitt ist 300 mm, nach dem Schnitt  $300 - 2 \cdot 6 = 288$  mm.

Das Spangewicht ist daher  $G = \left( \frac{\pi}{4} 3^2 - \frac{\pi}{4} 2,88^2 \right) 13,8 \cdot 7,8 = 60$  kg.

## b) Zeichnerische Ermittlung der Drehdurchmesser.

Den besten Überblick über die Ausnutzung einer Werkzeugmaschine gewährt der Arbeitsplan (Abb. 1015). Er wird aus der Geschwindigkeitsgleichung  $v = \pi d n$  entwickelt. Da bei einer vorhandenen Maschine die Umläufe  $n$  festliegen, die Schnittgeschwindigkeiten und die Werkstückdurchmesser dagegen veränderlich sind, so ist für jede Umlaufzahl  $n$ :

$$\frac{v}{d} = n \cdot \pi.$$

Um zu dem Schaubild zu gelangen, trägt man  $d$  auf der  $x$ -Achse auf.  $x = d$ , und  $v$  auf der  $y$ -Achse,  $y = v$ .

$\frac{y}{x} = n \cdot \pi = a$ , d. i. die Gleichung einer Geraden, die durch den Nullpunkt geht.

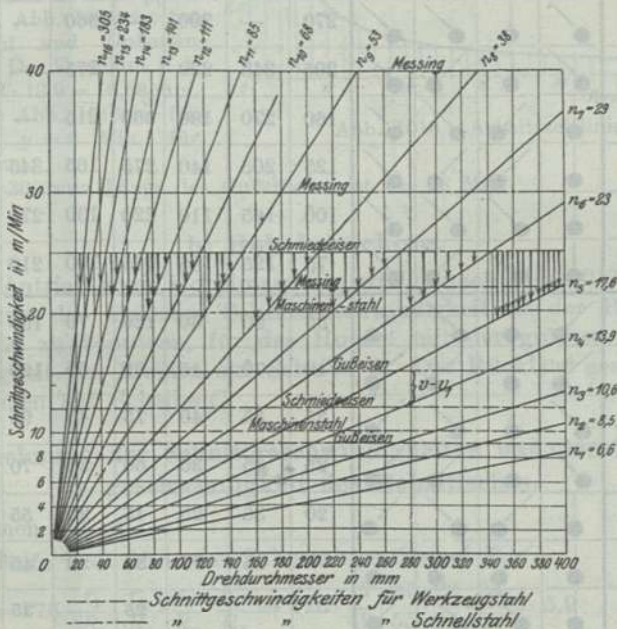


Abb. 1015. Arbeitsplan.

Für  $x = 350$  mm sind die Lote  $y$  folgende:

$n_1 = 6,6$	$y_1 = 350 \cdot \pi \cdot 6,6 = 7,26$ m	$n_9 = 53$	$y_9 = 58,3$ m
$n_2 = 8,5$	$y_2 = 9,35$ m	$n_{10} = 68$	$y_{10} = 74,8$ „
$n_3 = 10,6$	$y_3 = 11,66$ „	$n_{11} = 85$	$y_{11} = 93,5$ „
$n_4 = 13,9$	$y_4 = 15,29$ „	$n_{12} = 111$	$y_{12} = 122,1$ „
$n_5 = 17,6$	$y_5 = 19,36$ „	$n_{13} = 141$	$y_{13} = 155,1$ „
$n_6 = 23$	$y_6 = 25,3$ „	$n_{14} = 183$	$y_{14} = 201,3$ „
$n_7 = 29$	$y_7 = 31,9$ „	$n_{15} = 234$	$y_{15} = 257,4$ „
$n_8 = 38$	$y_8 = 41,8$ „	$n_{16} = 305$	$y_{16} = 335,5$ „

Mit diesen Senkrechten ist der Arbeitsplan in Abb. 1015 gezeichnet. Aus dem Schaubilde lassen sich ohne weiteres die Drehdurchmesser ablesen und zu einer Tafel zusammenstellen, die in der Hand des Drehers große wirtschaftliche Dienste leisten kann.

Umläufe der Maschine	Stellung der Schalthebel				Drehdurchmesser								
					Gußeisen		Maschinen- stahl		Schmiede- eisen		Messing		
	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	Werk- zeugstahl	Schnell- stahl	Werk- zeugstahl	Schnell- stahl	Werk- zeugstahl	Schnell- stahl	Werk- zeugstahl	Schnell- stahl	
$n_1 = 6,6$					—	—	—	—	—	—	—	—	—
$n_2 = 8,5$					340	—	365	—	—	—	—	—	—
$n_3 = 10,6$					270	—	300	—	360	—	—	—	—
$n_4 = 13,9$					205	345	230	—	275	—	—	—	—
$n_5 = 17,6$					160	270	180	360	215	—	400	—	—
$n_6 = 23$					125	205	140	275	165	345	305	—	—
$n_7 = 29$					100	165	110	220	130	275	240	330	—
$n_8 = 38$					75	125	85	165	100	210	185	250	—
$n_9 = 53$					55	90	60	120	70	150	130	180	—
$n_{10} = 68$					40	70	45	95	55	120	105	140	—
$n_{11} = 85$					35	55	40	75	45	95	85	110	—
$n_{12} = 111$					25	45	30	60	35	70	65	90	—
$n_{13} = 141$					20	35	25	45	30	55	50	70	—
$n_{14} = 183$					—	25	15	35	20	45	40	50	—
$n_{15} = 234$					—	—	—	25	—	35	—	40	—
$n_{16} = 305$					—	—	—	20	—	25	—	—	—

Die Geschwindigkeitsverluste lassen sich aus dem Schaubilde ablesen.

Es sei z. B. ein Gußstück von 280 mm Durchmesser mit Schnellstahl zu bearbeiten. Für  $v = 15$  m und den Drehdurchmesser  $d = 280$  mm ist  $n_4 = 13,9$  zu nehmen. Der Geschwindigkeitsverlust ist demnach  $v - v_1 = 2,75$  m/Min.

## Zeichnerische Ermittlung der Arbeitszeit.

Die reine Arbeitszeit der Drehbank ist  $t = \frac{L}{n \cdot \delta} = \frac{\text{Drehlänge}}{\text{Vorschub i. d. Min.}}$

Nimmt man z. B.  $L = 100$  an, so ist  $t \cdot n \cdot \delta = 100$ . Um zu einem Schaubilde zu kommen, trägt man  $t$  auf der Y-Achse,  $y = t$  und  $n \cdot \delta$  auf der X-Achse auf,  $x = n \cdot \delta =$  Vorschub i. d. Min. Dann ist  $y \cdot x = 100$  und für  $y = x$ ;  $x^2 = 100$  und  $x = 10$ , d. i. eine gleichseitige Hyperbel (Abb. 1016).

Beispiel: Ein Gußstück von 280 mm Durchmesser und 300 mm Länge ist mit einem Vorschub von 1,2 mm/Umdr. zu schruppen.

Nach Abb. 1015 ist bei Schnellstahl und Gußeisen  $n = 13,9$ . Der Vorschub i. d. Min. ist  $1,2 \cdot 13,9 = 16,68$  mm.

Nach Abb. 1016 ist für  $x = 16,68$   $y = 6$  Min. für  $L = 100$  mm.

Bei 300 mm Länge des Gußstückes ist  $t = 18$  Min.

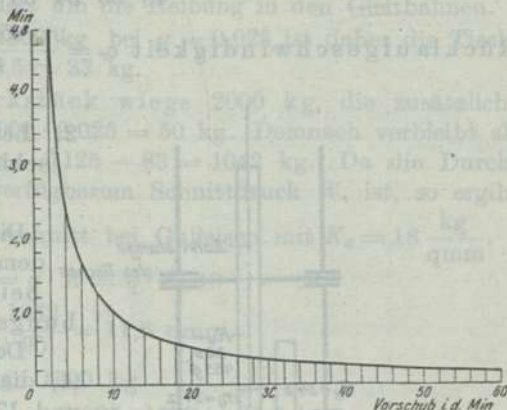


Abb. 1016. Arbeitszeitlinie.

## b) Hobelmaschine.

Der Antrieb einer Hobelmaschine erfolgt nach Abb. 1017. Für das Hobeln mit der kleinsten Schnittgeschwindigkeit ist der Riemen auf Scheibe A zu benutzen, für das Hobeln mit der größten Schnittgeschwindigkeit der Riemen auf Scheibe B. Der Rücklauf geschieht mit dem Riemen auf Scheibe C.

## 1. Berechnung der Schnittgeschwindigkeiten und der Rücklaufgeschwindigkeit des Hobeltisches.

Riemen auf A.

Umläufe i. d. Min. des Zahnstangentreibes  $R_4$ :

$$n_1 = 176 \cdot \frac{r_1}{R_1} \cdot \frac{r_2}{R_2} \cdot \frac{r_3}{R_3} \cdot \frac{r_4}{R_4} = 176 \cdot \frac{17}{49} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{22}{54} \cdot \frac{24}{50} = 5,9$$

$$\text{kleinste Schnittgeschwindigkeit } c = \frac{\pi \cdot 453 \cdot 5,9}{60} \sim 140 \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$$

Riemen auf B.

Umläufe i. d. Min. von  $R_4$ :

$$n_2 = 315 \cdot \frac{17}{49} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{22}{54} \cdot \frac{24}{50} = 10,5$$

$$\text{größte Schnittgeschwindigkeit } c = \frac{\pi \cdot 453 \cdot 10,5}{60} \sim 250 \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$$

Riemen auf  $C$ .

Umläufe i. d. Min. von  $R_4$ :

$$n_3 = 505 \cdot \frac{17}{49} \cdot \frac{27}{55} \cdot \frac{22}{54} \cdot \frac{24}{50} = 16,9$$

$$\text{Rücklaufgeschwindigkeit } c_r = \frac{\pi \cdot 453 \cdot 16,9}{60} \sim 400 \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$$

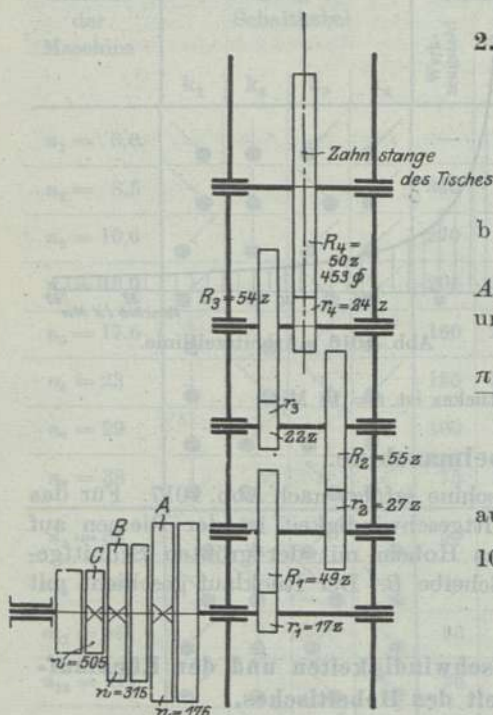


Abb. 1017 Plan des Tischantriebes.

## 2. Leistungsfähigkeit der Maschine bei 140 mm Schnittgeschwindigkeit.

Die Berechnung erfolgt nach dem Grundsatz: Schnittarbeit = Riemenarbeit - Reibungsarbeit.

Der Riemen liegt auf Scheibe A, die 500 mm Durchmesser hat und 176 Umläufe macht.

$$\text{Riemengeschwindigkeit } v_r = \frac{\pi \cdot 0,5 \cdot 176}{60} = 4,6 \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$$

Riemenbreite  $b = 7$  cm,

Durchzugskraft des Riemens

auf 500-Scheibe,  $p = 7 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$  (Abb.

1001),

$$Z = p \cdot b = 7 \cdot 7 = 49 \text{ kg,}$$

Riemenleistung  $N =$

$$\frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{49 \cdot 4,6}{75} = 3 \text{ PS.}$$

Die Reibungsarbeit in den Getrieben soll mit dem Wirkungsgrad des Getriebes berechnet werden. Es handelt sich hier um den Wirkungsgrad von 5 Wellen- oder Laufbüchsen  $\eta_1 = 0,97^5 = 0,86$  und 5 Zahnengriffen  $\eta_2 = 0,96^5 = 0,82$ . Der Wirkungsgrad des Getriebes ist daher  $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,86 \cdot 0,82 = 0,70$ .

Die vom Riemen an die Zahnstange des Tisches abgegebene Arbeitsleistung ist demnach  $\eta \cdot N = 0,7 \cdot 3 = 2,1$  PS. Hierdurch erfährt die Zahnstange einen bestimmten Zahndruck  $P$  und die Geschwindigkeit  $c = 0,140 \frac{\text{m}}{\text{Sek.}}$ , also

$$\frac{Pc}{75} = \eta \cdot N = 0,7 \cdot 3 = 2,1 \text{ PS.}$$

$$\text{Zahndruck an der Stange } P = 75 \cdot \frac{\eta \cdot N}{c} = \frac{2,1 \cdot 75}{0,14} = 1125 \text{ kg.}$$

Die Durchzugskraft des Tisches ist gleich dem Zahndruck  $P$  an der Zahnstange vermindert um die Reibung in den Gleitbahnen.

Der Hobeltisch wiegt 1300 kg bei  $\mu = 0,025$  ist daher die Tischreibung  $= 0,025 \cdot 1300 = 32,5 \sim 33$  kg.

Das schwerste Werkstück wiege 2000 kg, die zusätzliche Tischreibung ist daher  $= 2000 \cdot 0,025 = 50$  kg. Demnach verbleibt als Durchzugskraft des Tisches  $= 1125 - 83 = 1042$  kg. Da die Durchzugskraft des Tisches  $=$  verfügbarem Schnittdruck  $W_1$  ist, so ergibt sich als zulässiger Spanquerschnitt bei Gußeisen mit  $K_z = 18 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$ .

$$W_1 = q \cdot K = q \cdot 5 \cdot 18$$

$$q = \frac{1042}{90} = 11,6 \text{ qmm.}$$

Das Werkstück wiege 1500 kg.

$$\text{Zusätzliche Reibung} = 0,025 \cdot 1500 = 37,5 \text{ kg,}$$

$$\text{Tischreibung} \dots \dots \dots 32,5 \text{ ,,}$$

---


$$70 \text{ kg.}$$

$$\text{Durchzugskraft des Tisches } W_1 = 1125 - 70 = 1055 \text{ kg.}$$

$$\text{Spanquerschnitt } q = \frac{W_1}{K} = \frac{1055}{90} = 11,7 \text{ qmm.}$$

Das Werkstück wiege 1000 kg.

$$\text{Zusätzliche Reibung} = 1000 \cdot 0,025 = 25 \text{ kg,}$$

$$\text{Tischreibung} \dots \dots \dots 32,5 \text{ ,,}$$

---


$$\sim 58 \text{ kg.}$$

$$\text{Durchzugskraft des Tisches} = 1125 - 58 = 1067 \text{ kg,}$$

$$\text{Spanquerschnitt } q = \frac{W_1}{K} = \frac{1067}{90} = 11,9 \text{ qmm} \sim 12 \text{ qmm.}$$

Die Rechnung zeigt, daß das Gewicht des Werkstückes keinen bedeutenden Einfluß auf den Spanquerschnitt hat.

Die Spanleistung i. d. Std. bei einem Arbeitsschub von 2500 mm.

Bei  $c = 140$  mm Schnittgeschwindigkeit gebraucht der Tisch

$$\text{für jeden Hobelgang} = \frac{2500}{140} = 18 \text{ Sek., bei der Rücklaufgeschwindigkeit}$$

$$\text{digkeit von 400 mm} = \frac{2500}{400} = 6,25 \text{ Sek. für jeden Rücklauf. Jeder}$$

Hin- und Rücklauf des Tisches erfordert demnach  $24,25 \sim 30$  Sek.

$$\text{Die Maschine macht daher in der Stunde } \frac{3600}{30} \sim 120 \text{ Arbeitshübe.}$$

Ist der Überlauf des Tisches je 100 mm, so ist die ausnutzbare Hobel-  
länge 2300 mm. Bei einem Span von  $q = 12$  qmm ist das Spangewicht

$$G = q \cdot L \cdot 120 \cdot 7,2 = 0,0012 \cdot 23 \cdot 120 \cdot 7,2 \sim 24 \text{ kg.}$$

### 3. Leistung der Maschine bei $c = 250 \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$ Schnittgeschwindigkeit.

