

Der Neubau des Königlich Sächsischen Hauptstaatsarchivs in Dresden.

Vom Finanz- und Baurat Koch in Zwickau.

(Mit Abbildungen auf Blatt 46 bis 49 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Das Königlich Sächsische Hauptstaatsarchiv war bis zum Jahre 1888 in dem früher als Komödienhaus, dann als katholische Hofkapelle und schließlich als Ballhaus verwendeten Archiv-

gebäude am Taschenberg untergebracht, während die ihm 1872 überwiesenen umfanglichen Bestände des Königlichen Finanzarchivs in dem alten Finanzgebäude auf der Schössergasse lagerten. 1888 siedelte das Hauptstaatsarchiv mit allen Beständen nach dem ehemaligen, für diese Zwecke umgebauten Hauptzeughause am Brühlischen Garten über, in dessen Räume es sich mit der Königlichen Skulpturensammlung teilen mußte. Bereits bei dem damaligen Umzuge stellte es sich aber heraus, daß nur die vorhandenen Bestände untergebracht werden konnten. Durch eine Erhöhung der Aktengestelle des Erdgeschosses wurde dann zwar Platz für Zuwachs geschaffen, indessen reichte die Erweiterung auch nur für die nächsten zehn Jahre aus, so daß schon wegen Platzmangels an eine baldige Veränderung gedacht werden mußte. Die Räumlichkeiten des Hauptstaatsarchivs genügten aber auch nicht den beiden Haupterfordernissen einer guten Aktenaufbewahrung, der hinreichenden Zufuhr von Licht und Luft und der Feuersicherheit, so daß es die Archivverwaltung auch aus diesen Gründen für ihre Pflicht

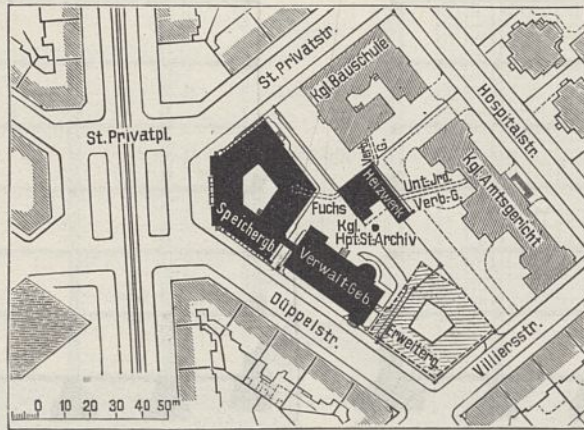
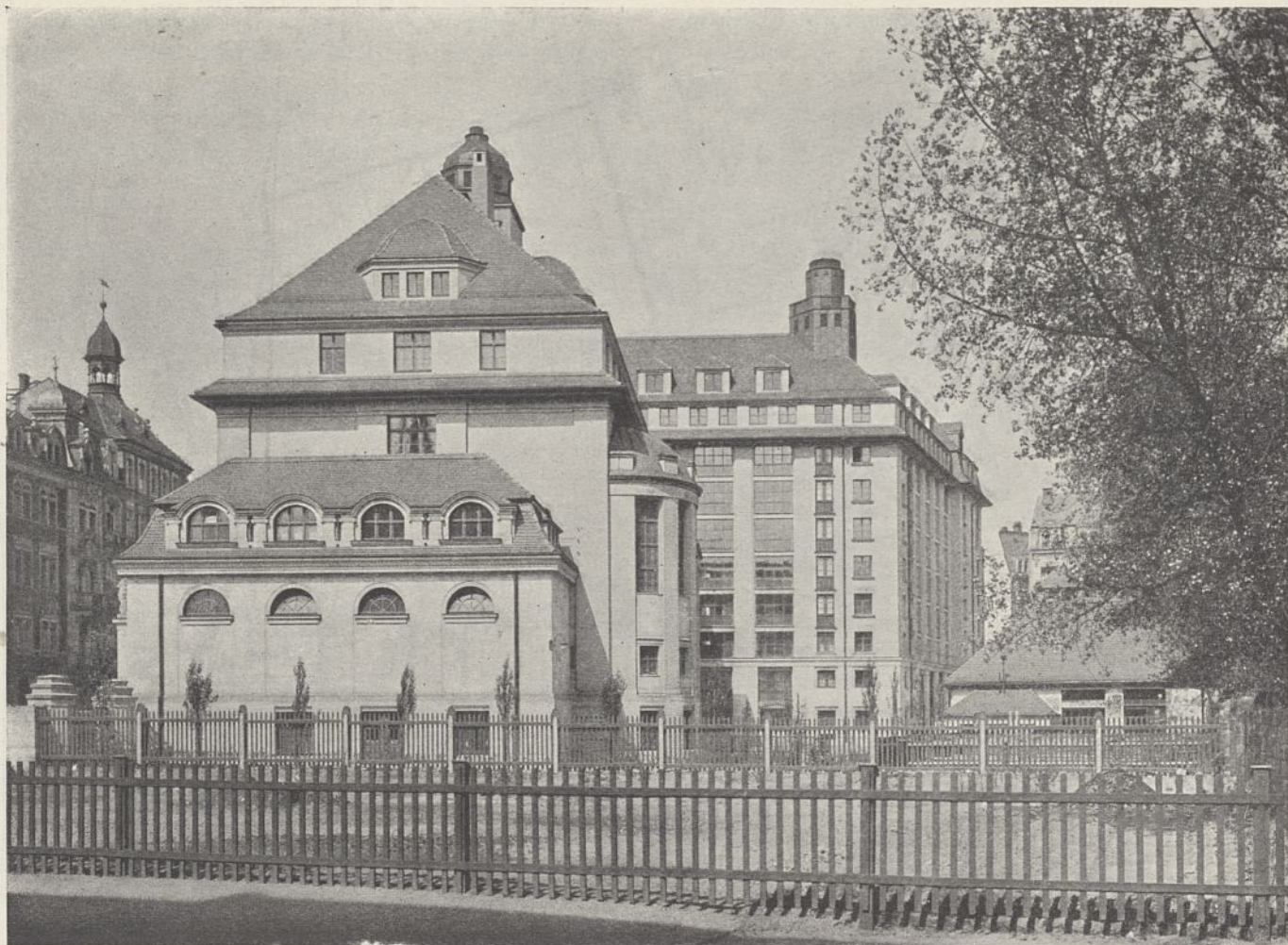


Abb. 1. Lageplan



Verwaltungsbau.

Speicherbau.

Abb. 2. Hofansicht.

Abb. 3 bis 6. Speichergebäude.

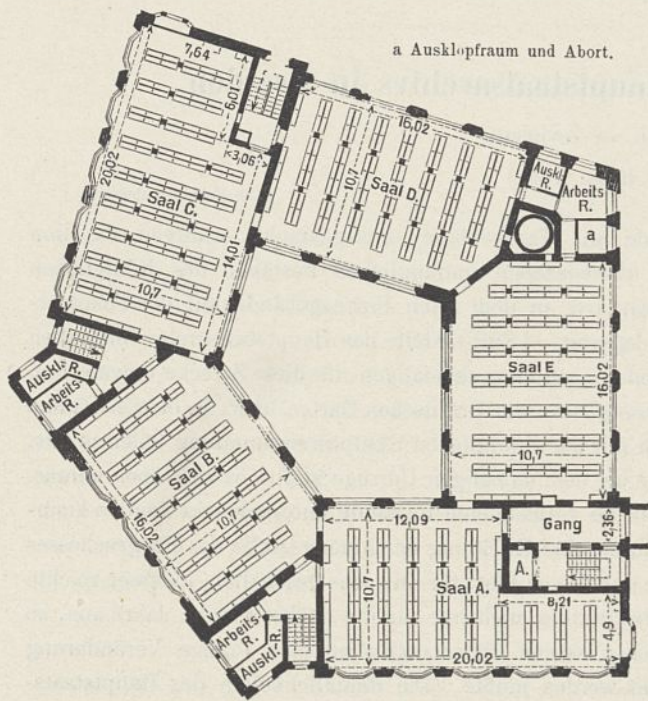


Abb. 3. Viertes bis sechstes Geschoß.

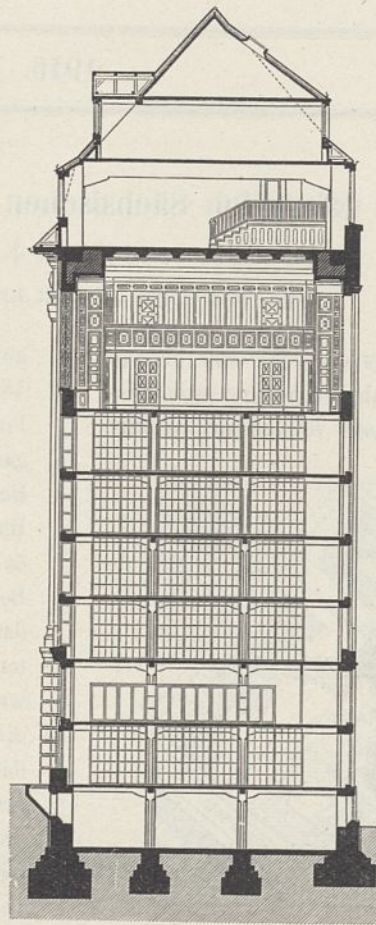
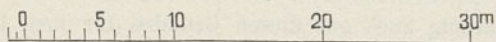


Abb. 5. Schnitt durch die Säle B.

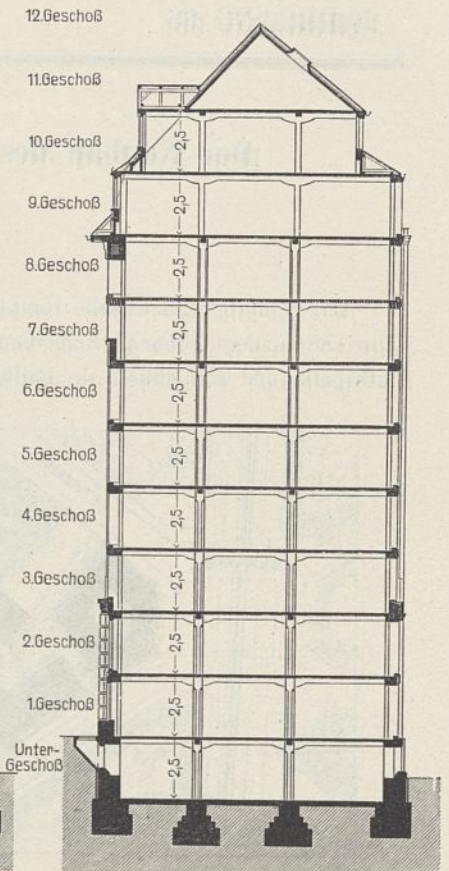
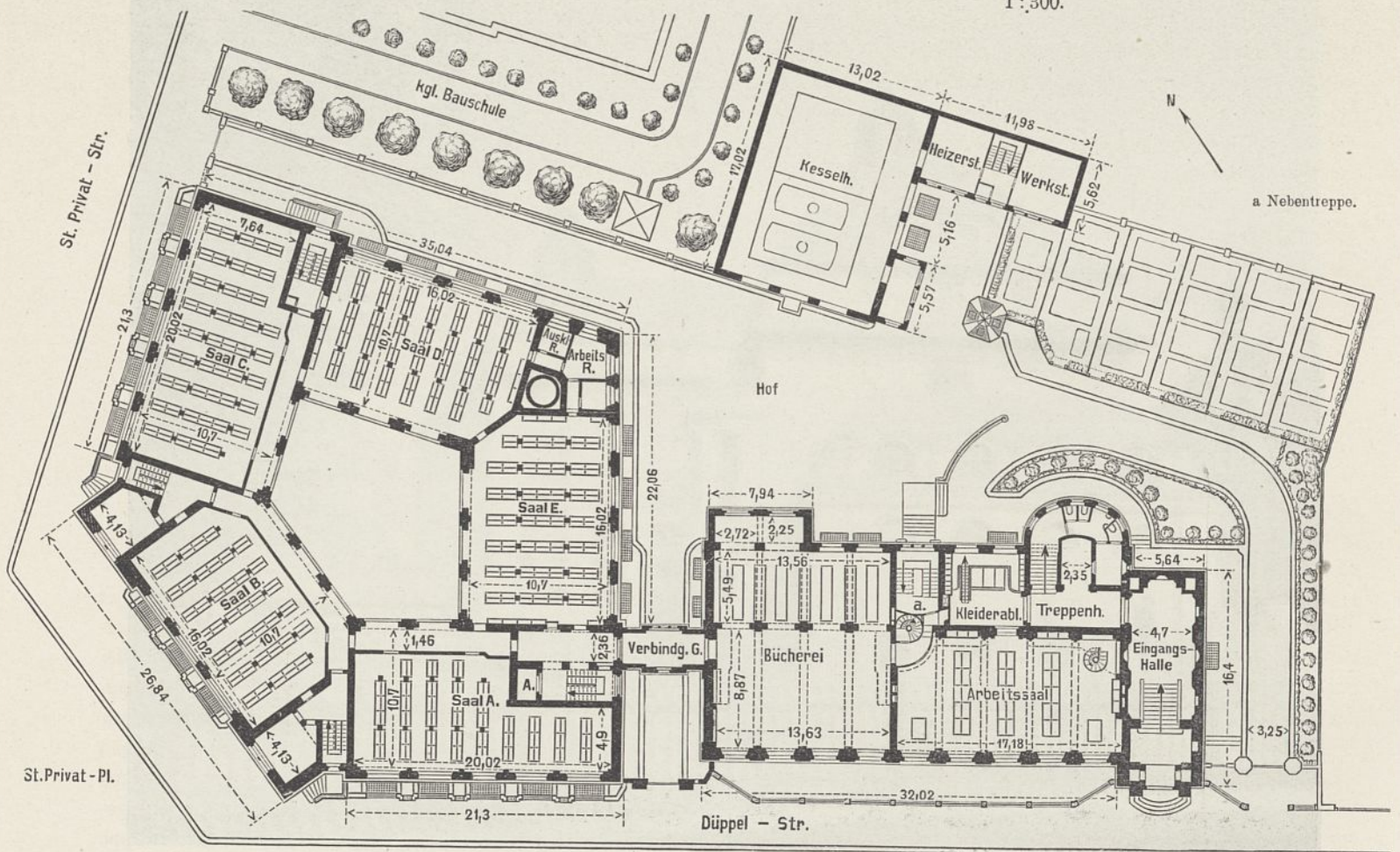
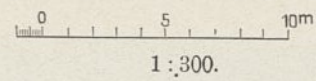


Abb. 6. Schnitt durch die Säle A u. C.



Speichergebäude.

Abb. 4 Erdgeschoß.

Verwaltungsgebäude.

erachtete, eine Verbesserung anzustreben. Die aus Platzmangel entstandene Frage, ob das Hauptstaatsarchiv oder die ebenfalls sehr beengte Skulpturensammlung aus dem Gebäude zu weichen habe, wurde deswegen dahin beantwortet, daß dies das Hauptstaatsarchiv sein müsse.

In diesem Sinne hat sich der Landtag seit dem Jahre 1899 wiederholt mit der Frage beschäftigt. 1908 ist dann vom Berichterstatter des Hauptstaatsarchivs Anders dargelegt worden, „daß ein Bedürfnis zu einem Neubau vorhanden sei. Er bat die Landtagsmitglieder, die etwa noch einen Zweifel haben sollten, selbst einmal nach dem Hauptstaatsarchiv zu gehen, sie würden sehen, daß dort all die Sachen, die jetzt schon vorliegen, nicht in den Fächern untergebracht werden können, daß sie jetzt schon auf der Erde herumgelegt werden müssen und daß das jedenfalls ein Zustand sei, der auf die Dauer nicht haltbar ist. (Verhandlungen der 2. Kammer S. 2036)“ Im September 1908 erhielt der inzwischen verstorbene Geheime Baurat Reichelt den Auftrag zum Entwurf eines Neubaus. Als Bauplatz kam der auf dem militärfiskalischen Gelände in Dresden-Neustadt am St. Privatplatz gelegene, bereits mit der Bauschule und dem Amtsgerichte Dresden-Neustadt bebaute Block in Betracht (Text-Abb. 1). Da dieser Entwurf durch die Ständekammern aber erst im Februar 1912 genehmigt wurde, so verschob sich der Beginn der Neubausausführung noch bis 5. September 1912, an dem der erste Spatenstich erfolgte.

Bei dem Neubau wurden möglichst alle im Archivbau vorliegenden Erfahrungen berücksichtigt; es ist dabei aber auch mancher neue Gedanke verwirklicht worden. An Konstruktionen wurden nur solche gewählt, die eine nach menschlichem Ermessen größtmögliche Sicherstellung und Erhaltung der Archivalien ermöglichen, handelt es sich doch um Millionenwerte, die schon einzelne Abteilungen des Hauptstaatsarchivs haben, wie dies die Direktion des Hauptstaatsarchivs in folgenden Ausführungen näher dargelegt hat:

„Es kommen zwei verschiedene Wertmesser in Frage, der Historische Wert und der Liebhaberwert. Kommen aber gar beide Wertmesser zusammen, daß es sich nämlich um inhaltlich hochbedeutsame Stücke handelt, die zugleich eigenhändige Handschriften berühmter und selten vorkommender Personen sind, so steigert sich der Wert zu solcher Höhe, wie sie auf einer der großen Boernerschen Autographenauctionen in Leipzig ein Lutherbrief von 1521 erzielte, der für 102000 Mark einen Käufer fand. Auf derselben Auktion wurden um nur ein paar tatsächliche Fälle anzuführen, 860 Mark bezahlt für einen eigenhändigen Brief des Kurfürsten Moritz an seinen Bruder August vom Jahre 1550, der nicht einmal sachlich von größerer Bedeutung ist. Ein inhaltlich gleichfalls minder wichtiger Brief Herzog Georgs des Bärtigen kostete 290 Mark. Wollte man hiernach den Wert unserer eigenhändigen Georg- und Moritzbriefe abschätzen, so würden allein für diese relativ kleine Gruppe weit über 100000 Mark anzunehmen sein, ebenso beispielsweise auch für die Briefe Friedrichs des Großen, Maria Theresias und Napoleons. Unsere Lutherhandschriften, unter denen sehr umfängliche und höchst wertvolle Stücke sind (z. B. die Korrespondenz anlässlich der berühmten Eckschen Disputation in Leipzig 1519), ergeben nach obigem Maßstabe einen Wert von vielen hunderttausend Mark.

Von den älteren deutschen Kaiser- und Königsurkunden des 10. bis 12. Jahrhunderts kommt jeder einzelnen ein Wert von mehreren tausend Mark zu. Wie hoch man die wertvollen ältesten Kopialbände der markgräflichen und landgräflichen bzw. kursächsischen Kanzlei des 14. und 15. Jahrhunderts taxieren soll, dafür fehlt überhaupt jeder Maßstab. Das berühmte Kanzleiregister Karls IV. aus der Reichskanzlei von 1360 bis 1361 ist ein Unikum, da es eines der ältesten Originalregister eines deutschen Kaisers ist. Wenn ein solches Stück in den Handel kommen könnte, würde es für 100000 Mark nicht käuflich sein.

Diese geringe Zahl von Beispielen dürfte genügen, um auch dem Nichtfachmanne zu zeigen, welche riesigen Summen nach jetzt gangbarem Handelswerte die Bestände eines so alten und großen Staatsarchivs darstellen, das nicht nur für Sachsen, sondern für das gesamte Mitteldeutschland das wichtigste Archiv überhaupt ist, das aber auch über dieses Gebiet hinaus in verschiedenen wichtigen Zeitpunkten hervorragenden Wert für die gesamte politische und Kulturgeschichte Europas besitzt. Ich meine die Reformationszeit, die Zeit des 30jährigen Krieges und der Verbindung Sachsens mit Polen, die Napoleonische Zeit, alles Perioden, in denen Kursachsen handelnd, leitend und leidend mit in erster Linie stand. Seine reichen archivalischen Schätze sind von der Forschung demgemäß mit in erster Linie zu berücksichtigen. Bekannt und anerkannt ist es in den Kreisen der europäischen und darüber hinaus der amerikanischen Gelehrten, welche schätzbare Fundgrube für die Geschichte ihrer Länder besonders die fast unabsehbare Reihe der Berichte sächsischer Gesandten und sonstigen diplomatischen Vertreter im Auslande bildet.

Der Gesamtwert oder die Bedeutung des Hauptstaatsarchivs ließe sich allenfalls vergleichsweise angeben, wenn man es mit dem auswärtigen Handelswerte der Königlichen Gemäldegalerie in Parallele stellte. Dasselbe, was diese erstklassige Sammlung für die Kunst bedeutet, bedeutet das Hauptstaatsarchiv für die Wissenschaft, nicht allein für die Geschichtswissenschaft.“

Eine Gewähr für die feuersichere Aufbewahrung der Bestände wurde zunächst darin gesehen, daß die Verwaltungsräume und die Aufbewahrungsräume für die Archivalien vollständig voneinander getrennt wurden. Dementsprechend wurden ein Verwaltungsgebäude und ein Speichergebäude für die Archivalien errichtet, die nur durch einen mehrgeschossigen, mit feuersicheren Durchgangstüren versehenen Zwischenbau verbunden sind. Die günstigste Anordnung ergab sich dann, wenn das möglichst groß anzulegende Speichergebäude am St. Privatplatz, an dem nach der Dresdener Bauordnung Gebäude mit 22 m Hauptsimshöhe errichtet werden dürfen, aufgeführt wurde. Für das Verwaltungsgebäude war damit notwendigerweise die Stellung an der Düppelstraße gegeben (Text-Abb. 1). An der Ecke der Villiers- und Düppelstraße blieb dann immer noch ein Teil des zur Verfügung stehenden Bauplatzes frei, auf dem später ein Erweiterungsbau in den allgemeinen Umrißformen des jetzigen Speichergebäudes errichtet werden soll, so daß das Verwaltungsgebäude das Mittelstück einer symmetrischen Gebäudegruppe an der Düppelstraße bilden wird. Im Hofe ist das Heizwerk errichtet, von dem außer den beiden Gebäuden des Haupt-

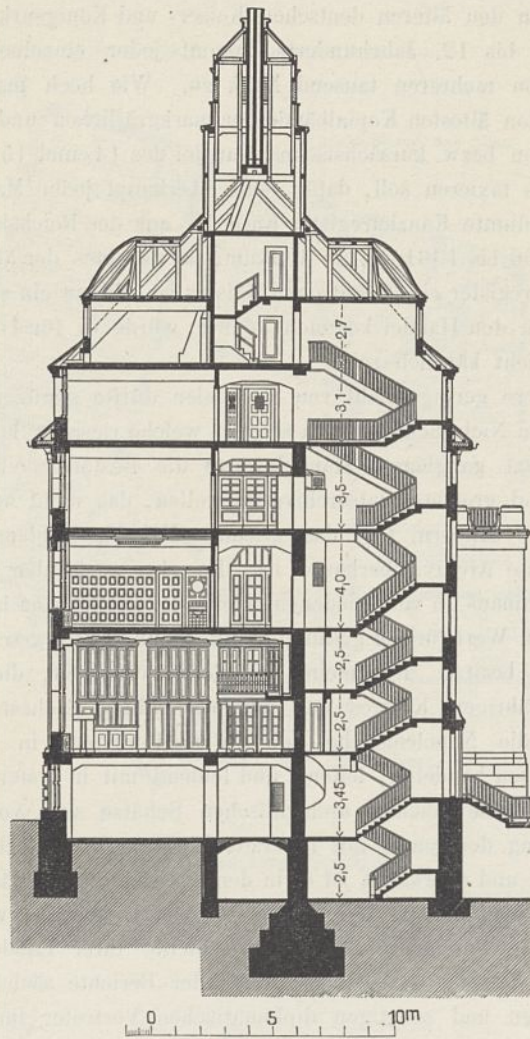


Abb. 7. Schnitt durch das Verwaltungsgebäude.

staatsarchivs die Bauschule und das Amtsgericht beheizt werden.

In der architektonischen Erscheinung zeigen die beiden Hauptgebäude Anordnungen von Pfeilern mit werksteinmäßig bearbeitetem Vorsatzbeton auf sandsteinverkleideten Sockeln, betonierte, weit vorgestreckte, ebenfalls mit bearbeiteter Vorsatzbetonmasse überzogene Hauptsimse und Ziegeldächer von roten Biberschwänzen (Text-Abb. 2 u. 20 und Bl. 46 u. 47 im Atlas). An den Straßenansichten sind beim Verwaltungsgebäude die zwischen den Pfeilern befindlichen, die Fenster enthaltenden Flächen mit Sandstein, beim Speichergebäude die Stürze zwischen den einzelnen Fenstern mit geziertem Kupferblech bekleidet. Die unter den Sockelsimsen beider Gebäude gelegenen Fenster sind vergittert. Die Straßenansichten haben in sparsamer Weise bildhauerischen Schmuck erhalten, für den bei der Bestimmung der Gebäude in erster Linie Wappen in Betracht kamen. Außer dem sächsischen Wappen über dem Haupteingange sind an den Fensterstürzen im ersten Obergeschoß des Verwaltungsgebäudes die Wappen der im heutigen großen königlichen Titel geführten Gebiete: Sachsen, Meißen, Thüringen, Oberlausitz und Henneberg (Bl. 47) und am Speichergebäude zwölf Wappen in zwei Gruppen (Text-Abb. 20) angebracht, die Kurwürde sowie jetzige und frühere Wettinische Gebiete bezeichnend. Das Heizwerk (Text-Abb. 25) wurde in die Gebäudegruppe in den einfachsten Formen harmonisch eingefügt und hat einen Graupelputzbewurf und Ziegeldach erhalten. Der mit einem Durchmesser von 1,80 m erforderliche Schornstein wurde zur Vermeidung der freien Aufführung im Hofe in das Innere des Speichergebäudes gelegt, von dessen Mauern natürlich vollständig losgelöst. Sein Austritt aus dem Dache des Speichergebäudes gab Anlaß zu einem besonderen Aufbau. Er wurde 2 m über den höchstgelegenen First des Speicher-

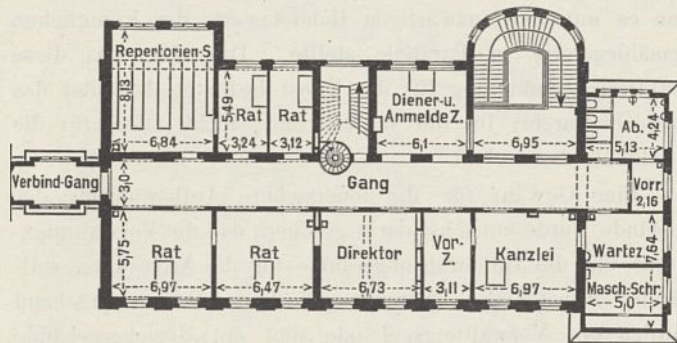


Abb. 8. Erstes Obergeschoß.

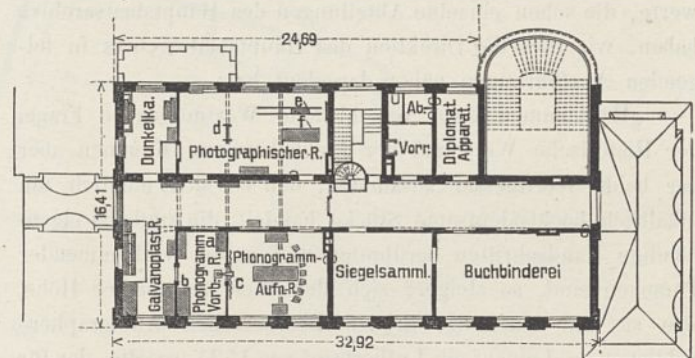


Abb. 9. Zweites Obergeschoß.

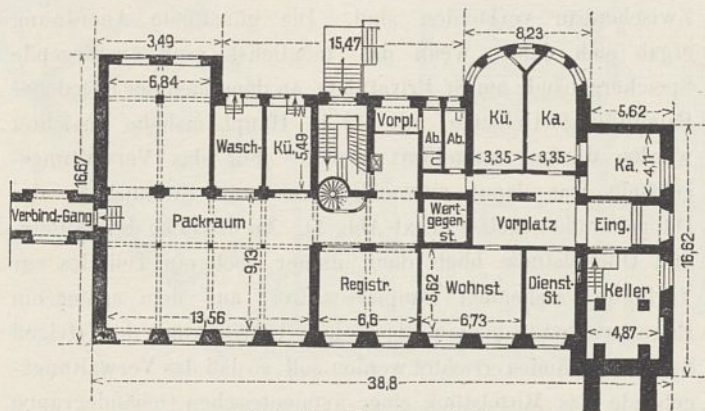


Abb. 10. Sockelgeschoß.

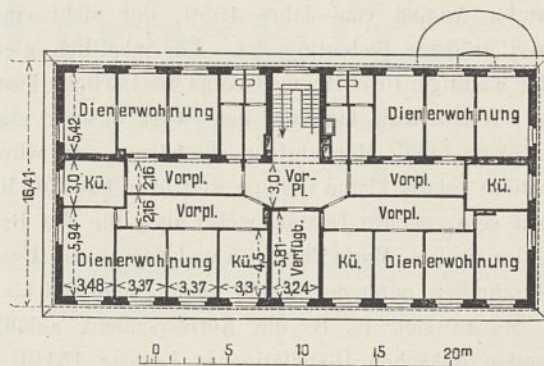


Abb. 11. Dachgeschoß.

Abb. 7 bis 11. Verwaltungsgebäude.

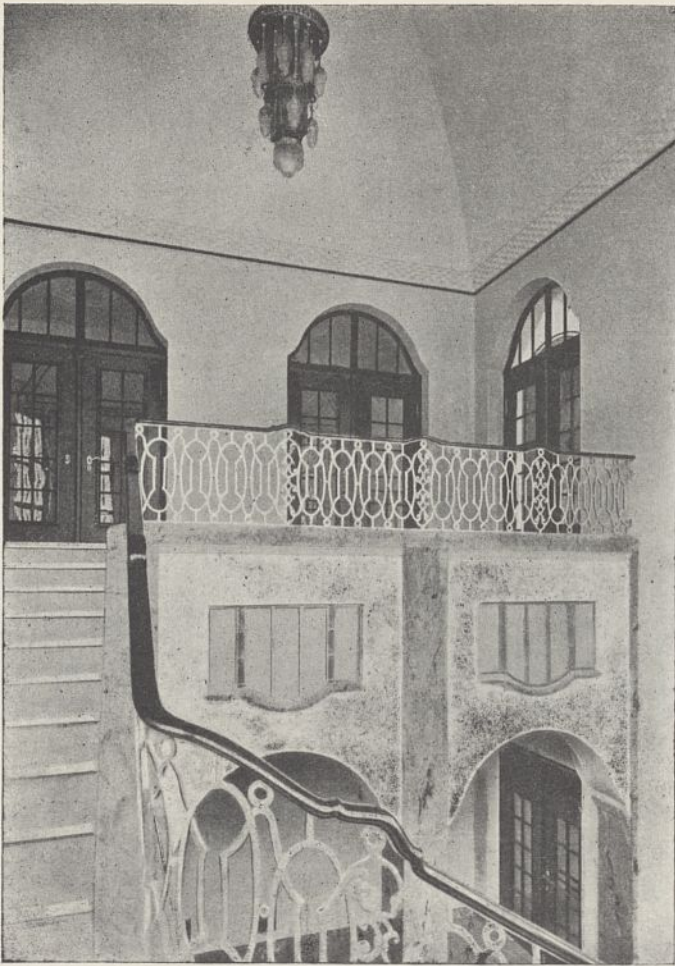


Abb. 12. Haupttreppe.



Abb. 13. Flurgang im ersten Obergeschoß.

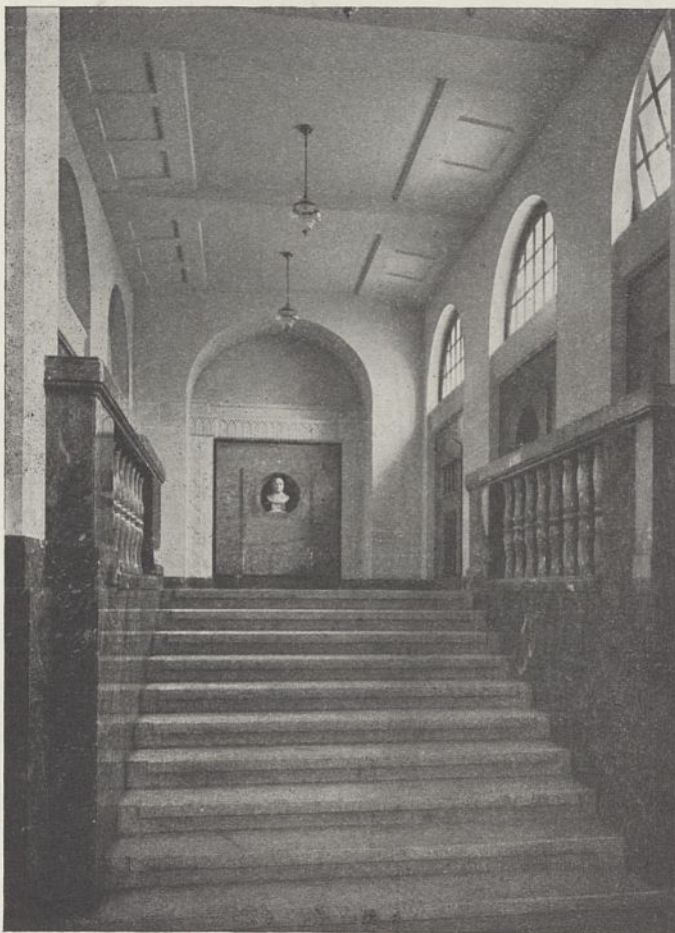


Abb. 14. Eingangshalle.

gebäudes über den Sälen B geführt, so daß sich eine Höhe von 36 m ergab (Text-Abb. 2 u. 21).

Dem Innern der Gebäude liegt folgender Plan zugrunde:

A. Verwaltungsgebäude (Text-Abb. 4 u. 7 bis 11). Das mit fünf voll ausgebauten Geschossen errichtete, zu Heizzwecken teilweise unterkellerte und mit einem in das Dach eingebauten Geschoß für Lagerzwecke versehene Gebäude enthält an der südöstlichen Gebäudeecke den Haupteingang zum Hauptstaatsarchiv, an den sich eine besondere Eingangshalle (Text-Abb. 4 u. 14) anschließt. Diese wird durch oberes Seitenlicht erhellt und hat eine teilweise Auskleidung mit Sandstein und Marmor erhalten, aus der drei Nischen ausgearbeitet sind, die der Aufstellung von Büsten um das Hauptstaatsarchiv verdienter Männer dienen werden. Zunächst ist die Büste des Staats- und Finanzministers Dr. v. Rüger aufgestellt worden, dem die Einstellung der erforderlichen Mittel in den Staatshaushalt zu danken ist. In dem sich anschließenden Haupttreppenhaus (Text-Abb. 12), bei dessen Ausstattung ebenfalls Marmor verwendet wurde, teilt sich der Weg nach dem öffentlichen Arbeitssaal im Erdgeschoß und den im ersten Obergeschoß gelegenen Verwaltungsräumen. Auf dem Wege zum Arbeitssaal ist zunächst ein Anmelderaum (Text-Abb. 16) zu durchschreiten, der gleichzeitig als Kleiderablage mit Kleiderschränken für jeden Benutzer ausgebildet ist. Zur besseren Ausnutzung war es dabei vorteilhaft, daß die Schränke bei der für das Erdgeschoß gewählten Stockwerkhöhe von 5 m in zwei Reihen

übereinander angeordnet werden konnten. Der Arbeitssaal (Text-Abb. 7 u. 17) ist für dreißig Arbeitsplätze von 1,25 m Breite und 0,75 m Tiefe eingerichtet, von denen je zehn zu einer Tafel vereinigt sind, außerdem befinden sich an den beiden Schmalseiten um 30 cm erhöhte Plätze für die Saalaufsicht. Der Saal ist an Decken und Wänden mit Eichenholzbekleidung versehen. An der durch eine Galerie geteilten Eingangstürseite sind Schränke eingebaut, von denen die unter der Galerie liegenden, feuersicher ausgebildet, zur nächtlichen Aufbewahrung der tagsüber gebrauchten Archivalien, die über der Galerie angeordneten aber zur Unterbringung der Handbücherei dienen. An den Arbeitssaal schließt sich die Bücherei (Text-Abb. 15) an, die in dem nach dem Hofe gelegenen Teil zweigeschossig angelegt, im übrigen Teile aber von Gestellen frei geblieben ist. Dieser letztere

Teil hat deswegen auch eine zusammenfassende architektonische Behandlung unter Verwendung von Fliesenbekleidung an den Wänden erfahren. Für die Büchereinrichtung, deren Gestelle von Mitte zu Mitte 1,75 m entfernt sind, wurde die Bauart der Panzer-A.-G. mit in Abständen von 1,5 cm verstellbaren eisernen Böden mit 6 mm starken Steinholzeinlagen gewählt. An die Bücherei sind zwei kleine, nach dem Hofe gelegene Arbeitsräume angegliedert, an den vorderen Teil schließt sich einer der Verbindungsgänge nach dem Speichergebäude an, das mit dem Fußboden seines zweiten Geschosses in gleiche Höhe mit dem Erdgeschoßfußboden des Verwaltungsgebäudes gelegt ist. Die Aborte liegen unter der Haupttreppe, durch einen lüftbaren, mit einem unmittelbar ins Freie gehenden Fenster versehenen Vorraum von dieser abgetrennt.

Bei dem Wege zu den Verwaltungsräumen im ersten Obergeschoß (Text-Abb. 8) wird von der Haupttreppe wiederum erst ein Anmelderaum erreicht, an den sich ein Gang (Text-Abb. 13) anschließt, von dem das Direktorzimmer mit Vorzimmer, zwei größere und zwei kleinere Ratszimmer, ein Wartezimmer, zwei Kanzleiräume, der Repertoriensaal und endlich ein heller lüftbarer Vorraum nach den Aborten zugänglich sind. Diese Räume sind in einfacher Weise ausgestattet, nur das Direktorzimmer (Text-Abb. 18) hat eine Eichenholzauskleidung in Türhöhe erhalten, in die die notwendigen Bücherschränke und der Kleiderschrank eingebaut sind. Der Repertoriensaal ist mit der gleichen Einrichtung wie die Bücherei versehen worden. Bei der lichten Höhe des Raumes von 3,75 m war es indessen nötig, eine besondere fahrbare Leitereinrichtung zu beschaffen, um auch die oberen Fächer bequem und gefahrlos erlangen zu können. Vom ersten Obergeschoß führt dann wiederum ein Gang nach dem Speichergebäude, das in seinem vierten Geschöß erreicht wird.

Im zweiten Obergeschoß (Text-Abb. 9) befinden sich durch eine Wendeltreppe erreichbar, die Werkstätten mit photographischer, phonetischer und galvanoplastischer Ab-



Abb. 15. Bücherei im Erdgeschoß.

teilung, sowie die Räume für die Buchbinderei und Druckerei, die Siegelsammlung und den diplomatischen Apparat. Mit Ausnahme der phonetischen Abteilung enthielt diese Räume das Hauptstaatsarchiv schon bisher. Die aus einem Aufnahme- und einem Vorbereitungsraum bestehende phonetische Abteilung ist eine neue Einrichtung zur Aufnahme



Abb. 16. Anmelderaum und Kleiderablage im Erdgeschoß.

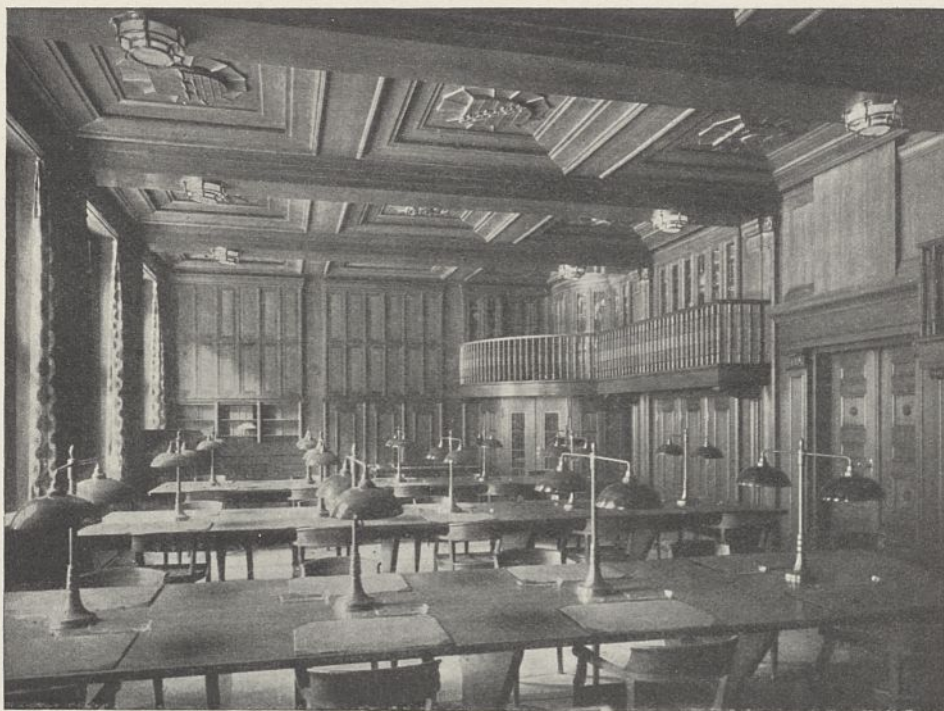


Abb. 17. Arbeitssaal im Erdgeschoß.

von Stimmen, insbesondere auch für die Dialektforschung. Für die aufgestellten Apparate wurden Grammophone mit Berlinerschrift, also Apparate, bei denen die in die Platten eingegrabenen Wellenlinien in der Plattenebene liegen, genommen, im Gegensatz zu den mit Edisonschrift arbeitenden



Abb. 18. Direktorzimmer im ersten Obergeschoß.

Phonographen, bei denen die Wellenschwingungen senkrecht zur Platte erfolgen, so daß sich bei diesen die Eingrabung nicht in einer im Kreise geführten Wellenlinie, sondern in der größeren oder geringeren Vertiefung einer kreisförmigen mehr oder weniger breiten Linie zeigt. Die in einem bei etwa 190° schmelzenden Wachs hergestellte Aufnahme wird durch Anfertigung eines metallenen Abzugs dauerhaft gemacht, der dann aufbewahrt wird. Dazu werden die für die Photographische Abteilung schon vorhandenen Einrichtungen für galvanoplastische Arbeiten verwendet. Für den Gebrauch müssen im Bedarfsfalle erst Hartwachsplatten hergestellt werden. Zur Ausstattung der phonetischen Abteilung gehört noch eine Abzugskapelle (a in Text-Abb. 9) mit elektrischer Wärmeeinrichtung mit Wärmeregler, um das Wachs dauernd auf der für das gute Gelingen einer Aufnahme unerlässlich gleichmäßigen Wärme von etwa 25° halten

zu können, sowie eine elektrisch angetriebene Drehbank (b) zum Abdrehen unbrauchbar gewordener Wachsplatten. Der Aufnahmeapparat (c) steht in einer Öffnung zwischen Aufnahme- und Vorbereitungsraum. Über diese Öffnung sowie zwei seitliche dem Durchgang dienende Öffnungen wird ein Vorhang gezogen, damit die Aufzunehmenden durch die zur Aufnahme erforderlichen Arbeiten am Apparat nicht abgelenkt werden. Durch den Vorhang ragt nur der Trichter des Aufnahmeapparats heraus.

Das Sockelgeschoß (Text-Abb. 10) enthält einen großen Packraum mit anschließendem feuersicheren Raum zur Aufbewahrung von Wertgegenständen und die Hausmeisterwohnung, die neben ihrem Hauptzugang von außen noch eine Türe von der Eingangshalle zur Beobachtung der Zu- und Abgehenden erhalten hat. Außer dieser Wohnung befinden sich im Verwaltungsgebäude noch vier Dienerwohnungen, die in einem über dem zweiten Obergeschoß (Text-Abb. 11) gelegenen Wohnungsgeschoß untergebracht sind, zu dem eine besondere, von den anderen Stockwerken feuersicher abgeschlossene Treppe führt.

Das Verwaltungsgebäude ist mit Zementmörtelmauerwerk aufgeführt, in das an einzelnen stark belasteten Schäften Eisenbetonstützen eingefügt wurden. Sämtliche Decken und Treppen wurden aus Eisenbeton hergestellt, auf den in den meisten Räumen zur Verhinderung von Schallübertragungen eine Schlackenbetonschicht aufgebracht wurde. Zur Vermeidung einer zu großen Höhe der Unterzüge im Erdgeschoß wurden in dem vorderen Teile die Lasten jedes Geschosses durch unter jedem Geschoß angeordnete entsprechende Unterzüge aufgenommen. Für die Fußböden wurde im wesentlichen Linoleumbelag auf Sklerolithestrich gewählt. Eine Ausnahme davon bilden nur die Zementestriche in den einfachen Räumen und die Holzfußböden in den Wohnungen und der Dienertreppe, sowie der Granitplattenbelag in der Haupteingangshalle und die mit dem Marmor Deutsch Blau belegte Haupttreppe. Der Dachstuhl besteht in seinem unteren

Teile aus Eisenbeton, so daß das über dem Dienergeschoß gelegene, Lagerzwecken dienende Geschoß fast vollständig ohne innere Dachkonstruktion bleiben konnte, nur der obere Teil wurde aus Holz errichtet (Text-Abb. 7). Die Fenster sind mit Ausnahme der für die einfachen Räume und für die Treppenhäuser als Kastenfenster ausgebildet, die auf der nach Süden gelegenen Straßenseite hinter den Fensterstürzen liegende Jalousien erhielten. Die Beheizung erfolgt durch eine Warmwasserheizung von dem Heizwerk, die Erhellung der Räume durch elektrisches Licht. Sämtliche Diensträume mit Ausnahme des Arbeitssaales wurden an die Wasserleitung angeschlossen. Ein Raum jedes Geschosses erhielt überdies noch die Zuführung warmen Wassers von einem im Keller geschoß des Verwaltungsgebäudes aufgestellten, im Winter durch die Sammelheizung, im Sommer durch Ofenfeuerung betriebenen Warmwasserbereiter. Eine elektrische Uhrenanlage, deren Hauptuhr im Dienstzimmer des Hausmeisters aufgestellt ist, hat Anschlüsse in den Haupträumen, im Direktor- und in den Ratszimmern erhalten. Eine Hausfernsprechanlage mit sechs Sprechstellen erleichtert den Verkehr im Gebäude. Ein von dem Sockelgeschoß bis zum Archivgeschoß geführter elektrischer Aufzug von 75 kg Förderlast dient zur leichteren Aktenbeförderung.

B. Speichergebäude. Aufbau und Ausstattung des Gebäudes bestimmten sich durch die leicht zu handhabende und feuersichere Art der Unterbringung, der stehend und liegend aufzubewahrenden Akten, der Urkundensammlung, der Rißsammlung und der Sammlung der Kirchen- und Gerichtsbücher in hellen luftigen Räumen. Für die Aktenaufbewahrung wurden zur Erfüllung dieser Bedingungen eine Reihe von Sälen von 10,96 m Tiefe und durchschnittlich 18 m Länge geschaffen, von denen fünf derart um einen Lichthof gelegt sind, daß ein Rundgang durch sie stattfinden kann (Text-Abb. 3 bis 6). In den sich dabei zwischen den einzelnen Sälen ergebenden Zwickeln sind die Gebäudetreppen, sowie

Ausklopfräume, Aborte und kleine Arbeitsräume zum Einsehen der Akten innerhalb des Speichergebäudes angeordnet worden. Die Höhe der Säle wurde nicht größer bemessen, als ein Mann von mittlerer Größe mit mäßig ausgestreckten Armen reichen kann, damit auch die obersten Fächer der Aktengestelle ohne Zuhilfenahme von Leitern bequem erlangt werden können. Die Stockwerkhöhe wurde daher, zwischen den Fußbodenoberkanten gemessen, mit nur 2,50 m angenommen. Derart niedrige Säle sind soviel übereinander angeordnet worden, als dies nach der Dresdener Bauordnung zulässig war. Acht Geschosse befinden sich in dem Gebäudeteil zwischen Erdgleiche und Hauptsims, eins ist unter der Erdgleiche angeordnet, drei sind in das Dach eingebaut, so daß das Gebäude zwölf Geschosse enthält (Text-Abb. 6). In diese Anordnung fügen sich die Säle für die Urkundensammlung, die Rißsammlung und die Sammlung der Kirchen- und Gerichtsbücher ein (Text-Abb. 5). Dabei ergaben sich insofern abweichende Anordnungen von der Grundordnung, als bei den drei im Erdgeschoß gelegenen Urkundensälen am Lichthof ein besonderer Gang abgetrennt wurde, wodurch es möglich geworden ist, nach den einzelnen Gebäudetreppen zu gelangen, ohne einen Saal durchschreiten zu müssen, als weiterhin die im siebenten Geschoß gelegene, die Rißsammlung aufnehmende Plankammer eine Stockwerkhöhe von 6,50 und der darüber liegende Saal für die Sammlung der Kirchen- und Gerichtsbücher eine solche von 3,50 m erhalten hat.

Die Feuersicherheit der Säle wurde dadurch erreicht, daß die einzelnen Säle allseitig durch Mauerwerk mit selbsttätig schließenden Türen und durch massive Decken abgeschlossen wurden. Auf eine unmittelbare Verbindung der einzelnen Säle durch Treppen wurde verzichtet, ein Verkehr zwischen den Sälen ist nur auf den außerhalb der Säle gelegenen Gebäudetreppen möglich. Auch die Gebäudestützen wurden aus Eisenbeton hergestellt. Es wurde damit die bei manchem neueren Archivbau verwendete Bauart, daß die für die Gestelle nötigen Stützen bei entsprechender Verstärkung gleichzeitig als Gebäudestützen ausgebildet werden, verlassen. Diese Bauweise verdient vor der mit den eisernen, nicht ummantelten Säulen einmal den Vorzug, daß sie als feuersicher angesehen werden kann, dann aber den, daß die Zahl der Gebäudestützen eine viel geringere ist und somit die einzelnen Säle nicht so zerschnitten werden, so daß sie für die Einrichtung der außer den Akten vorhandenen Sammlungen besser verwendet werden können. Die Ausführung mit Eisenbetonstützen ist auch keineswegs teurer, wie die mit Eisenstützen. Ein Vergleich hat in dem vorliegenden Falle ergeben, daß sie sogar billiger ist. Die Berechnung des gesamten Aufbaues ist unter Zugrundelegung eines Gewichtes von 500 kg für 1 cbm Akten erfolgt, nachdem durch Wiegeversuche festgestellt worden war, daß 1 cbm alter Akten 438 kg, 1 cbm neuer Akten 617 kg wiegt. Die Abmessungen der einzelnen Betonstützen läßt Text-Abb. 19 erkennen. Sie haben in der Tiefenrichtung des Gebäudes, mit Ausnahme der obersten Geschosse, zur Erlangung gleichbreiter Fächer die gleiche Abmessung von 35 cm erhalten. Insofern sie in den übereinanderliegenden Geschossen gleiche äußere Abmessungen haben, fand der Umstand der nach oben abnehmenden Belastung in der schwächeren Eisenbewehrung Berücksichtigung.

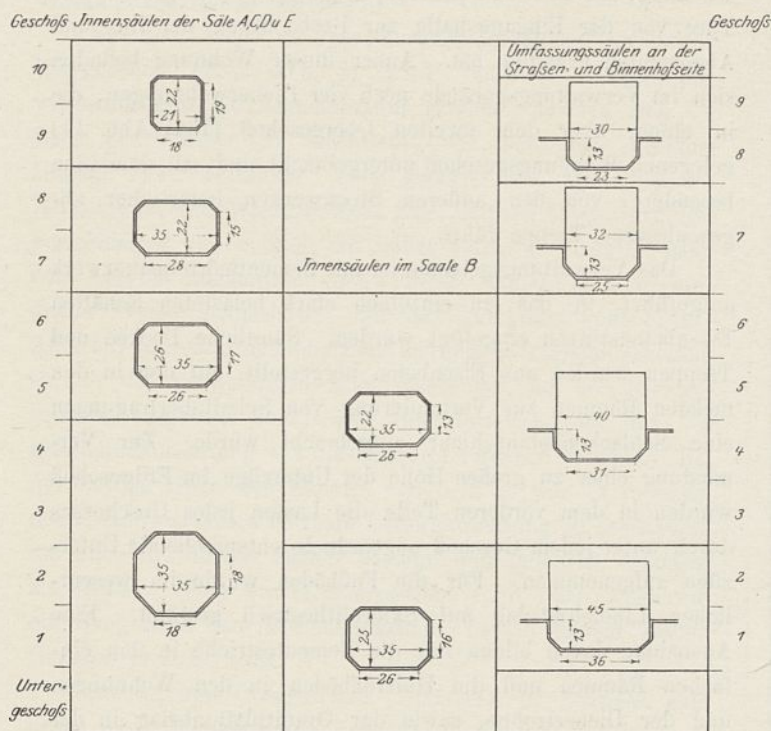


Abb. 19. Speichergebäude.
Querschnitt der Eisenbetonstützen 1 : 33 1/3.

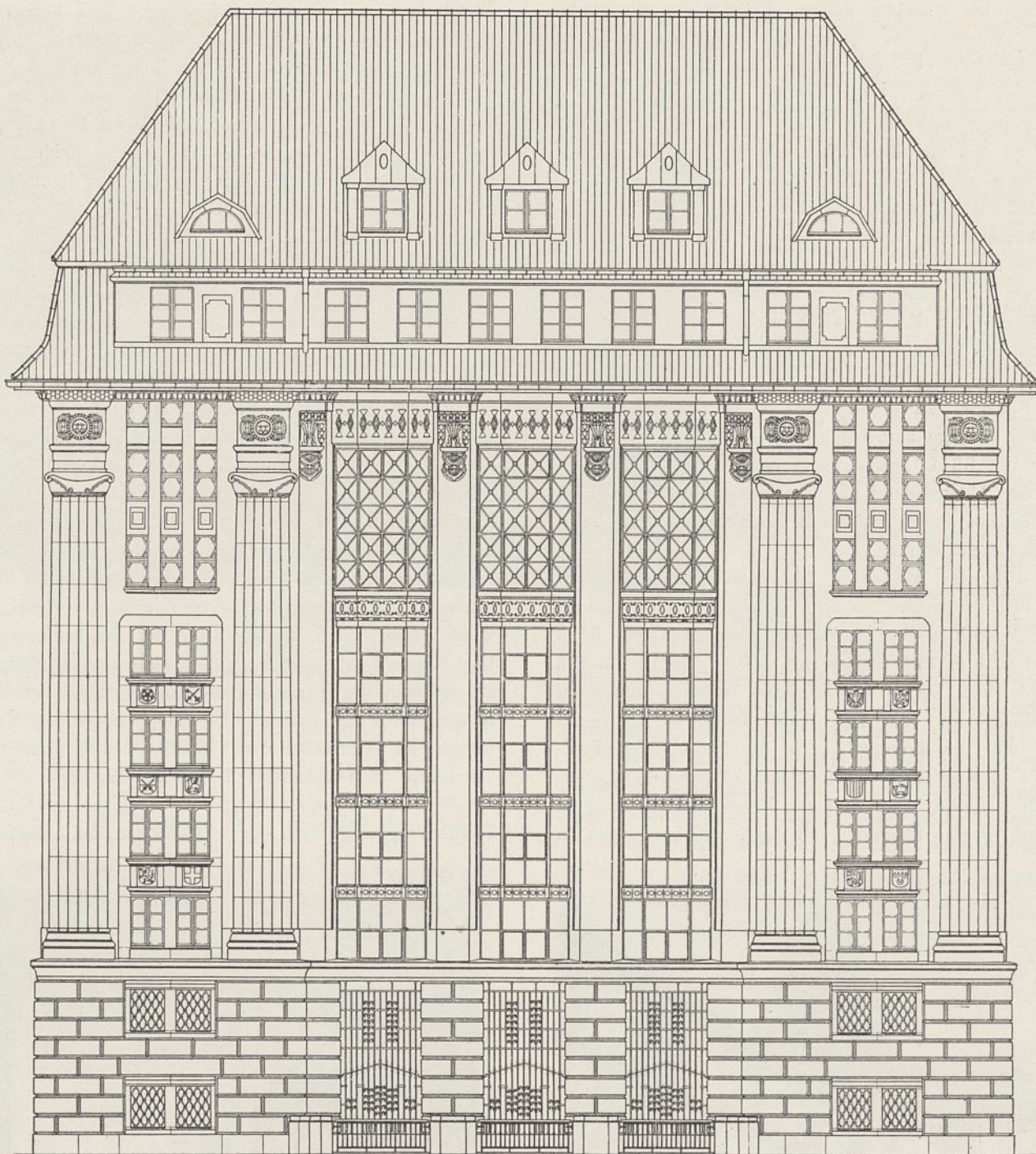


Abb. 20. Speichergebäude.
Eckansicht am St. Privatplatz.

Zur Zuführung von Licht und Luft erhielten die Säle reichlich große Fenster und eine stark durchbrochene Ausstattung, dagegen wurde auf eine künstliche Lüftung durch besondere Kanäle verzichtet, da diese bei der Anordnung von zwölf Stockwerken übereinander so viele Kanäle erfordert hätten, daß die vorhandenen Zwischenmauern zu deren Unterbringung nicht ausgereicht hätten und eine bedeutende, den Bau wesentlich vertuernde Verstärkung der Mauern und außerdem ein besonderes Geschoß zur Luftzuführung nötig geworden wäre. Nur der zwischen dem großen Schornstein und den diesen umgebenden Mauern vorhandenen Luftraum ist zu einer Entlüftung der benachbarten Säle nutzbar gemacht worden.

In den einzelnen Sälen werden die Akten in offenen, 2 m von Mitte zu Mitte entfernten Gestellen aufbewahrt. Die Mitten der Gestellreihen, von denen zwei auf eine

Fensterachse kommen, passen mit den Fenster- und Pfeilermitten zusammen. Die Tiefe der Aktengestelle beträgt 0,77 m, die Gangbreite zwischen den einzelnen Gestellen somit 1,23 m. Der Fenstergang am Lichthof, auf dem sich der Hauptverkehr abspielt, ist 1,35 m, der an der Straßenseite 0,65 m breit. Die Gestelle (Abb. 1 bis 7 Bl. 49) haben fünf durchschnittlich 45 cm voneinander entfernte Böden erhalten, der unterste Boden liegt 10 cm über dem Fußboden. Mit Ausnahme der untersten Böden, die aus Steinholz hergestellt sind, besteht die ganze Einrichtung aus Eisen. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, daß sich die Blechböden bei voller Belastung nicht durchbiegen, eine Bedingung, die der Lieferer der Einrichtung, August Blödner in Gotha, erfüllte. Die drei mittleren Böden sind in Abständen von 5 cm verstellbar; der oberste Boden ist dagegen ebenso wie der untere fest

angebracht. Die einzelnen Fächer sind durch 6 mm starke Eisenstäbe getrennt, die Entfernung von Mitte zu Mitte Stab beträgt 26,6 cm, die Länge eines Bodens bei vier Aktenfächern 1,12 m. Auch auf der Rückseite haben die Fächer Abgrenzungen durch 2 cm breite Flacheisenstäbe erhalten, so daß die Aktenfächer allseitig von Trennstäben abgeschlossen sind, eine Einrichtung, die dadurch nötig wurde, daß die Aktenfächer in ihrer ganzen Höhe mit einzelnen Aktenstücken belegt werden. Die oberen Böden mußten um die Hälfte der Eisenbetonunterzüge vorgezogen werden, um volle Aktenfächer zu erhalten. Die Aktenfächer werden hier durch Bandeisen abgetrennt. Die Trennstäbe für die unteren Böden sind durch diese oberen festen Böden durchzuschieben. 110500 derart ausgestattete Aktenfächer kann das Speichergebäude gegenüber der alten, 58392 Fächer enthaltenden Anlage aufnehmen (Text-Abb. 22). Bis jetzt sind aber nur 86100 Fächer eingebaut worden. Zur Einrichtung der Aktensäle sei dann noch bemerkt, daß an den Eisenbetonsäulen Steinholzböden in Tischhöhe für die Aktenablage angebracht wurden.

Die Urkunden werden in 252, der Eisenbetonsäulenumstellung sich einfügenden, je zehn Holzkästen von 41/50 cm lichter Größe enthaltenden feuersicheren Schränken von 1,57 m Höhe und 0,50 m Tiefe aufbewahrt (Abb. 8 bis 10 Bl. 49), Wandungen und Decke der Schränke bestehen aus 6 cm starkem Eisenbeton, die Türen aus Eisen mit Steinholzeinlagen. Für die Rissammlung in der Plankammer (Text-Abb. 23) sind ebenfalls besondere Schränke beschafft worden. 36 zu drei Blöcken von 92 cm Höhe zusammengebaute feuersichere eiserne Schränke mit Asbestschiefereinlagen an

Wandungen und Decken, Schiebetüren und äußerer Holzbekleidung sind in der Mitte der Plankammer aufgestellt, von denen jeder acht eiserne, auf Rollen gleitende Schieber von 10 cm Höhe einschl. Bodenstärke und 82 cm lichter Breite und 1,06 m Tiefe enthält (Abb. 11 bis 15 Bl. 49). Weitere Schränke sind in die hölzerne Raumbekleidung an den Fensternischen und auf den zur besseren Raumbenutzung mit Galerien ausgestatteten Schmalseiten des Saales eingebaut. Die Einrichtung des über der Plankammer liegenden Saales für die Sammlung der Kirchen- und Gerichtsbücher (Text-Abb. 24) ist die gleiche, wie sie die Bücherei und der Repertoriensaal im Verwaltungsgebäude erhalten haben.

Zum Aufbau des Speichergebäudes wurde ebenfalls Ziegelmauerwerk mit Zementmörtel verwendet, in das sich der obenerwähnte Eisenbetonaufbau einfügt. Außer den Mittelstützen wurden dabei auch in den äußeren Umfassungen Eisenbetonstützen angeordnet (Text-Abb. 19), so daß die erforderlichen Deckenunterzüge und Fensterbrüstungen das nötige Auflager hatten. Das Mauerwerk der Schäfte ist erst nachträglich mit Kalkmörtel eingefügt worden. Das Dach ist vollständig aus Eisenbeton hergestellt, wodurch eine Ausnutzung des Gebäudes bis zur obersten Dachspitze in einfacher Weise möglich wurde (Abb. 1 bis 8 Bl. 48). Über der Tragbetonschicht des Daches wurde eine 5 cm starke Korkplattenschicht aufgebracht, auf der dann die Sparren für die das Ziegeldach aufnehmende Lattung aufgelegt wurden. Die Treppen sind ebenfalls aus Eisenbeton hergestellt, die Fußböden haben Linoleum auf Terranovaestrich erhalten. Die Saalfenster sind mit Eisensprossen und doppelter Verglasung versehen, wobei für die äußere Verglasung nach den Straßenseiten zur Abhaltung der

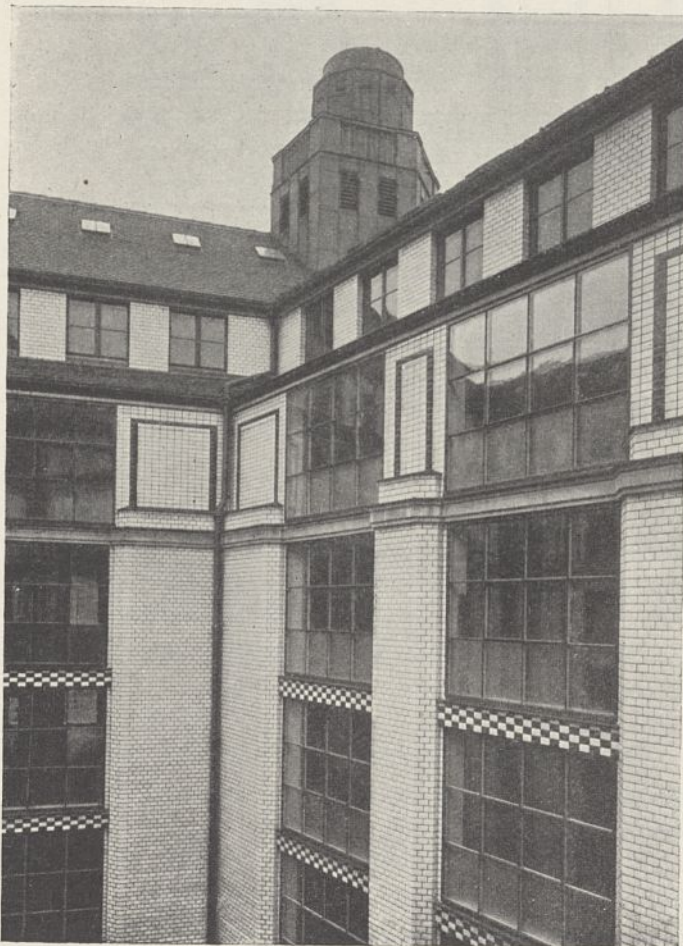


Abb. 21. Lichthof im Speichergebäude.



Abb. 22. Aktensaal.

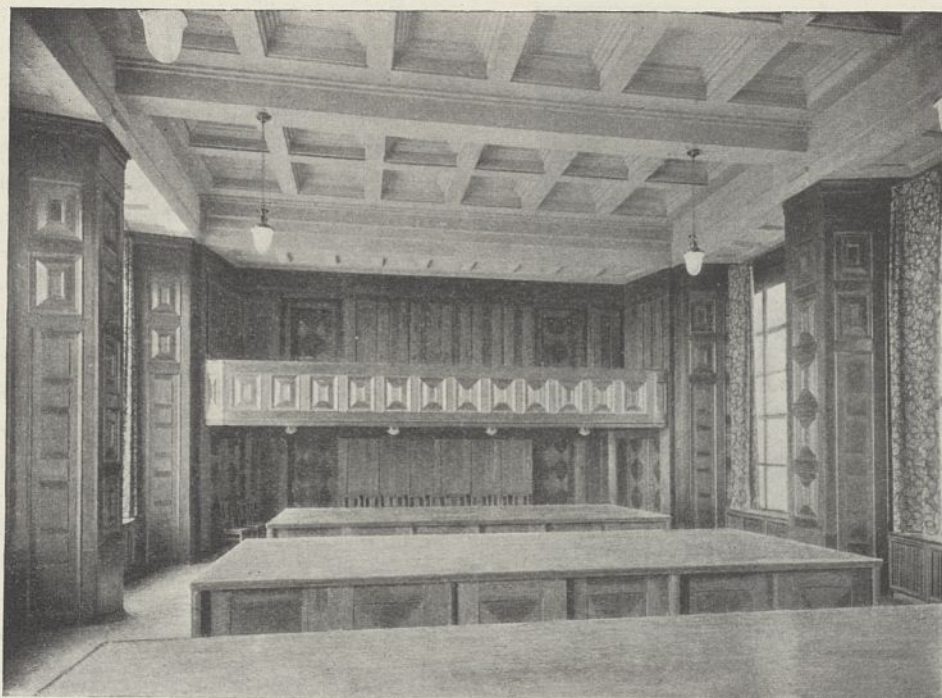


Abb. 23. Plankammer.

Sonnenstrahlen ein nur durchscheinendes Glas genommen wurde. Die doppelte Verglasung hat sich bis jetzt gut bewährt. Den Bedenken der Bildung von Schwitzwasser in dem unzugänglichen Zwischenraum wurde dadurch begegnet, daß die innere Verglasung bei warmem, trockenem Wetter erfolgte, so daß die eingeschlossene Luft nur wenig Feuchtigkeit enthält. Im übrigen wurde damit gerechnet, daß einzelne



Abb. 24. Kirchen- und Gerichtsbüchersaal.

Scheiben im Notfalle herausgenommen und neu eingesetzt werden, die durch die doppelte Verglasung erzielte Ersparnis an Heizstoffen würde den erforderlichen Aufwand reichlich decken. Die in den Dachgeschossen gelegenen Säle und die Treppenhäuser haben einfache hölzerne Fenster, die kleinen Arbeitsräume hölzerne Kastenfenster erhalten. Bei den unter der Erdgleiche gelegenen Fenstern des Untergeschosses wurden an den Straßen- und Hofseiten schräg nach unten verlaufende, mit lichtbrechenden Gläsern abgedeckte Lichtkästen aus Eisenbeton angebracht. Auf diese Weise konnten die grundsätzlich abzulehnenden, leicht verschmutzenden Lichtschächte vermieden werden, die erforderliche Lüftung der Räume erfolgt durch die Binnenhoffenster in genügender Weise. Die Fensterbänke der Säle und Treppenhäuser wurden mit Fliesen abgedeckt. Die die Säle und Treppen abschließenden Türen sind sämtlich als feuer-

sichere, durch ein in der Türmitte angebrachtes Bommerband selbsttätig sich schließende Türen mit beiderseitigem Eisenblechbeschlag und innerer Luftschicht ausgeführt. Decken und Wände wurden durchgängig mit Kalkfarbe gestrichen, an den meist begangenen Stellen wurden Ölsockel angebracht; besser ausgestattet ist nur die Plankammer, die mit Eichenholz ausgekleidet wurde und eine mit werksteinmäßig bearbeiteter Vorsatzmasse bekleidete Betondecke erhielt.

Bei der Höhe des Gebäudes wurde die Anlage mehrerer Aufzüge nötig. An dem dem Verwaltungsgebäude am nächsten gelegenen Treppenhaus wurde ein Personenaufzug von 500 kg Traglast eingebaut, der so eingerichtet wurde, daß Aktewagen mit den wagerecht aufgelegten Mappen aus der Rißsammlung befördert werden können. In den Umfassungen der vier Gebäudetreppe wurden dann Schächte für Aktenaufzüge ausgespart, von denen bis jetzt aber nur zwei mit je 75 kg Traglast ausgeführt sind. Die Beheizung erfolgt durch eine von dem Heizwerk aus betriebene Niederdruckdampfheizung auf 20°C in der Plankammer und den kleinen Arbeitsräumen, sowie auf 10°C in den Akten- und Urkundensälen, sowie Ausklopfräumen, die Erhellung durch elektrisches Licht. An den Rundgängen am Lichthof und auf den Treppenhäusern wurden dabei feste Glühlampen mit Wechselschaltung, an den Aktengestellen aber Anschlüsse zum Anstecken tragbarer Lampen angeordnet. Die Fernsprechanlage des Verwaltungsgebäudes wurde auf das Speichergebäude in der Weise ausgedehnt, daß sich im zweiten, vierten, sechsten, achten und zehnten Geschoß an der dem Verwaltungsgebäude am nächsten gelegenen Treppe Sprechstellen und an den übrigen Treppen in denselben Geschossen bei dem Anruf jeweils mitertönende Wecker befinden. An die elektrische Klingelanlage sind zwei den Schluß der Benutzungsstunden anzeigende Glocken angeschlossen. Wasserentnahmestellen befinden sich in den Arbeits- und Ausklopfräumen, sowie in dem dem Verwaltungsgebäude am nächsten gelegenen Treppenhaus, in dem überdies auch noch Warmwasserentnahmestellen im Anschluß



Abb. 25. Heizwerk. Hofansicht.

an den im Verwaltungsgebäude aufgestellten Warmwasserbereiter angeordnet sind. Für Feuerlöschzwecke sind zwölf Feuerhähne in den Treppenhäusern, über das Gebäude gleichmäßig verteilt, angebracht. Die Wassersammelrinnen an den Fenstern der Säle und Treppenhäuser haben eine mit der Schleuse in Verbindung gebrachte Entwässerung erhalten. Auf den Einbau einer Staubsaugevorrichtung wurde verzichtet, da dadurch ältere, nicht mehr völlig erhaltene Akten leiden.



Abb. 26. Heizwerk. Kesselraum.

C. Heizwerk (Text.-Abb. 25). Die Anlage besteht aus dem eigentlichen Kesselraum, der so groß bemessen ist, daß außer den beiden jetzt angeordneten Kesseln zwei weitere gleicher Größe aufgestellt werden können, einem Raum zur Aufstellung der Maschinen und der Gefäße für die Niederschlagwasser, einer Heizerstube mit Werkstelle, einem Badezimmer, sowie einem unter dem Hof sich bis zum Verwaltungsgebäude und zum Speichergebäude erstreckenden Kohlenraum (Text-Abb. 4). An der nordwestlichen Ecke des Kohlenraumes ist der nach dem Schornstein führende Fuchs, an der südwestlichen Seite ein Gang nach dem Verwaltungsgebäude angeordnet, in dem die Rohrleitungen für die Sammelheizung des Verwaltungsgebäudes und des Speichergebäudes liegen. Für den Anschluß der Bauschule und des Amtsgerichts sind unterirdische Verbindungsgänge angelegt worden. Die beiden Hochdruckkessel, die jeder

eine Heizfläche von 90 qm und einen Betriebsüberdruck von fünf Atmosphären haben, dienen zum Betriebe von Warmwasserheizungen für das Verwaltungsgebäude des Hauptstaatsarchivs und das Amtsgericht, sowie von Niederdruckdampfheizungen für das Speichergebäude des Hauptstaatsarchivs und die Bauschule. Die Warmwasserheizung wurde für die beiden Gebäude wegen der damit verbundenen Vorteile: geringe Oberflächenwärme der Heizkörper, geringe Staubverschmelzung und dergl. gewählt. Für das Speichergebäude war diese feinere Heizart nicht nötig, und in der Bauschule war die Niederdruckdampfheizungsanlage bereits vorhanden, es handelte sich hier nur um den Anschluß an das Heizwerk. Die Warmwasserheizung arbeitet mit Pumpenumwälzung. Der zum Betriebe der beiden aufgestellten Pumpen und der zum Abpumpen der von den Niederschlagwässern der Niederdruckdampfheizung erforderliche Dampf wird nach der Arbeitsverrichtung zur Erwärmung des warmen Wassers verwertet. Für Notfälle ist eine elektrische Pumpe aufgestellt worden. Besonderen Hinweis verdient noch der Umstand, daß nach dem Speichergebäude von dem Niederdruckdampfverteiler im Kesselhaus zwei Hauptleitungen geführt sind, von denen die eine sämtliche an den Außenfassungen, die andere sämtliche am Binnenhof gelegenen Heizkörper speist. Es wird dadurch schon bei der unmittelbaren Bedienung der Heizung im Kesselhaus möglich, einer Wärmeverwundung in dem auf nur 10° zu erwärmenden Speichergebäude vorzubeugen. Zur Feststellung der Wärmegrade dient eine im Kesselhaus zusammengeführte Fernwärmemeßanlage, an die im Verwaltungsgebäude fünf, im Speichergebäude sieben, in der Bauschule drei und im Amtsgerichte vier Wärmemesser an den äußersten Punkten der Heizanlage angeschlossen sind.

Hinsichtlich der baulichen Gestaltung ist besonders zu bemerken, daß der Kesselraum wegen der Gefahr des Eindringens von Elbhochwasser eine wasserdichte Sohle und ebensolche Wandungen bis zum Fußboden des Heizerstandes aus Eisenbeton mit isolierenden Schichten erhalten hat. Im übrigen sind die Wände aus Ziegelmauerwerk in Kalkmörtel aufgeführt, das Dach ist mit Eisenbindern und Ziegelbedachung hergestellt (Text-Abb. 26). Anfänglich war eine Verwendung

von Eisenbetonbindern geplant, worauf die bis zur Erdgleiche hochgeführten, im Innern sichtbaren Betonschaftsstümpfe hindeuten. Die behördliche Genehmigung war für diese Ausführung aber nicht zu erlangen, da sie den bestehenden Bestimmungen, nach denen ein Kesselhausdach leicht sein soll, widersprochen hätte. Der Bau dürfte aber mit dazu beigetragen haben, daß die Bestimmungen geändert wurden, da bald darauf die Verwendung von Eisenbetonbindern in Kesselhäusern zugelassen wurde. Die bei der Ausführung verwendeten Eisenbinder wurden an derselben Stelle angeordnet, an der die Eisenbetonbinder geplant waren. Auf Gratbinder wurde mit Bedacht verzichtet, da diese dem Innern eine zerrissene und unruhige Wirkung verliehen hätten.

Die Baukosten setzen sich einschließlich 5 vH. Verwaltungskosten folgendermaßen zusammen:

A. Verwaltungsgebäude einschl. der Raumausstattungen, sowie der örtlichen Heizungseinrichtung, jedoch ohne die eigentlichen Einrichtungsgegenstände	443 235,61 <i>ℳ</i>
B. Speichergebäude einschl. der völligen Einrichtung der Aktensäle, der Urkundensäle, der Plankammer und des Kirchen- und Gerichtsbüchersaals, sowie der örtlichen Heizungseinrichtung	1 015 518,39 „
C. Heizwerk mit Kohlenraum	128 093,63 „
D. Anschluß der Niederdruckdampfheizung in der Bauschule einschl. der Herstellung des unterirdischen Verbindungsganges	6 461,89 „
E. Einbau der Warmwasserheizung in das Amtsgerichtsgebäude einschl. der Herstellung des unterirdischen Verbindungsganges	26 709,36 „
	1 620 018,88 <i>ℳ</i>

Übertrag: 1 620 018,88 *ℳ*

F. Nebenanlagen (Einfriedigungen, Hofbefestigungen, Wasserzuführung) 40 579,78 „
 G. Anliegerbeiträge und Straßenbaukosten 29 873,79 „
 so daß sich die Gesamtkosten auf zusammen 1 690 472,45 *ℳ* belaufen.

1 cbm umbauten Raumes kostet beim Verwaltungsgebäude 31,60 *ℳ*, beim Speichergebäude 29,49 *ℳ*.

Die Entwurfbearbeitung lag nach dem am 26. Dezember 1911 kurz vor der landständischen Genehmigung erfolgten Tode des Geheimen Baurats Reichelt in den Händen des schon seit 1908 bei der Planungsaufstellung beteiligten oben genannten Berichterstatters, von dem der Entwurf der ausgeführten Gebäudeansichten, die konstruktive Durchbildung der Gebäude und der Entwurf der Innenräume mit allen ihren Einzelheiten herrührt. Die Oberleitung hatte nach dem Tode Reichelts bis zum 1. Oktober 1913 der Geheime Rat Dr.-Ing. Waldow und von da an der Geheime Baurat Canzler. Die Ausführung erfolgte durch ein am 1. Juli 1912 errichtetes besonderes Neubauamt, dem der Berichterstatter bis zu seiner am 1. Oktober 1914 nach Fertigstellung der wesentlichsten Arbeiten als Landbauamtsvorstand nach Zwickau erfolgten Versetzung, und von da an unbeschadet seiner Mitwirkung an der Fortführung des Baues Bauamtmann Dr. Goldhardt vorstand. Die Verzierungen sind von den Bildhauern Rudolf Born und August Strohrigl modelliert worden.

Die Einräumung der umfänglichen Aktenbestände nahm mehrere Wochen in Anspruch, zuletzt wurden die Urkunden eingebracht, da die für diese errichteten Eisenbetonschränke erst noch gehörig austrocknen mußten. Die Inbenutznahme des Neubaues ist alsbald nach der Fertigstellung erfolgt. Im vollen Umfange kann er der Öffentlichkeit jedoch erst nach dem Kriege zugänglich gemacht werden.

Das altägyptische Wohnhaus im 14. Jahrhundert v. Chr.

Vortrag, gehalten im Berliner Architekten-Verein am 21. März 1916.

Von Ludwig Borchardt.

(Mit 7 farbigen Abbildungen auf Blatt 50 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Vor 22 Jahren wurde bereits im Zentralblatt der Bauverwaltung (vgl. Jahrg. 1893, S. 517) und in der deutschen Bauzeitung (1894, S. 200 ff.) über den gleichen Gegenstand, über das altägyptische Wohnhaus, von mir berichtet. Seit jener Zeit hat sich der Stoff für die Beurteilung desselben recht wesentlich vermehrt, die Anschauungen darüber sind daher, wenn sie auch damals in einigen Hauptpunkten schon richtig waren, seitdem festere und sicherere geworden. Trotzdem wird man sie aber auch heute bei weitem noch nicht als endgültige ansehen können.

Die damaligen Unterlagen für das Wohnhaus der 18. Dynastie, also für die Zeit um 1400 v. Chr., beruhen im wesentlichen auf den wichtigen Ausgrabungsergebnissen, die Flinders Petrie¹⁾ in Tell el-Amarna im Winter 1891/92 trotz schwierigster Verhältnisse erzielt hatte. Er selbst erkrankte nämlich während der Arbeit nicht unbedenklich und mußte die Fortsetzung einem damals 16-jährigen Zeichner Howard Carter überlassen, dessen Aufnah-

men dann noch zu allem Unglück auf der Post verloren gingen. Neben diesen Ergebnissen standen uns noch Hausbilder aus den Felsengräbern von Tell el-Amarna zur Verfügung, die damals aber nur in den guten Zeichnungen der preußischen Expedition von 1841 bis 1843²⁾ vorlagen, während davon wirklich bis ins letzte brauchbare Veröffentlichungen erst 1903 bis 1908 durch de Garis Davies³⁾ sorgfältig hergestellt wurden. Wir werden im folgenden aber noch sehen, daß dieser in den alten Darstellungen vorliegende Stoff nur dann eine Hilfe für unser Studium ist, wenn man die in den alten Bildern dargestellten Häuser und Dinge auch schon anderswoher, am besten aus Grabungen, kennt.

Die seitdem hinzugekommenen Unterlagen bestehen nun, wenn wir von einigen für unsere Fragen nicht allzu wichtigen Grabungen in Haus- und Palastruinen im alten

2) Lepsius, Denkmäler aus Ägypten und Äthiopien 3, Bl. 100 ff.

3) N. de G. Davies, The rock tombs of El Amarna, Bd. 1 bis 6, London 1903 bis 1908.

1) Flinders Petrie, Tell el-Amarna, London 1894.

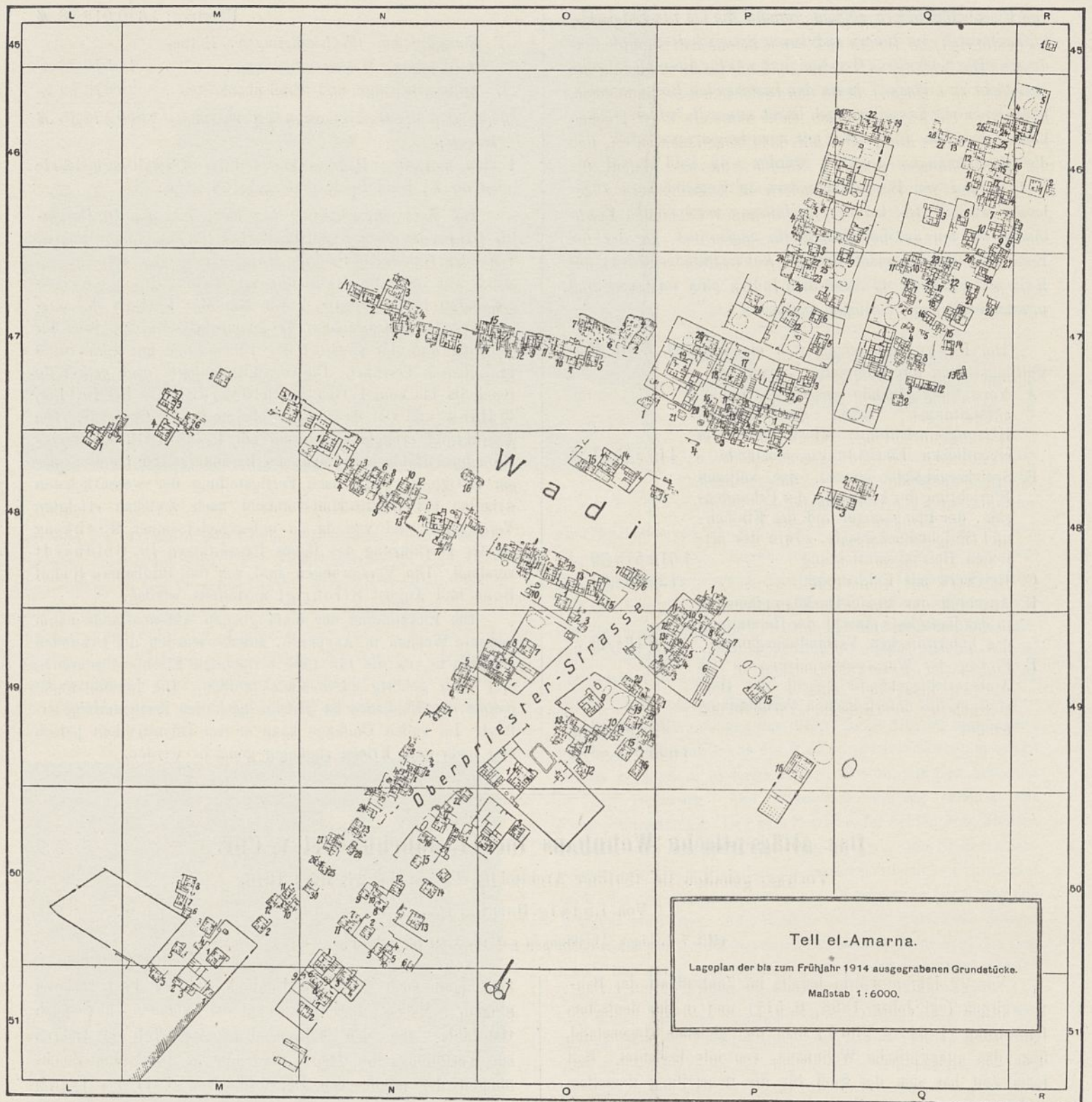


Abb. 1. Gesamtplan der von der deutschen Ausgrabung bisher freigelegten Stadtteile von Tell el-Amarna.

Theben⁴⁾ absehen, ganz aus den durch die Ausgrabungen der Deutschen Orient-Gesellschaft in Tell el-Amarna herangeschafften.

Nach einer Voruntersuchung im Jahre 1907, der sich im Jahre 1908 der Ausbau einer alten Hausruine zum Grabungshause anschloß, wurde bisher in den Wintern 1910/11,

4) Säuberung der Palastfassaden im Ramesseum und im Tempel von Medinet Habu durch die ägyptische Altertümerverwaltung; Grabung von Theo Davis in den Palastresten in Medinet Habu; Grabung von Tytus und später des Metropolitan-Museums in Newyork in Palast und Stadt Amenophis' III. südlich von Medinet Habu, Malgata; Grabung von Flinders Petrie an der Palastfassade im Tempel des Merenptah bei Gurna.

1911/12, 1912/13 und 1913/14 dort mit reichlichen, von Herrn Dr. James Simon gewährten Mitteln gearbeitet, und dabei bisher, schlecht gerechnet, 250 Häuser untersucht und aufgenommen.

Ein Bild von dem Umfange dieser Ausgrabungen kann man sich an der Hand des soeben erscheinenden Geländeplanes von Tell el-Amarna⁵⁾ leicht machen. Das Gebiet der eigentlichen alten Stadt, die rd. 30 km südlich von Kairo auf dem östlichen Nilufer lag, umfaßt einen Streifen von

5) Timme, Tell el-Amarna vor der deutschen Ausgrabung, 30. wissenschaftliche Veröffentlichung der Deutschen Orient-Gesellschaft. Leipzig 1916.



Abb. 2. Ein Hausanlagen enthaltender Trümmerhügel östlich vom Dorfe El-Hagg Qandil vor der Ausgrabung.

etwa 5 km Länge auf rd. 1 km Breite, kleine abseits liegende, ehemals bebaut gewesene Stücke nicht gerechnet. Von diesem großen Stadtgebiet ist bisher nur eine verhältnismäßig kleine am Ostrande gelegene Ecke durchgearbeitet, die im Maßstabe 1 : 6000 hierneben (Text-Abb. 1) dargestellt ist. Darin ist jedes Grundstück nach seinem Quadrat und in diesem wieder mit fortlaufender Nummer bezeichnet, z. B. P 47,19 hieße Haus Nr. 19 im Quadrat P 47.

Das ist also der neue Stoff für die Beurteilung der Frage des Wohnhauses im alten Ägypten im 14. Jahrhundert v. Chr. Um nun aber auch beurteilen zu können, was hieraus zu entnehmen möglich ist, müssen wir uns auch klar machen, wie die von uns ausgegrabenen Häuser entstanden und wie sie zerstört wurden, denn davon, namentlich von der Art der Zerstörung, hängt viel ab für die von uns im Geiste vorzunehmenden Wiederherstellungsarbeiten und für die während der Grabung anzustellenden Beobachtungen.

Daß die Stadt auf Befehl des Königs Amenophis IV., jenes Reformators unter den Pharaonen, der etwa in den Jahren 1375 bis 1357 v. Chr. über Ägypten herrschte, erbaut und seinem Gotte, der Sonnenscheibe, geweiht worden ist, war seit langem bekannt. Man kann also annehmen, daß man jedenfalls nur sehr Weniges, eigentlich unter ihr, finden würde, das älter ist als die Zeit dieses Königs. Diese Ansicht hat sich so ziemlich bewährt, jedenfalls waren die geringen Ausnahmen bisher unsern Untersuchungen nicht schädlich. Aber auf der andern Seite hatte sich die Meinung verbreitet, die Stadt sei nach Amenophis IV. zerstört und nie wieder bewohnt gewesen. Das ist in dieser Form nicht richtig. Die Ausgrabungen haben vielmehr gezeigt, daß die Stadt vielleicht schon unter Amenophis IV. selbst, jedenfalls



Abb. 3. Holzeinlagen in einer Mauer des Hauses J 53, 1.

aber sehr bald nach ihm, verlassen worden ist. Einige Teile aber, und zwar die, auf denen heute noch Ansiedlungen sich befinden, wurden dauernd weiter bewohnt.

Beim Verlassen der Stadt gingen die Wohlhabenderen meist so vor, daß sie nach Fortschaffung alles wertvollen Hausrats die Haustüren und die Türen der Gehöfte vermauern ließen⁶⁾, ein Verfahren, das heute noch in Ägypten unter gewissen Umständen vorkommt. So standen die verlassenen Häuser einige Zeit; in manche drangen Leute aus den ärmeren Schichten ein und hausten darin, in allen aber trat ein Zerstörer auf, dem mit der Zeit keines der Gebäude Widerstand leisten konnte, nämlich die weiße Ameise. Diese Termitenart, die auch heute noch gewisse Striche in Ägypten heimsucht, frißt alles Pflanzliche vollständig auf, soweit es nicht dem Licht ausgesetzt ist, also schon unter einer Staubschicht. Stroh, Schilf, ja selbst hartes Holz, nichts Pflanzliches ist vor ihr sicher. So wurden also alle hölzernen Stützen und Balken, alle gerohrten und darüber geputzten Decken aufgefressen. Die Bauten stürzten in sich zusammen.

Ein solcher Ruinenhügel (Text-Abb. 2) hebt sich nur wenig, etwa 1,5 m, über die umliegende Wüste heraus und gleicht infolge seiner Bestreuung mit Wüstenkieseln ganz der Wüstenoberfläche. Diese Kiesel sind natürlich nicht etwa durch den Wind auf den Hügel getragen worden; es sind vielmehr die aus den Luftziegeln der oberen Mauerteile übrig gebliebenen Kiesel. Der Schlamm der Ziegel ist allmählich vom Winde als Staub fortgetragen worden. In solchem Hügel werden wir also nur Bauteile aus den lufttrockenen Ziegeln oder aus Haustein unversehrt vorfinden, alles Holzwerk und ähnliches aber nur in Spuren, vielleicht nur in Abdrücken. Wir werden also alles, was eigentlich den Maurer angeht, gut und leicht beobachten können, die Arbeit des Zimmermanns aber mehr ahnen als greifen. So war es ein leichtes, in einem großen Torbau den Verband zu untersuchen, der unsern Begriffen wenig entspricht. Da in diesem Mauerwerk Ziegel und Mörtel aus Nilschlamm bestehen, bei vollen Fugen also das Ganze eine gleichmäßige Masse bildet, und ein Bruch in der einen Schicht vielleicht die Fuge, in der nächsten den Ziegel zerreißen würde, so würde eine richtige Versetzung der Fugen in den verschiedenen Schichten den Verband nicht wesentlich bessern. Und im allgemeinen arbeitet der ägyptische Maurer mit gut gefüllten Fugen, wenn auch gelegentlich weniger sorgfältige Arbeit vorkommt. Zur Verbesserung des Mauerverbandes, vielleicht auch gelegentlich zur Befestigung von Wandbekleidungen, Türeinfassungen usw. finden sich, aber nur in reicheren Häusern, auch regelmäßige Holzeinlagen in den Wänden (Text-Abb. 3). Man muß nun nicht etwa glauben, daß das, was in der Abbildung wie Holz aussieht, wirklich noch Holz ist. Es ist weiter nichts als eine durch besondere Färbung sich vom Nilschlammwerk abhebende erdige Masse, in der man bei vorsichtiger Reinigung noch etwas wie Holzstruktur entdecken kann. So sieht Holz aus, das von weißen Ameisen zerfressen und dann von dem umlagernden Nilschlamm durchdrungen ist, d. h. wenn

6) Z. B. in Haus P 47, 17 s. Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft Nr. 55 (1914), S. 14. Diese Mitteilungen sind nicht im Buchhandel; sie werden nur an die Mitglieder der Deutschen Orient-Gesellschaft versandt.

es gut erhalten ist. Bei schlechter Erhaltung findet man gemeinhin nur die Löcher, in denen das Holz einst saß. In dem abgebildeten Beispiel war also ein Längsholz vorhanden, unter dem in je 80 bis 90 cm Abstand Querhölzer durchgriffen. Vorn in der Ansichtfläche waren die Hölzer mit Nilschlamm verschmiert. Das Ganze war natürlich ehemals verputzt, auch mit Nilschlamm.

Holzkonstruktionen unter Treppenläufen (Text-Abb. 4) sind meist nur in den Abdrücken der Holzaufleger erkennbar. Das untere Ende der Treppe ist fest untermauert. Darauf befindet sich die Rollschicht der obersten noch erhaltenen Stufe,

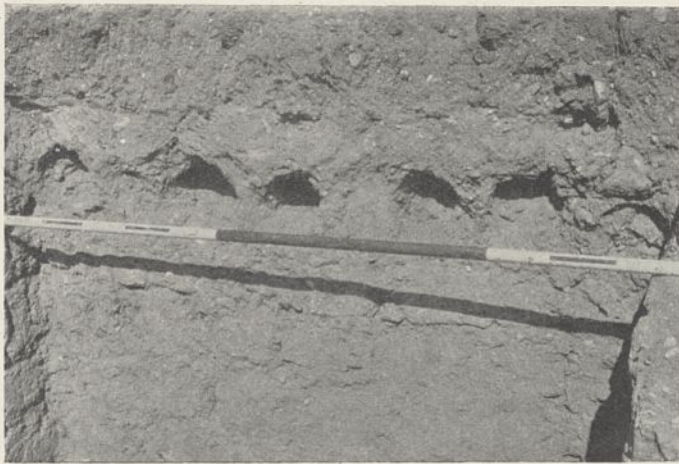


Abb. 4. Holzspuren unter einem Treppenlauf im Hause M 47, 4.

die man von der Rückseite aus sieht. In den halbrunden Löchern unter dieser Stufe haben ehemals die Auflager der Rundhölzer gesteckt, die, ansteigend verlegt, die oberen Teile der Treppe trugen. Diese Hölzer sind vollständig fortgefressen, nur aus ihren Abdrücken kann man die Konstruktion erklären.

Ähnlich liegt es bei den Abdrücken von Matten, die anscheinend aus Palmrippen bestanden haben (Text-Abb. 5) und unter der Last des aufgetragenen Nilschlammes sich durchgesackt haben. Diese Matten lagen wohl ursprünglich auf Rundhölzern, die einen Keller oder ein Zimmer abdeckten. Es ist dies eine auch sonst in Ägypten nachweisbare Deckenkonstruktion. Von unten wurden solche Decken auch mit Matten bespannt, geputzt und bemalt. Bisher hat sich aber in unserer Grabung sicherer Deckenputz noch nicht nachweisen lassen.⁷⁾

Soviel über die reintechnischen Fragen, die die Ausgrabungsergebnisse für das Wohnhaus bieten. Besondere Schwierigkeiten für das Verständnis finden sich hierbei nur selten, um so mehr aber bei den für die Wohnhausfrage nicht minder wichtigen anderen Unterlagen, von denen schon oben die Rede war, bei den aus den Wandbildern zu entnehmenden.

Die Bilder, auf die es hier ankommt und die alle den Felsgräbern von Tell el-Amarna entstammen, behandeln alle denselben Vorwurf oder doch untereinander ganz ähnliche Vorwürfe: die Privataudienz mit Ordensverleihung für irgend einen hohen Beamten. Dieser wird vom König und der Königin im Palaste empfangen und beschenkt; bald

7) In den Grabungen in Malgata, südlich von Medinet Habu, wurde er gefunden.

spielt sich der Vorgang im Vorhofe des Palastes ab, bald vor dem großen Palastfenster, gelegentlich auch wohl im Innern des Palastes. Was hier daran von Belang ist, ist stets nur die Palastdarstellung. Da (Text-Abb. 6)⁸⁾ wird der Beamte von dem im Hofe sitzenden Königspaar empfangen. Der Hoftür gegenüber befindet sich die Palastfassade, die hier besonders langgestreckt ausgefallen ist. Auf einem Sockel, zu dem Rampen hinaufführen, erhebt sie sich. Rechts und links liegen in ihr Türen, oben ein großes, hier geschlossen dargestelltes Fenster ohne Sturz. Darüber sehen wir Säulen und ein Hauptgesims. Ob diese Säulen in



Abb. 5. Nilschlammestrich mit Abdruck der Matte darunter von einer Deckenkonstruktion im Hause M 50, 10.

der Fassade stehen, oder in dem ersten hinter ihr liegenden Raum, wage ich nicht zu entscheiden. Vor der Fassade liegt jedenfalls eine Säulenhalle, die hier durch zwei Säulen angedeutet ist. Der Rest des Bildes ist mit Innenräumen des Palastes gefüllt. Unten eine Säulenhalle, in der ein Diener fegt, ein anderer sprengt. Darüber ein Säulensaal, in dem ein Diener ein Kohlenbecken bedient. Zu diesem Saal führen drei Türen, seitlich zwei einflügelige, von denen eine offen steht, in der Mitte eine Tür mit Mittelpfosten und einem eigentümlichen, vielleicht durchbrochenen Aufbau. Darüber folgen mehrere Räume, in deren jedem neben der Tür ein hoher Ständer mit Schale darauf steht. Wie wir noch sehen werden, sollen dies Lampen sein. Weiter oben ein Raum, der mit Pflanzen gefüllt ist, man würde sagen: ein Wintergarten. Das soll aber, wie wir auch noch sehen werden, eine Fußbodenbemalung sein. Auf weitere Einzelheiten braucht hier nicht eingegangen zu werden, nur soll noch erwähnt werden, daß in dem Raum ganz oben das Bett steht, und daß links oben ein besonderes Haus sich befindet, in dem sich Dienerinnen aufhalten.

Eine andere ähnliche Darstellung⁹⁾ gibt uns eine Audienz vor dem großen Fenster in der Mitte der Palastfassade, die sich uns diesmal in anderen, breit gezogenen Verhältnissen, sonst aber ebenso wie auf dem ersten Bilde (Text-Abb. 6) zeigt. König und Königin stehen am Fenster und sehen der Beschenkung des Beamten zu, die im Hofe vor sich geht. Hinter der Palastfassade sind wieder verschiedene Innenräume, aber in anderer Anordnung wie auf dem ersten Bilde. Da ist wieder

8) N. de G. Davies, El Amarna 6, 17 und 18.

9) S. N. de G. Davies, El Amarna 6, 4.

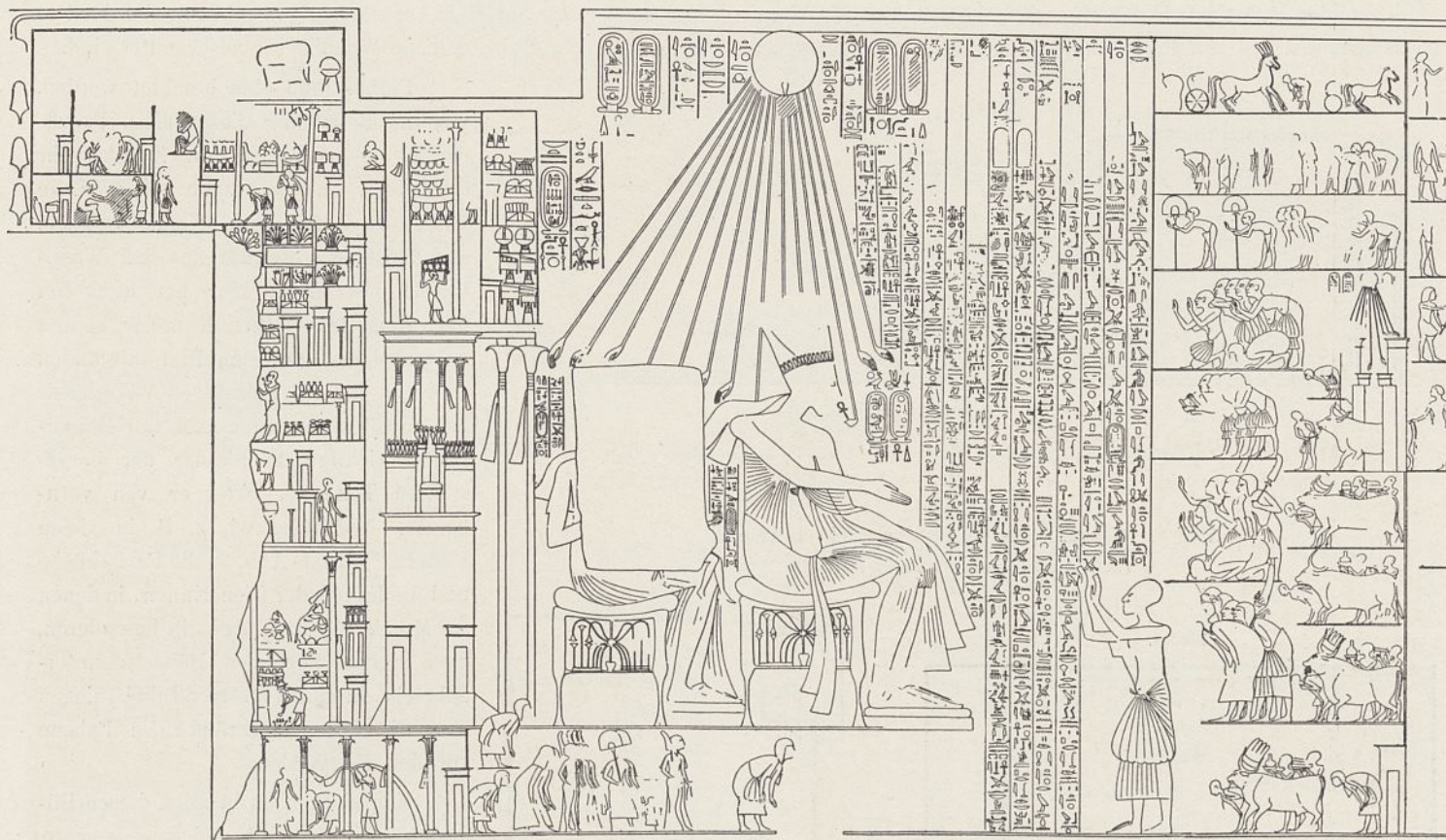


Abb. 6. Audienz eines hohen Beamten im Vorhofe des Palastes.
Links hinter dem Königspaar der Palast.

ein Säulensaal mit den drei Türen, die mittlere wieder mit dem merkwürdigen Aufbau. In diesem Saal stehen zwei Sessel und reichliche Vorräte zu einem Mahle. Weiter darüber findet sich noch ein ähnlich ausgestatteter Saal, oben in der Ecke wieder das Schlafzimmer, in dem das Bett auf einer mit Blumen bemalten Erhöhung zu stehen scheint.



Abb. 7. Wohnhaus mit Garten.



Abb. 8. Dienerinnenhaus und Küchengebäude beim Palaste.
Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. 66.

Eine Palastfassade, wie wir sie bisher kennen gelernt haben, ist uns auch vollständig erhalten nämlich in der Südwand des ersten Hofes von Medinet Habu¹⁰⁾, nur sind dort, da dies Gebäude in Haustein ausgeführt ist, die Verhältnisse schwerer wie in den meist aus Luftziegeln und Holz hergestellten Bauten in Tell el-Amarna. Aber die vorgelegte Säulenhalle, die beiden seitlichen Eingänge und das große Audienzfenster in der Mitte sind unverkennbar.

Nun könnte man anscheinend ganz richtig einwerfen, was denn eine Palastfassade mit einem gewöhnlichen Wohnhaus zu tun habe. Es liege doch gar kein Zwang vor, bei beiden auch nur eine Ähnlichkeit untereinander vorauszusetzen. Die Antwort auf diese gewiß berechtigte Frage gibt eine Abbildung¹¹⁾ aus einem thebanischen Grabe des neuen Reichs, die einen Besuch in einem besseren Privathause darstellt (Text-Abb. 7). Das Haus liegt in einem Garten, zu dem links die Eingangstür von der Straße her führt. Vor der Hausfassade muß irgendwie eine Säulenhalle liegen, die durch die vier langen Säulen angedeutet wird. In der Fassade rechts die niedrige Haustür, in der Mitte das große Fenster, ferner kleine vergitterte Fenster in zwei Reihen übereinander, ganz oben endlich wieder die merkwürdigen Säulchen, ganz wie bei der Palastfassade. Die Girlanden in der linken Haushälfte halte ich für Fassadenbemalung. Leider habe ich von dieser wichtigen Darstellung nur diese etwa 100 Jahre alte Wiedergabe zur Hand und möchte daher nicht für alle in ihr gegebenen Einzelheiten einstehen, aber so viel ist doch sicher: die Hauptelemente dieser Hausfassade stimmen mit

10) S. Hölscher, Das hohe Tor von Medinet Habu, S. 49, Abb. 44.

11) Rosellini, Mon. civ. Bl. 68 = Champollion, Mon. Bl. 174.

denen der Palastfassade überein. Wir können also für Wohnhausstudien getrost Darstellungen des Palastes gebrauchen,

nur werden wir natürlich berücksichtigen müssen, daß Paläste stets reicher als gewöhnliche Wohnhäuser ausgestattet sind.

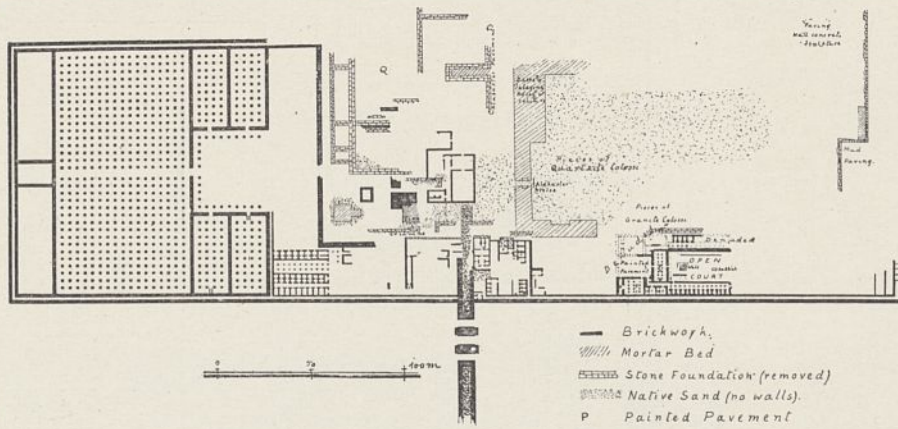


Abb. 9. Grundriß des Palastes von Tell el-Amarna.
(Nach Aufnahme von Flinders Petrie.)

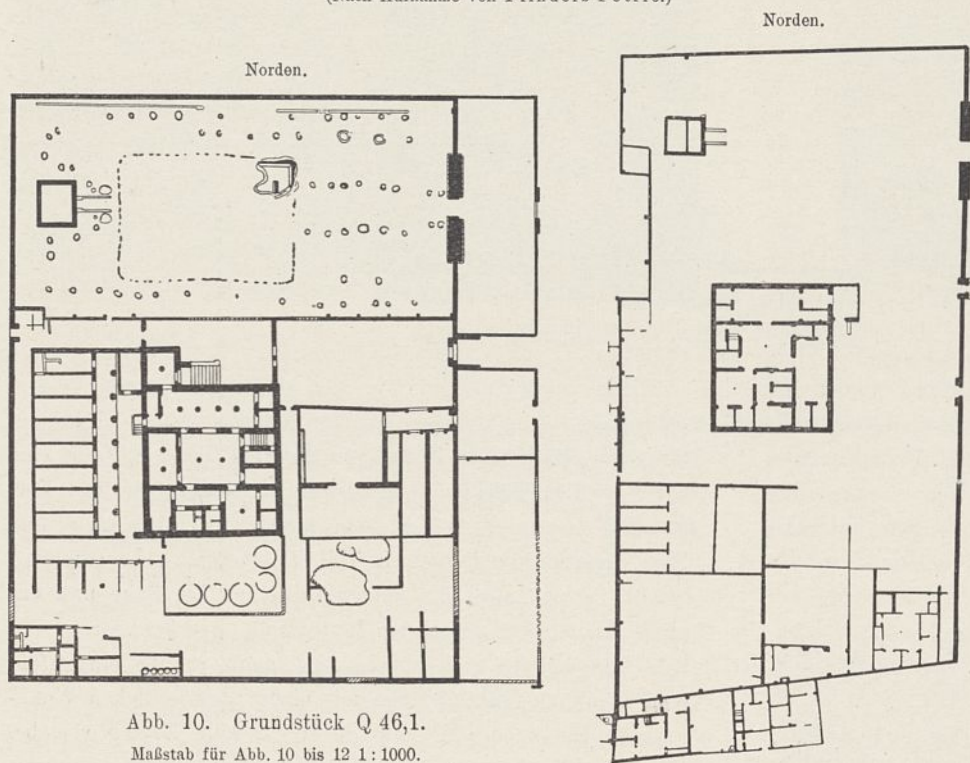


Abb. 10. Grundstück Q 46,1.
Maßstab für Abb. 10 bis 12 1:1000.

Abb. 11.
Die Grundstücke M 50,1 u. M 51,1.

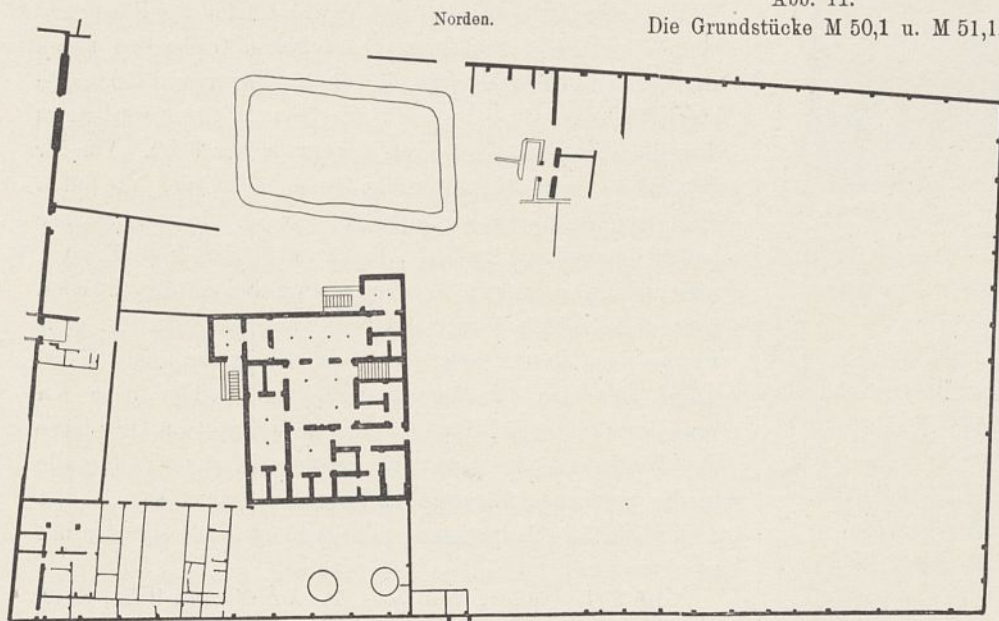


Abb. 42. Grundstück O 49,1.

Ferner muß eins beachtet werden, was die Benutzung dieser alten Palastdarstellungen für unsern Zweck sehr erschwert, und was auch schon N. de Garis Davies¹²⁾ bei seinem Versuch, den Palastgrundriß nur aus den Wandbildern abzuleiten, klar hervorgehoben hat: dem ägyptischen Künstler kommt es nur darauf an, sein Bild mit allem, was am und im Palast von Wichtigkeit ist, zu füllen, auf eine auch nur einigermaßen richtige Anordnung der dargestellten Teile verzichtet er von vornherein. So sehen wir z. B. in vielen Bildern¹³⁾ (Text-Abb. 8) die Palastküche und die Räume der Dienerinnen, in denen sie Musik und Tanz üben, in besonderen, ganz hinten liegenden Häusern untergebracht, in einem anderen Bild¹⁴⁾ liegen aber die Dienerinnenräume im Palaste vor den Hauptsälen.

Man sieht eben in allen diesen Bildern immer wieder die gleichen Elemente. Ihnen aber nach den verschiedenen Darstellungen allein bestimmte Stellen im Grundriß anzuweisen, halte ich für unmöglich. Diese Darstellungen beweisen nur wieder den alten Satz, daß man ein ägyptisches Bild nur dann richtig verstehen kann, wenn man das Dargestellte schon in Wirklichkeit gesehen hat.

Wir werden also diese Palastabbildungen nur als schätzenswerten Anhalt benutzen können, unsere eigentlichen Kenntnisse werden wir aber aus den ausgegrabenen wirklichen Häusern zu holen haben.

Als erstes Beispiel eines solchen mag nach der Aufnahme von Flinders Petrie¹⁵⁾ der Grundriß des Palastes selbst dienen (Text-Abb. 9). Es ist fast sicher, daß dies der Palast ist, den die vielen alten Bilder in den Gräbern von Tell el-Amarna darstellen. In Einzelheiten sind Irrtümer in dieser Aufnahme¹⁶⁾, das kann man schon jetzt, ohne daß

12) El Amarna 6, S. 36 ff. und Bl. 34.

13) A. a. O. 6, Bl. 17, 19 und 28.

14) A. a. O. 3, Bl. 33.

15) Tell el-Amarna, Bl. 36.

16) So ist z. B. die angebliche Doppelmauer, zwischen der, wie Flinders Petrie meint (a. a. O. S. 7), die Wachen die Runde machten, nur eine dicke, früher gefüllt gewesene Umfassungsmauer, deren beide Ziegelschalen die Grabungsarbeiter schön freigekratzt haben. Auch ist im Hof vor der Hauptfassade aus einer Säulenbasis der Vorhalle eine

wieder nachgegraben worden ist, sagen. Aber trotzdem wird die Aufnahme für unsern Zweck hier ausreichen. Vom Palast selbst sehen wir nur den Vorhof, die Fassade mit der Säulenhalle davor, hinter der Fassade den breiten Säulensaal, das Empfangszimmer mit dem großen Audienzfenster, und dahinter einen schmaleren, wohl das Speisezimmer der Wandbilder. Die weiter hinten folgenden aus den Wandbildern bekannten Räume sind nicht erhalten, das Schlafzimmer usw. fehlt also. Hinten folgt ein eigenes Gebäude, das ich als Dienerinnenhaus bezeichnen möchte. Noch weiter hinten vielleicht Speicher und endlich eine große Anlage, in der nur Pfeiler erhalten sind, die ehemals geputzt und mit Weinlaub¹⁷⁾ bemalt waren. Dies halte ich für den Weingarten, bei dem das Holzwerk, das auf den Pfeilern lag und an dem sich der Wein rankte, heute natürlich fehlt.

Das Ganze ist also eine recht weitläufige Anlage, die wir ebenso weitläufig, natürlich vom Palaststil ins bürgerliche übersetzt, auch bei den meisten der Privathäuser von Tell el-Amarna finden werden. Wir müssen uns nämlich stets vor Augen halten, daß alle uns zur Verfügung stehenden Wohnhäuser aus einer offenen Landstadt herrühren, daß sie also so gut wie nie irgendwie eingengt waren. In einer befestigten Stadt mögen die Anordnungen andere gewesen sein¹⁸⁾, jedenfalls viel gedrängter, auch kann schon in den inneren Stadtvierteln, die bisher noch nicht untersucht worden sind, eine gedrängtere Bauweise vorgelegen haben. Die Erbkamsche Aufnahme¹⁹⁾ von Tell el-Amarna zeigt in einigen Teilen derartiges, und da die Erbkamschen Aufnahmen sich eigentlich stets als genau und gut beobachtet erwiesen haben, so wird auch hier wohl das richtige gegeben sein. Aber wirklich verwertbare ausgegrabene Beispiele davon haben wir bis jetzt noch nicht. Es wäre daher müßig, darüber jetzt schon Vermutungen aufzustellen.

Was man besprechen kann, sind also nur solche geräumige, bequem sich ausdehnende Anlagen, wie z. B. die

dreiseitige Säulenhalle rekonstruiert. Ferner sind aus den reihenweise angeordneten Räumen mit umlaufenden Wandtischen zur Lagerung von Gegenständen Schlafzimmer der Damen des Königlichen Hofes gemacht u. a. m. Endlich hat Petrie übersehen, daß hier, ganz wie in Medinet Habu, vor dem Palaste mit der Achse senkrecht zur Palastachse ein großes Bauwerk, wohl ein Tempel, lag. Das von Petrie gefundene Bauwerk ist also nur ein Teil einer Anlage, die ich als Ganzes vorläufig mit dem Ausdruck „Residenztempel“ bezeichne, also der Tempel eines Gottes, mit dem ein Palast des Königs verbunden ist. Daß es solche Anlage in Tell el-Amarna gab, zeigen die Wandgemälde der Felsgräber dort. Auf drei Darstellungen des Tempels der Sonnenscheibe (N. de Garisdavies, El Amarna 1, Bl. 12 unten; Bl. 25 links; 2, Bl. 18 links) ist innerhalb der Tempelumwallung gleich hinter dem ersten Pylon ein Palast abgebildet. Bei zweien dieser Bilder ist außer dem Palast im Tempel auch noch der eigentliche Palast außerhalb des Tempels mit dargestellt (a. a. O. 1, Bl. 10^a rechts, zu Bild von Bl. 10 bis 12 gehörig, und Bl. 28 rechts, zu Bild von Bl. 25 bis 28 u. 33 gehörig). Es sind auch bisher zwei Paläste gefunden worden. Der von der ägyptischen Museumsverwaltung ausgegrabene bei Hâuata könnte der eigentliche Palast gewesen sein, der von Petrie innerhalb der Stadt gefundene der im „Residenztempel“.

17) Flinders Petrie a. a. O. S. 7 nimmt an, die Weinlaubbemalung sei von der Decke dieser unmöglich gedeckt zu denkenden Räume.

18) Vgl. die Wohnhäuser der Pyramidenstadt des mittleren Reiches, d. h. rd. 1900 v. Chr., bei Illahun (Flinders Petrie, Illahun, Bl. 14), die zwar die gleichen Elemente wie die Häuser von Tell el-Amarna zeigen, aber sehr eng in die Umfassungsmauer der Stadt eingepreßt sind.

19) Lepsius, Denkmäler 1, 64.

des Grundstücks Q 46,1 (Text-Abb. 10), die als Schema für die Gesamtanordnung solcher Anlagen dienen mag. Das sehr gut geschnittene Grundstück von rd. 76,5 × 60 m liegt mit seiner Ostseite an einer breiten Straße. Die eigentliche Vordermauer ist zurückgerückt und davor noch ein mehrfach geteilter, breiter Vorgarten angelegt. Wenn ich hier von Vorgarten spreche, so werde ich diese Bezeichnung natürlich später zu belegen haben, ebenso wie manch andere Benennung, die hier bei Besprechung der allgemeinen Anlage zum ersten Male eingeführt wird. Aber diese einzelnen Nachweise folgen am besten erst an den Stellen, an denen die einzelnen Teile selbst behandelt werden. Hier soll nur bemerkt werden, daß keinem Teile eine Bezeichnung gegeben werden wird, die nicht, sei es durch Funde, sei es durch Vergleich mit Bildern belegt werden kann.

Also außer dem Vorgarten hat das Grundstück noch einen großen inneren Garten, dessen Zugang von einem mächtigen Torbau umgeben ist; in der Mitte des Gartens liegt eine Vertiefung, die wir irrümlich für die Spur eines künstlichen Sees hielten. Im Hintergrunde des Gartens befindet sich ein Kiosk. Den südlichen Teil des Grundstücks nimmt zunächst der Straße hinter dem Vorgarten ein Vorhof ein, neben dem Ställe für Groß- und Kleinvieh liegen. Dann folgen, besonders eingefriedigt, runde Kornspeicher, eine Reihe von Vorratsräumen mit Säulenhalle davor, ferner hinten in der Ecke das Dienerinnenhaus, nicht weit davon das Backhaus mit der Reihe der Backöfen. Am Hinterausgang liegt ein Raum für den Türhüter.

Das eigentliche Wohnhaus zerfällt in die vorderen, hier nördlichen Wohnräume, zu denen ich auch das in der Mitte des Ganzen liegende Eßzimmer rechne, und in die hinteren Schlaf-, Bade- usw. Zimmer, denen im anderen, östlichen Teil des Hinterhauses Räume bisher unbekannter Bestimmung gegenüberliegen, die sich an ein „quadratisches Zimmer“ angliedern. Den Rest des Grundrisses nimmt das Treppenhaus ein. Die beiden Haupträume sind unstreitig die „breite“ und die „tiefe“ Halle, zwischen denen man hier wieder die drei Türen sieht, die wir auch bei der Palastdarstellung vor dem Speisezimmer schon bemerkt hatten: zwei kleinere einflügelige an den Seiten, eine große zweiteilige in der Mitte.

Ein weiteres Grundstück, O 49,1 (Text-Abb. 12), das einem Oberpriester Pa-wach gehörte, zeigt dieselbe allgemeine Anordnung, wieder im Norden den Garten mit Pylon, Teich und Kiosk, wieder Ställe, dieses Mal im Südwesten des Wohnhauses, Speicher und Vorrathshäuser. Auch Türhüterräume sind vorhanden. Das Dienerinnenhaus fehlt hier vielleicht. Das Wohnhaus ist besonders üppig. Es hat zwei Eingänge mit zwei Vorzimmern, einen von der Straßenseite, einen von der Gartenseite her. Auch sind hier, was bei dem vorigen Grundriß nicht ganz so klar hervortrat, zwei „breite“ Säle vorhanden, einer nach Norden zum Garten gewendet, der andere nach Westen. Ich halte den ersten für das sommerliche Wohnzimmer, da er durch das große Fenster den kühlenden Nordwind aus erster Hand erhält, den zweiten für das Wohnzimmer in der Winterzeit, da auf der Westseite die Nachmittagssonne noch wärmend wirkt.

Noch ein Beispiel, M 50, 1 (Text-Abb. 11), mag als letztes zur Erläuterung der allgemeinen Anlage dienen. Auch

hier ist wieder die Teilung in Garten, Wirtschafts- und Wohn- teil gut erkennbar, wenn auch trennende Mauern zwischen den einzelnen Teilen nicht überall nachgewiesen wurden. Das Dienerinnenhaus in der Südostecke ist in diesem Beispiel besonders klar verständlich. Zu bemerken ist hierbei, daß bisher noch in keinem Dienerinnenhaus eine richtige Schlaf- zimmeranlage gefunden wurde. Es scheint fast, als ob solche nur im Wohnhause und nur für den Hausherrn vorhanden war. Jedoch werden wir auch noch Wohn- häuser mit zwei Schlaf- zimmern kennen lernen.

Wenden wir uns jetzt zur Besprechung der einzelnen Haupt- teile des Wohnge- höftes und beginnen dabei mit den am Außen- rand gelegenen, also mit den Gartenan- lagen.

In dem sehr klaren Beispiel eines zu Haus O 48, 14 gehörenden Vorgartens an der Straße (Text-Abb. 13) sieht man

vorn das Gartenmüerchen, an dem die Baumeinfassungen liegen, die, wie in den meisten Fällen, quadratisch sind. Zwischen den beiden Vorgartenhälften ist der Zugang zum Haupteingangstor, das in der eigentlichen Gehöftmauer liegt, sichtbar. Dahinter befindet sich dann der Hausgarten mit seinen Beeten und Baumlöchern.

Es ist ein leichtes, zu zeigen, daß man diese Teile der Grundstücke mit so unbedingter Gewißheit als Vorgarten und Garten bezeichnen kann, und warum die dort in die Erde gemachten Löcher gerade Baumgruben sein müssen. Die Stadt von Tell el-Amarna ist nämlich mit ihrem Hauptteil, sicher mit dreiviertel ihrer Ausdehnung, auf Wüstenboden angelegt. Für jede Pflanze, die dort fortkommen sollte, mußte demnach Nilerde aufgetragen werden. Stößt man also bei der Grabung auf größere Nilschlammflächen oder gar auf Gruben, die mit

Nilerde gefüllt sind, so sind das sicher Reste von Garten- anlagen. Zudem haben sich in diesen aufgetragenen Nilerde- resten meist noch die Spuren der Pflanzen nachweisen lassen; so konnten aus dem einen Garten, auf Gehöft Q 46, 1 (Text- Abb. 10), Proben von über 70 verschiedenen Stellen ent- nommen werden, die hoffentlich bald von Botanikern unter- sucht werden, so daß man dann sich ein Bild von einem ägyptischen Garten wird machen können, das der Wirklichkeit ziem- lich entsprechen dürfte.

Da die Vorgärten uns schon an ein fast neuzeitliches Straßen- bild erinnern, so ist hier auch darauf hinzu- weisen, daß im alten Ägypten sogar Baum- reihen in den Straßen vorkommen. So stehen z. B. in der Straße zwischen einer Künstler- werkstatt und einer Speicheranlage, die ein Wandbild etwas jüngeren Datums als die Amarna- Zeit uns zeigt²⁰⁾, zwei Baumreihen. In einem

Bilde aus Tell el-Amarna²¹⁾ steht nur eine Reihe in der Straße zwischen einem königl. Kornspeicher und einer anderen großen Speicheranlage. Diese Bäume haben sogar durchbrochene und mit Gesims bekrönte Ziegeleinfassungen. Eine solche Reihe von Baumeinfassungen ist übrigens in Tell el-Amarna auch bereits festgestellt worden.

Nach dieser Abschweifung über Straßenschmuck kehren wir zu den Hausgärten zurück. Ein kleiner Hausgarten, wie er in Gehöft M 47, 1 (Text-Abb. 14) gefunden wurde, ist in der Anordnung der Sträucher und Beete besonders klar. Um den Kiosk ist im Halbkreis eine Reihe von Sträuchern gepflanzt, vorn zu beiden Seiten der Kioskterrasse standen zwei Bäume,

20) S. Wreszinski, Atlas der altägypt. Kulturgesch., Bl. 73.
21) N. de Garis Davies, El Amarna 1, Bl. 31.



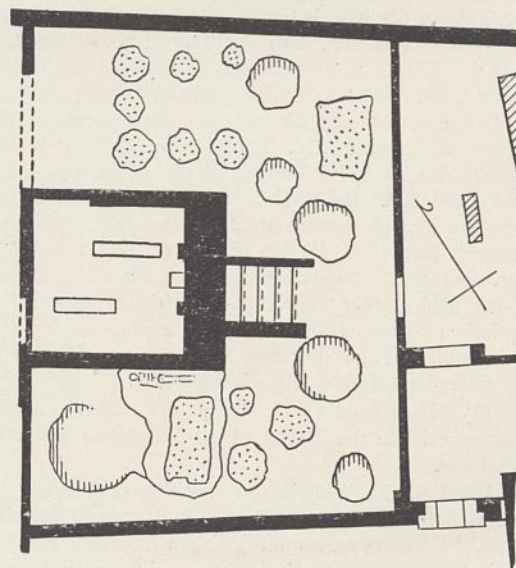
Baumgrube im Vorgarten.

Baumgrube im Vorgarten.

Abb. 13. Vorgarten an der Straße vor dem Hause O 48, 14.



Ansicht von Südwesten.



Grundriß 1:200.

Abb. 14. Garten mit Kiosk zwischen Beeten und Bäumen auf dem Grundstück M 47, 1.

ebenso weitere in drei Ecken des kleinen Gartens. Den Aufbau des Kioskes hat man sich wie seinen Fußboden, für den die Untermauerung noch in Resten vorhanden ist, aus Holz zu

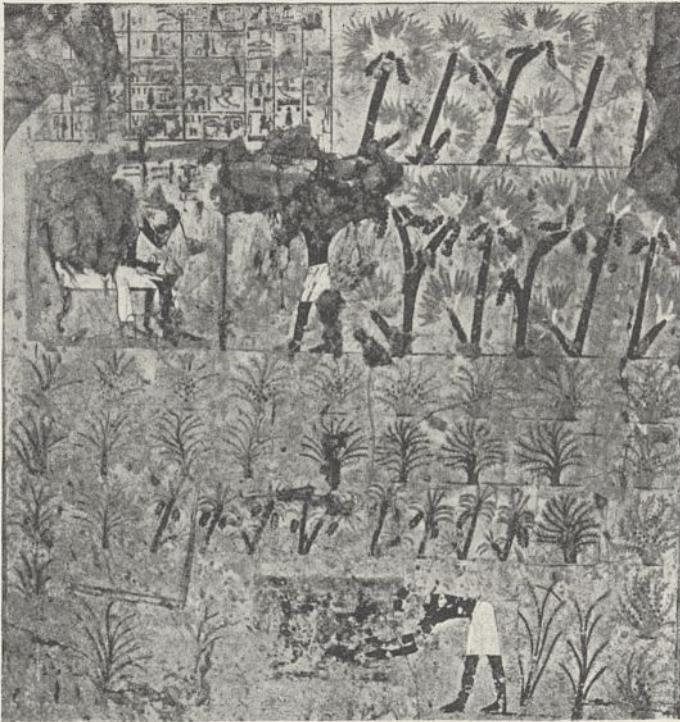
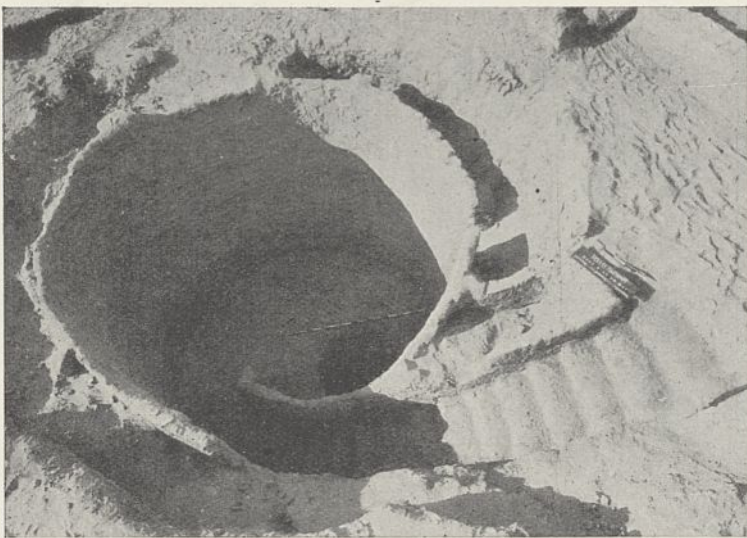


Abb. 15. Garten mit Kiosk und Teich.



Einblick von Nordosten.

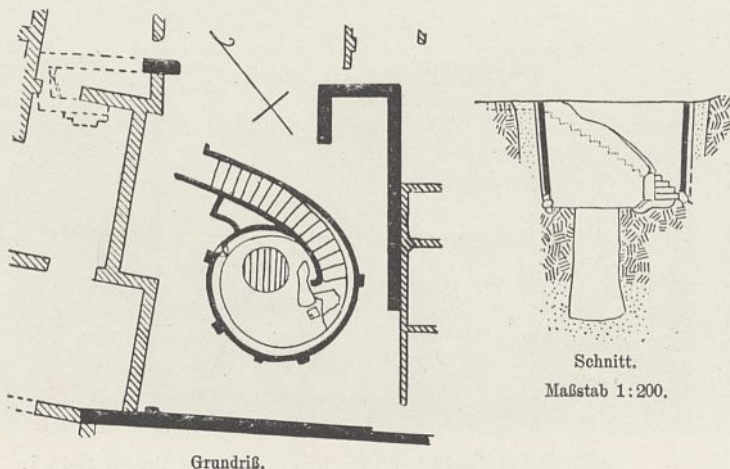


Abb. 16. Brunnen auf dem Grundstück O 49, 20.

denken. Im ägyptischen Bilde stellt sich solch ein Hausgarten so dar, wie wir es auf einem thebanischen Grabgemälde²²⁾ (Text-Abb. 15) sehen: in der Mitte hinten, so daß man von dort den Anblick des Ganzen gut genießen kann, der schatten spendende Kiosk, in dem der Hausherr mit seiner Frau sitzt. Davor in Reihen die Bäume, meist Nutzbäume, und die Sträucher meist wohl auch nach ihrem oder ihrer Früchte Gebrauchswert ausgewählt. Im Garten befindet sich hier ein Teich, aus dem ein Gärtner Wasser zum Begießen der Pflanzen schöpft. Dieser Teich ist bei vielen Gärten wesentlich größer und gewissermaßen als Haupt- und Mittelstück dargestellt. Es lag daher die Vermutung nahe, daß sich in den manchmal recht umfangreichen Senkungen, die sich in den Gärten auf unserm Gelände zeigten, auch solche Teiche finden müßten, so z. B. im Garten des Gehöfts Q 46, 1 (s. o. Text-Abb. 10). Dies ist übrigens der Garten, aus dem, wie oben erwähnt, die vielen Holz- und Pflanzenproben entnommen werden konnten. Hier wurde also in der mitten im Garten liegenden Senkung nach dem Teich und seinen Futtermauern gesucht. Denn daß Futtermauern, die übrigens auch wirklich zutage traten, da sein mußten, ergab die einfache Frage nach der möglichen Höhe der Wasseroberfläche in diesem vermeintlichen Teiche. Heute liegt das Grundwasser, je nach dem Stande des Flusses, 2,5 bis 4 m unter der Wüstenoberfläche in Tell el-Amarna, in alter Zeit lag es — das ist aus anderen, ähnlich liegenden Grabungen bekannt²³⁾ — noch etwa 3,5 m tiefer, also in solcher Tiefe, daß der Teich trotz seines großen oberen Umfangs eher einem Wasserloche geglichen haben dürfte, und daß jedenfalls entweder sehr breite Böschungen oder tüchtige Futtermauern vorhanden gewesen sein müssen. Die Nachgrabungen hatten dann aber das folgende, eigentlich nicht sehr überraschende Ergebnis: alle bisher untersuchten sog. Teiche haben sich als Brunnen (Text-Abb. 16) erwiesen. Eine Treppe, gerade oder gewunden, führt auf den Boden eines mit einer Futtermauer umgebenen größeren Loches, von wo aus ein kleineres Loch noch weiter in die Tiefe bis in das Grundwasser geht. Man hat sich auf dem Absatz irgendeine einfache, mit der Hand zu bewegende Hebevorrichtung für Wasser zu denken, wahrscheinlich eine derartige, wie sie im neuzeitlichen Ägypten unter dem Namen „Schadûf“ bekannt ist, also ein Schwengel, bei dem ein Stein- oder Erdgewicht das gefüllte Wassergefäß hebt. Von dem Absatz aus wird dann das Wasser im Krug die Treppe hinauf in den Garten getragen.

Solche Anordnung ist auch aus einem Ausschnitt aus einem Wandbilde²⁴⁾ von Tell el-Amarna (Text-Abb. 17) wiedergegeben. Auf den Boden der großen Brunnengrube mit seitlichen Böschungen führt in der Ecke die Treppe. In der Mitte der Grube liegt das eigentliche Brunnenloch, daneben steht der Schadûf, von dem nur das obere Ende des Schwengels mit dem Wassergefäß noch erhalten ist.

Natürlich werden diese Brunnen nicht allein für die Bewässerung der Gärten angelegt, auch das Wasser für Koch-, Wasch- und Badezwecke muß so gehoben werden. Daher gibt es denn auch Brunnen, die in Höfen liegen und gleichzeitig für mehrere anliegende Häuser, die alle Zugänge dazu

22) Wreszinski a. a. O. Bl. 60.

23) S. Borchardt, Nilmesser und Nilstandsmarken, S. 3, Anm. 5 u. S. 41.

24) N. de Garis Davies, El Amarna 1, 32.

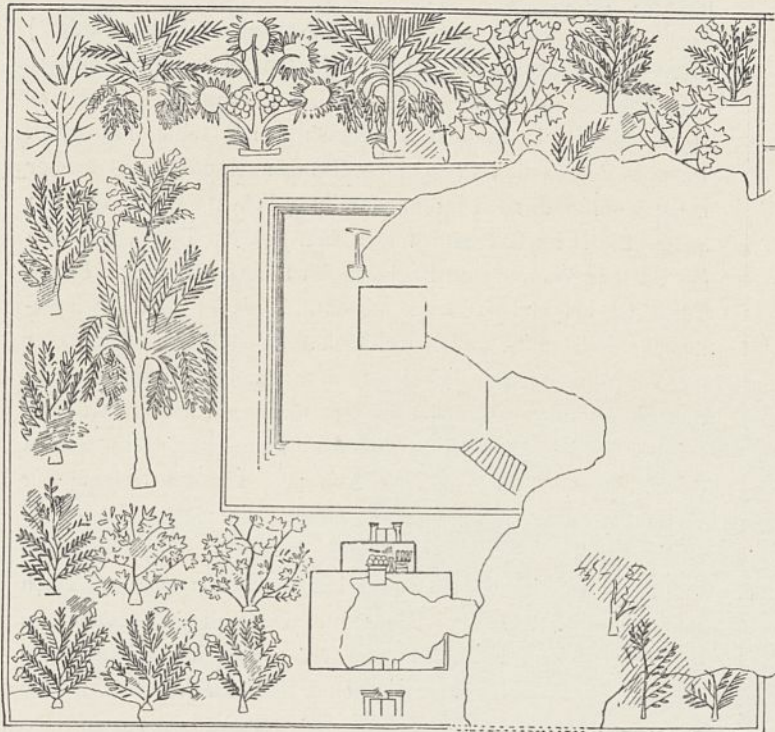


Abb. 17. Brunnen mit Wasserhebwerk in einem Garten.

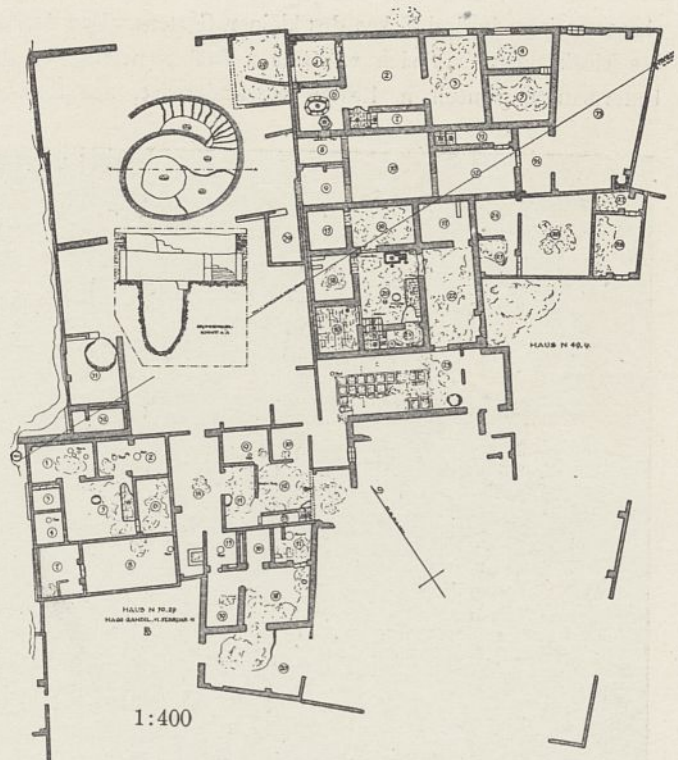


Abb. 18. Brunnen in einem Hof zwischen den Häusern N 49, 9 und N 50, 29. In der gestrichelten Einfassung Schnitt durch den Brunnen.

haben, benutzbar waren, so der Brunnen der Häusergruppe N 49, 9 und N 50, 29 (Text-Abb. 18). Bei einem dieser Häuser liegt übrigens ein kleiner Nutzgarten (Text-Abb. 19), der genau wie die neuzeitlichen ägyptischen Felder in kleine durch Wälchen geteilte Vierecke zerlegt ist. Hier kann durch einfachen Durchstich eines solchen Erdwälchens das Wasser von dem einen Feld auf das andere abgelassen werden.

Wir kommen jetzt zu einem anderen Teile des Gehöfts, zu den Ställen, von denen uns auch gute Abbildungen in den Wandgemälden der Felsgräber von Tell el-Amarna²⁵⁾ erhalten sind (Text-Abb. 20). Hier sind die Rinder, die wenigstens vorn auf gemauerten Ständen stehen und lagern, an große eingrabene Steine mit Ösen angebunden. Hinten könnten Krippen für Kleinvieh dargestellt sein, jedoch kann man das nicht mit Sicherheit behaupten. Ich würde nämlich dann

25) a. a. O. 1, 29.

erwarten, daß der ägyptische Maler auch einige Ziegen oder Schafe daran abgebildet hätte. Kleinviehkrippen sind auch mehrere gefunden worden, es sind einfache niedrige Einfassungen, die sich meist an den Stallwänden entlang ziehen. In Großviehställen sind die Anbindesteine häufig nachweisbar (Text-Abb. 21). Die erhöhten Viehstände, die das Wandbild gibt, sind bisher aber noch nicht gefunden; sie werden wohl nur in Musterställen vorgekommen sein.



Abb. 20. Rinderstall.

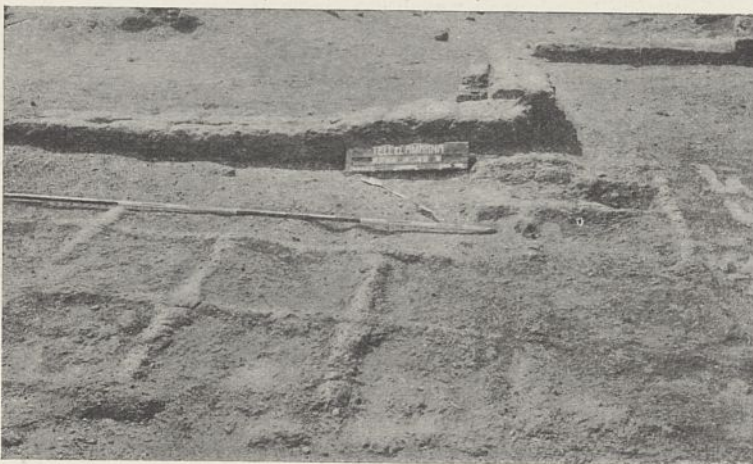


Abb. 19. Garten für Nutzpflanzen auf Grundstück N 49, 9. (Grundriß s. Text-Abb. 18.)

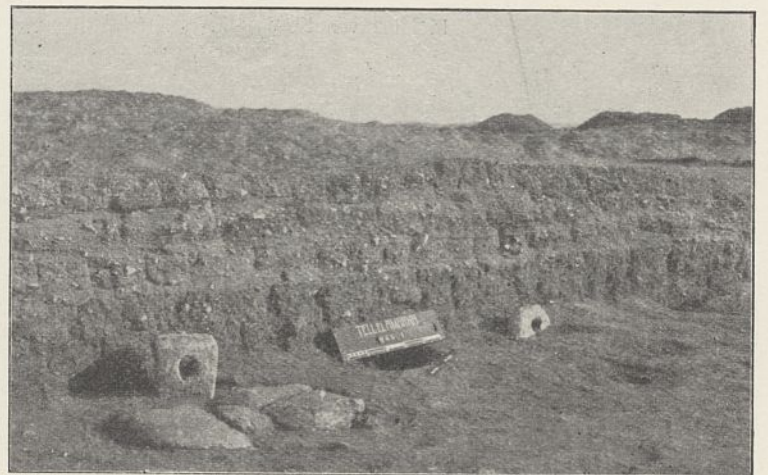


Abb. 21. Anbindesteine im Rinderstall von Gehöft Q 46, 1. (Grundriß s. Text-Abb. 10.)



Abb. 22. Silospeicher.

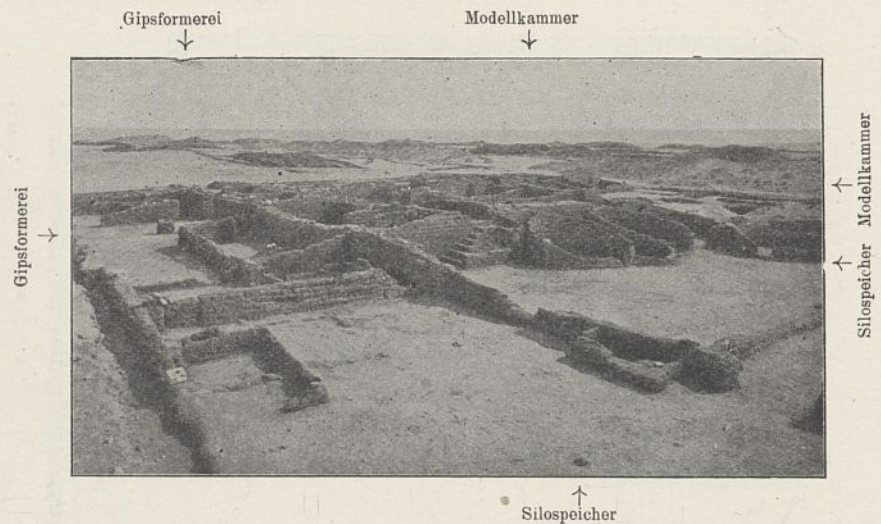
Von den übrigen Wirtschaftsteilen der Gehöfte ist der nächstwichtigste der für die Getreidevorräte bestimmte Teil. Der Ägypter hatte neben anderen Anlagen dafür runde Silospeicher, in die, wie uns Wandbilder²⁶⁾ (Text-Abb. 22) lehren das Getreide durch Luken, zu denen Treppen führten, eingeschüttet wurde. Es gab auch Anlagen mit oberer Einschüttöffnung und mit unterer Klappe für die Entnahme. Eine solche von sehr beträchtlichen Abmessungen ist sogar auf uns gekommen, wie man sich auf dem Plane der bisher ausgegrabenen Gebäude (Text-Abb. 1) in O 51 überzeugen kann. Das dort am östlichen Stadtrande liegende Gebäude mit dem scherenförmigen Grundriß ist ein Doppelsilo, zu dessen Einschüttöffnungen eine große Rampe hinaufführt. Silospeicher von kleineren Abmessungen hat fast jedes Haus auch heute noch in den ägyptischen Dörfern. Das hier abgebildete alte (Text-Abb. 23) — es ist das des Bildhauers Thutmes — hat eine ganze Reihe davon. Jeder dieser Silos faßte auf je 1 m Höhe rd. 5 cbm Getreide, man wird also den Inhalt eines solchen mit 15 cbm nicht zu hoch ansetzen. Thutmes konnte also in seinen vier Silos etwa 60 cbm Getreide aufspeichern.

Neben den Silospeichern für Getreide fehlen natürlich auch nicht die meist in Reihen nebeneinander liegenden rechteckigen Speicher für andere Vorräte (Text-Abb. 25). Vor ihnen liegt häufig eine schattenspendende Säulenhalle (Text-Abb. 10 u. 26), in denen man sich die Aufseher und Schreiber bei ihrer Arbeit zu denken hat, wie das auch häufig in Wandbildern dargestellt ist.

26) Wreszinski, a. a. O. Bl. 63.



Abb. 24. Backofenreihe auf dem Grundstück O 49,9.

Abb. 23. Haus des Bildhauers Thutmes P 47,2 von Südwesten.
(Grundriß s. Text-Abb. 28.)

Den verhältnismäßig großen Getreidevorräten entsprechen dann auch die Backanlagen. So hatte Thutmes auf seinem Hofe vier Backöfen, was die übliche Zahl für ein mittelgroßes Haus ist. So hat auch Haus O 49,9 vier Backstellen (Text-Abb. 24). Das darf nicht weiter verwunderlich sein. Brot und Pflanzenkost sind noch heute die Hauptnahrungsmittel der Ägypter, unter denen viele, wohl die Mehrzahl, nur ein- oder zweimal im Jahre, an Festtagen, Fleisch essen. Solche Backöfen, von denen stets nur die unteren Teile erhalten sind, haben ganz ähnliche Form wie die vorher besprochenen Silospeicher. Sie bestehen aus einer etwa 3 bis 4 cm dicken Wand aus Nilschlamm, die erst durch das Heizen von innen aus gebrannt wird. Beheizt wird von unten. Die Brote liegen entweder im oberen Teil auf einer Platte aus gebranntem Nilschlamm oder werden an die äußere Fläche des Ofens angeklebt. Die Anlage der Backstube erfolgt übrigens in den meisten Fällen an den Südmauern der Gehöfte, und zwar aus dem sehr menschenfreundlichen Grunde, daß der Wind den Qualm der Öfen dem Nachbar zuträgt. Ägypten hat nämlich im Jahre an durchschnittlich 104 Tagen reinen Nordwind. Südwind ist verhältnismäßig selten.

Von den Nebenanlagen der Gehöfte zeigen die Dienerinnenhäuser und die Pförtnerbuden nichts Bemerkenswertes. Es genügt, ihre stets sehr einfachen Grundrisse an der Hand der verschiedenen mitgeteilten Pläne von Gehöften zu studieren.

Wenden wir uns nun zu dem Mittelpunkt des Gehöftes, zum Wohnhause selbst, dessen früher schon kurz erwähnte allgemeine Grundrißgliederung hier an dem Hause erläutert werden soll, das, wieder ausgebaut, während der Grabungen bisher der Grabungsleitung als Wohnhaus gedient und sich dabei als durchaus wohnlich bewährt hat (Text-Abb. 25). Der Grundriß zerfällt in vier Hauptteile: die Wohn- und Eßzimmer, die Schlafzimmer, die, sagen wir, „Arbeits“-zimmer und das Treppenhaus. Kleinere Nebenräume sind bei dieser Einteilung nicht berücksichtigt. Die Wohn- und Eßzimmer bilden in der Mehrzahl der Fälle ein T, dem noch ein kleines Vorzimmer an den einen Balken vorgelegt ist. Vor der Hauptfront führt eine sehr bequeme Freitreppe zum Eingangstor, dann geht es durch zwei Vorzimmer, so daß also ein Einblick in das Hausinnere von der Haupttür aus nicht möglich ist, in das Wohnzimmer, hinter dem dann das Eßzimmer

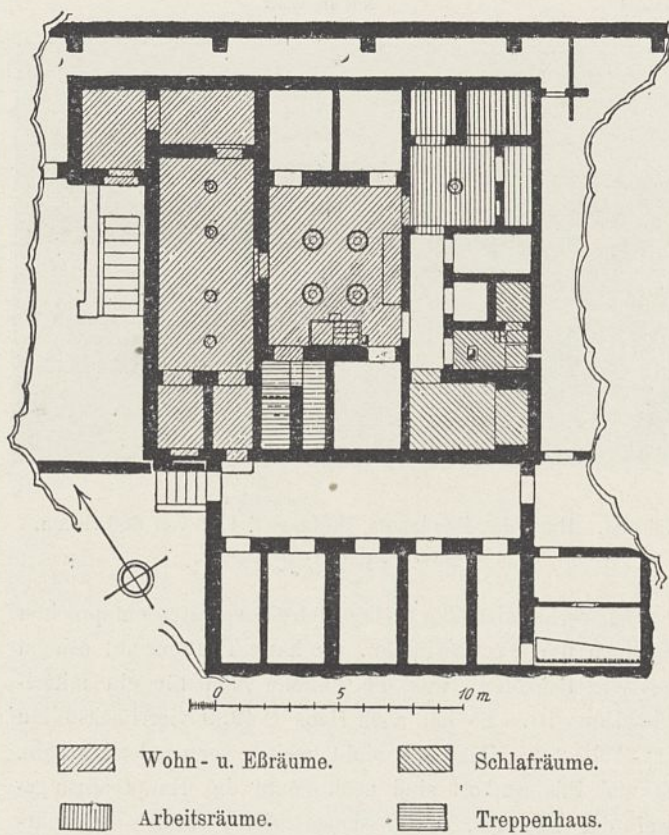


Abb. 25. Altes Wohnhaus, östlich vom Dorfe El Hagg-Qandil, vor dem Ausbau (jetzt als Grabungshaus ausgebaut).

liegt. Das Wohnzimmer, die „breite“ Halle, wie ich diesen typischen Raum bezeichne, hat auf der dem Eingang gegenüberliegenden Seite meist zwei kleine Nebenräume, von denen der eine wie hier oft zum Nebenausgang und Hof führt, der andere sehr häufig eine kleine Feuerstelle enthält, auf der etwa Speisen für Besucher, die in der „breiten“ Halle empfangen wurden, schnell zubereitet werden konnten. Die „tiefe“ Halle ist nach den Abbildungen in den Gräbern und nach den Funden zweifellos als Speisezimmer anzusprechen. Ebenso klar sind die stets eng zusammenliegenden Schlaf- und Badezimmer, die hier die südliche hintere Ecke füllen, das Schlafzimmer an der Bettnische kenntlich, die Badezimmer und Abortanlage auch klar erkennbar. Die andere hintere Ecke nehmen die Räume ein, die vorher mit „Arbeits“-zimmern bezeichnet wurden. Sie gruppieren sich regelmäßig um ein quadratisches Zimmer, das ist sicher, und daher wurden sie zuerst stets als „quadratisches Zimmer mit Nebenräumen“ bezeichnet. Dann suchte ich darin das Arbeitszimmer des Hausherrn, da ich mir einbildete, man könne von dort aus den Wirtschaftshof mit seinen Speichern gut übersehen. Das ist irrig. Aus einem ägyptischen Fenster — mit Ausnahme eines einzigen an jedem Hause, nämlich des großen Frontfensters — kann man überhaupt nichts übersehen, sie liegen stets sehr hoch, fast an der Decke und dienen nur zur Lichtzuführung. Dann brachte ein Familienvater, der die Grabung mit leitete, den Gedanken auf, dies seien die Räume für Frauen und Kinder. Dafür spricht, daß in dem Hause P 47, 19 der Name der Frau am Türpfosten in diesem Raume stand, dagegen spricht, daß bislang kein Frauengerät oder Kinderspielzeug in diesen Räumen gefunden worden ist, und daß in den weitaus meisten Fällen der Weg von diesen Kinderstuben zum Abort durch das

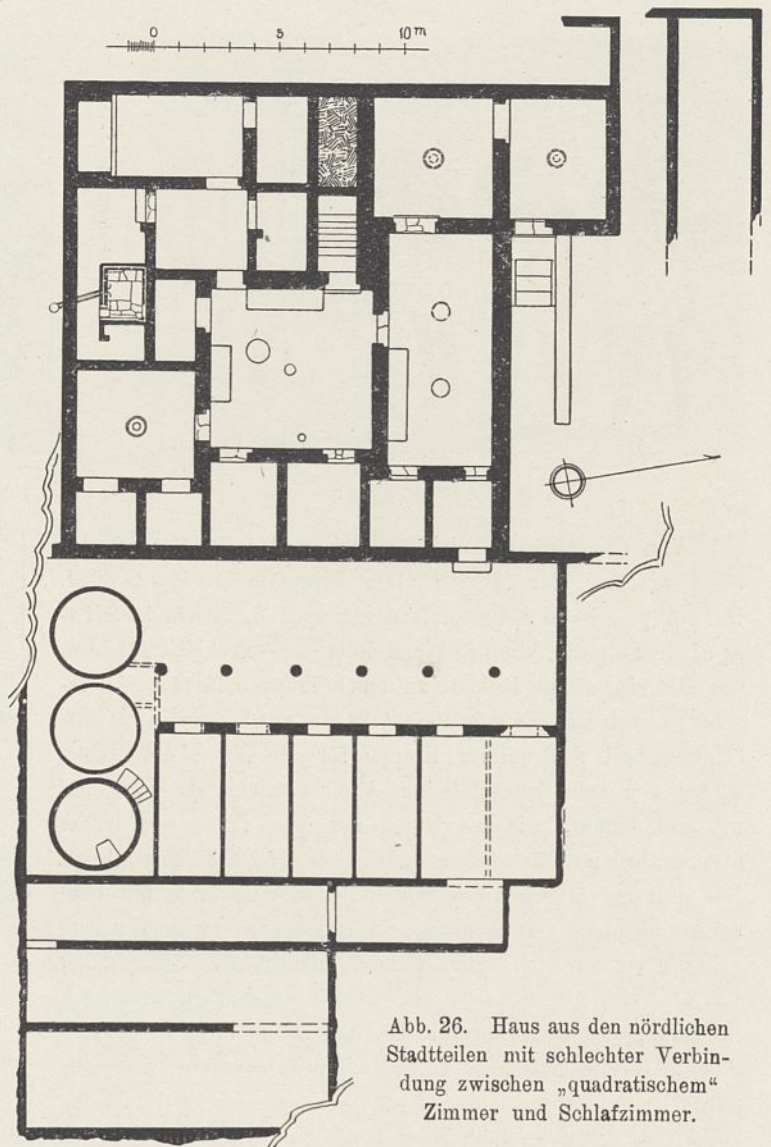


Abb. 26. Haus aus den nördlichen Stadtteilen mit schlechter Verbindung zwischen „quadratischem“ Zimmer und Schlafzimmer.

Esszimmer führt. Oft ist sogar die ursprünglich vorhandene bequeme Verbindung zwischen Kinderstube und Abort nachträglich zugesetzt. Die zweite Deutung ist also auch zum mindesten unsicher. So ist bisher immer noch die farblose Bezeichnung dieser Räume als „quadratisches Zimmer mit Nebenräumen“ wohl die sicherste, weil sie jedenfalls keine irri- gen Vorstellungen erwecken kann. Den Rest des Grundrisses nimmt das Treppenhaus ein, in dem in mehreren

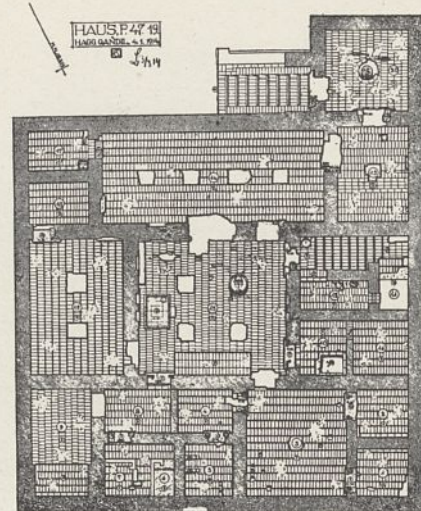


Abb. 27. Haus P 47, 19 des Generals Ramose. 1 : 400.

Läufen eine meist bequeme Treppe auf das Dach führt. Wie die Treppe in jedem einzelnen der im folgenden noch abgebildeten Grundrisse läuft, braucht nicht besonders gesagt zu werden, das sieht jeder Fachmann den Grundrissen selbst an.

Das eben besprochene Haus ist übrigens einer der Fälle mit zwei Schlafzimmern. Außer dem

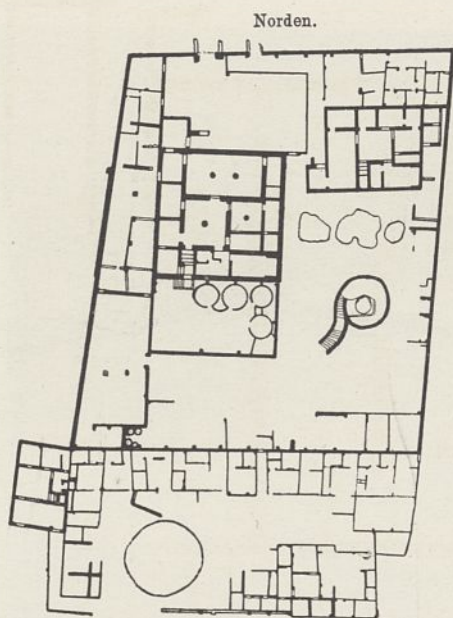


Abb. 28. Grundstück P 47, 1—3 des Oberbildhauers Thutmes. 1:1000.

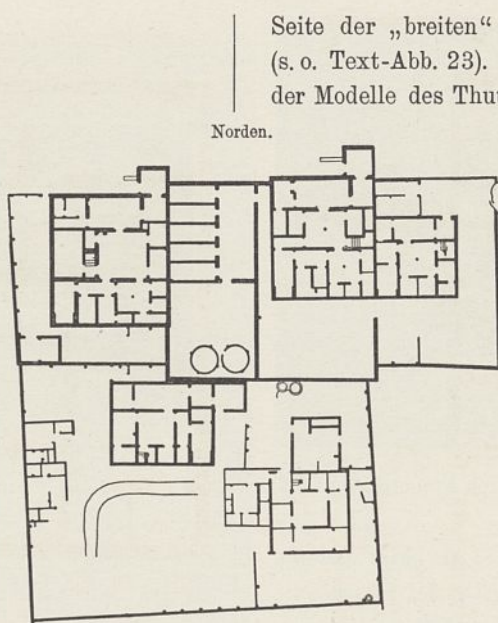


Abb. 29. Häuser N 50, 1, N 50, 3 und 4. 1:1000.

großen, liegt noch ein zweites kleineres mit richtiger Erhöhung für das Bett beim „quadratischen“ Zimmer in der Ostecke des Grundrisses. Dies könnte man also als Schlafzimmer der Frau deuten, das in diesem Falle auch guten Zugang zum Bad usw. hätte.

Als Beispiel eines Hauses, in dem der Weg vom vermeintlichen Kinderzimmer zu Bad und Abort unmittelbar am Eßtisch vorbeiführt, mag noch ein sonst mustergültiger Grundriß hier gegeben werden (Text-Abb. 26), wobei nebenher zu bemerken ist, daß dieses Bad einen in einen eingegrabenen Topf im Freien mündenden Abfluß hat, worauf noch später zurückzukommen sein wird.

Ein weiteres Beispiel (Text-Abb. 27) zeigt sogar, daß die bequeme Verbindung zwischen dem „quadratischen“ Zimmer, also dem fraglichen Kinderzimmer, zu Bad und Abort nachträglich durch eine Querwand geschlossen worden ist.

An dem Hause des Bildhauers Thutmes (Text-Abb. 28) kann gezeigt werden, wie gelegentlich Nebenräume benutzt werden. Der Grundriß hat sonst die vorbildliche Anlage, nur daß das „quadratische“ Zimmer neben das etwas zur Seite gerückte Eßzimmer gelegt ist, und vom ersten Absatz der Innentreppe aus ein Ausgang zu einer Freitreppe in den Hof führt. Der Besitzer hat die dem Vorraum gegenüberliegende Kammer auf der andern

Seite der „breiten“ Halle zu seiner Modellkammer gemacht (s. o. Text-Abb. 23). Aus dieser wurde der berühmte Fund der Modelle des Thutmes geborgen. Die eigentlichen Arbeitsstellen liegen alle außerhalb des Wohnhauses, so die Gipsgießerei westlich davon, vom zweiten Vorzimmer aus zugänglich. Die Arbeiterwohnungen liegen sogar außerhalb des Grundstückes im Süden, aber auch durch eine Hoftür zugänglich. Das später eingebaute kleinere Wohnhaus dürfte nach den darin gemachten Funden das des Obergesellen gewesen sein.

Sonst zeigt uns diese Abbildung noch, wie der typische Grundriß in einfacheren Häusern abgekürzt wird. Das Haus des Obergesellen des Bildhauers gibt schon eine Verkürzung, und das große Arbeiterhaus, das an der Westmauer des Gehöfts nach außen vorspringt, noch eine weitere. Bei beiden fallen aber immer die „breite“ und die „tiefe“ Halle klar heraus.

Eine Reihe solcher Wohnhäuser (Text-Abb. 30) zeigt, wie weit diese Vereinfachung des Grundrisses gehen kann.

Der einsäulige Hauptraum liegt in der Mitte und diente wohl als Eß- und Wohnzimmer, vielleicht auch gleichzeitig als Schlafrum. Der Raum davor hat stets die für orientalische Wohnhäuser wichtige Achsenverschiebung der Türen, die einen Einblick in das Innere des Hauses von der Straße aus verhindern soll. Von Wichtigkeit für die Beurteilung der Lebensgewohnheiten der diese Häuser einst bewohnenden Kleinbürger ist, daß auch hier, wenigstens in dem südlichsten der vier Häuser, der Baderaum nicht fehlt. Er liegt neben dem Eingangszimmer.

Wie sich die typischen Grundrisse ausmachen, wenn sie einmal ausnahmsweise ohne vordere Gärten oder Höfe an einer Straße liegen, sieht man an anderen Beispielen (Text-Abb. 29). Das erste Vorzimmer, die Pförtnerstube, tritt dabei jedesmal vor die Straßenfront vor. Diese Häuser wurden wahrscheinlich von Offizieren bewohnt, da darin Waffen und in den Wirtschaftsgebäuden Reste vom Leder von Streitwagen gefunden wurden.

Wie schon oben (S. 522) angedeutet, kann sich die einfache Form des Grundrisses aber dadurch reicher

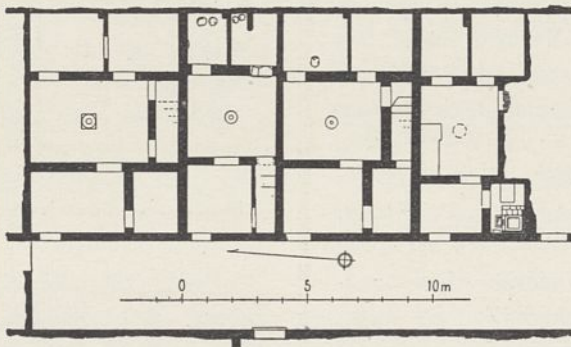


Abb. 30. Reihe kleinerer Wohnhäuser aus den nördlichen Stadtteilen.

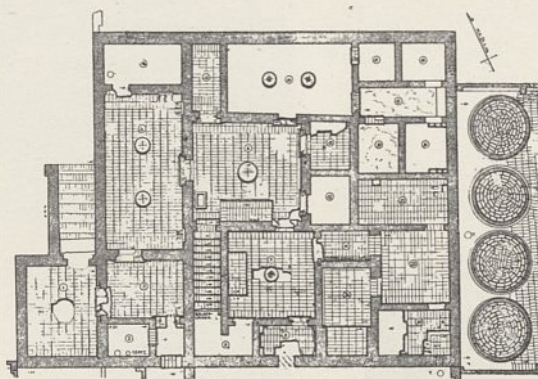


Abb. 31. Haus P 47, 18 mit zwei „breiten“ Hallen. Maßstab 1:400.

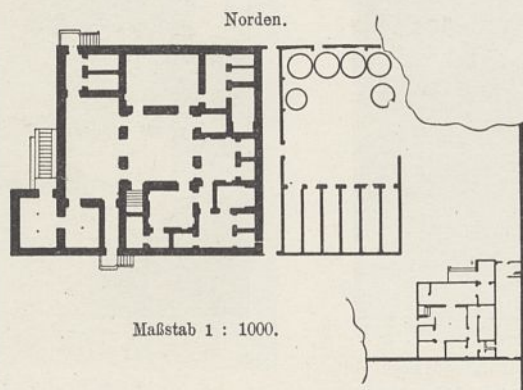


Abb. 32. Grundstück J 53, 1 und 2. Maßstab 1:1000.

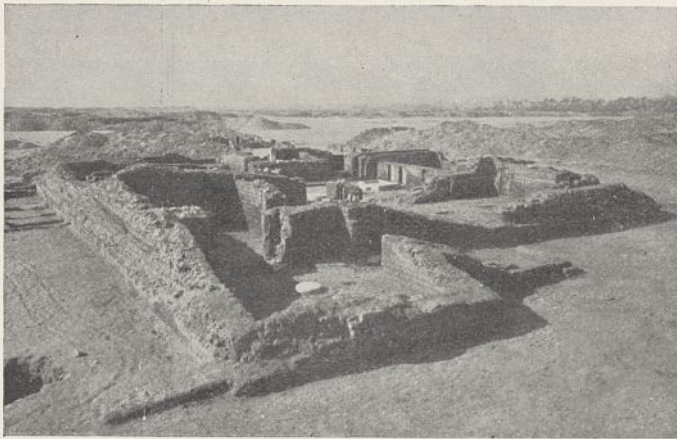


Abb. 33. Haus P 47, 19 des Generals Ramose, von Nordosten gesehen.
(Grundriß s. Text-Abb. 27.)

gestalten, daß eine zweite „breite“ Halle, an einer anderen Außenseite als die erste gelegen, hinzutritt. Da ich mir die erste „breite“ Halle als Wohn- und namentlich als Besuchs-zimmer wegen ihrer bequemen Lage zum Eingang denke, sie also mit der arabischen Mándara vergleiche, so habe ich mir dieses doppelte Auftreten der Mándara so erklärt, daß ich darin eine Winter- und eine Sommer-Mándara sehe. Das gibt es ähnlich im arabischen Hause auch. Die Sommer-mándara wäre die mit dem großen Fenster nach Norden, die Winter-Mándara liegt dann entweder nach Westen oder, was seltener zu sein scheint, nach Osten. Einmal (Text-Abb. 31) ist die erste Mándara ausnahmsweise nach Westen, eigentlich nach Nordwesten, gerichtet. Dies Haus hat überhaupt viele Unregelmäßigkeiten im Grundriß. Das „quadratische“ Zimmer liegt vorn neben dem Eßzimmer, nicht, wie meist, hinter ihm; das Schlafzimmer liegt nicht in der einen hinteren Ecke des Hauses, sondern inmitten der einen Seite. Die Beleuchtungsverhältnisse, auf die wir im allgemeinen noch weiter unten zu sprechen kommen werden, müssen hier besonders ungünstige gewesen sein. Dem konnte man durch reichlich aufgestellte Lampen abhelfen. Und wirklich wurden hier zahlreiche Lampenuntersätze²⁷⁾ ge-

27) Vgl. hierzu die Lampenuntersätze in Borchardt, Grabdenkmal des Königs Sahu-re, Bd. 1 S. 134.

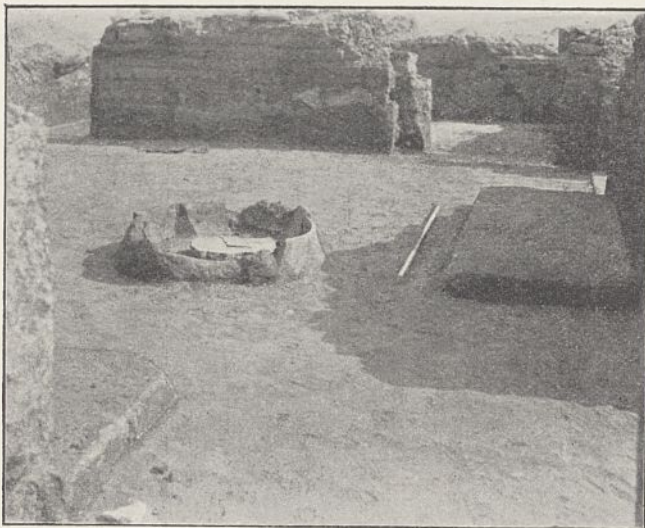


Abb. 36. Die „tiefe Halle“ in einem Hause der nördlichen Stadtteile.
Rechts und vorn links: Sitzstufen, in der Mitte: Kohlenbecken; hinten links: eingegrabener Sprengtopf. (Grundriß s. Text-Abb. 26.)



Abb. 34. Schlafzimmer mit Bett-nische aus einem Hause der nördlichen Stadtteile.
(Grundriß s. Text-Abb. 26.)

funden, von denen einige hier (Text-Abb. 35) wiedergegeben sind. Ich erinnere dabei an die vorher in den Abbildungen aus den Gräbern gezeigten Lampen, die neben den Türen standen (Text-Abb. 6, S. 517).