Der Riemen auf Scheibe  $B$  mit 435 mm Durchmesser und 315 Um-  
läufen ist zu benutzen.

$$\text{Riemengeschwindigkeit } v_r = \frac{\pi \cdot 0,435 \cdot 315}{60} = 7,2 \text{ m}$$

Nutzlast des Riemens (Abb. 1001)  $p = 7$  kg,

Durchzugskraft des Riemens  $Z = p \cdot b = 7 \cdot 7 \sim 50$  kg,

$$\text{Riemenleistung } N = \frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{50 \cdot 7,2}{75} = 4,8 \text{ PS.},$$

Zahndruck  $\eta n$  der Zahnstange aus:  $\frac{Pc}{75} = \eta \cdot N.$

$$P = \frac{\eta \cdot N \cdot 75}{c} = \frac{0,7 \cdot 4,8 \cdot 75}{0,25} = 1008 \text{ kg.}$$

Durchzugskraft des Tisches bei einem Werkstück

$$\text{von } 2 \text{ t: } W_1 = 1008 - 83 = 925 \text{ kg,}$$

$$\text{„ } 1,5 \text{ t: } W_1 = 1008 - 70 = 938 \text{ „}$$

$$\text{„ } 1 \text{ t: } W_1 = 1008 - 58 = 950 \text{ „}$$

Zulässiger Spanquerschnitt bei Gußeisen mit  $K_z = 18 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$

$$\text{bei } 2 \text{ t Werkstück: } q = \frac{W_1}{90} = \frac{925}{90} = 10,3 \text{ qmm,}$$

$$\text{„ } 1,5 \text{ t „ : } q = \frac{938}{90} = 10,4 \text{ qmm,}$$

$$\text{„ } 1 \text{ t „ : } q = \frac{950}{90} = 10,6 \text{ qmm,}$$

Spanleistung bei einem Hobelhub von 2500 mm.

$$\text{Zeit für einen Arbeitshub} = \frac{2500}{250} = 10 \text{ Sek.}$$

$$\text{„ „ „ Rücklauf} = \frac{2500}{400} = 6,25 \text{ „}$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} \\ 16,25 \text{ Sek.}$$

Die Maschine braucht daher für jeden Hin- und Rücklauf  $\sim 20$  Sek.

$$\text{Arbeitshübe i. d. Std.} = \frac{3600}{20} \sim 180.$$

Spangewicht i. d. Std.  $G = 0,0010 \cdot 23 \cdot 180 \cdot 7,2 = 30$  kg.

Zahlentafel über den verfügbaren Schnittdruck und den zulässigen Spanquerschnitt.

Werkstückgewicht kg	Schnittgeschwindigkeit $c = 140 \text{ mm}$				Schnittgeschwindigkeit $c = 250 \text{ mm}$			
	Schnitt- druck kg	Spanquerschnitte in qmm			Schnitt- druck kg	Spanquerschnitte in qmm		
		Guß- eisen K = 90	Schmiede- eisen K = 120	Stahl K = 150		Guß- eisen K = 90	Schmiede- eisen K = 120	Stahl K = 150
2000	1042	11,6	8,7	6,9	925	10,3	7,7	6,2
1500	1055	11,7	8,8	7,0	938	10,4	7,8	6,3
1000	1067	11,9	8,9	7,1	950	10,6	7,9	6,3
500	1080	12,0	9	7,2	963	10,7	8,0	6,4
400	1083	12,0	9	7,2	965	10,7	8,0	6,4
300	1085	12,0	9	7,2	968	10,8	8,1	6,5
200	1088	12,1	9,1	7,3	970	10,8	8,1	6,5
100	1090	12,1	9,1	7,3	973	10,8	8,1	6,5
Mittelwerte:	1066	12,0	8,9	7,1	949	10,6	7,9	6,4

## c) Stoßmaschine.

Die Stoßmaschine hat einen Schwinghebelantrieb für den Stößel (Abb. 1018). Der Schwinghebel wird durch den in Abb. 1019 dargestellten Stufenscheibenantrieb betätigt. Der größte Hub der Maschine ist 450 mm, der kleinste 80 mm.

## 1. Berechnung der Geschwindigkeitsverhältnisse.

## a) Umläufe der Antriebskurbel.

$$\text{Riemen auf I: } n_1 = 100 \cdot \frac{510}{270} \cdot \frac{16}{96} = 31,5 \text{ i. d. Min.}$$

$$\text{„ „ II: } n_2 = 100 \cdot \frac{430}{350} \cdot \frac{16}{96} = 20,4 \text{ „ „ „}$$

$$\text{„ „ III: } n_3 = 100 \cdot \frac{350}{430} \cdot \frac{16}{96} = 13,6 \text{ „ „ „}$$

$$\text{„ „ IV: } n_4 = 100 \cdot \frac{270}{510} \cdot \frac{16}{96} = 8,8 \text{ „ „ „}$$

## b) Mittlere Schnittgeschwindigkeiten bei größtem Hub.

Durchläuft die Kurbel den größeren Winkel  $\alpha$ , so vollzieht bekanntlich der Stößel den Arbeitshub (Abb. 1018). Ist der Stößelhub  $H = 450 \text{ mm}$  und nimmt er  $t_a$  Sek. in Anspruch, so ist die mittlere Schnittgeschwindigkeit

$$c_a = \frac{H}{t_a} \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$$

Die Zeit  $t_a$  für den Arbeitshub des Stößels läßt sich wie folgt berechnen: Während der Stößel niedergeht, durchläuft die gleichmäßig

kreisende Kurbel den Bogen  $A B = 2 R \pi \cdot \frac{\alpha}{360}$ . Der Kurbelzapfen  $Z$  hat die Geschwindigkeit  $v = \frac{2 R \pi n}{60} \left( \frac{\text{m}}{\text{Sek.}} \right)$ . Infolgedessen gebraucht die Kurbel für das Durchlaufen des Winkels  $\alpha$

$$t = \frac{2 R \pi \alpha}{360} \cdot \frac{1}{v} = \frac{2 R \pi \alpha \cdot 60}{2 \cdot R \cdot \pi \cdot 360 \cdot n} = \frac{\alpha}{6 n} \text{ Sek.}$$

Es war:

$$c_a = \frac{H}{t_a} = \frac{H 6 n}{\alpha},$$

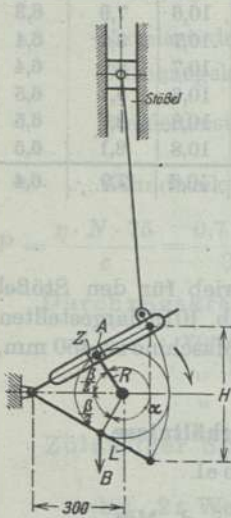


Abb. 1018. Schwinde.

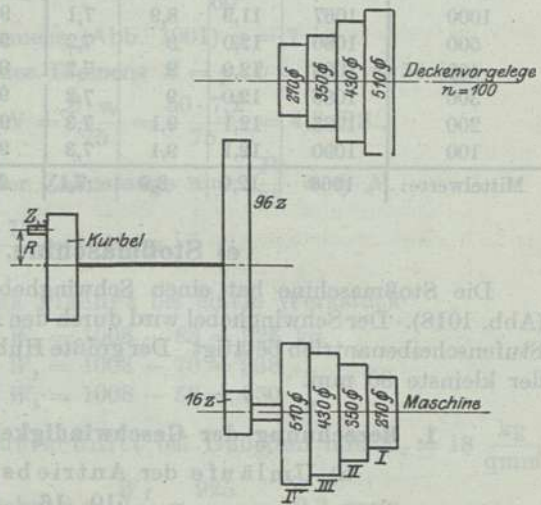


Abb. 1019 Antrieb.

$$\text{Mittlere Schnittgeschwindigkeit } c_a = \frac{6 H \cdot n}{\alpha},$$

hierin  $n$  = Umläufe der Kurbel.

Da die Kurbel beim Rückgang des Stößels den Winkel  $\beta$  durchleitet, so ist

$$\text{die mittlere Rücklaufgeschwindigkeit } c_r = \frac{6 H n}{\beta}$$

Die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  lassen sich aus Abb. 1018 bestimmen. Hiernach ist

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{H}{2 L},$$

wenn  $L$  die angegebene Länge der Schwinde ist und  $\alpha = 360 - \beta$ .

Die Kurbelschwinde ist bis zum Zapfen 450 mm lang, der größte Hub war 450 mm, demnach



$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{H}{2L} = \frac{450}{2 \cdot 450} = \frac{1}{2},$$

$$\frac{\beta}{2} = 60^\circ, \beta = 120^\circ,$$

$$\alpha = 360 - \beta = 240^\circ.$$

Die mittleren Geschwindigkeiten bei größtem Hub sind daher:

$$\text{Riemen auf } I \quad c_a = \frac{6H \cdot n_1}{\alpha} = \frac{6 \cdot 450 \cdot 31,5}{240} = 354 \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$$

$$\text{,, ,, } II: c_a = \frac{6H \cdot n_2}{\alpha} = \frac{6 \cdot 450 \cdot 20,4}{240} = 230 \text{ ,,}$$

$$\text{,, ,, } III: c_a = \frac{6H \cdot n_3}{\alpha} = \frac{6 \cdot 450 \cdot 13,6}{240} = 153 \text{ ,,}$$

$$\text{,, ,, } IV: c_a = \frac{6H \cdot n_4}{\alpha} = \frac{6 \cdot 450 \cdot 8,8}{240} = 99 \text{ ,,}$$

Da sich die Geschwindigkeiten beim Niedergang und Hochgang des Stößels wie  $\frac{\beta}{\alpha}$  verhalten, so ist

$$\frac{c_a}{c_r} = \frac{\beta}{\alpha}$$

und die Rücklaufgeschwindigkeit:

$$c_r = c_a \cdot \frac{\alpha}{\beta} = c_a \cdot \frac{240}{120},$$

$$c_r = 2 c_a.$$

$$\text{Riemen auf } I \quad c_r = 2 \cdot 354 = 708 \text{ mm,}$$

$$\text{,, ,, } II \quad c_r = 2 \cdot 230 = 460 \text{ ,,}$$

$$\text{,, ,, } III \quad c_r = 2 \cdot 153 = 306 \text{ ,,}$$

$$\text{,, ,, } IV \quad c_r = 2 \cdot 99 = 198 \text{ ,,}$$

Mittlere Schnittgeschwindigkeit bei kleinstem Hube.

$H = 80$  mm, Riemen auf Scheibe I:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{H}{2L} = \frac{80}{2 \cdot 450} = 0,08889,$$

$$\frac{\beta}{2} = 85^\circ, \beta = 170^\circ,$$

$$\alpha = 360^\circ - 170^\circ = 190^\circ.$$

Mittlere Schnittgeschwindigkeit

$$c_a = \frac{6H \cdot n_1}{\alpha} = \frac{6 \cdot 80 \cdot 31,5}{190} = 80 \text{ mm}$$

Mittlere Rücklaufgeschwindigkeit

$$c_r = c_a \cdot \frac{\alpha}{\beta} = 80 \cdot \frac{190}{170} \sim 90 \text{ mm,}$$

Größter Kurbelhalbmesser, auf den der Kurbelzapfen  $Z$  einzustellen ist. Nach Abb. 1018:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{r_{\max}}{300}, \text{ für } \frac{\beta}{2} = 60^\circ,$$

$$r_{\max} = 300 \cos \frac{\beta}{2} = 300 \cdot 0,5 = 150 \text{ mm.}$$

Kleinster Kurbelhalbmesser:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{r_{\min}}{300}, \text{ für } \frac{\beta}{2} = 85^\circ,$$

$$r_{\min} = 300 \cos \frac{\beta}{2} = 300 \cdot 0,08716 = 26 \text{ mm.}$$

c) Die verfügbaren Schnittdrücke bei größtem Hube.

Riemen auf Scheibe  $I$ :

$$\text{Riemengeschwindigkeit } v_r = \frac{0,51 \cdot \pi \cdot 100}{60} = 2,7 \text{ m,}$$

$$\text{Riemenbreite } b = 90 \text{ mm, } p = 3,5 \text{ kg (Abb. 1001),}$$

$$\text{Riemenzugkraft } Z = p \cdot b = 3,5 \cdot 9 \sim 32 \text{ kg,}$$

$$\text{Riemenleistung } N_I = \frac{Z v_r}{75} = \frac{32 \cdot 2,7}{75} = 1,2 \text{ PS,}$$

$$\text{Arbeitsvermögen des Stößels} = \eta \cdot N_I = 0,7 \cdot 1,2 = 0,84 \text{ PS.}$$

Ist der Schnittdruck  $W_1$  und die Geschwindigkeit des Stößels  $\frac{m}{\text{Sek.}}$ , so ist

$$\eta \cdot N_I = \frac{W_1 \cdot c_a}{75},$$

$$W_1 = \frac{\eta \cdot N_I \cdot 75}{c_a} = \frac{0,84 \cdot 75}{0,354} \sim 180 \text{ kg.}$$

Riemen auf Scheibe  $II$ :

$$\text{Riemengeschwindigkeit } v_r = \frac{\pi \cdot 0,430 \cdot 100}{60} = 2,3 \text{ m}$$

$$\text{Durchzugskraft } Z = p b = 3,5 \cdot 9 = 32 \text{ kg,}$$

$$\text{Riemenleistung } N_{II} = \frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{32 \cdot 2,3}{75} = 1 \text{ PS.}$$

Verfügbarer Schnittdruck am Stößel:

$$\eta \cdot N_{II} = \frac{W_1 \cdot c_a}{75}$$

$$0,7 \cdot 1 = \frac{W_1 \cdot 0,230}{75}$$

$$W_1 = \frac{0,7 \cdot 1 \cdot 75}{0,230} = 228 \text{ kg.}$$

Riemen auf Scheibe III

$$v_r = \frac{\pi \cdot 0,350 \cdot 100}{60} = 1,8 \text{ m.}$$

Nach Abb. 1001  $p = 3 \text{ kg}$ Durchzugskraft  $Z = 3 \cdot 9 = 27 \text{ kg.}$ 

$$\text{Riemenleistung } N_{III} = \frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{27 \cdot 1,8}{75} = 0,65 \text{ PS.}$$

Verfügbare Schnittdruck am Stößel:

$$\eta \cdot N_{III} = \frac{W_1 \cdot c_a}{75},$$

$$W_1 = \frac{\eta \cdot N_{III} \cdot 75}{c_a} = \frac{0,7 \cdot 0,65 \cdot 75}{0,153} = 223 \text{ kg.}$$

Riemen auf Scheibe IV:

$$v_r = \frac{\pi \cdot 0,270 \cdot 100}{60} = 1,4 \text{ m.}$$

Nach Abb. 1001  $p = 2,5 \text{ kg}$ ,  $Z = 2,5 \cdot 9 \sim 23 \text{ kg.}$ 

$$\text{Riemenleistung } N_{IV} = \frac{Z \cdot v_r}{75} = \frac{23 \cdot 1,4}{75} = 0,43 \text{ PS.}$$

Verfügbare Stahl Druck am Stößel:

$$\eta \cdot N_{IV} = \frac{W_1 \cdot c_a}{75},$$

$$W_1 = \frac{\eta \cdot N_{IV} \cdot 75}{c_c} = \frac{0,7 \cdot 0,43 \cdot 75}{0,099} = 228 \text{ kg.}$$

Zahlentafel für den größten Hub.