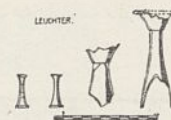


Abb. 35.
Lampen aus Haus
P 47, 18.

Der folgende Grundriß (Text-Abb. 32) ist der des ganz besonders reichen Hauses J 53, 1 und 2, das im Innern auch durch hervorragend gute, architektonisch durchdachte Grundrißlösung auffällt. Es hat Sommer- und Winter-Mándara und zwei vollständige Schlafzimmer mit allen Nebenräumen. Ob hier Mann und Frau getrennte Schlafzimmer hatten, oder ob ein erwachsener Sohn im Hause war, und dies diese ungewöhnliche Anlage nötig machte, ist zweifelhaft. Ich kann nur die Tatsache feststellen, ohne vorläufig mich über ihren Grund äußern zu können. Auf die wohlüberlegten Türen und Nischenanordnung in dem Eßzimmer ist hier besonders hinzuweisen, da die damit zusammenhängenden Fragen uns noch beschäftigen sollen. Auch die beiden Nebenausgänge nach dem Hof sind gut angelegt, sie befinden sich, wie häufig, rechts und links von der „breiten“ Halle. Das war wohl notwendig, da so die im Hofe beschäftigten Leute am schnellsten zu dem im Wohn- und Empfangszimmer, d. h. in der „breiten“ Halle, befindlichen Herrn gelangen konnten.



Abb. 37.
Die „tiefe Halle“ im jetzigen Grabungshause vor dem Ausbau.
(Grundriß s. Text-Abb. 25.)



Abb. 38. Altar aus Ziegeln in Haus P 47, 22.

Das in der Südostecke des Grundstücks liegende Dienerinnenhaus, das wie stets keinen durch Bettische ausgezeichneten Schlafraum enthält, ist hier der großzügigen Anlage des Ganzen entsprechend, auch von besonders reichem Grundriß. Ebenso beweisen die sich gegenüberliegenden langen Speicher und Silos ein nicht zu verkennendes Gefühl für Ordnung und Übersichtlichkeit, das diese ganze Anlage vorteilhaft auszeichnet.

Wie solche Häuser in Gesamtansicht heute aussehen, mag hier ein Bild (Text-Abb. 33) veranschaulichen. Es ist das



Abb. 39. Klappaltarbild.
Etwa $\frac{1}{4}$ natürlicher Größe.

Haus P 47, 19, das dem General Ramose gehörte. Im Vordergrund liegt das erste, vor die Fassade vorspringende Vorzimmer mit der rechts davor liegenden flachen Freitreppe. Gleich hinter der Fassade sieht man das zweite Vorzimmer und die „breite“ Halle, das Wohn- und Empfangszimmer. Die „tiefe“ Halle kommt in dieser Abbildung in ihren Einheiten besonders gut zur Geltung. Wir werden uns später noch mit ihr zu beschäftigen haben.

Im folgenden sollen nun einige Bilder das Innere dieser Häuser zeigen, worauf denn die im Vorstehenden gebrauchten Bezeichnungen der einzelnen Räume als Wohn-, Eß-, Schlafzimmer usw. beruhen. Die beiden Vorzimmer und die „breite“ Halle bieten gewöhnlich außer einigen Säulenbasen nichts von Bedeutung. Ihre Bestimmung ist aber aus ihrer Lage abzuleiten. Anders ist es mit der „tiefen“ Halle, die uns schon in den Wandbildern deutlich als Eßzimmer entgegentritt. In ihr ist fast stets die flache Stufe für den Sessel des Hausherrn erhalten (Text-Abb. 36 rechts). — Es darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden, daß der alte Ägypter nicht wie der Grieche und Römer bei den Mahlzeiten liegt, sondern auf einem Stuhle sitzt. — In sehr vielen Fällen ist die Stufe für den Sessel von Kalkstein mit Rand und hinterer Kalksteinbekleidung (Text-Abb. 37) versehen. Sie hat dann oft eine kleine Vertiefung oder gar ein Ablaufbecken, groß genug, um etwas Wasser aufzunehmen, das vom Hände- und Mundwaschen vor und nach der Mahlzeit abläuft. Die Reinigung der Hände und des Mundes vor und nach dem Essen ist nämlich, wie heute im Orient, auch schon im alten Ägypten aus einer Anstandspflicht eine religiöse Verrichtung geworden und daher sind Wascheinrichtungen beim Speiseplatz in diesen Häusern fast überall vorgesehen. Vor dem Eßplatz steht gewöhnlich das Kohlenbecken (Text-Abb. 36 Mitte), der Ofen, den man auch oben (Text-Abb. 6, links in der zweiten Reihe von unten) auf dem Bilde des Palastes bemerken konnte. Häufig ist das Becken gleich in Verbindung mit einer kleinen Stufe für den die Kohlen bedienenden Jungen. Dann findet man gelegentlich im Eßzimmer auch noch einen in den Boden eingelassenen Topf für Sprengwasser (Text-Abb. 36, links hinten), das im Sommer sehr nötig ist.

In oder dicht bei der tiefen Halle findet sich nun gelegentlich eine kleine Anlage, die bisher nicht erwähnt wurde, da sie vielleicht eine nur hier in Tell el-Amarna auftretende Einzelercheinung und daher mit der Urform des ägyptischen Wohnhauses nicht zusammenzubringen ist, nämlich der Hausaltar. Es ist meist ein etwa 50 cm hoher Klotz aus Ziegeln, zu dem vorn eine Miniaturtreppe, womöglich zwischen kleinen Treppenwangen, aufsteigt (Text-Abb. 38). Das Altärchen liegt gelegentlich in der „tiefen“ Halle, manchmal auch in einem östlich daranliegenden Nebenraume so, daß man es durch die offene Tür gerade sieht. Wie die Abbildung auch erkennen läßt, zieht sich bei dem hier gewählten Beispiel auf der Oberseite hinten an der Wand noch eine etwa 1 bis 2 cm hohe Schwelle entlang, die 7 bis 8 cm breit ist. Darauf hat etwas gestanden. Und ich glaube sogar, zeigen zu können, was es war, wenn es auch 150 m davon gefunden wurde, nämlich das hier (Text-Abb. 39) wiedergegebene oder ein ähnliches Klappaltarbild. Daß dies Stück zu einem Klappaltarbild zu ergänzen ist, sieht man an den auch in der Abbildung deutlich herausgekommenen Spuren der Türangeln. Es stellt dieses



Abb. 40.

Wandtisch in der Kleiderablage im Hause P 47, 19. Raum 5.
(Grundriß s. Text-Abb. 27.)

äußerst feine und sehr zart bemalte Bildwerk den König Amenophis IV. mit seiner ihm gegenüberstehenden Gemahlin dar, wie er seine Töchter mit Schmuck behängt. Über der Szene ist die strahlende Sonnenscheibe, der Gott dieses Königs und unserer Stadt Tell el-Amarna, dargestellt, gleichsam als Haupt- und Mittelpunkt des ganzen Bildes. Dieses Altärchen wäre also wohl für eine Verehrung der Sonnenscheibe geeignet, wobei dann die königliche Familie, die ja durch den sich „Kind der Sonnenscheibe“ nennenden König mit diesem Gotte in engster Beziehung stand, auch ihr Teil Verehrung erhalten haben dürfte.

Ein Schlafzimmer in diesen Häusern wird man stets an der Bettnische mit der Stufe darin erkennen (Text-Abb. 34). Hier fanden sich häufiger auch die steinernen Untersätze, die unter den Bettfüßen standen, damit diese sich nicht in das weiche Pflaster aus Nilschlammziegeln eindrückten. Diese Untersätze haben die Form abgestumpfter vierseitiger Pyramiden, in deren oberer Fläche eine geringe kreisrunde Vertiefung zur Aufnahme des Bettfußes eingearbeitet ist.

Unweit des Schlafzimmers liegt stets ein Raum, den man nur als Kleiderablage bezeichnen kann. Er liegt entweder zwischen Bad und Schlafzimmer oder mit dem Baderaum eng verbunden. Seine innere Einrichtung ist in vielen Fällen die hier (Text-Abb. 40) dargestellte. Diese Reste sind so zu rekonstru-



Abb. 41. Vollständige Schlaf- und Baderaumgruppe in einem Hause aus den nördlichen Stadtteilen.
(Grundriß s. Text-Abb. 26.)

ieren, daß sie einen an der Wand entlang ziehenden Tisch ergeben. In Anlehnung an den „eingebauten Wandschrank für Kleider“ möchte ich dies „angebauten Wandtisch für Kleider“ nennen. Die Rekonstruktion ist klar. Vorn über den niedrigen Teilen der beiden Zungen lag ein Balken, vielleicht auch nur eine Bohle mit aufgedecktem Ziegelmauerwerk, dann lag über dem Ganzen eine hölzerne Tischplatte, die seitlich etwas in die Wand eingriff. Über dem Tisch ist die Wand geweißt gewesen. Solche Tische, auf denen man sich offen oder in Kästen Kleidungsstücke usw. aufbewahrt zu denken hat, kommen in den Nebenräumen der Königsgräber, auch wohl gelegentlich in Tempeln vor, nur sind sie dort dem Stein entsprechend wesentlich klobiger gehalten. Die ganze architektonische Ausbildung, die diese Wandtische in den Königsgräbern erfahren, ist die, daß sie einen Rundstab mit Hohlkehle als vorderen Abschluß der Tischplatte erhalten. Es ist zu vermuten, daß hier in den Wohnhäusern ebenso rekonstruiert werden muß.

Die ganze zusammengehörige Zimmergruppe: „Schlafzimmer, Kleiderablage, Bad und Abort“ war es auch einmal möglich in einer Aufnahme (Text-Abb. 41) zusammen darzustellen. Hinten links liegt das Schlafzimmer. Die Einrichtung des Bades wird hier besonders klar. Es ist ein, wie wir nachher noch sehen werden, durch niedrige Wände abgeteilter Raum, der

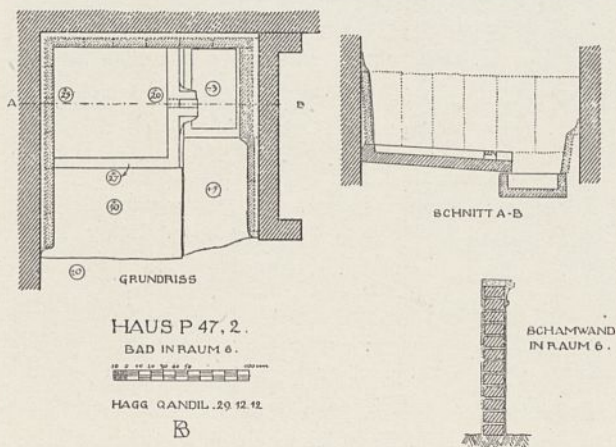


Abb. 42. Bad mit völlig erhaltener Schamwand.
(Grundriß s. Text-Abb. 28.)



Abb. 43. Abortsitz im Hause O 48, 1.



Abb. 44. Abortsitz im Hause O 50, 2.

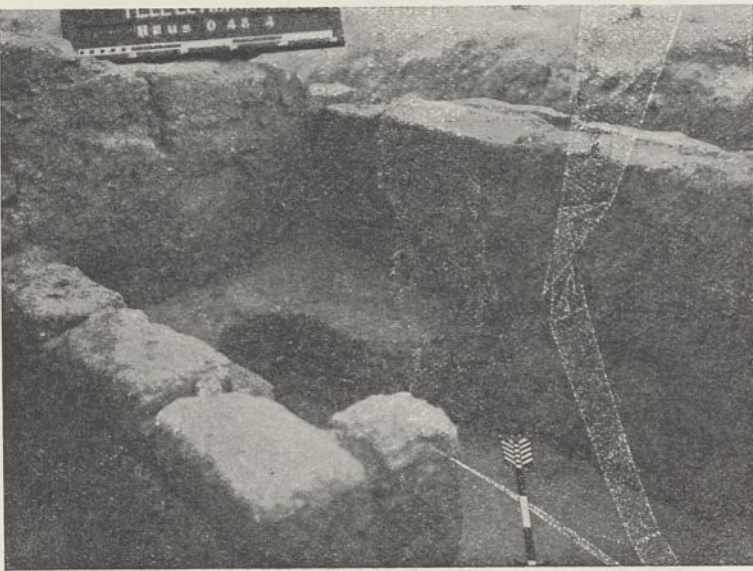


Abb. 45. Abortsitz im Hause O 48, 4.

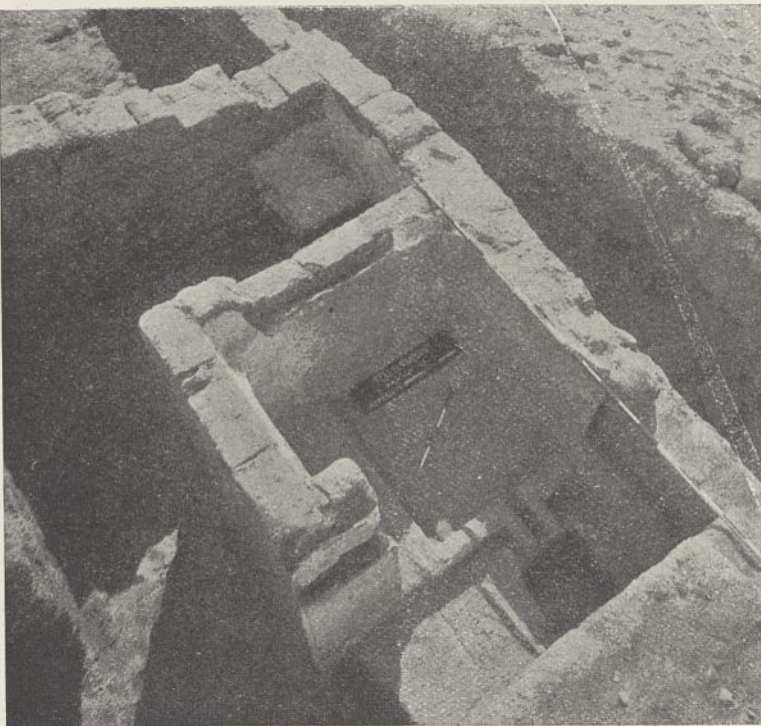


Abb. 46. Bad und Abort im Hause O 48, 1.

Kalksteinfußboden und Kalksteinwandbekleidung bis zu einer gewissen Höhe hat. Der Boden ist mit Gefälle verlegt. Eine Rinne führt das ablaufende Wasser entweder in einen außerhalb des Verschlags liegenden Trog oder, wie im vorliegenden Falle, sogar auf die Straße oder in den Hof, wo es nötigenfalls auch ein eingegrabener Krug aufnimmt. Ein solches Bad ist natürlich nicht zu einem Vollbade geeignet, es kann nur zu Übergießungen gedient haben. Das Wasser mußte in Krügen herzugetragen werden. In den Palastdarstellungen finden sich auch unweit der Schlafzimmerräume, in denen in je einem großen niedrigen Gefäße eine ganze Anzahl von Wasserkrügen neben einer niedrigen Bühne stehen. Das dürfte die altägyptische Wiedergabe solcher Badezimmer sein.

Daß die Zwischenwände, die Bad, Kleiderablage und Abort trennen, nur niedrig waren, kann man an einer anderen Aufnahme aus Haus P 47, 2 (Text-Abb. 42) zeigen, in der der obere mit Rundstab und Hohlkehle abgeschlossene Teil einer solchen „Schamwand“ erhalten ist. Sie ist nur 1,25 m hoch, deckt also einen mittelgroßen Ägypter bis zur Brust. Unsere geometrische Aufnahme dieses Bades, das diese in Tell el-Amarna bisher einzige ganz erhaltene Schamwand — in dem 1913/4 angegrabenen Palaste Ramses' III. in Medinet Habu sind steinerne Schamwände mit Gesims vollständig erhalten — bis heute bewahrt hat, zeigt die Anlage klar. Auch hier ist das eigentliche Bad mit Kalksteinplatten ausgefüttert, auch der Auffangtrog sitzt noch an seiner Stelle.

Den zu erwartenden Einwurf, daß dieses „Bad“ doch eher einem Pissoir gleiche, kann man leicht mit dem Hinweis darauf entkräften, daß der Orientale im Hocken zu urinieren pflegt; für ein Pissoir wären also die Wandbekleidungen überflüssig, die hier sogar weit über das Steinbecken hinausgehen, also sicherlich nur zur Ableitung von Spritzwasser gedient haben können.

Eine recht vollständige Einrichtung dieser Art wurde in Haus O 48, 1 aufgedeckt, in einem Hause, das durchaus nicht zu den besonders üppigen Anlagen gehört. Man darf es viel eher zu den bescheidenen rechnen. Die Anlage befindet sich wie gewöhnlich in der einen hinteren Ecke des Grundrisses zusammen: Schlafzimmer, Bad und Abort. Die beiden zuletzt genannten Räume sind hier (Text-Abb. 46) von oben gesehen dargestellt. Vorn das Bad hinter der Schamwand, ganz vorn

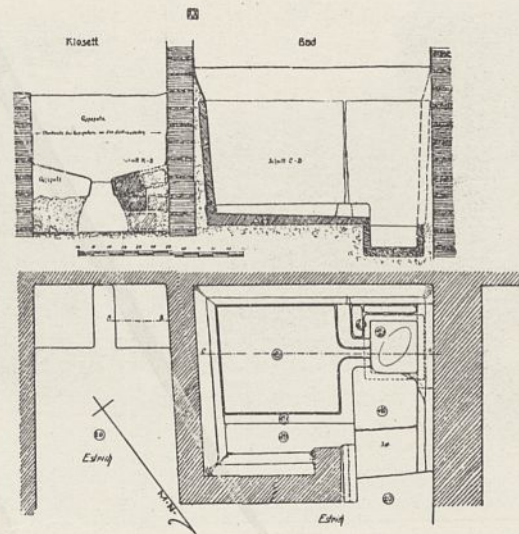


Abb. 47. Bad und Abort im Hause O 48, 1.

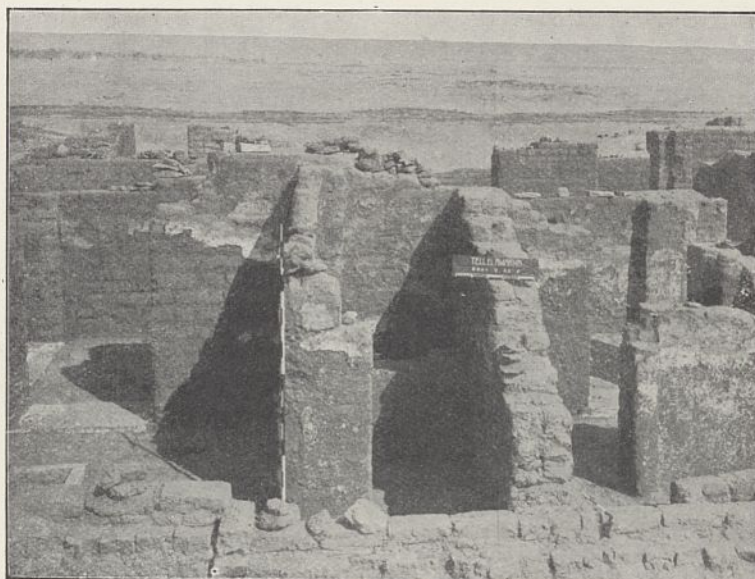


Abb. 48. Bad und Abort im Hause Q 46, 1.
Links das Bad, in der Mitte der Abort.
(Grundriß s. Text-Abb. 10 S. 519.)

rechts der Trog zum Auffangen des ablaufenden Wassers, im hinteren, übrig bleibenden Raum der Abort mit gemauertem und geputztem Sitz. Der Abort ist hier nochmals in anderer Ansicht (Text-Abb. 43) dargestellt. Die eine Sitzhälfte (rechts vom Schlitz) war bei der Auffindung eingestürzt und ist in diesem Bilde wieder an ihre Stelle gerückt worden. Eine geometrische Aufnahme (Text-Abb. 47) wird die Anlage noch besser verdeutlichen. Irgendein Aufnahmegefäß, das vermutlich längliche Form hatte, ist unter dem Schlitz nicht gefunden worden.

Außer dieser Anlage gibt es noch einige, die ihr im Grunde gleichen, nur in der Ausführung etwas abweichend sind. So die in Haus O 50, 2 (Text-Abb. 44), die auch sonst häufig ist und bei der die seitliche Verbreiterung des Sitzes fehlt. Es ist nur der Schlitz, rechts und links davon Sitzgelegenheit in je einer Ziegelbreite und unten der Platz für das Aufnahmegefäß vorhanden. Eine andere Anlage aus Haus O 48, 4 (Text-Abb. 45) kommt der neuzeitlichen Form des Sitzausschnittes schon näher.

Ganz abweichend davon ist die vierte bisher gefundene Form aus Haus O 46, 1, die einen etwa tischhohen Kasten

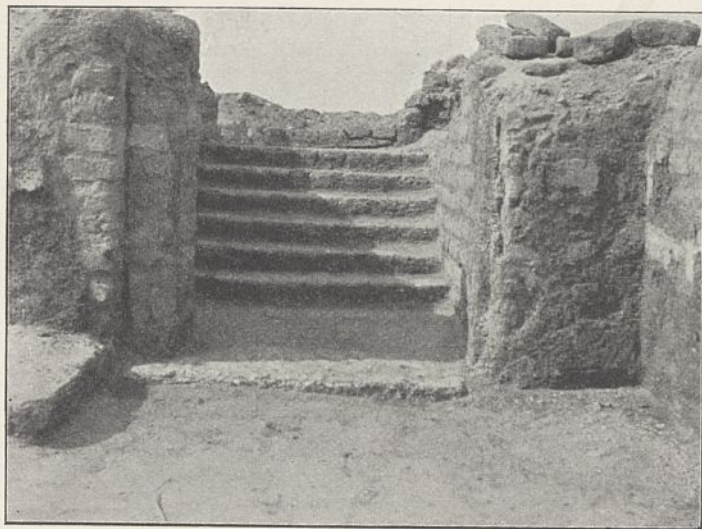


Abb. 49. Treppe in einem Hause der nördlichen Stadtteile.
(Grundriß s. Text-Abb. 26.)

aufweist, der vorn mit Ziegeln, oben mit Bohlen geschlossen war (Text-Abb. 48). In dem Kasten hat man sich ein größeres Gefäß zu denken, dessen Auswechslung nur nach Abnahme des jedenfalls mit Schlitz versehenen oberen Bohlenbelages möglich war. Dieses ist die schlechteste der bisher bekannten ägyptischen Lösungen dieses allgemein menschlichen Problems.

Für den letzten bisher noch nicht besprochenen Teil der Grundrisse, für das Treppenhaus, genügt eine Abbildung (Text-Abb. 49), um nur den Erhaltungszustand solcher Treppen vorzuführen. Sie sind uns besonders wichtig für die Ermittlung der Raumhöhen, die man auf Zentimeter genau würde bestimmen können, wenn nicht die Treppenabsätze wären, und wenn wir nicht wüßten, daß die Ägypter, auch heute noch, gerade bei solchen Anlagen sehr unvernünftig vorgehen, so daß man bei Ermittlung der Höhe einer solchen Treppe mit europäischer Logik nicht glatt durchkommt. Bei diesen Berechnungen werden also leicht Fehler eintreten, die sich aber glücklicherweise in erlaubten Grenzen halten.

Aber gelegentlich finden sich auch Stellen in den Grundrissen, die es ermöglichen, diese Fehler zu verkleinern oder gar auszuschalten, so in Haus P 47, 24, die einzige



Abb. 50. Haustür vom Hause M 47, 3 des Oberarchitekten Maa-nechtowet-f.
Etwa $\frac{1}{17}$ natürlicher Größe.



Abb. 51. Pfosten von der äußeren Tür des Hauses O49,1 des Oberpriesters Pa-wach. Etwa $\frac{1}{10}$ natürlicher Größe.

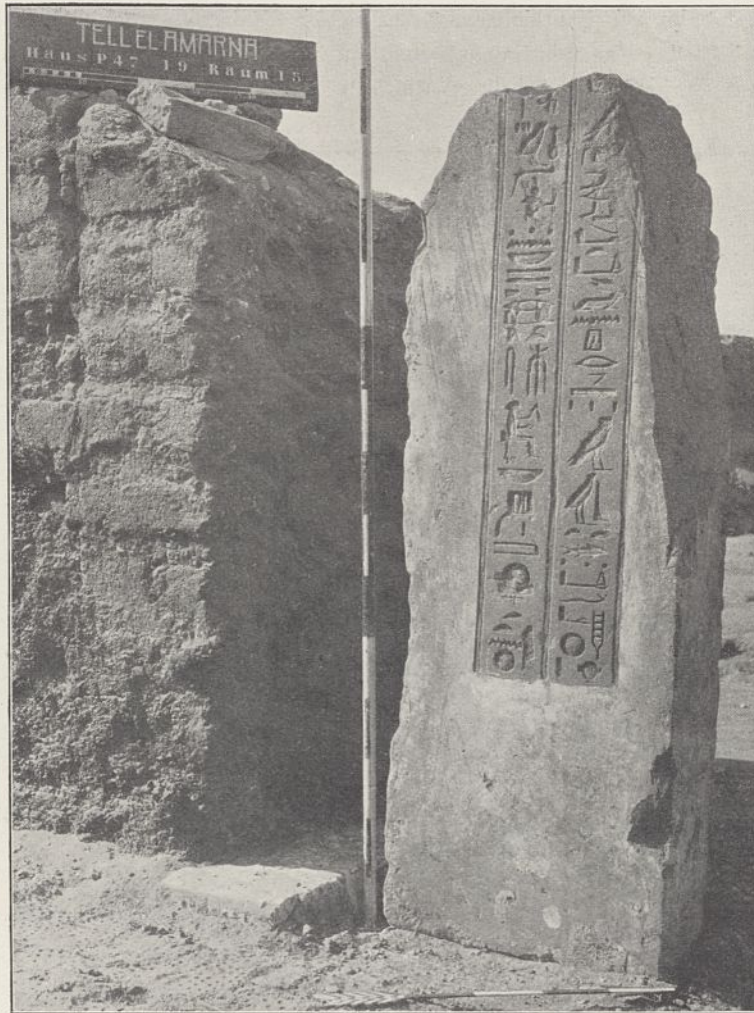


Abb. 52. Pfosten einer Innentür im Hause P 47, 19 des Generals Ramose, Raum 15. (Grundriß s. Text-Abb. 27.)

bisher gefundene, außen am Haus liegende Treppe neben einer ganz erhaltenen Tür. Die Tür ist vollständig. Die Pfosten standen noch, der Sturz lag daneben. Sie gibt uns also das Geringstmaß der Raumhöhe, die daneben liegende Treppe das Höchstmaß. So kommen wir also der Wahrheit näher. Mit den Berechnungen soll hier nicht der Raum gefüllt werden, das Ergebnis allein wird genügen. Es kommt

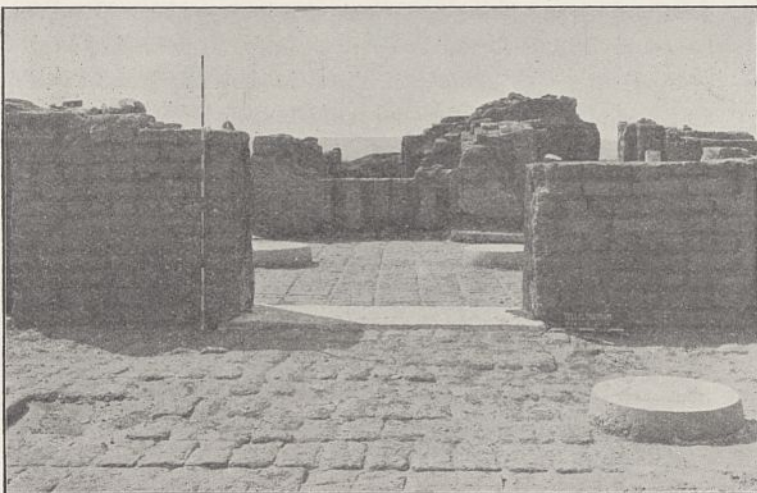


Abb. 53. Zweifache Tür zwischen „breiter“ und „tiefer“ Halle in Haus Q 46, 1. Auf der Schwelle Standspuren für zwei Seiten- und einen Mittelpfosten; im Hintergrund zweifache Nische. (Grundriß s. Text-Abb. 10 S. 519.)

eine Stockwerkhöhe von rund 3 m heraus.

Damit kommen wir schon auf Fragen der architektonischen Ausbildung, auf die näher einzugehen ist. Zuerst sind dabei einige Bauteile im einzelnen zu betrachten, ehe man zur Besprechung der Gesamtarchitektur des Äußeren dieser Wohnhäuser und endlich auch zu der ihrer Innen-Ausbildung übergehen kann. Eine Haustür eines besseren Hauses M 47, 3 (Text-Abb. 50) hat ein faches glattes Steingewände mit dekorativen Inschriftzeilen. Diese gehört einem Oberarchitekten namens Maa-nechtowet-f. Da er an der Dekoration seiner Haustür geändert hat, so kann man daran gleich

die beiden Arten der Verzierung solcher Gewände veranschaulichen. Der Unterschied beruht nur darin, daß der Sturz einmal nur ein Inschriftviereck in der Mitte erhält, das andere Mal einen langen Streifen über den ganzen Sturz. Die zweite Art entspricht der Konstruktion des Ganzen besser. Die Inschriften enthalten übrigens außer Namen und Titeln des Hausherrn Lobpreisungen des Königs und seines Gottes, der Sonnenscheibe. Das war in der Stadt „Horizont der Sonnenscheibe“, wie Tell el-Amarna hieß, das übliche, denn wir finden es ebenso auch auf anderen Haustüren, so auch auf dem Pfostenstück (Text-Abb. 51) vom Hause eines Oberpriesters Pa-wach, der mit seinem vollen Amtstitel sich „Großer Seher der Sonnenscheibe im Hause des Sonnengottes Re“ nennt. Dieses „Haus des Sonnengottes Re“ braucht übrigens, trotzdem sein Oberpriester eine Wohnung im „Horizonte der Sonnenscheibe“ hatte, nicht in dieser Stadt gelegen zu haben. Ich vermute vielmehr, daß es sich in Erment befand, dem südlichen Heliopolis, einer wichtigen Stadt südlich von dem noch in ihrem Gau liegenden Palaste Amenophis' III. bei Medinet Habu im westlichen Theben. Jener Oberpriester scheint also nur dem Beispiel seines Königs Amenophis IV. gefolgt zu sein und sich auch in Tell el-Amarna ein Haus erbaut zu haben, wohl ohne seine Tätigkeit in Erment ganz aufzugeben.

Die Tür, von der das abgebildete Stück stammt, ist dem ganzen, großartigeren Zuschnitt des Oberpriesterhauses entsprechend reicher geschmückt als die des Oberarchitekten.

Waren dies Steingewände von Hauseingangstüren, so kann aus dem Hause P 47, 19 des Generals Ramose auch ein Steingewände einer Innentür vorgeführt werden (Text-Abb. 52).

Holzmaserung der Türflügel ist in gut erhaltenen Fällen mit aufgemalt. Diese Anordnung der beiden gleichartigen sich gegenüberliegenden Gebilde, Doppeltür und Doppelnische, ist nun

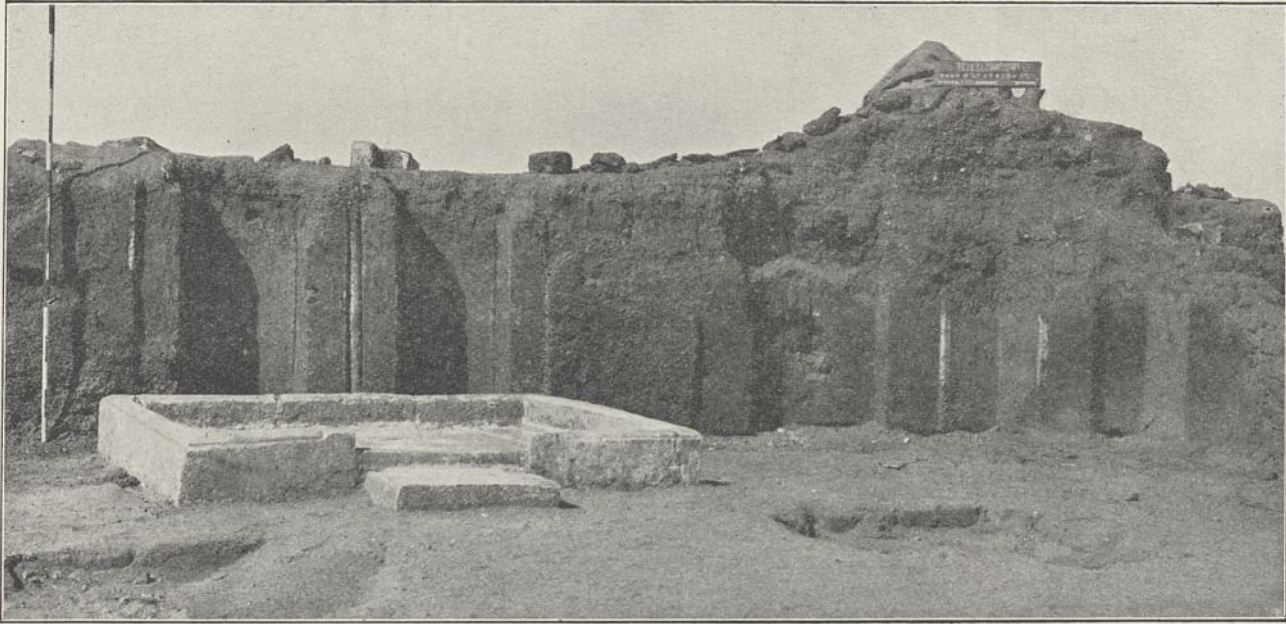


Abb. 54. Westseite der „tiefen Halle“ im Hause P 47, 19 des Generals Ramose.
(Grundriß s. Text-Abb. 27.)

Sonst pflegen Innentüren wohl steinerne Schwellen, aber hölzerne Gewände, eigentlich nur Verschalungen zu haben. Ihr Schmuck entsprach aber durchaus der der Steintürgewände. Man kann das aus den Zapfenlöchern für diese Verschalungen und aus den zahlreichen bemalten architektonischen Türnachbildungen, von denen noch zu sprechen sein wird, mit Sicherheit schließen.

Die bisher erwähnten Türen waren einfache, einflügelige. Nun kommen wir zu einer für unsere Vorstellung unsinnigen Türart, zu den gekuppelten Türen, einem unter einem Sturze vereinigten Zwillingpaar von Türen mit einem gemeinsamen Mittelpfosten (Text-Abb. 53). Irgendeinen praktischen Zweck kann dieses dichte Zusammenlegen zweier Türen nicht haben. Es ist nur ein Ausdruck besonderen Reichtums der Anlage. Hierin geht der Ägypter so weit, daß er in den ganz reichen Häusern eigentlich immer zwischen die „breite“ und „tiefe“ Halle vier Türen legt, in der Mitte zwei gekuppelte, an den Seiten je eine einfache. Oben (Text-Abb. 6, S. 517) wurde in einem der Bilder des Palastes auf diese Reihe von Türen in einer und derselben Wand zwischen zwei Räumen bereits hingewiesen. Aber zuerst muß gezeigt werden, daß die Schwelle, die man in unserer Abbildung (Text-Abb. 53) zwischen „breiter“ und „tiefer“ Halle sieht, zwei gekuppelte Türen trug. Die Standspuren auf der Schwelle zeigen es deutlich, es sind die der beiden Seitenpfosten und die des Mittelpfostens. Diese Tür liegt, wie ausnahmslos alle derartigen, zwischen Empfangs- und Eßsaal. Die vorderen Säulenbasen gehören dem Empfangssaal, der „breiten“ Halle, die hinteren dem Eßsaal, der „tiefen“ Halle, an. Nun bemerken wir in der Hinterwand der „tiefen“ Halle unserer Tür gerade gegenüber ein eigentümliches geputztes und bemaltes Nischenwerk. Bei näherem Zusehen ist dies eine genaue, in Putz ausgeführte Nachbildung unserer gekuppelten Türen. Sogar die

nur ein Ausfluß eines der Grundgesetze der ägyptischen Architektur, des ägyptischen Symmetriegesetzes. Hat eine Wand rechts eine Tür, so muß sie links auch eine haben, oder, wenn aus praktischen Rücksichten eine Tür links nicht zugänglich ist, so muß wenigstens eine Scheintür dahin, d. h. eine bis ins kleinste als Tür ausgemalte Nische. Dies Gesetz ist so zwingend, daß es unsere Arbeiter schon gemerkt haben. Wenn wir in einem besser ausgestatteten Raum eine Tür oder Nische finden, so suchen sie von selbst schon nach dem Gegenstück.

Das Speisezimmer des Generals Ramose in Haus P 47, 19 (Text-Abb. 54) ist für die bis aufs äußerste getriebene Symmetrie in der ägyptischen Architektur ein besonders gutes Beispiel. Die Westwand des Zimmers ist dargestellt. Links von dem Fluchtstab befindet sich eine richtige einflügelige Tür, also muß rechts an derselben Wand eine ebensolche oder eine Scheintür sein. Hier ist es eine Scheintür. Dazwischen liegt eine gekuppelte Tür, folglich liegt in der Wand gegenüber auch eine. Natürlich ist die ganze Ostwand der Westwand völlig symmetrisch ausgebildet. In der einen Ecke der nördlichen Seitenwand, hier im Bilde rechts, liegt eine einfache Scheintür, der natürlich in der anderen Ecke der gleichen Wand eine gleiche entspricht; zwischen beiden liegen dann wieder zwei gekuppelte Türen. Nebenbei sei hier noch auf den gut ausgebildeten Eßplatz hingewiesen, der sich hinter den Säulenstandspuren vor der Doppelnische zeigt: eine kleine Erhöhung aus weißem Kalkstein mit Rand und Treppchen vor dem Eingang. In der einen vorderen Ecke der Platte findet sich eine napfartige Vertiefung für das ablaufende Wasser vom Hände- und Mundwaschen.

Für die weitere Ermittlung des Aussehens solcher Doppelnischen, von denen stets nur die Unterteile noch



Abb. 55.

Doppelnische mit Aufsatz im Sethos-Tempel von Abydos.

stehend vorgefunden wurden, war es nun gar nicht unwichtig, daß bei mehreren auch herumliegende Reste des oberen Aufbaues aufgelesen werden konnten. Es waren unter anderen kleine blaugetünchte Falkenköpfe aus Nilschlamm, auch andere Reste bemalter Architektur. Daraus konnte man mit Sicherheit schließen, daß diese Nischen einmal so ausgeschmückt gewesen waren, wie die bekannten im Tempel von Abydos²⁸⁾ (Text-Abb. 55), also zwei Türnischen, zwischen beiden ein Papyrusstengel mit einer Schlangengöttin darauf und über dem ganzen ein Aufbau mit reichem Schnitzwerk, das man sich bei natürlicher Ausführung also durchbrochen vorzustellen hat, gewissermaßen ein hölzernes Gitterfenster über der Tür. Solche Türaufsätze sind auch über einfachen Türen nachweisbar, so in einem der Gräber von Tell el-Amarna über einer Tür zu einer noch unfertig ausgehöhlten Kammer²⁹⁾.

Nächst den Türen sind die Fensterformen für unsere architektonischen Fragen von Bedeutung. Fenster sind zahlreich gefunden worden, nicht die Fensteröffnungen, da diese stets höher lagen als die Mauern heute stehen, wohl aber

28) Capart, Le temple de Séti I^{er}, Bl. 16.

29) S. N. de Garis Davies, El Amarna 6, Bl. 12.



Abb. 56.

Ansicht eines Grundstücks mit Wohnhaus, Garten und Speichern.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. 66.

die Platten, welche in den Öffnungen saßen. Es sind rechteckige Tafeln aus Stein oder Gypsmörtel, die so gebildet sind, daß sie ein einfaches Gitter mit sechs bis acht senkrechten und drei wagerechten Stäben vorstellen. Alle Stäbe haben rechteckigen Querschnitt. Aus den Tempeln von Karnak³⁰⁾ und aus dem Ramesseum³¹⁾ sind ähnliche einfache Fenstermaßwerke bekannt. Zu diesen senkrecht anzubringenden Platten gehören dann noch steinerne Sohlbänke, die nach außen etwas vorstehen, und hölzerne Abdeckbohlen als Fensterstürze. Die so gebildeten, recht kleinen, aber bei ägyptischem Licht ausreichenden Lichtöffnungen, haben sehr hoch in den Wänden gesessen. Ein Hinaussehen war unmöglich. Die Fenster dienten nur der Lichtzufuhr.

Das wären also die Haupteinheiten, die in den Fassaden zur Geltung kommen können, mit zwei Ausnahmen, nämlich das große Fenster, das vorhin beim Palast wie beim Wohnhaus angetroffen und die kleinen Säulen, die auch in beiden Fällen oberhalb des großen Fensters beobachtet wurden. Von beiden ist in unseren Grabungen bisher noch keine Spur gefunden worden. An diesen beiden Punkten muß also vorläufig der Versuch, das Äußere eines solchen Hauses sich vorzustellen, haltmachen. Seitenansichten aber, in denen diese beiden Teile nicht auftreten, können schon von uns zeichnerisch dargestellt werden.

So ist in einem Grabe in Theben die Ansicht eines ganzen Gehöfts³²⁾ abgebildet (Text-Abb. 56). Vorn die Umfassungsmauer mit oberem wellenförmigen Abschluß, wie ein solcher allerdings bisher noch nirgends durch Grabung nachgewiesen werden konnte. In der Mauer zwei Eingangstüren. Über die Mauer hinaus bei dem Baum auf der rechten Seite ragt ein Stall oder Speicher, dessen Dachlinie mir allerdings nicht ganz verständlich ist; daneben stehen zwei Silos und endlich links das Wohnhaus, in dessen Ansicht zwei Reihen hochgelegener rechteckiger kleiner Fenster sichtbar sind. Die unteren dürften die des Erdgeschosses sein. Die oberen liegen so dicht unter Oberkante des Ganzen, daß noch über ihnen eine Deckenkonstruktion anzunehmen unmöglich erscheint. Es sind vermutlich nur verschließbare Luken in einer übermannshohen Dachbrüstung. Wir werden später noch sehen, daß diese Vermutung durch mehr als nur durch



Abb. 57.

Ansicht eines Wohnhauses.

diese Abbildung gestützt wird. Es ist also hier nur ein Haus mit einem Stockwerk dargestellt, dessen hochliegende Fenster die für die Innenräume der zweiten Reihe von oben sind.

Eine weitere Hausfassade³³⁾ (Text-Abb. 57)

30) Lepsius, Denkmäler 1, Bl. 77 u. 80.

31) Lepsius a. a. O. Bl. 88 u. 90.

32) Wreszinski, a. a. O. Bl. 60.

33) Wreszinski, a. a. O. Bl. 48.

gibt uns ähnliches, nur fehlt hier vielleicht die Dachbrüstung. Die Eingangstür ist von einem Fenster mit Mittelsäulchen bekrönt. Ein Seitenstück zu dieser Fensterausbildung gibt es in Dér el-Medíne im westlichen Theben. Auch lassen die Prunkscheintore mit oberem Aufbau aus dem alten Reich³⁴⁾ und Grabeingänge bei Assuan den Schluß zu, daß auf Eingangstüren aufgesetzte Fenster in Ägypten üblich waren. Es wäre also immerhin möglich, daß es ähnlich wie die Türen mit den durchbrochenen Aufsätzen auch solche mit anders ausgebildeten Fenstern darüber gab.

Da aber die bisher gefundenen Türsturze von Eingangstüren oben keine Standspuren von Fenstergewänden oder Mittelsäulchen gezeigt haben, so kann man sich darüber positiv noch nicht aussprechen. Die Fenster in der Wand liegen hier wieder hoch. Ihre Einfassungen sind auch bemalt. Wir werden später noch eine Probe solcher Bemalung kennen lernen. Nun aber die beiden merkwürdigen Dreiecke auf dem von zwei schwer tragenden Dattelpalmen überragten Dache. Die landläufige Erklärung dafür ist immer die gewesen,

das eine sei ein Windfang, den heute in Ägypten gebräuchlichen Mülkufs entsprechend, d. h. ein in der Mitte der Zimmerdecke aufgesetzter schräger Schacht, der den Nordwind fängt und so das Zimmer kühlt. Aber wozu wäre dann der zweite Windfang? Den Südwind einzufangen, wird doch niemandem einfallen. Sind es etwa die Dächer von Treppen, die auf das Dach führen? Solche kommen in dieser Form auf Tempeldächern vor. Aber dann müßte man zwei Dachtreppen hier annehmen, was bisher bei keinem Wohnhause nachgewiesen werden konnte.

Nun zur inneren Architektur der Wohnhäuser, vor allen zu der farbigen Innenausstattung der Räume.

Bisher haben wir zwar so reich ausgestattete Räume wie die des königlichen Palastes noch nicht aufgedeckt, und es ist als sicher anzunehmen, daß selbst die reichsten Privathäuser hinter der königlichen Pracht zurückbleiben, aber erwähnen müssen wir deshalb hier doch, wie weit der Aufwand in Wohnräumen in dieser Zeit gehen konnte. Daher

34) S. Borchardt, Das Grab des Menes, in Zeitschrift für ägypt. Sprache 1898, S. 93 ff

gehört die berühmte Fußbodenbemalung des Palastes von Tell el-Amarna auch in den Rahmen unserer Betrachtung. Flinders-Petrie³⁵⁾ hat eine leider zu kleine zeichnerische Wiedergabe der einen Hälfte des jetzt bedauerlicher Weise zerstörten bemalten Fußbodens in der „breiten“ Halle des Palastes sowie wenig glückliche farbige Proben daraus gegeben. Auf dem Mittelwege liegen gefangene Feinde und Bogen als Symbole der unterworfenen Völker, über die der König hinwegschreitet. Zwischen den Säulenbasen, die Palmen-

säulen trugen, ist ein Teich gemalt, den Schilf und Pflanzen umgeben. Aus den Büschen flattern Gänse auf, Kälbchen springen umher, kurz das Ganze stellt eine Überschwemmungslandschaft dar. Über die Bedeutung dieser Ausmalung und des ganzen architektonischen Gedankens, der hier vorliegt, ist schon vor zwei Jahrzehnten in der „Ägyptischen Pflanzensäule“³⁶⁾ gesprochen worden, eine Wiederholung ist daher hier überflüssig. Nur über die technische Ausführung dieses Fußbodens sollen noch ein paar Worte gesagt werden. Es ist eine 6 bis 8 cm starke, graue Betonschicht, auf der eine

zweite Schicht von höchstens 2 cm aus weißem Gips liegt. Darauf ist dann gemalt. Natürlich wurde die Malerei bald von den darüber schlüpfenden Sandalen und auch schon von den gewiß weicheren bloßen Füßen abgescheuert und unansehnlich. Da mußte sie dann nach Auflegen einer neuen, ganz dünnen Gipschicht erneuert werden. Daher bestand der jetzt zerstörte Fußboden bereits aus zwei bemalten Schichten mit ganz verschiedenen Dekorationsanordnungen. Nur ein Stück dieser flotten Malerei nach einer eigenen Lichtbildaufnahme, die wenige Wochen vor der mutwilligen Zerstörung des Fußbodens aufgenommen wurde, können wir hier glücklicherweise abbilden (Text-Abb. 58). Zwei Proben ähnlicher Malerei aus dem etwas südlicher, aber auch auf dem Gebiete von Tell el-Amarna gelegenen Palaste bei El-Háuata befinden sich heute in der ägyptischen Abteilung des Berliner Museums und verdienen wegen ihrer flotten Technik wohl eine Besichtigung.

Auch von der Wandbemalung aus den Häusern der Großen und aus den Staatsgebäuden haben wir Proben,

35) Tell el-Amarna, Bl. 2 bis 4.

36) Borchardt, Pflanzensäule, S 54 ff.



Abb. 58.

Stück aus der jetzt zerstörten Fußbodenbemalung im Palaste bei Et-Till.



Abb. 59. Die kleinen Prinzessinnen.

Aus einem in einem Hause gefundenen Wandbilde.

allerdings nur Proben. Sie ließen dieselben Bilder dort anbringen, mit denen sie ihre Gräber schmückten, mit Vorliebe immer wieder die große Begebenheit aus dem Leben jedes hohen Beamten jener Zeit, seine Privataudienz beim Könige, seine Beschenkung durch den König. Im Kiosk des Oberpriesters Pa-wach in Gehöft O 49, 1 fanden sich Bruchstücke eines auf Putz gemalten Bildes, das nur eine königliche Opferhandlung, bei der wohl der Oberpriester irgendwie mit auftrat, dargestellt haben kann. Der berühmte Bildausschnitt³⁷⁾, der sich jetzt im Ashmolean-Museum zu Oxford befindet (Text-Abb. 59), kann auch nur aus solcher Audienzszene stammen. Die beiden kleinen Prinzessinnen spielen hier neben dem weichen Kissen, auf dem ihre Mutter sitzt — der Fuß der Königin ist rechts oben sichtbar —, jedenfalls war der König auch mit dargestellt, und der beschenkte Beamte wird auch nicht gefehlt haben.

Andere Bruchstücke eines Wandgemäldes, die Flinders Petrie³⁸⁾ aufdeckte, scheinen auch vom unteren Rande einer Palastdarstellung zu sein, wie sie als Hintergrund jener Audienzszene zu dienen pflegen. Der fegende und der sprengende Diener auf diesen Bruchstücken erinnern beide an Figuren, die wir schon aus den Palastbildern (s. oben Abb. 6 S. 517) kennen.

Aber so großartige Wandgemälde gehören nun in den Grabungen zu den seltensten Dingen. Meist ist man schon zufrieden, wenn irgendwo ein weißgemalter Sockel auf dem Nilputz in seiner Höhe festgestellt werden kann. So in Haus O 49, 1 (Text-Abb. 61), wo ein 1,5 m

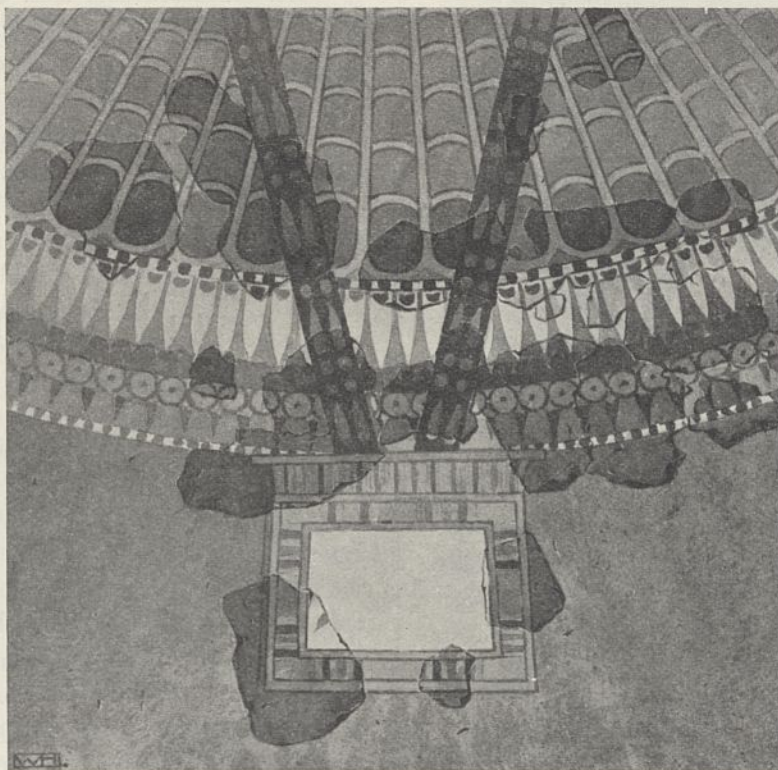


Abb. 60. Wandmalerei auf Nilschlammputz.

Friesstück: Halskragen mit Girlande am Rand, darüber Brustschmuck als Mittelstück.
($\frac{1}{6}$ natürlicher Größe.)

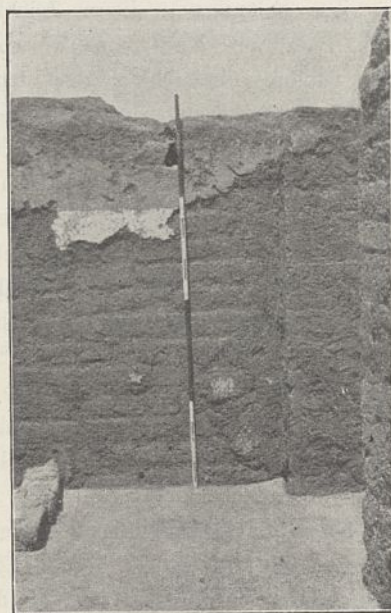


Abb. 61. Rest weißgetünchten Wandsockels im Hause O 49, 1.

(Grundriß s. Text-Abb. 10.)

hoher, weißer Sockel in dem einen Raum herum lief. Darüber stand der ungefärbte, braungraue Wandputz. Weitere Bemalung fing wohl erst viel weiter oben an. Sie war mit dem Putz beim oder vor dem Einsturz abgefallen und lag also unten. Daher wird jedes Haus sorgfältig auf abgefallene farbige Putzreste durchsucht. Und dieses Suchen ist nicht ganz erfolglos geblieben, wie einige Proben zeigen werden.

Es handelt sich allerdings hier nur um rein ornamentalen farbigen Wandschmuck, entweder einfache glatte Flächenbemalung mit farbigen Teilungen, oder das übliche ägyptische Pflanzenornament, das allerdings sehr reich sein kann.

Die bisher geborgene Auswahl von Proben ist schon recht beträchtlich, wir müssen uns aber damit begnügen, hier nur ganz wenig davon in Farben wiederzugeben.

Da sind zuerst die wagrecht gestreckten farbigen Felder zwischen schmalen, gelb geränderten Balken, die auf eine senkrechte Eckleiste zugehen (Atlas-Blatt 50 Abb. 2 rechts und Abb. 1 in den Türleibungen). Sie haben in Türleibungen gesessen und sind ihrer Entstehung nach auch nur dort zu verstehen. Ein ägyptischer Türflügel hat nämlich auf der Rückseite wagrecht aufgenagelte Hölzer von halbrundem Querschnitt. Schlägt die Tür gegen die Leibung, so werden mit der Zeit diese Querhölzer im Putz oder im Stein der Leibung Rillen zurücklassen³⁹⁾, die diese Teilung ergeben. Die Vorzeichnung für dies Ornament ist also da, nur die farbige Ausfüllung ist Erfindung des Künstlers.

Weniger gut scheint die Verzierung senkrechter Kanten mit den üblichen ägyptischen Girlanden, wie dies an einigen Beispielen einwandfrei nachgewiesen werden konnte. Wie eine ägyptische Girlande sich von europäischen unterscheidet, ist bekannt. Bei uns werden Blumen, Laubblätter und Zweige zu wurstartigen Gebilden zusammengebunden. Der Ägypter nimmt entweder Blumen oder auch nur Blütenblätter, die er in Reihen nebeneinander bindet. Eine ägyptische Girlande ist also ein franzenartiges Gebilde. Während unsere Girlanden in beliebiger Richtung verwendet werden können, ist die vernünftige Richtung einer ägyptischen Girlande durchaus einseitig: das zusammenfassende Geflecht soll wagrecht oder im hängenden Bogen zu liegen kommen, die einzelnen Blumen oder Blätter der Girlande haben stets Richtung nach unten.

37) Flinders Petrie, Tell el-Amarna, Bl. 1, 12.

38) Tell el-Amarna, Bl. 5.

39) Vgl. Lepsius, Denkmäler, Text 1, 45, wo diese Rillen vierkantig vertieft ausgearbeitet sind.



Abb. 62. Bemalte Holzfüllung aus dem Hause Q 46, 1.
($\frac{1}{6}$ natürlicher Größe.)

Die gefundenen Beispiele zeigen aber, daß ein ägyptischer Maler auch anders konnte. Wie man eine der mit solchen Girlanden bemalten, von uns gefundenen Ecken (Abb. 2 Bl. 50) auch drehen mag — sie war sicher aufsteigend —, so wird immer eine oder gar beide Girlanden, die hier wie häufig aus den zarten Blütenblättern der blauen Nymphäe bestehen, falsch gerichtet sein.

Weitere Proben waren deshalb wichtig, weil sie zeigten, daß die im Bogen hängenden Girlanden unmittelbar auf den Putz ohne Grundanstrich der Wand aufgemalt wurden (Abb. 7 Bl. 50). Diese Girlanden stellen wieder Nymphäenblätter dar, zwischen denen auch eine Kornblumenreihe auftritt. Auch eine Reihe von Mimosops-Früchten ist gelegentlich miteingeflochten (Abb. 4 u. 7 Bl. 50).

Ferner wurden Mittelstücke aus einem Girlandenbogen gefunden (Abb. 3 Bl. 50), die aber einem Kenner ägyptischer Ornamentik auch nichts Neues bringen. Es sind die üblichen Füllungen solcher Girlandenbogen. Auch von den mit derartigen Girlanden oft zusammen auftretenden Schmuckstücken, Ketten mit Anhängern u. dergl. sind Proben (Text-Abb. 60) gefunden worden. Ein Bruchstück war besonders wichtig. Da war, dem Nichteingeweihten allerdings kaum kenntlich, ein Stück eines Gänsekopfes, der auf der Girlande liegt, dargestellt. Auf anderen Bruchstücken wurden auch besser erhaltene Vogelteile, Flügel und ähnliches aufgemalt gefunden. Zwischen den Girlanden hingen also auch erjagte Vögel, ganz wie wir sie gerade in dieser Zeit auch an den Papyrus-Bündelsäulen finden.⁴⁰⁾

Die Wandbemalung saß übrigens nicht immer nur auf Putz. Es ist auch ein Stück eines bemalten Holzbekleidungs gefunden worden, eine Füllung, auf der ein flott gezeichneter grüner Papyrusbusch auf gelbem Grunde steht (Text-Abb. 62). Der breite Rand darum ist wieder grün wie der Papyrus. Das Holz dieser Platte war natürlich wie alles Holz in Tell el-Amarna fast gänzlich zerfressen, eigentlich hielt nur

40) Z. B. Flinders Petrie a. a. O. Bl. 7 und N. de Garis Davies, El Amarna 6 Bl. 14.

die dünne Farbschicht die kläglichen Holzreste zusammen. Vorsichtiges Hintergießen mit Gips ermöglichte aber die Rettung dieses wichtigen Stückes, bei dem man unwillkürlich an die Bemalung der Bettstufe in den Palastdarstellungen (s. o. S. 517) erinnert wird.

Hervorzuheben sind noch Bruchstücke mit Resten aufgemalter Inschriften. Sie könnten von einer Tür- oder Nischeneinfassung sein, da diese gewöhnlich mit Inschriften versehen sind.

Ein größeres zusammenhängendes Stück (Abb. 5 Bl. 50) war von besonderer Wichtigkeit. Es wurde vor der Hauptfassade des Hauses J 53,1 gefunden, ist also sehr wahrscheinlich ein Stück Fassadenbemalung, und zwar ein Fenstersturz, der mit Hohlkehle und Rundstab gekrönt ist. Unter dem mit rotem Bande umwundenen Rundstabe hängt eine breite Girlande aus Blütenblättern der blauen Nymphäe, des roten Mohns, dann Früchte von Mimosops und darunter Blüten der blauen Kornblume. Unter der Girlande sieht man an der Kante des Fenstersturzes die übliche geteilte Bandverzierung.

Dies ist aber nicht das einzige Stück von Fassadenbemalung, das sich bisher fand. Eine bemalte Hohlkehle, die übrigens aus Kalkstein ist, kann als zweites Beispiel dafür gelten. Sie stammt von einer Eingangstür.

Bei dieser verhältnismäßigen Menge von Bemalungsresten die gefunden wurden, lag die Verlockung natürlich nahe, einmal einen Versuch einer farbigen Wiederherstellung eines Innenraumes, wenigstens auf dem Papiere, zu wagen. Ein glücklicher Fund der letzten Ausgrabungszeit bestärkte uns darin. Im EBzimmer des Generals Ramose, das oben (Text-Abb. 54, S. 547) in seinen Resten dargestellt und besprochen worden ist, war nämlich die Bemalung der Wände so etwa 0,80 m hoch noch gut erhalten, darauf konnte sich der Versuch aufbauen. Unsere farbige Abbildung (Bl. 50 Abb. 1) zeigt das Ergebnis.

Zur Erläuterung dieser Zeichnung ist doch vielleicht ganz kurz auf eines hinzuweisen, das aber Fachleuten ohne weiteres einleuchten wird, nämlich auf die hier dargestellte, sozusagen basilikale Beleuchtung des Raumes. Aus den verschiedenen Grundrissen, die im vorstehenden abgebildet worden sind, ist ersichtlich, daß das EBzimmer, die „tiefe“ Halle, stets in der Hausmitte, nie an einer Außenwand liegt. Als Beleuchtung kommt daher für diesen Raum nur Deckenoberlicht oder hohes Seitenlicht in Frage. Früher hielt man, ich eingeschlossen, Deckenoberlicht für möglich, entweder in der Art eines offenen „Impluvium“, — ein für das regenlose Ägypten sehr wenig passender Name — oder in der Art eines aufgesetzten Windfangs. Für den zuletzt genannten Vorschlag gab das vorhin besprochene alte Bild (Text-Abb. 57, S. 550) mit den zwei Dreiecken auf dem Hausdach Veranlassung. Nun haben wir aber wieder und wiederum zerbrochene Fenstergitter an den vier Seiten in den EBzimmern gefunden. Es kann also keine Frage sein, daß die vier EBzimmerwände Fenster hatten, die natürlich nur über Dach der niedrigeren Nebenräume gesessen haben können. Also ist die hier gegebene „basilikale“ Lösung, die übrigens in ägyptischen Tempeln von altersher bekannt war⁴¹⁾, jedenfalls richtig.

41) S. Borchardt, Grabdenkmal des Königs Sahu-re, Bd. 1, S. 23, 24; Hölscher, Grabdenkmal des Königs Chephren, Bl. 9; ferner

Auf welche Räume sich die Höherführung einzelner Zimmer über die Dächer der andern erstreckt, hängt von dem Grundriß jedes Hauses ab. Hier ist angenommen, daß die „breite“ und die „tiefe“ Halle höher geführt sind. Es sind auch Fälle denkbar, wo auch noch das „quadratische“ Zimmer in die Zahl der höher geführten mit einzubeziehen sein dürfte.

Die so entstehende verschiedene Höhe des Daches würde der oberen Fassadenlinie ein abgestuftes Ansehen geben. Solche Hausansichten mit abgestufter Dachlinie kommen aber in alten Bildern nicht vor, alle schließen vielmehr oben gerade ab. Daraus schließe ich weiter, daß das Dach ringsum mit einer hohen, die Überhöhungen einzelner Zimmer vollständig deckenden Umfassungsmauer umgeben war, ganz so wie wir dies bei den Tempeln aller Zeiten in Ägypten⁴²⁾ kennen. Daß in dieser Umfassungsmauer des Daches verschließbare Luken zum Hinaussehen angebracht gewesen sein können, halte ich nach der oben gegebenen Abbildung eines Hauses (Text-Abb. 56, S. 549) für möglich.

Kehren wir nun zu der farbigen Wiederherstellung zurück. Die Architektur zeigt wieder die übliche symmetrische Anordnung. Als Gegengewicht der richtigen Tür links dient die Scheintür rechts. Jede der Türen ist farbig so behandelt, als sei ihr Gewände aus Kalkstein, daher die weiße Hohlkehle und der weiße Rand. Damit nicht übereinstimmend scheint aber die Bemalung der Türverschalung zu sein, die dunkles Holz mit hellen Einlagen darstellt. Ich kenne Holzbekleidung auf Kalksteingewände sonst nicht, die hier gefundenen Farben lassen aber eine andere Deutung nicht zu. Der Aufbau über den gekuppelten Türen, von dem Reste gefunden wurden, ist nach den oben (S. 549) erwähnten Beispielen rekonstruiert. Von den Säulen ist die rote Farbe der Stämme sicher. Spuren davon sieht man noch auf den Säulenbasen. Die Form der Säulen ist den Palastdarstellungen entnommen. Von den Fenstern wurden Bruchstücke gefunden, desgleichen

für spätere Zeit im Tempel von Karnak (Lepsius, Denkmäler I, 77), im Ramesseum (Lepsius a. a. O. I, 88) u. s. f.

42) Borchardt, Grabdenkmal des Königs Sahu-re, Bd. I, 23, 24, Hölscher, Grabdenkmal des Königs Chephren, Bl. 9, und für spätere Zeit die Tempel von Dendera, Edfu, Philae u. s. f.

Stücke von den aufgemalten Girlanden. Die gelbe Farbe des Balkens mit den blauen Einfassungen kommt so vor, ohne daß ich aber behaupten will, daß gerade der Balken hier so getüncht war. Inscriptliche Bemalung ist nur so weit eingesetzt, als sie wirklich erhalten war. Natürlich waren Türen, Nischen, Balken und wohl auch die Säulenschäfte mit Inscript versehen. Das sind die Unterlagen, auf denen sich diese Rekonstruktion aufbauen ließ. Man sieht, daß nicht viel eigne Erfindung dabei ist, der Raum wird wohl wirklich so oder doch nicht viel anders ausgesehen haben.

Besonders zu bemerken ist noch, daß bei der Anfertigung dieses Blattes keine Schönfärberei getrieben worden ist, sondern daß wir uns strengstens an die aufgefundenen Farbtöne gehalten haben, ohne auf unseren persönlichen Geschmack Rücksicht zu nehmen, der bei wissenschaftlichen Arbeiten, wie diese eine ist, ja gar nicht in Frage kommen darf.

Daher ist auch mein Urteil über den ästhetischen Wert dieser ägyptischen Ausmalung, das sich in die Worte zusammenfassen läßt: „Mir gefällt's“, durchaus subjektiv. Aber auch mancher, der nicht wie ich durch langjährige Beschäftigung mit ägyptischer Architektur voreingenommen oder verbildet ist, dürfte zu demselben Ergebnis kommen.

Soviel läßt sich zur Zeit über das altägyptische Wohnhaus der 18. Dyn. sagen. Man wird daraus jedenfalls den Eindruck erhalten haben, daß die Ägypter jener fernen Zeit auf einer hohen Kulturstufe standen, daß ihre Häuser an Wohnlichkeit und gesundheitlichen Einrichtungen auf einer Höhe standen, die man kaum erwartet hätte. Auf der anderen Seite werden diese Ausführungen aber auch gezeigt haben, daß hier noch viele Rätsel ungelöst geblieben sind. Wenn wir auch schon imstande sind, versuchsweise einen Innenraum zu rekonstruieren, so sind doch viele Fragen des Grundrisses noch ganz unbeantwortet, auch haben wir noch keine klare Vorstellung von den Außenansichten dieser Häuser.

Es ist zu hoffen, daß eine Fortsetzung unserer Arbeiten auch die Lösung der bisher noch nicht beantworteten Fragen bringen wird.

Der Gerichtsplatz der Venetianer an der Markuskirche und verwandte Anlagen.

Vom Königlichen Baurat F. Prieß in Koblenz.

(Mit Abbildungen auf Blatt 40 bis 42 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Wo man von Dietrich von Bern hört, da ist nicht von ihm allein die Rede, sondern es tauchen neben ihm die Gestalten seiner Paladine oder Leibwächter, der Genossen seiner Kämpfe und seiner Tafelrunde, in den Sagas und Sagen, kurz Dietrichs Gesellen genannt, auf. „Alle diese saßen auf einer Bank,“ heißt es in den Sagas.³³⁾ „König Dietrich, König Gunther und Hagen, Hildebrand und Jarl Hornboge. Ihm zur Linken saß Wittich und Amelung, Dietlieb und Fasold, Sintram [von Venedig, wie es an anderer Stelle heißt]

33) Vgl. Nordische Heldenromane übers. von F. H. v. d. Hagen, Breslau 1814 bis 1828.

und Wildeber, Herbrand der weise und weitgefahrene und Heine der grimme“. Die Saga versammelt um ihren Heldenkönig hier, immer zu je zweien genannt, viele Recken und Kämpen, welche geschichtlich nicht mit ihm vereint gewesen sein können. Daß aber der geschichtliche Theoderich wirklich von einem Gefolge tüchtiger Kämpfer umgeben gewesen ist, ist nicht nur nach den Lebensgewohnheiten germanischer Könige der Frühzeit mit Sicherheit anzunehmen, sondern auch dadurch bestätigt, daß er in einem seiner Briefe seine Tafelrunde (convivium nostrum) erwähnt, bei der Kitarrhoden Gesänge vortrugen, und zwar gewiß alte Heldenlieder zum Lobe

der Vorfahren, wie dies bei den Goten nach Jornandes Schilderung von jeher Brauch war. Geschichtlich wird als ein Führer der Goten von den obengenannten nur Witigis oder Wittich erwähnt, der später, als in der Familie der Amaler kein geeigneter Herrscher mehr vorhanden war, König der Goten wurde. Suchen wir, nachdem wir uns mit dem Bildnis des Herrschers beschäftigt haben, nun auch das seiner Leibwächter und Gesellen dazu. Wenden wir zu diesem Zwecke auf dem Gerichtsplatz der Venetianer (Abb. 1 Bl. 40) den Blick von dem Porphyrkopfe oben auf der Balustrade der Vorhalle hinunter zu den sonderbaren vier Porphyrgesellen, die an der Ecke der Schatzkammer oder des Tesoro der Markuskirche, dort wo die Porta della Carta den Eingang zum Herzogspalaste vermittelt, eingemauert sind. (Vgl. auch Abb. 2 Bl. 40 u. Text-Abb. 12.) Beim ersten Anblick kann man sich eines Lächelns kaum erwehren, wenn man diese steifen Gesellen sieht. Unter den vielen verschiedenen Deutungen, die diese Porphyrfiguren erfahren haben, da sie jedem Besucher der Markuskirche und des Dogenpalastes auffallen müssen, taucht immer wieder die auf, daß sie vier byzantinische Kaiser (i quattro imperatori bizantini) seien. Neuerdings wird sogar von einigen diese allgemeine Behauptung genauer dahin gefaßt, daß sie die vier Söhne des Kaisers Konstantin darstellten. Diese Gestalten sind aber weder Herrscher noch Söhne von solchen, wohl aber die Leibwächter eines Herrschers, denn sie tragen alle vier genau die gleiche Uniform. Von den Knöpfen und Riemen ihres Schuhzeugs hinauf über die Schwertscheiden und Griffe, die Lederkoller und Gürtel bis zu den sonderbaren Kopfaufsätzen ist alles gleich bei ihnen gestaltet. Ja sie halten sogar alle den Schwertgriff genau mit demselben vorschriftsmäßigen Griff der Linken einen Fingerbreit über der Scheidenmündung fest gepackt, bereit bei einem plötzlichen Überfall auf ihren Herrn sofort zuzustoßen. Denn es handelt sich bei den kurzen Schwertern mit langem Handgriff ohne Parierstange gewiß mehr um Stoß- wie um Hieb- schwerer. Die Wächter tragen nach germanischer Art ihr Schwert links an der Hüfte, während die Römer, wie die Grabsteine vieler Legionäre³⁴⁾ nachweisen, ein kurzes Schwert an einem Schulterriemen rechts hängend und außerdem noch ein ganz kurzes dolchartiges an der linken Seite trugen. Für unsere Begriffe ist das Schwert dieser Wächter als kurz zu bezeichnen, während es im Vergleich zu dem römischen eher lang zu nennen ist. Den hier getragenen Schwertern würde nach römischen Begriff daher der Name *spatha* (Langschwert) wohl zukommen, nach welchem die Leibwächter der byzantinischen Kaiser *spatharii* genannt wurden. Die hier dargestellten Wächter haben nun offenbar die Dienstvorschrift, was sie auch sonst tun mögen, doch keinen Augenblick die gespannteste Wachsamkeit aufzugeben. Darauf deutet das stets in Bereitschaft gehaltene Schwert und der Blick der Augen. Sorgfältig sind die Augensterne, die Pupillen, die Augenbrauen und die den gespannten Ausdruck vorzugsweise wiedergebenden Falten auf der Stirn ausgearbeitet. Der scharfe Blick der Augen wird gerade in den Sagas bei mehreren der Gesellen Dietrichs hervorgehoben, die daselbst genau nach Körpergröße, Gesichtsausdruck, Tracht und Farbe des Bartes und der Haare, nach den Wappenbildern; Namen,

34) Vgl. auch die hiernach angefertigten Modellfiguren römischer Krieger in manchen Museen.

Güte und Eigenschaften der Pferde, Schwerter usw. beschrieben sind. Dort heißt es z. B. von Hagen: „Er hatte nur ein Auge und das war gar scharf und fürchterlich“ oder von Siegfried: „Seine Augen waren so scharf, daß wenig Männer so dreist waren, daß sie es wagten ihm unter die Brauen zu blicken.“ So trauen sich auch im Nibelungenliede die Hunnen nicht an Volker und Hagen heran „der schnellen Blicke wegen“, die man an diesen Recken ersah. Der scharfe Blick der Augen kennzeichnet also den grimmen Helden und aufmerksamen Wächter. Was den Gesichtsausdruck dieser Recken im übrigen anbetrifft, so zeugt er nicht gerade von feiner geistiger Bildung oder zartem Empfinden. Die Gesichter machen vielmehr im Gegensatz zu dem oben geschilderten, fein durchgearbeiteten Antlitz ihres Herrn einen rohen Eindruck, der auf geringe geistige Bildung schließen läßt. Es ist dies von den ungefügigen Recken der Leibwache Theoderichs, die sich auch nach den Sagas nicht immer höfisch benehmen und aus reinem Übermut und Kraftbewußtsein den Rosengarten König Laurins zerstören, nicht gerade anders zu erwarten. Die Mäntel tragen sie in derselben Weise, wie wir es beim Standbild ihres Herrn sahen, auf der rechten Schulter zusammengerafft. Eine ehemals dort angebrachte Spange ist vielleicht mit besseren Steinen verziert gewesen und darum abgeschlagen worden. Ebenso sind ihnen die Nasen abgehauen. Sie teilen also mit ihrem Herrn das Schicksal, daß sie erst absichtlich beschädigt, dann aber zur Wahrung des Gedächtnisses sorgfältig aufgestellt und eingemauert worden sind, und zwar stehen sie auf dem der Leibwache zukommenden Platze am Eingange zum Herzogs- oder Dogenpalast. Bei späterer Gelegenheit werden wir sehen, daß es der Leibwache auch wohl einmal zukam, ein etwa von ihrem Herrn ausgesprochenes Todesurteil sofort an Ort und Stelle zu vollziehen. Doppelt passend erscheint darum die Aufstellung solcher Leibwächter an einer Gerichtsstätte.

Die Beine der Recken sind offenbar mit einer enganschließenden Beinbekleidung, wie sie auch die heiligen drei Könige in Theoderichs Hofkirche³⁵⁾ tragen, bedeckt, so daß man die Muskulatur nicht sieht. Die großen Kopfaufsätze können nur dazu gedient haben, um über sie weite Helme, die wahrscheinlich von Bronze gefertigt waren, zu setzen und dieselben auf diese Weise zu befestigen. Unter den mittelalterlichen Helmen wurden die sog. Harnaschkappen getragen, die das Scheuern und Drücken der Helme verhindern sollten. Der Rand dieser Kappen setzt sich hier als scharfe Linie über den Stirnen ab, die Schläfen sind anscheinend noch durch besondere Bäusche gegen das Scheuern des Helmes, vielleicht auch gegen Verwundung, geschützt. Die vom Helm bedeckten Teile der Köpfe, das Haar, der Hinterkopf und auch die genannten Bäusche zeigen keine weitere Bearbeitung, dagegen sind die Ohren sorgfältig ausgearbeitet, wodurch sich ergibt, daß diese zu sehen waren und die Helme also besondere Ausschnitte für die Ohren zeigen mußten. Die Recken mußten im Kampfe doch hören können.³⁶⁾ Helme dieser Art, die also im Verhältnis zum

35) Jahrg. 1914, S. 278.

36) Auch bei römischen Metallhelmen ist dafür gesorgt, daß die Ohren frei liegen. Das Loch hierfür ist dann wieder nach hinten durch einen Metallstreifen eingefast, um die Ohrmuschel gegen Abhauen zu schützen; vgl. Die Modelle römischer Krieger auf der Saalburg und in anderen Museen.



Abb. 11. Säulenkapitell aus San Lorenzo fuori le mura in Rom.

Körper und dessen Panzerung sehr groß sind, und die Ausschnitte für die Ohren zeigen, finden sich an einigen Kapitellen der Kirche S. Lorenzo fuori le mura in Rom vor, wo vielerlei Reststücke anderer Bauten wieder verwendet worden sind. Sie sind in Text-Abb. 11 dargestellt, woselbst auch die Zusammenlegung zweier ganz verschiedenen Architravstücke auf demselben Kapitell ersichtlich ist. Das Kapitell soll später als ein Rest aus dem sagenhaften Dietrichsbade Theoderichs des Gr. in Rom nachgewiesen werden, und es kann im übrigen auf dasselbe hier nicht näher eingegangen werden. Stellt man sich die Porphyrgesellen in Venedig mit solchen



Abb. 12. Die vier Porphyrbildnisse an der Markuskirche in Venedig.

Helmen, die im Vergleich zu den darunter befindlichen Lederkollern von gewaltiger Größe sind, ausgestattet vor, so werden einem die unförmigen großen Kopfaufsätze erklärlich, als zum Halten dieser Helme in Bronze erforderlich.

Wenn die Recken sich im übrigen zu je zweien freundlich umarmen, so mag dies angeben, daß sie zu je zweien zum Zusammenstehen in jeder Not und Gefahr sich verbunden hatten wie Hagen und Volker, oder daß sie nach altgermanischer Sitte sogar Blutsbrüderschaft getrunken hatten und daher auf das engste in Frieden und im Kriege verbunden waren. So finden wir in der oben gegebenen Aufzählung der Gesellen Dietrichs in der Saga auch immer je zwei Gesellen zusammen genannt. Sonderbar wirkt auf jeden Fall das friedliche Umfassen mit der einen Hand, während die andere den Schwertgriff fest gepackt hält und der Ausdruck des Gesichts sowie der Augen nicht im mindesten von milderer Empfindungen spricht. Es war offenbar Pflicht der Leibwache wie oben schon gesagt ist, was auch die rechte Hand tat, doch nie die Linke vom Schwertgriff zu lassen und stets scharfen Auges jeden Nahetretenden zu mustern. Auch bei diesen Standbildern sind die Bewegungen und die Handlung wieder geschickt erfunden, um die Körper bewegt erscheinen zu lassen, während dabei doch weder Hand noch Fuß, weder Schwertknauf noch Scheidenendigung in dem brüchigen Werkstoff zu weit freistehend ausgearbeitet worden sind. Aus demselben Grunde, um Freistehendes zu vermeiden, legt sich auch der Mantel hinten dicht an die Beine und um diese herum, was beim ersten Anblick nicht gerade geschickt erscheint.

Die vier Gesellen sind zu je zweien einer runden zylindrischen Fläche von bedeutendem Durchmesser angearbeitet, während an dem Gesims unter ihnen die Formen ins Rechteckige übergehen. Sie werden daher am Unterbau eines Denkmals ihres Herrn und als dessen Wächter angebracht gewesen sein. Dazu paßt ihr Maßstab sehr gut, denn sie sind unter Lebensgröße etwa anderthalb Meter hoch gehalten, während das Bild des Königs, wie oben bereits erwähnt wurde, in Lebensgröße oder etwas darüber ausgeführt ist. Der Zusammenhang zwischen den genannten Standbildern wird ferner außer durch den gleichen Werkstoff noch dadurch erwiesen, daß gewissermaßen ein gemeinsamer Gedanke alle fünf Figuren beherrscht. Wenn der König in ruhiger Haltung dargestellt ist, aber jeden Augenblick bereit, das Schwert schnell zu ziehen, so klingt dieser selbe Gedanke in den Gestalten seiner Leibwächter noch kräftiger durch. Man denke sich die Stirn der Wächter wieder beschattet durch den weit vorspringenden Bronzehelm mit Stierhörnern und darunter scharf die Augen hervorblickend, während die unbearbeiteten jetzt unangenehm auffallenden Teile am Hinterkopf und den Haaren verschwinden, so wird man diese Gestalten wohl als gute Denkmalhüter und das ganze Werk als einheitlich und gut entworfen betrachten dürfen. Über den geistvollen Entwurf des Theoderichdenkmals in Bronze, das Karl der Gr. als vorzüglichstes Denkmal Italiens aus Ravenna fortbringen und nach Aachen übertragen ließ, lese man Bock, Bonner Jahrbücher Jahrg. 1844 nach. Der König war hier zu Pferde mindestens in Lebensgröße dargestellt in gotischer Volkstracht und in dem Augenblicke, da er als uraltes Zeichen der Besitzergreifung seinen Speer über die Grenze hinweg auf italisches Gebiet schleudert.

Die Grenze war bezeichnet durch den Grenzfluß, die am Sockel lagernde Gestalt des Isonzo.³⁷⁾ Es sei hier auch des Denkmals des Kaisers Otto des Gr. auf dem alten Markt in Magdeburg aus dem 13. Jahrh. als eines späteren mittelalterlichen Gegenstückes zum oben beschriebenen Werke gedacht. Bei diesem halten auch vier gerüstete, kampfbereite und helmtragende Ritter als Begleiter ihres Herrn am Denkmalsockel Wacht. So weit ich mich erinnere, halten auch sie die Hand am Schwert oder am Dolch.

Sehr wohl möglich ist es auch, daß der Porphyristatue des Königs der Säulenstumpf aus demselben Werkstoff unmittelbar als Sockel gedient hat, welcher jetzt in umgekehrter Stellung, das stärkere Ende nach oben, den eigentlichen Kern des Bannsteines bildet. Dann wären also die Urteilssprüche des venetianischen Richters von derselben hoch angesehenen Säule aus verkündet, die früher dem Bild des Vorgängers der venetianischen Richter als Standplatz gedient hatte.

Die Behandlung des Gerichtsplatzes der Venetianer mit seinem Zubehör an Standbildern und Pfeilern hat uns daher zu demselben Ergebnis gebracht, wie früher die anderer von Theoderichs Bauten nach der Markuskirche übertragener Bauteile, daß nämlich die Venetianer diesen König gewissermaßen als Vorgänger ihrer Richter, Tribunen und Herzöge (Dogen) oder man kann auch sagen als Patron der Republik Venedig betrachtet haben müssen. Theoderich oder Dietrich von Bern wird nun in den Sagen vielfach als Drachentöter gefeiert. Sein Name wird nicht nur Theodericus oder Theodoricus, sondern vielfach auch Theodorus geschrieben. Z. B. schreibt Gregor von Tours diesen Namen niemals anders.³⁸⁾ Nun ist aber allgemein bekannt, daß vor dem heiligen Markus ein Theodorus der Schutzpatron von Venedig gewesen ist. Eine Theodorskapelle ist zur Markuskirche umgebaut worden, als die Gebeine, die als diejenigen des heiligen Markus angesehen wurden im Jahre 828 von Alexandria nach Venedig übertragen wurden, und eine Theodorskapelle wird daher innerhalb des Baues der Markuskirche von vielen immer noch gesucht, ohne daß sie bis dahin gefunden worden wäre. Dieser frühere Patron Venedigs Theodor ist ferner in dem aus dem Jahre 1319 stammenden Standbilde auf der Piazzetta als Besieger eines krokodilähnlichen Drachens, auf dem er steht, also als Drachentöter abgebildet. Er ist bartlos dargestellt, und die Haare über der Stirn sind ihm nach einer geraden Linie abgeschnitten. Der Gotenkönig Theodor oder

37) In der Bibliothek des Vatikans in Rom sind zwei alte Porphyrsäulen zur Renaissancezeit wieder verwendet, denen je zwei Kriegerbilder, die große Ähnlichkeit mit den venetianischen aufweisen, aber bedeutend kleiner sind, einschließlich der stützenden Fußplatten angearbeitet sind. Da man annimmt, daß die Säulen vom Konstantinsbogen in Rom entnommen seien, hat man die Bilder als diejenigen der Söhne Konstantins bezeichnet und hiernach wohl den venetianischen den gleichen Namen gegeben. Andere nennen aber die römischen Bilder Arkadius und Honorius, und wieder andere behaupten, daß die venetianischen mit den besprochenen beiden Pfeilern zusammen aus Accon stammten. Auf alles dieses kann hier nicht eingegangen werden. Ich sehe die ähnlichen römischen Bilder als gleichfalls von einem Theodorichdenkmal stammend oder als Wiederholungen und Nachahmungen der venetianischen an. Theoderich hat Denkmäler von sich auch in seiner Hauptstadt Rom oder Romaburg aufstellen lassen, wie wir bei späterer Gelegenheit sehen werden.

38) Vgl. Förstemann a. a. O. Gregor lebte kurze Zeit nach Theoderich von 540 bis 594.

Theoderich der Gr. und derjenige Theodor, der in Venedig als Patron und Vorgänger des heiligen Markus verehrt und abgebildet wird, weisen daher verschiedene, teils mehr, teils weniger wichtige sonderbar übereinstimmende Züge auf.

Welche Bewandnis es mit diesen übereinstimmenden Zügen hat, wird demnächst näher zu prüfen und aufzuklären sein, wenn einerseits die Theodorskapelle, der älteste und bisher noch niemals als solcher erkannte Teil der Markuskirche, und andererseits das Grabmal Theoderichs in Ravenna, das jetzt in beiden Geschossen vollkommen leer steht, behandelt werden wird. An dieser Stelle erscheint es zunächst notwendig, noch einige andere mittelalterliche Gerichtsstätten, die ähnliche Ausstattungen wie die venetianische zeigen, in möglichster Kürze zum Vergleich heranzuziehen, da derartige Gerichtsplätze im Schrifttum bis dahin wohl noch kaum Behandlung gefunden haben und meistens auch gar nicht als solche erkannt worden sind.

An den Anfang sei hier eine Gerichtsstätte gestellt, die in den vorhandenen Überlieferungen noch ausdrücklich als eine solche bezeichnet ist, diejenige an der St. Gereonskirche in Köln. Dieses, jetzt kirchliche Gebäude, das ursprünglich nur als Basilika ohne Angabe irgend eines Heiligennamens dabei im Schrifttum genannt wird, von dem man also nicht weiß, welchem Zwecke es ursprünglich gedient hat, ist bekanntlich auf dem länglichrunden, zehneckigen Grundriß eines älteren Gebäudes aufgeführt, der, wie schon vielfach aufgefallen ist, sehr an den des sogenannten Tempels der Minerva Medica in Rom erinnert, desselben Gebäudes, das später als Prunkraum der Badeanlage Theoderichs des Gr. in Rom nachgewiesen werden soll. Meistens nimmt man an, daß die unteren, noch vom ursprünglichen Bau stammenden Teile des Kölner Gebäudes der Römerzeit angehören. Bewiesen ist dies aber nirgends, und sie können ebensogut zur Zeit der fränkischen Könige, die zum Teil in Köln ihren Herrschersitz hatten, entstanden sein.³⁹⁾ Diese fränkischen Könige schließen sich der Zeit nach unmittelbar an die Herrscherzeit Theoderichs des Gr. an und hatten zum Teil, worauf oben schon hingedeutet worden ist, verwandtschaftliche und sonstige Beziehungen zu diesem Fürsten.

Die jetzige Gereonskirche zeigt nun auf der Westseite eine mehrfach umgebaute Vor- und Eingangshalle, im Mittelalter „unter den Hufen“ genannt, in der nach der Überlieferung das Gereonsstift seine Gerichtssitzungen abhielt. Unmittelbar an dieser Vorhalle befand sich in einer Mauerische die hochangesehene Gerichtssäule von Granit, die erst von den Franzosen im Jahre 1794 entführt und seitdem überhaupt verschwunden ist. Höchstens stammen noch einige an Ort und Stelle vorhandene Trümmer und eine eingemauerte Fußplatte von dieser Säule. In der zugehörigen Basilika ließ sich der Frankenkönig Theoderich II. von den Großen des Reichs huldigen, nachdem er (612) bei Zülpich seinen Bruder Theodebert geschlagen hatte, der in der Schlacht fiel. Nach der Überlieferung soll dann Theoderich wegen dieser Tötung seines Bruders von unsichtbarer Hand

39) Rahtgens, Die kirchlichen Denkmäler der Stadt Köln, Düsseldorf 1911, spricht sich gleichfalls dahin aus, daß die ältesten Mauerreste nicht römischen Ursprungs sind, sondern von einem Erneuerungsbau der merowingischen oder gar der karolingischen Zeit stammen. Die folgenden Angaben über St. Gereon sind gleichfalls durch Rahtgens Werk belegt.

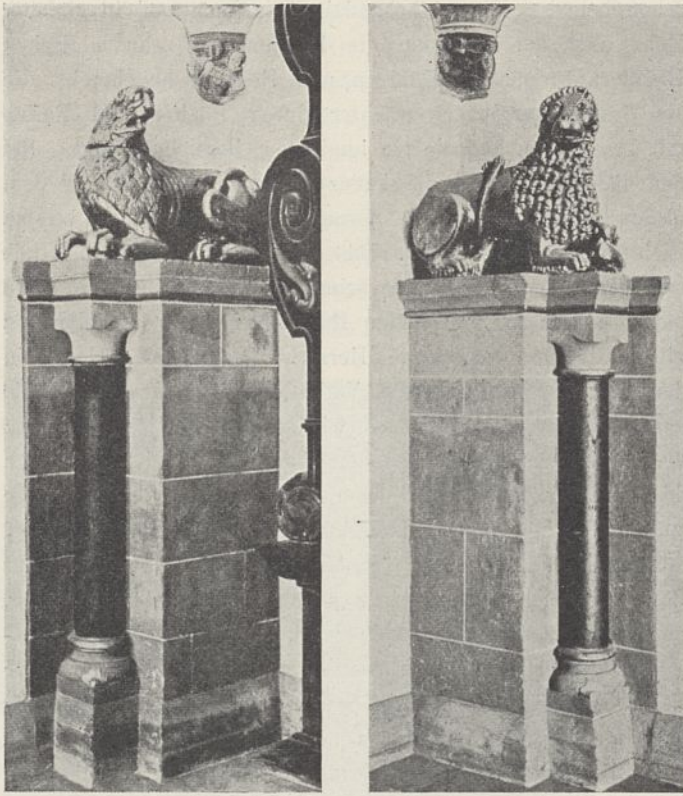


Abb. 13. Die Gerichtslöwen in der Vorhalle von St. Gereon in Köln.
(Nach H. Rathgens, Die kirchlichen Denkmäler der Stadt Köln, aus Clemens,
Die Kunstdenkmäler der Rheinprovinz, Bd. 7, Abt. 1.)

an dieser heiligen Säule erschlagen worden sein. Geht schon hieraus der hohe Ruf dieser Gerichts- oder Bannsäule in den frühesten Zeiten hervor, so wird er weiter bestätigt durch die Angaben in der ersten lateinischen Fassung der deutschen Tiersage, dem Reinardus vulpes, der aus dem 12. Jahrhundert stammt. Isegrim muß bei dieser schrecklichen Säule, derengleichen weder Rom noch Jerusalem besitzt, einen hohen Eid schwören,⁴⁰⁾ und es wird hier auch hervorgehoben, daß diese Säule zweierlei Art besitze, je nachdem ein Gerechter oder ein Übeltäter an sie herantrete.⁴¹⁾ Was wir oben aus den Bildern der Greifen in Venedig herauslasen, daß die Macht der Gerechtigkeit sich in zweierlei Weise kundgibt, daß sie den Gerechten schützt und den Schuldigen vernichtet, finden wir also bei dieser Säule einmal in Worten ausgedrückt.

Auch die beiden Gerichtslöwen fehlen in dieser Vorhalle nicht, und nirgends ist sonst die verschiedene Art dieser Sinnbilder so deutlich in ihrem Äußern gekennzeichnet wie hier. Der eine (Text-Abb. 13), sehr altertümlich gezeichnet, sieht grimmig und streng aus. Mit den Tatzen scheint er eben etwas zu Boden geschlagen zu haben, was er noch niederhält. Man findet sich durch sein Äußeres erinnert an die Vorschriften in alten deutschen Gerichtsordnungen, welche besagen: Es soll der Richter auf seinem Richterstuhle sitzen wie ein griesgrimmiger Löwe, den rechten Fuß über den linken schlagen usw. Der andere Löwe legt dagegen wieder seine Tatzen schützend um ein friedlich daliegenes Lamm und zeigt im Gegensatz zum ersten einen so leutseligen und

40) *Terribilem sancti Gereonis in aede columnam, Cui nec Roma parem nec Jerosolma tenet.*

41) *Praecipue sancti Gereonis in aede columnam, Dispariter stantem sontibus atque piis.*

freundlichen Gesichtsausdruck, daß man sich wundern muß, wie es dem Künstler gelungen ist, so viel menschliches Empfinden in einen Löwenkopf hineinzulegen. Die beiden Löwen entstammen übrigens, wie dies auch Rahtgens hervorhebt, verschiedenen Zeiten, der erste wird der romanischen, der zweite der gotischen Stilzeit zuzuschreiben sein.

In bezug auf den, den Rechtsschutz kennzeichnenden Löwen sei hier im allgemeinen noch bemerkt, daß die Erfindung eines derartigen Sinnbildes vielleicht Theoderich dem Gr. selbst zuzuschreiben sein wird, da wir schon manches sehr sinnvoll Erfundenes gerade an seinen Bauten kennen lernten, und da der amtliche Rechtsschutz Bedrohter auf deren Wunsch oder die Tution gerade unter Theoderich auf das wirksamste vom Herrscher und Richter wahrgenommen wurde. Mommsen⁴²⁾ hebt dies ausdrücklich hervor, wenn er sagt: „Tatsächlich tritt das Selbstregiment des germanischen Fürsten hier [bei der Tution] wie überhaupt in der Rechtspflege [Theoderichs des Gr.] mit einer Wuchtigkeit auf, zu welcher kein Kaiser, auch Justinian nicht, die Parallele bietet.“ Wenn bei den Resten aus Theoderichs Bauten ferner nicht nur Löwen, sondern auch Greifen als Sinnbilder für die ausübende Macht der Gerechtigkeit auftreten, so mag dies daran liegen, daß die Goten auf ihrer Wanderung, bevor sie in westlichere Gegenden und nach Italien kamen, sich längere Zeit in der Gegend des Schwarzen Meeres, des Pontus, angesiedelt hatten, und daß die Greifen, wie dies Strzygowski gelegentlich anführt, von jeher eine Lieblingsdarstellung der pontischen Kunst bildeten.

Ein weiteres Beispiel für die Anordnung einer Gerichtsvorhalle oder -laube vor einer Kirchentür gibt das Portal der Kirche San Zeno in Verona (Abb. 3 Bl. 42). Theoderich hatte in dieser seiner Lieblingshauptstadt diesem Heiligen schon eine Kirche erbaut. Die hier gegebene Schauseite mit Vorhalle gehört aber nicht diesem, sondern einem jüngeren im 11. und 12. Jahrhundert an derselben Stelle errichteten Gotteshause an, zu dessen Schauseite viele ältere Teile und unter diesen gewiß auch solche aus Theoderichs Kirche wieder verwendet worden sind. Die Säulen des Vorbaues werden von zwei Löwen getragen, die auch hier wieder Tiere unter den Pranken halten. Ob nun hier und in den folgenden Fällen stets beide Richtungen der Rechtsstätigkeit oder nur die strafende, die doch immerhin die am meisten in die Augen fallende ist, zur Darstellung gelangt sind, mag dahingestellt bleiben. Die vier unteren Reliefs rechts und links neben dem Tor stellen Bilder aus dem Leben Theoderichs dar und sind teilweise durch Beischriften erklärt. Auf dem ersten Bilde rechts reitet Theoderich ein Horn blasend und von einem Bracken begleitet, jagend dem auf dem nächsten Bilde dargestellten Hirsche nach, der von zwei großen Hirschhunden verfolgt und gepackt wird. Links stößt ein Kämpfer einen andern nieder, und zwei Ritter reiten im Kampfe gegeneinander. Auf den Reliefs darüber folgen dann biblische Darstellungen aus der Schöpfungsgeschichte und von Christi Geburt und Tode. Schon aus diesen wenigen Beispielen ist die Zusammensetzung ursprünglich nicht zusammengehörender älterer und neuerer Teile an diesem Portal ohne weiteres ersichtlich. Die Löwen

42) Mommsen, Ostgotische Studien.

gehören nach ihrer strengen und schönen Behandlungsart offenbar zu den ältesten Bauteilen und zeigen ganz die Kennzeichen grimmiger Gerichtslöwen. Ob sie nun als solche nur an ihrem ursprünglichen Standort oder auch vor der jetzigen Kirchentür gedient haben, mag dahingestellt bleiben. Unmittelbar neben der Kirche befinden sich die Reste alter Wehr- und Schloßbauten sowie einer Benediktinerabtei, in der die deutschen Kaiser bei ihren Römerzügen wohnten. Die Nachbarschaft und der stille vor der Kirche gelegene



Abb. 14. Vom Gewände des Domportals in Verona.

Platz lassen daher diese Stätte für einen Gerichtsplatz sehr geeignet erscheinen und es ist wohl anzunehmen, daß hier auch Gericht abgehalten worden ist.

Eine ganz ähnliche Vorhalle, die auch dem 12. Jahrhundert entstammt, findet sich in Verona vor der Westseite des Domes. Hier tragen zwei altertümliche Greifen die Säulen der Vorhalle (Abb. 2 Bl. 42). Sie haben als Sinnbilder des bestraften Bösen wieder irgendwelche Tiere unter ihren Tatzen. Wenn wir an der venetianischen Gerichtsstätte die Bilder der Leibwächter oder Paladine Theoderichs des Gr. vorfanden, so sind hier hinter den Haupttragesäulen des Vorbaus am Türgewände die Bilder der beiden sagenberühmten Paladine Karls des Gr., Rolands und Olivers, das bloße Schwert in der Hand haltend und durch Beischriften gekennzeichnet angebracht (Text-Abb. 14). Rolands Bild tritt hier wohl zum ersten Male an einer Gerichtsstätte auf. Zu seinen Füßen ist, so gut es dem lombardischen Künstler des 12. Jahrhunderts in seiner Ungeschicklichkeit eben möglich war, als Sinnbild des niedergeworfenen Schlechten ein Drache angedeutet. Daß bei diesem Roland die Ringpanzerung nur am linken Beine bis zum Fuß herunterreicht, findet sich

schon bei v. d. Hagen behandelt.⁴³⁾ Annähernd in gleicher Höhe sind am Gewände die Figuren von zehn biblischen Richtern, Propheten, Königen und Heiligen angebracht, die als Gesetzgeber oder -wächter durch Bücher und Rollen mit Inschriften, auf die sie hindeuten, bezeichnet sind. Bei den Paladinen steht die kennzeichnende Inschrift auf dem bloßen Schwert. Wenn ferner Theoderich über seinem Richtersitze in Pavia sein Bild zu Pferde und in S. Vitale sein eigenes und dasjenige seiner Gattin anbringen ließ, so hat sich hier in den beiden Rundbildern auf dem Türsturz gleichfalls der betreffende Herrscher mit seiner Gemahlin darstellen lassen.⁴⁴⁾ Diese Vorhalle, die übrigens wie die ganze Westfront des Domes wieder aus Architekturstücken verschiedener Zeiten zusammengebaut ist, wird daher nach den geschilderten Darstellungen gleichfalls als Gerichtslaube zu bezeichnen sein, was vielleicht sowohl bei dieser wie bei den anderen Vorhallen für den, der die Geschichte der Bauten und ihrer Umgebung genauer zu verfolgen vermag, noch näher nachweisbar sein wird. Für das Tor als Gerichtsstätte im allgemeinen werden unten noch einige weitere Belege zu geben sein. Die Säulen und Säulchen der Vorhalle des Domes in Verona mögen ferner gleichzeitig ein gutes Beispiel für die Herleitung der mannigfachsten Formen aus der Flechtkunst bieten.

Am Dome von Trient befindet sich gleichfalls eine Vorhalle mit löwengetragenen Säulen, diejenige von der Pfarrkirche in Bozen, die allgemeiner bekannt sein dürfte, ist in Text-Abb. 15 wiedergegeben. Der Löwe rechts hält hier einen Drachen unter den Tatzen. Diese drei Städte, Verona, Trient und Bozen gehörten sämtlich dem Reiche Theoderichs an und zeigen also in der Bevölkerung gotischen oder ostgermanischen Einschlag. Dasselbe gilt von ganz Dalmatien einschließlich der Stadt Trau, deren schöne Domvorhalle, dem 12. Jahrhundert angehörend, in Text-Abb. 16 wiedergegeben ist. Löwen tragen auch hier wieder die Seitengewände der Tür, und es ist aus der Abbildung gut ersichtlich, wie der eine mit der Tatze den Kopf eines Drachens niederhält. Darüber sind Adam und Eva dargestellt, die an einem Gerichtstore wohl als passende Hindeutungen dafür anzusehen sind, wie die Sünde zuerst in diese Welt Eingang fand. So sind auch am Dogenpalast in Venedig an der südwestlichen Ecke, die an der Piazzetta der nordwestlichen mit dem Urteil Salomos entspricht, als Gegenstück zu diesem Adam und Eva mit der Schlange und dem Apfel

43) Reisebriefe in die Heimat aus Deutschland, der Schweiz und Italien, Breslau 1818—1821. Leider können hier vielfach nur ältere Werke angeführt werden. Für germanische Frühzeit in Italien und für die Helden der deutschen Sage hatte man in Deutschland nach den Freiheitskriegen ein lebhaftes Interesse, wie v. d. Hagens Schriften beweisen. Inzwischen ist dies Interesse sehr erkaltet, und der Italienfahrer beachtet im allgemeinen nur die Werke der römischen Kaiserzeit und der Renaissance. v. d. Hagen ist für die Allgemeinheit ein unbekannter Schriftsteller geworden, und man liest für die Reise höchstens Burckhardts Cicerone, Gregorovius' Werke und ähnliches. Mothes und Haupt machen eine rühmliche Ausnahme hiervon.

44) Verona stand im Mittelalter lange Zeit unter der Herrschaft der Skaliger, die sich nach Peringskiöld der Abkunft von König Theoderich rühmten. Der Name Skaliger hat ganz gotischen Klang (Aliger, Bruder des Heldenkönigs Tejas und nach dessen Tode Führer der Ostgoten), wenn er auch im späteren Mittelalter mit scala, Leiter, in Verbindung gebracht wurde und die Familie danach Wappenzeichen und anderen Namen (della Scala) annahm.

abgebildet. Auf der dritten sichtbaren Ecke des Dogenpalastes (die vierte Ecke tritt wegen des Zusammenbaues mit Zubehörteilen der Markuskirche nicht in die Erscheinung, liegt auch nur an einem kleinen wenig befahrenen Seitenkanal) findet sich eine andere Darstellung der Sünde, die zugleich aber auch das Gute dem Bösen gegenüberstellt, der trunkene Noah, der von seinen beiden guten Söhnen mit abgewendetem Antlitz zugedeckt wird, woran sich der dritte ungeratene, später durch Noahs Fluch und das Geschick bestrafte grinsend nicht beteiligt (1. Mos. 9, 21 ff.)

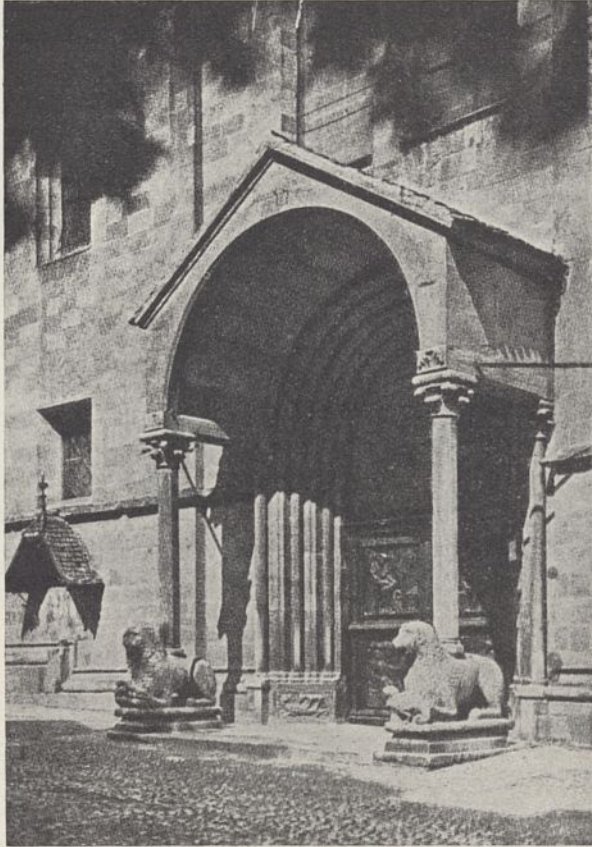


Abb. 15. Portal der Pfarrkirche in Bozen.

In Modena ist bei einem ähnlichen Löwenportale des Domes als Sinnbild für die bestrafte Schuld Absalom gewählt, der am Baume hängend von Joab getötet wird, ferner die Sintflut, die durch die auf den Wassern schwimmende Arche Noahs bezeichnet ist. Die Bestrafung Adams und Evas durch die Austreibung aus dem Paradies ist hier ferner ausführlicher in mehreren Szenen geschildert.

Beim Löwenportal des Domes in Ferrara, das den Veroneser Portalen sehr nahe steht und von denselben Meistern des 12. Jahrhunderts, Nikolaus und Wiligelmus, stammt, ist auf dem Rundbogenfelde über der Tür ein Erzengel Michael oder ein heiliger Georg dargestellt, der einen Drachen niederstößt, wieder ein geeignetes Sinnbild für die Bestrafung der Sünde und des Schlechten.

Als ein besonders schöner und passender Schmuck für eine Kirchentür, die zugleich als Richterplatz dient,⁴⁵⁾ ist ferner die Darstellung des jüngsten Gerichts zu bezeichnen, wie sie sich unter anderen auch am laubenförmig ausge-

45) Bei allen geschilderten Kirchentüren sind natürlich Nebenportale vorhanden, welche die Kirche auch während der Gerichtssitzung zugänglich erhalten.

bildeten Portale der Kirche St. Trophime in Arles vorfindet (Abb. 1 Bl. 42). Denn das jüngste Gericht bildet nicht nur an sich ein schönes Vorbild für ein irdisches Gericht, sondern wenn durch die Darstellung von Adam und Eva angegeben ist, wie die Sünde in die Welt zuerst hineinkam, so zeigt das jüngste Gericht dagegen die Sühnung, nach welcher kein Böses mehr in der Welt vorhanden sein wird. Die später häufige Zusammenstellung dieser beiden Gegenstände, Adams und Evas, sowie des jüngsten Gerichts an den Kirchenportalen, die man bisher nur als Sinnbilder für An-

fang und Ende deutete, dürfte auf diese Weise noch einen tieferen Sinn gewinnen. In Arles ist auf dem Felde über der Tür Christus als Weltrichter, umgeben von den Zeichen der vier Evangelisten, wie die Offenbarung Johannis schildert, dargestellt. Zu seinen Füßen befinden sich auf dem Türsturz die zwölf Apostel. Von ihnen links sitzt Abraham mit den Seelen der Seligen im Schoß, die selbst in langer Reihe, zuerst die Männer und dann die Frauen, von dieser Seite her, also von der rechten Seite des Erlösers, heranschreiten. Auf der gegenüberliegenden



Abb. 16. Portal des Domes in Trau.

linken ziehen dagegen die zur Hölle Verdammten durch eine lange Kette gefesselt und zusammengebunden nach ihrem Verdammungsorte ab. Die sitzende Figur, die das Gegenstück zu Abraham darstellt, ist wohl irgendein Höllenrichter.⁴⁶⁾ Darunter folgen dann zwischen den Säulen die großen Gestalten von Propheten und Heiligen, die Gesetzbücher in der Hand halten. Unterhalb dieser Gesetzeswächter liegen dann wieder auf den beiden Seiten der Pforte und diese nochmals als Gerichtsstätte kennzeichnend die uns bekannten Gerichtslöwen, die ihre Opfer unter den Tatzen halten.

Arles war die Hauptstadt des arrelatischen oder cisjuranischen burgundischen Königreiches — nicht zu verwechseln mit dem weiter nördlich gelegenen Herzogtum Burgund —,

46) Vieles von diesem Portal ist zum Dome von Bamberg übernommen. Der Künstler des Portals in Bamberg muß wohl in Arles gelernt haben, denn hier ist die Darstellung vollzähliger und folgerichtiger durchgeführt. An spanischen Kirchen findet man für ähnliche Portale vielfach nicht den Namen Gerichts-, sondern Verzeihungs- oder Gnadenpforte (puerta del perdone), ein Name, der vielleicht ähnliches ausdrücken, dabei aber doch die milde Seite der Richtergewalt besonders hervorheben soll. Auch die Notre-dame in Paris zeigt ein Portail du jugement mit der Darstellung des jüngsten Gerichts.

und es hatten sich hier sowie in der ganzen Ebene der Rhone und Saone die Burgunder nach vielen Wechselfällen des Schicksals niedergelassen. Eine Zeitlang gehörte die Stadt auch zu Theoderichs des Gr. Reich, wie verschiedene Schreiben von ihm bezeugen.⁴⁷⁾ Im Jahre 1033 kam das arelatische Königreich ans deutsche Reich, und 1178 wurde Barbarossa in der Kirche St. Trophime als König des Burgunderreiches gekrönt. Da die Erbauung des besprochenen Portals zwischen 1140 und 1180 angesetzt wird, so hat Barbarossa es wohl bei seiner Krönung durchschritten und hier vielleicht auch zu Gericht gesessen. Das vor der ganz kahlen Kirchenfassade stehende Portal ist eine hervorragende Kunstleistung.

Noch schöner und geradezu vollendet ist das ähnliche, aber dreifache Kirchenportal in dem Arles benachbarten St. Gilles (St. Ägidius) zu nennen (Text-Abb. 17 und 18). Der Blick in die einspringende Ecke des Hauptportals zeigt uns eine Kunst, die sich dem Besten aller Zeiten an die Seite stellen kann. Die Gestalten mit den Gesetzbüchern in der Hand, auf die sie hinweisen, sind durchweg vor allem auch in der feingefalteten Gewandung herrlich gearbeitet. Die Gerichtslöwen darunter halten teils Menschen, teils Drachen unter ihren Tatzen, als hätten sie sie soeben im Sprunge erhascht und niedergeschlagen. Der Zug der Seligen und der Verdammten ist hier lebensvoller in einzelne Gruppen aufgelöst. Das Blatt- und Rankenwerk zeigt üppigen Reichtum und fügt sich dabei flächig und ruhig dem baulichen Gerüst, ihm sich unterordnend, ein. Vieles in den Einzelformen dieses gleichfalls zwischen 1140 und 1180 entstandenen Portales erinnert schon an die erst etwa 300 Jahre später allgemein einsetzende Wiedergeburt der Künste und des ganzen Geisteslebens. Unwillkürlich fragt man sich, von welchem Volke stammt diese herrliche Kunst? St. Gilles gehört schon zu dem von den Westgoten bevölkerten Aquitanien, und es mögen auch Einflüsse aus dem bepachbarten Burgunderreiche hier tätig gewesen sein. Das Portal spiegelt daher die herrliche Blütezeit der Kunst und jeglicher Geistes- und höfischen Bildung wieder, die sich im tolosanischen westgotischen Reiche vorfand, bevor die Nordfranzosen unter den Kapetingern kurze Zeit darauf, etwa vom Ende des 12. Jahrhunderts an, unter dem Vorwande eines Kreuzzuges gegen die Albigenser hier alles zu Boden schlugen. Wie die Goten von den ältesten Zeiten her nach Jornandes' Bericht⁴⁸⁾ die Taten ihrer Vorfahren unter Begleitung der Zither besangen, so hatte sich hier ein sangesfrohes hochbegabtes Volk niedergelassen, bei dem die Ritter als Trobadore (von *trobare*, finden) nicht nur die Gesänge zum Ruhme des Rittertums, der Vorfahren, der Frauen usw. selbst dichteten, sondern auch die Sangesweisen zu diesen Gedichten erfanden. In den Namen dieser ritterlichen Sänger ist noch überall der germanische Ursprung deutlich erkennbar, die Sprache, in der sie sangen, ist dagegen schon die provencalische, damals *lingua romana* genannt. In dieser Sangeskunst, die bald

47) An ostgotisch-ravennatische Verhältnisse erinnert in der Vorstadt Aliscamps (*champs élysées*) von Arles auch noch die ganz eigenartige Gräberstraße, die aus lauter Sarkophagen besteht und ein Gegenstück nur in den Sarkophagenreihen der Kirche S. Apollinare in Classe bei Ravenna besitzt, worauf schon Gregorovius hingewiesen hat.

48) *Getica* V. 43.

einschließlich der in ihnen enthaltenen höfischen Gesittung dem Rittertum allgemein zum Vorbild diente, spiegelt sich daher ebenso wie in den Kunstformen des Portales von St. Gilles eine schöne Vereinigung germanischen und romanischen Wesens wieder, wie sie sich in Theoderichs des Gr. Bauten und Zeit schon vorfindet, und wie sie dann wieder etwa 300 Jahre später in der Kunst und Bildung der Renaissance allgemein zum Durchbruch kommen sollte. Einer der letzten Herrscher dieses schönen Reiches war Raimund von St. Gilles, Graf von Toulouse, und unter einem gleichnamigen Urenkel, unter Raimund VI. begann der gegen die tolosanische westgotische Gesittung von den Nordfranzosen geführte Vernichtungskampf, der jahrhundertlang andauerte und in dem die Albigenser ausgerottet wurden. Ein Zeugnis von diesem Vernichtungskampf bildet noch bis heute das verödete, vom harten Mistral durchwehte Land, der verkehrsarme Strom, die Ruinenstädte, wie die verlassene in Trümmern liegende Stadt Les Baux bei Arles und die kahlen, nackten Kirchenfassaden, die sich hinter den herrlichen Portalen von St. Trophime und St. Gilles als schlichte Mauern erheben, für die die dürftigste und schlechteste Ausführungsweise gerade noch gut genug erschien. Die dem Lande und Volke eigentümliche bodenständige Baukunst war mit dem Volke selbst zu Boden geschlagen und vernichtet, und wenn später noch etwas gebaut wurde, so geschah es in der von den Nordfranzosen aus der Isle de France und Picardie mitgebrachten Baukunst, die man nun einmal fälschlicherweise Gotik genannt hat und bei der Viollet-le-Duc den innewohnenden „*Calcul et raison*“ nicht genug zu rühmen vermag. Daß dagegen gerade die Kunst Südfrankreichs und der Provence auf die Goten und andere Ostgermanen oder Ostleute — *ostarliuto*, wie es im Hildebrandsliede schon heißt — zurückzuführen ist, findet sich kaum irgendwo anerkannt.⁴⁹⁾ Viollet-le-Duc bezeichnet dementsprechend die Kunst der beiden Portale, da er ihre Herleitung nicht kennt oder nicht kennen will, als griechisch-römisch-syrisch⁵⁰⁾ und bringt sonderbare Gedankenverbindungen vor, um das Auftreten einer derartigen Kunstmischung in Südfrankreich zu erklären.

Man entschuldige diese kleine Abschweifung von unserem eigentlichen Gegenstande. Sie erschien nötig, um dort, wo wir im Anschluß an die Gerichtsstätte und die Gerichtslöwen der Venetianer und Theoderichs des Gr. ähnliche Einrichtungen vorfanden, auf den Einschlag gotischen oder ostgermanischen Blutes in die Bevölkerung und auf die eigene Kunst dieser Völker hinzuweisen.

Schließlich sei nun noch darauf aufmerksam gemacht, daß der Brauch, Gerichtssitzungen im Tore abzuhalten, sich nicht nur bei den Germanen, und zwar anscheinend im wesentlichen nur bei den Ostgermanen wiederfindet, sondern daß dieser Brauch auch schon durch viele Stellen der Bibel für den Orient nachgewiesen ist. Wenn die Ältesten einer

49) Einen Hinweis auf die weite Verbreitung der Ostgermanen habe ich schon in dem Aufsätze in der Denkmalpflege: Über S. Vitale in Ravenna und die Kunst der Ostgermanen, Jahrg. 1915, S. 49–53 gegeben. Die obenerwähnten Gegensätze zwischen den Süd- und Nordfranzosen behandelt ein ausgezeichnete Aufsatz von P. F. Schmidt, Das Land der gotischen Dome, Westermanns Monatshefte Bd. 119, 1. November 1915.

50) *romano — grecque — syriaque*, *Dict. rais. de l'architecture* Bd. VII, S. 419.



Abb. 17. Portal der Kirche in Saint-Gilles.

Gemeinde, sei es zur Aburteilung über ein Verbrechen, sei es zur Feststellung von Verträgen oder von Besitz- und Erbschaftsangelegenheiten, zur gemeinschaftlichen Sitzung zusammentreten, so findet diese im Tore (in porta) statt, wie viele Bibelstellen nachweisen. Unter dem Tore wird man sich nun nicht etwa das Stadttor vorzustellen haben, dieses wäre ein sehr ungeeigneter Platz für eine Gerichtssitzung, sondern die gleichfalls porta genannte Tür des Hauses des Angesehensten unter den Ältesten eines Ortes oder auch des Gutsherrn oder Richters. So ruft Boas im Buche Ruth, als er zur plötzlichen Ansetzung einer gemeinschaftlichen Sitzung über Erb- und Nachfolgeangelegenheiten veranlaßt wird, einen vorübergehenden Ältesten an, er möge zu ihm herauf in das Tor kommen.⁵¹⁾ Zu einer Sitzung im Stadttore würde man nicht hinaufzusteigen brauchen, dagegen führen zur Haustür häufig einige Stufen empor, und es bildet sich hier ein kleiner Vorplatz, auf dem einige Personen, der ganzen Menge sichtbar, sitzen können. Vielleicht beruht der Brauch bei den frommen Ostgermanen daher auf biblischem Vorbild,

51) Vgl. Buch Ruth 4, 1 und 11. Die übrigen auf Gerichtssitzungen im Tor bezüglichen Bibelstellen finden sich: 5. Mose 21, 19. 22, 15. 25, 7. Amos 5, 12 und 15 u. a. — Auch Winer nimmt in seinem vielbenutzten Werke (Biblisches Realwörterbuch, 3. Aufl., Leipzig 1847) ohne weiteres an, daß bei den Gerichtssitzungen nicht von einem Stadttor, sondern von dem eines Hauses oder Palastes die Rede sei. Herrn Dr. phil. Heßel in Koblenz sei auch an dieser Stelle mein verbindlichster Dank für seine Beihilfe bei meinen Arbeiten ausgesprochen.

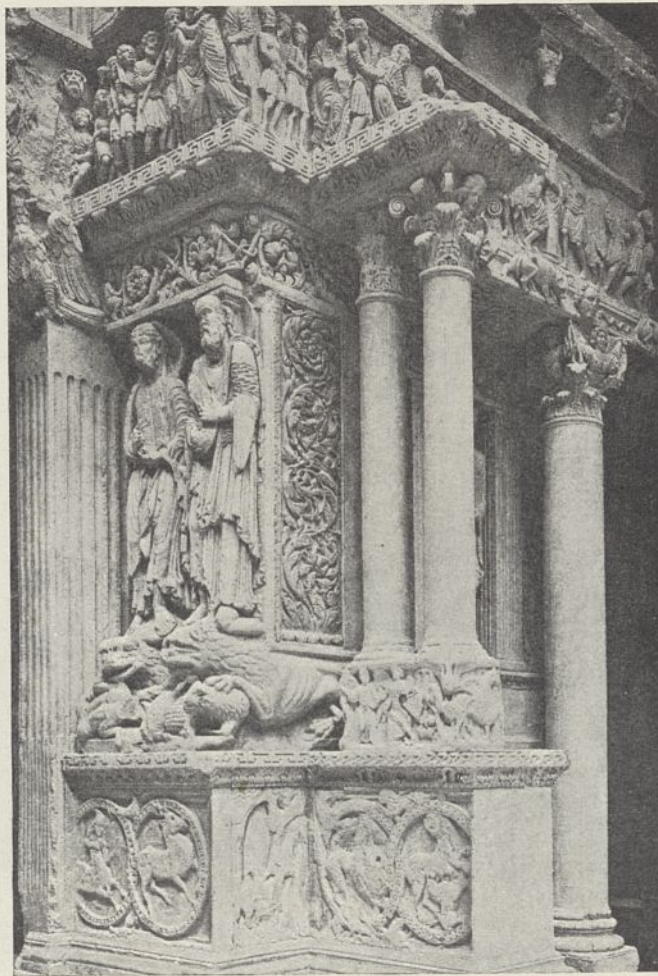


Abb. 18. Vom Türgewände der Kirche in Saint-Gilles.

vielleicht ergab er sich aber auch als natürliche Folge ähnlicher einfacher und patriarchalischer Verhältnisse, wie sie sich bei jedem einfachen Volke aus den frühesten Zeiten her entwickeln werden. An die Stelle des Hauses des irdischen Richters und Herrn trat dann im Laufe der Zeiten das Haus des himmlischen Herrn und Königs, wie die Kirche ja auch als Haus des Herrn oder als *κυριακή* (von *κύριος*, Herr) und als Basilika oder Königshalle (von *βασιλεύς*, König) bezeichnet wird.

Wenn ferner bei den Orientalen für die Regierung der Ausdruck „hohe Pforte“ noch heute im Gebrauch ist, so ist dies, wie mir ein Kenner des Orients versichert, gleichfalls vom ursprünglichen Sitze des Herrschers in seinem Palasttor bei Ausübung seiner Herrscherpflichten abzuleiten. Moscheen und Paläste zeigen dementsprechend im Orient noch bis heute als Hauptschmuckmotiv fast stets eine gewaltige als Vorhalle dienende Türnische, innerhalb deren dann erst die eigentliche kleinere Eingangstür angeordnet ist.

Fast zu weit haben uns die vorstehenden Betrachtungen auf ferner abliegende Gebiete gelockt. Auf eine Behandlung der Gerichts- und Bannsäulen, die uns wohl schließlich von den Standbildern der Gesellen Dietrichs und dem Rolandsbilde an der Domtür in Verona zu späteren mittelalterlichen Rolandsbildern und Gerichtssäulen führen würde, kann daher hier nicht eingegangen werden.

Unser Weg führt uns vielmehr zurück zur Markuskirche und dem Grabmal Theoderichs.

Zimmerwerke des Mittelalters.

(Fortsetzung der Veröffentlichungen im Jahrgang 1893 d. Zeitschr.)

Die Turm- und Dachkonstruktionen der St. Johanniskirche, der St. Michaeliskirche und der St. Nikolaikirche in Lüneburg.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Der religiöse Sinn unserer Vorfahren hat es an Kirchen und kirchlichen Gebäuden in Lüneburg nicht fehlen lassen. Jedoch kamen auch Zeiten, wo die Kirchen, die Klöster und Kapellen durch Kriege und innere Zwistigkeiten Not litten, ja eine sorglosere Nachkommenschaft ließ sie gar verfallen und verschiedene Bauwerke ganz verschwinden.

Lüneburg zählte im 16. Jahrh. nachbenannte Kirchen: 1. St. Johanniskirche, 2. St. Nikolaikirche, 3. St. Lambertikirche, 4. St. Michaeliskirche, 5. St. Cyriacikirche, 6. die Kirche des Klosters Heiligental, 7. die Kirche des Franziskaner Klosters, 8. die Heiligengeistkirche, 9. die Kapelle des kleinen Heiligengeistes, 10. die Gertrudenskapelle, 11. die Antonikapelle, 12. die Kirche der Stiftung St. Nikolaihof vor Bardowick.

Außerdem hatte die Stadt Lüneburg in früheren Jahrhunderten viele Festungstürme, als Tore, Zwinger, Rathaus mit fünf Türmen usw. Zusammen sollen über 100 Türme das Stadtbild belebt haben. Die Abbildungen der Stadt um 1500 und 1654 zeigen die hauptsächlichsten Türme und die starken Befestigungswerke (Abb. 1 u. 3). Die Stadttore, die Stadtmauern mit den Türmen und die meisten

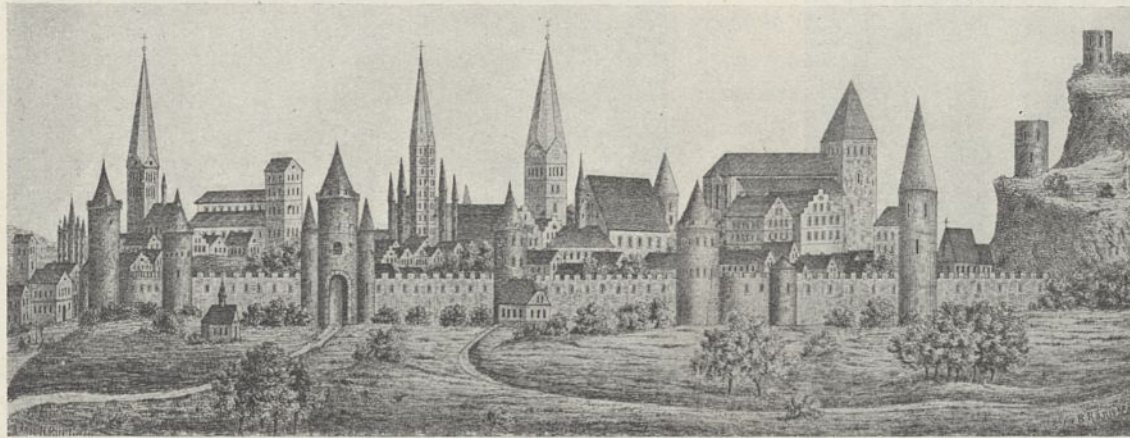
alten Kirchen sind verschwunden. Sie sind teils wegen Bau-fälligkeit, teils zur Erweiterung der Stadt niedergelegt worden. Ein Wall und eine Stadtmauer vor dem Bardowicker Tore sind noch erhalten, ebenfalls noch ein Teil des Kalkberges, auf dem eine Burg gestanden hat. Die außergewöhnlich großen Abmessungen der drei alten noch bestehenden Kirchen, namentlich der Johannis- und der Michaeliskirche, sind wohl auf den Einfluß der damaligen Kirchenfürsten und der regierenden weltlichen Machthaber zurückzuführen. Sankt Johanni war Archidiakonatskirche. Sie gehört zu den bedeutendsten größten Bauwerken des ganzen nördlichen Deutschlands. In den Abmessungen wird sie wohl kaum von einem der nord-deutschen Dome übertroffen.

Der folgende Aufsatz soll nicht von den Kirchen und deren Geschichte, sondern von den Konstruktionen der Türme und der Kirchendächer handeln. Der Wichtigkeit wegen sollen einige Erläuterungen den jeweiligen Konstruktionsbeschreibungen vorausgehen.¹⁾

Der Turm der St. Johanniskirche (Abb. 5 bis 7).

Der Ursprung der Johanniskirchen-Gemeinde ist in das 9. Jahrhundert zu setzen. Die früheste urkundliche Nachricht zur Baugeschichte der Kirche stammt aus dem Jahre 1297. Der Turm wird gelegentlich der Erbauung einer Kapelle zuerst 1319 erwähnt. 1384, 13. Dez., ist von Ausgaben für

1) Vgl. hierzu: Die Kunstdenkmäler der Stadt Lüneburg, bearbeitet von Franz Krüger und Dr. Wilh. Reinecke Hannover 1906.



- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|-------------------|-----------------|------------------------|---------------|----------------|----------------|--------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 1. Lüneer Tor | 2. Altenbrücker Tor | 3. Salzwasserturm | 4. St. Johannis | 5. Kloster Heiligental | 6. Krämerturm | 7. St. Antonii | 8. St. Nikolai | 9. Bardowicker Tor | 10. Rathaus | 11. Goldschmiedeturm (der „Dränger“) | 12. St. Lambert | 13. Marienkloster | 14. Der „Springer“ | 15. Der „alte halbe Zwinger“ | 16. St. Michaeliskloster | 17. Das Springintgut | 18. St. Cyriaci | 19. Der Kalkberg. |

Abb. 1. Lüneburg um 1500. Ansicht von der Nordseite.

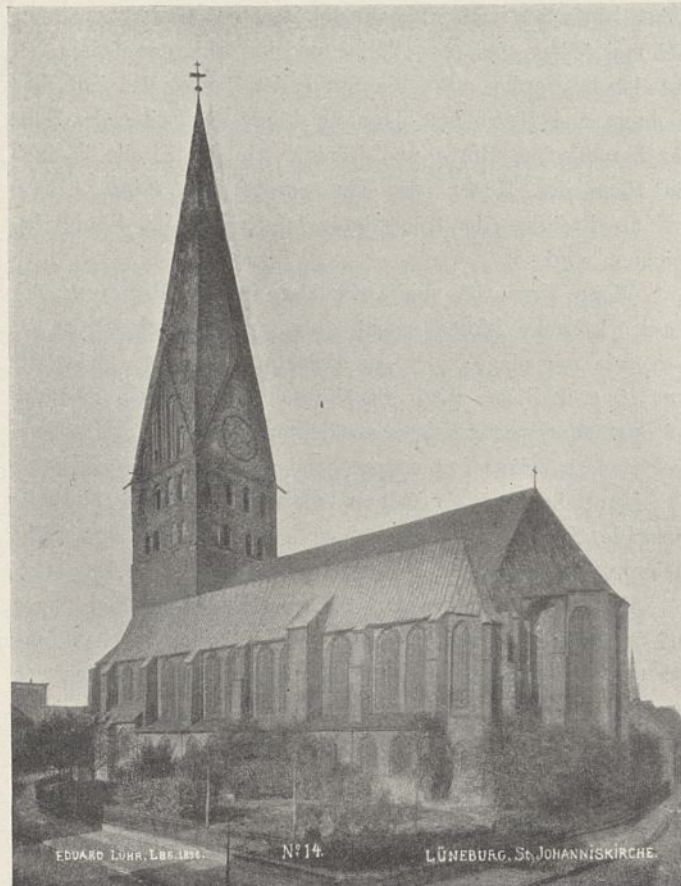


Abb. 2. St. Johanniskirche. 1896.



Abb. 3. Lüneburg 1654. Ansicht von Süden.
Nach einem Stich von Wilhelm Schwan.

Bau und Deckung des Turmes die Rede, so daß er damals der Vollendung entgegenging. In der Mitte des 14. Jahrhunderts hat der Kirchen-Hauptbau und die Vollendung des Turmes aller Wahrscheinlichkeit nach stattgefunden.

Im Jahre 1406 brannte der Turm infolge Blitzschlages bis auf das Mauerwerk ab, wobei die vier Turmgiebel zum Teil zerstört wurden. Mit dem

Wiederaufbau wurde sofort begonnen. Der jetzige

Kirchenturm stammt also aus dem 15. Jahrhundert; die Zimmerarbeiten sind bereits 500 Jahre alt. Schon 1466 wird aber merkwürdigerweise über Schaden geklagt, und im folgenden Jahrzehnt wird eine neue Turmspitze erbaut. Das Blech der Kupferdeckung wird aus Lübeck bezogen. 1575 wird

das Kupferdach erneuert, wohl nur teilweise. 1703 wurde die obere Spitze des Turmes abermals durch Blitzschlag schwer beschädigt; die oberen 12 m mußten erneuert werden. 1747 wird die Turmspitze durch Sturm wieder beschädigt. Die Ausbesserung ist nicht gut ausgeführt, denn die Spitze steht ziemlich schief. Das ganze Zimmergerüst des Turmes

und der darunter gelegenen Geschosse ist aus Eichenholz, das sich sehr gut gehalten hat. Einige in mehreren Geschossen vorkommende Tannenhölzer sind neuere Zugabe bei Ausbesserungen. Der Turm steht ziemlich schief, was größtenteils auf schwere Senkungen des Unterbaues zurückzuführen ist. Im Jahre 1800 wirft ein Sturm den erst neu aufgesetzten Knopf und Hahn herunter. 1833 begann man



Abb. 4. Sand mit Johanniskirche.

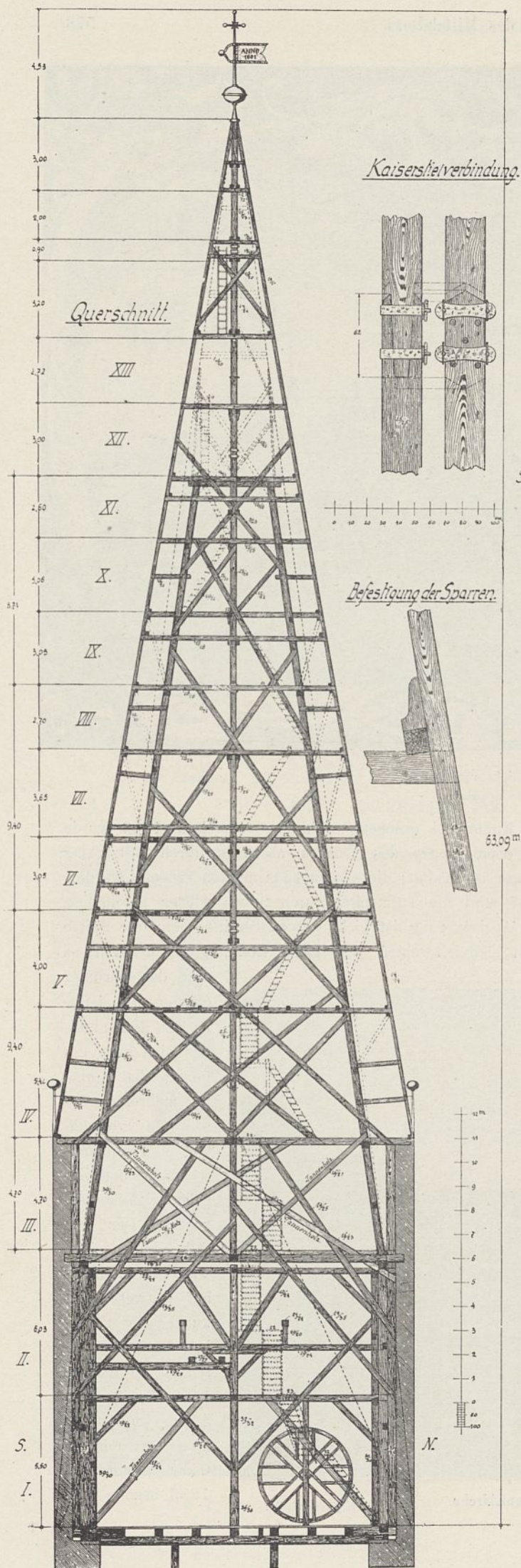
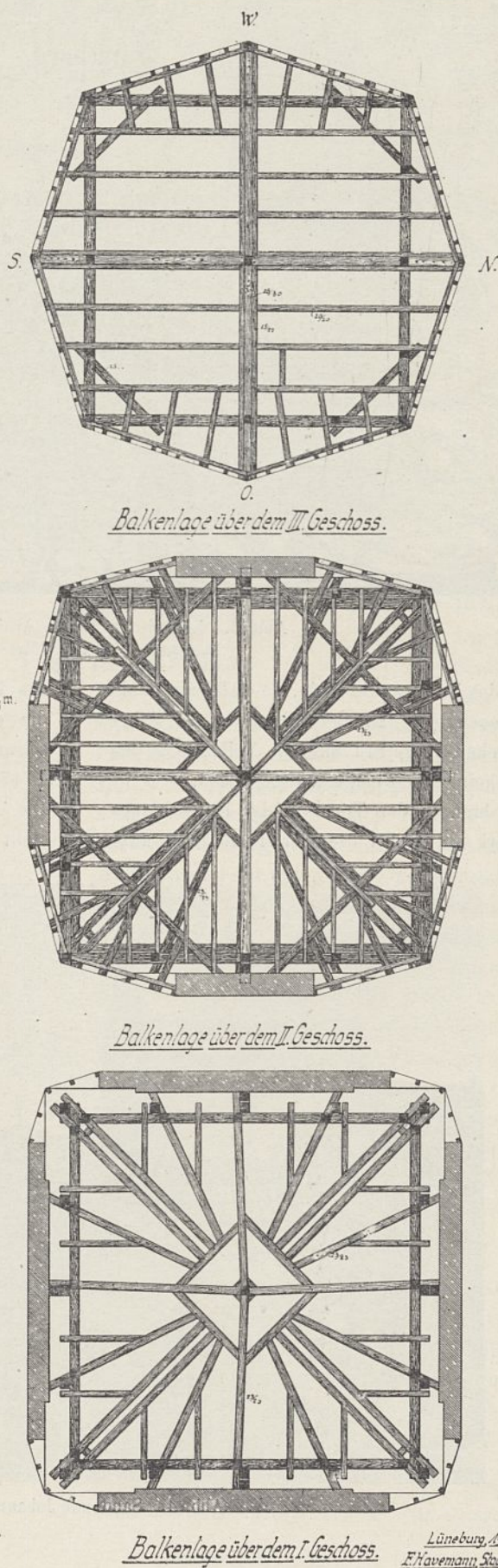


Abb. 5.

*Turm der St. Johanniskirche
in Lüneburg.*



das rissig gewordene Mauerwerk auszubessern, das auch stark verankert wurde. Um eine größere Standsicherheit zu erzielen, wurden mehrere Schalluken zugemauert. Ende des 19. Jahrhunderts erhielt der Turm eine neue Kupfer-eindeckung. 1909 wurde das Mauerwerk abermals ausgebessert und stark verankert.

Der Turm der St. Johanniskirche wirkt anziehend und staunenerregend auf den Beschauer durch die gewaltigen Abmessungen und durch die einfache Architektur des Mauerkörpers, der in den oberen Teilen jedoch auch sehr schöne mittelalterliche Backsteinkunst zeigt (Abb. 2 u. 4).

Die Helmkonstruktion.²⁾ Unter

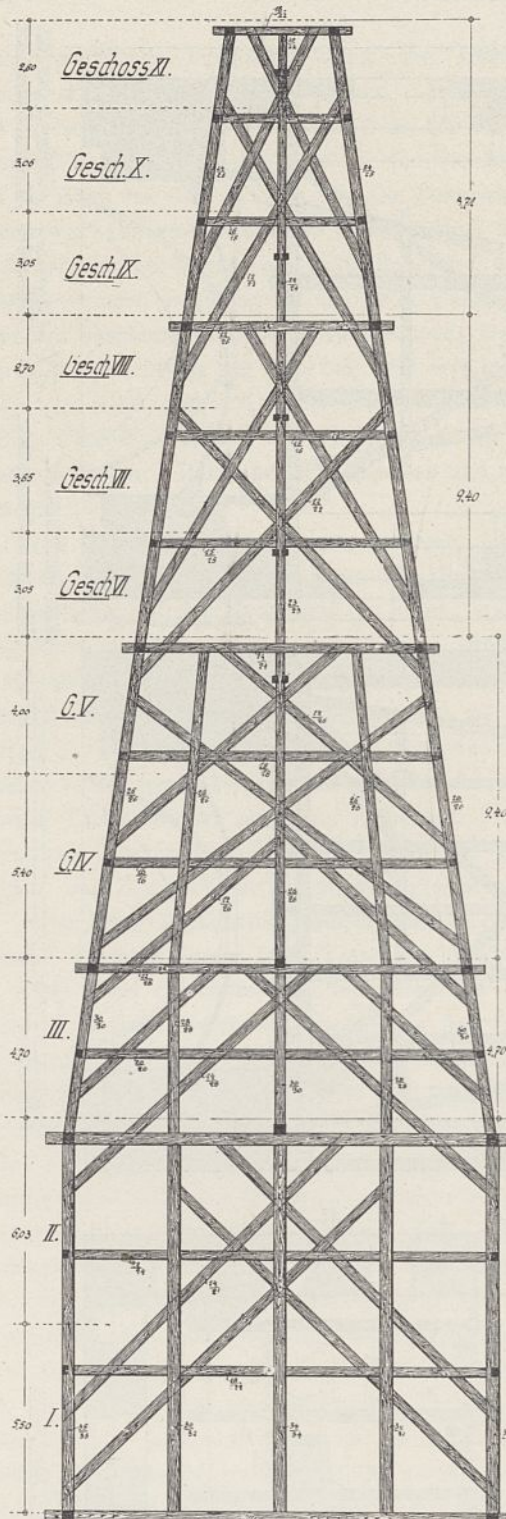
2) Die Helmkonstruktion des Johanniskirchturms ist bereits im Jahrgang 1893, S. 566, dieser Zeitschrift veröffentlicht. Der Herr Verfasser des vorliegenden Aufsatzes war an der damaligen Veröffentlichung beteiligt. Auf Grund langjährigen genauen Studiums der Lüneburger großen Zimmerwerke, insbesondere seines Hauptvertreters der Helmkonstruktion der Johanniskirche, hat er dann eine nochmalige mühsame Aufnahme gemacht, die so viele neue kennzeichnende konstruktive Eigenheiten enthält, daß die Wiedergabe seiner Zeichnungen und Erläuterungen der Vollständigkeit wegen hier erfolgt ist. Zu den in der Veröffentlichung vom Jahrg. 1893 nicht berücksichtigten Son-

(Fortsetzung S. 585)

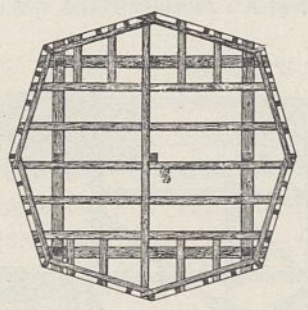
Lüneburg, 1912.

F. Havemann, Stollbauführer.

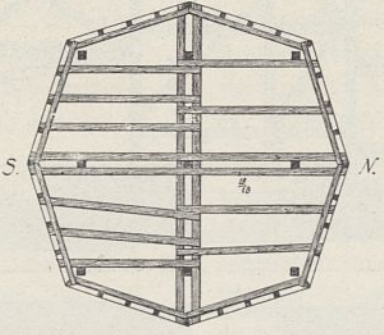
Turm der St. Johanniskirche in Lüneburg.



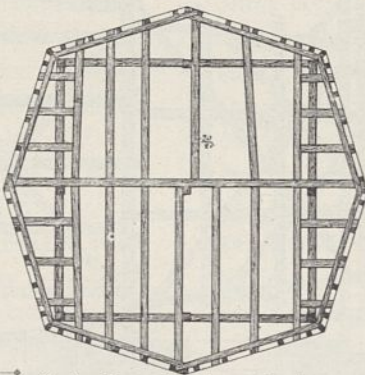
Äussere westliche Hauptkonstruktionswand I der Geschosse I-XI.



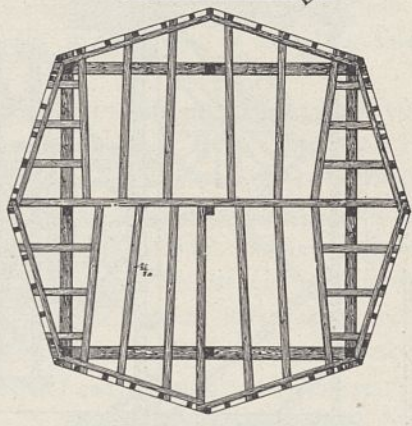
Balkenlage über dem VIII. Geschoss.



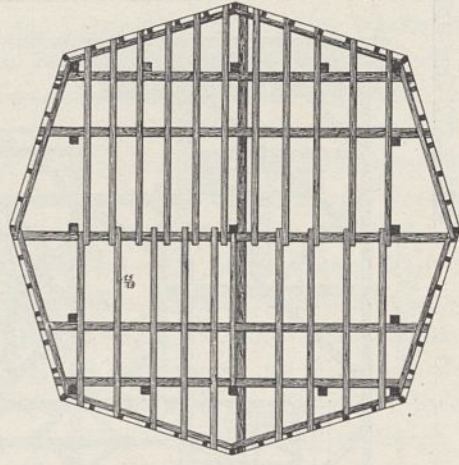
Balkenlage über dem VII. Geschoss.



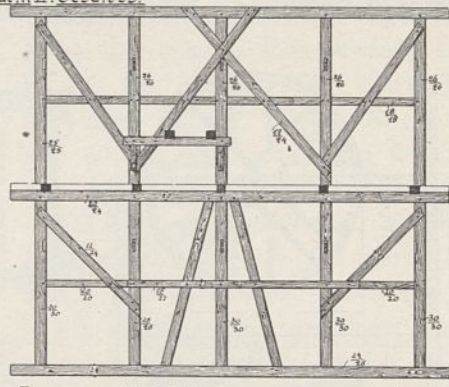
Balkenlage über dem VI. Geschoss.



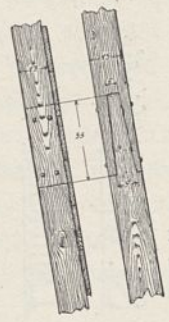
Balkenlage über dem V. Geschoss.



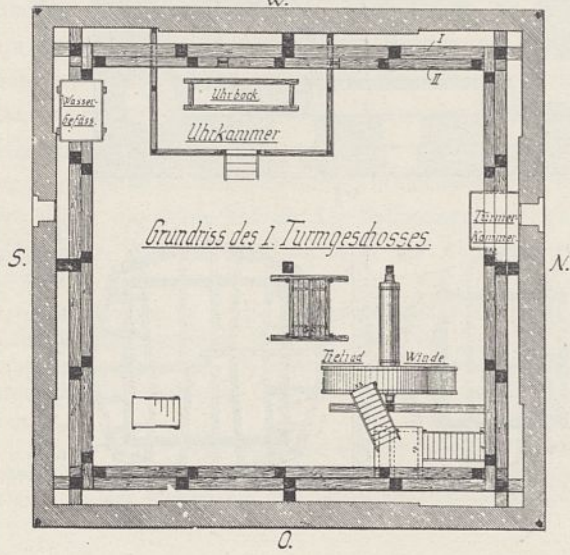
Balkenlage über dem IV. Geschoss.



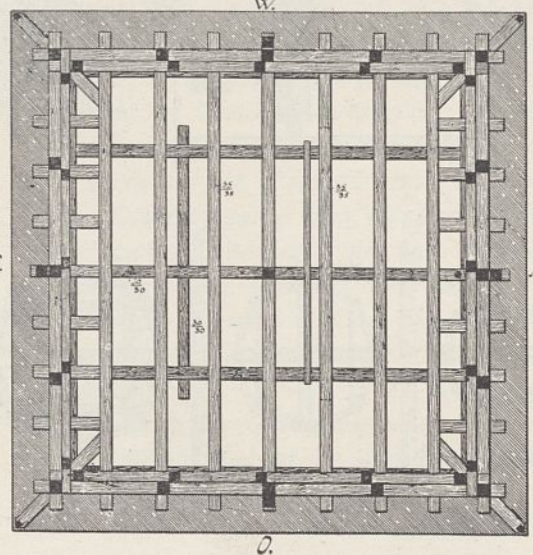
Innere westliche Wand II im ersten u. zweiten Geschoss.



Sparnstos.



Grundriss des I. Turmgeschosses.



Untere Balkenlage im I. Turmgeschoss.

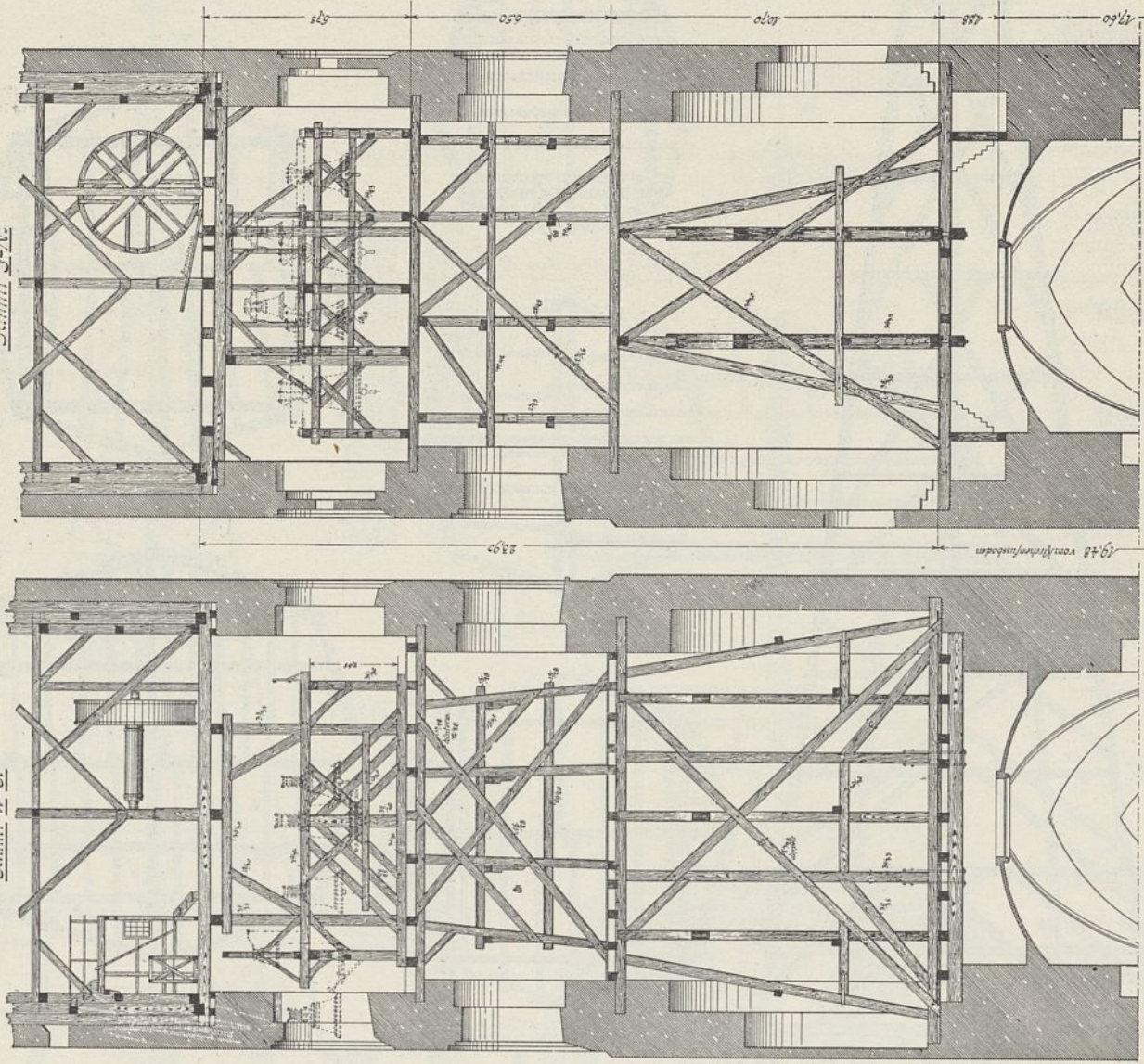
Lüneburg, 1815.
F. Havemann, Stadtbauführer.

Blatt 2

Schnitt durch die Glockenstube und Untergeschosse

Schnitt S-N

Schnitt W-O



1948 vom Himmelsboden
 1948 } 100,55 m oder
 23,95 } 100,55 m oder
 63,09 } 100,55 m oder
 ganze Turmhöhe einschl.
 Bekrönung vom Himmelsboden

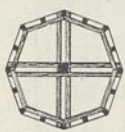


Abb. 7.

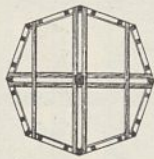
**Turm der St. Johannis-Kirche
 in Lüneburg.**



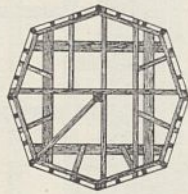
Die Zangenlagen über Geschoß XII.



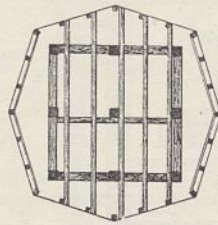
Zangenlage über Geschoß XIII.



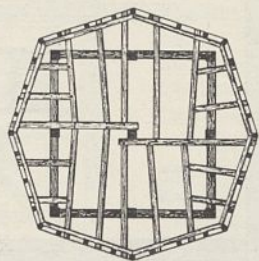
Balkenlage über Geschoß XII.



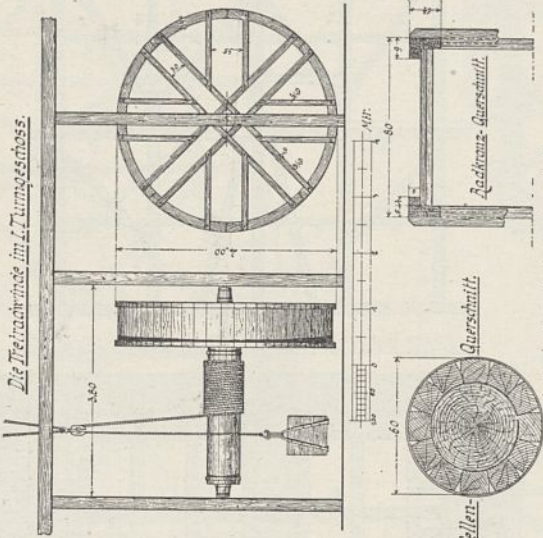
Balkenlage über Geschoß XI.



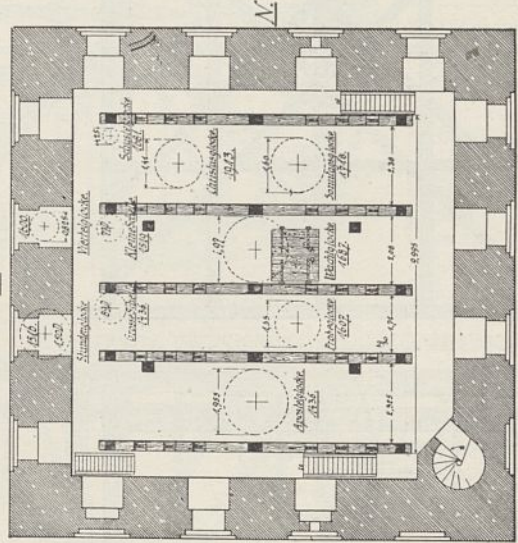
Balkenlage über Geschoß X.



Balkenlage über Geschoß IX.



IV



Grundriss der Glockenstube

dem eigentlichen Turmhelm liegen drei Geschosse, deren oberes den Glockenstuhl aufnimmt. Das untere Geschöß hat die beträchtliche Höhe von 10,70 m, das darüber gelegene Geschöß hat die Höhe von 6,50 m, das Glockenstuhlgeschöß hat die Höhe von 6,75 m (Abb. 7). Die Zimmerkonstruktionen übertragen die große Last der Glocken und die durch das Glockenläuten hervorgerufenen schädlichen Schwingungen und Erschütterungen möglichst auf das tiefer gelegene Mauerwerk. Alle drei Geschosse sind zweckentsprechend, besonders in der Schwingungsrichtung der Glocken, gut verstrebt. Die Versteifungen sind durch Kreuzstreben und durch geneigt gestellte Pfosten erzielt. Der Mitteldruck in dem unteren Geschöß ist durch Hängewerke aufgehoben und auf die Außenmauern übertragen.

Die Zimmerarbeiten in dem unteren 10,70 m hohen Geschöß sind wahrscheinlich, um die Schwingungseinwirkungen tiefer auf das Mauerwerk zu leiten, erst nachträglich ausgeführt worden, denn sie sind zum größten Teil aus Tannenholz hergestellt. Einige in dem 6,50 m hohen Mittelgeschöß angebrachte Tannenhölzer sind aus neuerer Zeit und dienen zur Verstärkung der alten aus Eichenholz hergestellten Streben und Riegel. Der Glockenstuhl besteht, mit Ausnahme einiger Versteifungen, ganz aus Eichenholz. Der Fußboden über dem Glockengeschöß besteht, wohl der Feuersicherheit wegen, aus Ziegelsteinen auf starken Eichenbohlen.

Über dem Glockenstuhlgeschöß erhebt sich der 63,09 m einschl. Turmbekrönung hohe Turmhelm³⁾ (Abb. 5 u. 6).

Die Form des Helmes ist eine über Eck gestellte achtsseitige Pyramide, die durch Abschneiden der vier Frontgiebel ein Quadrat als Grundebene hat. Vier Grate reichen von den Giebelfirsten und vier Grate von den Giebelfüßen zu der Turmspitze. Die Giebel- oder Winkelgrate verlaufen in gerader und die Giebelfuß- oder Diagonalgrate in nach außen gekrümmter Linie. Warum die Diagonalgrate in den unteren Teilen nach außen gekrümmt sind, läßt sich nicht ohne weiteres beantworten. Die Ursache kann darin liegen, daß die beiden äußeren Prismenwände der Turmgeschosse I und II zu hoch geraten sind, wodurch die oberen Ecken des Prismas zu weit herausliegen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der im Jahre 1406 niedergebrannte Turmhelm wesentlich höher als der jetzige gewesen ist, dann kann es sein, daß vordem die Diagonalgrate ebenfalls gerade Linien gebildet haben. Daß der damalige Baumeister aus ästhetischen Gründen die Diagonalgrate in den unteren Teilen nach außen gekrümmt hat, ist wohl kaum anzunehmen. Es sei dem wie ihm wolle, durch die vorerwähnte Krümmung der Diagonalgrate ist bewußt oder unbewußt eine zu dem bedeutenden Mauerwerkkörper gut wirkende Form des Turmhelmes erzielt, indem der Übergang von dem quadratischen Unterbau zur Turmspitze ein den massigen Verhältnissen gut angepaßter ist. Wenn die Achtecksform der Balkenlagen betrachtet wird, findet man, daß die Diagonalecken des Achtecks wesentlich,

derheiten gehören u. a. die unregelmäßigen achteckigen Grundrißbildungen der einzelnen Geschosse und die damit in Verbindung stehenden bogenförmig verlaufenden Hauptgratlinien des Turmes; ferner die Unterbrechung des Kaiserstieles im dritten Turmgeschöß.

Die Schriftleitung.

3) Ostendorf (Geschichte des Dachwerks, S. 222) zählt fünf Geschosse, Krüger (Kunstdenkmäler) deren sechs, indem er das untere in zwei zerlegt, die oberen drei bilden eine abgestumpfte Pyramide.

namentlich bei den unteren Balkenlagen, über den umschreibenden Kreis herausliegen. Durch die vorbeschriebene Anordnung der Diagonalgrate wirkt der Turmhelm trotz seiner Höhe in der Ansicht sowohl wie in der Diagonalansicht massig und kraftstrotzend.

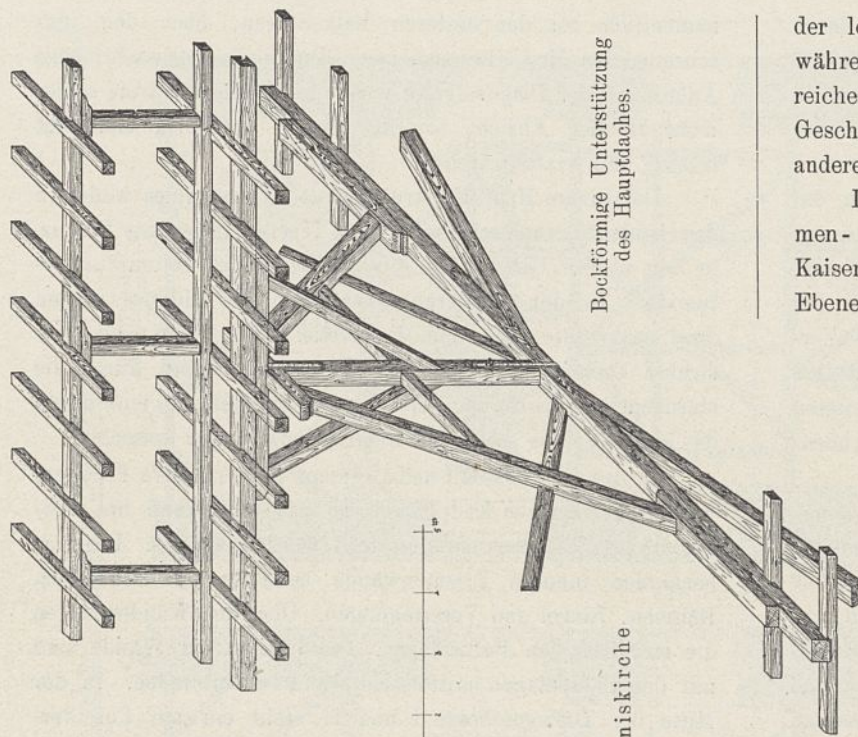
Die innere Hauptkonstruktion des Turmhelmes bildet in den beiden Turmgeschossen I und II ein vierseitiges Prisma, in den oberen Geschossen eine vierseitige abgestumpfte Pyramide. In den mittleren Querachsen des Helmes stehen zwei senkrechte, mit dem Kaiserstiel verbundene, gut verstrebt Ebenen. Die diagonale Verstrebung wird durch die sternartige Anordnung der unteren Balkenlagen und durch die abwechselnde Lage der oberen Balkenlagen erreicht.

In den Geschossen I und II stehen je vier innere Prismenwände, mit eigenen Endpfosten, so daß jede Wand hat selbständig hergestellt und aufgestellt werden können. Die vorbenannten inneren Prismenwände bestehen aus Schwellen, Rähmen, Riegel und Verstrebrungen. Über den Wänden liegen die sternförmigen Balkenlagen. Die Pfosten der Wände sind mit den Balkenlagen mittels Kopfbändern verbunden. In der Mitte der Turmgeschosse I und II steht ein am Fuß verstärkt gehaltener Mittelpfosten, der die Balkenlagen unterstützt und den beiden senkrecht stehenden, gut verstrebrten Querebenen den Mittenhalt gewährt. Der Druck des durch die beiden Geschosse reichenden Mittelpfostens wird durch die Streben der Mittelebenen auf die Außenmauern übertragen.

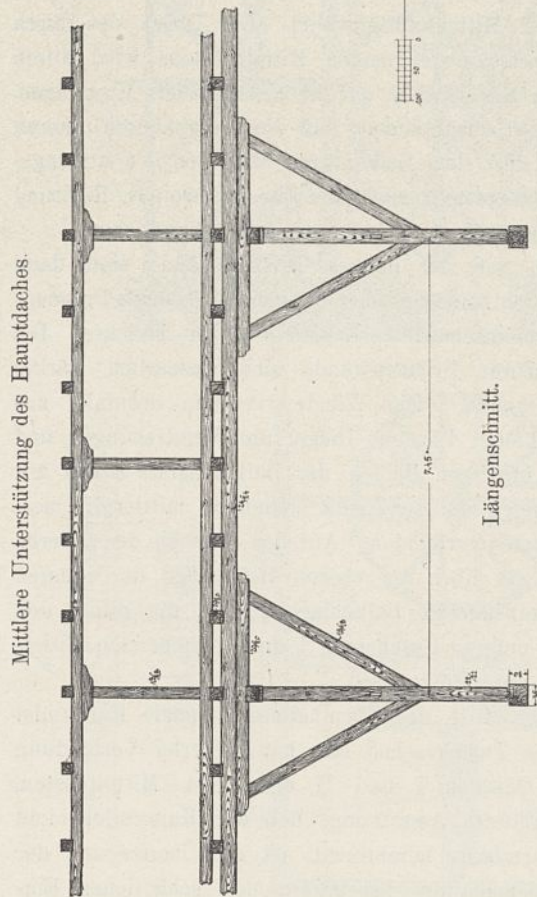
Es ist wohl anzunehmen, daß die vorbenannten inneren Prismenwände mit den Balkenlagen und den Versteifungsebenen zuerst aufgestellt sind, um für die weitere Richtung des Helmes zugleich einen sicheren Anfang zu haben.

Außerhalb der vier inneren Prismenwände sind dann vier äußere, durch beide Geschosse zugleich reichende Prismenwände, die gemeinschaftliche Eckstiele haben, errichtet. Die Hölzer der äußeren Prismenwände sind wesentlich stärker als die der inneren. Die Wände bestehen ebenfalls aus Schwellen, Rähmen, Pfosten, Riegel und Verstrebrungen und sind mit den mittleren Balken der Balkenlagen, sowie mit den Verstrebrungen der senkrecht stehenden mittleren Querebenen des Turmes verbunden. Auf den Rähmen der äußeren Prismenwände ist über der oberen Balkenlage der inneren Wände eine selbständige Balkenlage gelegt, die durch den in den beiden unteren Geschossen I und II stehenden Mittelpfosten nicht unterstützt wird.

Der in der Mitte des Turmhelmes stehende Kaiserstiel beginnt erst im Turmgeschöß III, hat keinerlei Verbindung mit dem im Geschöß I und II errichteten Mittelpfosten. Durch die ermittelte Anordnung, daß der Kaiserstiel nicht bis auf die Turmbasis herabreicht, ist die Übertragung der durch das Glockenläuten hervorgerufenen schädlichen Einwirkung auf die höher gelegenen Turmgeschosse vermieden. Der Kaiserstiel selbst dient vom Geschöß III an zur Stützung der großen Balkenlagen und zum Halt für die langen Verstrebrungen der senkrecht stehenden Mittelbinder. An der Spitze des Helmes nimmt der Kaiserstiel die Gratsparren, die zangenartigen wagerechten Verbindungen und die Turmbekrönung auf. Der durch den Kaiserstiel ausgeübte Druck wird durch die Verstrebrungen der senkrecht stehenden Quer- oder Mittelbinder auf die Pyramiden- und äußeren Prismenwände übertragen.



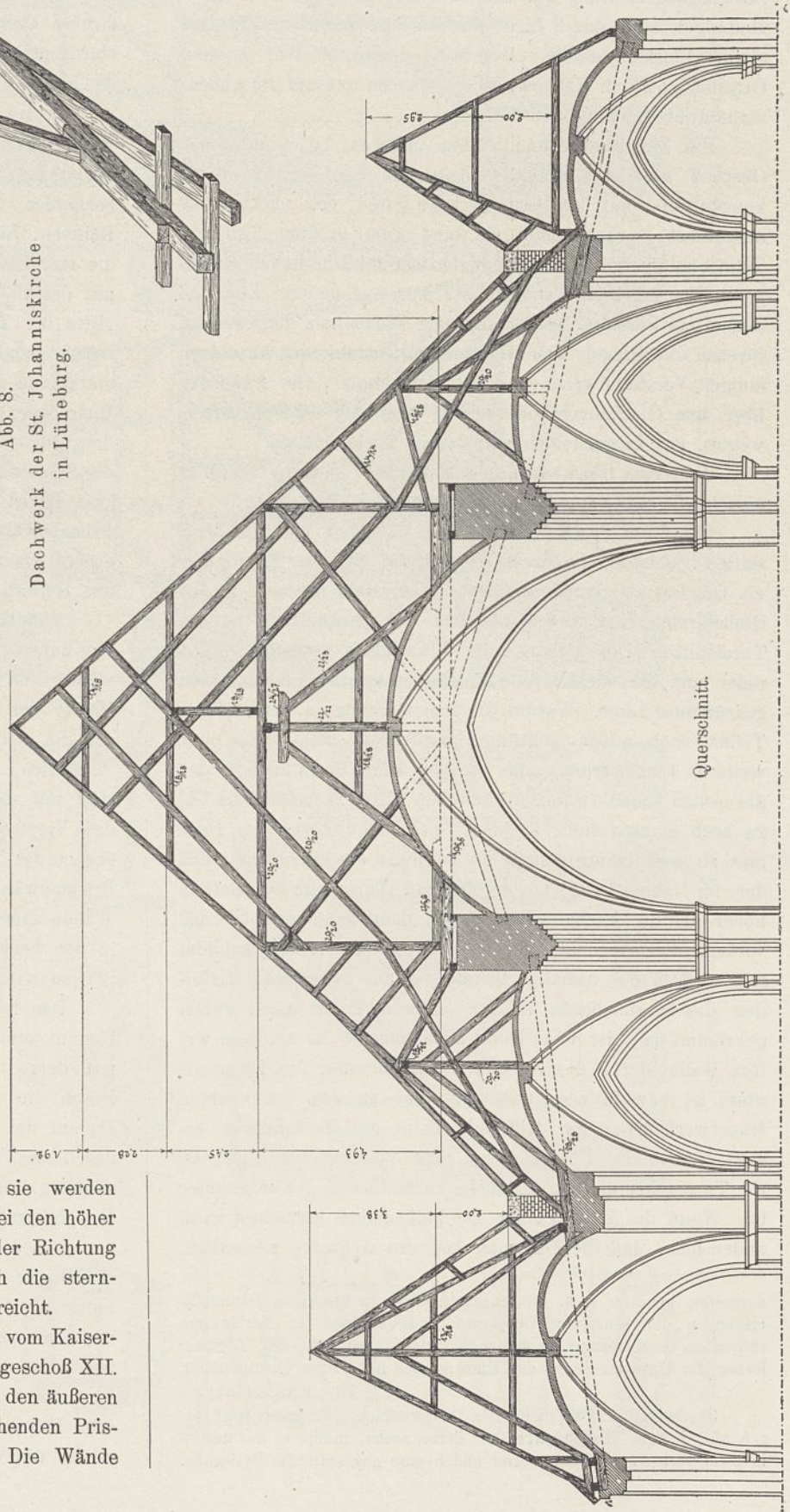
Bockförmige Unterstüzung
des Hauptdaches.



Mittlere Unterstüzung des Hauptdaches.

Längenschnitt.

Abb. 8.
Dachwerk der St. Johanniskirche
in Lüneburg.



Querschnitt.

Diagonale Verstreben sind vermieden, sie werden durch die unteren sternartigen Balkenlagen und bei den höher gelegenen Balkenlagen durch die in abwechselnder Richtung liegenden Balken, und in der Turmspitze durch die sternförmige Anordnung der Zangenlagen (Abb. 7) erreicht.

Eigenartig ist die strahlenförmige Anlage der vom Kaiserstiel nach den Graten reichenden Streben im Turmgeschoß XII.

Über dem II. Turmgeschoß erheben sich auf den äußeren Wänden des durch die Geschosse I und II reichenden Prismas die Wände der abgestumpften Pyramide. Die Wände

der letzteren reichen im Geschoß III nur durch dasselbe, während sie in den höheren Partien durch mehrere Geschosse reichen. Das Geschoß III ist gewissermaßen ein selbständiges Geschoß, das nur durch die Strebenübergänge mit den anderen Geschossen verbunden ist.

Die Hauptkonstruktion des Turmhelmes bilden die Prismen- und die Pyramidenwände in Verbindung mit dem Kaiserstiel und den beiden senkrecht stehenden mittleren Ebenen (Mittenbinder). Die Balkenlagen dienen zur Unter-

brechung der großen Höhenabmessungen, zur Versteifung der Pyramidenwände und zur Aufnahme der Plattenkränze.

Die Richtung der Zimmerkonstruktionen wird ohne wesentliche Rüstung erfolgt sein. Nach Aufstellung der Geschosse I und II konnten die Pyramidenwände gestellt, die Balkenlagen gelegt und der Kaiserstiel mit den beiden senkrechten Querebenen (Mittenbinder) eingebaut werden. An der Spitze des Turmes ist von den Pyramiden ab ein leichteres, auf Ausleger gestelltes Gerüst zur Höherführung des Kaiserstieles, zur Befestigung der Gratsparren und der Zangen und zur Aufbringung der Turmbekrönung erforderlich gewesen.

Auf die über die Pyramidenwände hinausreichenden Balkenlagen sind die Sparrenschwellen gelegt. Die über die Wände der vierseitigen Pyramide reichenden Balken sind an ihren Enden durch untergelegte Rähmstücke und untergestellte, geneigt stehende Pfosten unterstützt.

Die Sparren, die mittels angenagelter Knaggen auf den Sparrenschwellen hängen (Abb. 5), konnten mit leichter Mühe innerhalb des Helmes aufgezogen und befestigt werden. Nach unten laufen die Sparren gegen auf die Frontgiebelwände gelegte Schwellen, nach oben hören sie in einigen Geschossen stumpf auf, während die höherführenden Sparren neben die Endigungen der unteren gelegt sind. Die Gratsparren und die Sparren sind durch kleine Streben mit den Pyramidenwänden verbunden. In einigen Geschossen sind in späterer Zeit zur Verstärkung Streben aus Tannenholz angebracht (hauptsächlich im Geschoß I und III).

Im Geschoß II sind zur Verankerung der hohen, massiven Turmgiebel wagerecht liegende Ankerbalken aus Eichenholz, die teils erst später eingebracht, angeordnet, an deren Enden starke eiserne Anker befestigt sind.