Scheibe	Schnittgeschwindigkeit		Verfügbare Schnittdruck kg
	mm Sek.	m Min.	
I	354	21,2	180
II	230	13,8	228
III	153	9,2	223
IV	99	6,0	228

## 2. Leistung.

Es soll ein Gußstück von 380 mm Höhe mit etwa  $9 \frac{\text{m}}{\text{Min.}}$  Schnittgeschwindigkeit bearbeitet werden. Wie groß ist die Spanleistung in der Stunde?

Nach der Zahlentafel ist der Riemen auf Scheibe III zu legen, und die Maschine ist auf den größten Hub einzustellen, so daß

$$c_a = 9,2 \frac{\text{m}}{\text{Min.}} \text{ beträgt.}$$

Den zulässigen Spanquerschnitt berechnet man aus:

$$W_1 = q \cdot K$$

$$223 = q \cdot 90,$$

$$\text{Spanquerschnitt } q = \frac{223}{90} = 2,5 \text{ qmm.}$$

Der Stößel gebraucht bei  $c_a = 153 \frac{\text{mm}}{\text{Sek.}}$  für jeden Arbeitshub =  $\frac{450}{153} = \sim 3$  Sek. Da der Rücklauf bei größtem Hub mit doppelter

Geschwindigkeit erfolgt, so beansprucht der Stößel hierfür 1,5 Sek. Demnach dauern ein Niedergang und ein Hochgang des Stößels 4,5 Sek., infolgedessen kann der Stößel in der

$$\text{Stunde} = \frac{3600}{4,5} = 800 \text{ Arbeitshübe}$$

ausführen, d. h. 800 mal einen Span von 3,8 dm Länge und 0,00025 qdm Querschnitt nehmen, demnach ist das Spangewicht  $G = 800 \cdot 3,8 \cdot 0,00025 \cdot 7,2 = 5,5 \text{ kg.}$

Wieviel Zeit erfordert das Stossen, wenn das Werkstück 500 mm breit ist und die Spantiefe 2,5 mm ist. Da der zulässige Spanquerschnitt 2,5 qmm ist, so ist ein Vorschub von  $\frac{2,5}{2,5} = 1 \text{ mm}$  einzustellen. Infolgedessen muß der Stößel für die 500 mm

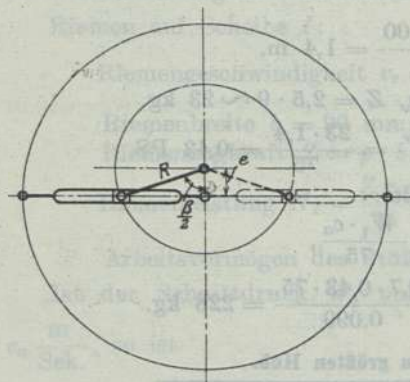


Abb. 1020. Umlaufschleife.

mm breite Fläche  $\frac{500}{1} = 500$  Arbeitshübe machen. Da ein Niedergang und Hochgang des Stößels 4,5 Sek. beanspruchen, so ist die Arbeitszeit =  $500 \cdot 4,5 = \sim 38$  Min.

In ähnlicher Weise sind auch die Berechnungen für die Umlaufschleife durchzuführen. Für sie gilt ebenfalls:

$$c_a = \frac{6 H n}{\alpha},$$

nur ist nach Abb. 1020:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{e}{R}.$$

## Sachregister.

Abnahme 547.  
Antrieb der geraden Hauptbewegung 53, 430.  
Antrieb der kreisenden Hauptbewegung 19.  
Arbeitsbedarf 562.  
Arbeitsweise der Werkzeugmaschinen 15.  
Arbeitszeit 17.  
Aufstellen der Werkzeugmaschinen 13.  
Auslegerbohrmaschine 236.  
Ausrücken der Vorgelege 31.  
Ausrückvorrichtungen 73.  
Automat 172.  
  
Bandsäge 519.  
Blecbearbeitungsmaschinen 526.  
Blechbiegemaschinen 526.  
Blechkantenhobelmaschinen 504.  
Blechrichtmaschinen 530.  
Blechzungenhobelmaschinen 508.  
Bohrmaschinen 211.  
Bohrspindel 213.  
Bohrsteuerung 216.  
Bohrwerke 250.  
Büchenschleifmaschine 374.  
  
Dauervorschub 77.  
Deckenvorgelege 23, 67, 74, 449.  
Differentialgetriebe 256.  
Doppelstahlhalter 457.  
Dreharbeiten 89.  
Drehbänke 88.  
Dreh- und Bohrwerke 204.  
Druckluftumsteuerung 494.  
  
Einständerhobelmaschine 443.  
Elektrische Umsteuerung 454.  
Elektromagnetische Umsteuerung 452.  
Ellipsenräder 58.

Fassondrehbank 137.  
Flächenschleifmaschine 363.  
Flanschenbohrmaschine 246.  
Formdrehbank 137.  
Formfräsmaschine 327.  
Fräser 262.  
Fräsmaschine, senkrechte 313.  
— wagerechte 267.  
Fräswerke 250.  
Fühlhebel 13.  
  
Geschwindigkeitsberechnungen 591.  
Geschwindigkeitsregler 27.  
Geschwindigkeitswechsel 23, 28, 51.  
Getriebe 19.  
Gewindeanzeiger 136.  
Gewindedrehbank 136.  
Gewindefräsmaschine 330, 413.  
Gewinderollen 414.  
Gewindeschneiden 134.  
Gewindeschneidköpfe 408.  
Gewindeschneidmaschinen 405.  
Gewindewalzen 417.  
Grenzlehren 9.  
Großdrehbank 122, 133.  
Grubenhobelmaschine 509.  
  
Halbautomat 189.  
Hauptbewegung 19.  
Hebelschere 539.  
Herzumsteuerung 79.  
Hinterdrehbank 141.  
Hobelmaschine 419.  
Hobelschlitten 420.  
Hobeltisch 426.  
Hubsäge 525.  
  
Kaltsägen 514.  
Kammwalzenfräsen 350.  
Karusselldrehbänke 204.

- Kegeldrehen 89, 138.  
 Kegelräderfräsen 301, 352.  
 Kegelräderhobeln 480, 486.  
 Kegelräderschleifen 402.  
 Kegelräderwendegetriebe 65.  
 Keilnutenhobeln 501.  
 Keilriemen 26.  
 Kesselbohrmaschine 248.  
 Kolbenringschleifmaschine 393.  
 Kolbenstangenschleifmaschine 373.  
 Kopfbank 203.  
 Kopierfräsmaschine 327.  
 Kreissäge 512.  
 Kreisschere 543.  
 Kugeldrehbank 148.  
 Kugelschleifmaschine 403.  
 Kuppelräder 41.  
 Kupplungsumsteuerung 70.  
 Kurbelantrieb 56.  
 Kurbelschleife 59.  
 Kurbelschwinge 60.  
 Kurbelzapfendrehbank 210.  
 Kurvenfräsmaschine 328.  
 Kurvenhobeln 426.  
  
 Langfräsmaschine 324.  
 Langlochbohrmaschinenantrieb 57.  
 Langlochfräsmaschine 324.  
 Längsschloß 112.  
 Leistung 2, 591.  
 Leitspindeltrieb 55.  
 Leitspindelbank 105.  
 Leit- und Zugspindelbank 112.  
 Lochmaschine 532.  
 Lochreihenbohrmaschine 247.  
  
 Mäandergetriebe 128.  
 Materialvorschub 153.  
 Mechanismen 19.  
 Mehrspindelautomat 161, 195.  
 Mehrspindelige Bohrmaschine 445.  
 Meißelabhebung 443.  
 Meßwerkzeuge 7.  
 Mitnehmer 31.  
 Mutterschloß 105.  
  
 Normallehre 7.  
 Nortongetriebe 43, 81, 129.  
  
 Ovalwerk 139.  
  
 Passungen 7.  
 Patronen-Werkzeughalter 405.  
 Pendelsäge 513.  
 Pfeilräderfräsen 350.  
 Planbank 203.  
 Planfräsmaschine 309.  
 Planschleifmaschine 381.  
 Planzüge 108.  
 Prüfen der Flächen 13, 547.  
  
 Radialbohrmaschine 236.  
 Räderdrehbank 139.  
 Rädervorgelege 28, 35, 57.  
 Räderwendegetriebe 64.  
 Reibscheiben 78.  
 Reitstock 97, 131.  
 Revolverbank 148, 405.  
 Revolverkopf 103, 156.  
 Riemenrücker 73.  
 Riemenumleger 22.  
 Riemenwendegetriebe 68, 434.  
 Ruckvorschübe 76, 435.  
 Rundfräsen 264.  
 Rundfräsmaschine 327.  
 Rundhobeln 479.  
 Rundschleifmaschine 366, 374.  
 Ruppert-Getriebe 44.  
  
 Sägen 512.  
 Säulenbohrmaschine 220.  
 Schaltbewegung 16.  
 Schaltdose 442.  
 Schaltgetriebe 75.  
 Schere 532.  
 Schleifen 356.  
 Schleifmaschine 353.  
 Schleifräder 404.  
 Schloßplatte 105, 124, 129, 152, 169.  
 Schneckenantrieb 67.  
 Schneckenräderfräsen 300, 335.  
 Schneidkopf 408.  
 Schnellbetrieb 32.  
 Schnellbohrmaschine 227.  
 Schnelldrehbank 122.  
 Schnellhobelmaschine 448, 463.  
 Schnellstahl 2.  
 Schnittdruck 556.  
 Schnittgeschwindigkeit 16, 501.  
 Schraubenantrieb 55.  
 Schraubenfeder-Kupplung 72.  
 Schraubenräderfräsen 298, 334.  
 Schraubenschneidmaschine 407.  
 Schraubenzahnstange 55.  
 Schrubbank 122, 131.  
 Schwenkräder 1.  
 Selbstausrücker 75, 85, 119, 127, 218,  
 285.  
 Shapingmaschine 465.  
 Spindellager 91.

- Spindelstock 28, 90, 123, 153, 270, 355.  
 Spiralfräsen 297.  
 Spitzendrehbank 90.  
 Stahlhalter 102.  
 Ständerbohrmaschine 231.  
 Steuerung 75, 104.  
 Stirnräderfräsen 296, 332.  
 Stirnräderwendegetriebe 64.  
 Stirnräderhobeln 489.  
 Stirnräderstoßen 497.  
 Stirnräderschleifen 399.  
 Stoßmaschine 490.  
 Stößelhobelmaschine 63, 465.  
 Stufenlose Scheiben 26.  
 Stufenrädergetriebe 25, 40, 127, 166,  
 477, 575.  
 Stufenscheibe 21, 24, 28, 449, 565.
- Teilkopf 293, 357.  
 Teilvorrichtung 293.  
 Tischhobelmaschine 420.
- Umlaufschleife 59, 483.  
 Umsteuerung 64, 83, 432, 469.  
 Universalfräsmaschine 285.  
 Umkehrmotor 73.
- Verriegelung 116.  
 Verschieberäder 41.  
 Vorschub 16, 587.  
 Vorschubwechsel 124, 168, 208.  
 Vulkan-Kupplung 71.  
 Viellochrevolver 158.
- Wälzverfahren 332.  
 Wandbohrmaschine 236, 239.  
 Warmsäge 512.  
 Wechselräder 79, 134.  
 Wechselrädergetriebe 80, 280.  
 Wendegetriebe 64.  
 Wendeherz 79, 121.  
 Werkzeugeschleifmaschine 353.  
 Werkzeugschlitten 100, 124, 131.
- Zahnräderfräsmaschine 332.  
 Zahnräderschleifmaschine 399.  
 Zahnstangenantrieb 53, 469.  
 Zahnstangenhobeln 504.  
 Ziehkeil 48, 80, 124, 126.  
 Zuspitzmaschine 508.  
 Zweiständerbohrmaschine 236.  
 Zylinderbohrmaschine 253, 379.  
 Zylinderschleifmaschine 379.