Die Verbindungen der Hölzer sind in einfacher Weise ausgeführt. Neben den üblichen Zapfen für die Pfosten und die Riegel spielen die tiefen Ausblattungen und die Überblattungen für die Strebenversteifungen die größte Rolle. Um den Verbindungen einen möglichst sicheren Halt zu verleihen, hat man die Überblattungen tief herausgearbeitet, so daß sie bündig oder nur wenig vorliegen. Außerdem weist jede Verbindung einen bis drei starke Holznägel auf. Die Strebenversteifungen sind bei den Prismen- und bei den Pyramidenwänden und bei den senkrecht stehenden Turm-Mittelbindern gleichartig, nur daß die Streben bei den einzelnen Wänden und den Bindern in etwas abwechselnden Höhen ansetzen oder endigen, um ein Zusammentreffen und das dadurch notwendig werdende Überschneiden zu vermeiden.

Besonders mühsame Holzverbindungen finden sich, mit Ausnahme der Kaiserstiel-Zusammensetzungen, nicht vor.

Die Sparren sind durch keilförmige Scherenzapfen verlängert und mit Holznägel verbunden (Abb. 6).

Besonders gute und zweckentsprechende Verbindungen sind die Kaiserstielzusammensetzungen. Die Stöße bestehen aus langen keilförmigen Scherenzapfen mit dachförmigen Hirnholzendigungen, die ein seitliches Ausweichen verhindern. Zur Verstärkung liegen um jeden Kaiserstielstoß zwei eiserne Schellen, außerdem noch die übliche Nagelung mit starken Eichenholznägeln (Abb. 5). Die Zusammensetzung hat sich außerordentlich gut bewährt. Durch das nach dem Richten des Turmes stattgefundene Austrocknen der Hölzer, infolge dessen kleinere Setzungen in der Konstruktion nicht zu vermeiden

sind, haben sich die Kaiserstielverbindungen so fest ineinander gepreßt, daß kaum die Fugen zu entdecken sind.

Mit Ausnahme der vorerwähnten eisernen Schellen sowie starker Balkenanker und einiger schmiedeeiserner Nägel ist kein Eisenzeug verwendet. Einige vorkommende Schraubenbolzen sind Zutaten bei stattgefundenen Ausbesserungen neuerer Zeit. — Die Turmgeschosse sind durch einfache Treppen und nach oben zu durch Leitern verbunden.

Das Turmgeschoß I (das Hauptgeschoß des Turmhelmes), das, wie schon erwähnt, Ziegelsteinpflaster hat, enthält: die Uhrkammer, eine Türmerkammer, einen kupfernen Wasserbehälter, eine große Tretradwinde und die Treppenanlage (Abb. 6).

In der Mitte, neben dem Kaiserstiel, ist in jeder Balkenlage eine größere Luke (Klappe) zum Hindurchziehen von Baustoffen vorgesehen. Es sei besonders die große Tretradwinde im I. Turmgeschoß, die noch zum Hinaufziehen der Baustoffe benutzt wird, erwähnt. Die Windeeinrichtung besteht aus einer wagerechten 60 cm starken Holzswelle, an deren einem Ende ein 4 m Durchmesser haltendes Tretrad angebracht ist (Abb. 7). Je nach der zu hebenden Last treten ein oder zwei Arbeiter in das Rad hinein und bringen es durch Tretbewegungen zum Drehen. Ein weiterer Arbeiter hat den Bremsbaum zu bedienen, um bei genügend erfolgter Windung das Tretrad festzulegen.

Der Glockenstuhl ist ein besonders starkes Zimmerwerk aus Eichenholz. In der Richtung der Glockenschwingungen reichliche Verstrebungen, in der Längsrichtung die erforderlichen Riegel, Kreuzverstrebungen und die Holme. Zu diesem Zimmerwerk ist keinerlei Eisenzeug verwendet.

An großen und kleineren Glocken sind vorhanden:

Im Glockenstuhl hängen:

die Apostelglocke (1436) . . .	1,955 m Durchmesser,
die Probeglocke (1607) . . .	1,35 „ „
die Wachtglocke (1687) . . .	1,97 „ „
die Sonntagsglocke (1718) . . .	1,60 „ „
die Christusklocke (1913) . . .	1,41 „ „
die Schusterglocke (1681) . . .	0,425 „ „

Über dem Glockenstuhl hängen:

die große Schelle (1436) . . .	0,89 m Durchmesser,
die kleine Schelle (1519) . . .	0,77 „ „

In den Schallöffnungen nach Westen hängen:

die Stundenglocke (1516) . . .	1,50 m Durchmesser,
die Viertelglocke (1600) . . .	0,825 „ „

Der damalige Meister des aus Eichenholz hergestellten, nahezu über 500 Jahre alten Turmhelmes hat bei der Konstruktion offenbar das Bestreben gehabt, ein Bauwerk zu liefern, das Jahrhunderte der Witterung und den bei hohen Bauten auftretenden besonders starken Stürmen widersteht. Daß das erstrebte Ziel mit der Wahl der Konstruktion und des guten Baustoffes erreicht ist, steht der Menschheit in Ansicht des gewaltigen Turmes vor Augen.

Die hauptsächlichliche Konstruktion besteht aus der Aufstellung hoher, durch mehrere Geschosse reichender starrer Wände, die die Hauptbalken aufnehmen, und aus zwei senkrecht stehenden, sich kreuzenden Mittelbindern (in Verbindung mit dem Kaiserstiel ebenfalls starre Ebenen bildend). Die Hauptkonstruktion bildet den eigentlichen Kern des Turmhelmes, während die Zwischenbalkenlagen, die Sparren und Gratsparren, wenn auch nicht entbehrlich, so doch nebensächlicher Art sind. Auf den ersten Blick erscheint es, als

wenn reichlich viel Holz verzimmert ist, besteigt man jedoch den Turm und betritt die Turmböden, so ist man doch erstaunt, in den großen Räumen verhältnismäßig wenig Hölzer vorzufinden.

Bei Ausführung neuer Türme dürfte wohl zu überlegen sein, ob nicht das aufstrebende Prismen- und Pyramiden-system, das nur durch wenige Hauptbalkenlagen oder wenige Wandrähme unterbrochen wird, zu wählen ist. Die Prismen- und Pyramidenform kann neben einer quadratischen Basis natürlich auch eine mehrseitige haben, dann wird allerdings die Konstruktionsart eine andere. Auch kann gegebenenfalls das untere Prisma weggelassen werden, so daß die Kernpyramide bereits auf der Turmgrundlage beginnt, unter der Voraussetzung, daß der Helm auf quadratischem oder achteckigem Grundriß ansetzt, also Giebel nicht vorhanden sind. Die starken Ausblattungen und Überblattungen der Hölzer, die sich damals wegen der schwierigen Herstellung von Schraubenbolzen nicht anders ausführen ließen, verschwächten dieselben stark. Die Holzverbindungen der Jetztzeit, mit Schraubenbolzen und weniger tiefen Verkämmungen, sind der damaligen Ausführung entschieden vorzuziehen.⁴⁾

Die Verwendung von gutem, splintfreiem Eichenholz ist für Turmbauten besonders zu empfehlen. Die Beschaffung ist auch heutzutage möglich, wenn auch teuer. Der hohe Kostenpunkt verliert sich, wenn die Dauer des Bestehens eines Bauwerkes auf Jahrhunderte gewährleistet ist.

Der vorbeschriebene Johannisturm erhebt sich über einem 16 m im Geviert haltenden Unterbau zu der gewaltigen Höhe von 106,52 m einschl. der Turmbekrönung, vom Kirchenfußboden ab gemessen.

Vor Einführung des Metermaßes hieß es in Lüneburg, daß der Turm so viele Fuß hoch sei, als das Jahr Tage habe. Die Annahme stimmt, denn rund 365 hannoversche Fuß entsprechen der vorbezeichneten Maßangabe in Metern.

Die Frage, ob zum Bau eines neuen Turmes Holz oder Eisen (bzw. Eisen mit Holz) verwendet werden soll oder muß, soll hier nicht erörtert werden, denn jeder Fachmann wird darüber wissenschaftliche Abhandlungen gelesen und sich sein Urteil gebildet haben.

Bei einem etwaigen Besuch in Lüneburg empfehle ich den Herren Baumeistern und Architekten die Besteigung des Johannisturmes nicht zu versäumen; denn ein wirklich überzeugendes Bild von dem Turmbau wird nur eine örtliche und eingehende Besichtigung geben können.

Das Dach der St. Johanniskirche. (Abb. 8.)

Die gotische fünfschiffige Hallenkirche hat drei Dächer; die mittleren drei Schiffe haben ein gemeinschaftliches Dach, das jetzt mit Schiefer gedeckt ist. Die äußeren Flächen der seitlichen Dächer sind mit Kupfer gedeckt, dessen schöne Patina zusammen mit der Kupferdeckung des gewaltigen Turmes ein eigenartiger und erhebender Anblick im Stadtbilde ist (Abb. 4). Ursprünglich war die Kirche eine dreischiffige. Die Erweiterung der Kirche auf fünf Schiffe muß, nach der Form der Ausführung zu urteilen, bald nach der

4) Hierin liegt wohl eine Verkennung der mittelalterlichen Zimmerkunst, die eine Zuhilfenahme von Eisen verschmähte; der Holznagel galt ihr mehr wie ein Schraubbolzen. Sonst wäre auch ohne Schraube und Mutter eine geeignete Eisenkonstruktion mit Keil oder Splint zu erfinden gewesen. Die Schriftleitung.

Fertigstellung des dreischiffigen Hauptbaues erfolgt sein. Im Dachboden ist das alte Gesimse an den Schiff- und Chormauern der ursprünglichen dreischiffigen Kirche noch erhalten. Die mächtige fünfschiffige Kirche ist vom Turm bis zum Chor in vier Joche geteilt und mit Kreuzgewölben geschlossen. Das Gewölbe über der Orgel überragt die übrigen Gewölbe des Mittelschiffes. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat die Vollendung des Kirchenhauptbaues und des ursprünglichen Turmes in der Mitte des 14. Jahrhunderts stattgefunden, so daß das Dachwerk, wenigstens über den drei Mittelschiffen, bald 600 Jahre alt ist.

Zur Dachkonstruktion ist ebenso wie zu dem Turm bestes Eichenholz verwendet, das bis heute gut erhalten ist. Die Hölzer sind durch die starken Überblattungen und Ausblattungen an den Verbindungsstellen reichlich geschwächt, was sich jedoch damals, durch das Fehlen von Schraubenbolzen nicht vermeiden ließ. Eisenzeug ist mit Ausnahme zu den Hängeeisen und den Balkenankern nicht verwendet. Die Abbildung 8 der Dachkonstruktion stellt das Zimmerwerk über einem der mittleren Hallenjoche, und zwar einen Binder, die mittlere Unterstützung des Hauptdaches und die bockförmige Unterstützung desselben dar. Die Binder bilden eine gitterartige starre Ebene und stehen 7,45 m von Mitte zu Mitte. Zwischen den Bindern stehen noch je fünf Zwischengesparre, die ebenfalls die gitterartigen Verstrebungen wie die Bindergespärre haben. Die bockförmige Unterstützung ist natürlich nur bei den Bindergespärren. Das Hauptdach ist ein Pfettendach, das durch Kopfbänder und Streben in der Längenrichtung gut verstrebt ist. Die Dächer über den äußeren Seitenschiffen sind einfacher Konstruktion, mit je an einer Seite bis zum First heranreichenden Sparrenaufschiebungen für die Schottrinnenanlage.

Beim Hauptdach ist die bockförmige Unterstützung, bei der die Streben im Querschnitt anstatt in den Mittelpfosten in einen kurzen Holm fassen, eine eigenartige und wohl äußerst selten vorkommende. Die Anbringung einer Eisenverbindung auch am oberen Ende des Mittelpfostens bedingte die vorbeschriebene Unterstützung.

Zum besseren Halt des Hauptdaches ist auf der Kehl-balkenlage, etwas aus der Mitte gerückt, noch eine aus Schwellen, Rähmen, Sattelhölzern und Pfosten bestehende Unterstützung hergestellt. Die Stärke der Hölzer ist etwas unterschiedlich, sie hat sich nach den Abmessungen der Hölzer gerichtet. Die eingeschriebenen Maße sind durchschnittliche. — Die Dachkonstruktion hat sich die Jahrhunderte hindurch bewährt und ist als durchaus gut und zweckentsprechend zu bezeichnen.

Der Turm der St. Michaeliskirche. (Abb. 11 u. 12.)

Über die Erbauung der Michaeliskirche liegen die bestimtesten Nachrichten vor. Am 14. Juli 1376 erfolgte durch Bischof Heinrich von Verden die feierliche Grundsteinlegung.

Im Jahre 1379 wurde die an der Ostseite zuerst gebaute Unterkirch (Krypta) zusammen mit dem Kirchhofe eingeweiht. Die eigentliche über der Krypta erbaute Kirche stand im Jahre 1418 bis auf den Turm vollendet da. 1430 wurde der Bau des Glockenturmes in Angriff genommen. Der ursprünglich wohl geplante Turm mit einer hoch ragenden Spitze wie bei der Johanniskirche konnte damals nicht ausgeführt werden.



Abb. 9. Auf der Altstadt (im Hintergrunde die Michaeliskirche).

Das Mauerwerk blieb unvollendet und mit einem Pyramidendach abgeschlossen (vgl. die alten Ansichten von Lüneburg, Abb. 1 u. 3). Es wurde 1764 abgetragen. Die jetzige Spitze des Turmes, die auch nicht die ursprünglich geplante ist, wurde im Jahre 1766 durch den Oberlandbaumeister Otto Heinrich von Bonn erbaut. Zu dem schweren glatten Unterbau paßt die an und für sich eigenartige Turmspitze nicht. Der massive Unterbau des Turmes erhebt sich glatt bis zum



Abb. 10. Michaeliskirche.

Hauptgesims und überragt nur wenig die First des Kirchendaches. Über dem hölzernen Hauptgesims beginnt der mit Kupfer bedeckte Turm, der in einem von einem Quadrat ins Achteck übergehenden, einem achteckigen Geschoß und einem durchbrochenen Geschoß gegliedert ist und in eine Pyramidenspitze endigt (Text-Abb. 9 u. 10). Die Dachflächen der Turmhaube haben Dachfenster; die unteren für Belichtung, die oberen für die Ziffernblätter der Turmuhr.

Das Turmgerüst. Alle Zimmerarbeiten des Turmes und der Untergeschosse sind aus Eichenholz hergestellt. Unter der Turmhaube liegt das Glockenstuhlgeschoß, in dem hohe aufstrebende Wände aus Eichenholz im Geviert stehen und der Glockenstuhl aufgestellt ist. Die im Geviert stehenden hohen Geschoßwände sind verhältnismäßig wenig verstrebt. Sie stehen mit dem Schwellwerk auf den inneren Kanten der massiven Untergeschosse und dienen zur Unterstützung der Hauptbalkenanlage am Fuße der Turmhaube.

Der Glockenstuhl bildet ein selbständiges, starkes und gut verstrebttes Zimmerwerk und gleicht in der Ausführung dem des Johannisturms. Drei Glocken sind aufgehängt:

die große Michaelisglocke (1492)	1,385 m Durchmesser,
die sonntägliche Glocke (1492)	1,08 „ „
die birnförmige Glocke (1200)	0,77 „ „

In dem von Säulen getragenen durchbrochenen, über der Turmhaube gelegenen Geschoß sind zwei Glocken aufgehängt:

die Stundenglocke	1,35 m Durchmesser,
die Viertelglocke	0,64 „ „

Über das Alter der letzteren beiden Glocken wird gesagt, daß am 13. August 1773, mittags 11 Uhr, die im Michaelisturm aufgehängene Stunden- und Viertelglocke zum erstenmale schlugen. Bis dahin war dort weder eine Uhr noch Zeitglocken vorhanden.

Über dem Glockenstuhl liegt, die Grundlage der Turmhaube bildend, eine starke Balkenlage. Auf der Balkenlage ruht ein strahlenförmiges Schwellwerk, und auf diesem die achtseitigen Schwellenkränze der darauf stehenden Prismenwände. Die Konstruktion der achtseitigen Prismen bildenden Stuhlwände geht aus den Abb. 11 u. 12 erschöpfend hervor. Die sich gegenüberliegenden Wände sind gleichartig und durch Andreaskreuze gut versteift.

Von den Eckpfosten der inneren und äußeren Prismenwände gehen Streben nach den strahlenförmigen Schwellen. Der vorbeschriebene innere Bau im ersten Geschoß der Turmhaube ist durch die Anordnung ein äußerst standfester zu nennen. Um die Innenkonstruktion herum sind die Gratsparren, die Sparren, die Sparrenschrägen und die bogenförmigen Aufschieblinge angeordnet und geben dem ganzen Geschoß eine weitere strebenartige Versteifung. Auf den Prismenwänden ruht die die Grundlage des zweiten Haubengeschosses bildende sternartige Balkenlage, in der Begrenzung ein Achteck bildend.

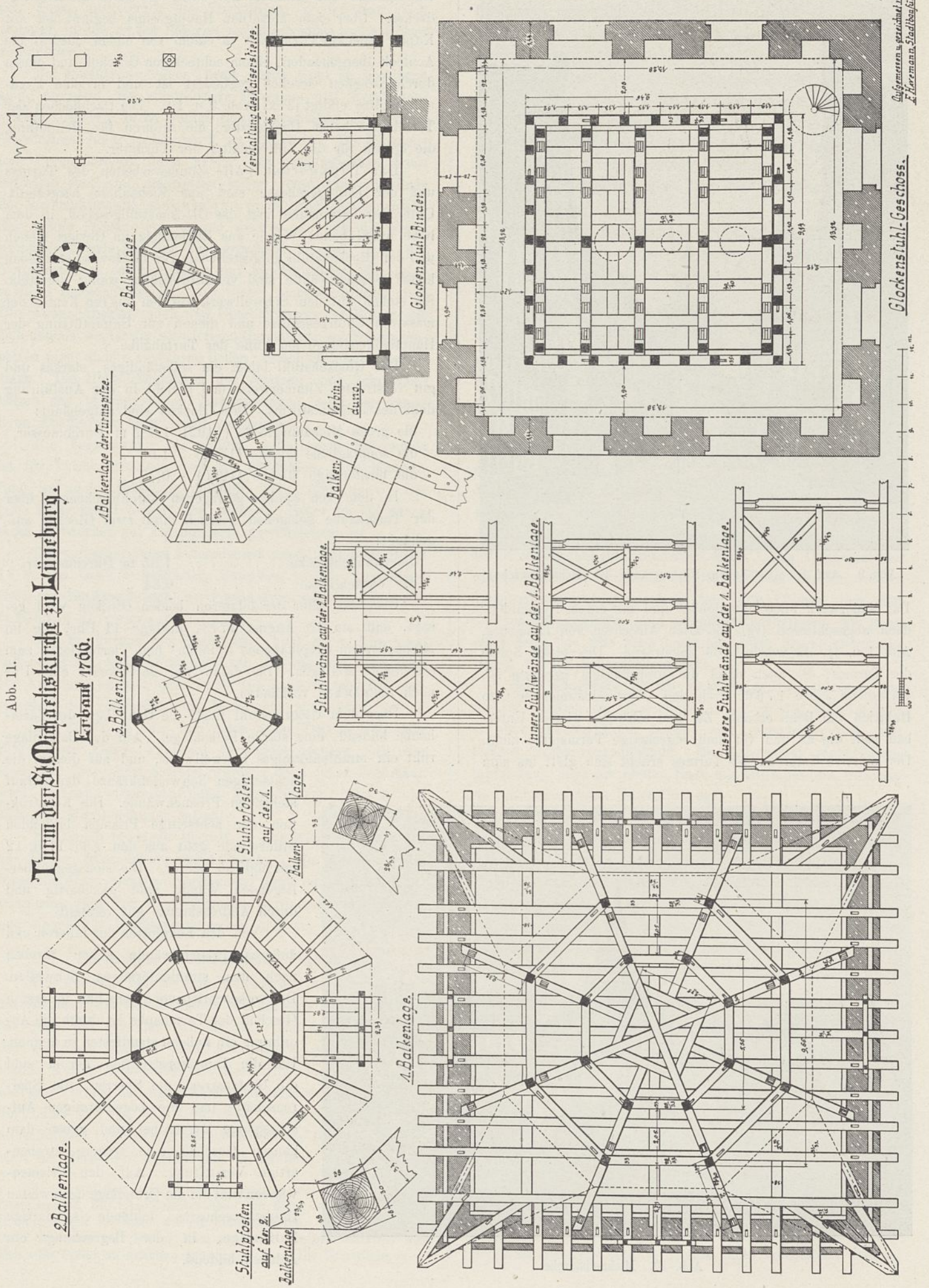


Abb. 11.
Turm der St. Michaelskirche zu Lübeck.
 Erbaut 1700.

Glockenturm in der Ansicht von:
 F. Havemann, Stadtschultheiß

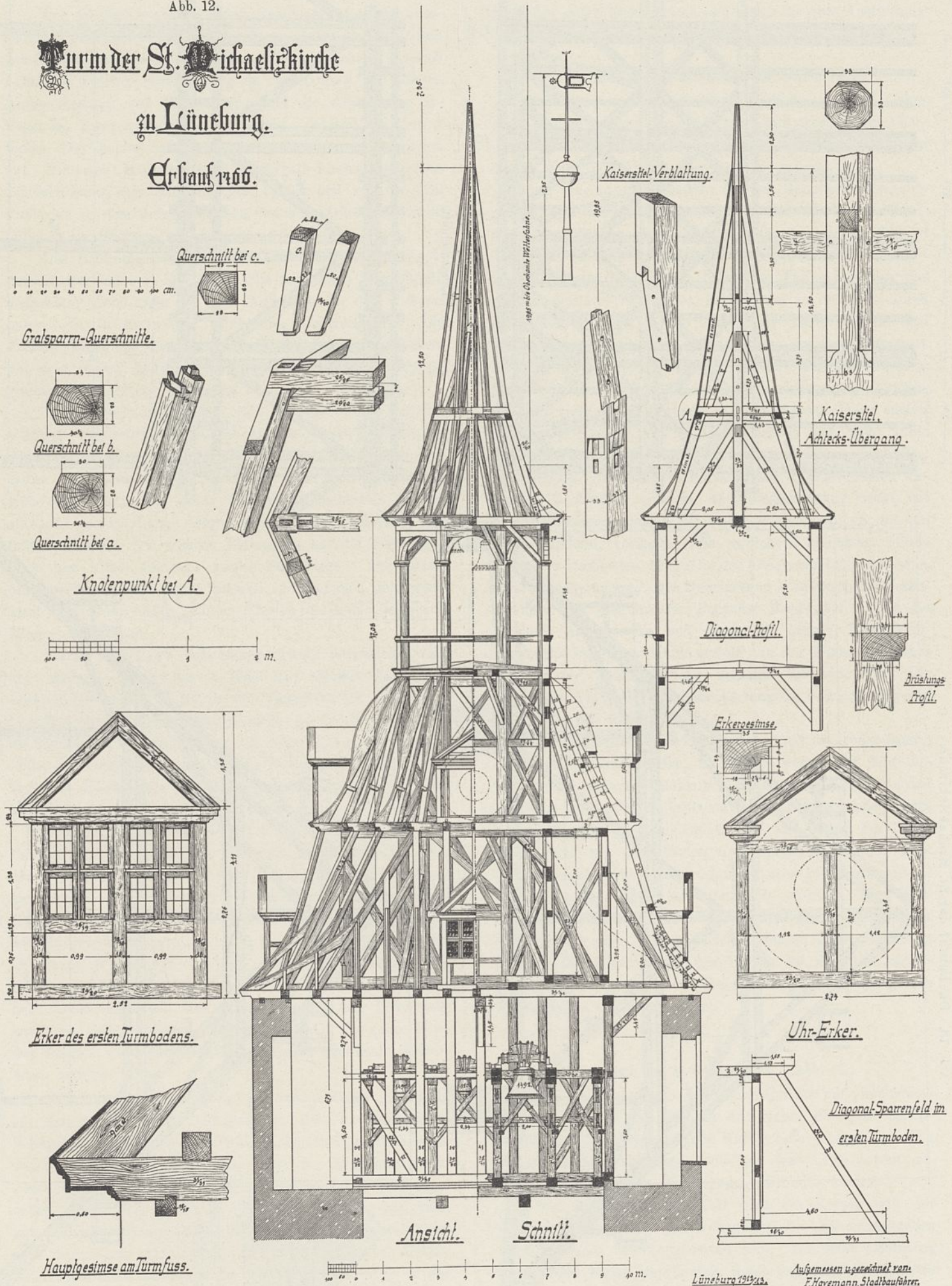
Glockenturm-Geschoß.

Abb. 12.

Turm der St. Michaeliskirche

zu Lüneburg.

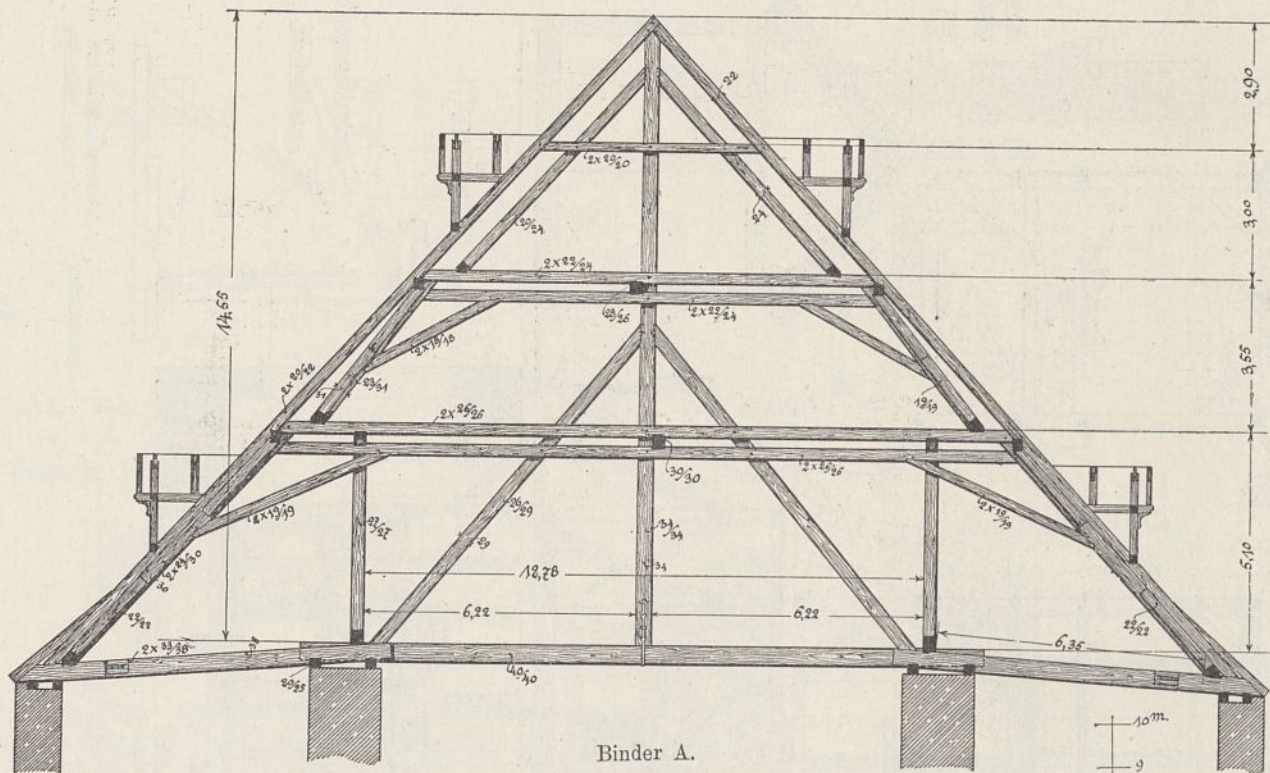
Erbaut 1466.



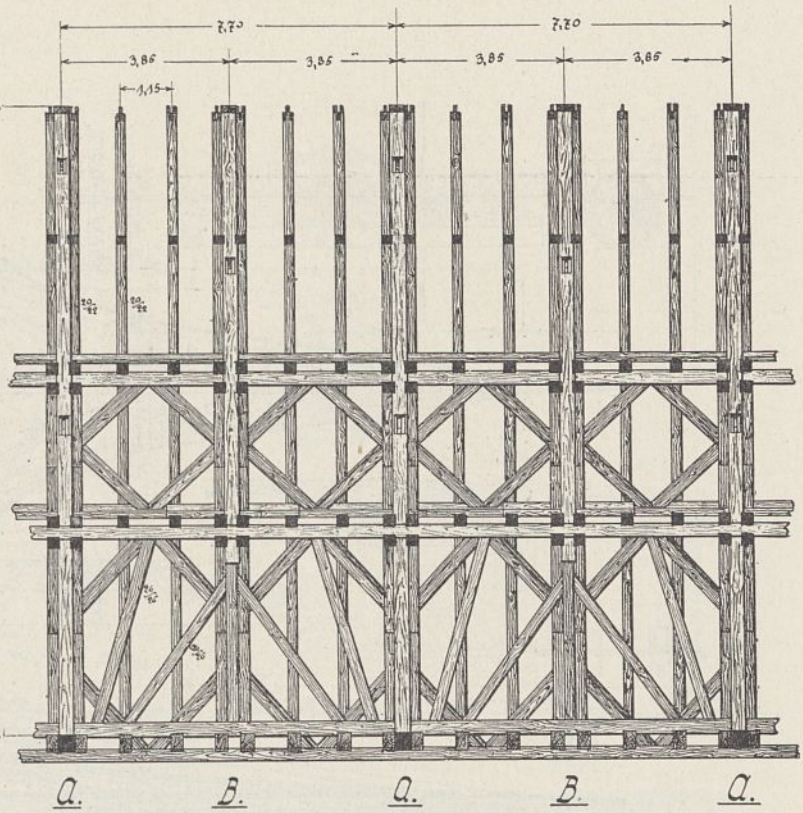
Lüneburg 1912. Aufgemessen und gezeichnet von F. Havemann, Stadtbauführer.

Abb. 13. Dachstuhl der St. Michaeliskirche.

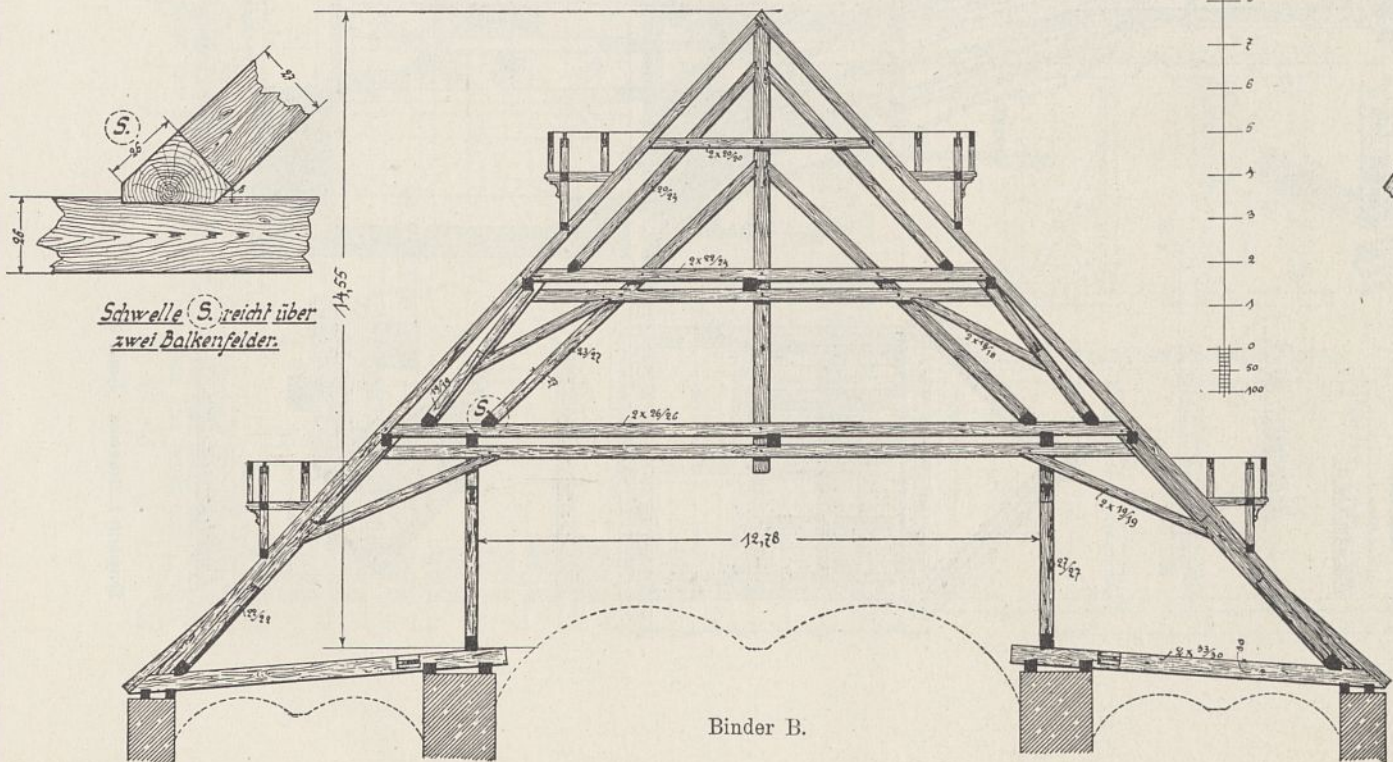
599



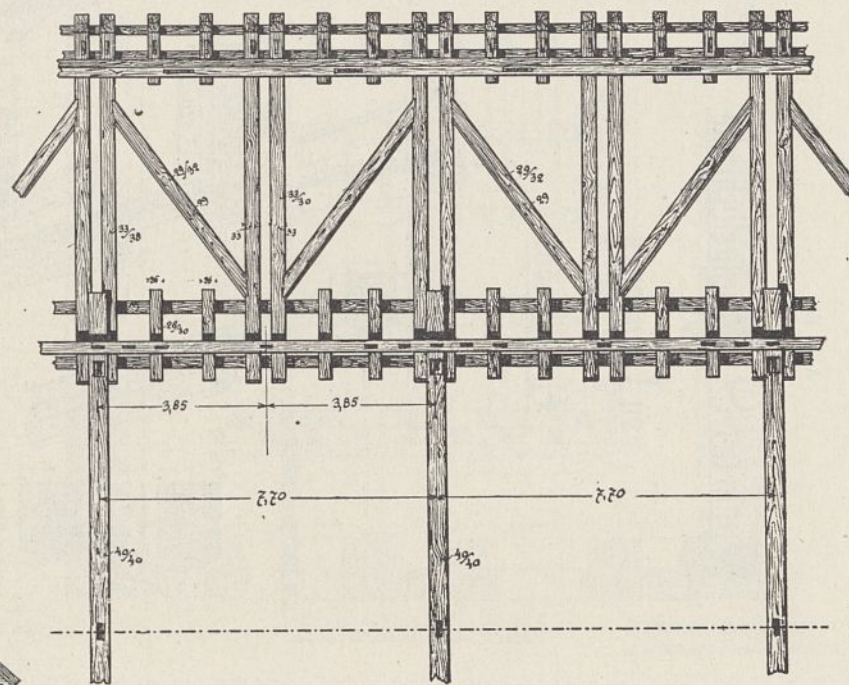
Binder A.



Längenschnitt.



Binder B.



Untere Dachbalkenlage.

600

Auf der Balkenlage des zweiten Geschosses liegt ein achtseitiges Schwellwerk (Abb. 11), auf dessen Ecken sich die durch das Geschoß und das darüber gelegene durchbrochene Geschoß reichende Pfosten erheben, die in Verbindung mit Riegel, Andreaskreuzen und Kopfbändern und die strebenartig anliegenden Sparren ebenfalls ein starres, achtseitiges Prisma bilden. Die Sparren nehmen die karniesförmigen Aufbohlungen auf. Das zweite Haubengeschoß ist oberhalb durch einen flachen Zeltdachboden, der mit Blei gedeckt ist und zugleich den Fußboden in dem durchbrochenen Geschoß (Laternengeschoß) bildet, abgeschlossen.

Das Laternengeschoß, in dem die Zeitglocken hängen, besteht aus den acht Eckpfosten, die nach oben bogenförmig ausgesägte Kopfbänder in den Außenflächen des Prismas haben. In Brüstungshöhe läuft eine Riegelung um. Die Pfosten haben zwecks Versteifung des Laternengeschosses von dem oberen Ende zu der darübergelegenen Balkenlage reichende Kopfbänder erhalten.

Auf den acht Eckpfosten ruht ein Rähmwerk, das die ebenfalls sternartige Balkenlage, die die Grundlage und die erste Balkenlage der Turmspitze bildet, trägt. In der Mitte der ersten Turmspitzenbalkenlage erhebt sich zu beträchtlicher Höhe der durch die ganze Turmspitze reichende Kaiserstiel, der seiner Länge wegen eine Zusammenblattung erforderte. Außer der unteren Balkenlage hat die Turmspitze noch eine höher gelegene zweite Balkenlage. Der Druck des Kaiserstiels wird durch Streben, die zugleich eine wirksame Versteifung bilden, auf die Pfosten der tiefer gelegenen Laterne übertragen.

Durch sorgfältige Aufmessung konnte festgestellt werden, daß die Turmspitze in Höhe der zweiten Balkenlage etwas eingezogen ist. Durch die bogenförmigen Aufschieb-linge, in Verbindung mit der vorerwähnten Einziehung, bildet die Turmspitze in der Ansicht, und zwar zum ganzen Turmbilde, eine sehr gute und passende Lösung. Alle Maße und sonstigen Einzelheiten der Konstruktion gehen aus den Abbildungen 11 u. 12 erschöpfend hervor.

Die Turmhaube, das Holzwerk des durchbrochenen Geschosses und die Turmspitze sind mit Kupfer gedeckt. Von der Hauptbalkenlage ab gemessen beträgt die Höhe der Konstruktionen: die Turmhaube einschließlich durchbrochenes Geschoß 17,08 m; die Turmspitze bis zum Anfallspunkt der Sparren am Kaiserstiel 12,50 m; die Turmbekrönung bis Oberkante Wetterfahne 7,35 m, zusammen 36,93 m. Die nicht unbeträchtliche Höhe von 36,93 m der Turmhaube mit dem Laternengeschoß, der Turmspitze und der Bekrönung wird von dem Beschauer weit unterschätzt. Die ganze Höhe des Turmes, vom Kirchenfußboden ab bis Oberkante Wetterfahne beträgt 79 m.

Zur besseren Verbindung ist verschiedenes Eisenzeug als Anker, Klammern, Hängeeisen, Laschen und einige Schraubenbolzen verwendet. Die Konstruktion der Turmhaube nebst Laterne und Turmspitze und die Ausführung der Zimmerarbeiten muß als durchaus musterhaft und gut angesehen werden. Die Konstruktion ist sehr standfest und kann zur Nachahmung empfohlen werden. Das Zimmerwerk ist sehr interessant, erfordert aber von dem ausführenden Meister und Polier nicht unwesentliche technische Kenntnisse in den Ausmittlungen und den Austragungen. Durch die Verwen-

dung des guten Eichenholzes und durch die gute Ausführung ist dem Turme eine lange Lebensdauer zuzuschreiben.

Das Dach der St. Michaeliskirche. (Abb. 13.)

Das Dach war ursprünglich dreiteilig, ist im Jahre 1750 zu dem jetzigen einteiligen umgebaut worden und überspannt die dreischiffige Hallenanlage der Kirche. Es ist in diesem Jahre (1915) mit Pfannen neu gedeckt.

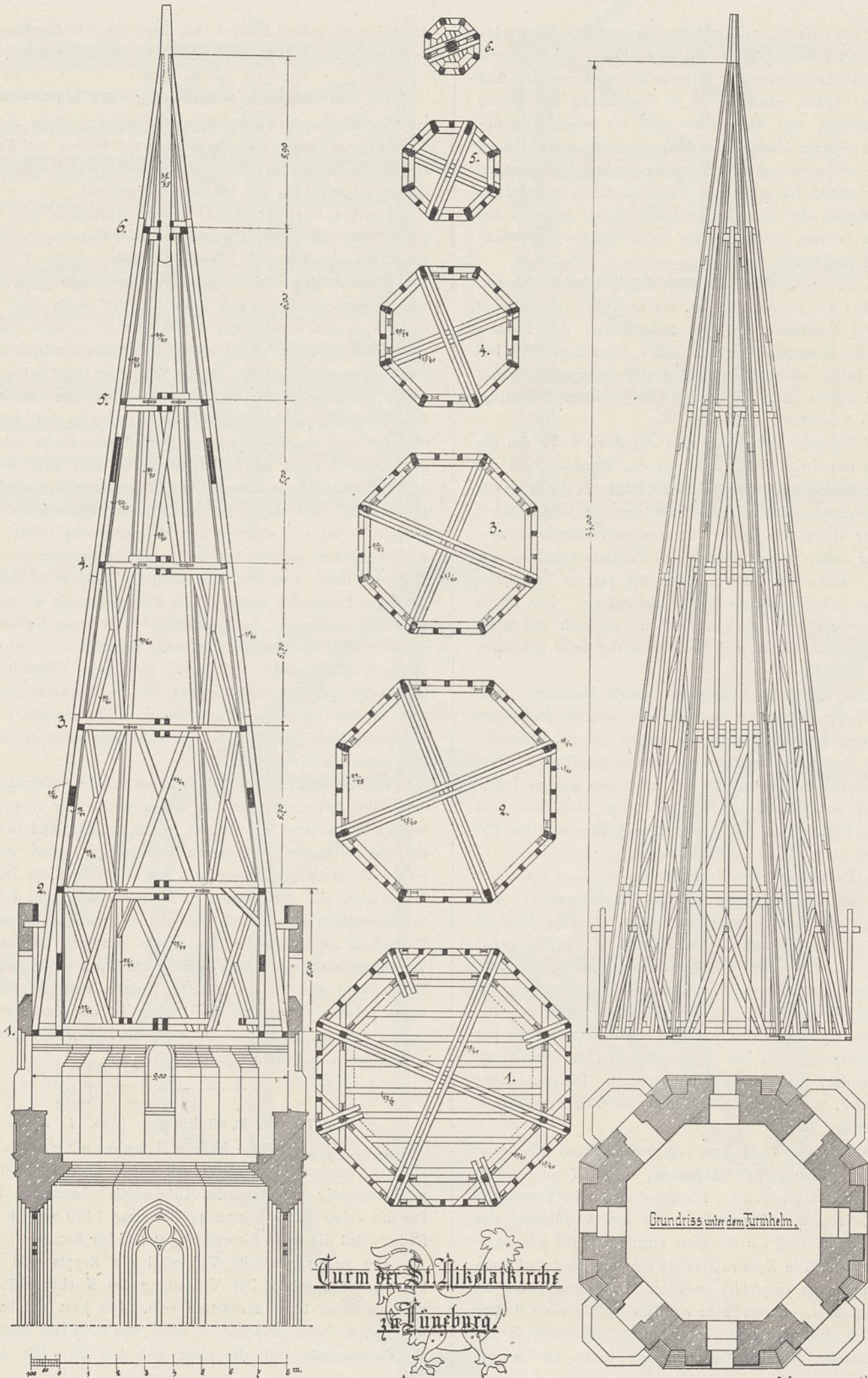
Das Dachgerüst besteht in der Hauptsache aus liegenden und stehenden Dachstühlen und über dem Mittelschiff aus Hängewerken. Die Hauptbinder stehen 7,70 m von Mitte zu Mitte auseinander, was der Länge eines Gewölbejoches entspricht, und haben am Fuß einen über das mittlere Gewölbe reichenden Balken, der in der Mitte durch Hängeeisen gestützt wird. Außer den Hauptbindern sind Zwischenbinder vorhanden, die am Fuße, der Gewölbekuppen wegen, keinen durchgehenden Balken erhalten konnten. Eigenartig ist bei den Bindern die Anordnung der nebeneinander liegenden Doppelsparren, so daß jeder Binder anstatt zwei, vier Sparren hat. Letzteres dürfte sich wohl kaum bei Dächern, auch bei den größten Konstruktionen vorfinden. Die seitlich, hart unter den Dachflächen angeordneten liegenden Dachstühle sind in der Längsrichtung nicht mit Andreaskreuzen, sondern mit Fuß- und Kopfstreben, die ein Viereck bilden, versteift. Die seitlichen, stehenden Stühle im ersten Dachboden haben in der Längsrichtung wirksame Strebenversteifungen. Der Querverband wird durch die nebeneinander und übereinander liegenden Kehlbalken, durch die mittleren Hängewerke und durch die langen Doppelkopfbänder der liegenden Stühle erzielt. In der Mitte des Daches sind in der Längsrichtung keinerlei Verstreben. Die Firstpfette fehlt. Die Zwischensparrengebände haben in jedem Dachboden die Kehlbalken.

Zur Vermeidung des Seitenschubes auf die Außenmauern durch die Zwischenbinder, bei denen wegen der Gewölbekuppen die unteren Mittelbalken fehlen mußten, sind in den seitlichen untersten Balkenlagen zweckentsprechende wagerechte Verstreben angeordnet. Die Kehlbalken der Dachbinder sind mit den Pfosten und Streben verkämmt (nicht tief überblattet) und durch Schraubenbolzen gesichert. Anstatt Eichenholz ist hier leider Tannenholz gewählt. Eine Auswechslung mehrerer bereits vom Wurm stark angefressener Hölzer wird sich in den nächsten Jahren nicht vermeiden lassen. Die Konstruktion des Daches ist als eine hervorragend gute zu bezeichnen, die sich für Dächer mit großen Abmessungen besonders eignet.

Der Turm der St. Nikolaikirche. (Abb. 14.)

Die St. Nikolaikirche ist kein Hallenbau mit gleichhohen Schiffen, sondern als Basilika mit einem über die Seitenschiffe mächtig emporragenden Mittelschiffe gebaut (Abb. 18). Der im Jahre 1407 begonnene Bau war 1409 soweit gefördert, daß die erste Einweihung stattfinden konnte.

Der zuerst genannte Teil wird die Krypta und der Chor gewesen sein. Die Vollendung des Kirchengebäudes wird im Jahre 1440 anzusetzen sein. Die jetzt sichtbaren Strebebögen lagen ursprünglich tiefer und unter den Dächern der Seitenschiffe (vgl. die alten Abb. 1 u. 2). Die Aus-



Turm der St. Nikolaskirche
 zu Lüneburg
 Erbaut 1395.

Aufgemessen u. gezeichnet:
 F. Havemann, Stadtbauführer.

Abb. 14.

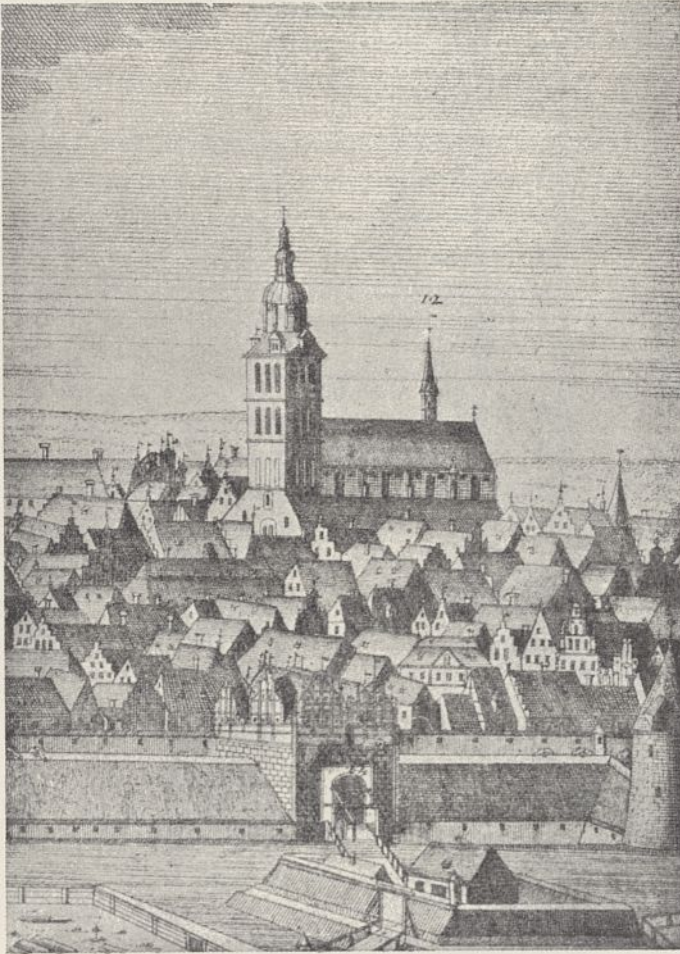


Abb. 15. Turm der Nikolaikirche. 1587 — 1830.

führung des Turmes mußte wegen der damals die Stadt drückenden Geldnot vorläufig unterbleiben. Erst im Jahre 1460 wurde mit dem Bau des Turmes begonnen, der im folgenden Jahre eine Höhe von 172 Fuß erreichte, und vorläufig notdürftig mit einem Satteldach abgedeckt wurde (siehe Abb. 1 der Stadt Lüneburg um 1500). Die Vollendung erfolgte 1587, nicht nach dem ursprünglichen Plane, sondern im sogenannten Renaissancestil, durch eine in zwei Laternengeschossen sich erhebende kupfergedeckte Haube (Abb. 15). Das Dach des Mittelschiffes war mit einem zierlichen Dachreiter, der im Jahre 1801 abgenommen wurde, geschmückt. In den Laternengeschossen des Hauptturmes hingen die Zeitglocken.

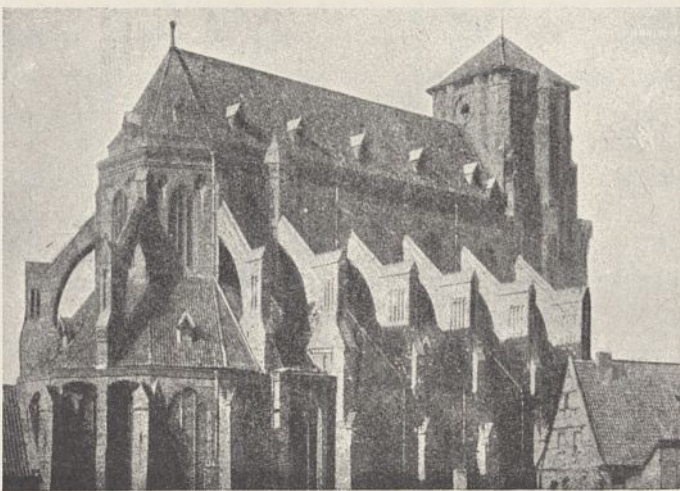


Abb. 16. Umbau der Nikolaikirche. 1865 bis 1869.

Der Dachreiter enthielt eine Glocke, mit der den Salztönnböttchern, die sich neben den Schiffen durch Stiftungen an der Kirche besonders beteiligt haben, das Zeichen zum Anfang und zur Beendigung ihrer Arbeit gegeben wurde. So hatte das Bauwerk das Ansehen erlangt, das ihm bis zum 19. Jahrhundert geblieben ist (siehe die Abb. 3 der Stadt Lüneburg um 1654).

Die Kirche selbst und auch der Turm bewährten sich mehrere Jahrhunderte als fest, und waren in den Hauptteilen keine Erneuerungen erforderlich. Im Jahre 1651 wurde eine Sammlung in der Stadt angeordnet, um die Mittel zu Wiederherstellungsarbeiten an der Südwestecke des Turmes, dem daranstoßenden Kirchengewölbe und dem Kirchendache zu beschaffen. Nach einer alten Rechnung aus dem Jahre 1672 über verbrauchte Baustoffe sind die Arbeiten nicht unbedeutend gewesen. Dauernde Hilfe brachte die Wiederherstellung nicht, denn gar bald wurde wieder über die Baufälligkeit des Turmes und des Daches geklagt. Da der Turm und einige Pfeiler sich nach Westen zu neigen begannen, stellte man im Jahre 1760 das Läuten der Glocken ein.

Im Jahre 1811 traf ein Blitzschlag die Turmspitze, der auch das Orgelwerk zerstörte. Das Feuer selbst richtete nicht viel Schaden an, jedoch wurde der Fortschritt der Unsicherheit beschleunigt. Nach Vornahme ungenügender Befestigungen entschloß man sich, da die erforderlichen Mittel zu gründlicher Besserung nicht aufzutreiben waren, zum Abbruch des Turmes. Im Jahre 1830 wurde mit dem traurigen Werke des Abbruches begonnen.

Im folgenden Jahre fand die Veräußerung der sieben Glocken statt. Einige kleinere Glocken sind der Kirche erhalten geblieben. Im Jahre 1832 wurden die Abbruchsarbeiten eingestellt, um der Kirche selbst nicht die Stütze

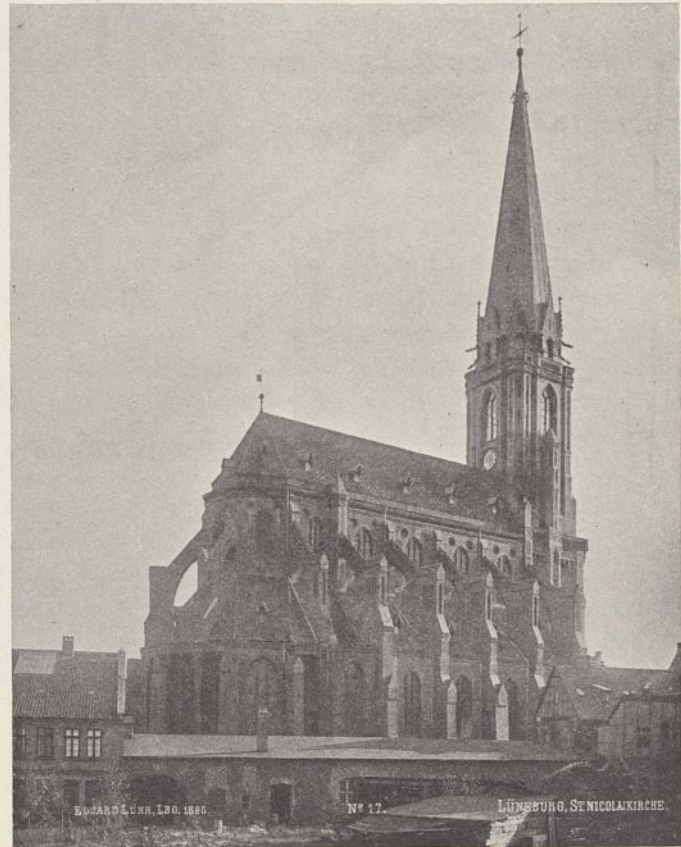


Abb. 17. Nikolaikirche. 1896.

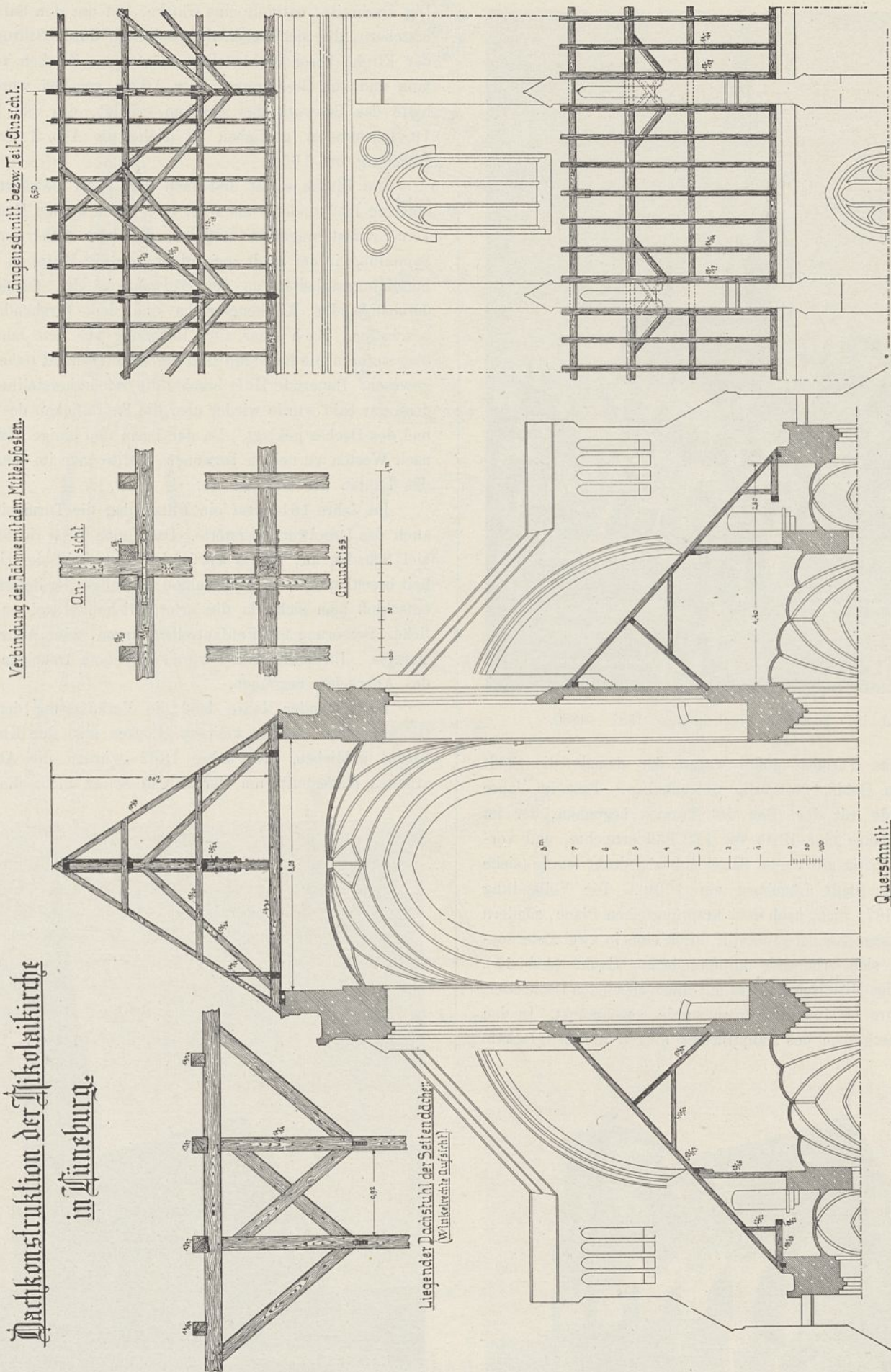


Abb. 18.

Dachkonstruktion der Nikolaikirche in Lüneburg.

an der Westseite zu nehmen. Es zeigte sich bereits ein Wanken des hohen Mittelschiffes; ein baldiger Verfall der ganzen Kirche mußte befürchtet werden.

Die turmlos gewordene Kirche — der Dachreiter war wie vorerwähnt bereits 1801 abgenommen — bot einen trostlosen Anblick dar und schien am Ende ihres Daseins an-

Aufgezeichnet von F. Havemann, Stadtkaufm. Lüneburg, im Januar 1915

gelangt zu sein. Im Jahre 1843 trat der St. Nikolai-Kirchenbauverein in Lüneburg ins Leben, damit der uralten St. Nikolai-Kirche schleunige Hilfe gebracht würde. Der Turm, der der Stadt ein majestätisches Ansehen verliehen hatte, war bereits fast ganz abgebrochen, die Kirche selbst verfiel von Jahr zu Jahr und würde bald in einen Steinhäufen verwandelt sein. Der Hauptzweck des Bauvereins war die Erhaltung der Kirche und die Wiederherstellung des Turmes, wenn nicht in der alten prachtvollen Form, so doch in einfacher und würdiger Weise.

Nach Festsetzung von Statuten, die der Magistrat genehmigte, wurde ein „Aufruf“, an die Bewohner Lüneburgs gerichtet, veröffentlicht. Nachdem dem Verein eine große Anzahl von Mitgliedern beigetreten waren, fanden bei den Einwohnern der Stadt wiederholt Geldsammlungen statt. König Friedrich Wilhelm IV. von Preußen und andre fürstliche Gäste, die sich im Jahre 1843 in Lüneburg aufhielten, zeigten lebhaftes Interesse für die Kirche und spendeten namhafte Beträge zu dem Umbau. Auch der König Ernst August spendete ansehnliche Beihilfen. Manche Legate von Privatpersonen flossen dem Vereine zu.

Die Schadhaftheit der hohen Gewölbe veranlaßte eine Schließung der Kirche von Oktober 1856 bis Frühjahr 1857. Nach vorläufiger Beseitigung der Gefahr konnte sie wieder dem Gottesdienste geöffnet werden. Im Jahre 1860 wurde der Zustand von dem Stadtbaumeister Maske für so bedenklich erklärt, daß die endgültige Schließung angeordnet werden mußte.

Es wurden Gutachten von verschiedenen Seiten eingeholt. Sie fielen nicht gleichlautend aus. Einige rieten, zum Abbruch der ganzen Kirche und zum völligen Neubau zu schreiten. Baurat Hase, Hannover, befürwortete eine dauerhafte Erneuerung des herrlichsten Baudenkmales der Stadt und die Neuaufführung eines Turmes.

So entschloß man sich zur Erneuerung der Kirche und zur Erbauung eines neuen Turmes nach dem Plane des Bau-rats Hase, der Bau begann im Jahre 1865. Die wichtigsten Arbeiten waren die Erneuerung der mächtigen Mittelpfeiler, die Herstellung der herrlichen Sternengewölbe, die Emporführung neuer Strebebögen zur Sicherung des Mittelschiffes. Für den Turmbau hatte Hase mehrere Pläne vorgelegt, zwei erheblich einfachere und eine reichere und aufstrebendere Ausführung. Man entschloß, sich den des Bauwerks würdigen stattlichen Turm mit seiner eigenartigen, reich und fein aufsteigenden Westfront auszuführen. Im Jahre 1869 war die Erneuerung des Kirchengebäudes vollendet (Abb. 16). Der neue Turm

war bis über die Höhe des Kirchendaches aufgeführt, mußte jedoch dann wegen Geldknappheit, mit einem Notdach versehen, noch Jahrzehnte auf die Fertigstellung warten. Am 1. Oostertage 1869 ist das wiedererstandene Gotteshaus in festlicher Einweihungsfeier wieder in Gebrauch genommen worden. Um die Vollendung des Turmes zu erreichen, wurde zur Ansammlung der Mittel ein Turmbaufonds gegründet. Durch namhafte

Legate, durch andere Gaben und durch erneut vorgenommene Sammlungen, sowie durch Aufnahme eines Darlehns aus dem Klosterfonds, konnte im Mai 1894 mit der Fortsetzung des Turmbaues begonnen werden. Die Oberleitung der Turmvollendung war dem Stadtbaumeister Kampf (jetzt Stadtbaurat) und die Bauführung dem Regierungsbauführer Stubbe übertragen.

An der Ausführung waren beteiligt: Maurermeister Meyer, Zimmermeister Havemann (jetzt Stadtbauführer), Schlossermeister Havemann, Klempnermeister Cordes, Malermeister Dellien. Der ursprüngliche Plan von Hase, der einen von vier Ecktürmchen flankierten gemauerten Helm vorsah, wurde, um die Belastung zu verringern, auf eine schlankere Holzkonstruktion mit Kupferbedachung abgeändert (Abb. 17). Die festlich gestaltete Turmweihfeier fand am 6. Oktober 1895 statt.

Mit Recht konnte damals geschrieben werden: Das herrliche Gotteshaus steht heute vollendet und turmbekrönt vor uns, ein hervorragendes Meisterwerk und eine prächtige Zierde unserer Stadt.

Die Konstruktion des Turmes. Nach Aufstellung eines starken Gerüsts wurde der massive

Unterbau des Turmes um ein hohes Turmgeschoß, rd. 14 m höhergeführt. Den Übergang von dem Unterbau zum Turmhelm bilden acht Giebel. Die Grundform des Helmes ist ein regelmäßiges Achteck, aus dem die acht Giebel etwas vorspringen. Der Helm erhebt sich in schlanker Form als achtseitige Pyramide. Er ist vom Schwellwerk bis zu dem Sparrenanfallpunkt 34 m hoch (Abb. 14). Die ganze Höhe des Turmes beträgt 98 m. Die Turmbekrönung (Abb. 19) besteht aus einem kronenartigen Kranz, der einem symbolischen Heiligenschein gleicht, einer Kugel, einem sehr schönen schmiedeeisernen Kreuz und dem Wetterhahn. Die Kugel hat 1 m Durchmesser und nahm eine Kapsel mit Dokumenten und Erinnerungszeichen auf. Das Schwellwerk des Helmes ist aus Eichenholz, alle anderen Hölzer aus bestem ostpreussischen Kiefernholz hergestellt. Das Gerüst des Turmes ist ähnlich den jetzt üblichen Ausführungen. Die Grundlage bildet ein

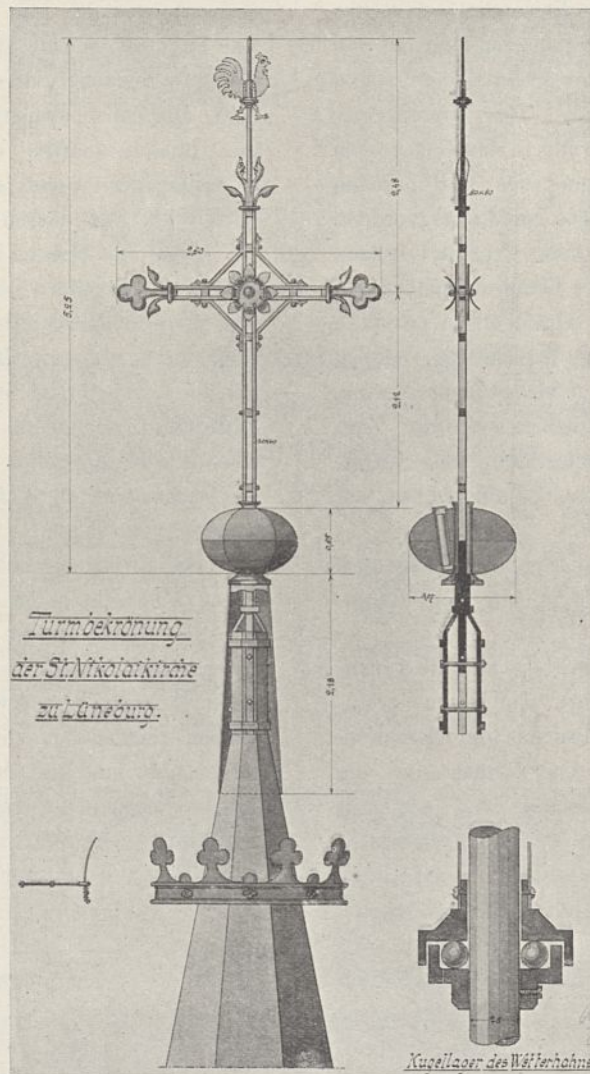


Abb. 19. Turmbekrönung der St. Nikolaikirche in Lüneburg.

Balken- und Schwellenwerk. Die Geschosse selbst haben keine Balkenlagen, sondern nur in der Richtung abwechselnde, sich kreuzende Zangenpaare, die auf oder unter den Rähmwerken liegen. In dem untersten Helmgewölbe bilden die Schwellen, die senkrecht stehenden Pfosten, die Amdreaskreuze, die Rähme, die Zangen und die Kopfbänder die Hauptkonstruktion. In den übrigen Geschossen stehen die Pfosten geneigt, sich unmittelbar an die Gratsparren lehnd. Dementsprechend stehen auch die Amdreaskreuze geneigt. Der Kaiserstiel reicht nur durch das höchste Turmgewölbe. Die Gratsparren sind mit den Eckpfosten fest verbolzt. Sie mußten der großen Länge wegen mehreremale zusammengesetzt werden. Die Gratsparrenstöße sollten nach Angabe der Bauführung in den Geschossen in gleicher Höhe liegen. Auf Anregung des ausführenden Zimmermeisters wurden jedoch die Stöße versetzt angeordnet, so daß der ganze Helm einen viel sicheren Verband bekam. Beim Richten hatte die Versetzung der Gratsparrenstöße um Geschoßhöhe (vier gegenüberliegende Gratsparren erhielten den Stoß in demselben Geschoß und die anderen vier in dem nächsten Geschoß) den nicht unwesentlichen Vorteil, daß die Herstellung eines Gerüsts entbehrlich wurde. Zum Einbau des Kaiserstieles und zur Befestigung der Turmbekrönung war natürlich an der Turmspitze ein kleines, auf Ausleger gestelltes Gerüst erforderlich.

Die Sparren reichen durch ein oder mehrere Geschosse, hören stumpf auf und liegen, verkämmt mit dem Rähmwerk, für sich gesondert.

Die Konstruktion überträgt das Gewicht auf die Außenmauern, sie hat sich bis jetzt gut bewährt. Zur festen Verbindung dienten Schraubenbolzen, Winkel, Laschen und Klammern. Zwei Jahre nach der Fertigstellung des Turmes sind die Schraubenbolzen nochmals fest nachgezogen; das war gut denn die Hölzer waren im Querschnitt etwas eingetrocknet.

Eine noch höhere Festigkeit der ganzen Konstruktion wäre erzielt, wenn die Geschoßstiele durch mehrere Geschosse (wie beim Johannisturm) reichten, so daß die Anzahl der Haupträhmkränze vermindert werden konnte, denn bekanntlich trocknet jede Schwelle, Rähm oder Balken in der Querfaser ein und lockert den sonst an und für sich guten Verband.

Zu dem Turmhelm waren erforderlich: 2,50 cbm Eichenholz, 60,5 cbm ostpreußisches Kiefernholz, 1650 m Bauholz zu verzimmern und zu richten; 500 qm 30 mm starke Kieferschalung.

Die jetzigen Glocken der Nikolaikirche:

die Marienglocke (1491)	1,90 m Durchmesser,
die große Vossische Glocke (1723)	1,713 „ „
die kleinere Vossische Glocke (1650)	1,524 „ „
die Sonntagsglocke (1712)	1,491 „ „
die Katharinenschelle (1445)	0,83 „ „
	(Stundenglocke),
die Franziskusschelle (1516)	0,73 m Durchmesser,
	(Viertelglocke),
die frühere Viertelglocke (1587)	0,56 m Durchmesser,
	(jetzt Läuteglocke),
die Schelle (1597)	0,803 m Durchmesser,
die Barchmannsche Schelle (1560)	0,545 „ „

Das Dach der Nikolaikirche. (Abb. 18.)

Bei den in den Jahren 1865 bis 1869 vorgenommenen großen Erneuerungsarbeiten sind die Seitendächer und das

Mitteldach erneuert oder umgearbeitet worden. Von den zur Verwendung gekommenen Hölzern sind verschiedene Stücke älter und stammen jedenfalls von den ehemaligen Dachstühlen her. Das ganze Dachwerk ist aus Tannenholz und mit Pfannen gedeckt.

Die tiefer gelegenen seitlichen Dächer sind Pultdächer mit stehenden und mit liegenden Dachstühlen. Die liegenden Stühle sind durch Streben und Kreuzstreben im Längenverband versteift, die liegenden Pfosten haben Kehlbalke. Am Dachfuß ist eine Stichbalkenlage angeordnet. Die Dächer sind Pfettendächer, deren obere Pfette auf Mauerauskragungen ruht. Die Zwischensparren haben keine Kehlbalke. Zwischen den Bindergespärren erhebt sich das Fußmauerwerk der außerhalb der Dächer sichtbaren Strebebögen, die das hohe Mittelschiff und dessen Gewölbeabschluß stützen.

Über den reichen Sterngewölben des Mittelschiffes erhebt sich das Hauptdach, ein Satteldach, dessen Binder 4,50 m von Mitte zu Mitte auseinander stehen. Die Dachbinder sind Hängewerke, deren Mittelpfosten bis unter die Firstpfette reichen. Die Binder haben am Fuße einen quer über das Mittelschiff reichenden Balken, zwei Streben, einen Mittelpfosten und doppelte, zangenartige Kehlbalke. Am Fuße des Daches sind zur Aufnahme der Sparren kleine Stichbalkenlagen vorgesehen.

Die Zwischensparren haben Kehlbalke und am Fuße kleine senkrecht stehende Drempele.

Das Dach ist im Längenverband gut verstrebt. Die unteren Mittelstreben reichen bis zu den Rähmen der oberen Kehlbalke, die etwas höher anfangenden oberen Mittelstreben reichen bis zur Firstpfette. Die Rähme der Kehlbalke sind mit den Binderpfosten verzapft und durch eiserne Laschen verbunden.

Hängeeisen und eiserne Schraubenbolzen dienen dem Zimmerwerk zum festen Verband.

Die örtliche Lage der drei Kirchen.

Die St. Johanniskirche liegt an drei Seiten frei, die östliche Chorseite wird durch die dahinter gelegenen Häuser etwas eingengt. Dem Besucher, vom Bahnhof in die Stadt kommend, bietet sich ein reizvolles Bild, die großen Kirchendächer mit den Chordigungen und im Anschluß der gewaltige Turm. Gestört wird das Bild durch den neuen Wasserturm, der unweit der Kirche errichtet und an sich ein sehr schöner Backsteinbau ist, durch seine Nähe zum Turm. Der Wasserturm beeinträchtigt durch seine Höhe und die nicht unbedeutenden Abmessungen den Turm der Johanniskirche im Stadtbilde; eine Errichtung in weiterem Abstände war jedoch wohl nicht gut möglich.

Vom Sande aus gesehen wirkt die Kirche mit dem gewaltigen, majestätischen Turm, im Gesamtblick mit den alten Giebelhäusern des Sandplatzes, überraschend und überwältigend (Abb. 4). Ein Choralspielen mit dem Läutewerk der alten mächtigen Glocken ist besonders erhehend und zu Herzen gehend. Die mechanisch betriebenen Glockenspiele anderer Türme, von älterer und neuerer Zeit, können sich mit dem Geläute der Glocken des St. Johannisturmes in Lüneburg in bezug auf mächtigen Klang und Wirkung auf die Einwohner bei weitem nicht messen.

Die St. Michaeliskirche ist in einem enger gebauten Stadtteile errichtet und an einer Seite durch daran stoßende andere Gebäude verdeckt. Durch den beabsichtigten Abbruch des alten Seminars und des Landgerichtsgebäudes wird die Kirche wesentlich freier zu liegen kommen. Zu wünschen wäre, daß bald das unmittelbar an die Kirche stoßende Gebäude des Landratsamtes und die vor der Westseite des Turmes gelegenen kleinen Häuser beseitigt würden.⁵⁾ Vom Straßenzuge auf dem Meere und von der Altstadt gesehen, in Betrachtung mit den alten Häusern der Straßenzüge, findet der Beschauer, im Hintergrund die Michaeliskirche, und besonders mit dem Turm derselben, ein äußerst seltenes und malerisches Bild (Abb. 9).

5) Der Abbruch des Seminars scheint leider unvermeidlich; eine weitere Freilegung der Kirche wird aber auf jeden Fall verhindert werden müssen.
Die Schriftleitung.

Von der Kuppe des nahe gelegenen Kalkberges aus betrachtet, wirkt besonders die Turmhaube reizvoll (Abb. 10). Das Besteigen des Kalkberges lohnt besonders, denn es bietet sich von dort eine gute Übersicht über die ganze Stadt mit den Kirchen, den Türmen und den lebhaft roten Dächern, im Sommer durch vieles Baumgrün belebt.

Die St. Nikolaikirche ist durch Brandschaden in den Jahren 1880 und 1889, bei dem vor dem Turm zwei Häuser und seitabwärts die ehemalige Reichenbachsche Fabrik niederbrannten, etwas freigelegt. Bei Errichtung der Kirche ist damals des enggebauten Stadtteiles wegen wohl die Ausführung eines breiten Hallenbaues nicht möglich gewesen. Es kam eine Basilika mit schmälere Seitenschiffen zur Ausführung.

Lüneburg, im Dezember 1915.

F. Havemann, Stadtbauführer.

Die Ausnutzung der Wasserkräfte im Weserquellgebiet.

Von Block, Regierungs- und Baurat in Hannover.

(Mit Abbildungen auf Blatt 51 bis 55 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Zur Speisung des großen Schiffahrtskanales, der von Ruhrtort über Herne-Bervergern bis Hannover verläuft, dienen neben einer Anzahl von kleineren Bächen, deren Wasserläufe in den Kanal aufgenommen sind, in erster Linie die Lippe und Weser. Der Lippe wird das Wasser in der Nähe von Hamm entnommen, es fließt mit natürlichem Gefälle dem Kanal zu, während das Wasser aus der Weser durch ein elektrisches Pumpwerk bei Minden in den Kanal gepumpt wird, der dort die Weser in 14 m Höhe über dem sogenannten Mittelkleinwasser überschreitet. Der elektrische Strom zum Betriebe dieses Kanalpumpwerks wird von dem staatlichen Wasserkraftwerk bei Dörverden an der unteren Weser (s. Zeitschrift f. Bauwesen 1915, S. 459 u. 595) über eine 80 km lange, mit 45 000 Volt betriebene Hochspannungsleitung entnommen.

Die Weser ist nun in ihrem jetzigen Zustande besonders während der

sommerlichen Niedrigwasserzeiten nicht fähig, die für Kanalspeisungszwecke benötigten großen Wassermengen ohne erhebliche Störung der Schifffahrt zu liefern. Die größte zu entnehmende Wassermenge beträgt zu Niedrigwasserzeiten 10 cbm/Sek.; durch die Entnahme wird eine Senkung des Wasserspiegels um 10 cm unterhalb Minden verursacht, die zeitweilig die Wirtschaftlichkeit der Weserschifffahrt erheblich vermindern würde.

Durch das Wasserstraßengesetz vom 1. April 1905 ist daher bestimmt worden, daß die für Speisungszwecke benötigten, aus der Weser zu entnehmenden Wassermengen durch Talsperranlagen wieder gedeckt werden müssen. Diese befinden sich an der Eder bei Hemfurt (Text-Abb. 1) und an der Diemel bei Helminghausen; das erstere Sammelbecken faßt über 200 Mill. cbm und ist damit das größte

in Europa, das letztere rd. 20 Mill. cbm. Bei voller Füllung steht der Seespiegel bei ersterem 41 m, bei letzterem 32 m über dem Unterwasser. Hieraus ergibt sich, daß große Wasserkräfte an beiden Stellen ausgenutzt werden können. Der Ausbau der Kraftanlagen an der Edertalsperre ist inzwischen erfolgt. Die Sammelbecken dienen nebenher dem Hochwasserschutz, indem bis zur Schneeschmelze ein Teil des Inhaltes als sogenannter Hochwasserschutzraum frei gehalten werden muß.

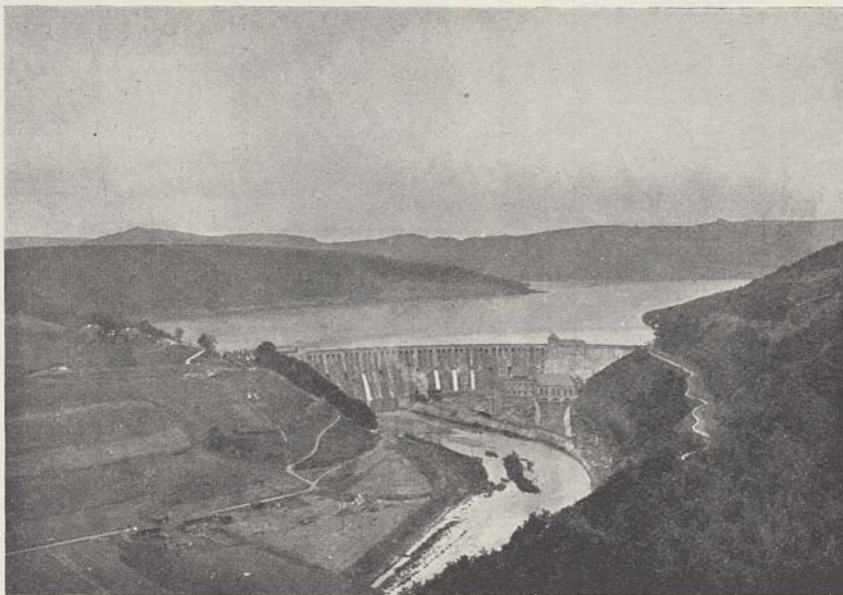


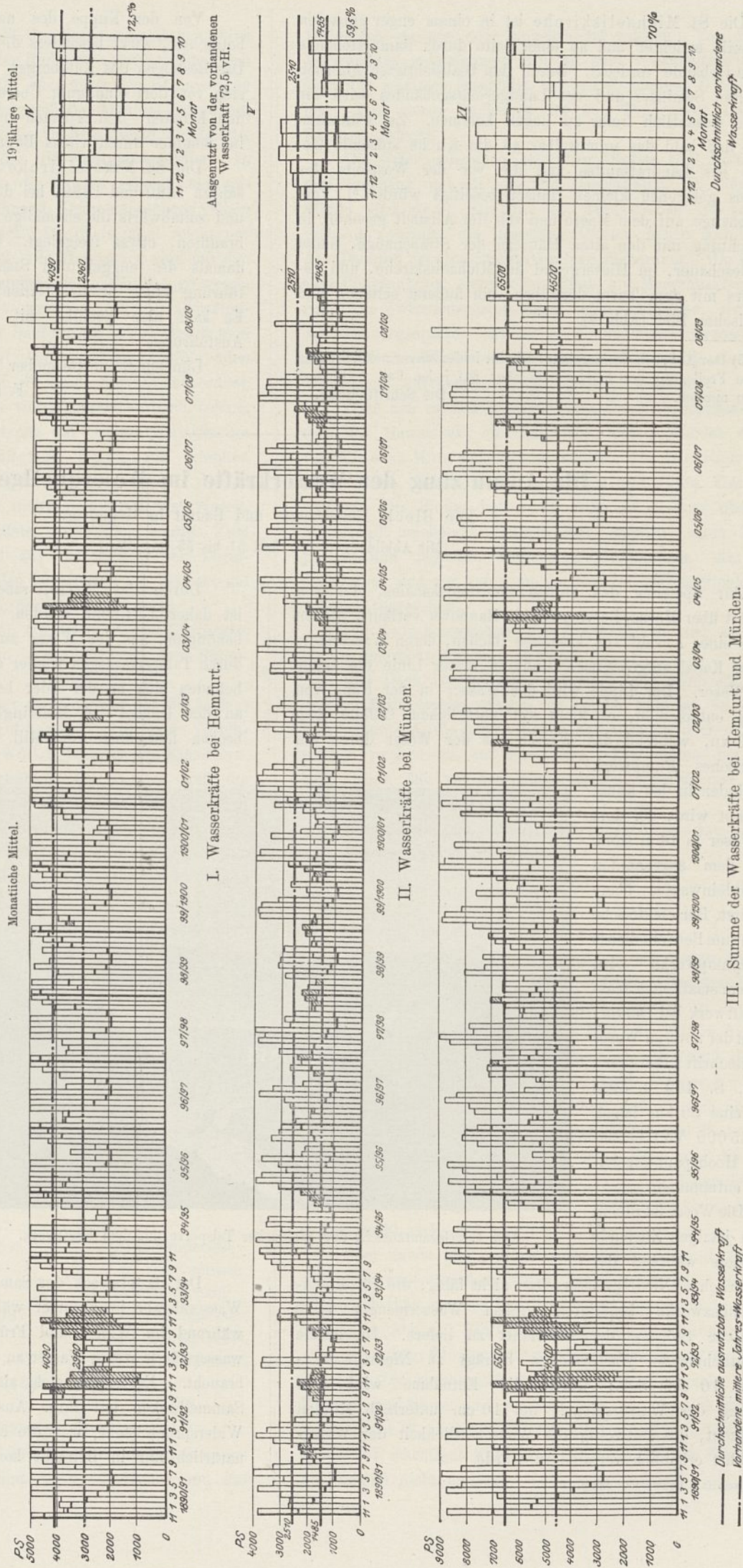
Abb. 1. Gesamtansicht der Waldecker Talsperre mit dem Kraftwerk.

Der Hauptzweck der Sammelbecken erfordert die größte Wasserabgabe im Sommer während der Niedrigwasserzeiten, während im Winter und Frühjahr wegen der hohen Flußwasserstände wenig Wasser an die Weser abgegeben zu werden braucht. Es ergibt sich also, daß der Hauptzweck der Sammelbecken mit ihrer Ausnutzung für Kraftzwecke im Widerspruch steht, weil die elektrische Kraft, welche heute natürlich nur in Betracht kommt, im Sommer bekanntlich

am wenigsten, im Winter aber am meisten gebraucht wird.

Die erste Aufgabe bei der Untersuchung der Frage, ob unter diesen Umständen überhaupt eine Ausnutzung der Wasserkräfte wirtschaftlich möglich ist, war daher die Aufstellung eines Betriebsplanes für die Wasserwirtschaft, aus dem unter bestimmten möglichst genau zu ermittelnden Annahmen für die Wasser und Kraftabgabe errechnet werden konnte, wieviel von den verfügbaren Wassermengen voraussichtlich nutzbringend als elektrische Arbeit verwertet werden könnte. Diese Untersuchungen sind vom Verfasser zusammen mit dem Vorstand des Talsperrenbauamtes in Hemfurt, Regierungs- und Baurat Soldan, im Winter 1910/11 vorgenommen worden und haben ergeben, daß rd. 70 vH. der Rohwasserkräfte unter den gemachten Annahmen ohne Hinzuziehung von Aushilfskraft für den Absatz nutzbringend verwertet werden können.

Die staatlichen Wasserkraftanlagen im Weserquellgebiet umfassen nun nicht allein die beiden Talsperren, sondern noch ein Niedriggefälle-kraftwerk in der Weser bei Hann.-Münden rd. 1 km unterhalb des Zusammenflusses der Werra und Fulda. Ein Wasserkraftwerk gerade in der Weser bietet für das Zusammenarbeiten mit den Talsperrenkräften den Vorteil, daß es die Gesamtleistung der Werke gleichmäßiger gestaltet; denn die Talsperrenkräfte sind infolge der größeren Wasserabgabe am größten zu Niedrigwasserzeiten der Weser, wo diese die geringste Kraft liefert, und umgekehrt. Die drei Wasserkräfte sollen derart auf ein gemeinsames Versorgungsgebiet arbeiten, daß die Tagesgrundbelastung von dem Flußkraftwerk bei Münden geliefert wird, während die Spitzen von den beiden Talsperrenkraftwerken gedeckt werden. Im



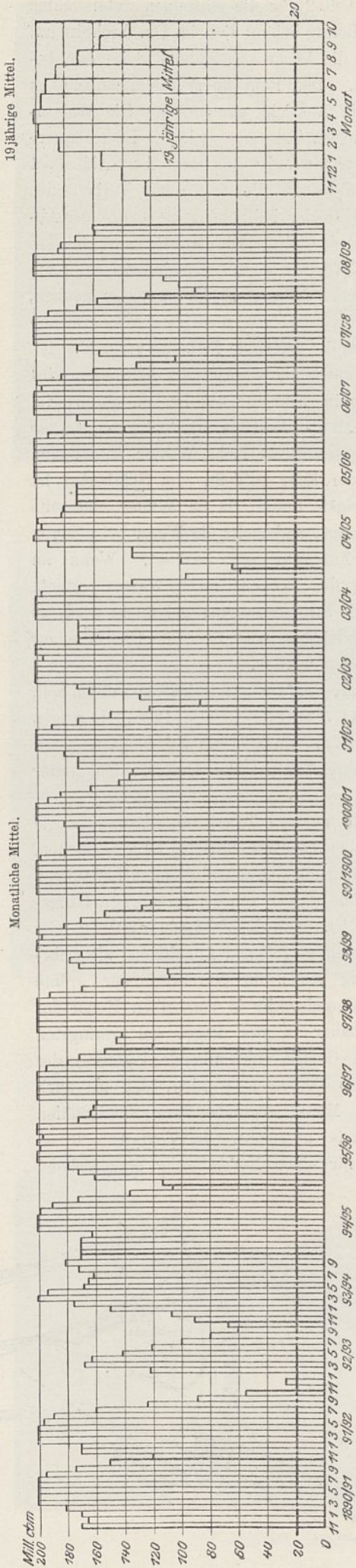


Abb. 3. Wasserinhalt des Edersammelbeckens für die hydrologischen Jahre 1891/1909.

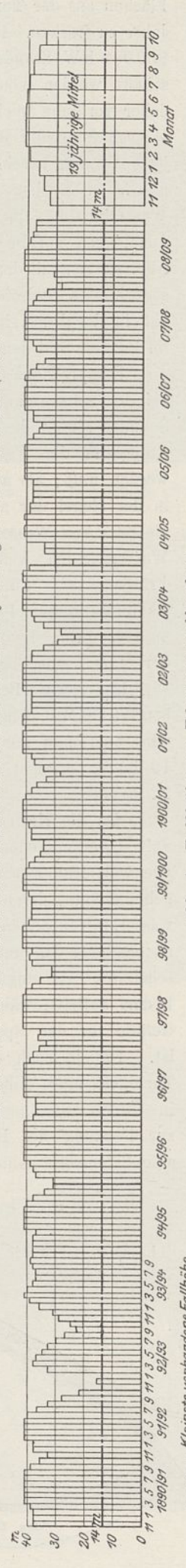


Abb. 4. Fallhöhe am Edersammelbecken.

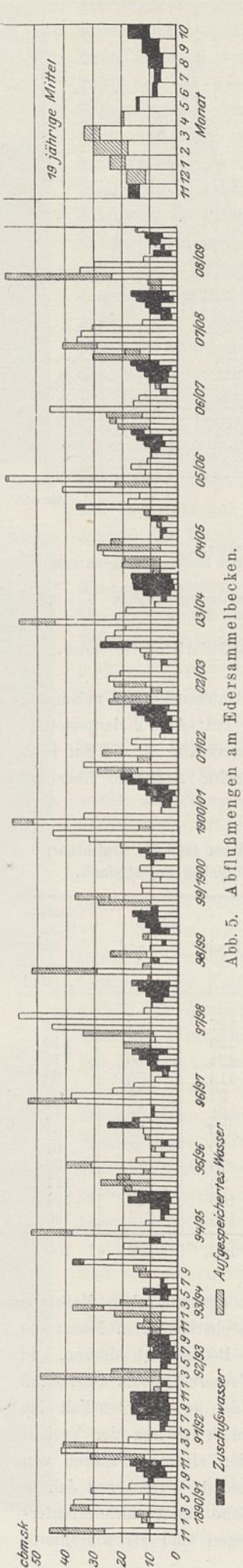


Abb. 5. Abflussumengen am Edersammelbecken.

Flußkraftwerk muß nämlich das Wasser dauernd in dem Maße verarbeitet werden, wie es zufließt, weil es nicht oder nur unter Aufwendung unwirtschaftlich hoher Kosten aufgespeichert werden kann, während der Abfluß der Talsperren auf die 24 Stunden des Tages beliebig verteilt werden kann, wenn die abfließenden Wassermengen in einem unterhalb der Kraftwerke gelegenen Ausgleichweiher gesammelt werden, aus dem sie dann gleichmäßig zum Abfluß gelangen. Der gleichmäßige Abfluß ist wegen der Triebwerke am unteren Ederlauf und hauptsächlich wegen der Schifffahrt auf der Weser unbedingtes Erfordernis.

Die Rohwasserkraft an der Edertalsperre beträgt durchschnittlich im Mittel von 19 untersuchten Jahren 36 Mill. PS-Stunden, mit einem Wirkungsgrad von 75 vH. bis zur Turbinenwelle gerrechnet; die Rohwasserkraft an der Diemeltalsperre 3 Mill. PS-Stunden, in Münden 22 Mill. PS-Stunden; die Gesamtleistung der Kraftwerke mithin 61 Mill. PS-Stunden oder rd. 41 Mill. KW-Stunden am Schaltbrett. Bemerkte sei hierbei, daß Wasserkräfte über 5000 PS an der Edertalsperre in dieser Rechnung als nicht verwertbar außer Betracht geblieben sind. Werden diese mit berücksichtigt, was geschehen kann, wenn noch weitere Kraftwerke wie die an den drei Mainstufen, die bekanntlich auch jetzt für Kraftgewinnung ausgebaut werden, auf dasselbe Netz arbeiten, so erhöht sich die nutzbare Leistung der Wasserkraftwerke von 41 auf 54,5 Mill. KW-Stunden.

Die Untersuchungen über die Wasserwirtschaft erstreckten sich auf die 19 hydrologischen Jahre 1891 bis 1909, ihr Ergebnis für die Kraftwerke Hemfurt und Münden — das Werk bei Helminghausen ist wegen seiner Kleinheit und mangels genügender Unterlagen für den

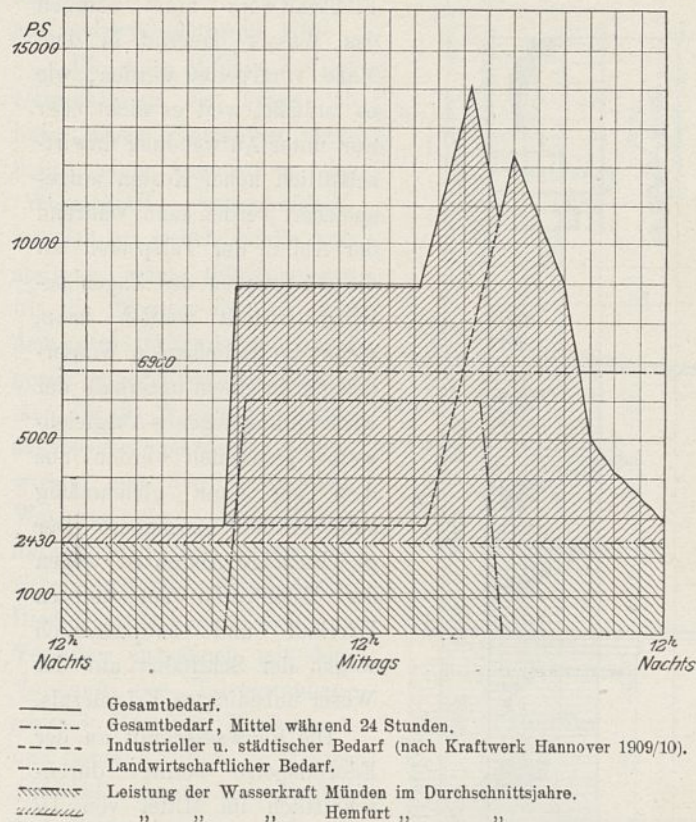


Abb. 6. Tagesdiagramm des Strombedarfs im November.

Wasserabfluß der Diemel bei den Untersuchungen nebensächlich behandelt worden — ist auf Text-Abb. 2 dargestellt.

Für die Verwertung der Wasserkräfte ist die auf nachstehender Zusammenstellung gemachte Annahme über den Arbeitsbedarf gemacht worden:

Zusammenstellung I. Durchschnittlicher täglicher Kraftbedarf in Hundertteilen des durchschnittlichen Tagesbedarfs.

Monat	Stadt	Land	Gesamtbedarf $\frac{3}{4}$ Stadt + $\frac{1}{4}$ Land
November	127	224	151
Dezember	139	61	119
Januar	134	60	115
Februar	113	55	98
März	92	51	82
April	81	38	70
Mai	70	35	61
Juni	70	35	61
Juli	76	37	66
August	83	194	111
September	100	197	124
Oktober	116	212	140
Im Mittel	100	100	100

Dieser Bedarf ist zeichnerisch in einem solchen Maßstabe aufgetragen worden, daß in dem höchstbelasteten Monat die vorhandenen Wasserkräfte und der Bedarf sich decken. In den übrigen Monaten sind dann Wasserkräfte im Überschuß vorhanden, und theoretisch ist für den untersuchten Fall eine Aushilfsanlage überflüssig. Tatsächlich ist nun der Verlauf des Wasserzu- und Abflusses in den einzelnen Jahren von einander verschieden, so daß in besonders trockenen Jahren trotzdem Strombezug von anderer Seite zur Aushilfe erforderlich wird. Die fehlenden Kraftmengen sind als schraffierte

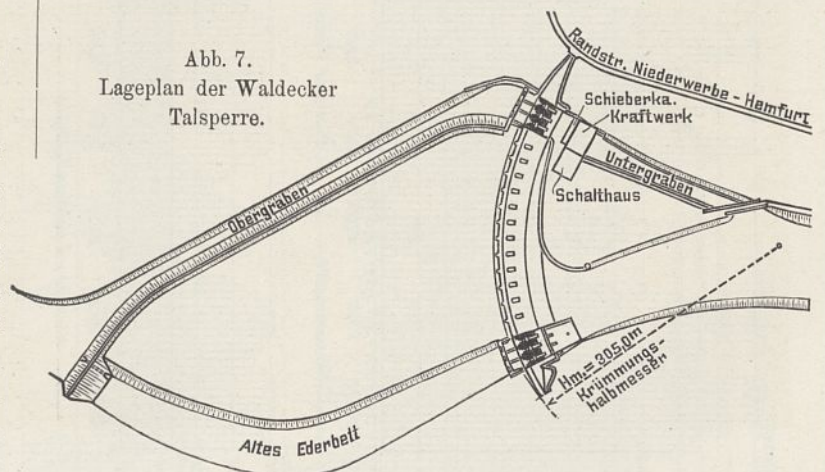
Flächen aus der Text-Abb. 2 für die einzelnen untersuchten Jahre zu ersehen. Ihr Betrag beläuft sich im Durchschnitt auf 800 000 KW-Stunden, die leicht von anderer Seite her beschafft werden können. Der Bau einer Aushilfsanlage ist daher vorläufig nicht in Aussicht genommen. Die Wasserwirtschaft an der Waldecker Talsperre, wie die Edertalsperre jetzt amtlich bezeichnet wird, ist aus den Text-Abb. 3, 4 und 5 zu ersehen, von denen die erste den Verlauf des Wasserinhaltes, die zweite der Fallhöhen, die dritte der Abflußmengen am Becken darstellt. Die Monate sind in den Abbildungen mit dem November beginnend, eingetragen, nach sogenannten hydrologischen Jahren. Es ist daraus zu ersehen, daß in der Regel im November die niedrigste Wassermenge im Becken und demnach die geringste Fallhöhe vorhanden ist.

Entsprechend den gewöhnlichen Abflußverhältnissen wird bei der Schneeschmelze im Frühjahr das Becken gefüllt, im Sommer nimmt der Inhalt des Beckens allmählich ab, da zur Aufhöhung der Weserwasserstände mehr Wasser entnommen werden muß, als aus der Eder zufließt. Im Spätherbst ist in der Regel der niedrigste Stand, da im Winter einerseits die Eder viel Wasser bringt, andererseits die Weser bei höheren Wasserständen wenig Zuschußwasser benötigt. Wenn im Frühjahr nach Füllung des Beckens mehr Wasser zufließt als im Kraftwerk für die Stromerzeugung gebraucht wird, so muß es durch die Grundablässe oder über die Überfälle auf der Mauerkrone abgelassen werden.

Der eiserne Bestand, der nie unterschritten werden soll, beträgt 20 Mill. cbm, das niedrigste Gefälle 14 m. Letzteres wird überhaupt nur in einem einzigen unter den untersuchten 19 Jahren erreicht, während sonst das Gefälle nicht unter 22 m sinkt.

Da die Kraftwerke an den Talsperren als sogenannte Spitzenwerke dienen sollen, so war zunächst zu untersuchen, wie weit man zweckmäßig mit den einzubauenden Leistungen gehen müßte, deren Größe an sich von der mittleren Jahreswasserkraft unabhängig ist. Aus der Zusammenstellung 1 ist zu ersehen, daß unter den getroffenen Annahmen, die wahrscheinlich zu ungünstig sind, im November der größte Bedarf auftritt, während andererseits in demselben Monat das Gefälle an der Sperrmauer in der Regel am geringsten ist. Die je nach dem Gefälle schwankende Leistung der Turbinen muß daher so bemessen werden, daß sie auch in diesem ungünstigen Monat abgesehen von Sonderfällen zur Deckung des Bedarfs ausreicht. In Text-Abb. 6 ist eine Stromverlaufslinie für einen Novembertag entsprechend

Abb. 7. Lageplan der Waldecker Talsperre.



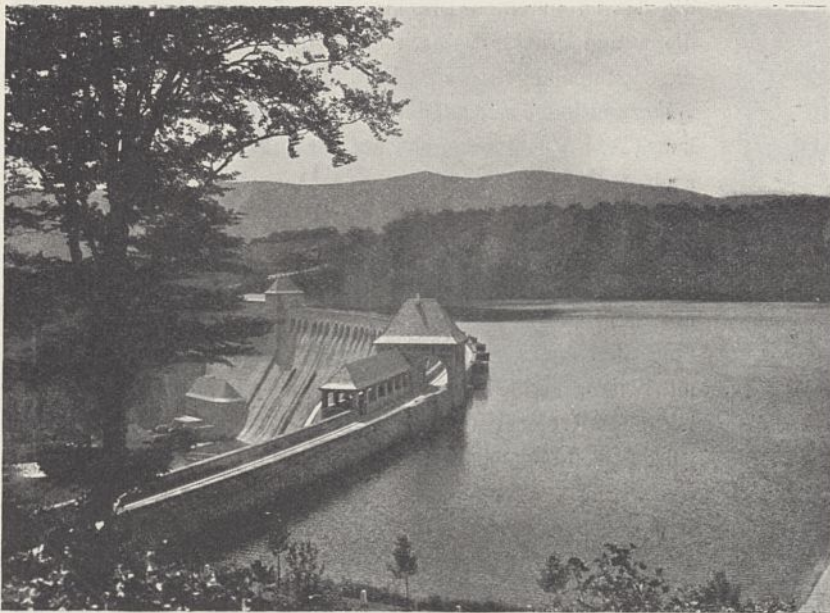


Abb. 8. Ansicht der Waldecker Talsperre von der Wasserseite (Norden).

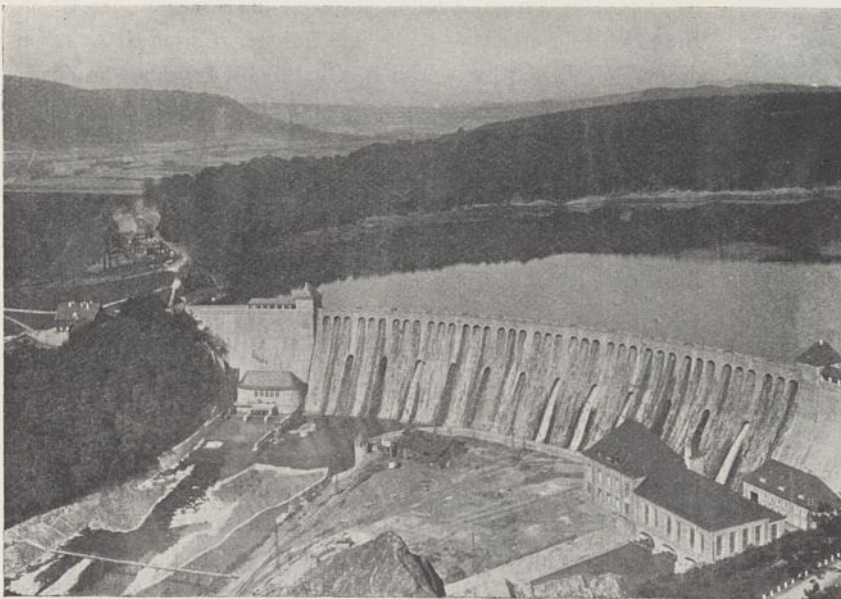


Abb. 9. Luftseitige Ansicht (Osten).

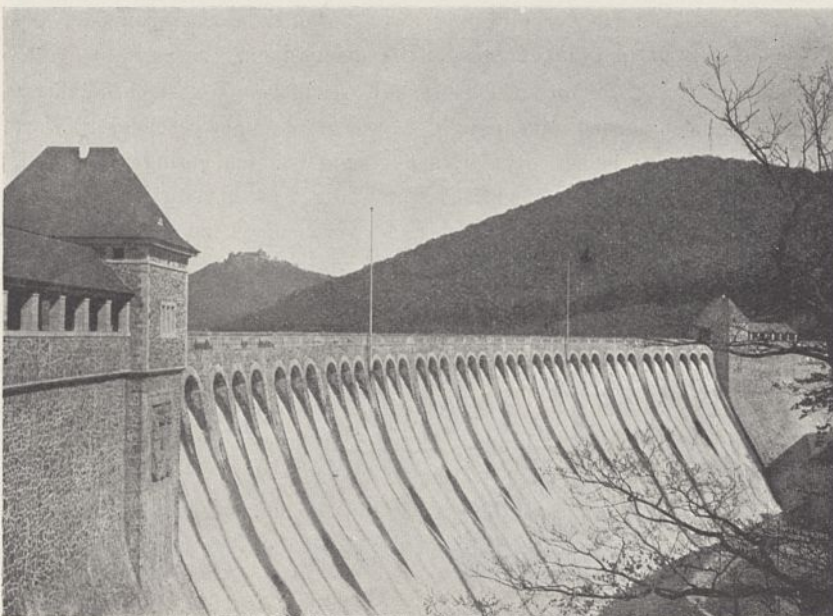


Abb. 10. Ansicht von Süden.

den gemachten Annahmen aufgezeichnet. Aus derselben ergibt sich, daß bei der Übernahme der Grundbelastung durch das Kraftwerk Münden von 2430 PS das Kraftwerk Hemfurt 11370 PS als Spitzenleistung hergeben muß. Es wurde angenommen, daß ohne die Aushilfsmaschinen, die ausnahmsweise in besonders ungünstigen Jahren mit herangezogen werden können, diese Leistung vom Kraftwerk bei einem Gefälle von 32 m, das selten unterschritten wird, hergegeben werden muß. Dementsprechend sollten zunächst fünf Turbinen von je einer Leistung von 2500 PS mit einer sechsten als Aushilfe zur Aufstellung gelangen. Für die Ausführung sind dann etwas andere Einheiten gewählt worden, wie weiter unten beschrieben und begründet ist.

Die wasserwirtschaftlichen Untersuchungen sind in einer vom Verfasser im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten im Frühjahr 1911 als Manuskript ausgearbeiteten Denkschrift enthalten, die im Auszuge der Gesetzesvorlage über den Ausbau der Wasserkräfte beigelegt wurde, mit der im Jahre 1913 die erforderlichen Mittel vom preussischen Landtage zur Verfügung gestellt wurden. Die Denkschrift enthält fernerhin Baukosten und Wirtschaftlichkeitsberechnungen für eine allmählich gesteigerte Verwertung der Wasserkräfte, sowie die Vorentwürfe für den Ausbau der Kraftanlagen.

Zur Zeit ist nur das Kraftwerk an der Ederalsperre fertiggestellt und teilweise in Betrieb genommen, während für die beiden anderen Kraftwerke die Bauentwürfe fertig vorliegen und demnächst zur Ausführung gelangen sollen. Die nachfolgenden Beschreibungen beschränken sich daher auf die Anlagen des Kraftwerks an der Ederalsperre sowie auf die Fernleitungen und Unterwerke.

Die Text-Abb. 7 bis 10 zeigen Lageplan und Ansichten der Sperrmauer des Waldecker Sammelbeckens nebst Kraftwerk. Der Anbau links unten enthält die Verschlusvorrichtungen, der Anbau rechts unten die Werkstatt und das Kraftwerk. Die Mauer hat eine Kronenlänge von rd. 400 m.

Zum Abfluß des Wassers aus dem Waldecker Sammelbecken dienen im ganzen zwölf Rohre, deren Einrichtungen in Text-Abb. 11 u. 12 dargestellt sind. Je sechs Rohre befinden sich auf der rechten und linken Seite der Sperrmauer, zu zweien in einem besonderen Schacht nebeneinander heraus geführt. Die Rohre am rechten Talhang dienen als sogenannte Grundablässe und werden nur zur Abführung desjenigen Wassers benutzt, das im Kraftwerk nicht nutzbringend verarbeitet werden kann. Die sechs Grundablaßrohre haben je 1,35 m Durchmesser und haben ein Abflußvermögen von etwa 180 cbm/Sek. bei gefülltem Becken. Zur Abführung noch größerer Wassermengen war ursprünglich geplant, noch zwei der zur Speisung der Turbinen dienenden Rohre als Grundablässe auszubilden und über die Turbineneinläufe ins Unterwasser fortzuführen. Wegen der durch die große Wassergeschwindigkeit zu erwartenden gefährlichen

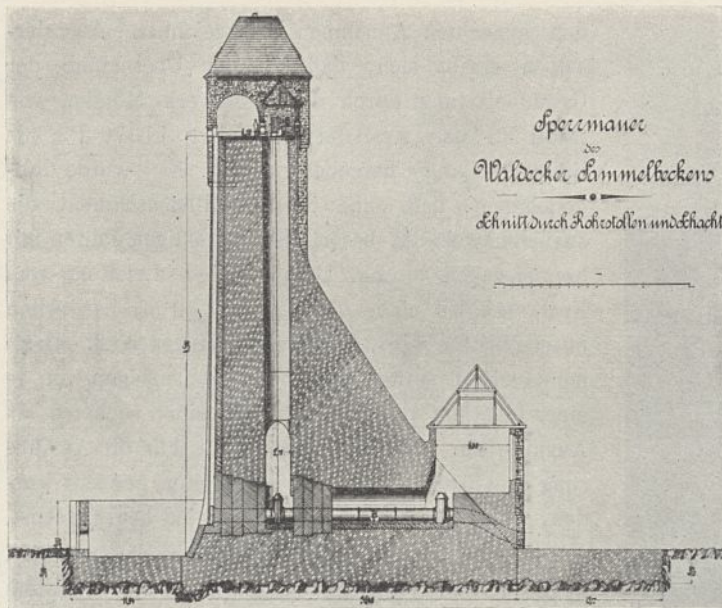


Abb. 11.

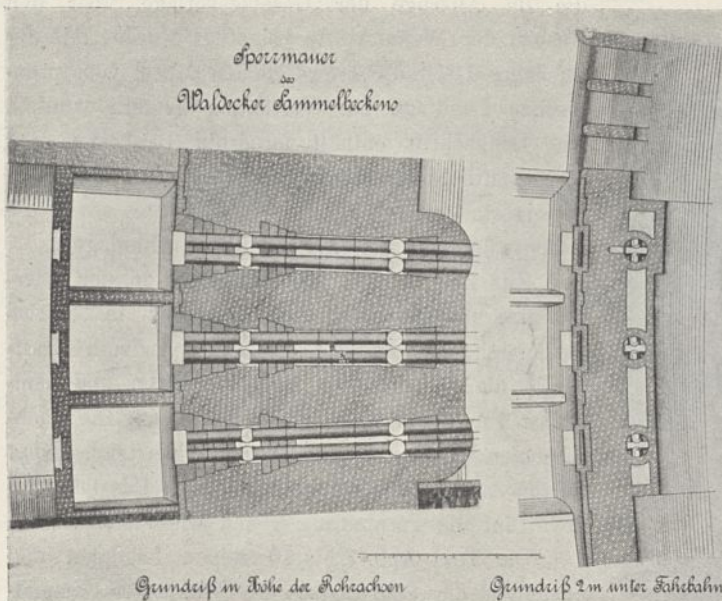


Abb. 12.

Beanspruchungen der Turbinengehäuse, die zu Lockerungen der Nietverbindungen führen könnten, wurde dieser Plan aufgegeben; dafür wurden zu zwei Turbo-Stromerzeugern Wasserwiderstände beschafft, die eine Vollbelastung und damit die Abführung von weiterhin rd. 20 cbm/Sek. ermöglichen. Die Turbinenrohre haben 1,5 m Durchmesser. Der Abschluß der Rohre erfolgt durch Notverschlußklappen am wasserseitigen Einlauf, ferner betriebsmäßig durch je zwei Schieber, von denen einer im Innern der Sperrmauer sich in einem von oben bestiegbaren Schacht, der andere vor der Mauer auf der Luftseite befindet. Zur Entlastung der Notverschlußklappen beim Öffnen sind die Rohre durch Umläufe zu je zwei mit einander verbunden. Die luftseitigen Schieber dienen für den Betrieb, die in der Mauer als Nebenverschlüsse.

Der Antrieb der Schieber geschieht durch Preßölkolben; der Öldruck beträgt bis zu 50 Atm. Eine vollständige Öffnung oder Schließung unter dem Druck des mit 20 bis 25 m/Sek. durchströmenden Wassers erfordert zwei bis fünf Minuten. Der Öldruck wird in einer mehrzylindrigen, durch Elektromotor mit Zahnradvorgelege angetriebenen Kolbenpumpe erzeugt,

die das Öl in einen Druckbehälter fördert. Letzterer erhält die nötige Druckluft durch einen durch denselben Motor wie die Ölpumpe angetriebenen Verdichter. Die Öldruckerzeugungsanlagen befinden sich auf der rechten Mauerseite in dem Schieberhaus (Text-Abb. 9 links) und auf der linken Mauerseite in einem nach der Mauer zu gelegenen Anbau des Kraftwerks.

Damit die jeweilige Stellung der z. T. in der Mauer befindlichen, also nicht sichtbaren Schieber jederzeit vom Wärterstande aus ersichtlich ist, ist auf einer Schalttafel eine mit den Schieberkeilen in Verbindung stehende Zeigervorrichtung angebracht. Auf jeder Schieberspindel sitzt ein kleiner mit Wasser gefüllter Behälter. Dieser steht durch eine Rohrleitung mit einem auf der Schalttafel angebrachten und zum betreffenden Schieber gehörenden senkrechten Glasrohr in Verbindung. Der Flüssigkeitsspiegel im Glasrohr stimmt immer genau mit demjenigen in dem auf der Schieberspindel angebrachten Gefäß überein, und somit kann zu jeder Zeit die Öffnung des Schiebers an der Schalttafel abgelesen werden. Zum leichten Ablesen sind in die Glasrohre farbige Schwimmer eingesetzt. Die gesamte Schieberanlage auf beiden Talhängen ist von der Firma Amme, Giesecke u. Konegen, A.-G. in Braunschweig erbaut — sechs Schieber am rechten Hang haben die v. Rollschens Eisenwerke in Clus (Schweiz) für die Firma Amme, Giesecke u. Konegen hergestellt —, während die Rohre aus dem Werke von Aug. Klönne in Dortmund stammen.

Zur Lösung der Aufgabe, die vorhandene Wassermenge bei den wechselnden Gefällen mit einer möglichst hohen Nutzleistung zu verarbeiten, untersuchte der Verfasser unter Zuziehung von mehreren bekannten Turbinenbauanstalten verschiedene Lösungen für die zweckmäßigste Aufteilung der Gesamtleistung und die Anordnung der Rohre. Für die Beurteilung der Frage waren hauptsächlich folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Der Turbinenwirkungsgrad nimmt stark mit der Beaufschlagung und dem Gefälle ab, der Wirkungsgrad der Erreger hingegen mit abnehmender Belastung verhältnismäßig viel weniger, derart, daß er z. B. bei $\frac{1}{4}$ Belastung noch über 85 vH. beträgt. Es hat deshalb wenig Wert, etwa von den Turbinen zwei Stromerzeuger antreiben zu lassen, einen für große, einen für kleine Leistung, hingegen mehr Wert, die Stromerzeuger durch je zwei Turbinen anzutreiben oder besondere für kleinere Gefälle anzuordnen.

2. Wenn auch Gefälle unter 25 m nach Text-Abb. 4 äußerst selten vorkommen werden, so muß doch besonderer Wert darauf gelegt werden, daß gerade bei den geringen Gefällen, bei denen natürlich auch nur wenig Wasser verarbeitet werden darf, um die Talsperre nicht vollkommen zu entleeren, ein möglichst guter Wirkungsgrad vorhanden ist.

3. Wegen Benutzung des Kraftwerks als Spitzenwerk wird die Belastung außerordentlich stark schwanken. Es könnte deshalb in Frage kommen, jede Turbine aus zwei Rohrleitungen zu speisen, um die Verluste aus der hohen Wassergeschwindigkeit in den Rohren zu verringern. Die Rohrverbindungen werden aber dadurch so verwickelt, und die Krümmungen derart, daß ein Gewinn wahrscheinlich kaum eintreten würde, während die Kosten erhöht und der Betrieb schwieriger wird.

Nach Untersuchung verschiedener Anordnungen wurden auf Vorschlag des Verfassers schließlich folgende Vorrichtungen

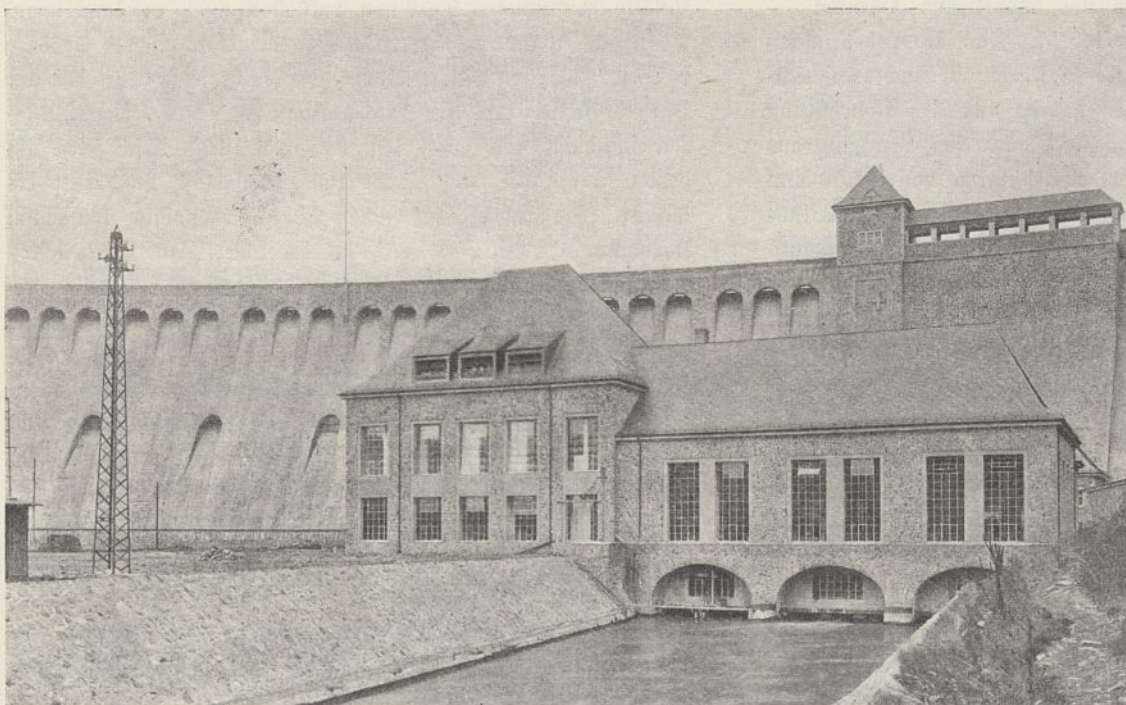


Abb. 13. Ansicht des Kraftwerks.

getroffen: Es wurden aufgestellt vier Turbinen für ein Normalgefälle von 32 m, arbeitend zwischen 41 und 25 m mit gutem Wirkungsgrade, und ferner zwei Turbinen für ein Normalgefälle von 20 m, arbeitend zwischen 14 und 25 m mit gutem Wirkungsgrade, jede mit einem Stromerzeuger unmittelbar gekuppelt sowie an eine Rohrleitung angeschlossen; erstere laufen mit 375, letztere mit 300 Umdrehungen. Die Leistung der großen Turbinen beträgt bei einem Rohgefälle von 32 m (Reingefälle 31 m) 3000 PS bei 83 vH. Wirkungsgrad; die Höchstleistung bei einem Rohgefälle von 41 m (39,9 m Reingefälle) 3900 PS bei 81,3 vH. Wirkungsgrad.

können, so daß die Turbinen beider Bauarten gegenseitig als Aushilfe dienen und besondere Aushilfsmaschinen für Betriebsunfälle überflüssig sind. Die Stromzeuger sind für größere Leistungen vorgesehen, nämlich 3350 KVA für die Hochgefälle- und 2500 KVA für die Niedriggefälleturbinen. Daß für die kleinen Gefälle nur zwei, für die großen hingegen vier aufgestellt wurden, ist darin begründet, daß bei kleinen Gefällen infolge des geringen Inhalts des Sammelbeckens auch nur wenig Wasser entnommen werden darf.

Die Gesamtanordnung der Turbinenanlage ist aus Abb. 1 bis 3, 7 und 8 Bl. 51 ersichtlich. Die Einzelheiten

Bei 14 m niedrigstem Gefälle ist die Leistung mit 55 vH. Wirkungsgrad 570 PS.

Die kleineren Turbinen leisten bei 25 m Rohgefälle (24,2 m Reingefälle) 2050 PS mit 81,5 vH. Wirkungsgrad, die Höchstleistung bei 41 m Rohgefälle ist 2900 PS mit 77 vH. Wirkungsgrad, bei dem niedrigsten Gefälle von 14 m ist die Leistung mit 80 vH. Wirkungsgrad 830 PS. Bemerkt sei, daß natürlich ausnahmsweise auch die Hochgefälleturbinen bei niedrigen Gefällen und die Niedriggefälleturbinen bei hohen Gefällen arbeiten

der in ihrer Bauart äußerlich vollkommen gleichen, von der Firma Amme, Giesecke u. Konegen Aktien-Gesellschaft in Braunschweig gelieferten Turbinen zeigt Abb. 1 bis 4 Bl. 52. Die Text-Abb. 13 und 14 geben Außen- und Innenansicht des Kraftwerks wieder. Der Unterbau desselben besteht vollständig aus Beton, während der Aufbau in Bruchsteinmauerwerk, größtenteils verputzt, die Zwischendecken des Schalthauses in Eisenbeton ausgeführt sind. Die Architektur ist mit Rücksicht auf den wuchtigen Bau der unmittelbar dahinterliegenden Sperrmauer einfach gehalten; der Entwurf

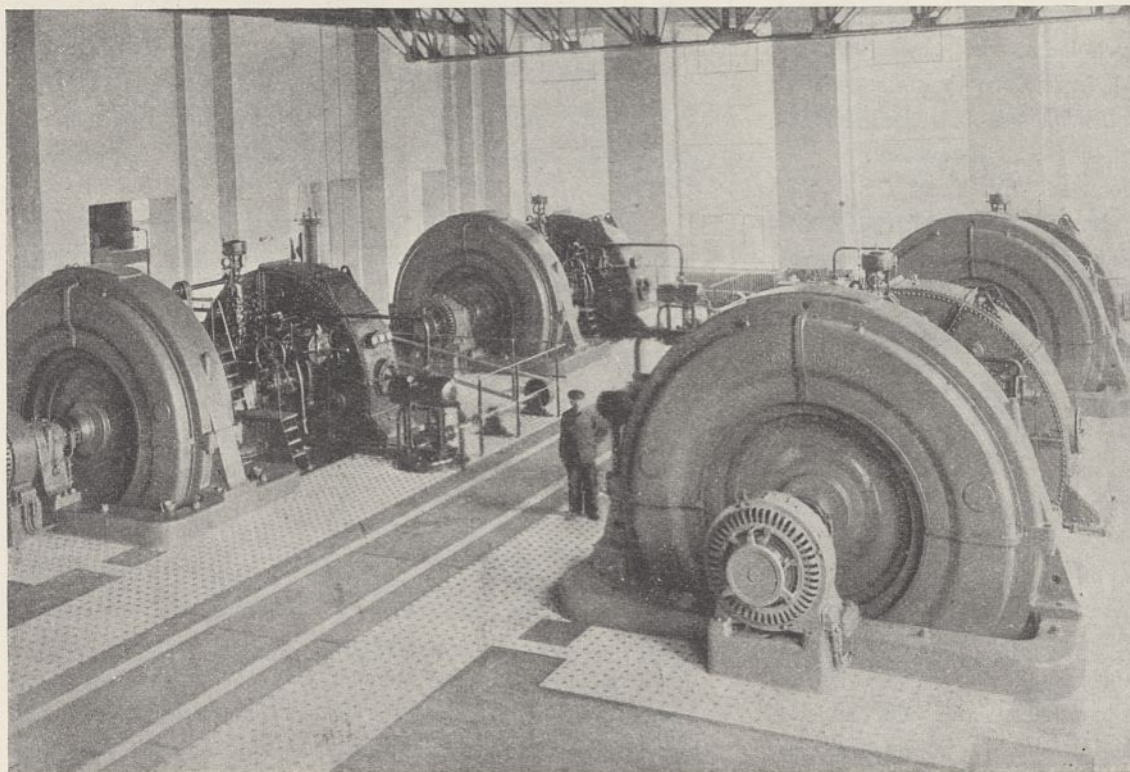


Abb. 14. Maschinenhaus. Innenansicht.

stammt aus dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten. — Die Turbinen (Abb. 1 bis 4 Bl. 52) sind Doppel-Francis-Spiralturbinen mit einem mittleren Druckrohr und zwei seitlichen Saugrohren. Das Wasser tritt aus der Rohrleitung durch ein Übergangsstück aus Blech, das den Übergang aus dem runden Querschnitt der Rohrleitung von 1500 mm Durchmesser in den rechteckigen 900×1800 mm des Einlaufes der Blechspirale vermittelt, in das Turbinengehäuse ein. Der Wasserablauf erfolgt zu beiden Seiten des Spiralgehäuses durch gußeiserne Ablaufkrümmer von 1600 mm l. W. und daran anschließende Blechsaugrohre, die zum Zwecke des besseren Abflusses schräg gegen das Unterwasser gerichtet sind.

Die Hochgefälleturbinen laufen mit 375 Umdrehungen/Min. Die Einheitsumdrehungszahl des einfachen Laufrades der Doppelturbine beträgt:

$$n_s = \frac{n \sqrt{N}}{h \sqrt[4]{h}} = \frac{375 \sqrt{1950}}{41 \sqrt[4]{41}} = 160.$$

Die Turbinen sind somit ausgesprochene Normalläufer und gewährleisten daher eine hohe Nutzleistung. Jeder Turbosatz bestehend aus Turbine und Stromerzeuger ist auf drei parallelen schweren, eisernen Grundbalken, zusammengesetzt aus je zwei Differdinger Trägern Nr. 55, aufgebaut, die wieder durch Querbalken miteinander verbunden sind (Abb. 8 Bl. 51). Der eine Grundbalken ruht auf der Zwischenmauer zwischen den Turbinenkammern auf, während die anderen zwischen Querbalken aus zwei Differdinger Trägern Nr. 80 gespannt sind, die einen Teil der Kellerdecke bilden. Soweit möglich, sind die Zwischenräume der Träger mit Beton ausgefüllt, um die nötige Masse in das Grundwerk zu bringen und ein Mitschwingen des Grundwerkes zu vermeiden.

Die sämtlichen Teile der Turbinen sind leicht zugänglich und erfordern nur eine geringe Wartung, so daß sie auch durch nur wenig geschultes Maschinenpersonal bedient werden können.

Von den von der Firma Brown, Boveri u. Ko. in Mannheim gelieferten Stromerzeugern haben, wie bereits erwähnt, zwei eine Leistung von 3350 KVA bei 375 Umdrehungen und zwei eine Leistung von 2500 KVA mit 300 Umdrehungen. Die ersteren sind in Abb. 8 u. 9 Bl. 52 dargestellt.

Die beiden Stromerzeugerarten, die äußerlich bis auf kleine Abweichungen gleich sind, boten in elektrischer Beziehung bei der Herstellung keine besonderen Schwierigkeiten. Diese lagen vielmehr in der mechanischen Ausführung.

Das gußeiserne Ständergehäuse ist zweiteilig und ruht auf einem ebenfalls aus Gußeisen bestehenden kräftigen Grundrahmen, der zum Mittragen des Turbinengehäuses herangezogen ist (s. Abb. 1 Bl. 52). Im Läufer mußte ein ungewöhnlich hohes Schwungmoment untergebracht werden. Ein großer Läuferdurchmesser und damit eine hohe Umfangsgeschwindigkeit waren die notwendige Folge. So beträgt dieselbe bei der Maschine von 300 Umdrehungen 51 m/Sek., bei derjenigen mit 375 Umdrehungen 59 m/Sek. Als zweites erschwerendes Moment tritt die ungewöhnlich hohe Durchgangsumdrehungszahl der Wasserturbinen hinzu. Diese beträgt bei der einen Maschine das zweifache, bei der anderen das 2,3fache der gewöhnlichen Drehzahl, während sie bei üblichen Ausführungen das etwa 1,8fache beträgt. Dies kommt daher, daß ein Durchgehen der für 32 bzw. 20 m

Gefälle berechneten Turbinen natürlich auch erfolgen kann, wenn sie unter größeren Gefällen arbeiten, denen größere Normaldrehzahlen entsprechen. So ergibt sich denn bei der Durchbrenndrehzahl die außerordentlich hohe Umfangsgeschwindigkeit von etwa 120 m/Sek. Diese Zahl wird am besten durch die von einem Pol entwickelte Fliehkraft erläutert. Sie beträgt für einen Pol der schneller laufenden Maschine rd. 260 000 kg. Es ist klar, daß bei solchen Kräften nur ganz einwandfreies Metall verwendet werden durfte.

Das Gewicht der gesamten umlaufenden Teile wird durch zwei Lager getragen, von denen das eine die Turbinenwelle mitträgt. Die Lager ruhen auf dem gleichen Grundrahmen wie die Ständer. Die Lager sind mit Ringschmierung und Wasserkühlung versehen. Das Kühlwasser durchfließt die im Weißmetall der Lagerschalen eingegossenen Kühlröhren.

Auf einer Verlängerung der Welle sitzt fliegend der Erregeranker. Das Magnetgestell des Erregers ruht auf einer eigenen kleinen Grundplatte. Die Erreger sind sechspolig gebaut und mit Wendepolen ausgerüstet. Die Erregung der Stromerzeuger wird durch Haupt- und Nebenschlußregler beeinflusst.

Die Stromerzeuger sind in sogenannter halbgeschlossener Bauart ausgeführt. Sie sind selbstlüftend. Die Luft wird beim Umlauf des Läufers aus dem Maschinenraum durch die mittleren Öffnungen, die von der Verschalung freigelassen werden, angesaugt, die Magnetspulen entlang gegen den Ständer geschleudert und streicht nun zum Teil durch die Luftschlitze im Blechkörper, zum Teil durch die Spulenköpfe der Ständerwicklung, um sich dann in den Ringkanälen des Ständergehäuses zu sammeln. Der Austritt der erwärmten Luft aus dem Gehäuse erfolgt in der Regel unten und wird durch entsprechende Kanäle ins Freie geleitet. Es besteht indessen die Möglichkeit, einen Teil der warmen Luft zum Zwecke der Heizung in den Maschinenraum entweichen zu lassen. Hierfür ist die oben am Gehäuse befindliche Öffnung mit Klappen versehen.

Die Stromerzeuger sind für folgende Verhältnisse gebaut:

1. 3350 KVA Dreiphasenleistung bei $\cos \varphi = 0,85$. 8000 Volt verkettete Spannung. Die Spannung kann bis auf 8600 Volt erhöht werden. 375 Umdr./Min., 50 Per./Sek. 16 Pole, $GD^2 = 90\,000 \text{ kgm}^2$.

2. 2500 KVA Dreiphasenleistung bei $\cos \varphi = 0,85$. 8000 Volt verkettete Spannung. 300 Umdr./Min., 50 Per./Sek. 20 Pole, $GD^2 = 96\,000 \text{ kgm}^2$.

Die von den Bergmann-Elektrizitätswerken gelieferten 6000 KVA-Spannungswandler für 60 000/8000 Volt sind als Kerntransformatoren mit Wasserkühlung hergestellt. Ihre Bauart geht aus Abb. 5 bis 7 Bl. 52 hervor. Der Aufbau der einzelnen Teile setzt sich zusammen aus Joch- und Kernblechen, Spulen und dem Kasten. Die Hoch- und Niedervoltspulen sind auf die Kerne isoliert aufgesetzt, und das ganze Gestell ist in einem mit Öl gefüllten Kasten untergebracht.

Der Aufbau der Wicklung ist derart, daß die Niedervoltspulen dem Kern am nächsten liegen, getrennt hiervon durch Isolationszylinder befindet sich die Hochvoltwicklung. Der Spannungswandlerkasten besteht aus Glattblech und ruht auf einem fahrbaren Untergestell. Zum Anheben des Umwandlers sind an diesem Untergestell Träger angebracht, die oben im Deckel enden und die wiederum mit Haken

versehen sind. Um ein Ausbauchen des Kastens durch die Ölverdrängung zu vermeiden, erhält derselbe außen wage-rechte Querverbindungen. Der Deckel des Kastens ist öldicht aufgeschraubt, und an letzterem ist die Kühlschlange befestigt. Diese ist so reichlich bemessen, daß das durchfließende Kühlwasser die Öltemperatur in den vorschrittmäßigen Grenzen hält. Die Überwachung der Öltemperatur kann ständig durch Kontrollthermometer von der Schaltbühne aus erfolgen. Bei Überschreitung der zulässigen Temperatur ertönt ein Wecker.

Die Schaltanlage ist von den Siemens-Schuckert-Werken im wesentlichen nach dem Entwurfe des Verfassers ausgeführt.

Aus dem Schaltungsschema Bl. 53 geht die elektrische Anordnung der Schaltanlage und Apparate hervor. Danach arbeiten die Stromerzeuger über die erforderlichen Meßinstrumente, Ölschalter und Trennmesser auf Doppelsammelschienen mit 8000 Volt.

An die Sammelschienen sind angeschlossen:

1. Sämtliche Kontroll- und Parallelschaltanrichtungen und der Überspannungsschutz für die 8000 Volt-Schaltanlage.
2. Vier Verteilungsleitungen für 8000 Volt, von denen zunächst nur drei ausgebaut werden. Sie enthalten die erforderlichen Instrumente, Trennmesser und Ölschalter.
3. Über Trennmesser, Ölschalter und Amperemeter drei Spannungswandler zur Erhöhung der Spannung von 8000 auf 60000 Volt, je von einer Leistung von 6000 KVA, von denen zunächst nur zwei aufgestellt werden.

Diese Spannungswandler liefern ihre Spannung über Ölschalter und Trennmesser auf ein Doppelsammelschiensystem für 60000 Volt, von welchem die Fernleitungen für 60000 Volt über die erforderlichen Trennmesser, Ölschalter, Messinstrumente abgenommen sind. Von diesen werden zunächst nur drei ausgebaut. An die Sammelschienen ist auch der Überspannungsschutz angeschlossen.

Die in obiger Schaltanordnung genannten Apparate sind nach den Abb. 1, 3 bis 6 u. 8 Bl. 51 im Schalthause, in dem eine senkrechte Mauer die 8000 Volt- von der 60000 Volt-schaltanlage räumlich trennt, folgendermaßen untergebracht.

Die Bedienung der Maschinen erfolgt von einer Schaltbühne aus, die in Fußbodenhöhe des ersten Obergeschosses liegt und in den Maschinensaal vorspringt. Auf dieser sind acht Schaltpulte (7) aufgestellt, die zur Betätigung der Maschinenölschalter sowie der Erregung und der Ölschalter für die abgehenden 60000 Volt-Freileitungen dienen. In der Mitte der Schaltpulte ist die Säule mit den Instrumenten für die Stromwechselvergleichung und Parallelschaltung aufgebaut. In demselben Stockwerk und von der Schaltbühne aus zugänglich befindet sich die Marmortafel (8) für die 8000 und 60000 Volt-Schaltanrichtungen.

Unter der Hauptschalttafel (8) befindet sich im Erdgeschoß, vom Maschinenhause aus zugänglich, die Verteilungsschalttafel (13), enthaltend die vier Felder für die beiden Umformer, die Batterie und die beiden Hauptspannungswandler.

Die Schaltzellen (2) selbst für die 8000 Volt-Anlage sind folgendermaßen angeordnet: Im Erdgeschoß (Abb. 1 Bl. 51) hinter der Verteilungsschalttafel befindet sich in der Mitte des Raumes von beiden Seiten aus zugänglich eine Reihe von 16 einzelnen Schaltzellen, enthaltend vier Ölschalter für die Freileitungen nebst zugehörigen Strom- und Spannungs-

wandlern, sechs Schaltzellen für die Stromerzeuger, ebenso eingerichtet, drei Zellen für die Hauptspannungswandler, ebenso, jedoch ohne Spannungswandler, ferner zwei Zellen für die Hausumformer und eine Meßzelle. Im Obergeschoß darüber (Abb. 3 Bl. 51), also hinter der Hauptschalttafel, befinden sich zwei Sammelschienenengerüste (1) für die Doppelsammelschienen, unter ihnen die Trennmesser. Der Bedienungsgang für beide Sammelschienen befindet sich zwischen den Gerüsten. Vor dem vorderen Gerüst sind die Hauptstromwiderstände der Stromerzeuger untergebracht, während die Nebenschlußwiderstände in die Schaltpulte eingebaut sind, Sämtliche Ölschalter werden elektrisch gesteuert, teils von den Schaltpulten, teils von der Hauptschalttafel aus. Im zweiten Obergeschoß (Abb. 4 Bl. 51) befindet sich der Überspannungsschutz, bestehend aus je einer Batterie. Kondensatoren der Firma Meirowsky u. Ko., Köln-Porz, von 0,066 Mfd. Kapazität und 30000 Volt Prüfspannung mit vorgeschalteten Widerständen (eine Einrichtung zum Erden im ausgeschalteten Zustande ist vorhanden), ferner zwei Erdungsdrosselspulen mit vorgeschalteten Sicherungen, deren Sekundärseite für die Isolationsprüfung benutzt wird. Im obersten Geschoß verlassen die 8000 Volt-Freileitungen das Gebäude.

Der Aufbau der 60000 Voltanlage ist folgendermaßen bewerkstelligt. Im Erdgeschoß (Abb. 1 Bl. 51) befinden sich die nach dem mittleren Bedienungsgang vollständig geschlossenen, von der Rückseite zugänglichen Zellen für die Dreikesselölschalter (15), welche für die Freileitungen als Schutzschalter mit eingebauten Vorschaltwiderständen gebaut sind. Der Hilfshandantrieb ist den Zellen im Bedienungsgang vorgebaut. Außerdem sind dort zwei Zellen für die Vorschaltwiderstände (3) der Erdungsdrosselspulen vorhanden. Im ersten Obergeschoß (Abb. 3 Bl. 51) — also in der Höhe der Hauptschalttafel und der Schaltpulte — befinden sich die Gerüste für die Doppelsammelschienen (4), darunter die Trennmesser. In die Leitungen von den Ölschaltern zu den Trennmessern sind die Stromwandler in Form von Durchgangsisolatoren eingebaut. Im Obergeschoß (Abb. 4 Bl. 51) befinden sich die Spannungswandler und ferner der Überspannungsschutz, bestehend aus je einer Erdungsdrosselspule (5) mit vorgeschalteter Hörnersicherung, ferner ein Satz Kondensatoren von je 0,023 Mfd. Kapazität und 150000 Volt Prüfspannung mit Vorschaltwiderständen und Erdungseinrichtung. Das oberste Geschoß enthält die Leitungsausführungen.

Der rückseitige Anbau enthält im Erdgeschoß (Abb. 1 Bl. 51) die drei Zellen für die Hauptspannungswandler (18) mit der üblichen Einrichtung zur Luftzu- und Abführung und zum Ablassen des Öles bei Bränden. Diese Zellen sind durch schwere Türen nach außen abgeschlossen; vor ihnen befindet sich eine Plattform (Abb. 8 Bl. 51). Zwei Nebenzellen enthalten das Laboratorium und das Treppenhaus. Im ersten Obergeschoß über den Spannungswandlern sind die vorgeschalteten Drosselspulen (17) sowie kurze Sammelschienen zum Umklemmen der Anzapfungen untergebracht (Abb. 8 Bl. 51). Im obersten Geschoß befindet sich noch eine Leitungsausführung. Die Zellen sind als Prüfsche Wände für die 60000 Volt-Anlage und in Gipsdielen für die 8000 Volt-Anlage ausgeführt und teils durch Vergitterungen, teils durch Gittertüren abgeschlossen. Die Schalttafeln sind in schwarzem Marmor

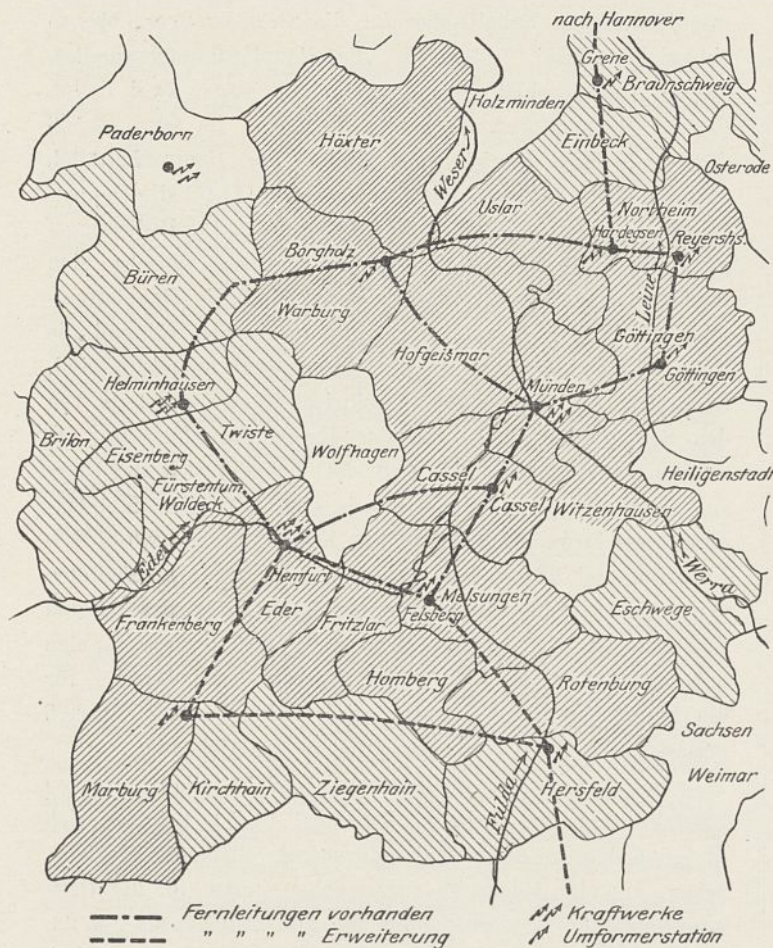


Abb. 15. Stromversorgungsgebiet der staatlichen Kraftwerke Hemfurt, Helmighausen und Münden.

gehalten, ebenso die Abdeckung der Schaltplatte, wodurch eine sehr schöne Wirkung erzielt wird.

Im einzelnen sei noch bemerkt, daß die Meßwerkzeuge sämtlich Feinmeßinstrumente und in die Schalttafeln versenkt eingebaut sind. Aufschreibende Instrumente für die Leistung der Maschinen und die Sammelschienenspannung sind vorhanden, ebenso die nötigen Zähler für die abgehenden Leitungen und die Maschinen.

Mehrfarbige Signallampen zur Erkennung des Schaltzustandes der Ölschalter usw. sind reichlich vorhanden, ebenso ein Hörsignal (Sirene), welches beim selbsttätigen Ausschalten der Ölschalter den Wärter aufmerksam macht.

Zur Maschinenanlage gehören zwei Hausspannungswandler für 110 Volt Unterspannung, aus denen der elektrische Strom für die Beleuchtung und Kraftversorgung des Kraftwerkes sowie für die beiden Erregerumformer, schließlich zur Bedienung der Öldruckpumpen und Schieberanlagen auf beiden Mauerseiten entnommen wird.

Zur Aushilfe für die Erregermaschinen der Stromerzeuger bei etwaigen Störungen sind zwei vom Sachsenwerk gelieferte Drehstromgleichstromumformer für 110 Volt vorhanden. Zu ihnen gehört noch eine Sammlerbatterie (14) von 66 Zellen, welche die neben den Wechselstromlampen vorhandene Notbeleuchtung speist und den Strom zum Antriebe der Relais liefert. Sie ist im Keller unter der Schaltanlage eingebaut (Abb. 8 Bl. 51).

An sonstigen Einrichtungen seien noch die von Brown, Boveri u. Ko. in Mannheim gelieferten großen Wasserwiderstände erwähnt, deren jeder die volle Leistung eines der

großen Stromerzeuger aufzunehmen imstande ist. Ihre Aufgabe ist bereits erwähnt. Sie sind an besondere Hilfssammelschienen für 8000 Volt angeschlossen, da sie nicht parallel miteinander und mit dem Netz arbeiten sollen.

Ferner sei noch mitgeteilt, daß das ganze Kraftwerkgebäude sowie das Nebengebäude mit einer von der Firma Kaefeler in Hannover gelieferten, im Keller des Schalthauses untergebrachten Dampfheizung versehen ist, und daß ein Laufkran mit Handbedienung von 25 t Tragfähigkeit, hergestellt von den Norddeutschen Hebezeugwerken in Hannover, das ganze Maschinenhaus bestreicht.

In dem Nebengebäude, das auf der linken Mauerseite die Stelle des auf der rechten Seite vorhandenen Schieberhauses einnimmt und in der äußeren Architektur diesem gleich ausgestaltet ist (Text-Abb. 9), befindet sich eine Werkstatt, Lagerräume und einige Zimmer für das Betriebspersonal des Kraftwerkes. Ein kleiner Aufenthaltsraum für das Betriebspersonal befindet sich übrigens noch über der Durchfahrt ins Maschinenhaus und ist von der Schaltbühne und vom Nebentreppenhaus des Schaltgebäudes aus zugänglich. Die Werkstatt hat elektrischen Gruppenantrieb mit den üblichen für die Instandhaltung der Maschinenanlage notwendigen Werkzeugmaschinen. Im Fußboden ist eine große gemauerte Grube vorhanden, in welche die großen Spannungswandler nach Entleerung von Öl zur Herausnahme des Kernes mittels des vorhandenen Laufkranes herabgelassen werden können. Eine Gleisanlage befindet sich zwischen dem Vorbau der Spannungswandlerkammern und der Werkstatt; wegen der engen Kurven ist der Spannungswandlerwagen mit zweiachsigen Drehgestellen ausgerüstet.

Das Versorgungsgebiet der Kraftwerke ist in Text-Abb. 15 dargestellt. Es hat z. Z. eine Größe von rd. 7500 qkm und umfaßt die preußischen Stadtkreise Cassel und Göttingen, sowie die preußischen Landkreise Northeim, Uslar, Göttingen, Münden, Hörter, Warburg, Hofgeismar, Cassel, Witzenhausen, Melsungen, Rotenburg, Homberg, Fritzlar, Frankenberg, Marburg und den Waldeckischen Kreis der Eder. Verhandlungen mit den anstoßenden Kreisen sind im Gange.

Die Berechnung des Strombedarfs auf Grund der eingezogenen Unterlagen über die vorhandene Industrie, Landwirtschaft und Bevölkerungszahl ergab, daß das Netz, welches die Unterwerke (Umformerstationen) verbindet, am wirtschaftlichsten mit 60 000 Volt zu betreiben sein würde, wobei der Leitungsquerschnitt zu 35 qmm Kupfer errechnet wurde.

Nach langwierigen Verhandlungen sind die Verträge mit den oben genannten Stadt- und Landkreisen auf der Grundlage zustande gekommen, daß den Landkreisen der Strom ab Unterwerk im ganzen zu einem von 6 Pf. auf 4 Pf./KWStunde fallenden Preise abgegeben wird, wobei für die Versorgung der Großabnehmer besondere Nachlässe gewährt werden. Der Bau und Betrieb der Kreis- und Ortsnetze sowie der Weiterverkauf des Stromes an die Einzelabnehmer ist Sache der Landkreise. Den Städten, welche eigene Kraftwerke bisher besaßen, die größtenteils stillgelegt, deren Baukosten aber weiter verzinst und getilgt werden müssen, wird der Strom zu 3 Pfg./KWStunde geliefert. Dafür sind sie verpflichtet, den bei Kraftmangel der staatlichen Werke benötigten Aushilfsstrom zu liefern. — Die Unterwerke werden zum Teil durch die Kreise errichtet.

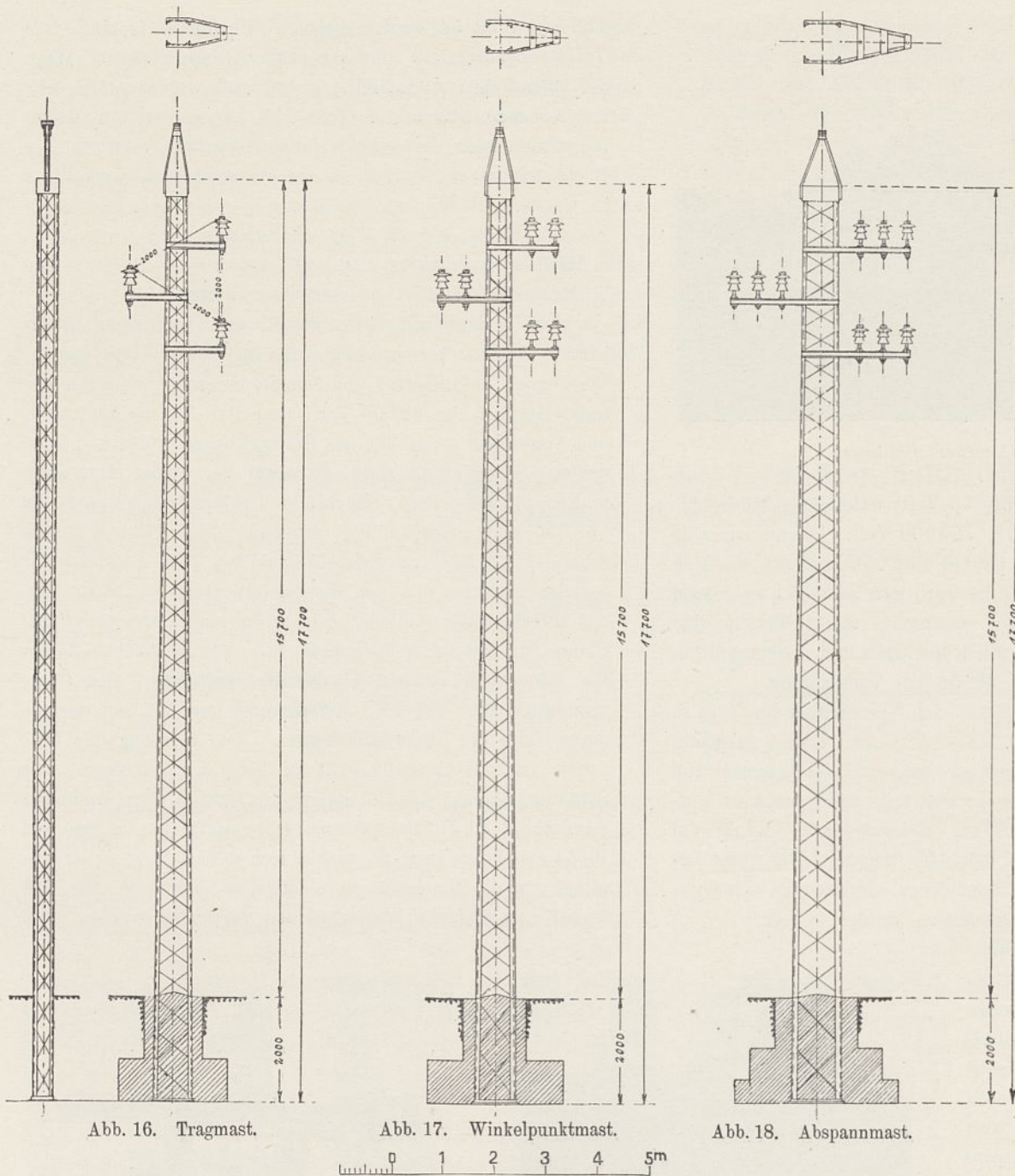


Abb. 16. Tragmast.

Abb. 17. Winkelpunktmast.

Abb. 18. Abspannmast.

Das 60000 Volt-Leitungsnetz des Staates besteht zunächst aus zwei Leitungen vom Talsperrenkraftwerk nach Cassel, von denen die eine auf kürzestem Wege verläuft, während die andere einen Bogen nach Süden zum Unterwerk Felsberg macht, in die auch später die von Süden kommenden Leitungen von den Mainkraftwerken eingeführt werden sollen. In letzterer Zuleitung wird in der Nähe von Bebra noch eine Station eingebaut werden, die mit zum Versorgungsgebiete der Weserkraftwerke gehört.

Von der Station Cassel aus verläuft die Leitung über Münden, wo ein Unterwerk errichtet ist, das später mit dem dort zu erbauenden Kraftwerke verbunden werden soll, zum Unterwerk Göttingen. Von dort her geht sie weiter über Reyershausen, wo das Leitungsnetz der Südharzwerke von Bleicherode angeschlossen werden soll, nach Hardeggen, dem Unterwerk zur Versorgung einer großen Zementfabrik sowie mehrerer Landkreise. Von Hardeggen aus geht die Leitung in rein westlicher Richtung über Borgholz, das Unterwerk der nördlichen Kreise, später nach Süden abbiegend

zum Kraftwerk der Diemeltalsperre und von dort auf geradem Wege zum Kraftwerk Hemfurt zurück. Zwischen Borgholz und der Diemeltalsperre soll später eine Abzweigung nach einem für die Kreise Büren und Brilon zu erbauenden Unterwerk erfolgen. Eine besondere Stichleitung wird von Hemfurt in den Kreis Frankenberg verlegt, von der aus auch der Kreis Marburg einen Teil seines Strombedarfs erhält, der zum anderen Teil von den Buderusschen Eisenwerken in Wetzlar versorgt wird. Das vorbezeichnete Netz wird mit Kupferseilleitungen von 35 qmm Querschnitt ausgebaut, während eine Verbindungs- und Ausgleichsleitung zwischen Münden und Borgholz in Aluminium ausgeführt ist.

Der gewöhnliche Mastabstand beträgt 175 m auf den Kupferleitungsstrecken, hingegen nur 80 m bei der Aluminiumleitung entsprechend den bei

anderen Überlandzentralen gemachten Erfahrungen. Die Bauart der Leitungen ist die übliche unter Verwendung von Tragmasten (Zwischenmaste) (Text-Abb. 16), die nur das Leitungsgewicht zu tragen und den Winddruck auszuhalten haben, Winkelpunktmasten (Text-Abb. 17) und Abspannmasten, die den Zug der Leitungen beim Reißen auszuhalten müssen (Text-Abb. 18). Außergewöhnlich große Spannweiten kommen bei den Flußkreuzungen vor, eine von 435 m Spannweite bei der Überschreitung der Edertalsperre (des Edersees). Die Text-Abb. 16 bis 18 und Abb. 6 und 7 Bl. 55 zeigen die Bauart der hauptsächlich verwendeten Masten sowie des großen Mastes an der Ederseekreuzung. An der Lieferung der Maste sind die Weserhütte in Bad Oeynhaus und die Firma Jucho in Dortmund je mit der Hälfte beteiligt. Als Isolatoren sind Stützisolatoren der drei Porzellanfabriken Rosenthal, Hermsdorf und Hentschel und Müller verwendet worden. Ihre Bauart geht aus Abb. 2 bis 4 Bl. 55 hervor. Die der erstgenannten Firma sind zweiteilig, die der beiden anderen dreiteilig, die Prüfspannung des fertigen



Abb. 19. Unterwerk Göttingen.

Isolators beträgt trocken 150 000 Volt; unter Regen von 3 bis 5 mm, auffallend unter 45° , 120 000 Volt. Die mechanische Beanspruchung des Kopfes beträgt über 2500 kg. An einzelnen Stellen der Leitungsanlage, die Gewittern besonders ausgesetzt sind oder senkrechte oder wagerechte starke Brechpunkte bilden, kommen Isolatoren mit Kupferdach und Auffangschirm, Bauart Hermsdorf, Abb. 5 Bl. 55 zur Verwendung.

Die Leitungen sind gemäß den Vorschriften des V. D. E. mit 16 kg/qmm Belastung bei -5°C und Eislast gespannt. Als Blitzschutz ist durchgehend ein verzinktes Eisenseil von 35 qmm Querschnitt über den drei Leitungen gespannt worden. Die Leitungen sind zur Kostenersparnis wenig auf Straßen, sondern meist in möglichst gerader Linie unter Benutzung von Feldwegen, vorhandener oder neu zu schlagender Schneisen in den Waldgebieten verlegt worden.

Die Spannung in den Kreisnetzen beträgt 15 000 Volt mit Ausnahme des waldeckischen Kreises der Eder, der unmittelbar an der Talsperre gelegen ist und deshalb mit der nach seinem Wunsch zu 8000 Volt angenommenen Maschinenspannung unmittelbar versorgt wird. Die Betriebsspannung der vorhandenen städtischen Kraftwerke in Göttingen und Cassel beträgt 5000 Volt. Die Unterwerke bei Göttingen und Cassel erhalten demnach beide Unterspannungen, die übrigen Stationen nur die von 15 000 Volt, die Station Münden, aus der nur die Stadt gleichen Namens sowie einige umliegende Ortschaften Strom beziehen, die Spannung von 5000 Volt, mit der später die Maschinen des dort zu erbauenden Kraftwerkes betrieben werden sollen. Somit sind zwei Normalbauarten von Unterwerken vorhanden; die größeren

sind auf Blatt 54 wiedergegeben. Die Entwürfe sind vom Verfasser aufgestellt und die innere Einrichtung im Wege der öffentlichen Ausschreibung beschafft worden. Die sehr ansprechende Architektur (Text-Abb. 19) stammt vom Regierungsbaumeister Lessing, stellvertretenden Vorstand des Hochbauamtes für Neubauten der Wasserstrombauverwaltung in Cassel. Sämtliche Umformer sind von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, die Schaltanlagen z. T. von Voigt u. Haefner in Frankfurt a. M., z. T. von Brown, Boveri u. Ko. in Mannheim geliefert und eingebaut worden.

Die Unterwerke bestehen aus einem zweistöckigen Mittelbau, in dessen oberem Geschoß die 60 000 Volt-Leitungseinführungen, Trennmesser und Sammelschienen, in dessen unterem Geschoß die 60 000 Volt-Ölschalter für die Leitungen und Umformer sowie der aus Erdungsdrosselspulen und Kondensatoren von 0,023 Mfd. Kapazität der Firma Meirowsky u. Ko. in Köln-Portz bestehende Überspannungsschutz für 150 000 Volt Prüfspannung eingebaut sind. Die Erdungsdrosselspulen sind mit Sekundärwicklung zum Anschluß der Isolationsprüfung und des Stationsvoltmeters versehen. An das Mittelgebäude schließen sich auf der einen Seite die Schalterräume für die Unterspannungen mit den zahlreichen Zellen für die Umformer und abgehenden Leitungen, den Überspannungsschutz für die Unterspannung usw. an, auf der anderen Seite die Umformerkammern. Die Leistung der Umformer ist teils zu 1000, teils zu 1500 KW bemessen. Das Schaltungsschema der Unterwerke für beide Unterspannungen zeigt Abb. 1 Bl. 55, der innere Ausbau dürfte zur Genüge aus Bl. 54 ersichtlich sein. So wird es sich wohl erübrigen, im einzelnen auf die Einrichtungen einzugehen, betont sei nur, daß überall nur einfache Sammelschienen verwendet worden sind.

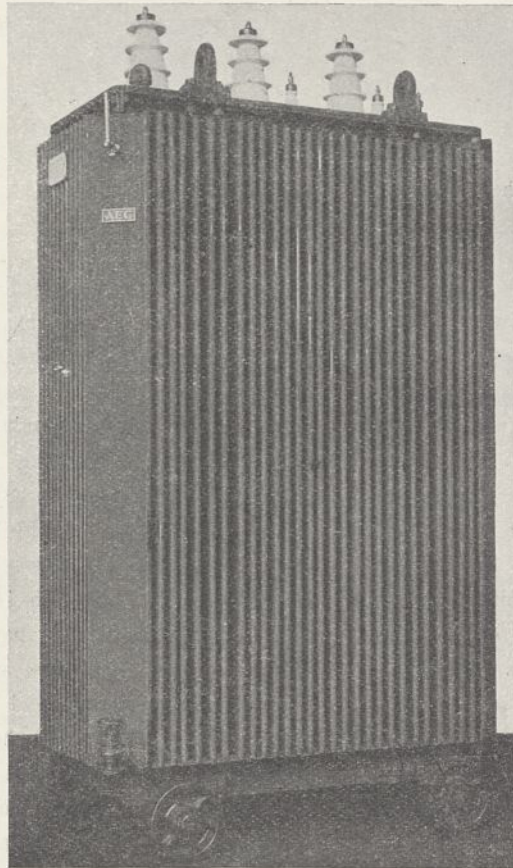
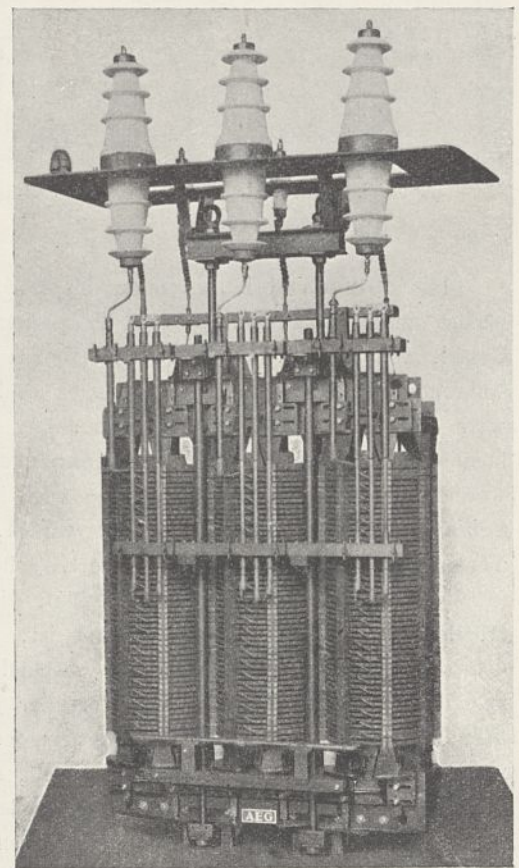


Abb. 20.



Umformer.

Abb. 21.

Die Umformer für 60 000 Volt Überspannung und 15 000 bzw. 5000 Volt Unterspannung sind sämtlich mit natürlicher Ölkühlung versehen. Für jede Unterspannung sind zwei Umwandler vorhanden. In den Stationen Göttingen und Cassel, die beide Unterspannungen führen, ist als Aushilfe je ein Umformer eingebaut, von dem beide Unterspannungen nach Bedarf abgenommen werden können. Die Bauart der Umformer geht aus Text-Abb. 20 u. 21 hervor.

Die geschilderten Anlagen zur Erzeugung und Verteilung des elektrischen Stromes sind z. Z. im wesentlichen fertiggestellt. Der Betrieb des Kraftwerks Hemfurt ist mit 8000 Volt Spannung Anfang des Jahres 1915 auf-

genommen worden, die Verteilung mit 60 000 Volt muß ausgesetzt werden, bis das für die Leitungen erforderliche Kupfer und Aluminium beschafft werden kann. Auch die Abnehmer des Kraftwerks, die Landkreise, sind mit ihren Anlagen so weit fertig, daß nach Aufbringung der Leitungen die Aufnahme des Betriebes in vollem Umfange zu erwarten steht.

Zum Schluß erfüllt Verfasser noch die angenehme Pflicht, seinen Mitarbeitern bei der Entwurfsaufstellung und Bauleitung, den Herren Regierungsbaumeister Stieglitz und Diplom-Ingenieuren Schrader und Gischler an dieser Stelle seinen Dank für ihre treue Mitarbeit auszusprechen.

Die Geschwindigkeitsänderung in den Lotrechten natürlicher Flüsse, insbesondere der Warthe.

Vom Regierungs- und Baurat Bölte in Hannover.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 44 und 45 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

7. Anpassung der logarithmischen Linie an die Lotrechten I, III und V.

Gleichung 17.

$$y = a + b \log(x + c)$$

Außer den Kegelschnitten und der Parabel höheren Grades ist noch die logarithmische Linie zu untersuchen, auf deren Gestalt man bekanntlich geführt wird, wenn man annimmt, daß der Geschwindigkeitszuwachs von der Sohle zur Oberfläche in arithmetischer, der Zuwachs der zugehörigen Höhen über der Sohle dagegen in geometrischer Reihe erfolgt. Ihre Gleichung lautet in allgemeiner Form mit Bezug auf nebenstehende Text-Abb. 6

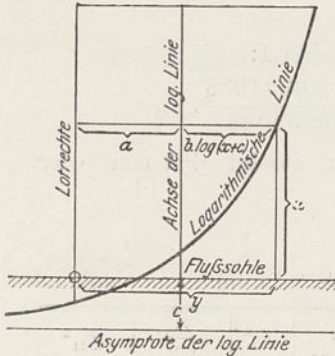


Abb. 6.

$$y = a + b \log(x + c)$$

Behufs Gewinnung von Näherungswerten⁵⁾ für die drei Unveränderlichen a , b und c werden aus den wirklich beobachteten Wertepaaren die nahe der Sohle und nahe der Oberfläche beobachteten Paare x_1, y_1 und x_3, y_3 ausgewählt, und für den zwischenliegenden Wert $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2}$ wird das zugehörige x_2 aus der Auftragung der Kurve entnommen. Alsdann ist:

$$c = \frac{x_2^2 - x_1 \cdot x_3}{x_1 + x_3 - 2x_2}$$

$$b = \frac{y_1 - y_3}{2 \log \frac{x_1 - x_2}{x_2 - x_3}}$$

$$a = \frac{[y] - b[\log(x + c)]}{n}$$

⁵⁾ Handbuch der Ingenieurwissenschaften 1905, 3. Teil, 1. Band, S. 468.

Lotrechte I.

	x	y	x + c	-log(x + c)	y'	Δ		Δ ²
						+	-	
1	0,85	0,650	0,857 241	0,933 1031 -1	0,650	0	0	0
2	0,60	0,620	0,607 241	0,783 3614 -1	0,620	0	0	0
3	0,30	0,560	0,307 241	0,487 4798 -1	0,560	0	0	0
4	0,15	0,500	0,157 241	0,196 5669 -1	0,500	0	0	0
Σ =	2,330			-1,599 4888				ε = 0

$$x_1 = 0,85 \quad y_1 = 0,650$$

$$x_3 = 0,15 \quad y_3 = 0,500$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,575$ ergibt sich aus der Kurve $x_2 = 0,36$.

$$c = \frac{0,36^2 - 0,85 \cdot 0,15}{0,85 + 0,15 - 2 \cdot 0,36} = + 0,007 241$$

$$b = \frac{0,075}{\log \frac{0,85 - 0,36}{0,36 - 0,15}} = + 0,203 817$$

$$a = \frac{2,330 - 0,203 817 \cdot -1,599 4889}{4} = + 0,664 001.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y = 0,664 001 + 0,203 817 \log(x + 0,007 241).$$

Die logarithmische Linie paßt sich den Beobachtungen ohne Fehler an. Für $x = 0$ ergibt sich eine Sohlengeschwindigkeit $v_s = 0,228$ m.

Lotrechte III (Abb. 7 Bl. 45).

	x	y	x + c	log(x + c)	y'	Δ		Δ ²	Δ _{vT.}	Δ ₁ ²
						+	-			
1	2,50	1,030	2,5798	0,411 6197	1,032	2	4	+ 0,9	0,81	
2	2,00	1,005	2,0718	0,318 0633	0,994	11	121	- 10,0	100,00	
3	1,50	0,950	1,5798	0,198 6571	0,945	5	25	- 5,3	28,09	
4	1,00	0,875	1,0798	0,033 4238	0,878	3	9	+ 3,4	11,56	
5	0,60	0,790	0,6798	0,832 5089 -1	0,795	5	25	+ 6,3	39,69	
6	0,30	0,690	0,3798	0,579 7836 -1	0,692	2	4	+ 2,9	8,41	
7	0,15	0,600	0,2298	0,361 7278 -1	0,603	3	9	+ 5,0	25,00	
Σ =	5,940			-0,264 2158				ε = ± 7,0 mm; ε ₁ = ± 7,3 vT.		

$$x_1 = 2,50 \quad y_1 = 1,030$$

$$x_3 = 0,15 \quad y_3 = 0,600.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,815$ ergibt sich aus der Kurve $x_2 = 0,69$.

$$c = \frac{0,69^2 - 2,5 \cdot 0,15}{2,50 + 0,15 - 2 \cdot 0,69} = + 0,0798$$

$$b = \frac{0,215}{2,50 - 0,69} = + 0,4093$$

$$\log \frac{0,69 - 0,15}{0,69 - 0,15}$$

$$a = \frac{5,94 - 0,4093 \cdot - 0,2642}{7} = 0,86402.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y = 0,86402 + 0,4093 \log(x + 0,0798).$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 7,0$ mm oder $\pm 7,3$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,296$ m.

Lotrechte V.

	x	y	x + c	log(x + c)	y'	Δ		Δ^2	$\frac{\Delta_1}{vT.}$	Δ_1^2
						+	-			
1	4,85	1,180	4,91302	0,691 3468	1,181	1	1	+ 0,8	0,64	
2	4,00	1,150	4,06302	0,608 8468	1,146	4	16	- 3,5	12,25	
3	3,00	1,100	3,06302	0,486 1470	1,093	7	49	- 6,4	40,96	
4	2,00	1,020	2,06302	0,314 4992	1,018	2	4	- 2,0	4,00	
5	1,00	0,890	1,06302	0,026 5333	0,894	4	16	+ 4,5	20,25	
6	0,60	0,800	0,66302	0,821 5125 - 1	0,805	5	25	+ 6,3	39,69	
7	0,30	0,690	0,36302	0,559 9066 - 1	0,692	2	4	+ 2,9	8,41	
8	0,15	0,590	0,21302	0,328 3796 - 1	0,592	2	4	+ 3,4	12,56	
$\Sigma =$	7,420			+ 0,837 1728				$\epsilon = \pm 4,9$ mm; $\epsilon_1 = \pm 5,2$ vT.		

$$x_1 = 4,85 \quad y_1 = 1,180$$

$$x_3 = 0,15 \quad y_3 = 0,590.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,885$ ergibt sich aus der Kurve $x_2 = 0,96$

$$c = \frac{0,96^2 - 4,85 \cdot 0,15}{4,85 + 0,15 - 2 \cdot 0,96} = + 0,06302$$

$$b = \frac{0,295}{4,85 - 0,96} = + 0,4329$$

$$\log \frac{0,96 - 0,15}{0,96 - 0,15}$$

$$a = \frac{7,42 - 0,4329 \cdot 0,8372}{8} = 0,8822.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y = 0,8822 + 0,4329 \log(x + 0,06302).$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 4,9$ mm oder $\pm 5,2$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,362$ m.

Der mittlere Fehler für Gleichung 17 beträgt $\pm 5,2$ vT., ist also sehr gering. Die Einzelfehler überschreiten nirgends die Größe von 10,0 vT.

Wenn die logarithmische Linie durch den Fußpunkt der Lotrechten geht, d. h. also, wenn, wie von einigen Forschern angenommen wird, die Sohlengeschwindigkeit gleich Null sein soll, so muß die allgemeine Gleichung der logarithmischen Linie

$$y = a + b \log(x + c)$$

auch für den Punkt $x = 0, y = 0$ Geltung behalten. Es muß also sein

$$0 = a + b \log c$$

oder $a = -b \log c$.

Dies eingesetzt ergibt

$$y = -b \log c + b \log(x + c)$$

oder $y = b \log \frac{x + c}{c}$.

als Gleichung der durch den Fußpunkt der Lotrechten gehenden logarithmischen Linie.

Gleichung 18.

$$y = b \log \frac{(x + c)}{c}.$$

Es sind jetzt nur noch zwei Unveränderliche b und c vorhanden, deren Bestimmung unter Hinzunahme des Koordinatenanfangspunktes in derselben Weise erfolgen kann, wie bei Gleichung 17 geschehen ist.