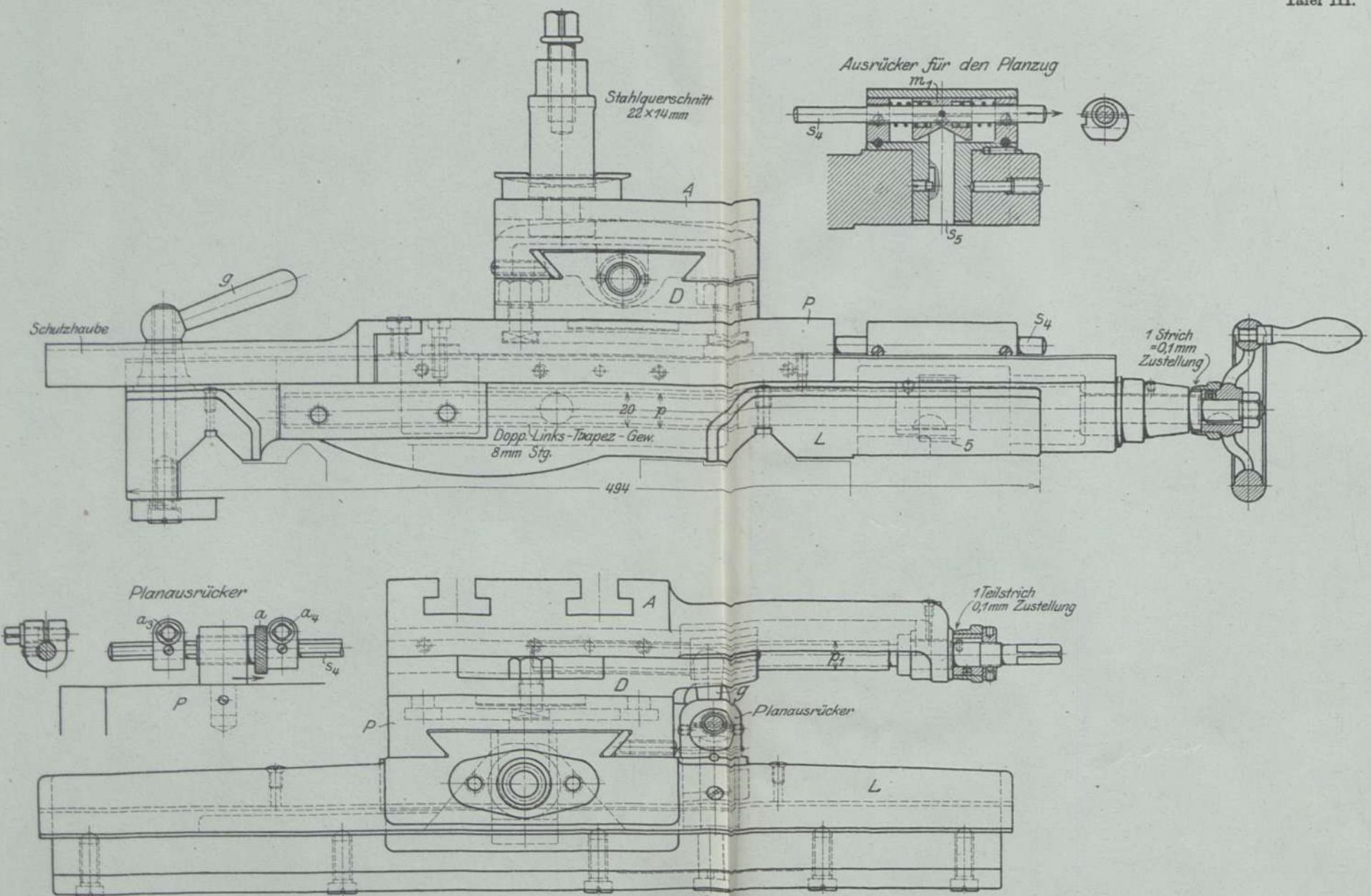




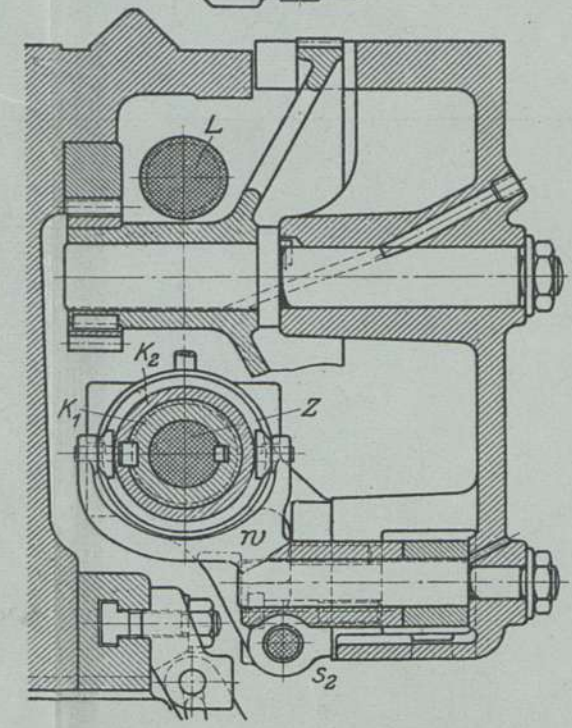
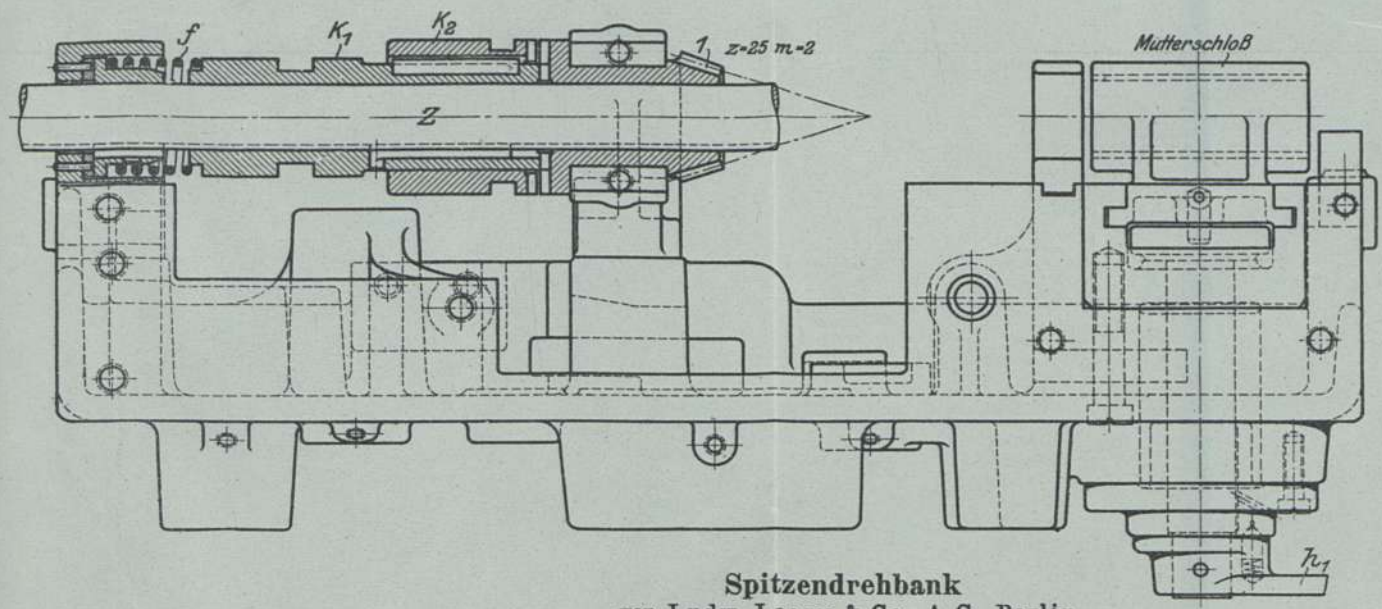
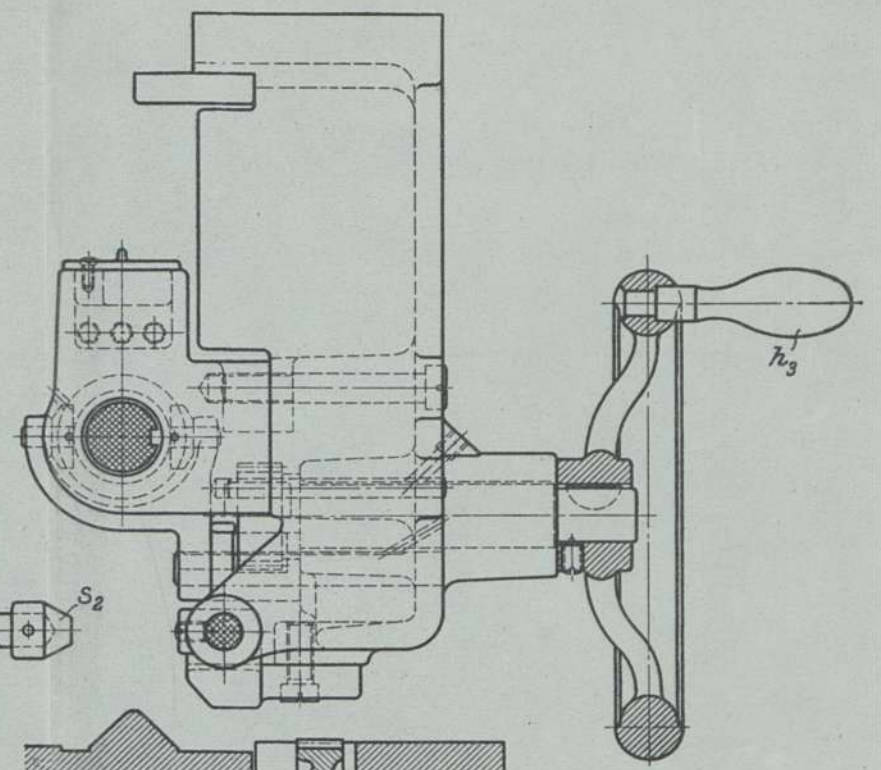
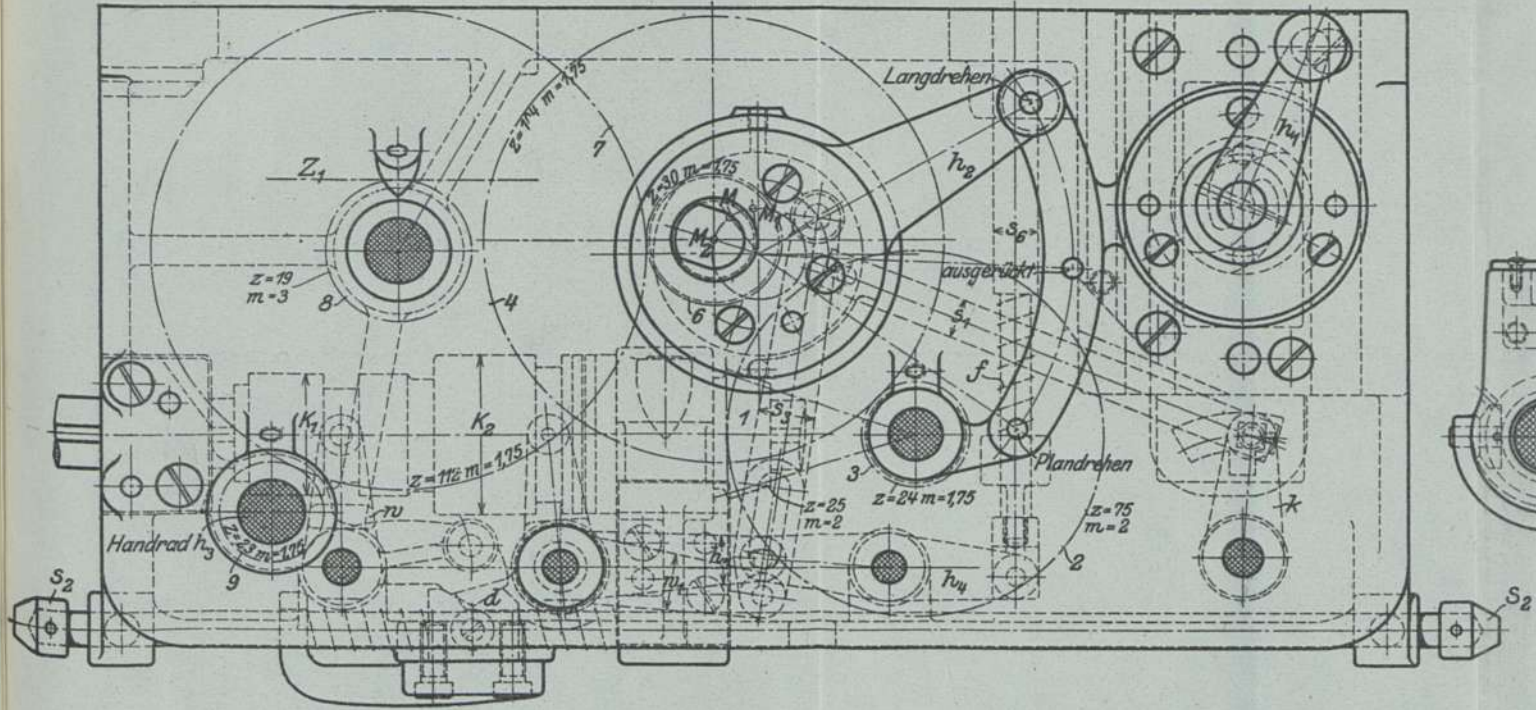
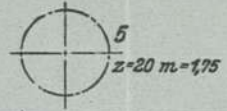




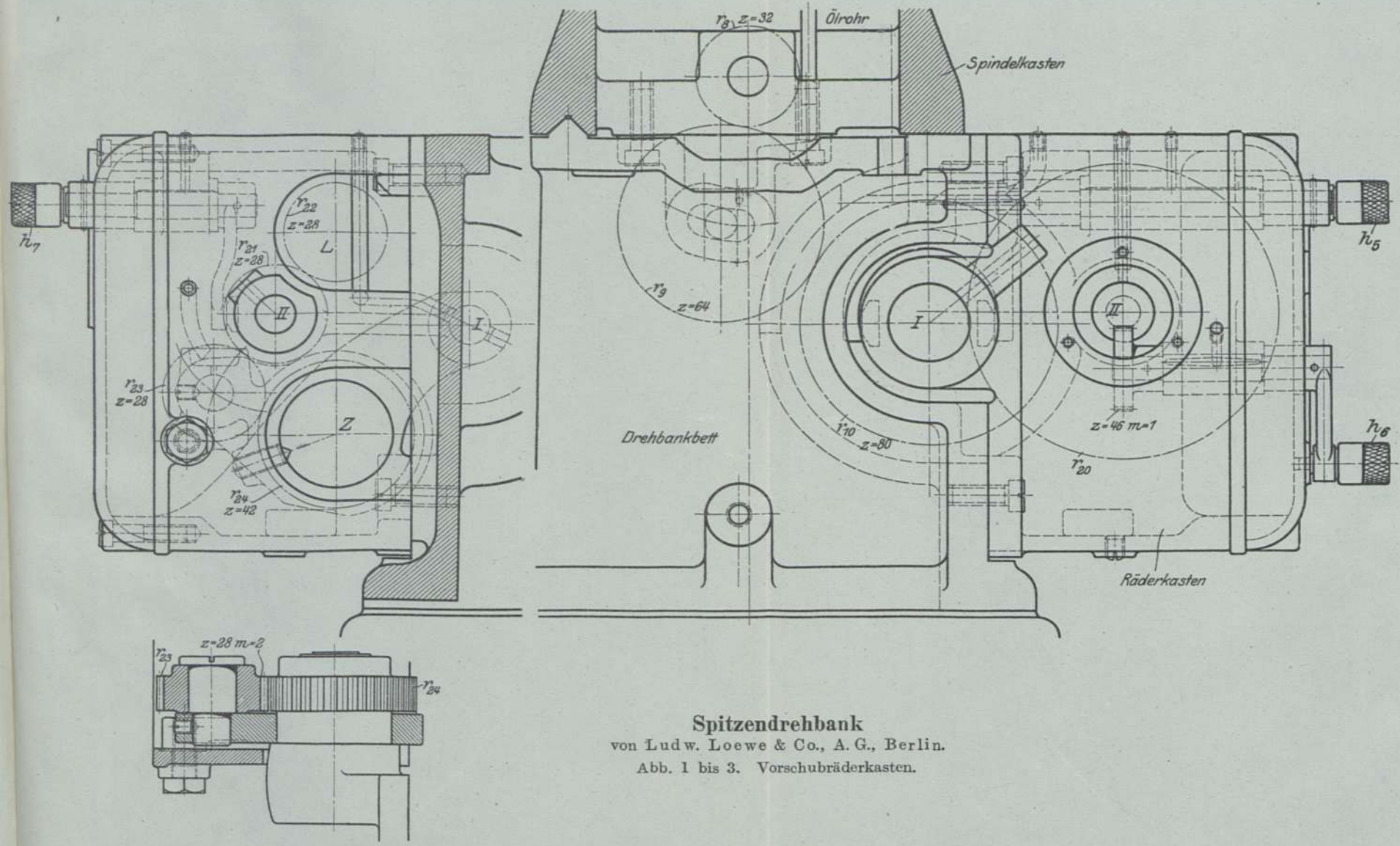




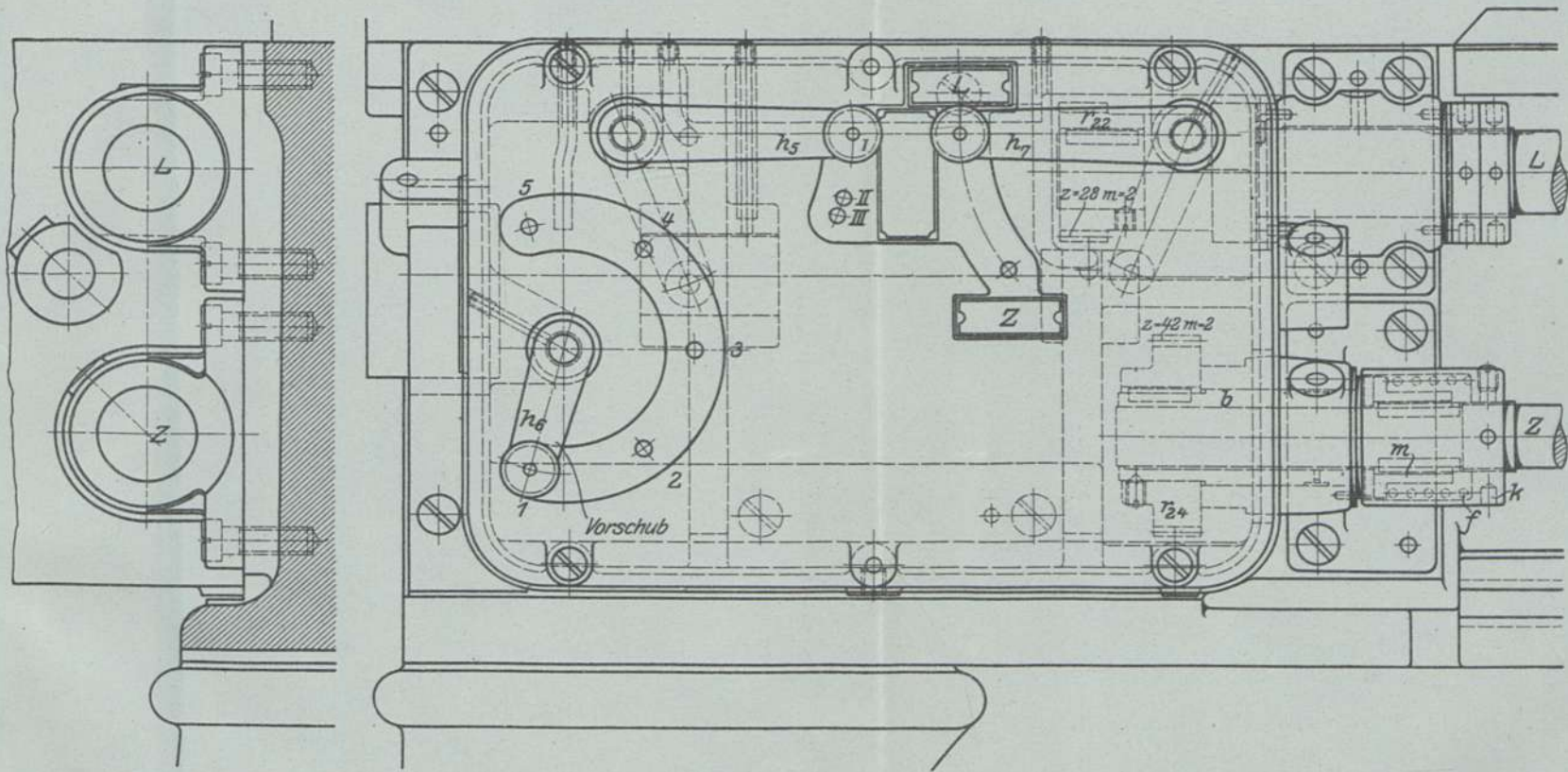
**Spitzendrehbank**  
von Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.  
Abb. 1 bis 6. Werkzeugschlitten.