Lotrechte I.

	x	y	y'	Δ		Δ^2	$\frac{\Delta_1}{vT.}$	Δ_1^2
				+	-			
1	0,85	0,650	0,650	0	0	0	0	0
2	0,60	0,620	0,620	0	0	0	0	0
3	0,30	0,560	0,559		1	1	- 1,8	3,24
4	0,15	0,500	0,499		1	1	- 2,0	4,00

$$\epsilon = \pm 1 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 1,9 \text{ vT.}$$

$$x_1 = 0,85 \quad y_1 = 0,650$$

$$x_3 = 0 \quad y_3 = 0.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,325$ ergibt sich aus der nach dem Fußpunkt der Lotrechten verlängerten Kurve

$$x_2 = 0,02.$$

Dann ist

$$c = \frac{0,02^2}{0,85 - 2 \cdot 0,02} = 0,0004938 \text{ und}$$

$$b = \frac{0,325}{\log \frac{0,85 - 0,02}{0,02}} = 0,20086.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte I:

$$y = 0,20086 \log \frac{x + 0,0004938}{0,0004938}.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut ± 1 mm oder $\pm 1,9$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Lotrechte III (Abb. 8 Bl. 45).

	x	y	y'	Δ		Δ^2	$\frac{\Delta_1}{vT.}$	Δ_1^2
				+	-			
1	2,50	1,030	1,030	0	0	0	0	0
2	2,00	1,005	0,995		10	100	- 10,0	100,00
3	1,50	0,950	0,950	0	0	0	0	0
4	1,00	0,875	0,887	12		144	+ 13,7	187,69
5	0,60	0,790	0,807	17		289	+ 21,5	462,25
6	0,30	0,690	0,700	10		100	+ 14,6	213,16
7	0,15	0,600	0,593		7	49	- 11,6	134,56

$$\epsilon = \pm 11,7 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 14,8 \text{ vT.}$$

$$x_1 = 2,50 \quad y_1 = 1,030$$

$$x_3 = 0 \quad y_3 = 0.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,515$ ergibt sich aus der nach dem Fußpunkt verlängerten Kurve $x_2 = 0,09$.

Dann ist

$$c = \frac{0,09^2}{2,50 - 2 \cdot 0,09} = 0,00349 \text{ und}$$

$$b = \frac{0,515}{\log \frac{2,50 - 0,09}{0,09}} = 0,3607.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte III:

$$y = 0,3607 \log \frac{x + 0,00349}{0,00349}$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 21,5 vT. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 11,7$ mm oder $\pm 14,8$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Lotrechte V.

	x	y	y'	Δ		Δ^2	$\frac{\Delta_1}{vT.}$	Δ_1^2
				+	-			
1	4,85	1,180	1,180	0	0	0	0	0
2	4,00	1,150	1,146		4	16	- 3,5	12,25
3	3,00	1,100	1,095		5	25	- 4,6	21,16
4	2,00	1,020	1,024	4		16	+ 3,9	15,21
5	1,00	0,890	0,902	12		144	+ 13,4	179,56
6	0,60	0,800	0,813	13		169	+ 16,0	256,00
7	0,30	0,690	0,693	3		9	+ 4,3	18,49
8	0,15	0,590	0,574		16	256	- 27,8	772,84

$$\epsilon = \pm 10,3 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 14,6 \text{ vT.}$$

$$x_1 = 4,85 \quad y_1 = 1,180$$

$$x_3 = 0 \quad y_3 = 0.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,590$ ergibt sich aus der nach dem

Fußpunkt verlängerten Kurve $x_2 = 0,165$.

Dann ist

$$c = \frac{0,165^2}{4,850 - 2 \cdot 0,165} = 0,006023 \text{ und}$$

$$b = \frac{0,590}{4,850 - 0,165} = 0,4060$$

Näherungsgleichung für Lotrechte V:

$$y = 0,4060 \log \frac{x + 0,006023}{0,006023}$$

Es zeigen sich Einzelfehler bis 27,8 vT.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 10,3$ mm oder $\pm 14,6$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Der mittlere Fehler für Gleichung 18 beträgt $\pm 12,1$ vT., ist also etwa $2\frac{1}{2}$ mal so groß als der für Gleichung 17. Auch die Einzelfehler haben eine Steigerung fast um das dreifache erfahren.

Hiermit ist die Untersuchung der Lotrechten I, III und V beendet.

Zur Gewinnung einer leichteren Übersicht über die bisher gefundenen Ergebnisse sind die berechneten Fehler in

der Reihenfolge der untersuchten 18 Gleichungen unter der folgenden Nr. 8 auf S. 643 bis 648 zusammengestellt. Es sind hierzu die relativen Fehler benutzt, die eine bessere Vergleichsmöglichkeit bieten als die absoluten Fehler. Da die einzelne Beobachtung bei einer auf 200 Sekunden bemessenen Beobachtungszeit nach vielfacher Erfahrung auch bei sorgfältigster Ausführung mit einem Fehler bis 3 vH. oder 30 vT. behaftet sein kann, so wird bei den Gruppenmittelwerten ein Fehler von 10 vT. noch als zulässig angesehen werden können. Alle Fehler von mehr als 10 vT. sind daher durch volle Umränderung als unzulässig kenntlich gemacht. Stellen, wo sich bei der Berechnung der Geschwindigkeiten imaginäre Werte ergeben, sind durch ein i sowie durch punktierte Umränderung bezeichnet.

Die Gleichungen sind ferner in der Zusammenstellung Nr. 9 auf S. 649/50 nach der Größe der Fehler geordnet und mit kurzen Bemerkungen über ihre Anpassungsfähigkeit an die Lotrechtenkurven versehen.

Die Gleichung 17 hätte eigentlich hinter Gleichung 13 gestellt werden müssen, da ihr Fehler von 5,2 vT., wenn auch nur um ein Zehntausendstel, größer ist als der 5,1 vT. betragende Fehler der Gleichung 13. Mit Rücksicht aber auf die weiter unten aus der Hinzuziehung der Lotrechten II und IV folgenden Ergebnisse, nach denen Gleichung 17 eine bessere Anpassung an die Beobachtungen zeigt als Gleichung 13, ist Gleichung 17 von vornherein der Gleichung 13 vorangestellt worden.

10. Anpassung der Gleichungen 2, 12, 13, 14, 17 und 18 an die Lotrechten II und IV.

Bevor zu den bisher gefundenen Ergebnissen, die sich nur auf die Lotrechten I, III und V beziehen, Stellung genommen wird, ist noch zu untersuchen, ob durch Hinzunahme der Lotrechten II und IV grundsätzliche Abweichungen auftreten, und ob infolgedessen etwa eine andere Rangordnung der Gleichungen eintreten muß. Wie die bisherige Entwicklung ergeben hat, wird es genügen, nur die Anpassung der Gleichungen 2, 12, 13, 14, 17 und 18 an die Lotrechten II und IV zu prüfen, da die übrigen Gleichungen bereits wegen ihres Verhaltens zu den Lotrechten I, III und V als abgetan gelten können.

Gleichung 2.

$$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0.$$

Lotrechte II.

	x	y	x ²	xy	y ²	$\Sigma(x^2)$	$\Sigma(xy)$	$\Sigma(y^2)$	$\Sigma(x)$	$\Sigma(y)$	$n \cdot \frac{e^2}{4c}$	y'	Δ		Δ^2	$\frac{\Delta_1}{vT.}$	Δ_1^2
													+	-			
1	1,85	0,820	3,4225	1,5170	0,6724	5,6725	2,7170	1,3124	3,35	1,620	$\frac{2e^2}{4c}$	0,823	3	9	+ 3,7	13,69	
	1,50	0,800	2,2500	1,2000	0,6400							0,797	3	9	- 3,8	14,44	
3	1,00	0,745	1,0000	0,7450	0,5550	1,3600	1,1470	1,0039	1,60	1,415	$\frac{2e^2}{4c}$	0,743	2	4	- 2,7	7,29	
	0,60	0,670	0,3600	0,4020	0,4489							0,672	2	4	+ 3,0	9,00	
5	0,30	0,580	0,0900	0,1740	0,3364	0,0900	0,1740	0,3364	0,30	0,580	$\frac{e^2}{4c}$	0,580	0	0	0	0	
6	0,15	0,500	0,0225	0,0750	0,2500	0,0225	0,0750	0,2500	0,15	0,500	$\frac{e^2}{4c}$	0,500	0	0	0	0	

$$\epsilon = \pm 3,6 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 4,7 \text{ vT.}$$

8. Zusammenstellung der Fehler

		Allgemeiner Kegelschnitt																				
		Achsenlage beliebig									Achsen mit den Koordinatenachsen gleichlaufend											
		Ohne Bedingung			Sohle berührend			Durch Fußpunkt gehend			Ohne weitere Bedingung			Sohle berührend			Durch Fußpunkt gehend			Sohle im Fußpunkt berührend		
Nr.	1			2			3			4			5			6			7			
Gleichung	$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$			$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0$			$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey = 0$			$x^2 + cy^2 + dx + ey + f = 0$			$x^2 + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0$			$x^2 + cy^2 + dx + ey = 0$			$x^2 + cy^2 + dx = 0$			
Zahl der Unveränderlichen	5			4			4			4			3			3			2			
Art. der Kurve	Hyp.	Ell.	Hyp.	Hyperbel			Hyperbel			Ellipse			Ellipse			Ellipse			Ellipse			
Lotrechte	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	
Fehler in vT.																						
Höhe über der Flußsohle in m	4,85		0			+0,9			+0,9			-1,7			-19,5			-29,5			-400	
	4,00		0			-0,9			-0,9			+1,7			+6,1			+7,0			-34	
	3,00		-0,9			-1,8			-1,8			0			+16,4			+25,5			+168	
	2,50	+4,9	-		+5,8	-		-3,9	-	+4,8	-		0		-		-6,8	-			-309	-
	2,00	-5,0	+2,0		-7,0	+2,9		-4,0	+2,9	-5,0	0		-3,0	+14,7		-1,0	+22,5		-12	+233		
	1,50	-1,1	-		-2,1	-		+4,2	-	-1,1	-		+3,1	-		+8,4	-			+140	-	
	1,00	+1,1	0		+3,4	+1,1		+4,6	+1,1	+1,1	-2,3		+3,4	-7,9		+5,7	-11,3			+183	+142	
	0,85	0	-	-	-1,5	-	-	-1,5	-	-1,5	-	-	-6,2	-	-	-9,2	-	-	-	-91	-	-
	0,60	0	0	0	0	+2,5	0	0	-5,1	-2,5	+1,6	0	+3,8	+6,5	-3,8	-17,6	+9,7	-7,6	-27,6	+91	+118	+29
0,30	0	0	0	0	-4,3	-4,4	0	-11,6	-5,8	0	0	+16,0	0	-7,3	-13,0	0	-13,0	-21,8	+64	-35	-130	
0,15	0	0	0	0	0	+8,5	0	+16,6	+10,2	0	0	i	0	+13,4	+23,8	0	+18,4	+30,5	-86	-194	-270	
Mittlerer Fehler der Lotrechten	0	5,1	1,3	2,0	6,4	5,1	2,0	13,0	6,3	2,3	4,1	-	9,0	8,3	20,1	13,4	13,4	29,6	118	200	243	
Durchschn. Fehler der Gleichung	(3,0)			4,9			8,4			-			13,6			20,3			194,0			
Sohlen-geschwindigkeit	0,420	i	i	0,256	0,334	0,318	0,335	0,506	0,428	i	i	i	0,331	0,414	0,412	0,403	0,518	0,521	0	0	0	

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

- 1) $5,6725 + b \cdot 2,7170 + c \cdot 1,3124 + d \cdot 2,35 + e \cdot 1,620 + \frac{2e^2}{4c} = 0$
- 2) $1,3600 + b \cdot 1,1470 + c \cdot 1,0039 + d \cdot 1,60 + e \cdot 1,415 + \frac{2e^2}{4c} = 0$
- 3) $0,0900 + b \cdot 0,1740 + c \cdot 0,3364 + d \cdot 0,60 + e \cdot 0,580 + \frac{e^2}{4c} = 0$
- 4) $0,0225 + b \cdot 0,0750 + c \cdot 0,2500 + d \cdot 0,15 + e \cdot 0,500 + \frac{e^2}{4c} = 0$

Daraus: $b = +50,344\ 647$
 $c = +71,536\ 620$
 $d = -56,119\ 876$
 $e = -35,178\ 760.$

Näherungsgleichung für Lotrechte II:

$$x^2 + 50,344\ 647 xy + 71,536\ 620 y^2 - 56,119\ 876 x - 35,178\ 76 y + 4,324\ 865 = 0.$$

Die Diskriminante: $71,53662 - \left(\frac{50,344647}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 + 50,344647 y_0 - 56,119876 = 0$$

$$50,344647 x_0 + 143,07324 y_0 - 35,17876 = 0.$$

$$y_0 = +1,225; x_0 = -2,8783.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{+50,344\ 647}{1 - 71,53662}$$

$$\varphi = -17^\circ\ 45'\ 30,4''$$

$$\delta = 88^\circ\ 49'\ 41''.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 3,6$ mm oder $\pm 4,7$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,246$ m.

der Lotrechten I, III und V.

Parabel zweiter Ordnung							Parabel n ^{ter} Ordnung			Ungleichseitige Hyperbel											
Achse mit der Lotrechtenachse gleichlaufend				zusammenfallend						Eine Asymptote senkrecht zur Sohle, die andere in beliebiger Richtung											
Ohne weitere Bedingung		Sohle berührend		Ohne weitere Bedingung			Sohle im Fußpunkt berührend			Ohne Bedingung		Sohle berührend		Durch Fußpunkt gehend							
8		9		10			11			12		13		14							
$y^2 + dx + ey + f = 0$		$y^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0$		$y^2 + dx + f = 0$			Mit Hilfe der Ausgleichsrechnung aufgelöst $y^n = p \cdot x$			$y^2 + bxy + dx + ey + f = 0$		$y^2 + bxy + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0$		$y^2 + bxy + dx + ey = 0$							
3		2		2			2			4		3		3							
Parabel			Parabel			Parabel			Parabel n ^{ter} Ordnung			Hyperbel			Hyperbel			Hyperbel			
I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	
Fehler in vT.																					
		+14,4			+32,3	+40,6			+58,5			+20,3		+0,9		+1,7		+0,9			
		-1,7			+6,1	+11,3			+15,7			+7,8		-0,9		-0,9		0			
		-17,2			-21,0	-20,0			-31,8			-5,5		-1,8		-1,8		-0,9			
	+15,6	-		+30,0	-	-		+52,5	-		+13,6	-	+5,9	-	+7,8	-	+6,8	-			
	-9,0	-17,8		-4,0	-36,3	-42,1		+2,0	-66,6		-6,0	-11,8	-7,0	+2,9	-7,0	+2,0	-6,0	+2,9			
	-10,6	-		-16,9	-	-		-26,3	-		-6,3	-	-2,1	-	-3,2	-	-2,1	-			
	-5,7	+6,8		-24,2	-33,8	-49,5		-47,0	-76,7		-3,4	-14,6	+3,4	+1,1	0	-1,1	+1,2	-1,1			
+3,1	-	-	+7,7	-	-	-	+13,8	-	-	+3,1	-	-	-1,5	-	-1,5	-	-1,5	-	-	-	
-3,2	+8,9	+42,5	-8,1	-21,6	-10,0	-32,5	-14,6	-47,0	-45,2	-1,6	-1,3	-10,0	0	+2,5	-1,3	+1,6	0	-3,8	+1,6	-1,3	-6,2
0	+29,0	+108	-12,6	+2,9	+51,0	+17,4	-21,5	-5,8	+40,6	-5,4	-1,5	-1,5	0	-2,9	-4,3	0	-4,4	-5,8	0	-5,8	-8,7
0	i	i	+20,0	+58,2	+148	+104	+26,0	+83,5	+174	+4,0	+3,3	+15,0	0	0	+6,8	0	+6,7	+8,5	0	+10,0	+13,6
4,5	-	-	18,5	33,6	69,0	55,6	27,7	54,5	90,3	5,4	7,6	14,0	2,0	6,2	4,5	2,2	6,8	5,2	2,2	7,5	7,9
-	-	-	45,6			63,0			9,7			(4,6)			5,1			6,4			
i	i	i	0,405	0,497	0,562	0,528	0,477	0,612	0,668	0	0	0	i	i	i	0,265	0,356	0,325	0,347	0,466	0,445

(Fortsetzung S. 647.)

Lotrechte IV.

	x	y	x ²	xy	y ²	Σ(x ²)	Σ(xy)	Σ(y ²)	Σ(x)	Σ(y)	$n \cdot \frac{e^2}{4c}$	y'	+	-	Δ ²	Δ _{vT}	Δ ₁ ²
1	3,50	1,100	12,2500	3,8500	1,2100	21,2500	7,1050	2,3872	6,50	2,185	$\frac{2e^2}{4c}$	1,105	5		25	+4,5	20,25
2	3,00	1,085	9,0000	3,2550	1,1772												
3	2,00	1,015	4,0000	2,0300	1,0302	5,0000	2,9200	1,8223	3,00	1,905	$\frac{2e^2}{4c}$	1,011	5	4	16	-3,9	15,21
4	1,00	0,890	1,0000	0,8900	0,7921												
5	0,60	0,805	0,3600	0,4830	0,6480	0,4500	0,6930	1,1380	0,90	1,505	$\frac{2e^2}{4c}$	0,809	4	6	16	+5,0	25,00
6	0,30	0,700	0,0900	0,2100	0,4900												
7	0,15	0,590	0,0225	0,0885	0,3481	0,0225	0,0885	0,3481	0,15	0,590	$\frac{e^2}{4c}$	0,590	0	0	0	0	0

$\epsilon = \pm 7,1 \text{ mm}; \epsilon_1 = \pm 8,1 \text{ vT.}$

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

1) $21,2500 + b \cdot 7,1050 + c \cdot 2,3872 + d \cdot 6,50 + e \cdot 2,185 + \frac{2e^2}{4c} = 0$

3) $0,4500 + b \cdot 0,6930 + c \cdot 1,1380 + d \cdot 0,90 + e \cdot 1,505 + \frac{2e^2}{4c} = 0$

2) $5,0000 + b \cdot 2,9200 + c \cdot 1,8223 + d \cdot 3,00 + e \cdot 1,905 + \frac{2e^2}{4c} = 0$

4) $0,0225 + b \cdot 0,0885 + c \cdot 0,3481 + d \cdot 0,15 + e \cdot 0,590 + \frac{e^2}{4c} = 0$

8. Zusammenstellung der Fehler der Lotrechten I, III und V (Fortsetzung).

	Gleichseitige Hyperbel									Logarithmische Linie						
	Asymptoten mit den Koordinatenachsen gleichlaufend															
	Ohne Bedingung						Durch Fußpunkt gehend			Ohne Bedingung			Durch Fußpunkt gehend			
Nr.	15			15a			16			17			18			
Gleichung	Näherungsgleichung $xy + dx + ey + f = 0$			Mit Hilfe der Ausgleichsrechnung verbessert $xy + dx + ey + f = 0$			$xy + dx + ey = 0$			$y = a + b \log(x + c)$			$y = b \log \frac{x + c}{e}$			
Zahl der Unveränderlichen	3			3			2			3			2			
Art der Kurve	Hyperbel			Hyperbel			Hyperbel			Logar. Linie			Logar. Linie			
Lotrechte	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	I	III	V	
	Fehler in vT.															
Höhe über der Flußsohle in m	4,85		0			- 5,9			- 22,0			+ 0,8			0	
	4,00		+ 3,5			- 2,6			- 7,0			- 3,5			- 3,5	
	3,00		+ 9,1			+ 2,7			+ 15,4			- 6,4			- 4,6	
	2,50		+ 3,9	-		+ 1,0	-		- 19,4	-		+ 0,9	-		0	
	2,00		- 6,0	+ 16,6		- 6,0	+ 11,8		- 12,0	+ 49,0		- 10,0	- 2,0		- 10,0	+ 3,9
	1,50		+ 1,1	-		+ 2,1	-		+ 17,9	-		- 5,3	-		0	-
	1,00		+ 3,4	+ 4,5		+ 6,9	+ 2,2		+ 50,5	+ 71,0		+ 3,4	+ 4,5		+ 13,7	+ 13,4
	0,85	- 1,5	-	-	- 1,4	-	-	- 7,7	-	-	0	-	-	0	-	-
	0,60	+ 3,2	- 3,8	- 13,8	+ 1,9	0	- 11,3	+ 9,7	+ 59,6	+ 38,8	0	+ 6,3	+ 6,3	0	+ 21,5	+ 16,0
	0,30	0	- 11,6	- 27,5	- 1,3	- 11,6	- 18,8	+ 17,9	- 10,2	- 88,5	0	+ 2,9	+ 2,9	- 1,8	+ 14,6	+ 4,3
0,15	0	+ 15,0	0	+ 1,0	+ 8,3	+ 15,2	- 34,0	- 168	- 282	0	+ 5,0	+ 3,4	- 2,0	- 11,6	- 27,8	
Mittlerer Fehler der Lotrechten	3,5	10,5	16,3	2,9	8,6	13,5	28,6	84,0	127,0	0	7,3	5,2	1,9	14,8	14,6	
Durchschn. Fehler der Gleichung	11,4			9,4			89,4			5,2			12,1			
Sohlen-geschwin-digkeit	0,384	0,515	0,515	0,392	0,502	0,497	0	0	0	0,228	0,296	0,362	0	0	0	

Daraus: $b = -40,750311$ $d = +47,399148$
 $c = -26,439224$ $e = +11,887780$.

Näherungsgleichung für Lotrechte IV:

$$x^2 - 40,750311 xy - 26,439224 y^2 + 47,399148 x + 11,88778 y - 1,336266 = 0.$$

Die Diskriminante $-26,439224 - \left(\frac{40,750311}{2}\right)^2$ wird negativ, also Hyperbel.

Mittelpunktsbestimmung:

$$2x_0 - 40,750311 y_0 + 47,399148 = 0$$

$$-40,750311 x_0 - 52,878448 y_0 + 11,88778 = 0.$$

$$y_0 = +1,107; \quad x_0 = -1,145$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{-40,750311}{1 + 26,439224}$$

$$\varphi = -28^\circ 1' 22''$$

$$\delta = 88^\circ 36' 57''.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 7,1$ mm oder $\pm 8,1$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,225$ m.

Der mittlere Fehler der Gleichung 2 für alle fünf Lotrechte zusammen beträgt $\pm 5,6$ vT.

Gleichung 12.

$$y^2 + bxy + dx + ey + f = 0.$$

Lotrechte II (Abb. 1 Bl. 45).

	x	y	y'	Δ		Δ^2	Δ_1 vT.	Δ_1^2
				+	-			
{	1	1,85	0,820	0,822	2	4	+ 2,4	5,76
	2	1,50	0,800	0,798	2	4	- 2,5	6,25
{	3	1,00	0,745	0,745	0	0	0	0
	4	0,60	0,670	0,675	5	25	+ 7,5	56,25
	5	0,30	0,580	0,580	0	0	0	0
	6	0,15	0,500	0,500	0	0	0	0

$$\epsilon = \pm 4,1 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 5,8 \text{ vT.}$$

(Fortsetzung S. 651.)

9. Ordnung der Gleichungen nach der Größe der Fehler.

Nr. der Gleichung	Gleichung	Bedeutung der Gleichung	Mittlerer Fehler von Lotrechte		Sohlen-geschwin-digkeit	Bemerkungen
			I, III, V I bis V	Näherungs-gleichung		
1	2	3	4	5	6	7
1	$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$	Allgemeiner Kegelschnitt in beliebiger Lage (Lotr. I u. V Hyperbel, Lotr. III Ellipse).	(3,0)	—	Meistens imaginär	Die Kurve erreicht bei Lotr. III und V die Sohle nicht.
12	$y^2 + bxy + dx + ey + f = 0$	Ungleichseitige Hyperbel, eine Asymptote senkrecht zur Sohle, die andere beliebig.	(4,6)	(4,9)	Meistens imaginär	Die Kurve erreicht bei Lotr. I, III, IV und V die Sohle nicht.
2	$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0$	Allgemeiner Kegelschnitt mit beliebiger Achsenlage. Sohle berührend (Lotr. I bis V ungleichseit. Hyperbel).	4,9	5,6	Reell	Sehr gute Anpassung an die Beobachtungen.
17	$y = a + b \log(x + c)$	Logarithmische Linie in allgemeiner Form.	5,2	6,2	Reell	
13	$y^2 + bxy + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0$	Ungleichseitige Hyperbel, eine Asymptote senkrecht zur Sohle, die andere beliebig, Sohle berührend.	5,1	6,4	Reell	
14	$y^2 + bxy + dx + ey = 0$	Ungleichseitige Hyperbel, eine Asymptote senkrecht zur Sohle, die andere beliebig, durch Fußpunkt gehend.	6,4	8,0	Reell	Bei Lotr. IV und V in der Nähe der Sohle einzelne größere Fehler. Auch überschreitet der mittlere Fehler von Lotr. IV die Grenze von 10 vT.
3	$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey = 0$	Allgemeiner Kegelschnitt mit beliebiger Achsenlage, durch Fußpunkt gehend. (Ungleichseitige Hyperbel).	8,4	—	Reell	Bei Lotr. III und V in der Nähe der Sohle einzelne größere Fehler. Auch überschreitet der mittlere Fehler von Lotr. III die zugelassene Grenze.
11	$y^n = px$	Parabel n ^{ter} Ordnung. Sohle im Fußpunkt berührend. Verbesserte Gleichung.	9,7	—	Null	Bei Lotr. V zeigen sich in der ganzen Erstreckung der Kurve größere Fehler, ebenso bei Lotr. III in der Nähe der Oberfläche. Auch überschreitet der mittlere Fehler bei Lotr. V die zugelassene Grenze.
15	$xy + dx + ey + f = 0$	Gleichseitige Hyperbel.	11,4	—	Reell	Bei Lotr. III zeigen sich in der Nähe der Sohle und bei Lotr. V in der unteren Hälfte der Kurve größere Fehler. Auch überschreitet der mittlere Fehler bei Lotr. III u. V die zugelassene Grenze.
18	$y = b \log\left(\frac{x+c}{c}\right)$	Logarithmische Linie, durch Fußpunkt gehend.	12,1	10,7	Null	Bei Lotr. II, III u. V treten in dem unteren Teil der Kurven größere Fehler auf, die bis zu 27,8 vT. anwachsen. Auch überschreiten die mittleren Fehler der Lotr. III u. V die zugelassene Grenze erheblich.
5	$x^2 + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0$	Allgemeiner Kegelschnitt. Achsen mit den Koordinatenachsen gleichlaufend, Sohle berührend (Ellipsen).	13,6	—	Reell	Bei Lotr. V zeigen sich fast durchweg größere Fehler, bei Lotr. III ein solcher für $x = 0,15$. Auch überschreitet der mittlere Fehler bei Lotr. V die zugelassene Grenze erheblich.
6	$x^2 + cy^2 + dx + ey = 0$	Allgemeiner Kegelschnitt. Achsen mit den Koordinatenachsen gleichlaufend, durch Fußpunkt gehend (Ellipsen).	20,3	—	Reell	Bei Lotr. V zeigen sich fast durchweg größere Fehler, ebenso bei Lotr. III in der Nähe der Sohle. Auch überschreitet der mittlere Fehler bei allen drei Lotrechten die zugelassene Grenze.
9	$y^2 + dx + cy + \frac{e^2}{4} = 0$	Parabel 2 ^{ter} Ordnung. Sohle berührend.	45,6	—	Reell	Fast sämtliche Punkte sind mit größeren Fehlern behaftet.
10	$y^2 + dx + f = 0$	Parabel 2 ^{ter} Ordnung. Achse mit Lotrechtenachse zusammenfallend.	63,0	—	Reell	
16	$xy + dx + ey = 0$	Gleichseitige Hyperbel, durch Fußpunkt gehend.	89,4	—	Null	
7	$x^2 + cy^2 + dx = 0$	Allgemeiner Kegelschnitt. Achsen mit den Koordinatenachsen gleichlaufend. Sohle im Fußpunkt berührend (Ellipsen).	194,0	—	Null	Sämtliche Punkte sind mit größeren Fehlern behaftet.
4	$x^2 + cy^2 + dx + ey + f = 0$	Allgemeiner Kegelschnitt. Achsen mit den Koordinatenachsen gleichlaufend (Ellipsen).	—	—	Imaginär	Bei Lotr. V auch für $x = 0,15$ keine Geschwindigkeit.
8	$y^2 + dx + ey + f = 0$	Parabel 2 ^{ter} Ordnung. Achse mit der Lotrechtenachse gleichlaufend.	—	—	Imaginär	Bei Lotr. III u. V auch für $x = 0,15$ keine Geschwindigkeit.

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

- 1) $1,3124 + b \cdot 2,717 + d \cdot 3,35 + e \cdot 1,620 + 2f = 0$
- 2) $1,0039 + b \cdot 1,147 + d \cdot 1,60 + e \cdot 1,415 + 2f = 0$
- 3) $0,3364 + b \cdot 0,174 + d \cdot 0,30 + e \cdot 0,580 + f = 0$
- 4) $0,2500 + b \cdot 0,075 + d \cdot 0,15 + e \cdot 0,500 + f = 0$.

Daraus: $b = +2,961855$
 $d = -2,899815$
 $e = +0,691866$
 $f = -0,383100$.

Näherungsgleichung für Lotrechte II:

$$y^2 + 2,961855xy - 2,899815x + 0,691866y - 0,3831 = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2y_0 + 2,961855x_0 + 0,691866 = 0$$

$$2,961855y_0 - 2,899815 = 0.$$

$$y_0 = +0,979; x_0 = -0,895.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{2,961855}{-1}$$

$$\varphi = -35^\circ 40' 19''$$

$$\delta = 90^\circ.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = +0,363$ m und $v_{s_2} = -1,055$ m.

Die Hyperbel durchschneidet also die Sohle zweimal.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 4,1$ mm oder $\pm 5,8$ vT.

Lotrechte IV.

	x	y	y'	Δ		Δ^2	Δ_1 vT.	Δ_1^2
				+	-			
{ 1	3,50	1,100	1,104	4		16	+ 3,6	12,96
{ 2	3,00	1,085	1,080		5	25	- 4,6	21,16
{ 3	2,00	1,015	1,013		2	4	- 2,0	4,00
{ 4	1,00	0,890	0,893	3		9	+ 3,4	11,56
{ 5	0,60	0,805	0,807		2	4	+ 2,5	6,25
{ 6	0,30	0,700	0,697		3	9	- 4,3	18,49
7	0,15	0,590	0,590	0	0	0	0	0

$$\varepsilon = \pm 4,7 \text{ mm}; \varepsilon_1 = \pm 5,0 \text{ vT.}$$

Die vier Bestimmungsgleichungen lauten:

- 1) $2,3872 + b \cdot 7,105 + d \cdot 6,5 + e \cdot 2,185 + 2f = 0$
- 2) $1,8223 + b \cdot 2,920 + d \cdot 3,0 + e \cdot 1,905 + 2f = 0$
- 3) $1,1380 + b \cdot 0,693 + d \cdot 0,9 + e \cdot 1,505 + 2f = 0$
- 4) $0,3481 + b \cdot 0,0885 + d \cdot 0,15 + e \cdot 0,590 + f = 0$.

Daraus: $b = +0,489531$
 $d = -0,675590$
 $e = -0,889364$
 $f = +0,234640$.

Näherungsgleichung für Lotrechte IV:

$$y^2 + 0,489531xy - 0,67559x - 0,889364y + 0,23464 = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2y_0 + 0,489531x_0 - 0,889364 = 0$$

$$0,489531y_0 - 0,67559 = 0$$

$$y_0 = +1,380; x_0 = -3,822.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{0,489531}{-1}$$

$$\varphi = -13^\circ 2' 29,8''$$

$$\delta = 90^\circ.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 4,7$ mm oder $\pm 5,0$ vT.

Für $x = 0$ wird y indessen imaginär.

Die Hyperbel erreicht die Flußsohle also nicht. Der tiefste Punkt der Hyperbel liegt bei $x = +0,080$.

Der mittlere Fehler der Gleichung 12 beträgt für alle fünf Lotrechte zusammen $\pm 4,9$ vT.

Gleichung 13.

$$y^2 + bxy + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0.$$

Lotrechte II.

	x	y	y'	Δ		Δ^2	Δ_1 vT.	Δ_1^2
				+	-			
{ 1	1,85	0,820	0,823	3		9	+ 3,7	13,69
{ 2	1,50	0,800	0,797		3	9	- 3,8	14,44
{ 3	1,00	0,745	0,743		2	4	- 2,7	7,29
{ 4	0,60	0,670	0,673	3		9	+ 4,5	20,25
{ 5	0,30	0,580	0,581		1	1	+ 1,7	2,89
{ 6	0,15	0,500	0,499		1	1	- 2,0	4,00

$$\varepsilon = \pm 3,3 \text{ mm}; \varepsilon_1 = \pm 4,6 \text{ vT.}$$

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

- 1) $1,3124 + b \cdot 2,7170 + d \cdot 3,35 + e \cdot 1,620 + \frac{e^2}{2} = 0$
- 2) $1,0039 + b \cdot 1,1470 + d \cdot 1,60 + e \cdot 1,415 + \frac{e^2}{2} = 0$
- 3) $0,5864 + b \cdot 0,2490 + d \cdot 0,45 + e \cdot 1,080 + \frac{e^2}{2} = 0$

Daraus: $b = +0,924182$
 $d = -0,952071$
 $e = -0,455325$.

Näherungsgleichung für Lotrechte II:

$$y^2 + 0,924182xy - 0,952071x - 0,455325y + 0,05183 = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2y_0 + 0,924182x_0 - 0,455325 = 0$$

$$0,924182y_0 - 0,952071 = 0.$$

$$y_0 = +1,030; x_0 = -1,737.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{0,924182}{-1}$$

$$\varphi = -21^\circ 22' 49''$$

$$\delta = 90^\circ.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 3,3$ mm oder $\pm 4,6$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = +0,228$ m.

Lotrechte IV.

	x	y	y'	Δ		Δ^2	Δ_1 vT.	Δ_1^2
				+	-			
{ 1	3,50	1,100	1,105	5		25	+ 4,5	20,25
{ 2	3,00	1,085	1,081		4	16	- 3,7	13,69
{ 3	2,00	1,015	1,014		1	1	- 1,0	1,00
{ 4	1,00	0,890	0,892		2	4	+ 2,2	4,84
{ 5	0,60	0,805	0,803		2	4	- 2,5	6,25
{ 6	0,30	0,700	0,693		7	49	- 10,0	100,00
{ 7	0,15	0,590	0,600	10		100	+ 16,9	285,61

$$\varepsilon = \pm 7,1 \text{ mm}; \varepsilon_1 = \pm 10,4 \text{ vT.}$$

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

- 1) $3,4174 + b \cdot 9,1350 + d \cdot 8,50 + e \cdot 3,200 + \frac{3e^2}{4} = 0$
- 2) $1,4401 + b \cdot 1,3730 + d \cdot 1,60 + e \cdot 1,695 + \frac{2e^2}{4} = 0$
- 3) $0,8381 + b \cdot 0,2985 + d \cdot 0,45 + e \cdot 1,290 + \frac{2e^2}{4} = 0$.

Daraus: $b = + 0,725 062$
 $d = - 0,979 276$
 $e = - 0,629 409.$

Näherungsgleichung für Lotrechte IV:

$$y^2 + 0,725062xy - 0,979276x - 0,629409y + 0,099039 = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2y_0 + 0,725 062 x_0 - 0,629 409 = 0$$

$$0,725 062 y_0 - 0,979 276 = 0.$$

$$y_0 = + 1,351; x_0 = - 2,857.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{0,725 062}{- 1}$$

$$\varphi = - 17^\circ 58' 20''$$

$$\delta = 90^\circ.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel. Im Punkt $x = 0,15$ tritt ein größerer Fehler von 16,9 vT. auf.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 7,1$ mm oder $\pm 10,4$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = + 0,315$ m.

Der mittlere Fehler von Gleichung 13 beträgt für alle fünf Lotrechte zusammen $\pm 6,4$ vT.

Gleichung 14.

$$y^2 + bxy + dx + ey = 0.$$

Lotrechte II.

	x	y	y'	Δ		Δ^2	Δ_1 vT.	Δ_1^2
				+	-			
{ 1	1,85	0,820	0,822	2		4	+ 2,4	5,76
{ 2	1,50	0,800	0,797		3	9	- 3,7	13,69
{ 3	1,00	0,745	0,745	0	0	0	0	0
{ 4	0,60	0,670	0,676	6		36	+ 8,9	79,21
{ 5	0,30	0,580	0,581	1		1	+ 1,7	2,89
{ 6	0,15	0,500	0,498		2	4	- 4,0	16,00

$$\epsilon = \pm 4,2 \text{ mm}; \epsilon_1 = \pm 6,3 \text{ vT.}$$

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

- 1) $1,3124 + b \cdot 2,7170 + d \cdot 3,35 + e \cdot 1,620 = 0$
- 2) $1,0114 + b \cdot 1,1520 + d \cdot 1,60 + e \cdot 1,415 = 0$
- 3) $0,5864 + b \cdot 0,2490 + d \cdot 0,45 + e \cdot 1,080 = 0.$

Daraus: $b = + 1,314 576$
 $d = - 1,313 462$
 $e = - 0,298 769$

Näherungsgleichung für Lotrechte II:

$$y^2 + 1,314576xy - 1,313462x - 0,298769y = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2y_0 + 1,314576x_0 - 0,298769 = 0$$

$$1,314576y_0 - 1,313462 = 0.$$

$$y_0 = + 0,999; x_0 = - 1,293.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{1,314576}{- 1}$$

$$\varphi = - 26^\circ 22' 11,5''.$$

$$\delta = 90^\circ.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel. Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 4,2$ mm oder $\pm 6,3$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = + 0,299$ m.

Lotrechte IV.

	x	y	y'	Δ		Δ^2	Δ_1 vT.	Δ_1^2
				+	-			
{ 1	3,50	1,100	1,104	4		16	+ 3,6	12,96
{ 2	3,00	1,085	1,081		4	16	- 3,7	13,69
{ 3	2,00	1,015	1,015	0	0	0	0	0
{ 4	1,00	0,890	0,892	2		4	+ 2,2	4,84
{ 5	0,60	0,805	0,802		3	9	- 3,7	13,69
{ 6	0,30	0,700	0,691		9	81	- 12,9	166,41
{ 7	0,15	0,590	0,602	12		144	+ 20,3	412,09

$$\epsilon = \pm 8,2 \text{ mm}; \epsilon_1 = \pm 12,5 \text{ vT.}$$

Die drei Bestimmungsgleichungen lauten:

- 1) $3,4174 + b \cdot 9,1350 + d \cdot 8,50 + e \cdot 3,200 = 0$
- 2) $1,4401 + b \cdot 1,3730 + d \cdot 1,60 + e \cdot 1,695 = 0$
- 3) $0,8381 + b \cdot 0,2985 + d \cdot 0,45 + e \cdot 1,260 = 0.$

Daraus: $b = + 0,939 797$
 $d = - 1,249 611$
 $e = - 0,431 244.$

Näherungsgleichung für Lotrechte IV:

$$y^2 + 0,939797xy - 1,249611x - 0,431244y = 0.$$

Mittelpunktsbestimmung:

$$2y_0 + 0,939797x_0 - 0,431244 = 0$$

$$0,939797y_0 - 1,249611 = 0.$$

$$y_0 = + 1,330; x_0 = - 2,371.$$

Achsendrehung:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{0,939797}{- 1}$$

$$\varphi = - 21^\circ 36' 40,3''$$

$$\delta = 90^\circ.$$

Die X-Achse ist die Hauptachse der Hyperbel. In den beiden untersten Punkten $x = 0,15$ und $x = 0,30$ treten größere Fehler auf.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 8,2$ mm oder $\pm 12,5$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_{s_1} = 0$ und $v_{s_2} = + 0,431$ m.

Der mittlere Fehler von Gleichung 14 beträgt für alle fünf Lotrechten zusammen $\pm 8,0$ vT.

Gleichung 17.

$$y = a + b \log(x + c).$$

Lotrechte II.

	x	y	x + c	log(x + c)	y'	Δ		Δ^2	Δ_1 vT.	Δ_1^2
						+	-			
1	1,85	0,820	1,891 023	0,276 6968	0,823	3		9	+ 3,7	13,69
2	1,50	0,800	1,541 023	0,187 8091	0,794	6	36	- 7,5	56,25	
3	1,00	0,745	1,041 023	0,017 4604	0,740	5	25	- 6,7	44,89	
4	0,60	0,670	0,641 023	0,806 8736 - 1	0,672	2		4	+ 3,0	9,00
5	0,30	0,590	0,341 023	0,532 7837 - 1	0,584	4		16	+ 6,9	47,61
6	0,15	0,500	0,191 023	0,281 0856 - 1	0,503	3		9	+ 6,0	36,00

$$\Sigma = 4,115 \quad - 0,897 2910 \quad \epsilon = \pm 5,7 \text{ mm}; \epsilon_1 = \pm 8,3 \text{ vT.}$$

$$x_1 = 1,85 \quad y_1 = 0,820$$

$$x_3 = 0,15 \quad y_3 = 0,500.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,660$ ergibt sich aus der Kurve $x_2 = 0,56$

$$e = \frac{0,56^2 - 1,85 \cdot 0,15}{1,85 + 0,15 - 2 \cdot 0,56} = + 0,041 023$$

$$b = \frac{0,16}{\log \frac{1,85 - 0,56}{0,56 - 0,15}} = + 0,32 141$$

$$a = \frac{4,115 - 0,32141 \cdot - 0,897291}{6} = + 0,733 900.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte II:

$$y = 0,733900 + 0,32141 \log(x + 0,041023).$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 5,7$ mm oder $\pm 8,3$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,288$ m.

Lotrechte IV.

	x	y	x + c	log(x + c)	y'	Δ		Δ ²	Δ _{vT}	Δ ₁ ²
						+	-			
1	3,50	1,100	3,532 18	0,548 0428	1,104	4	16	+ 3,6	12,96	
2	3,00	1,085	3,032 18	0,481 7549	1,078	7	49	- 6,5	42,25	
3	2,00	1,015	2,032 18	0,307 9621	1,009	6	36	- 5,9	34,81	
4	1,00	0,890	1,032 18	0,013 7556	0,893	3	9	+ 3,4	11,56	
5	0,60	0,805	0,632 18	0,800 8408 - 1	0,808	3	9	+ 3,7	13,69	
6	0,30	0,700	0,332 18	0,521 3735 - 1	0,698	2	4	- 2,9	8,41	
7	0,15	0,590	0,182 18	0 260 5007 - 1	0,594	4	16	+ 6,8	46,24	
Σ =	6,185			- 0,065 7696						ε = ± 5,9 mm; ε ₁ = ± 6,5 vT.

$$x_1 = 3,50 \quad y_1 = 1,100$$

$$x_3 = 0,15 \quad y_3 = 0,590.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,845$ ergibt sich aus der Kurve $x_2 = 0,77$.

$$c = \frac{0,77^2 - 3,5 \cdot 0,15}{3,50 + 0,15 - 2 \cdot 0,77} = + 0,032 18$$

$$b = \frac{0,255}{\log \frac{3,50 - 0,77}{0,77 - 0,15}} = + 0,396 104$$

$$a = \frac{6,185 - 0,396 104 \cdot - 0,065 7696}{7} = + 0,887 293.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte IV:

$$y = 0,887 293 + 0,396 104 \log(x + 0,032 118).$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 5,9$ mm oder $\pm 6,5$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,296$ m.

Der mittlere Fehler von Gleichung 17 beträgt für alle fünf Lotrechten zusammen absolut $\pm 5,3$ mm oder $\pm 6,2$ vT.

Gleichung 18.

$$y = b \log \frac{(x + c)}{c}.$$

Lotrechte II.

	x	y	y'	Δ		Δ ²	Δ _{vT}	Δ ₁ ²
				+	-			
1	1,85	0,820	0,820	0	0	0	0	0
2	1,50	0,800	0,793		7	49	- 8,8	77,44
3	1,00	0,745	0,740		5	25	- 6,7	44,89
4	0,60	0,670	0,673	3		9	+ 4,5	20,25
5	0,30	0,580	0,584	4		16	+ 6,9	47,61
6	0,15	0,500	0,494		6	36	- 12,0	144,00

$$\epsilon = \pm 5,8 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 9,1 \text{ vT.}$$

$$x_1 = 1,85 \quad y_1 = 0,820$$

$$x_3 = 0 \quad y_3 = 0.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,410$ ergibt sich aus der nach dem Fußpunkt verlängerten Kurve $x_2 = 0,077$. Dann ist

$$c = \frac{0,077^2}{1,850 - 2 \cdot 0,077} = 0,003496 \text{ und}$$

$$b = \frac{0,41}{\log \frac{1,850 - 0,077}{0,077}} = 0,30 098$$

Näherungsgleichung für Lotrechte II:

$$y = 0,30098 \log \frac{x + 0,003496}{0,003496}.$$

Im untersten Punkt $x = 0,15$ tritt ein Fehler von $12,0$ vT. auf.

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 5,8$ mm oder $\pm 9,1$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Lotrechte IV.

	x	y	y'	Δ		Δ ²	Δ _{vT}	Δ ₁ ²
				+	-			
1	3,50	1,100	1,100	0	0	0	0	0
2	3,00	1,085	1,075		10	100	- 9,2	84,64
3	2,00	1,015	1,008		7	49	- 6,9	47,61
4	1,00	0,890	0,894	4		16	+ 4,5	20,25
5	0,60	0,805	0,810	5		25	+ 6,2	38,44
6	0,30	0,700	0,697		3	9	- 4,3	18,49
7	0,15	0,590	0,586		4	16	- 6,8	46,24

$$\epsilon = \pm 6,6 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 7,2 \text{ vT.}$$

$$x_1 = 3,50 \quad y_1 = 1,100$$

$$x_3 = 0 \quad y_3 = 0.$$

Für $y_2 = \frac{y_1 + y_3}{2} = 0,550$ ergibt sich aus der nach dem Fußpunkt verlängerten Kurve $x_2 = 0,12$. Dann ist

$$c = \frac{0,12^2}{3,50 - 2 \cdot 0,12} = + 0,004417 \text{ und}$$

$$b = \frac{0,55}{\log \frac{3,50 - 0,12}{0,12}} = + 0,379 38.$$

Näherungsgleichung für Lotrechte IV:

$$y = 0,37938 \log \frac{(x + 0,004417)}{0,004417}.$$

Der mittlere Fehler beträgt absolut $\pm 6,6$ mm oder $\pm 7,2$ vT.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0$.

Der mittlere Fehler von Gleichung 18 beträgt für alle fünf Lotrechten zusammen $\pm 10,7$ vT.

Die Lotrechten II und IV verhalten sich demnach im allgemeinen genau so wie die Lotrechten I, III und V. Nur bei Gleichung 12 schneidet die verlängerte Lotrechte II (s. Abb. 1 Bl. 45) die Sohle zweimal, während alle übrigen Lotrechten über der Sohle schweben und für $x = 0$ imaginäre Werte ergeben.

Die aus allen fünf Lotrechten ermittelten Fehler der Gleichungen 2, 12, 13, 14, 17 und 18 sind in Spalte 5 der Zusammenstellung Nr. 9 (S. 649/650) eingetragen.

Danach wird der mittlere Fehler von Gleichung 17 durch Hinzutritt der Lotrechten II und IV um $0,2$ vT. kleiner als der mittlere Fehler von Gleichung 13, während er bei Berechnung nur aus den Lotrechten I, III und V um $0,1$ vT. größer war als derjenige von Gleichung 13. Diesem Ergebnis ist bereits bei der angeordneten Reihenfolge der Gleichungen Rechnung getragen, indem Gleichung 17 vor Gleichung 13 gesetzt ist.

Die Einzelfehler sämtlicher fünf Lotrechten für die Gleichungen 2, 12, 13, 14, 17 und 18 sind aus der Zusammenstellung Nr. 11 auf S. 659 bis 662 zu ersehen.

12. Verbesserung der Kegelschnittgleichung und der Gleichung der logarithmischen Linie mit Hilfe der Ausgleichsrechnung.

Die miteinander in Wettbewerb tretenden Gleichungen der Kegelschnitte und der logarithmischen Linie sind sämtlich nur Näherungsgleichungen. Es bleibt daher noch zu prüfen, ob sie durch strenge Ausgleichung der beobachteten Geschwindigkeiten etwa so sehr voneinander abweichende Verbesserungen erfahren, daß eine andere Rangordnung der Gleichungen eingeführt werden muß.

a) Kegelschnittgleichung.

Die Kegelschnittgleichungen setzen der Anwendung der Ausgleichsrechnung große Schwierigkeiten entgegen. Von den bisher betrachteten Kurven dieser Art ist nur die Parabel und die gleichseitige Hyperbel einer leichten Behandlung durch die Ausgleichsrechnung zugänglich. Die Verbesserung der Parabel mit Hilfe der Ausgleichsrechnung ist bereits S. 394/395 vorgenommen, und es erübrigt daher nur noch, das strenge Verfahren auf die gleichseitige Hyperbel anzuwenden.

Die Gleichung 15 der gleichseitigen Hyperbel kann auch in der Form geschrieben werden

$$(y - d)(x + e) = -g \quad (\text{s. S. 404})$$

$$\text{oder } y = d - \frac{g}{x + e}.$$

Da die drei Unveränderlichen d, e, g ohne Rücksicht darauf ermittelt sind, daß die Summe der Fehlerquadrate aller Beobachtungen einen Kleinstwert ergeben muß, so sind den gefundenen Näherungswerten der Unveränderlichen noch gewisse Verbesserungen $\delta, \varepsilon, \gamma$ hinzuzufügen, welche als kleine Größen zu betrachten sind, deren höhere Potenzen daher vernachlässigt werden können. Die verbesserte Gleichung lautet dann

$$y = (d + \delta) - \frac{g + \gamma}{x + (e + \varepsilon)}.$$

Nach dem Lehrsatz von Taylor ist nun

$$f(x + h) = f(x) + h \cdot f'(x) + \frac{h^2}{2} \cdot f''(x) + \dots$$

Im vorliegenden Fall wird $f(x + h)$ dargestellt durch $y = (d + \delta) - \frac{g + \gamma}{x + (e + \varepsilon)}$ und $f(x)$ durch den berechneten Näherungswert $y' = d - \frac{g}{x + e}$.

Demnach wird

$$y = y' + \frac{dy'}{de} + \delta \cdot \frac{dy'}{dd} + \gamma \cdot \frac{dy'}{dg} + \dots$$

Nun ist $\frac{dy'}{de} = \frac{g}{(x + e)^2}$; $\frac{dy'}{dd} = 1$ und $\frac{dy'}{dg} = -\frac{1}{x + e}$.

Also wird $y = d - \frac{g}{x + e} + \varepsilon \cdot \frac{g}{(x + e)^2} + \delta - \gamma \cdot \frac{1}{x + e}$.

Zur Berechnung der Größen $\delta, \varepsilon, \gamma$ kann eine der Anzahl n der Beobachtungspaare gleiche Zahl Bestimmungsgleichungen aufgestellt werden, aus denen sich nach den Regeln der Ausgleichsrechnung folgende drei Normalgleichungen herleiten lassen:

- 1) $n \cdot \delta - \gamma \cdot \left[\frac{1}{x + e} \right] + \varepsilon \cdot \left[\frac{g}{(x + e)^2} \right] = [y - y']$
- 2) $\delta \cdot \left[\frac{1}{x + e} \right] - \gamma \cdot \left[\frac{1}{(x + e)^2} \right] + \varepsilon \cdot \left[\frac{g}{(x + e)^3} \right] = \left[(y - y') \left(\frac{1}{x + e} \right) \right]$
- 3) $\delta \cdot \left[\frac{g}{(x + e)^2} \right] - \gamma \cdot \left[\frac{g}{(x + e)^3} \right] + \varepsilon \cdot \left[\frac{g^2}{(x + e)^4} \right] = \left[(y - y') \frac{g}{(x + e)^2} \right]$

Setzt man $g \cdot \varepsilon = \zeta$ und ordnet man die rechte Seite nach Potenzen von $\frac{1}{x + e}$, so folgt

- 1) $n \cdot \delta - \gamma \cdot \left[\frac{1}{x + e} \right] + \zeta \cdot \left[\left(\frac{1}{x + e} \right)^2 \right] = [y - y']$
- 2) $\delta \cdot \left[\frac{1}{x + e} \right] - \gamma \cdot \left[\left(\frac{1}{x + e} \right)^2 \right] + \zeta \cdot \left[\left(\frac{1}{x + e} \right)^3 \right] = \left[(y - y') \left(\frac{1}{x + e} \right) \right]$
- 3) $\delta \cdot \left[\left(\frac{1}{x + e} \right)^2 \right] - \gamma \cdot \left[\left(\frac{1}{x + e} \right)^3 \right] + \zeta \cdot \left[\left(\frac{1}{x + e} \right)^4 \right] = \left[(y - y') \left(\frac{1}{x + e} \right)^2 \right]$

Die Näherungsgleichung für Lotrechte I lautet gemäß Seite 404:

$$xy - 0,749473x + 0,323684y - 0,124421 = 0$$

oder $(y - 0,749473)(x + 0,323684) = -0,118171$.

Ebenda sind auch die berechneten Näherungswerte y' der Geschwindigkeiten zusammengestellt.

Lotrechte I.

	x	y	y'	$y - y'$	$\frac{1}{x + e}$	$\left(\frac{1}{x + e} \right)^2$	$\left(\frac{1}{x + e} \right)^3$	$\left(\frac{1}{x + e} \right)^4$	$(y - y') \frac{1}{x + e}$	$(y - y') \left(\frac{1}{x + e} \right)^2$
1	0,85	0,650	0,649	+ 0,001	0,852 018	0,725 935	0,618 5097	0,526 9815	+ 0,000 852 018	+ 0,000 725 935
2	0,60	0,620	0,622	- 0,002	1,082 622	1,172 069	1,268 9070	1,373 7460	- 0,002 165 244	0,002 344 138
3	0,30	0,560	0,560	0	1,603 376	2,570 815	4,121 9829	6,609 0890	0	0
4	0,15	0,500	0,500	0	2,111 112	4,456 795	9,408 7940	19,863 0180	0	0
Σ				- 0,001	5,649 128	8,925 614	15,418 1936	28,372 8345	- 0,001 313 226	- 0,001 618 203

Die drei Normalgleichungen lauten dann:

$$+ 4,000\,000 \delta - 5,649\,128 \gamma + 8,925\,614 \zeta = - 0,001$$

$$- 5,649\,128 \delta + 8,925\,614 \gamma - 15,418\,194 \zeta = + 0,001\,313$$

$$+ 8,925\,614 \delta - 15,418\,194 \gamma + 28,372\,835 \zeta = - 0,001\,618.$$

Ihre Auflösung liefert

$$\delta = + 0,005\,503$$

$$\gamma = + 0,008\,827$$

$$\zeta = + 0,003\,009$$

$$\varepsilon = \frac{\zeta}{g} = \frac{0,003\,009}{0,118\,171} = + 0,025\,460.$$

Da die Verbesserungen nur kleine Größen sind, so bedarf es einer Wiederholung der Rechnung nicht.

Mit den gefundenen Verbesserungen erhält man

$$d = 0,749473; \quad e = 0,323684; \quad g = 0,118171;$$

$$\delta = + 0,005503; \quad \varepsilon = + 0,025460; \quad \gamma = + 0,008827;$$

$$d + \delta = 0,754976; \quad e + \varepsilon = 0,349144; \quad g + \gamma = 0,126998.$$

Die auf strenger Ausgleichung nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate beruhende verbesserte Gleichung für Lotrechte I lautet demnach

$$(y - 0,754976)(x + 0,349144) = - 0,126998.$$

11. Zusammenstellung der Fehler der an die Lotrechten I bis V am besten sich

Nr.	Allgemeiner Kegelschnitt					Ungleichseitige Hyperbel										
	Achsen beliebig, Sohle berührend					Eine Asymptote senkrecht zur Sohle, die andere										
						Ohne Bedingung					Sohle berührend					
Nr.	2					12					13					
Gleichung	$x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + \frac{e^2}{4c} = 0$					$y^2 + bxy + dx + ey + f = 0$					$y^2 + bxy + dx + ey + \frac{e^2}{4} = 0$					
Zahl der Unveränderlichen	4					4					3					
Art der Kurve	Hyperbel															
Lotrechte	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
Fehler in vT.																
Höhe über der Flußsohle in m	4,85				+0,9					+0,9					+1,7	
	4,00				-0,9					-0,9					-0,9	
	3,50				+4,5				+3,6					+4,5		
	3,00				-5,5				-4,6					-3,7		
	2,50			+5,8					+5,9				+7,8			
	2,00			-7,0	-3,9	+2,9			-7,0	-2,0	+2,9		-7,0	-1,0	+2,0	
	1,85		+3,7				+2,4					+3,7				
	1,50		-3,8	-2,1			-2,5	-2,1				-3,8	-3,2			
	1,00		-2,7	+3,4	+5,6	+1,1	0	+3,4	+3,4	+1,1		-2,7	0	+2,2	-1,1	
	0,85	-1,5					-1,5				-1,5					
	0,60	0	+3,0	+2,5	+5,0	0	0	+7,5	+2,5	+2,5	-1,3	+1,6	+4,5	0	-2,5	-3,8
	0,30	0	0	-4,3	-8,6	-4,4	0	0	-2,9	-4,3	-4,3	0	+1,7	-4,4	-10,0	-5,8
0,15	0	0	0	0	+8,5	0	0	0	0	+6,8	0	-2,0	+6,7	+16,9	+8,5	
Mittlerer Fehler der Lotrechten	2,0	4,7	6,4	8,1	5,1	2,0	5,8	6,2	5,0	4,5	2,2	4,6	6,8	10,4	5,2	
Durchschn. Fehler der Gleichung	5,6					(4,9)					6,4					
Sohlen-geschwindigkeit	0,256	0,246	0,334	0,225	0,318	i	0,363	i	i	i	0,265	0,228	0,356	0,315	0,325	

Setzt man für x die Höhen über der Flußsohle ein, so ergeben sich die in der nachfolgenden Zusammenstellung angegebenen Werte der ausgeglichenen Geschwindigkeiten y'' .

	x	y	y''	Δ	Δ^2	Δ_1	Δ_1^2
				+ -		vT.	
1	0,85	0,6500	0,6491	0,9	0,81	-1,4	1,96
2	0,60	0,6200	0,6212	1,2	1,44	+1,9	3,61
3	0,30	0,5600	0,5593	0,7	0,49	-1,3	1,69
4	0,15	0,5000	0,5005	0,5	0,25	+1,00	1,00

$\epsilon = \pm 1,7 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 2,9 \text{ vT.}$

Der mittlere Fehler, welcher bei der Näherungsgleichung absolut $\pm 2,2 \text{ mm}$ oder $\pm 3,6 \text{ vT.}$ betrug, ist durch die strenge Ausgleichung auf $\pm 1,7 \text{ mm}$ oder $\pm 2,9 \text{ vT.}$ zurückgegangen.

Lotrechte III.

Die Näherungsgleichung für Lotr. III lautet gemäß S. 404:
 $xy - 1,244133x + 1,010008y - 0,520025 = 0$
 oder $(y - 1,244133)(x + 1,010008) = -0,736559.$

Die verbesserte Gleichung wird

$(y - 1,221997)(x + 0,899153) = -0,647580$

und es ergeben sich folgende Fehler:

	x	y	y''	Δ	Δ^2	Δ_1	Δ_1^2
				+ -		vT.	
1	2,50	1,030	1,031	1	1	+1,0	1,00
2	2,00	1,005	0,999	6	36	-6,0	36,00
3	1,50	0,950	0,952	2	4	+2,1	4,41
4	1,00	0,875	0,881	6	36	+6,9	47,61
5	0,60	0,790	0,790	0	0	0	0
6	0,30	0,690	0,682	8	64	-11,6	134,56
7	0,15	0,600	0,605	5	25	+8,3	68,89

$\epsilon = \pm 6,4 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 8,6 \text{ vT.}$

Der mittlere Fehler ist absolut

von $\pm 7,4 \text{ mm}$ auf $\pm 6,4 \text{ mm}$

oder von $\pm 10,5 \text{ vT.}$ auf $\pm 8,6 \text{ vT.}$

zurückgegangen.

anpassenden Gleichungen der ungleichseitigen Hyperbel und der logarithmischen Linie.

Ungleichseitige Hyperbel					Logarithmische Linie														
in beliebiger Richtung					Ohne Bedingung										Durch Fußpunkt gehend				
Durch Fußpunkt gehend																			
14					17					17 a					18				
$y^2 + bxy + dx + ey = 0$					Näherungsgleichung $y = a + b \log(x + c)$					Mit Hilfe der Ausgleichsrechnung verbesserte Gleichung $y = a + b \log(x + c)$					$y = b \log\left(\frac{x+c}{c}\right)$				
3					3					3					2				
Hyperbel					Logarithmische Linie														
I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Fehler in vT.																			
				+ 0,9					+ 0,8					+ 4,2					0
				0					- 3,5					- 0,9					- 3,5
			+ 3,6	-				+ 3,6	-				+ 6,4	-				0	-
			- 3,7	- 0,9				- 6,5	- 6,4				- 4,6	- 5,5				- 9,2	- 4,6
		+ 6,8	-	-			+ 0,9	-	-			+ 6,8	-	-			0	-	-
		- 6,0	0	+ 2,9			- 10,0	- 5,9	- 2,0			- 7,0	- 3,9	- 1,0			- 10,0	- 6,9	+ 3,9
	+ 2,4	-	-	-		+ 3,7	-	-	-		+ 6,1	-	-	-		0	-	-	-
	- 3,7	- 2,1	-	-		- 7,5	- 5,3	-	-		- 5,0	- 3,2	-	-		- 8,8	0	-	-
	0	+ 1,2	+ 2,2	- 1,1		- 6,7	+ 3,4	+ 3,4	+ 4,5		- 5,4	+ 2,3	+ 3,4	+ 2,2		- 6,7	+ 13,7	+ 4,5	+ 13,4
- 1,5	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
+ 1,6	+ 8,9	- 1,3	- 3,7	- 6,2	0	+ 3,0	+ 6,3	+ 3,7	+ 6,3	0	+ 3,0	+ 3,8	+ 3,7	+ 2,5	0	+ 4,5	+ 21,5	+ 6,2	+ 16,0
0	+ 1,7	- 5,8	- 12,9	- 8,7	0	+ 6,9	+ 2,9	- 2,9	+ 2,9	0	+ 5,2	- 2,9	- 5,7	- 2,9	- 1,8	+ 6,9	+ 14,6	- 4,3	+ 4,3
0	- 4,0	+ 10,0	+ 20,3	+ 13,6	0	+ 6,0	+ 5,0	+ 6,8	+ 3,4	0	+ 2,0	0	+ 1,7	- 1,7	- 2,0	- 12,0	- 11,6	- 6,8	- 27,8
2,2	6,3	7,5	12,5	7,9	0	8,3	7,3	6,5	5,2	0	6,6	5,8	5,9	3,8	1,9	9,1	14,8	7,2	14,6
8,0					6,2					5,0					10,7				
0,347	0,299	0,466	0,431	0,445	0,228	0,288	0,296	0,296	0,362	0,228	0,282	0,425	0,283	0,375	0	0	0	0	0

Lotrechte V.

Die Näherungsgleichung für Lotrechte V lautet gemäß Seite 405:

$$xy - 1,335 x + 1,085 y - 0,528 = 0$$

oder $(y - 1,335)(x + 1,085) = -0,920$.

Die verbesserte Gleichung wird

$$(y - 1,327)(x + 1,116) = -0,920$$

und es ergeben sich folgende Fehler:

	x	y	y''	Δ		Δ ²	Δ _{vT.}	Δ _{vT.} ²
				+	-			
1	4,85	1,180	1,173		7	49	- 5,9	34,81
2	4,00	1,150	1,147		3	9	- 2,6	6,76
3	3,00	1,100	1,103	3		9	+ 2,7	7,29
4	2,00	1,020	1,032	12		144	+ 11,8	139,24
5	1,00	0,890	0,892	2		4	+ 2,2	4,84
6	0,60	0,800	0,791		9	81	- 11,3	127,69
7	0,30	0,690	0,677		13	169	- 18,8	353,44
8	0,15	0,590	0,599	9		81	+ 15,2	231,04

$$\epsilon = \pm 10,4 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 13,5 \text{ vT.}$$

Der mittlere Fehler ist absolut von $\pm 13,4$ auf $\pm 10,4$ mm oder von $\pm 16,3$ vT. auf $\pm 13,5$ vT. zurückgegangen.

Der mittlere Fehler der verbesserten Gleichung 15a beträgt $\pm 9,4$ vT. gegenüber $\pm 11,4$ vT. der Näherungsgleichung 15. Die Gewichtserhöhung durch die Ausgleichung beträgt hiernach $\frac{11,4^2}{9,4^2} = 1,47$.

Die Fehler der Lotrechten I, III und V für Gleichung 15a sind der Zusammenstellung Nr. 8 (S. 647) hinter Gleichung 15 beigelegt.

b) Logarithmische Linie.

Die Unveränderlichen a, b, c der Gleichung 17 der logarithmischen Linie

$$y' = a + b \log(x + c)$$

sind mit Hilfe der Ausgleichsrechnung um die vermutlich nur kleinen Werte α, β, γ zu verbessern. Die verbesserte Gleichung ist also

$$y = (a + \alpha) + (b + \beta) \log(x + c + \gamma).$$

Unter der Voraussetzung, daß α, β, γ kleine Werte sind, daß also deren höhere Potenzen und Produkte vernachlässigt werden können, liefert die Entwicklung nach dem Taylorschen Satz

$$y = y' + \alpha \cdot \frac{dy'}{da} + \beta \cdot \frac{dy'}{db} + \gamma \cdot \frac{dy'}{dc}$$

Nun ist

$$\frac{dy'}{da} = 1; \quad \frac{dy'}{db} = \log(x+c); \quad \frac{dy'}{dc} = \frac{b \cdot M}{x+c}$$

worin $M = 0,4343$ den Modul der Briggschen Logarithmen bedeutet.

Demnach wird

$$y = y' + \alpha \cdot 1 + \beta \log(x+c) + \gamma \cdot \frac{b \cdot M}{x+c}$$

und die drei Normalgleichungen lauten:

- 1) $n \cdot \alpha + \beta \cdot [\log(x+c)] + \gamma \cdot b \cdot M \cdot \left[\frac{1}{x+c} \right] = [y-y']$
- 2) $\alpha \cdot [\log(x+c)] + \beta \cdot [\log^2(x+c)] + \gamma \cdot b \cdot M \cdot \left[\frac{\log(x+c)}{x+c} \right] = [(y-y') \log(x+c)]$
- 3) $\alpha \cdot \left[\frac{1}{x+c} \right] + \beta \cdot \left[\frac{\log(x+c)}{x+c} \right] + \gamma \cdot b \cdot M \cdot \left[\left(\frac{1}{x+c} \right)^2 \right] = \left[(y-y') \frac{1}{x+c} \right]$

Da die logarithmische Linie sich der Lotrechten I ohne Fehler anschließt (s. S. 638), so erübrigt sich hier die Anwendung der Ausgleichsrechnung.

Lotrechte II.

Die Näherungsgleichung für Lotrechte II lautet gemäß Seite 655:

$$y = 0,733900 + 0,32141 \log(x + 0,041023)$$

Ebenda sind auch die berechneten Näherungswerte y' zusammengestellt.

Die für die Aufstellung der drei Normalgleichungen erforderlichen Werte sind aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehen.

x	y	y'	$y-y'$	$x+c$	$\log(x+c)$	$\log^2(x+c)$	$\frac{1}{x+c}$	$\left(\frac{1}{x+c}\right)^2$	$(y-y') \log(x+c)$	$(y-y') \frac{1}{x+c}$	$\frac{\log(x+c)}{x+c}$	y''	Δ	Δ^2	Δ_1	Δ_1^2	
													+	-	vT.		
1	1,85	0,820	0,823	-0,003	1,891 023	0,276 6968	0,528 8142	0,279 6442	-0,000 8301	-0,001 5864	+0,146 3212	0,825	5	25	+6,1	37,21	
2	1,50	0,800	0,794	+0,006	1,541 023	0,187 8091	0,648 9196	0,421 0972	+0,001 1269	+0,003 8935	+0,121 8730	0,796	4	16	-5,0	25,00	
3	1,00	0,745	0,740	+0,005	1,041 023	0,017 4604	0,960 5932	0,922 7389	+0,000 0873	+0,004 8030	+0,016 7723	0,741	4	16	-5,4	29,16	
4	0,60	0,670	0,672	-0,002	0,641 023	0,806 8736	-1 0,037 2977	1,560 0065	2,433 6203	+0,000 3863	-0,003 1200	-0,301 2779	0,672	2	4	+3,0	9,00
5	0,30	0,580	0,584	-0,004	0,341 023	0,532 7837	-1 0,218 2903	2,932 3534	8,598 6941	+0,001 8689	-0,011 1294	-1,370 0422	0,583	3	9	+5,2	27,04
6	0,15	0,500	0,503	-0,003	0,191 023	0,281 0856	-1 0,516 8373	5,234 9724	27,404 9318	+0,002 1567	-0,015 7049	-3,763 4947	0,501	1	1	+2,0	4,00
Σ			-0,001	5,646 138	-0,897 2908	0,884 5641	11,865 6593	40,060 7265	+0,004 7960	-0,023 4442	-5,149 8483						

Die drei Normalgleichungen lauten dann:

$$\begin{aligned} + 6,000\,000 \alpha - 0,897\,291 \beta + 1,656\,304 \gamma &= -0,001\,000 \\ - 0,897\,291 \alpha + 0,884\,564 \beta - 0,718\,857 \gamma &= +0,004\,796 \\ + 11,865\,659 \alpha - 5,149\,848 \beta + 5,591\,997 \gamma &= -0,023\,444. \end{aligned}$$

Ihre Auflösung liefert

$$\begin{aligned} \alpha &= +0,001\,282 \\ \beta &= +0,004\,390 \\ \gamma &= -0,000\,459. \end{aligned}$$

Es ist also

$$\begin{aligned} a &= 0,733\,900 & b &= 0,321\,41 & c &= 0,041\,023 \\ \alpha &= +0,001\,282 & \beta &= +0,004\,39 & \gamma &= -0,000\,459 \\ a + \alpha &= 0,735\,182 & b + \beta &= 0,325\,80 & c + \gamma &= 0,040\,564 \end{aligned}$$

und die verbesserte Gleichung für Lotrechte II lautet

$$y = 0,7352 + 0,3258 \log(x + 0,0406)$$

Setzt man für x die Höhen über der Flußsohle ein, in denen die Beobachtungen vorgenommen sind, so ergeben sich die verbesserten Werte y'' der Geschwindigkeiten und die hiermit noch übrig bleibenden Fehler.

Der mittlere Fehler, welcher bei der Näherungsgleichung absolut $\pm 5,7$ mm oder $\pm 8,3$ vT. betrug, ist durch die strenge Ausgleichung auf $\pm 4,9$ mm bzw. $\pm 6,6$ vT. zurückgegangen.

Für $x=0$ wird $v_s = 0,282$ m.

Lotrechte III.

Die Näherungsgleichung für Lotrechte III lautet gemäß Seite 639:

$$y = 0,8640 + 0,4093 \log(x + 0,0798)$$

Die verbesserte Gleichung wird

$$y = 0,8605 + 0,4271 \log(x + 0,0954)$$

und es ergeben sich folgende Fehler:

x	y	y''	Δ	Δ^2	Δ_1	Δ_1^2	
			+	-	vT.		
1	2,50	1,030	1,037	7	49	+6,8	46,24
2	2,00	1,005	0,998	7	49	-7,0	49,00
3	1,50	0,950	0,947	3	9	-3,2	10,24
4	1,00	0,875	0,877	2	4	+2,3	5,29
5	0,60	0,790	0,793	3	9	+3,8	14,44
6	0,30	0,690	0,688	2	4	-2,9	8,41
7	0,15	0,600	0,600	0	0	0	0

$$\epsilon = \pm 5,6 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 5,8 \text{ vT.}$$

Der mittlere Fehler ist absolut von $\pm 7,0$ auf $\pm 5,6$ mm oder von $\pm 7,3$ vT. auf $\pm 5,8$ vT. heruntergegangen.

Für $x=0$ wird $v_s = 0,425$ m.

Lotrechte IV.

Die Näherungsgleichung für Lotrechte IV lautet gemäß Seite 655:

$$y = 0,8873 + 0,3961 \log(x + 0,0322)$$

Die verbesserte Gleichung wird

$$y = 0,8880 + 0,3989 \log(x + 0,0304)$$

und es ergeben sich folgende Fehler:

x	y	y''	Δ	Δ^2	Δ_1	Δ_1^2	
			+	-	vT.		
1	3,50	1,100	1,107	7	49	+6,4	40,96
2	3,00	1,085	1,080	5	25	-4,6	21,16
3	2,00	1,015	1,011	4	16	-3,9	15,21
4	1,00	0,890	0,893	3	9	+3,4	11,56
5	0,60	0,805	0,803	3	9	+3,7	13,69
6	0,30	0,700	0,696	4	16	-5,7	32,49
7	0,15	0,590	0,591	1	1	+1,7	2,89

$$\epsilon = \pm 5,6 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 5,9 \text{ vT.}$$

Der mittlere Fehler ist absolut von $\pm 5,9$ auf $\pm 5,6$ mm oder von $\pm 6,5$ vT. auf $\pm 5,9$ vT. zurückgegangen.

Für $x=0$ wird $v_s = 0,283$ m.

Lotrechte V.

Die Näherungsgleichung für Lotrechte V lautet gemäß Seite 639:

$$y = 0,8822 + 0,4329 \log(x + 0,0630).$$

Die verbesserte Gleichung wird

$$y = 0,8781 + 0,4438 \log(x + 0,0737)$$

und es ergeben sich folgende Fehler:

	x	y	y''	Δ		Δ ²	Δ _{vT.}	Δ ₁ ²
				+	-			
1	4,85	1,180	1,185	5		25	+ 4,2	17,64
2	4,00	1,150	1,149		1	1	- 0,9	0,81
3	3,00	1,100	1,094		6	36	- 5,5	30,25
4	2,00	1,020	1,019		1	1	- 1,0	1,00
5	1,00	0,890	0,892	2		4	+ 2,2	4,84
6	0,60	0,800	0,802	2		4	+ 2,5	6,25
7	0,30	0,690	0,688		2	4	- 2,9	8,41
8	0,15	0,590	0,589		1	1	- 1,7	2,89

$$\epsilon = \pm 3,9 \text{ mm}; \quad \epsilon_1 = \pm 3,8 \text{ vT.}$$

Der mittlere Fehler ist absolut von $\pm 4,9$ auf $\pm 3,9$ mm oder von $\pm 5,2$ vT. auf $\pm 3,8$ vT. zurückgegangen.

Für $x = 0$ wird $v_s = 0,375$ m.

Der mittlere Fehler der verbesserten Gleichung 17a beträgt $\pm 5,0$ vT. gegenüber $\pm 6,2$ vT. bei der Näherungsgleichung 17.

Die Gewichtserhöhung beträgt also $\frac{6,2^2}{5,0^2} = 1,58$.

Die Fehler sämtlicher fünf Lotrechten für Gleichung 17a sind der Zusammenstellung Nr. 11 (S. 661/662) hinter Gleichung 17 beigelegt.

Die durch die strenge Ausgleichung erzielte Gewichtserhöhung beträgt sonach:

- 1) bei der Parabel Lotrechte V (S. 395) 1,54
- 2) bei der gleichseitigen Hyperbel Lotrechte I, III, V (S. 662) 1,47
- 3) bei der logarithmischen Linie Lotrechte I, II, III, IV, V (s. o.) 1,58.

Die Verbesserungsmöglichkeit scheint daher bei den Kegelschnitten und der logarithmischen Linie annähernd gleich groß zu sein, so daß eine andere Rangordnung durch die Anwendung der Ausgleichsrechnung nicht herbeigeführt wird. Es verbleibt somit bei der in der Zusammenstellung Nr. 9 (S. 649/650) angegebenen Reihenfolge der Gleichungen.

13. Anpassungsfähigkeit der einzelnen Gleichungen an die Lotrechtenkurven.

Betrachtet man nunmehr die einzelnen Gleichungen an der Hand der Zusammenstellung Nr. 9, so steht die Gleichung 1 des allgemeinen Kegelschnittes mit dem kleinsten Fehler von 3,0 vT. an erster Stelle. An diese schließt sich Gleichung 12 der ungleichseitigen Hyperbel, deren eine Asymptote senkrecht zur Sohle steht, mit 4,6 vT. an. Von fast gleicher Anpassungsfähigkeit mit einem Fehler von 4,9 vT. ist Gleichung 2 des die Sohle berührenden allgemeinen Kegelschnittes, der für sämtliche fünf Lotrechten ungleichseitige Hyperbeln ergibt. Es folgen dann die sich annähernd gleichstehenden Gleichungen 17 der logarithmischen Linie und 13 der die Sohle berührenden ungleichseitigen Hyperbel, deren eine Asymptote senkrecht zur Sohle steht, mit einem mittleren

Fehler von 5,2 und 5,1 vT. Dann kommt Gleichung 14 mit 6,4 vT., welche eine ungleichseitige, durch den Fußpunkt der Lotrechten gehende Hyperbel darstellt, deren eine Asymptote senkrecht zur Sohle steht. In bemerkbarem Abstände mit einem Fehler von 8,4 vT. schließt sich Gleichung 3 an, die einen allgemeinen durch den Fußpunkt der Lotrechten gehenden Kegelschnitt darstellt und im vorliegenden Falle durchweg aus ungleichseitigen Hyperbeln besteht. Es folgt mit $\pm 9,7$ vT. die mit Hilfe der Ausgleichsrechnung behandelte Gleichung 11 der Parabel n^{ter} Ordnung. Nimmt man an, daß auch bei dieser die Seite 395 für die Parabel 2^{ter} Ordnung ermittelte Gewichtserhöhung von etwa 1,5 zutrifft, so würde die Näherungsgleichung der Parabel n^{ter} Ordnung einen Fehler von etwa $9,7 \cdot \sqrt{1,5} = 11,9$ vT. ergeben, und die Parabel n^{ter} Ordnung würde ihren Platz, da die Zusammenstellung sonst nur Näherungsgleichungen enthält, zwischen Gleichung 15 und 18 erhalten müssen. Nun erst erscheint die Gleichung 15 der gleichseitigen Hyperbel mit 11,4 vT. und alsdann mit 12,1 vT. die Gleichung 18 der durch den Fußpunkt der Lotrechten gehenden logarithmischen Linie. Diese Form der logarithmischen Linie, bei welcher die Sohlengeschwindigkeit gleich Null ist, paßt sich also den Beobachtungen erheblich schlechter an, als die freie logarithmische Linie Gleichung 17. Es folgt Gleichung 5 mit einem Fehler von 13,6 vT., die einen die Sohle berührenden Kegelschnitt darstellt, dessen Achsen mit den Koordinatenachsen gleichlaufen, und der im vorliegenden Falle bei allen fünf Lotrechten einer Ellipse entspricht. Die übrigen Gleichungen, zu denen auch die Parabel 2^{ter} Ordnung mit senkrechter Achse gehört, weisen Fehler von mehr als 20 vT. auf und kommen überhaupt weiter nicht in Betracht.

Wegen des Auftretens größerer Einzelfehler, die sich nicht nur bei der nicht ganz zuverlässigen Lotrechten IV, sondern auch bei der völlig einwandfreien Lotrechten V zeigen, werden die Gleichungen von Gleichung 14 ab als nicht wettbewerbsfähig ausgeschaltet. Von den verbleibenden Gleichungen 1, 12, 2, 17 und 13 scheiden ferner die ersten beiden aus, weil bei diesen die Sohlengeschwindigkeit meistens imaginär wird, und es bleiben für den engeren Wettbewerb nur die Gleichungen 2, 17 und 13 übrig.

Da Gleichung 2 für alle fünf Lotrechten ungleichseitige Hyperbeln ergibt und Gleichung 13 schon an und für sich die einer ungleichseitigen Hyperbel ist, so tritt die Gleichung 17 der logarithmischen Linie nur mit ungleichseitigen Hyperbeln in Wettbewerb. Beide Hyperbelgleichungen haben das Gemeinsame, daß sie die Sohle berühren und unterscheiden sich voneinander nur dadurch, daß bei Gleichung 13 eine Asymptote genau senkrecht zur Sohle steht, während dies bei Gleichung 2 nur angenähert der Fall ist.

Gegen die Kegelschnitte spricht nun zunächst, daß sie bei völlig freier Lage ein unbestimmtes Verhalten zur Sohle zeigen. Meistens schweben die Kegelschnitte über der Sohle, wie die Gleichungen 1, 4, 8 und 12 ergeben haben, und es bedarf erst der Hinzufügung einer Bedingung, welche den Kegelschnitt zwangsweise mit der Sohle in Verbindung bringt, um reelle Sohlengeschwindigkeiten zu erhalten. Demgegenüber bedarf es bei der logarithmischen Linie der Gleichung 17 eines solchen Zwanges nicht, da sie auch bei freier Lage stets reelle Sohlengeschwindigkeiten ergibt.

Die Kegelschnitte erweisen sich ferner nur bei schiefer Stellung der Achsen und Asymptoten der logarithmischen Linie überlegen. Sobald auch nur eine der beiden Asymptoten senkrecht zur Sohle gestellt wird, ist die logarithmische Linie dem Kegelschnitt etwas überlegen. Wird dann noch die andere Asymptote zur Sohle gleichlaufend gestellt, also eine gleichseitige Hyperbel zugrunde gelegt, oder werden die Achsen der Kegelschnitte mit den Koordinatenachsen gleichlaufend gewählt, so übertrifft die logarithmische Linie die Kegelschnitte erheblich, wie ein Vergleich der Gleichungen 15 und 16 der gleichseitigen Hyperbel und der Gleichungen 4 bis 7, welche Ellipsen darstellen, mit der Gleichung 17 der logarithmischen Linie zeigt. Je besser also die Achsenlage der Kegelschnitte der Richtung der auftretenden Kräfte entspricht, desto größer werden die Fehler, und umso mehr treten die Kegelschnitte gegen die logarithmische Linie zurück.

Auch erscheint es nicht statthaft, eine Berührung der Sohle durch die Lotrechtenkurve anzunehmen, da dann $\frac{dy}{dx} = 0$ sein müßte, und eine so bedeutende Geschwindigkeitsänderung an der Sohle doch wohl nicht stattfinden kann.

Als der Altmeister der Wasserbaukunst, Gotthilf Hagen, in den Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1871 (S. 21) für die Geschwindigkeitsänderung in den Lotrechten natürlicher Flüsse eine der Gleichung 9 der vorliegenden Untersuchung entsprechende Parabel mit senkrechter Achse annahm, welche die Sohle in einem gewissen Abstände von der Lotrechten berührte, gab die Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover 1872 S. 477 dem Bedenken Ausdruck, daß eine unendlich große Geschwindigkeitsänderung an der Sohle nicht gut annehmbar sei. Sie machte statt dessen den Vorschlag, den Scheitel der Parabel unter die Sohle zu legen und die Achse der Parabel mit der Lotrechten zusammenfallen zu lassen — entsprechend Gleichung 10 der vorliegenden Abhandlung. Diese Bedenken wurden m. W. von Hagen nicht entkräftet und scheinen daher auch von ihm als zutreffend angesehen worden zu sein. Auch Jasmund nimmt eine Durchschneidung der Sohle durch die Lotrechtenkurve an, während Lippke die Sohle durch die Lotrechtenkurve berühren läßt, ohne indessen hierfür eine besondere Begründung beizubringen.

Bildet man für die in Betracht kommenden drei Gleichungen die Differentialquotienten, so folgt

$$\text{für Gleichung 2: } \frac{dy}{dx} = -\frac{f'(x)}{f'(y)} = -\frac{2x + by + d}{2cy + bx + e}$$

$$\text{für Gleichung 17: } \frac{dy}{dx} = \frac{bM}{x+c}$$

$$\text{für Gleichung 13: } \frac{dy}{dx} = -\frac{by+d}{2y+bx+e}$$

Während also der Geschwindigkeitszuwachs bei der logarithmischen Linie dem einfachen Gesetz folgt, daß er umgekehrt proportional ist der Höhe über der Asymptote, wird er bei den Hyperbeln durch einen sehr verwickelten Quotienten ausgedrückt, in dem nicht nur die Höhe über der Flußsohle, sondern auch die Geschwindigkeit selbst vorkommt. Das einfachere Gesetz für den Geschwindigkeits-Zuwachs dürfte ebenfalls für die logarithmische Linie sprechen.

14. Die logarithmische Linie von der Form $y = a + b \log(x + c)$ als zutreffender Ausdruck für die Stromgeschwindigkeitskurven der Warthe.

Die im Vorausgegangenen dargelegten Gründe führen notwendig zu der Annahme, daß die logarithmische Linie Gleichung 17

$$y = a + b \log(x + c)$$

vor allen anderen untersuchten Kurven den Vorzug verdient und als zutreffender Ausdruck für die Geschwindigkeitsänderung in den Lotrechten der Warthe anzusehen ist. Dabei gilt die eingangs gemachte Annahme als Voraussetzung, daß die Geschwindigkeit in den Lotrechten von der Sohle bis zur Oberfläche nach einer einheitlichen Kurve stetig zunimmt.

Die verbesserten Gleichungen 17^a der logarithmischen Linie lauten:

$$\text{Lotrechte I } y = 0,6640 + 0,2038 \log(x + 0,0072)$$

$$\text{„ II } y = 0,7352 + 0,3258 \log(x + 0,0406)$$

$$\text{„ III } y = 0,8605 + 0,4271 \log(x + 0,0954)$$

$$\text{„ IV } y = 0,8880 + 0,3989 \log(x + 0,0304)$$

$$\text{„ V } y = 0,8781 + 0,4438 \log(x + 0,0737)$$

Die vorzügliche Anpassung der logarithmischen Linie an die Lotrechten ist aus Abb. 9 Bl. 45 zu ersehen. Damit die Fehler deutlich sichtbar werden, sind die Kurven im Gegensatz zu den vorhergehenden Auftragungen verzerrt dargestellt, und zwar im Maßstab 1:44 für die Höhen und 1:11 für die Geschwindigkeiten.

Aus der Form der logarithmischen Linie ergeben sich folgende Schlußfolgerungen.

a) Geschwindigkeitszuwachs. Dieser wird für die Sohle

$$\frac{dy}{dx}_{x=0} = \frac{b \cdot M}{c}$$

und für die Oberfläche $\frac{dy}{dx}_{x=t} = \frac{b \cdot M}{t+c}$.