**Spitzendrehbank**  
von Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.  
Abb. 1 bis 4. Schloßplatte.



**Spitzendrehbank**  
 von Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.  
 Abb. 1 bis 3. Vorschubräderkasten.

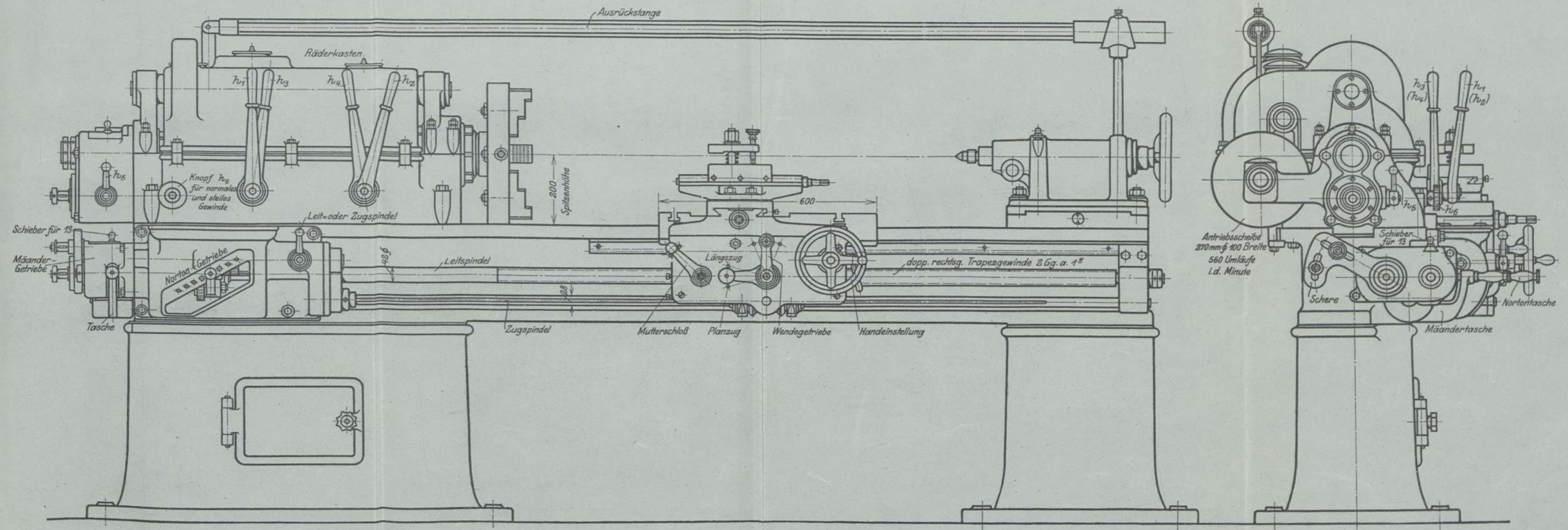
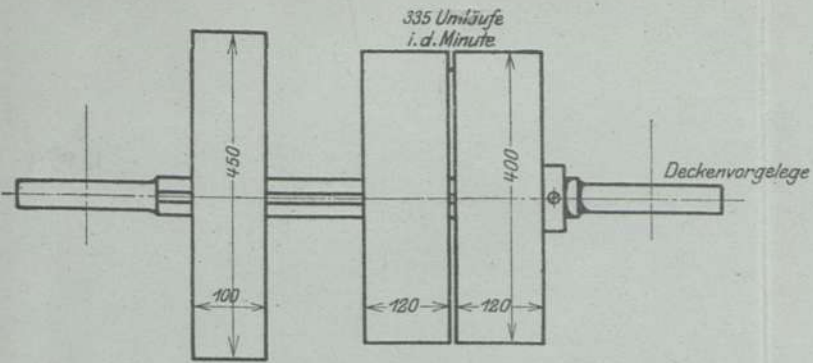


### Spitzendrehbank

von Ludw. Loewe & Co., A. G., Berlin.

Abb. 1 bis 2. Schalter für den Vorschubwechsel.





**Schnelldrehbank**  
 von H. Wohlenberg, Hannover.  
 Abb. 1 bis 3. Gesamtbild.



**Schnelldrehbank**  
 von H. Wohlenberg, Hannover.  
 Stufenräderantrieb.

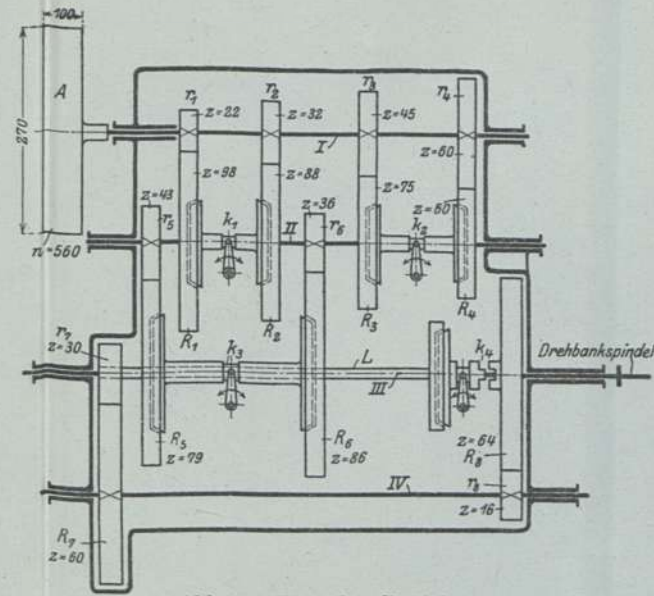


Abb. 4. Plan des Getriebes.

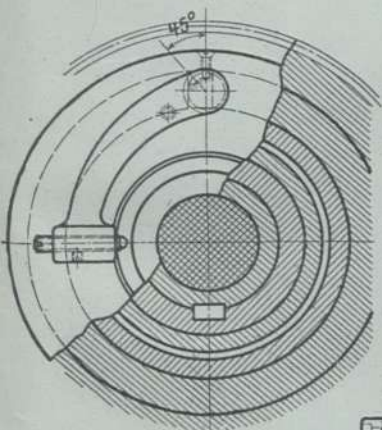


Abb. 1. Reibkupplung.

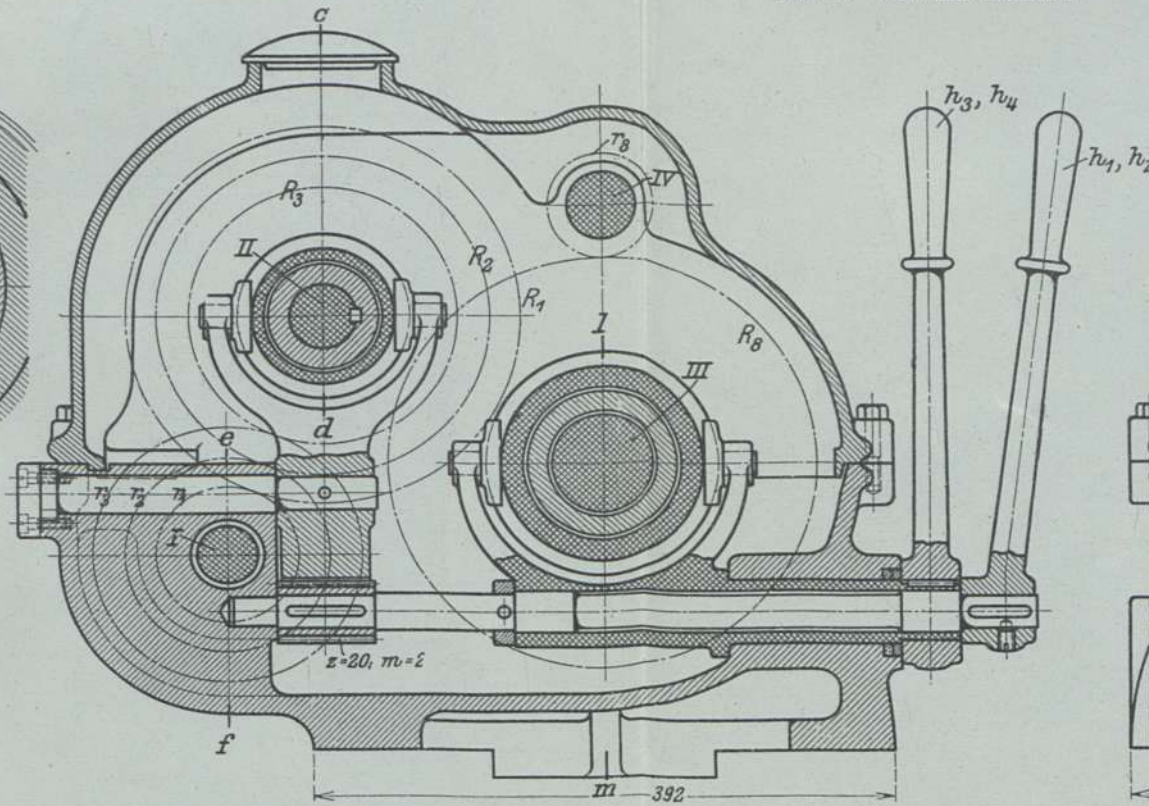


Abb. 2. Anordnung der Schalthebel.

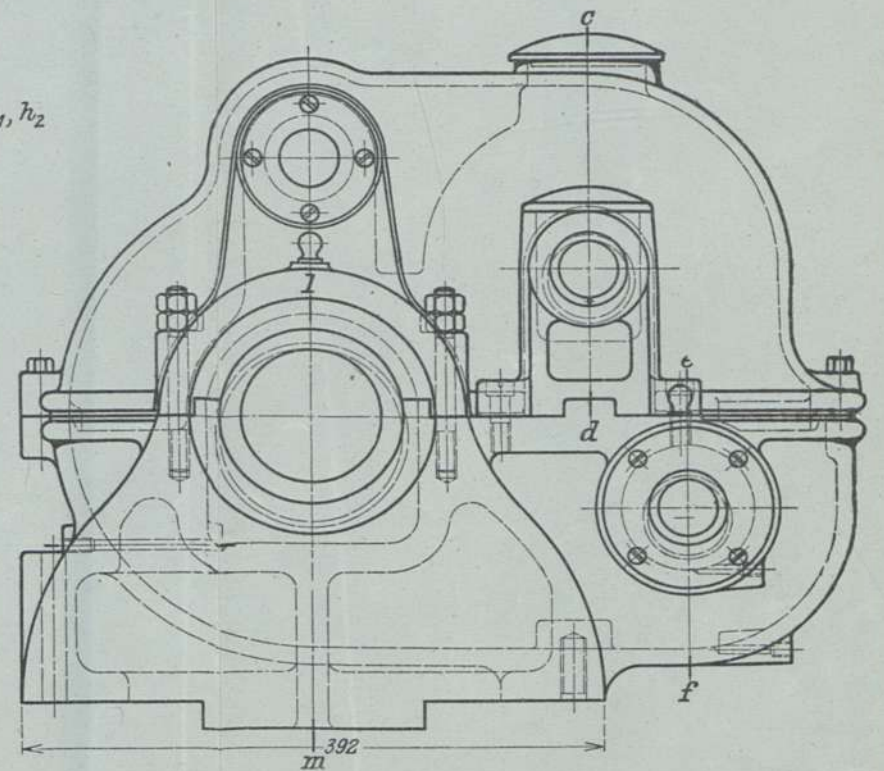


Abb. 3. Vorderansicht des Räderkastens

Abb. 1 bis 4.

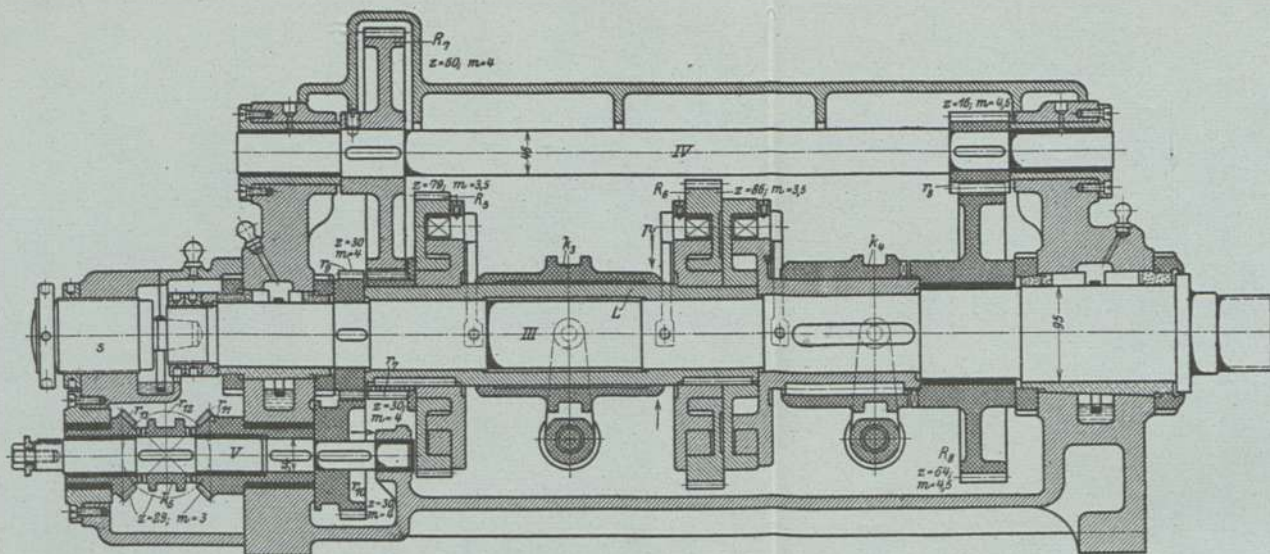


Abb. 1. Schnitt *l—m* an der Drehspindel.

Abb. 2 u. 3. Einsteller für *r*<sub>10</sub>.

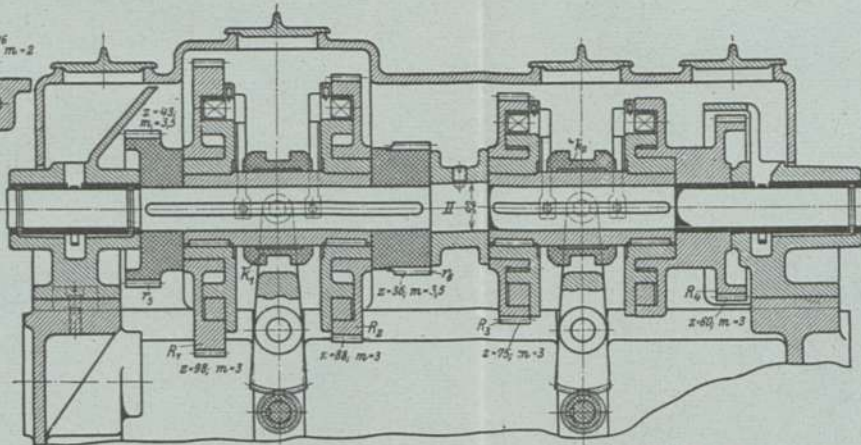
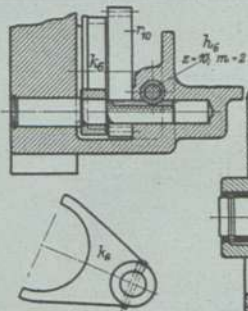


Abb. 4. Schnitt *c—d* an der Vorgelegewelle *II*.

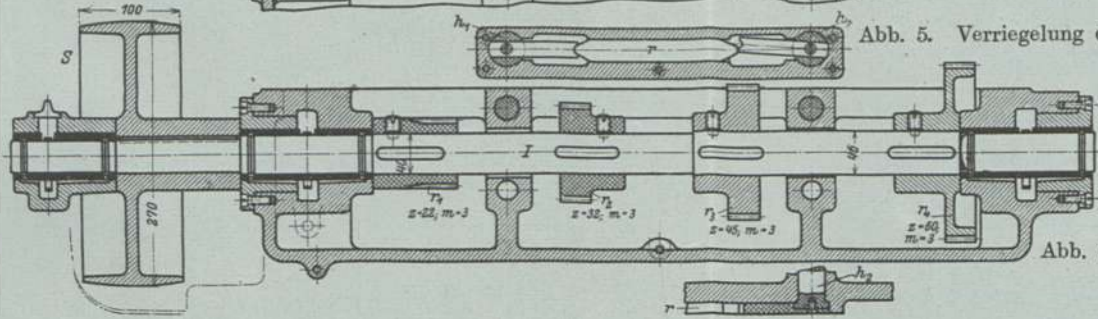


Abb. 5. Verriegelung der Schalthebel *h*<sub>1</sub>, *h*<sub>2</sub>.

Abb. 6. Schnitt *e—f* an der Vorgelegewelle *I*.

**Schnelldrehbank**  
 von H. Wohlenberg, Hannover.  
 Abb. 1 bis 6. Stufenrädergetriebe.

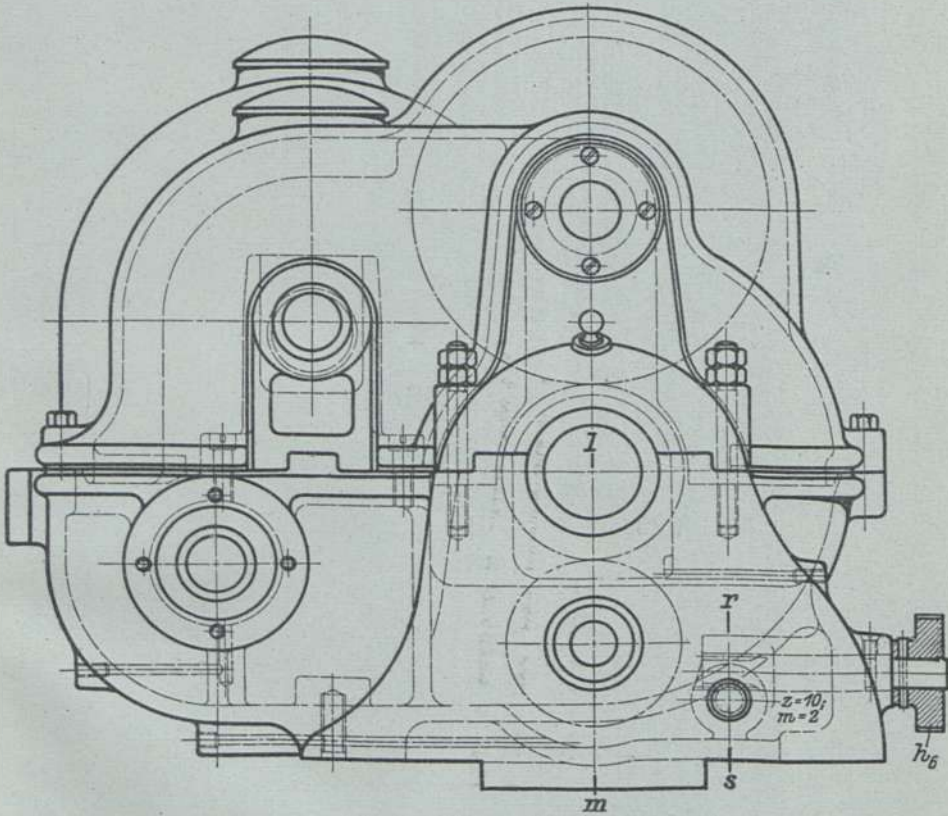


Abb. 1. Rückansicht des Räderkastens.

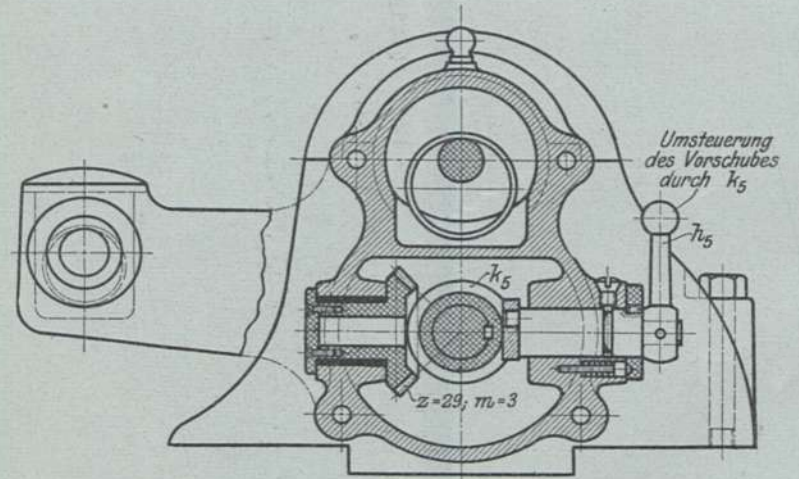


Abb. 2. Vorschubumsteuerung.

**Schnelldrehbank**  
 von H. Wohlenberg, Hannover.  
 Abb. 1 und 2. Stufenräderantrieb.

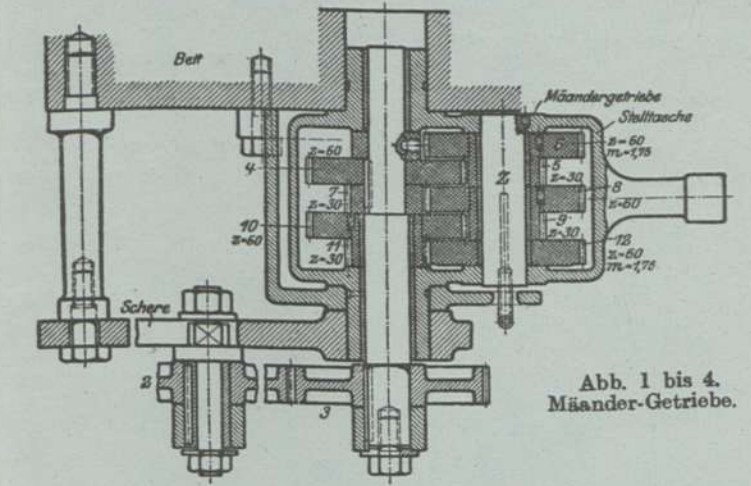
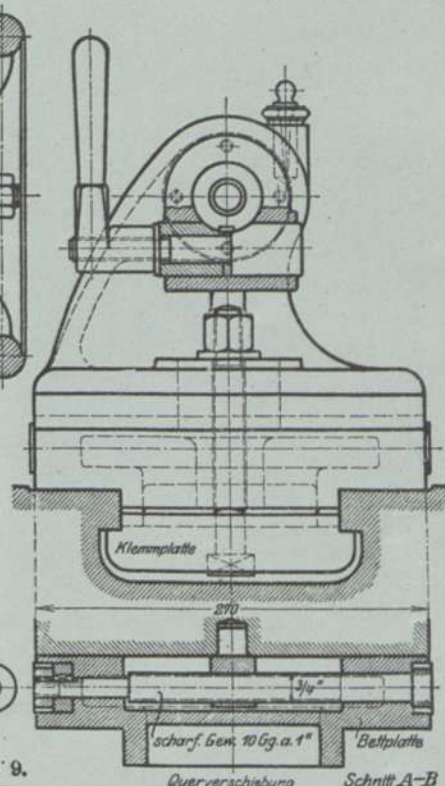
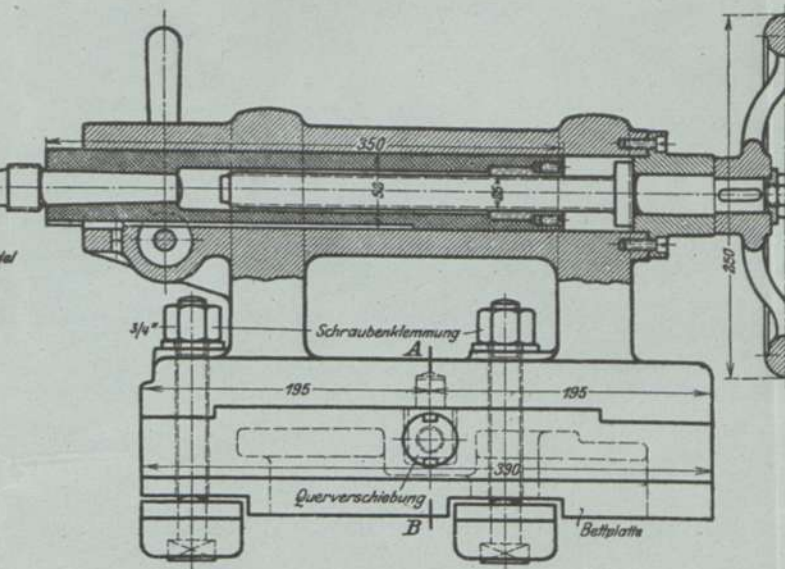
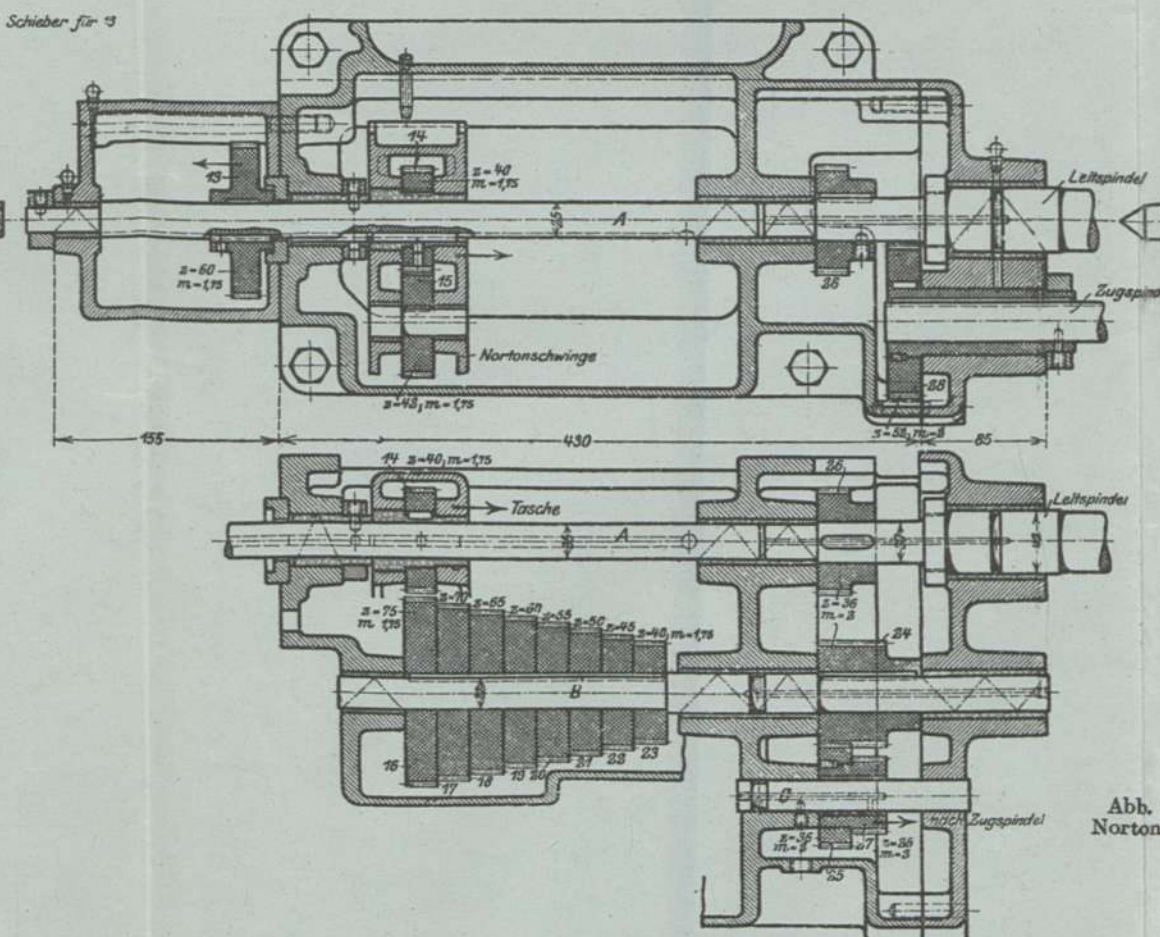
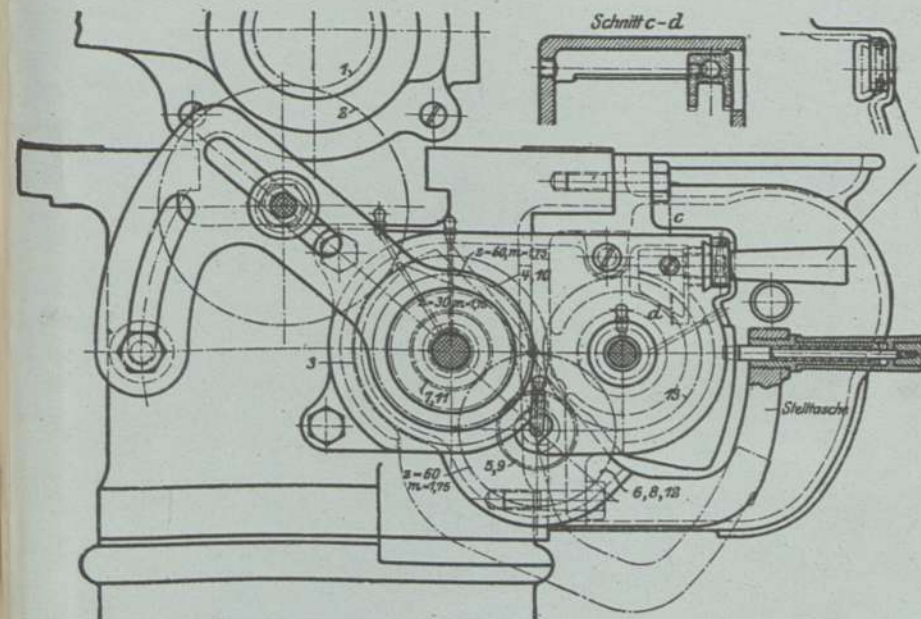


Abb. 1 bis 4.  
Mäander-Getriebe.

Abb. 5 bis 9.  
Norton-Getriebe.

Abb. 7 bis 9.  
Reitstock.

**Schnelldrehbank**  
von H. Wohlenberg, Hannover.  
Abb. 1 bis 9. Vorschubantrieb und Reitstock.

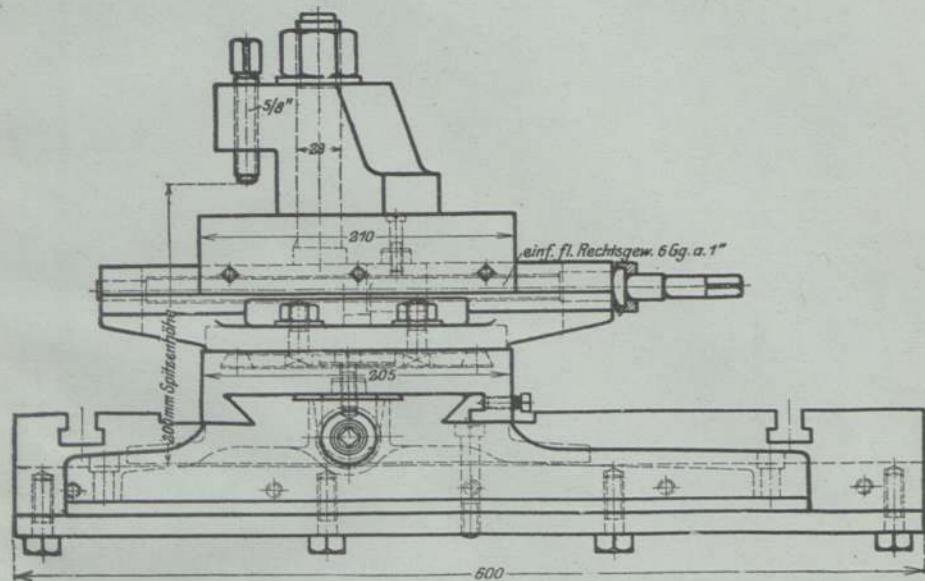


Abb. 1.

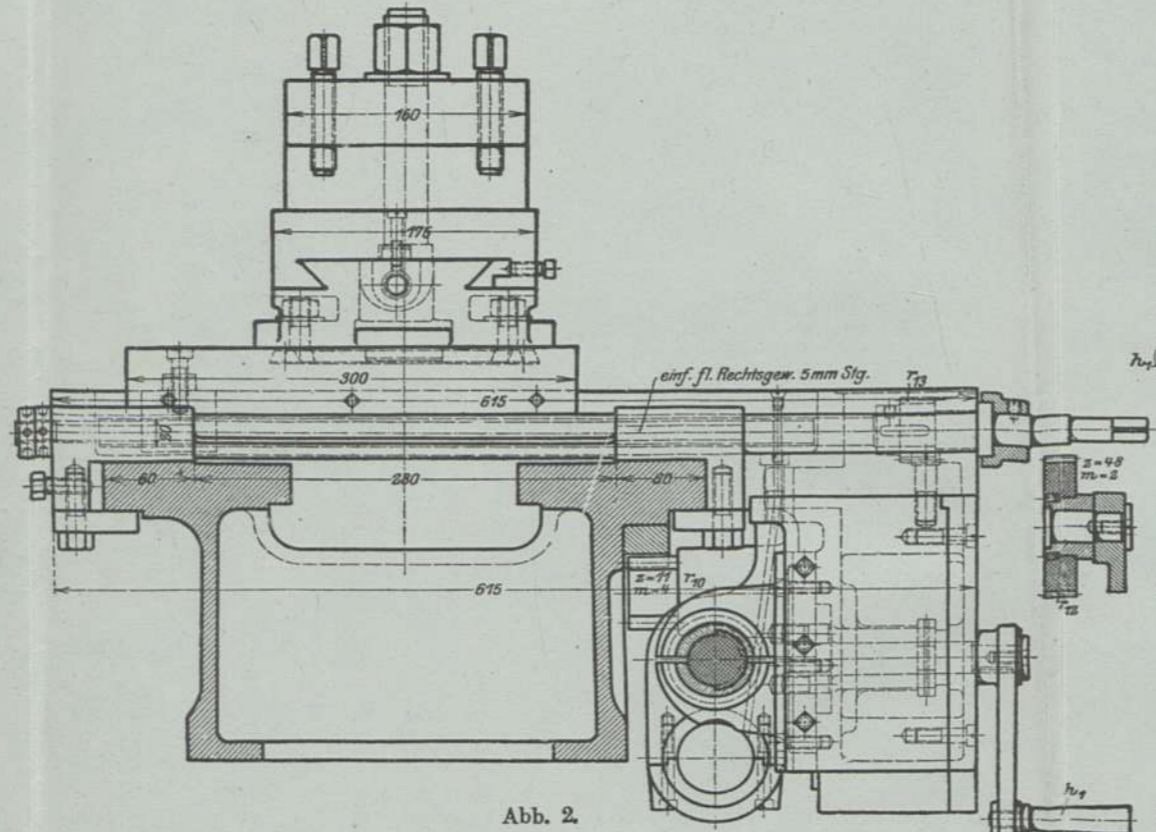
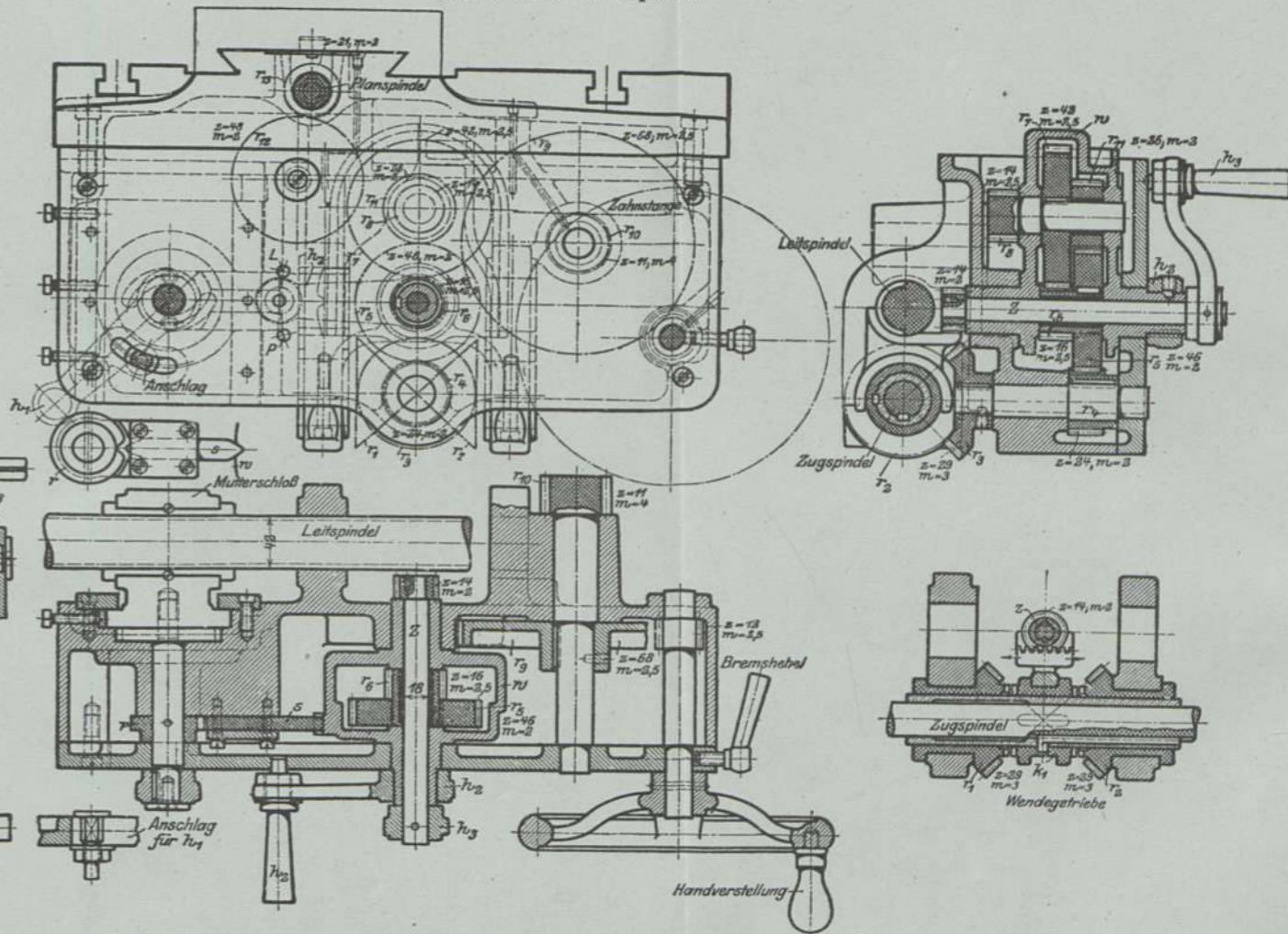


Abb. 2.

Abb. 1 und Werkzeugschlitten.

Abb. 2 bis 8. Schloßplatte.



Schnelldrebbank  
 von H. Wohlenberg, Hannover.  
 Abb. 1 bis 8. Werkzeugschlitten und Schloßplatte.

**Allgemeine Räderfräsmaschine.**  
 J. E. Reinecker, A. G., Chemnitz.  
 Steuerung des Tisches.

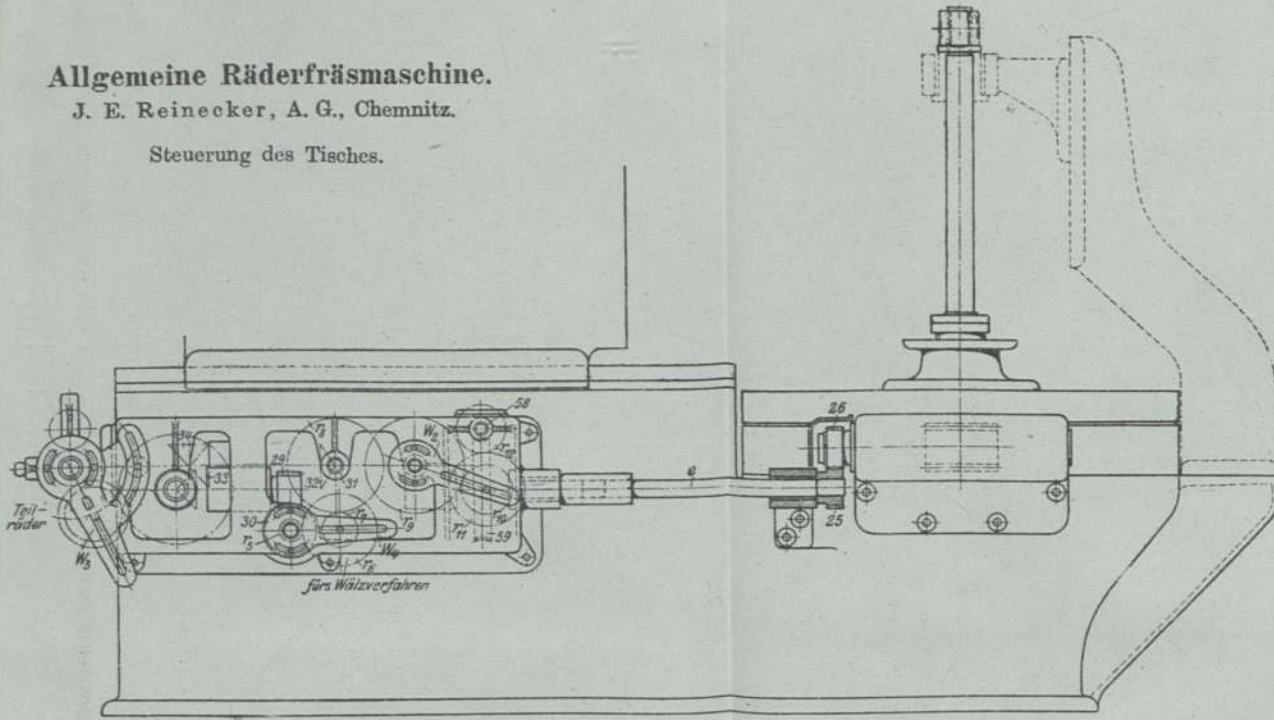


Abb. 1.

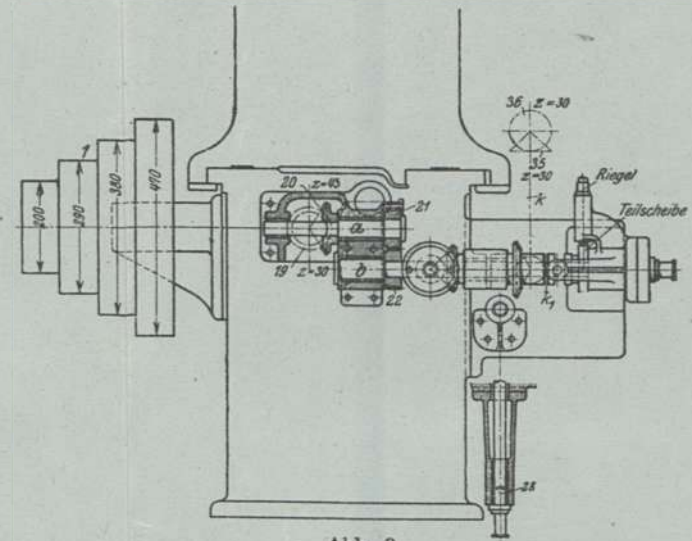


Abb. 3.

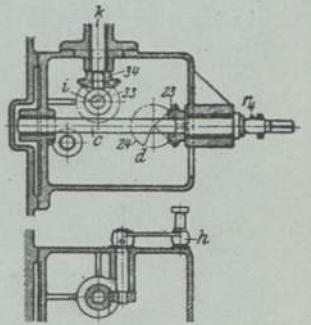


Abb. 4 und 5.

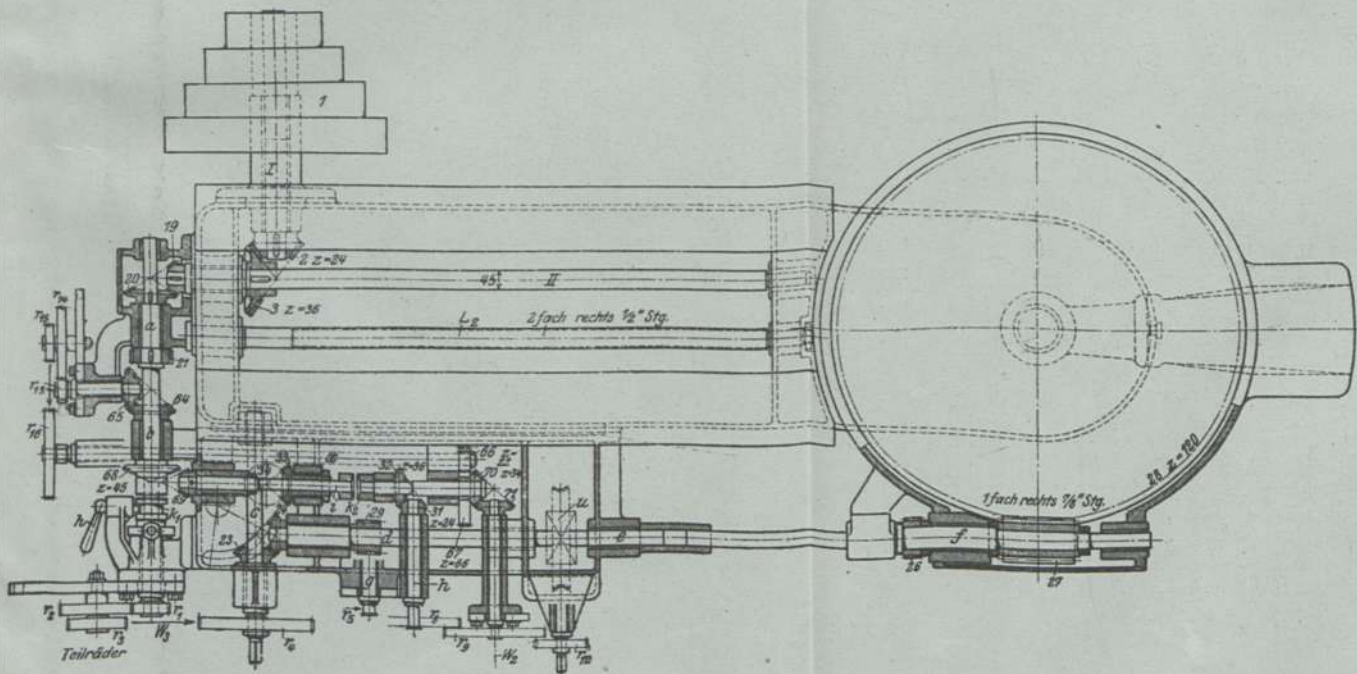


Abb. 2.

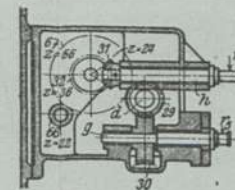


Abb. 6.

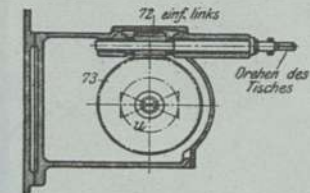


Abb. 7.

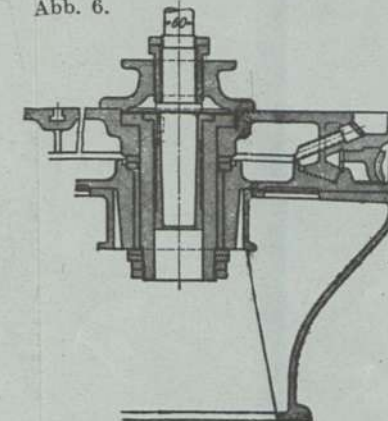


Abb. 8.



**Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung.**

Von Professor F. W. Hülle in Dortmund. In zwei Bänden.

Erster Band: **Der Bau der Werkzeugmaschinen.** Vierte, vermehrte Auflage. Mit 360 Textabbildungen. 1923. GZ. 3

Zweiter Band: **Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen.** Dritte, vermehrte Auflage. Mit 395 Textabbildungen. 1922. GZ. 3.6

---

**Arbeitsweise der selbsttätigen Drehbänke.** Kritik und Versuche. Von

Dr.-Ing. H. Klenzle. Zweite, verbesserte und ergänzte Auflage.

In Vorbereitung

---

**Automaten.** Die konstruktive Durchbildung, die Werkzeuge, die Arbeitsweise

und der Betrieb der selbsttätigen Drehbänke. Ein Lehr- und Nachschlagewerk. Von Oberingenieur Ph. Kelle in Berlin. Mit 767 Figuren im Text und auf Tafeln sowie 34 Arbeitsplänen. 1921. Gebunden GZ. 16.5

---

**Die Dreherei und ihre Werkzeuge.** Handbuch für Werkstatt, Büro und

Schule. Von Betriebsdirektor Willy Hippler. Erster Teil: **Wirtschaftliche Ausnutzung der Drehbank.** Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit etwa 120 Textabbildungen. Erscheint im Sommer 1923

---

**Der Dreher als Rechner.** Wechselräder-, Touren-, Zeit- und Konusberechnung

in einfachster und anschaulichster Darstellung; darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von E. Busch. Mit 28 Textfiguren. 1919.

Gebunden GZ. 5

---

**Der Fräser als Rechner.** Berechnungen an den Universal-Fräsmaschinen

und -Teilköpfen in einfachster und anschaulichster Darstellung; darum zum Selbstunterricht wirklich geeignet. Von E. Busch. Mit 69 Textabbildungen und 14 Tabellen. 1922. GZ. 3.6; gebunden GZ. 6

---

**Handbuch der Fräselei.** Kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagewerk für den

allgemeinen Gebrauch. Gemeinverständlich bearbeitet von Emil Jurthe und Otto Mietzschke, Ingenieure. Sechste, durchgesehene und vermehrte Auflage. Mit 351 Abbildungen, 42 Tabellen und einem Anhang über Konstruktion der gebräuchlichsten Zahnformen an Stirn-, Spiralzahn-Schnecken- und Kegelrädern. 1923. Gebunden GZ. 9

---

**Die moderne Stanzerei.** Ein Buch für die Praxis mit Aufgaben und Lösungen.

Von Eugen Kaczmarek, Ingenieur. Mit 30 Textabbildungen. 1923. GZ. 1.1

---

**Hilfsbuch für Metalltechniker.** Einführung in die neuzeitliche Metall-

und Legierungskunde, erprobte Arbeitsverfahren und Vorschriften für die Werkstätten der Metalltechniker, Oberflächenveredelungsarbeiten u. a. nebst wissenschaftlichen Erläuterungen. Von Chemiker Georg Buchner in München. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 14 Textabbildungen. 1923. Gebunden GZ. 10

---

Die Grundzahlen (GZ.) entsprechen den ungefähren Vorkriegspreisen und ergeben mit dem jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag bereitwilligst Auskunft.



**Lehrgang der Härtetechnik.** Von Studienrat Dipl.-Ing. **Johann Schiefer** und Fachlehrer **E. Grün**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 192 Textfiguren. 1921. GZ. 4.8; gebunden GZ. 6.5

---

**Die Werkzeugstähle und ihre Wärmebehandlung.** Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift: „The heat treatment of tool steel“ von Harry **Brearley**, Sheffield. Von Dr.-Ing. **Rudolf Schäfer**. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 226 Textabbildungen. 1922. Gebunden GZ. 10

---

**Die Blechabwicklungen.** Eine Sammlung praktischer Verfahren, zusammengestellt von **Johann Jaschke**, Ingenieur in Graz. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 295 Textabbildungen. 1922. GZ. 2.5

---

**Maschinenelemente.** Leitfaden zur Berechnung und Konstruktion für technische Mittelschulen, Gewerbe- und Werkmeisterschulen sowie zum Gebrauche in der Praxis. Von Ing. **Hugo Krause**. Vierte, vermehrte Auflage. Mit 392 Textfiguren. 1922. Gebunden GZ. 7.5

---

**Leitfaden der Werkzeugmaschinenkunde.** Von Professor Dipl.-Ing. **H. Meyer**, Magdeburg. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 330 Textfiguren. 1921. GZ. 4

---

**Der Austauschbau** und seine praktische Durchführung. Bearbeitet von Fachgelehrten, herausgegeben von Dr.-Ing. **Otto Kienzle**. Mit 319 Textabbildungen und 24 Zahlentafeln. (Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure, Band I.) Erscheint Anfang Mai 1923

---

**Austauschbare Einzelteile im Maschinenbau.** Die technischen Grundlagen für ihre Herstellung. Von Ober-Ing. **Otto Neumann**. Mit 78 Textabbildungen. 1919. GZ. 5

---

**Vorrichtungen im Maschinenbau** nebst Anwendungsbeispielen. Von Betriebsingenieur **Otto Lich**. Mit 601 Figuren im Text und 35 Tabellen. 1921. Gebunden GZ. 16

---

**Die Bearbeitung von Maschinenteilen** nebst Tafel zur graphischen Bestimmung der Arbeitszeit. Von **E. Hoeltje**, Hagen i. W. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 349 Textfiguren und einer Tafel. 1920. GZ. 4.5

---

**Schuchardt & Schütte, Technisches Hilfsbuch.** Herausgegeben von **Schuchardt & Schütte**. Sechste, durchgesehene und verbesserte Auflage. Mit etwa 500 Abbildungen und 8 Tafeln. Erscheint im Frühjahr 1923

---

*Die Grundzahlen (GZ.) entsprechen den ungefähren Vorkriegspreisen und ergeben mit dem jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag bereitwilligst Auskunft.*

**Maschinentechnisches Versuchswesen.** Von Professor Dr.-Ing. A. Gramberg, Oberingenieur.

Erster Band: **Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und zur Betriebskontrolle.** Zum Gebrauch an Maschinenlaboratorien und in der Praxis. Fünfte, vielfach erweiterte und umgearbeitete Auflage. Mit 326 Figuren im Text. 1923. Gebunden GZ. 14

Zweiter Band: **Maschinenuntersuchungen und das Verhalten der Maschinen im Betriebe.** Ein Handbuch für Betriebsleiter, ein Leitfaden zum Gebrauch bei Abnahmeversuchen und für den Unterricht an Maschinenlaboratorien. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 327 Figuren im Text und auf 2 Tafeln. 1921. Gebunden GZ. 17

**Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle,** insbesondere zur Kontrolle des Dampfbetriebes. Zugleich ein Leitfaden für die Übungen in den Maschinenbaulaboratorien technischer Lehranstalten. Von Prof. Julius Brand in Elberfeld. Mit einigen Beiträgen von Dipl.-Ing. Oberlehrer Robert Heermann. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 277 Textabbildungen, 1 lithographischen Tafel und zahlreichen Tabellen. 1921. Gebunden GZ. 9

**F. Tetzner, Die Dampfkessel.** Lehr- und Handbuch für Studierende technischer Hochschulen, Schüler höherer Maschinenbauschulen und Techniken sowie für Ingenieure und Techniker. Siebente, erweiterte Auflage von O. Heinrich, Studienrat an der Beuthschule zu Berlin. Mit 467 Textabbildungen und 14 Tafeln. 1923. Gebunden GZ. 8

**Hochleistungskessel.** Studien und Versuche über Wärmetbergang, Zugbedarf und die wirtschaftlichen und praktischen Grenzen einer Leistungssteigerung bei Großdampfkesseln nebst einem Überblick über Betriebserfahrungen. Von Dr.-Ing. Hans Thoma in München. Mit 65 Textfiguren. 1921. GZ. 4.5; gebunden GZ. 6.5

**Die Werkstoffe für den Dampfkesselbau.** Eigenschaften und Verhalten bei der Herstellung, Weiterverarbeitung und im Betriebe. Von Oberingenieur Dr.-Ing. K. Meerbach. Mit 53 Textabbildungen. 1922. GZ. 6; gebunden GZ. 8.3

**Regelung der Kraftmaschinen.** Berechnung und Konstruktion der Schwungräder, des Massenausgleichs und der Kraftmaschinenregler in elementarer Behandlung. Von Hofrat Professor Dr.-Ing. M. Tolle in Karlsruhe. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 532 Textfiguren und 24 Tafeln. 1921. Gebunden GZ. 33

**Hilfsbuch für den Maschinenbau.** Für Maschinentechniker sowie für den Unterricht an technischen Lehranstalten. Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausgegeben von Oberbaurat Fr. Freytag †, Professor i. R. Sechste, erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 1288 in den Text gedruckten Figuren, 1 farbigen Tafel und 9 Konstruktionstafeln. 1920. Gebunden GZ. 12

**Taschenbuch für den Maschinenbau.** Unter Mitwirkung von Fachgelehrten herausgegeben von Professor H. Dubbel, Ingenieur, Berlin. Vierte, verbesserte Auflage. Mit etwa 2700 Textfiguren und 1 Tafel. In zwei Teilen. Erscheint im Sommer 1923

**Taschenbuch für den Fabrikbetrieb.** Bearbeitet von Fachgelehrten, herausgegeben von Professor H. Dubbel, Ingenieur, Berlin. Mit 933 Textfiguren und 8 Tafeln. 1923. Gebunden GZ. 15

*Die Grundzahlen (GZ.) entsprechen den ungefähren Vorkriegspreisen und ergeben mit dem jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag bereitwilligst Auskunft.*

# Werkstattbücher

für Betriebsbeamte, Vor- und Facharbeiter

Herausgegeben von Eugen Simon, Berlin

Bisher sind erschienen:

- Heft 1. **Gewindeschneiden.** Von Oberingenieur **Otto Müller.** Mit 151 Textfiguren. 7.—12. Tausend. 1922.
- Heft 2. **Meßtechnik.** Von Betriebsingenieur Professor Dr. **Max Kurrein** in Berlin. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 166 Textfiguren. 7. bis 15. Tausend. Erscheint im Frühjahr 1923
- Heft 3. **Das Anreißen in Maschinenbau-Werkstätten.** Von Ingenieur **Hans Frangenheim.** Mit 105 Textfiguren. 7.—12. Tausend. 1922.
- Heft 4. **Wechselrädereberechnung für Drehbänke** unter Berücksichtigung der schwierigen Steigungen. Von Betriebsdirektor **Georg Knappe.** Mit 13 Textfiguren und 6 Zahlentafeln. 7.—12. Tausend. Erscheint im Frühjahr 1923
- Heft 5. **Das Schleifen der Metalle.** Von Dr.-Ing. **Bertold Buxbaum.** Mit 71 Textfiguren. 1921.
- Heft 6. **Teilkopfarbeiten.** Von Dr.-Ing. **W. Pockrandt.** Mit 23 Textfiguren. 1921.
- Heft 7. **Härten und Vergüten.** Teil I: Stahl und sein Verhalten. Von **Eugen Simon.** Zweite, verbesserte Auflage. Mit 63 Figuren und 6 Zahlentafeln. 7.—15. Tausend. Erscheint im Frühjahr 1923
- Heft 8. **Härten und Vergüten.** Teil II: Die Praxis der Warmbehandlung. Von **Eugen Simon.** Zweite, verbesserte Auflage. Mit 105 Figuren und 11 Zahlentafeln im Text. 7.—15. Tausend. Erscheint im Frühjahr 1923
- Heft 9. **Rezepte für die Werkstatt.** Von Ingenieur-Chemiker **Hugo Krause.** 1922.
- Heft 10. **Kupolofenbetrieb.** Von **Carl Irresberger.** Mit 63 Figuren und 5 Zahlentafeln im Text. 1922.
- Heft 11. **Freiformschmiede.** Von **P. H. Schweißguth.** 1. Teil: Technologie des Schmiedens. — Rohstoff der Schmiede. Mit 225 Textfiguren. 1922.
- Heft 12. **Freiformschmiede.** Von **P. H. Schweißguth.** 2. Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede. Mit 128 Textfiguren. 1923.
- Heft 13. **Die neueren Schweißverfahren.** Von Dr.-Ing. **Paul Schimpke,** Professor an der Staatlichen Gewerbeakademie Chemnitz. Mit 60 Figuren und 2 Zahlentafeln im Text. 1922.

Die Grundzahl jedes Heftes beträgt 1.

In Vorbereitung befinden sich:

- Gesenkschmiede.** Von **P. H. Schweißguth.** — **Prüfen und Aufstellen von Werkzeugmaschinen.** Von **W. Mitan.** — **Werkzeuge für Revolverbänke.** Von **K. Sauer.** — **Bohren, Reiben und Senken.** Von **J. Dinnebieer.** — **Herstellung der Fräser.** Von **P. Zieting.** — **Einbau und Behandlung der Kugellager.** Von **H. Behr.** — **Haupt- und Schaltgetriebe der Werkzeugmaschinen.** Von **Walter Storck.** — **Fräsen.** Von **W. Birtel.** — **Kaltsägeblätter.** Von **A. Stotz.** — **Herstellung der Gewindeschneidwerkzeuge.** Von **Th. Müller.** — **Kontrolle der Meßwerkzeuge.** Von **Liebold.** — **Herstellung der Lehren.** Von **A. Stieh.** — **Modelltschlerei.** Von **R. Loewer.** — **Einrichten von Automaten.** Von **R. Sachse, H. Vossmann, K. Gildenstein.** — **Beizen und Entrosten.** Von **Otto Vopel.**

Die Grundzahl (GZ.) entspricht dem ungefähren Vorkriegspreis und ergibt mit dem jeweiligen Entwertungsfaktor (Umrechnungsschlüssel) vervielfacht den Verkaufspreis. Über den zur Zeit geltenden Umrechnungsschlüssel geben alle Buchhandlungen sowie der Verlag bereitwilligst Auskunft.









BIBLIOTEKA GŁÓWNA

346896L1A