In beiden Fällen ergeben sich also bestimmte reelle Werte.

$$\text{Aus } \frac{dy}{dx}_{x=0} = \frac{b \cdot M}{c} = \text{tg } \tau \text{ folgt:}$$

$$\text{für Lotrechte I } \tau = 85^\circ 20' 58''$$

$$\text{„ II } \tau = 73^\circ 59' 24''$$

$$\text{„ III } \tau = 62^\circ 46' 57''$$

$$\text{„ IV } \tau = 80^\circ 2' 50''$$

$$\text{„ V } \tau = 69^\circ 4' 27''$$

$$\text{im Mittel } \tau = 74^\circ 14' 55''.$$

b) Durchschneidung der Flußsohle. Als Winkel α , unter dem die logarithmische Linie die Sohle schneidet, ergibt sich demnach

$$\text{für Lotrechte I } \alpha = 4^\circ 39' 2''$$

$$\text{„ II } \alpha = 16^\circ 0' 36''$$

$$\text{„ III } \alpha = 27^\circ 13' 3''$$

$$\text{„ IV } \alpha = 9^\circ 57' 10''$$

$$\text{„ V } \alpha = 20^\circ 55' 33''$$

$$\text{im Mittel } \alpha = 15^\circ 45' 5''.$$

Statt der bei den Hyperbeln — Gleichungen 2 u. 13 — vorhandenen Berührung, für welche $\tau = 90^\circ$ sein würde, wird bei der logarithmischen Linie $\tau = \text{rd. } 74\frac{1}{4}^\circ$. Der Winkel α , der bei den Hyperbeln Null sein würde, wird bei der logarithmischen Linie $= \text{rd. } 15\frac{3}{4}^\circ$.

c) Mittlere Geschwindigkeit der Lotrechten.

Die mittlere Geschwindigkeit v_m und die Höhe x_m , in der sie sich vorfindet, lassen sich wie folgt ermitteln (s. Text-Abb. 7).

Es ist $v_m = \frac{f}{t}$, worin

$f = OECD$ den über der Flußsohle befindlichen Teil der Lotrechtenfigur, und t die Höhe der Oberfläche über der Flußsohle bedeutet.

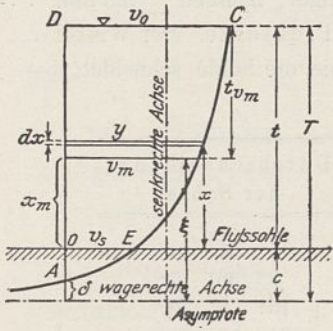


Abb. 7.

$$f = \int_{y=v_s}^{y=v_0} y dx$$

$$y = a + b \log(x+c) \quad \text{oder} \quad y = a + b M \ln(x+c)$$

$$f = \int_{x=0}^{x=t} [a + b M \ln(x+c)] dx$$

$$= a \int_{x=0}^{x=t} dx + b M \int_{x=0}^{x=t} \ln(x+c) dx$$

$$f = \left[a/x + b M \left[(x+c) \ln(x+c) - (x+c) \right] \right]_{x=0}^{x=t}$$

$$= at + b M \left[(t+c) \ln(t+c) - (t+c) - c \ln c + c \right]$$

$$= at + b M \left[t \ln(t+c) + c \{ \ln(t+c) - \ln c \} - t \right]$$

$$= at + b M \left[t \left[\ln(t+c) - 1 \right] + c \ln \left(\frac{t+c}{c} \right) \right]$$

Daher $v_m = a + b M \left[\ln(t+c) - 1 + \frac{c}{t} \ln \left(\frac{t+c}{c} \right) \right]$,

Nun ist $v_0 = a + b M \ln(t+c)$
und $v_s = a + b M \ln c$,

also $v_0 - v_s = b M \ln \left(\frac{t+c}{c} \right)$,

folglich

$$v_m = v_0 - b M + \frac{c}{t} (v_0 - v_s)$$

d) Lage der mittleren Geschwindigkeit. Setzt man v_m in die Gleichung der logarithmischen Linie ein, so ergibt sich der Wert für x_m

$$v_0 - b M + \frac{c}{t} (v_0 - v_s) = a + b M \ln(x_m + c)$$

$$\frac{v_0 - b M + \frac{c}{t} (v_0 - v_s) - a}{b M} = \ln(x_m + c)$$

$$e^{\frac{v_0 - b M + \frac{c}{t} (v_0 - v_s) - a}{b M}} = x_m + c$$

$$e^{\frac{v_0 - a}{b M}} \cdot e^{-1} \cdot e^{\frac{c}{t b M} (v_0 - v_s)} = x_m + c$$

$$e^{\frac{v_0 - a}{b M}} = t + c$$

$$\frac{t+c}{e} \cdot e^{\frac{c}{t b M} (v_0 - v_s)} = x_m + c$$

$$x_m = \frac{t+c}{e} \cdot e^{\frac{c}{t b M} (v_0 - v_s)} - c$$

$$v_0 - v_s = b M \ln \left(\frac{t+c}{c} \right)$$

$$x_m = \frac{t+c}{e} \cdot e^{\frac{c}{t} \ln \left(\frac{t+c}{c} \right)} - c$$

Die Tiefen-Abszisse der mittleren Geschwindigkeit über der Flußsohle ist also kein unveränderlicher Bruchteil der Flußtiefe, sondern von der ganzen Form der logarithmischen Linie abhängig.

Für die fünf Lotrechten ergeben sich ferner folgende Zahlenwerte.

e) Verhältnisse $\frac{t_{v_m}}{t}$, $\frac{v_m}{v_0}$, $\frac{v_s}{v_m}$ und $\frac{v_s}{v_0}$.

Lotr.	t	v ₀	v _s	v ₀ -v _s	v _m	x _m	t _{v_m}	$\frac{t_{v_m}}{t}$	$\frac{v_m}{v_0}$	$\frac{v_s}{v_m}$	$\frac{v_s}{v_0}$
I	1,0	0,665	0,228	0,437	0,580	0,380	0,620	0,620	0,873	0,393	0,343
II	2,0	0,836	0,282	0,554	0,706	0,773	1,227	0,614	0,847	0,399	0,338
III	3,0	1,070	0,425	0,645	0,905	1,176	1,824	0,608	0,847	0,470	0,397
IV	4,0	1,130	0,283	0,847	0,963	1,511	2,489	0,622	0,859	0,295	0,252
V	5,0	1,191	0,375	0,816	1,010	1,909	3,091	0,618	0,847	0,371	0,314
							i. M.	0,616	0,855	0,386	0,329

Das Verhältnis $\frac{t_{v_m}}{t}$ ist, wenn auch nur in geringem Maße, so doch ebenso wie x_m veränderlich und beträgt im Mittel 0,616. Auch die Verhältnisse $\frac{v_m}{v_0}$, $\frac{v_s}{v_m}$ und $\frac{v_s}{v_0}$ sind veränderlich. Im großen Durchschnitt kann man für die Warthe setzen:

$$\frac{v_m}{v_0} = 0,86; \quad \frac{v_s}{v_m} = 0,39; \quad \frac{v_s}{v_0} = 0,33.$$

15. Vergleichung der Warthe-Kurven mit den von R. Jasmund untersuchten Elbe-Kurven.

Zum Vergleich seien die Ergebnisse herangezogen, die R. Jasmund bei der Untersuchung der Lotrechten der Elbe gefunden hat.

Nachdem er die Parabel mit wagerechter Achse $y = a + bx + cx^2$ und die Parabel mit senkrechter Achse $x = a + by + cy^2$ (Gleichung 8 der vorliegenden Abhandlung) untersucht und gefunden hat, daß beide zu große Fehler ergeben, wendet er sich zu der allgemeinen Grundgleichung der Kegelschnitte $x^2 + bxy + cy^2 + dx + ey + f = 0$ (Gleichung 1 d. vorl. Abh.) und macht die Bemerkung, daß die durchgeführte Rechnung eine Hyperbel für angezeigt erscheinen lasse. Er untersucht daraufhin die gleichseitige Hyperbel $(y-b)(x+a) = m$ (Gleichung 15 d. vorl. Abh.) und findet, daß sie sich zwar sehr viel genauer den gemessenen Werten anschließen als die Parabel, daß aber noch eine zutreffendere Kurve aufgesucht werden müßte. Durch Betrachtung der Art und Weise des Fortschreitens der x-Werte bei gleichmäßiger Zunahme der y-Werte kommt er auf die Vermutung, daß die logarithmische Linie sich den Beobachtungen gut anpassen müßte. Er untersucht daher zunächst die Gleichung $y = a + b \log x$, wobei sich bereits günstige Ergebnisse zeigen, folgert aber aus den sich ergebenden Fehlern, daß es bei einigen Lotrechten noch einer geringen Verschiebung der berechneten Kurve bedürfe, um auch hier zu völlig befriedigenden Ergebnissen zu gelangen. Er bemerkt dann Zeitschrift f. Bauwesen 1893, S. 136: „Es ist daher die Annahme nicht haltbar, daß die wagerechte Achse der logarithmischen Linie immer mit der gepellten Flußsohle zusammenfalle. Die Grundgleichung muß vielmehr eine Erweiterung dahin erfahren, daß die hydraulische Flußsohle um ein kleines Stück unter der gepellten Flußsohle angenommen

wird.“ Dementsprechend legt er die erweiterte Form der logarithmischen Linie $y = a + b \log(x + c)$ (Gleichung 17 d. vorl. Abh.) der weiteren Untersuchung zugrunde, wobei sich von allen behandelten Gleichungen die geringsten Fehler ergeben.

In der zweiten Abhandlung — Zeitschrift für Bauwesen 1897, S. 305 — untersucht Jasmund dann noch die ungleichseitige Hyperbel $y^2 + axy + by + cx + d = 0$ (Gleichung 12 d. vorl. Abh.) und findet, daß sich diese zwar besser an die Beobachtungen anpaßt als die gleichseitige Hyperbel, aber weniger gut als die logarithmische Linie. Endlich dehnt er die Untersuchung noch auf die Parabel n^{ter} Ordnung aus, die indessen ebenfalls nicht die gute Anpassungsfähigkeit ergibt wie die logarithmische Linie. — Jasmund entscheidet sich also schließlich ebenfalls für die logarithmische Linie.

Die mit Hilfe der Ausgleichsrechnung verbesserten Gleichungen der logarithmischen Linie lauten für die einzelnen Lotrechten der Elbe, wenn man sie nach wachsenden Tiefen ordnet, gemäß Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 138:

Gruppe	Tiefe m	Gleichung
VI	2,0	$[y = 0,5882 + 0,2637 \log(x + 0,00)]$ $y = 0,5870 + 0,2679 \log(x + 0,0077)$
V	3,0	$[y = 0,9227 + 0,3496 \log(x + 0,00)]$ $y = 0,9227 + 0,3496 \log(x + 0,0069)$
IV	4,0	$y = 1,0021 + 0,4262 \log(x + 0,05)$
III	5,0	$y = 1,0140 + 0,4644 \log(x + 0,122)$
II	6,0	$y = 1,1803 + 0,5015 \log(x + 0,03)$

Was die den Gruppen beigesetzte Tiefe angeht, so ist zu bemerken, daß z. B. zur Berechnung der Mittelwerte für Gruppe V alle Einzellotrechten von 3 bis 4 m Tiefe benutzt sind. Die Fehler sind jedoch nur bis 3 m Höhe über der Flußsohle ermittelt, auch die Auftragung der Kurve auf Blatt 23 des Atlas zur Zeitschrift für Bauwesen 1893 ist nur bis 3 m Höhe erfolgt. Als zugehörige Tiefe ist daher für Gruppe V 3 m angenommen und dementsprechend bei den übrigen Gruppen.

Bei Gruppe VI und V ist nur angenähert der Wert der Konstanten $c = 0,00$ angegeben. Die Gleichungen sind daher in Klammern gesetzt und die Gleichungen mit den von mir genauer berechneten Werten für c darunter angeführt. Die Gleichung für Gruppe I mit 7,0 m Tiefe ist von mir als unsicher fortgelassen, da zur Mittelbildung nur acht Einzellotrechte vorhanden waren.

Die Elbe-Gleichungen haben bedeutende Ähnlichkeit in der Größe der Unveränderlichen a , b und c sowie in der Art der Zunahme der Unveränderlichen bei wachsender Tiefe mit den Warthe-Gleichungen.

a) Fehler. Bei den Elbe-Gleichungen sind nur die absoluten Fehler berechnet; sie betragen gemäß Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 139:

Gruppe	Tiefe m	Zahl der Einzellotrechten	Absoluter Fehler mm
VI	2,0	49	0,9
V	3,0	151	4,1
IV	4,0	119	7,8
III	5,0	71	6,0
II	6,0	47	7,8

i. M.: $\pm 5,9$ mm.

Der mittlere Fehler der logarithmischen Linie für alle fünf Lotrechten der Elbe beträgt also absolut $\pm 5,9$ mm, bei der Warthe gemäß S. 655 etwas weniger, nämlich $\pm 5,3$ mm.

b) Durchschneidung der Flußsohle. Der Winkel α , unter dem die logarithmische Linie die Sohle schneidet, berechnet sich für die Elbe zu

Gruppe	Tiefe m	Durchschneidung der Sohle
VI	2,0	15° 31' 44"
V	3,0	2° 36' 7"
IV	4,0	15° 6' 59"
III	5,0	31° 10' 10"
II	6,0	7° 50' 33"

i. M. 14° 27' 7"

oder rund $14\frac{1}{2}^\circ$, während für die Warthe gemäß S. 668 $\alpha = \text{rd. } 15\frac{3}{4}^\circ$ gefunden wurde.

c) Zahlenwerte für v_m , x_m , t_{v_m} , $\frac{v_m}{v_o}$, $\frac{v_s}{v_m}$ und $\frac{v_s}{v_o}$.

Für v_m , x_m usw. ergeben sich für die Elbe folgende Zahlenwerte:

Gruppe	t	v_o	v_s	$v_o - v_s$	v_m	x_m	t_{v_m}	$\frac{t_{v_m}}{t}$	$\frac{v_m}{v_o}$	$\frac{v_s}{v_m}$	$\frac{v_s}{v_o}$
VI	2,0	0,668	0,021	0,647	0,554	0,745	1,255	0,628	0,830	0,380	0,314
V	3,0	1,090	0,168	0,922	0,940	1,114	1,886	0,629	0,868	0,179	0,154
IV	4,0	1,261	0,448	0,813	1,086	1,524	2,476	0,619	0,862	0,414	0,355
III	5,0	1,343	0,590	0,753	1,160	1,940	3,060	0,612	0,860	0,508	0,437
II	6,0	1,572	0,427	1,145	1,360	2,252	3,748	0,625	0,865	0,314	0,272

i. M.: 0,622 | 0,857 | 0,359 | 0,306

Das Verhältnis $\frac{t_{v_m}}{t}$ beträgt also für die Elbe im Mittel 0,622. Bei der Warthe war 0,616 gefunden. Das Verhältnis $\frac{v_m}{v_o} = 0,86$ stimmt mit dem für die Warthe gefundenen vollständig überein. Auch die Verhältnisse $\frac{v_s}{v_m} = 0,36$ und $\frac{v_s}{v_o} = 0,31$ sind den entsprechenden Warthewerten 0,39 und 0,33 nahezu gleich.

d) Mittlere Geschwindigkeit der Lotrechten. Jasmund leitet nun weiter Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 147 für die mittlere Geschwindigkeit die Beziehung

$$v_m = v_o - bM$$

ab, indem er die Fläche $AECD$ (s. Text-Abb. 7), welche auch den unter der Flußsohle gelegenen Teil der logarithmischen Linie mitumfaßt, durch die von der Oberfläche bis zur wagerechten Achse der logarithmischen Linie reichende Tiefe dividiert. Beides erscheint nicht richtig, da es sich um die Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit des Wassers von der Tiefe t handelt, und das Geschiebe der Flußsohle hierbei außer Betracht bleiben muß. Die Formel von Jasmund kann daher nur annähernd richtig sein. Sie wird aus der oben entwickelten genauen Formel

$$v_m = v_o - bM + \frac{c}{t}(v_o - v_s)$$

erhalten, wenn $c = 0$ gesetzt wird.

e) Lage der mittleren Geschwindigkeit. Indem Jasmund den angenäherten Wert für v_m in die Ermittlung der Tiefenlage der mittleren Geschwindigkeit einführt, erhält

er die Beziehung $\xi = \frac{T}{e}$ oder in der Schreibweise der vorliegenden Abhandlung

$$x_m + c = \frac{t + c}{e}$$

also

$$x_m = \frac{t + c}{e} - c.$$

Um zu demselben Ergebnis zu gelangen, müßte in der oben gefundenen genauen Formel

$$x_m = \frac{t + c}{e} \cdot e^{\frac{c}{t} \ln \left(\frac{t+c}{c} \right)} - c$$

der Faktor $e^{\frac{c}{t} \ln \left(\frac{t+c}{c} \right)} = 1$ gesetzt werden, was wiederum nur geschehen könnte, wenn $c = 0$ wäre. Jasmund findet dann weiter, daß die mittlere Geschwindigkeit v_m um 0,632 T oder um 0,632 $(t + c)$ unter dem Wasserspiegel liegt. Dies trifft also ebenfalls nur angenähert zu, während die genaue Berechnung ergeben hat, daß die Tiefenlage der mittleren Geschwindigkeit sich durch die Wassertiefe allein nicht ausdrücken läßt.

Die von Jasmund in der Zeitschrift für Bauwesen 1893, Anm. 13 zu S. 149, erwähnten Torgauer Hochwassermessungen, bei denen nach seiner Meinung der Beweis erbracht sein soll, daß die nach der Formel $\xi = \frac{T}{e}$ unmittelbar gemessene Geschwindigkeit mit der aus der Lotrechtenkurve berechneten übereinstimmt, und daß somit die Formel richtig ist, führen jedoch bei genauerer Betrachtung zu einer anderen Schlußfolgerung, wie die folgende Zusammenstellung ergibt.

Gruppe	v_m gemessen	v_m berechnet	zu wenig berechnet	
			absolut	in vT. der Beobachtung
I	1,5322	1,5077	0,0245	15,9
II	1,3015	1,2783	0,0232	17,8
III	1,1931	1,1690	0,0241	18,8
IV	1,0526	1,0387	0,0139	13,2

i. M. rd. 16 vT.

Die mittlere Geschwindigkeit ist also im Mittel rd. 16 vT. kleiner berechnet, als sie örtlich gemessen wurde. Da die Abweichung der Rechnung von der Beobachtung stets dasselbe Vorzeichen hat und die nicht unbedeutende Größe von 16 vT. besitzt, so muß im Gegenteil gefolgert werden, daß die Formel für v_m nicht ganz zutreffend ist.

Die von Jasmund angegebenen Formeln $v_m = v_0 - bM$ und $\xi = \frac{T}{e}$ können daher nur als handliche Näherungsformeln angesehen werden.

Jasmund bezeichnet ferner in der Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 146 die Lage der wagerechten Achse der logarithmischen Linie mit dem Ausdruck „hydraulische Flußsohle“ und versteht darunter die Tiefe, in welcher eine Geschiebebewegung nicht mehr stattfindet, wo also die Peilstange festen Boden gefunden hat. Danach müßte der Wert c mit der Lage der hydraulischen Flußsohle in Beziehung stehen, und durch die Messung der Wassergeschwindigkeiten oberhalb der Flußsohle würde zugleich die Tiefe der Geschiebebewegung rechnerisch festzustellen sein. Das für das Wasser gültige Abflußgesetz kann aber nicht auf die

Geschiebebewegung übertragen werden. Die logarithmische Linie, die aus den Beobachtungen der Wassergeschwindigkeiten gewonnen ist, hat nur Gültigkeit bis zur eigentlichen Flußsohle, ihre Verlängerung unter letztere hat nur mathematische, aber keine sachliche Bedeutung. Die Geschiebebewegung folgt ganz anderen Gesetzen als die Wasserbewegung. Durch das feste Einsetzen der eisernen Flügelstange in den Untergrund, derart, daß der eiserne Fußsteller von 30 bis 40 cm Durchmesser auf der Sohle aufsitzt, werden die darunter befindlichen Geschiebe, falls sie etwa in Bewegung sein sollten, zusammengedrückt und, wenn die Geschiebebewegung nicht allzu groß ist, in ihrer Lage festgehalten. Eine Bewegung findet nur oberhalb des Fußstellers im Wasser statt, und die den Untersuchungen zugrunde gelegten Beobachtungen sind bezogen auf die Oberkante des Tellers. Die aus diesen Beobachtungen erhaltenen Gleichungen der logarithmischen Linien sind gänzlich unabhängig davon, ob überhaupt eine Geschiebebewegung stattfindet oder nicht. Die Größe c kann daher mit der sogenannten hydraulischen Flußsohle in keiner Beziehung stehen.

g) Größe des Wertes c . In der Zeitschrift für Bauwesen 1897, S. 312 u. f. wendet Jasmund sich einer genaueren Ermittlung des Wertes c zu und berechnet für 1214 Einzellorechte die Größe von c . Indem er die Höhe über der Flußsohle und die Tiefe unter derselben in bestimmte Abschnitte teilt, ermittelt er ferner auf S. 315/316, wie häufig c in die einzelnen Abschnitte fällt und stellt das Ergebnis zeichnerisch dar. Aus dieser Darstellung zieht er dann S. 313 folgenden Schluß: „Aus der zeichnerischen Darstellung erhellt die Wahrscheinlichkeit, die für die Annahme des Nullwertes (von c) spricht. Die eingezeichnete Kurve nimmt etwa 3 cm über der Sohle ihren Höchstwert an, läßt also vielleicht auf das Vorhandensein einer ruhenden Wasserschicht von etwa 3 cm Stärke auf der Sohle schließen.“ Und einige Zeilen weiter: „Es bestätigt sich also die Annahme, daß die wagerechte Achse der logarithmischen Linie im allgemeinen in der Höhe der Flußsohle liegt“

Nun kann aber doch die Untersuchung einer so großen Zahl von 1214 Einzellorechten für den Wert von c nicht gut ein anderes Ergebnis liefern als die Untersuchung der Gruppenmittelwerte der Elbe. Dort war ausdrücklich festgestellt, daß die Gleichung der logarithmischen Linie $y = a + b \log x$ erst durch Hinzufügung des Wertes c befähigt würde, sich den Beobachtungen gut anzupassen, während sich aus der Untersuchung der 1214 Einzellorechten ergeben soll, daß die Gleichung $y = a + b \log x$, also ohne c im allgemeinen die zutreffendere sei. In der Tat liefert auch die genauere Betrachtung der Ergebnisse der Einzellorechten ein anderes Bild. Der Wert c liegt nämlich nur $4 + 17 + 122 + 333 = 476$ mal über der Flußsohle, während er $244 + 114 + 151 + 75 + 38 + 31 + 47 + 38 = 738$ mal unter der Flußsohle liegt. Die positiven c -Werte wachsen ferner von 0 bis über 2,0 m an, während die negativen nur von 0 bis $-0,60$ m anwachsen. Die positiven c -Werte treten also nicht nur fast doppelt so häufig auf als die negativen, sondern sie haben infolge ihres ganz erheblich größeren Anwachsens auch ein bedeutend höheres Gewicht. Der mittlere Wert von c folgt aus der Beziehung: $c = -4 \cdot 0,50 - 17 \cdot 0,30 - 122 \cdot 0,15 - 333 \cdot 0,05 + 244 \cdot 0,05 + \dots + 38 \cdot 2,30$ ge-

teilt durch $1214 = +0,233$. c ergibt sich also auch aus der Untersuchung der Einzellotrechten im Durchschnitt als positiv gerade so wie bei der Untersuchung der Mittelwerte. Jasmund hat aus der zeichnerischen Darstellung eben nur die Tatsache entnommen, daß der Abschnitt von 0 bis $-0,09$ am häufigsten von c getroffen wird, ohne die übrigen Abschnitte mit ihren Häufigkeitszahlen und Abständen von der Flußsohle zu berücksichtigen, und kommt daher zu dem angeführten auffälligen Schluß, daß im Durchschnitt bei den 1214 Lotrechten eine ruhende Wasserschicht von etwa 3 cm Höhe angenommen werden müßte, was als vollständig ausgeschlossen anzusehen ist, da es jeder Erfahrung widerspricht.

Es wird daher bei der anfangs von Jasmund selbst anerkannten Notwendigkeit der Einführung des von Null verschiedenen positiven Wertes von c verbleiben müssen.

h) Sohlengeschwindigkeit. Jasmund sagt ferner Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 150, aus seinen Untersuchungen gehe hervor, daß in der Flußsohle die Geschwindigkeit Null sei. Wenige Zeilen tiefer berechnet er aber für Gruppe II der Gesamtmittelwerte der Elbe für $x=0$ eine Geschwindigkeit $y = 0,4265$, ferner auf S. 151 für die Messungen bei Magdeburg $v_s = 0,708$ und für die Messungen am Bartelswerder $v_s = 0,619$. Dieselbe Behauptung wiederholt Jasmund dann in Zeitschrift für Bauwesen 1897, S. 314 und 607. Die Sohlengeschwindigkeiten der übrigen Gruppen III, IV, V und VI der Gesamtmittelwerte der Elbe sind von mir zu 0,590; 0,448; 0,168 und 0,021 m berechnet und in der Zusammenstellung S. 672 aufgeführt. Die Behauptung, daß die Geschwindigkeit in der Flußsohle Null sei, läßt sich somit durch die Ergebnisse der Elbemessungen nicht begründen. In den obigen Untersuchungen über die Warthe-Kurven ist festgestellt, daß die Gleichung 18 d der logarithmischen Linie $y = b \cdot \log \frac{x+c}{c}$, welche durch den Fußpunkt der Lotrechten geht, und deren Sohlengeschwindigkeit daher gleich Null ist, erheblich größere Fehler hervorbringt, als die Gleichung 17 der logarithmischen Linie $y = a + b \log(x+c)$, welche stets positive Sohlengeschwindigkeiten ergibt. Dasselbe ist auch für die Elbe-Kurven zu erwarten, indem auch hier die logarithmische Linie, die zwangsweise durch den Fußpunkt der Lotrechten geleitet wird, größere Fehler ergeben muß als die freie logarithmische Linie. Die Sohlengeschwindigkeit könnte nur dann gleich Null sein, wenn die unterste Wasserschicht auf der Sohle haftet. Dies erscheint aber bei einem natürlichen Fluß, in welchem eine ungleichförmige Bewegung herrscht, in der Regel ausgeschlossen. Das Wasser fließt nicht in parallelen Schichten, sondern wälzt sich in Wirbeln vorwärts und setzt an vielen Stellen das Geschiebe in Bewegung.⁶⁾

6) Th. Rümelin kommt in seiner Abhandlung „Wie bewegt sich fließendes Wasser?“ (Verlag von v. Zahn und Jaensch, Dresden 1913) auf Grund seiner Beobachtungen an Werkkanälen bei gleichförmiger Bewegung des Wassers zu dem Ergebnis, daß das Wasser sich unter gleichzeitigem Auftreten von Schwingungen wälzend fortbewegt, so daß auch hiernach eine endliche Geschwindigkeit an der Sohle angenommen werden muß.

Ferner zieht Ed. Beyerhaus in seinem Aufsatz über „die wirbelige Fließbewegung und das Voreilen der Schiffe“ (Zentralblatt der Bauverwaltung 1916, S. 310 u. f.) aus der Tatsache, daß sowohl feinsten Ton als auch feinerer und gröberer Sand je nach Lebhaftigkeit der Strömung vom Boden hochgewirbelt und dem ganzen Wasserquerschnitt mitgeteilt wird, die Folgerung, daß tatsächlich ein fortwährender Austausch von Teilen des an der Sohle befindlichen Wassers mit Wasserteilen des Hauptstromes stattfindet, und infolgedessen lebhaft strömendes Wasser bis unmittelbar auf die Sohle herunterdringt. Alle Hypothesen, nach denen die Wirbe-

Die Sohlengeschwindigkeit kann daher im allgemeinen nicht gleich Null sein. Auch wäre bei entgegengesetzter Annahme der bekannte Einfluß der Rauigkeit der Flußsohle auf die Wassergeschwindigkeit nicht zu erklären, da die Rauigkeit der Sohle durch die unterste haftende Wasserschicht hindurch auf die höheren Schichten nicht mehr einwirken könnte. Bei den Einzellotrechten wird die Sohlengeschwindigkeit für gewöhnlich ebenfalls einen positiven Wert annehmen, und nur unter besonderen Verhältnissen wird vielleicht die Sohlengeschwindigkeit gleich Null werden können, wie auch unter Umständen eine Rückströmung an der Sohle auftreten kann.⁷⁾

Daß, wie Jasmund (Zeitschrift f. Bauwesen 1897 S. 607) meint, im allgemeinen sowohl $c=0$ als auch $v_s=0$ sei, ist eine mathematische Unmöglichkeit. Die geometrische Betrachtung der Lotrechtenfigur zeigt dies unmittelbar. Denn wenn die logarithmische Linie, damit $v_s=0$ wird, die Flußsohle im Fußpunkt der Lotrechten schneidet, muß die Asymptote unter der Flußsohle liegen und c also einen von Null verschiedenen positiven Wert besitzen.

Als Schlußergebnis kann daher festgestellt werden, daß die logarithmische Linie von der Form

$$y = a + b \log(x + c)$$

sich von allen untersuchten Kurven sowohl den Warthe-Messungen als auch den Elbe-Messungen am besten anschließt. Der Wert c darf — wenigstens bei genaueren Berechnungen — nicht vernachlässigt werden. Die Sohlengeschwindigkeit, oder genauer gesagt, die Geschwindigkeit in der Höhe des Fußtellers der Meßvorrichtung besitzt, wenn man lediglich auf die Messungsergebnisse sieht und die noch streitigen rein theoretischen Erwägungen außer Betracht läßt, bei beiden Flüssen für gewöhnlich einen reellen Wert und kann nur unter besonderen Umständen zu Null werden.

lung mit der Annäherung an die Sohle abnehmen und schließlich in die Bandströmung übergehen solle, so daß an der Sohle die Geschwindigkeit Null herrsche, ständen daher mit der Natur im Widerspruch und seien mit dem eigentlichen Wesen der Wirbelung nicht in Einklang zu bringen.

7) Auch Lippke folgert aus seinen von einer rein geometrischen Betrachtung der Lotrechtenfiguren ausgehenden Untersuchungen (Zeitschrift für Gewässerkunde, X. Band, S. 373), daß die Sohlengeschwindigkeit in geschiebeführenden Strömen normalerweise stets einen positiven Wert hat, und daß nur an den Ufern $v_s = 0$ werden kann. Die Uferlotrechten sind aber, wie bereits oben erwähnt, bei der Bildung der Mittelwerte sowohl der Warthe als auch der Elbe (Zeitschrift für Bauwesen 1893, S. 124) ganz ausgeschlossen worden. In der Fortsetzung seiner Untersuchungen — Zeitschrift für Gewässerkunde, XII. Band, S. 231 — wiederholt Lippke die Ansicht, daß in natürlichen Flüssen eine reelle Sohlengeschwindigkeit die Regel bilde, und daß in der Sohlengeschwindigkeit zweifelsohne eine Kraft gemessen werde, mittels welcher der Strom das Geschiebe der Sohle weiterbefördere. — Ebenso beweist Scheffler in seiner „Hydraulik auf neuen Grundlagen“ S. 213 mittels des Prinzips des größten Gewinnes an Arbeit oder lebendiger Kraft, daß das Wasser eines offenen Flusses von unendlicher Breite an der Sohle gleiten muß und nicht an ihr haften kann. Denn der Zuwachs an lebendiger Kraft sei größer beim Gleiten als beim Haften. — H. Krey stellt dagegen in seiner Abhandlung über „Die Grundlagen der Wasserbewegung in unseren Flüssen“ — Zeitschrift für Bauwesen 1914, S. 809 — als ganz unumstößlich den Satz auf, daß die Geschwindigkeit unmittelbar an den Wandungen, der Sohle, den Ufern und auch an einer festen Eisdecke ohne jeden Zweifel gleich Null sei, da zu einer endlichen Verschiebung einer unendlich dünnen Schicht eine unendlich große Kraft gehören würde. Schon ganz nahe über der Sohle habe die Geschwindigkeit aber bereits einen ziemlich beträchtlichen Wert erreicht. Wenn man also von Sohlengeschwindigkeit sprechen wolle, müsse man stets hinzufügen, in welcher Höhe über der Sohle die Geschwindigkeit vorhanden sei.

Die Durchbiegung der Rahmenträger.

Der Vergleich der unter einer bestimmten Belastung (Probebelastung) gemessenen mit der theoretisch berechneten Durchbiegung gestattet bis zu einem gewissen Grade Rückschlüsse auf die Güte und Eigenschaften des Baustoffs, auf etwaige Überbeanspruchung und auf die Sicherheit des Bauwerks. Aus einem solchen Vergleich läßt sich auch das Elastizitätsmaß von Betonbauten berechnen. Ferner kann die Durchbiegungsformel einer passend gewählten Belastung zur Ermittlung der Knickkraft von Rahmenstäben benutzt werden.

Die häufigste, wichtigste und einfachste Art von Rahmenträgern ist der Parallelträger. Diese Trägerform soll zuerst behandelt werden. Zunächst seien Ober- und Untergurt symmetrisch und von einem bis zum andern Ende gleich stark vom Querschnitt F_1 und Trägheitsmoment J_1 vorausgesetzt. Der Abstand a der Pfosten (Feldweite) sei gleich groß, so daß bei n Feldern die Trägerstützweite $l = na$. Endlich seien auch sämtliche Pfosten gleich stark vom Querschnitt F_2 und Trägheitsmoment J_2 . Bei symmetrischer Gurtausbildung befindet sich der Wendepunkt (Momenten-Nullpunkt) der Pfosten in halber Höhe, so daß man an dieser Stelle den Rahmenträger durchschneiden und die unbekanntes wagerechte Kräfte X angreifen lassen kann (Abb. 1). Wird

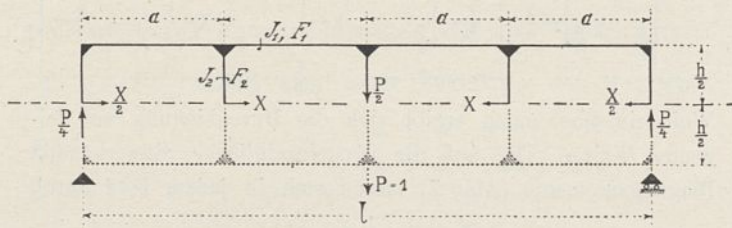


Abb. 1.

weiter der Querschnitt der Pfosten unendlich groß gedacht ($J_2 = \infty$), dann verschwindet der Einfluß der Pfostenmomente auf die Formänderung, und die Wendepunkte der Gurteinstäbe liegen in Feldmitte. Hieraus folgt, wenn mit Q' die gesamte äußere Querkraft vor und mit Q'' die Querkraft hinter dem betrachteten Pfosten bezeichnet wird, aus dem Gleichgewicht der Momente um einen Knotenpunkt die in Pfostenmitte angreifende wagerechte Kraft

$$1) \quad X = \left(\frac{Q' + Q''}{2} \right) \cdot \frac{a}{h}$$

Wie schon erwähnt, gilt die vorstehende Gleichung genau nur für ein unendlich großes Pfosten-Trägheitsmoment J_2 . Indessen kann man diese Gleichung praktisch genau genug auch dann anwenden, solange das Trägheitsmoment J_2 der Pfosten nicht wesentlich kleiner als das Trägheitsmoment J_1 der Gurte ist.¹⁾ Wiewohl hiernach der Einfluß der Pfostenmomente auf die Durchbiegung in vielen Fällen (h wesentlich kleiner als a) vernachlässigt werden kann, soll durch ein Berichtigungsglied die Formänderungsarbeit der Pfosten getrennt in Rechnung gestellt werden. Theoretisch dürfte dies nicht ganz einwandfrei sein, doch erhält man praktisch vollkommen hinreichend genaue Ergebnisse. Vernachlässigt ist in nachstehender Untersuchung lediglich der ganz untergeordnete Einfluß der Stabquer- und der Pfostenachskräfte.

1) Vgl. Engeßer, „Die Berechnung der Rahmenträger“ in der Zeitschrift für Bauwesen, 1913, S. 343 u. 531.

Werden 1. die Gurtachskräfte, 2. die Biegemomente der Gurteinstäbe (Normalmomente), 3. die Pfostenmomente getrennt behandelt, so verfährt man zweckmäßig und kommt schnell zum Ziel. Es werden hervorgerufen die Gurtachskräfte von den äußeren Momenten, die Gurtbiegemomente (Normalmomente) und die Pfostenmomente von den äußeren Querkraften.

I. Last $P = 1$ in Trägermitte.

Es ist zu unterscheiden, ob die Felderzahl n eine gerade oder eine ungerade Zahl ist. Ist n gerade, dann greift an dem mittelsten Pfosten keine wagerechte Kraft an, es wird hier $X = 0$ (Abb. 2). Für ein ungerades n beträgt die an den beiden mittelsten Pfosten angreifende wagerechte Kraft

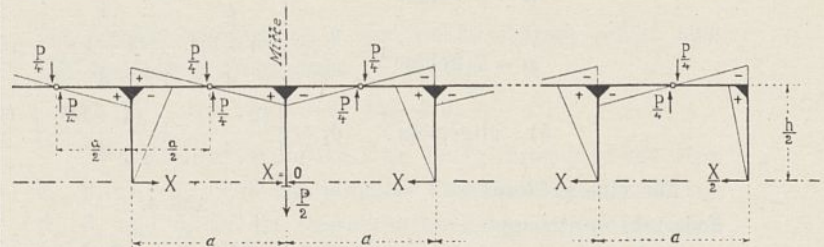


Abb. 2.

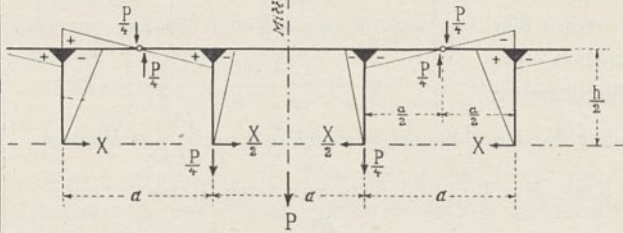


Abb. 3.

je $\frac{X}{2}$ (Abb. 3). Dabei ist der Einfluß der Zwischenbelastung des betreffenden mittelsten Gurtstabes zunächst vernachlässigt (er wird in Abschnitt V getrennt untersucht); es soll also die Kraft P nicht genau in Stabmitte, sondern je $\frac{P}{2}$ in den beiden angrenzenden Knoten angreifen. Die übrigen Kräfte X sind sonst in beiden Fällen genau die gleichen, und zwar $\frac{X}{2}$ an den Endpfosten und X an den anderen Pfosten (Abb. 2 u. 3). Die Kraft X selbst erhält man aus der allgemeinen Gleichung 1) mit $\frac{Q'}{2} = \frac{Q''}{2} = \frac{P}{4}$ zu

$$2) \quad X = \frac{a}{2h} \cdot P$$

Die vorstehenden Ergebnisse folgen sehr einfach aus dem Gleichgewicht der Knotenmomente.

1. Durchbiegung infolge der Gurtachskräfte.

Diesen Einfluß ermittelt man am schnellsten mit Hilfe des Grundsatzes der virtuellen Verschiebungen

$$3) \quad \delta_1 = \sum_0^l \frac{S \cdot \xi}{E \cdot F_1} \cdot a,$$

worin E das Elastizitätsmaß, S die wirkliche Stabkraft und ξ die gedachte Stabkraft infolge $P = 1$ bedeuten. Im vorliegenden Falle wäre

$$S = \xi = \sum_0^x X.$$

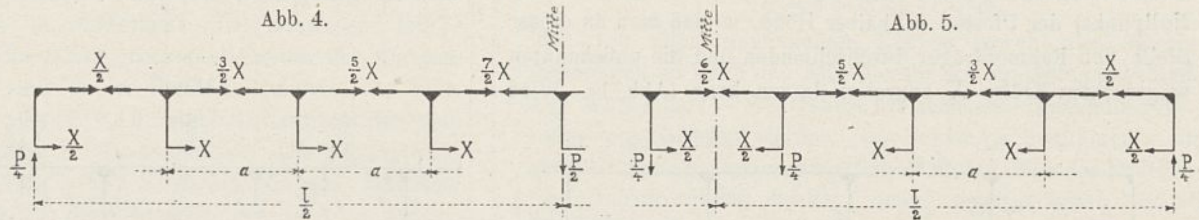
Für gerades n (Abb. 4) ergibt die Auswertung

$$\begin{aligned} \text{für } n = 2 \text{ Felder} \quad \delta_1 &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} \right] = \frac{1}{4} \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P, \\ n = 4 \text{ Felder} &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(4-1)^2}{4} \right] = \frac{10}{4} \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P, \\ n = 6 \text{ Felder} &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(4-1)^2}{4} + \frac{(6-1)^2}{4} \right] = \frac{35}{4} \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P, \\ n = 8 \text{ Felder} &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(4-1)^2}{4} + \frac{(6-1)^2}{4} + \frac{(8-1)^2}{4} \right] = \frac{84}{4} \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P, \\ 4) \text{ allgemein} \quad \delta_1 &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(4-1)^2}{4} + \frac{(6-1)^2}{4} + \frac{(8-1)^2}{4} + \dots + \frac{(n-1)^2}{4} \right] \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P. \end{aligned}$$

Für ungerades n (Abb. 5) erhält man

$$\begin{aligned} \text{für } n = 3 \text{ Felder} \quad \delta_1 &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(3-1)^2}{8} \right] = \frac{3}{4} \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P, \\ n = 5 \text{ Felder} &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(4-1)^2}{4} + \frac{(5-1)^2}{8} \right] = \frac{18}{4} \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P, \\ n = 7 \text{ Felder} &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(4-1)^2}{4} + \frac{(6-1)^2}{4} + \frac{(7-1)^2}{8} \right] = \frac{53}{4} \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P, \\ 5) \text{ allgemein} \quad \delta_1 &= \left[\frac{(2-1)^2}{4} + \frac{(4-1)^2}{4} + \frac{(6-1)^2}{4} + \dots + \frac{(n-2)^2}{4} + \frac{(n-1)^2}{8} \right] \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P. \end{aligned}$$

Für eine größere Federzahl n (theoretisch für ein unendlich großes n) kann man die von den Gurtachskräften erzeugte Durchbiegung



allgemein aus der Durchbiegungsformel $\delta_1 = \frac{l^3}{E \cdot J \cdot 48} \cdot P$ eines durch die Kraft $P=1$ in Stabmitte belasteten Stabes erhalten. Führt man für J den Wert $J = F_1 \cdot \frac{h^2}{2}$ ein, setzt ferner $l = na$, dann wird für größeres n

$$6) \quad \delta_1 = \frac{n^3}{24} \cdot \frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot P.$$

Den Genauigkeitsgrad vorstehender Formel 6) liefert folgender Zahlenvergleich

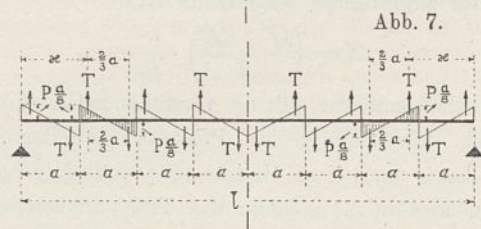
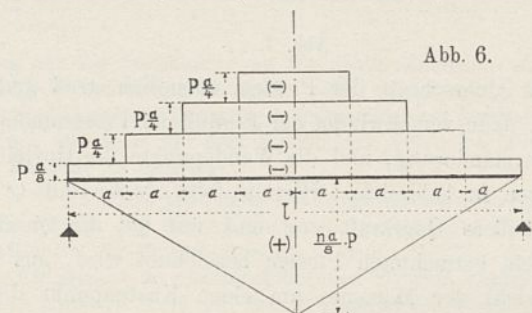
Felderzahl $n =$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
mit Formel 6) $\delta_1 =$	$\frac{1,33}{4}$	$\frac{4,5}{4}$	$\frac{10,7}{4}$	$\frac{20,8}{4}$	$\frac{36}{4}$	$\frac{57,3}{4}$	$\frac{85,2}{4}$	$\frac{121,5}{4}$	$\frac{167}{4}$	$\frac{a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2}$
genau nach Gl. 4, 5) $\delta_1 =$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{10}{4}$	$\frac{18}{4}$	$\frac{35}{4}$	$\frac{53}{4}$	$\frac{84}{4}$	$\frac{116}{4}$	$\frac{165}{4}$	

2. Durchbiegung infolge der Normalmomente.

Hier benutzt man zweckmäßig den Mohrschen Satz, die elastische Linie als Seillinie einer Belastungsfläche aufzufassen, die von den Momenten der äußeren Kräfte gebildet wird. Wird das auf die obere Balkenhälfte von der äußeren Kraft $P = \frac{1}{2}$ herrührende Moment (Dreieck mit der Höhe $\frac{n \cdot a}{8} \cdot P$) als positiv angenommen, dann sind negativ anzusetzen die einzelnen Momentenflächen (Rechtecke von der Höhe $X \cdot \frac{h}{2}$) infolge der wagerechten Kräfte X (Abb. 6). Nunmehr kann man allgemein als Durchbiegung anschreiben

$$7) \quad \delta_2 = \left[\frac{n^3}{3} - \left(\frac{n^2}{2} + (n-2)^2 + (n-4)^2 + (n-6)^2 + \dots \right) \right] \frac{a^3}{32 E \cdot J_1} \cdot P.$$

Weit einfacher noch ergibt sich die Durchbiegung auf folgende Weise. Die auf die Gurteinzeglieder einwirkenden Biegemomente (Abb. 7) lassen sich in jedem Feld durch



zwei gleich große und entgegengesetzt wirkende Einzelkräfte $T = \frac{a^2}{32 \cdot E \cdot J_1} \cdot P$ ersetzen. Ihr Abstand voneinander beträgt $\frac{2}{3} a$. Diese gedachte Belastung ist symmetrisch zur Stabmitte, so daß die Durchbiegung infolge von nur zwei symmetrischen Kräftepaaren beträgt

$$\frac{1}{E J_1} \left[T \left(x + \frac{2}{3} a \right) - T x = T \cdot \frac{2}{3} a = \frac{a^3}{48} \cdot P \right]$$

und die Gesamtdurchbiegung infolge von $\frac{n}{2}$ solcher Kraftwirkungen

$$8) \quad \delta_2 = \frac{n}{96} \frac{a^3}{E J_1} \cdot P.$$

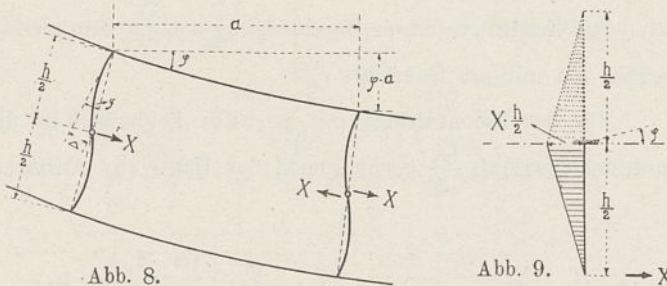
Für gerade Felderzahl ist vorstehende Formel ohne weiteres richtig. Für ungerade Felderzahl ist, wenigstens bei kleinem n , statt n der Wert $(n-1)$ zu setzen, also

$$9) \quad \delta_2 = \frac{n-1}{96} \frac{a^3}{E J_1} \cdot P.$$

Es ist dies eine Folge der Annahme, daß die Lasten nur in den Knoten angreifen sollen (Abb. 3).

3. Durchbiegung infolge der Pfostenmomente.

Unter Einwirkung der Momente verbiegt sich der Pfosten S-förmig. Der Winkel φ , den die Tangente im Anschlußpunkt des verbogenen Pfostens an die Gurtung gegen die ursprüngliche Pfostenlage einnimmt, ergibt sich aus $\text{tg } \varphi = \varphi = \frac{2 \Delta}{h}$ (Abb. 8). Infolge der in Abb. 9 dargestellten



dreieckförmigen Momentenbelastung mit dem Größenmoment $X \cdot \frac{h}{2} = P \cdot \frac{a}{4}$ erhält man unter Benutzung des Mohrschen

Satzes die Ausbiegung $\Delta = \left(\frac{a}{4} \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{h}{6} = \frac{a \cdot h^2}{48} \right) \frac{P}{E \cdot J_2}$,

mithin $\varphi = \frac{2 \Delta}{h} = \frac{a \cdot h}{24 \cdot E J_2} \cdot P$

und die Trägerdurchbiegung infolge der Hebung eines Rahmens

$$\varphi \cdot a = \frac{a^2 \cdot h}{24 E J_2} \cdot P;$$

für n Felder $\left(\frac{n}{2} \text{ Rahmen} \right)$

$$10) \quad \delta_3 = n \frac{a^2 \cdot h}{48 E J_2} \cdot P.$$

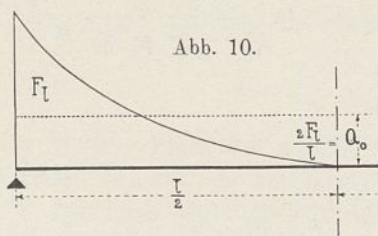
Da im Endfeld nur eine wagerechte Kraft $= \frac{X}{2}$ angreift, so wird für gerades n

$$10a) \quad \delta_3 = (n-1) \frac{a^2 \cdot h}{48 E J_2} \cdot P.$$

Für ungerades n ergibt sich aus ähnlicher Überlegung (Abb. 3)

$$10b) \quad \delta_3 = \frac{2n-3}{2} \frac{a^2 \cdot h}{48 E J_2} \cdot P.$$

Die Gleichung 6), die den verbiegenden Einfluß der äußeren Momente auf die Trägerdurchbiegung darstellt, enthält die Felderzahl n , also die Stützweite, in der dritten Potenz. In den Formeln 8) und 10), in denen die verschiebende Wirkung der äußeren Querkräfte zum Ausdruck kommt, ist n nur als lineare Funktion enthalten. Diese wichtige Eigenschaft kann mit Erfolg dann benutzt werden,



wenn die Querkraftlinie durch eine Linie höherer Ordnung oder von beliebiger Gestaltung gegeben ist. Man braucht nur (Abb. 10) ihre Fläche $F l$ auszuwerten und durch ein

Rechteck gleichen Flächeninhalts zu ersetzen; alsdann kann man mit der Höhe $Q_0 = \frac{2 F l}{l}$ als unveränderlicher Querkraft arbeiten. Voraussetzung ist dabei, daß die Größen a, h, J_1 und J_2 auf der zu betrachtenden Trägerstrecke sich nicht ändern.

Der Übersicht halber werden die Ausdrücke für δ_1, δ_2 und δ_3 in nachstehender Tafel zusammengestellt.

	$n=2$	$n=3$	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$	$n=8$	$n=9$	$n=10$	$n > 10$
$\delta_1 = \frac{a^3}{4 E \cdot F_1 \cdot h^2} P$	1	3	10	18	35	53	84	116	165	$\frac{n^3}{6}$
$\delta_2 = \frac{a^3}{96 E \cdot J_1} P$	2	2	4	4	6	6	8	8	10	n
$\delta_3 = \frac{a^2 \cdot h}{48 E \cdot J_2} P$	1	$\frac{3}{2}$	3	$\frac{7}{2}$	5	$\frac{11}{2}$	7	$\frac{15}{2}$	9	n

Die Gesamtdurchbiegung δ des Rahmenträgers erhält man mit Benutzung vorstehender Werte aus

$$11) \quad \delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3.$$

Vergleich zwischen den Durchbiegungsanteilen δ_1, δ_2 und δ_3 . Um das jeweilige Verhältnis der Anteile von δ_1, δ_2 und δ_3 an der Gesamtdurchbiegung δ feststellen und abschätzen zu können, läßt sich die Gleichung für δ genau genug (streng genommen nur für große Felderzahlen n) mit Bezug auf die Gleichungen 6), 8) und 10) schreiben

$$12) \quad \delta = \frac{n \cdot a^2}{24 E} \left(\frac{n^2 \cdot a}{F_1 \cdot h^2 = 2 J} + \frac{a}{4 J_1 = 4 F_1 \cdot i_1^2} + \frac{h}{2 J_2 = 2 F_2 \cdot i_2^2} \right) \cdot P,$$

woraus man folgende Schlüsse ziehen kann. Ist die Trägerhöhe h gegenüber der Feldweite a klein und das Trägheitsmoment J_2 des Pfostens nicht wesentlich kleiner als J_1 , dann wird der Einfluß des dritten Gliedes gegenüber dem zweiten, noch mehr gegenüber dem ersten oder gar beiden zusammen genommen, sehr klein. Für $J_2 = J_1$ und $a = 2 h$ entwickeln das zweite und dritte Glied gleich große Durchbiegungen. Eine Vernachlässigung des dritten Gliedes darf jedenfalls nicht stattfinden, solange bei annähernd gleich großen Trägheitsmomenten die Trägerhöhe h nicht größer wird als etwa $\frac{a}{10}$. Den größten Anteil an der Gesamtdurchbiegung verursacht bei kleiner Trägerhöhe h immer noch das erste Glied. Er fällt um so höher aus, je größer der Widerstandshalbmesser i_1 der Gurtung ausgebildet wird. Weiter wächst der Verhältnisanteil der Durchbiegung δ_1 mit dem Quadrat der Felderzahl, während die Anteile δ_2 und δ_3 für den Vergleich von n ganz unabhängig sind. Bei großer Trägerhöhe und kleiner Felderzahl tritt der Anteil von δ_1 zurück, während der Anteil von δ_2 , noch mehr aber der von δ_3 an Bedeutung gewinnt.

II. Gleichmäßig verteilte Last $P = p l$.

Vernachlässigt wird hier zunächst wieder der Einfluß der Zwischenbelastung. Es wird nur mit Knotenlasten gearbeitet. Die auf die obere Balkenhälfte unmittelbar vor einem bestimmten Pfosten im Abstände ξ von Trägermitte (Abb. 11) einwirkende äußere Querkraft beträgt $\frac{Q'}{2} = \left(\xi + \frac{a}{2} \right) \cdot \frac{p}{2}$, die Querkraft unmittelbar hinter dem Pfosten $\frac{Q''}{2} = \left(\xi - \frac{a}{2} \right) \cdot \frac{p}{2}$.

Aus $\left(\frac{Q'}{2} + \frac{Q''}{2} \right) \cdot \frac{a}{2} = X \cdot \frac{h}{2}$ folgt

$$13) X = \left[\left(\xi + \frac{a}{2} \right) + \left(\xi - \frac{a}{2} \right) \right] \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{2}{h} \cdot \frac{p}{2} = \xi \cdot \frac{a}{h} \cdot p.$$

Nun kann die Durchbiegung wieder getrennt ermittelt werden.

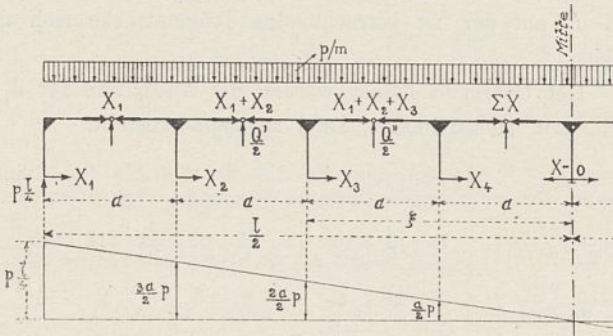


Abb. 11.

1. Durchbiegung infolge der Gurtachskräfte.

Benutzt wird wieder das Grundgesetz der virtuellen Verschiebungen. Die Kräfte S werden mit Hilfe der vorstehend ermittelten Kräfte X (nach Gl. 13) durch einfache Summation erhalten; die Kräfte S infolge $P=1$ in Stabmitte sind bereits in Abschnitt I ermittelt.

Für gerades n (Abb. 11) ergibt die Auswertung zunächst

$$14) X_{\frac{n}{2}} = \frac{a^2}{h} \cdot p; \quad X_{\frac{n-2}{2}} = \frac{2a^2}{h} \cdot p; \quad X_{\frac{n-4}{2}} = \frac{3a^2}{h} \cdot p; \quad \dots; \quad X_2 = \frac{n-2}{2} \cdot \frac{a^2}{h} \cdot p; \quad X_1 = \frac{(n-1)a^2}{4h} \cdot p,$$

alsdann die Durchbiegung δ_1

$$\begin{aligned} \text{für } n = 2 \text{ Felder } \delta_1 &= \left[\frac{1}{4} \cdot 1 \right. &= \frac{1}{4} \left. \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p, \\ n = 4 \text{ Felder} &= \left[\frac{3}{4} \cdot 1 + \left(\frac{3}{4} + 1 \right) \cdot 3 \right. &= \frac{24}{4} \left. \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p, \\ n = 6 \text{ Felder} &= \left[\frac{5}{4} \cdot 1 + \left(\frac{5}{4} + 2 \right) \cdot 3 + \left(\frac{5}{4} + 2 + 1 \right) \cdot 5 \right. &= \frac{129}{4} \left. \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p, \\ n = 8 \text{ Felder} &= \left[\frac{7}{4} \cdot 1 + \left(\frac{7}{4} + 3 \right) \cdot 3 + \left(\frac{7}{4} + 3 + 2 \right) \cdot 5 + \left(\frac{7}{4} + 3 + 2 + 1 \right) \cdot 7 \right. &= \frac{416}{4} \left. \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p, \\ 15) \text{ allgemein } \delta_1 &= \left[\frac{n-1}{4} \cdot 1 + \left(\frac{n-1}{4} + \frac{n-2}{2} \right) \cdot 3 + \left(\frac{n-1}{4} + \frac{n-2}{2} + \frac{n-4}{2} \right) \cdot 5 + \dots \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{n-1}{4} + \frac{n-2}{2} + \frac{n-4}{2} \dots + \frac{4}{2} + \frac{2}{2} \right) \cdot (n-1) \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p. \end{aligned}$$

Für ungerades n (Abb. 12) erhält man wieder zunächst

$$16) X_{\frac{n+1}{2}} = \frac{a^2}{2h} \cdot p; \quad X_{\frac{n-1}{2}} = \frac{3a^2}{2h} \cdot p; \quad X_{\frac{n-3}{2}} = \frac{5a^2}{2h} \cdot p; \quad \dots; \quad X_2 = \frac{n-2}{2} \cdot \frac{a^2}{h} \cdot p; \quad X_1 = \frac{n-1}{4} \cdot \frac{a^2}{h} \cdot p,$$

und hiermit die Durchbiegung δ_1

$$\begin{aligned} \text{für } n = 3 \text{ Felder } \delta_1 &= \left[\frac{2}{4} \cdot 1 + \left(\frac{2}{4} + \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{2}{2} \right. &= \frac{6}{4} \left. \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p, \\ n = 5 \text{ Felder} &= \left[\frac{4}{4} \cdot 1 + \left(\frac{4}{4} + \frac{3}{2} \right) \cdot 3 + \left(\frac{4}{4} + \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{4}{2} \right. &= \frac{58}{4} \left. \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p, \\ n = 7 \text{ Felder} &= \left[\frac{6}{4} \cdot 1 + \left(\frac{6}{4} + \frac{5}{2} \right) \cdot 3 + \left(\frac{6}{4} + \frac{5}{2} + \frac{3}{2} \right) \cdot 5 + \left(\frac{6}{4} + \frac{5}{2} + \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{6}{2} \right. &= \frac{236}{4} \left. \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p, \\ 17) \text{ allgemein } \delta_1 &= \left[\frac{n-1}{4} \cdot 1 + \left(\frac{n-1}{4} + \frac{n-2}{2} \right) \cdot 3 + \left(\frac{n-1}{4} + \frac{n-2}{2} + \frac{n-4}{2} \right) \cdot 5 + \dots \right. \\ &\quad \left. + \frac{n-1}{4} + \frac{n-2}{2} + \frac{n-4}{2} + \dots + \frac{3}{2} + \frac{1}{4} \right] \frac{a^4}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p. \end{aligned}$$

Für größere Felderzahl n kann man, indem man $J = F_1 \cdot \frac{h^2}{2}$ setzt, auch folgende allgemeine Durchbiegungsformel benutzen

$$18) \delta_1 = \frac{5}{48} \frac{n^4 \cdot a^4}{4 E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p.$$

Den Genauigkeitsgrad der Gl. 18) geben die nachstehenden Vergleichszahlen an

$n =$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
nach Gl. 18) $\delta_1 =$	1,67	8,4	26,7	65	135	250	427	682	1040	$\frac{a^4}{4 E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p$
genau $\delta_1 =$	1	6	24	58	129	236	416	660	1025	

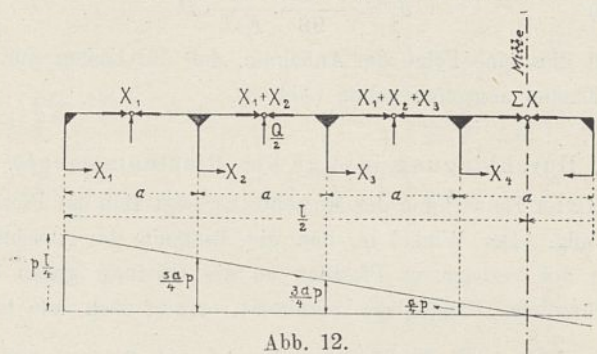


Abb. 12.

2. Durchbiegung infolge der Normalmomente.

Zur Ermittlung dieser Durchbiegung benutzt man zweckmäßig die mittlere Querkraft $\frac{Q_0}{2}$.

Für den Rahmenträger mit gerader Felderzahl ist die mittlere Querkraft $\frac{Q_0}{2}$ genau gleich der Hälfte des Auflager-



drucks, denn es wird

$$\text{für 2 Felder } \frac{Q_0}{2} \quad (\text{Abb. 13}) \quad = \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{4} \cdot p,$$

$$\text{für 4 Felder } \frac{Q_0}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4} \right) \cdot \frac{pl}{4} \quad = \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{4} \cdot p,$$

$$19) \text{ allgemein } \frac{Q_0}{2} \quad = \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{4} \cdot p.$$

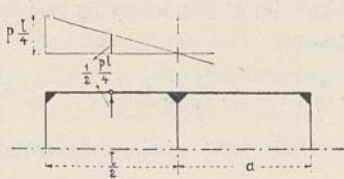


Abb. 13.

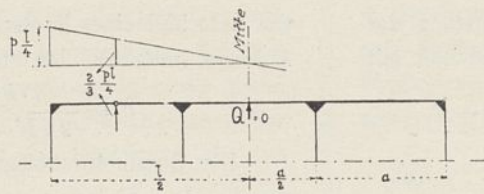


Abb. 14.

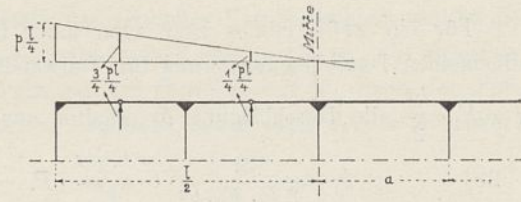


Abb. 15.

Für ungerades n ergibt sich die mittlere Querkraft

für 3 Felder $\frac{Q_0}{2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{pl}{4} = \frac{4}{9} \cdot \frac{l}{4} \cdot p,$

für 5 Felder $\frac{Q_0}{2} = \frac{2}{5} \left(\frac{2}{5} + \frac{4}{5} \right) \cdot \frac{pl}{4} = \frac{12}{25} \cdot \frac{l}{4} \cdot p,$

für 7 Felder $\frac{Q_0}{2} = \frac{2}{7} \left(\frac{2}{7} + \frac{4}{7} + \frac{6}{7} \right) \cdot \frac{pl}{4} = \frac{24}{49} \cdot \frac{l}{4} \cdot p,$

20) allgemein $\frac{Q_0}{2} = \frac{2}{n^2} (2 + 4 + 6 + \dots + n - 1) \cdot \frac{l}{4} \cdot p.$

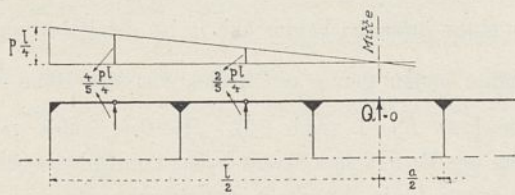


Abb. 16.

Mit wachsender Felderzahl nähert sich die mittlere Querkraft $\frac{Q_0}{2}$ immer mehr dem Wert $\frac{l}{8} \cdot p$. Von $n=5$ ab kann man praktisch hinreichend genau $\frac{Q_0}{2} = \frac{n \cdot a}{8} \cdot p$ setzen. Wird in Formel 8) die Querkraft $\frac{P}{4}$ durch die mittlere Querkraft $\frac{Q_0}{2}$ ersetzt, so erhält man

für ungerades n
21) $\delta_2 = \frac{n}{24} \cdot \frac{a^3}{E \cdot J_1} \cdot \frac{Q_0}{2},$

worin im Sonderfalle die Werte von $\frac{Q_0}{2}$ aus Gl. 20) zu entnehmen sind;

für gerades n und größeres ungerades n

22) $\delta_2 = \frac{n^2 \cdot a^4}{192 E \cdot J_1} \cdot p.$

3. Durchbiegung infolge der Pfostenmomente.

Die durch die Pfostenmomente hervorgerufene Durchbiegung δ_3 ist gegenüber $(\delta_1 + \delta_2)$ i. a. gering. Es ist daher zulässig, die für $P=1$ in Stabmitte aufgestellte Formel 10) unmittelbar zu benutzen, sofern man anstatt P den Wert $\frac{n \cdot a}{2} \cdot p$ setzt. Als dann erhält man

23) $\delta_3 = \frac{n^2 \cdot a^3 \cdot h}{96 E \cdot J_2} \cdot p.$

Für kleinere Felderzahl n arbeitet man genauer, wenn die Formeln 14) und 16) herangezogen werden.

Die unter einer gleichmäßig verteilten Belastung p/m auftretende Gesamtdurchbiegung in Stabmitte beträgt

$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3,$

wobei die $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ aus folgender Tafel zu entnehmen sind.

	$n=2$	$n=3$	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$	$n=8$	$n=9$	$n=10$	$n>10$
$\delta_1 = \frac{a^4}{4 E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot p$	1	6	24	58	129	236	416	660	1025	$\frac{5}{48} \cdot n^4$
$\delta_2 = \frac{a^4}{96 E \cdot J_1} \cdot p$	2	4	8	12	18	24	32	40	50	$\frac{n^2}{2}$
$\delta_3 = \frac{a^3 \cdot h}{48 E \cdot J_2} \cdot p$	1	3	7	11	17	23	31	39	49	$\frac{n^2}{2}$

III. Last $P=1$ an beliebiger Stelle.

Es soll eine Last $P=1$ an beliebiger Stelle im Abstände x' vom linken, x'' vom rechten Auflager angreifen (Abb. 17). Angriffspunkte sollen jedoch nur die Knotenpunkte sein; es soll also der Einfluß der Zwischenbelastung ausgeschaltet werden.

Links der Angriffstelle von P , innerhalb der Strecke x' (Abb. 17), beträgt die wagerechte Kraft

24) $X_x = \frac{x'}{l} \cdot \frac{a}{h} \cdot P$

und rechts davon, innerhalb der Strecke x'' , wird die wagerechte Kraft

25) $X_x = \frac{x''}{l} \cdot \frac{a}{h} \cdot P.$

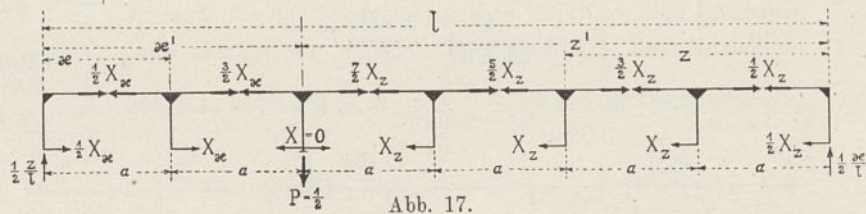


Abb. 17.

1. Durchbiegung infolge der Gurtachskräfte.

Arbeitet man wieder mit dem Grundsatz der virtuellen Verschiebungen (Gl. 3), dann wird $S = \delta = \sum_0^x X_x$ bzw. $\sum_l^x X_x$, und man erhält die Durchbiegung δ_1 aus der Gleichung

26) $\delta_1 = 2 \cdot \left(\sum_0^x \xi_x^2 + \sum_l^x \xi_x^2 \right) \frac{a}{E \cdot F_1}.$

Die Zahl 2 vor der Klammer rührt davon her, daß die Formänderung im Obergurt und im Untergurt vorkommt; das Σ -Zeichen erstreckt sich also nur über eine Balkenhälfte.

Die Kraft ξ_x innerhalb der Strecke x' hat den Wert $\frac{1}{2} \cdot \frac{x'}{l} \cdot \frac{a}{h} \cdot P$ im Endfeld; sie ist $\frac{3}{2}$ mal so groß im zweiten, $\frac{5}{2}$ mal so groß im dritten Feld usw. Nach dem gleichen Gesetz wächst innerhalb der Strecke x'' die Kraft ξ_x ; sie beträgt $\frac{1}{2} \cdot \frac{x''}{l} \cdot \frac{a}{h} \cdot P$ im Endfeld, $\frac{3}{2} \cdot \frac{x''}{l} \cdot \frac{a}{h} \cdot P$ im zweiten Feld usw.

Ganz allgemein läßt sich δ_1 auch anschreiben

27) $\delta_1 = \frac{2 a^3}{E \cdot F_1 \cdot h^2} \left\{ \left(\frac{x'}{l} \right)^2 \left[\left(\frac{1}{2} \right)^2 + \left(\frac{3}{2} \right)^2 + \left(\frac{5}{2} \right)^2 + \dots \right]_0^x + \left(\frac{x''}{l} \right)^2 \left[\left(\frac{1}{2} \right)^2 + \left(\frac{3}{2} \right)^2 + \left(\frac{5}{2} \right)^2 + \dots \right]_l^x \right\} \cdot P.$

Für ein größeres n kann man unter Benutzung der allgemeinen Durchbiegungsformel für Vollwandstäbe und mit $\bar{J} = F_1 \cdot \frac{h^2}{2}$ die Durchbiegung δ_1 erhalten aus

$$28) \quad \delta_1 = \frac{2}{3 E \cdot F_1 \cdot h^2} \cdot \frac{x'^2 \cdot x'^2}{l} \cdot P.$$

Für $x' = x'' = \frac{l}{2}$ geht sie über in Gl. 6).

Soll die Durchbiegung nicht unter der Angriffstelle selbst, sondern für einen anderen Knotenpunkt ermittelt werden, so ist die allgemeine Gleichung 3) zu benutzen. Darin ist S die wirkliche Stabkraft infolge der Last $P=1$, letztere einwirkend im Abstände x' vom linken, x'' vom rechten Auflager; \bar{s} ist die gedachte Stabkraft infolge der Last $P=1$, die angreift in dem Querschnitte, für den die Durchbiegung ermittelt werden soll. Die wagerechten Kräfte X_S und $X_{\bar{s}}$, aus denen durch Summation die S und \bar{s} sich ergeben, werden in bekannter Weise ermittelt (Gl. 24 u. 25).

2. Durchbiegung infolge der Normalmomente.

Entsprechend Abb. 18 wirken auf den Balken gedachte (!) Kräftepaare ein, und zwar $T_x \cdot \frac{2}{3} a = \frac{a^3}{24} \frac{x'}{l} \frac{1}{E \cdot J_1} \cdot P$ innerhalb der Strecke x' und $T_x \cdot \frac{2}{3} a = \frac{a^3}{24} \frac{x'}{l} \frac{1}{E \cdot J_1} \cdot P$ innerhalb der Strecke x'' . Als Moment dieser gedachten Belastung erhält man die Durchbiegung δ_2 unterhalb der Last $P=1$, einerlei, ob man mit T_x oder T_x arbeitet, zu

$$29) \quad \delta_2 = \frac{a^2}{24 E \cdot J_1} \frac{x' \cdot x''}{l} \cdot P.$$

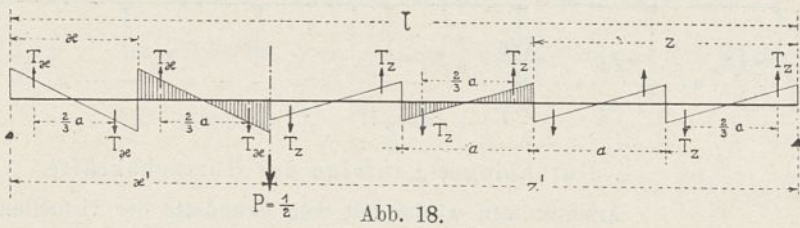


Abb. 18.

Für eine Durchbiegung an einer anderen Stelle x innerhalb der Strecke x' wird

$$30) \quad \delta_2 = \frac{a^2}{24} \frac{x'}{l} \cdot x \cdot P$$

und an einer Stelle x innerhalb der Strecke x'' ebenso

$$31) \quad \delta_2 = \frac{a^2}{24} \frac{x}{l} \cdot x' \cdot P.$$

3. Durchbiegung infolge der Pfostenmomente.

Mit Bezugnahme auf die Formel 10) und Vornahme einer kleinen Berichtigung wegen der halben Kraft X im Endfelde kann man die Durchbiegung δ_3 unterhalb $P=1$ ohne weiteres anschreiben

$$32) \quad \delta_3 = \frac{a \cdot h}{24 E \cdot J_2} \cdot \frac{x'}{l} \left(x' - a \cdot \frac{x'}{l} \right) \cdot P$$

oder
$$= \frac{a \cdot h}{24 E \cdot J_2} \cdot \frac{x'}{l} \left(x' - a \cdot \frac{x'}{l} \right) \cdot P.$$

Unterhalb eines Knotenpunktes im Abstände x vom linken Auflager innerhalb x' wird die Durchbiegung

$$33) \quad \delta_3 = \frac{a \cdot h}{24 E \cdot J_2} \cdot \frac{x'}{l} \left(x - a \cdot \frac{x'}{l} \right) \cdot P$$

und unterhalb eines Knotenpunktes im Abstände x vom rechten Auflager innerhalb der Strecke x''

$$34) \quad \delta_3 = \frac{a \cdot h}{24 E \cdot J_2} \cdot \frac{x''}{l} \left(x'' - a \cdot \frac{x''}{l} \right) \cdot P.$$

Die Gesamtdurchbiegung erhält man wieder wie früher aus $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$.

IV. Einflußlinie der Durchbiegung.

Nach Maxwells Satz von der Gegenseitigkeit der Verschiebungen ist die Einflußlinie der Durchbiegung eines bestimmten Trägerpunktes die Biegelinie des Trägers unter der in dem betreffenden Querschnitte (im Abstände x' vom linken, x'' vom rechten Auflager in Abb. 19) einwirkenden Last $P=1$. Der Beweis dieses Satzes läßt sich für vorliegenden Fall durch einfaches Vertauschen von Buchstaben in den Gl. 35), 36) und 33), 34) führen. Zweckmäßig trennt man den Einfluß der äußeren Momente von dem der äußeren Querkräfte und vereinigt dann die Ergebnisse.

Bei einer größeren Felderzahl n ist die Belastungsfläche der Momente genau genug ein Dreieck von der Höhe $\frac{x' \cdot x''}{l} \cdot P$ unter der Last $P=1$ (Abb. 20). Hierfür erhält man mit Benutzung des Mohrschen Satzes äußerst einfach die Gleichung der elastischen Linie innerhalb der Strecke x'

$$35) \quad f_x = \frac{x'^2 \cdot x'^2}{3 E \cdot F_1 \cdot h^2 \cdot l} \left(\frac{2x}{x'} + \frac{x}{x''} - \frac{x^3}{x'^2 \cdot x''} \right) \cdot P$$

und innerhalb der Strecke x''

$$36) \quad f_x = \frac{x'^2 \cdot x'^2}{3 E \cdot F_1 \cdot h^2 \cdot l} \left(\frac{2x}{x''} + \frac{x}{x'} - \frac{x^3}{x'^2 \cdot x''} \right) \cdot P,$$

während unter der Last $P=1$ selbst die Durchbiegung beträgt

$$37) \quad f^0 = \frac{2 \cdot x'^2 \cdot x'^2}{3 E \cdot F_1 \cdot h^2 \cdot l} \cdot P.$$

Wie schon vorhin hingewiesen, gelten vorstehende Formeln nur für eine große (theoretisch unendlich große) Felderzahl n . Um sie auch für ein kleineres n brauchbar zu machen, sind sie noch zu verbessern. Bedeutet δ_1^0 die nach Formel 27) ermittelte Durchbiegung des Rahmenträgers unterhalb der Last $P=1$ selbst, dann kann man praktisch genau genug als Höhen der Einflußlinie δ_1 infolge der Gurtachskräfte setzen

$$38) \quad \delta_{x'}^1 = \frac{\delta_1^0}{f^0} \cdot f_x \quad \text{und} \quad \delta_{x''}^1 = \frac{\delta_1^0}{f^0} \cdot f_{x''},$$

worin für $f_x, f_{x''}, f^0$ die Werte aus Gl. 35), 36), 37) einzuführen sind.

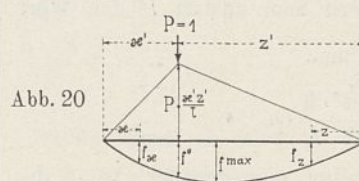
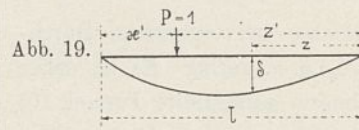


Abb. 20.

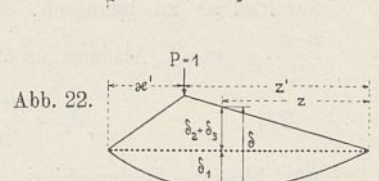
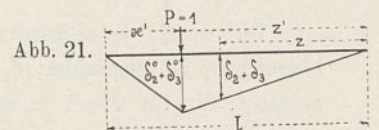


Abb. 22.

Diese Formeln können etwa bis zu $n=4$ bis 5 als gültig angesehen werden. Für ein noch kleineres n wird man besser tun, durchgehends mit dem Grundgesetz der virtuellen Verschiebungen zu arbeiten, wenn man genauere Höhen der Ein-

flußlinie erhalten will. Soll die Einflußlinie der Durchbiegung in Trägermitte festgelegt werden, dann ermittelt man δ_1^0 nach Formel 4), 5) und verzeichnet die Durchbiegung genau genug als Parabel mit dem Pfeil δ_1^0 . Die genauere Gleichung der Biegelinie für diesen Fall folgt aus Gleichung 35) mit $x' = \kappa' = \frac{l}{2}$ zu

$$39) \quad \delta = \frac{\delta_1^0}{f^0} \cdot \frac{l^2}{8 E \cdot F_1 \cdot h^2} \left(x - \frac{4}{3} \frac{x^3}{l^2} \right).$$

Den linearen Gleichungen in x bzw. κ der Formeln (30, 31 und 33, 34) entsprechend ergibt sich als Einflußlinie der Durchbiegung infolge der äußeren Querkräfte das Zwei-seit (Abb. 21) mit dem Größtwert unter der Lasteinwirkungsstelle

$$40) \quad \delta_2^0 + \delta_3^0 = \frac{1}{24 E} \cdot \left(\frac{a^2}{J_1} + \frac{a \cdot h}{J_2} \right) \frac{x' \cdot \kappa'}{l} \cdot P.$$

Infolge sämtlicher Einflüsse bekommt man entsprechend Abb. 22 die Einflußlinie der Durchbiegung des Rahmenträgers am einfachsten durch zeichnerische Vereinigung der nach Abb. 20 und Abb. 21 getrennt ermittelten Einflußlinien. Man kann die Gleichung der endgültigen Einflußlinie auch ohne weiteres anschreiben, die dann lautet innerhalb der Strecke x'

$$41) \quad \delta_x = \left[\frac{\delta_1^0}{f^0} \cdot \frac{x'^2 \cdot \kappa'^2}{3 E \cdot F_1 \cdot h^2 \cdot l} \left(\frac{2x}{x'} + \frac{x}{\kappa'} - \frac{x^3}{x'^2 \cdot \kappa'} \right) + \frac{1}{24 E} \left(\frac{a^2}{J_1} + \frac{a h}{J_2} \right) \frac{\kappa'}{l} \cdot x \right] \cdot P$$

und innerhalb der Strecke κ'

$$42) \quad \delta_x = \left[\frac{\delta_1^0}{f^0} \cdot \frac{x'^2 \cdot \kappa'^2}{3 E \cdot F_1 \cdot h^2 \cdot l} \left(\frac{2\kappa}{\kappa'} + \frac{\kappa}{x'} - \frac{\kappa^3}{x'^2 \cdot \kappa'} \right) + \frac{1}{24 E} \left(\frac{a^2}{J_1} + \frac{a h}{J_2} \right) \frac{x'}{l} \cdot \kappa \right] \cdot P.$$

Die so ermittelten Höhen der Einflußlinie gelten natürlich nur für die Knotenpunkte. Dazwischen verlaufen sie geradlinig; die Einflußlinie ist also ein Vieleck.

V. Abweichungen von den gemachten Annahmen.

Ungleiche Gurtausbildung.

Die Annahmen seien die gleichen wie bisher, nur besitzen Obergurt und Untergurt verschiedene Querschnittsaus-

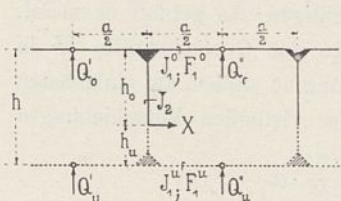


Abb. 23.

bildung F_1^o, J_1^o und F_1^u, J_1^u (Abb. 23). Der Wendepunkt im Pfosten, an dem die wagerechte Kraft X angreifend gedacht ist, rückt von dem stärker ausgebildeten Gurt fort, und zwar verhalten sich die Abstände wie die Trägheits-

momente, also $h_o : h_u = J_1^o : J_1^u$. Dementsprechend verteilen sich die äußeren Querkräfte auf die beiden Gurtungen

$$Q_o' : Q_u' = Q_o'' : Q_u'' = J_1^o : J_1^u = h_o : h_u.$$

Hieraus folgt die wagerechte Kraft

$$X = \frac{Q' + Q''}{2} \cdot \frac{a}{h},$$

also der gleiche Wert, wie wenn Obergurt und Untergurt gleiche Ausbildung besitzen würden. Die Berechnung der Durchbiegung δ_1 infolge der Gurtachskräfte kann also genau so wie früher erfolgen, wenn man an Stelle der Querschnittsflächen F_1^o, F_1^u einen Ersatzwert

$$43) \quad F_1 = \frac{2 F_1^o \cdot F_1^u}{F_1^o + F_1^u}$$

in das Grundgesetz der virtuellen Verschiebungen oder in die entsprechenden Formeln (4, 5, 6 usw.) einführt. Aus ähnlicher Überlegung heraus ist die Durchbiegung δ_2 nach den Formeln (8, 9 usw.) zu ermitteln, wenn statt J_1 der Mittelwert

$$44) \quad J_1 = \frac{J_1^o + J_1^u}{2}$$

gesetzt wird. Bezüglich des Berichtungsgliedes δ_3 der Durchbiegung ist zu beachten, daß man bei Wahl des größeren Hebelarms h_o einen etwas zu großen und mit dem kleineren h_u einen etwas zu kleinen Wert der Durchbiegung errechnet. Ein zutreffender Wert wird erhalten, wenn in den entsprechenden Formeln (10, 23, 32) der Wert h durch

$$45) \quad h = \frac{4 h_o \cdot h_u}{h}$$

ersetzt wird.

Verschiedene Ausbildung der Einzelstäbe und verschiedene Feldweiten.

Bei der Ermittlung der Durchbiegung δ_1 infolge der Gurtachskräfte nach dem Grundgesetz der virtuellen Verschiebungen sind in Formel 3) nur diejenigen Buchstaben vor das Σ -Zeichen zu ziehen, die für die ganze Trägerlänge im Ober- wie im Untergurt einen unveränderlichen Wert besitzen. Im übrigen sind die Glieder einzeln oder gruppenweise auszuwerten, worauf die Summation erfolgen kann.

Nach den gleichen Gesichtspunkten wird die Durchbiegung δ_2 infolge der Normalmomente erhalten. Bedeutet in dem betrachteten Felde Q die gesamte äußere Querkraft, J_1^o und J_1^u die Trägheitsmomente im Ober- und Untergurt, dann beträgt die gedachte Mittelkraft T_x der Momenten-

belastung (Abb. 18) $T_x = \frac{a^2 \cdot Q}{8 E (J_1^o + J_1^u)}$ und die Durchbiegung δ_2

$$46) \quad \delta_2 = \sum_0^x \frac{a^3 \cdot Q}{12 E (J_1^o + J_1^u)} \quad \text{oder} \quad = \sum_l^x \frac{a^3 \cdot Q}{12 E (J_1^o + J_1^u)}.$$

Diejenige der beiden vorstehenden Formeln ist zu wählen, die weniger Rechenarbeit verursacht. Beide führen zum gleichen Ergebnis.

Endlich ergibt sich die Durchbiegung δ_3 mit Bezug auf Formel 10) und Formel 45) zu

$$47) \quad \delta_3 = \sum_0^x \frac{a^2 \cdot h_o \cdot h_u}{3 E \cdot J_2 \cdot h} \cdot \frac{Q' + Q''}{2} = \sum_l^x \frac{a^2 \cdot h_o \cdot h_u}{3 E \cdot J_2 \cdot h} \cdot \frac{Q' + Q''}{2}.$$

Auch hier kann man \sum_0^x oder \sum_l^x nach Belieben und Zweckmäßigkeit wählen.

Um die Einflußlinie der Durchbiegung zu erhalten, wird man in Abb. 20 anstatt des Momentendreiecks mit der Höhe $\frac{P \cdot x' \cdot \kappa'}{l}$ die durch Vervielfachung mit $\frac{F_1^o}{F_1}$ (F_1^o eine

mittlere gedachte Gurtquerschnittsfläche) verzerrten Höhen auftragen, was eine Treppenlinie ergibt. Zu dieser Fläche als Belastungsfläche kann die Durchbiegungslinie für δ_1 als Seillinie verzeichnet und ihr Maßstab durch Gl. 38) richtiggestellt werden. Die Einflußlinie für $(\delta_2 + \delta_3)$ läßt sich, da die äußere Querkraft Q innerhalb der Strecke x' und κ' unveränderlich, am einfachsten rechnerisch durch Summieren der Glieder \sum_0^x und \sum_l^x (entsprechend den Formeln 46) u 47)

bis zu dem betreffenden Querschnitt erhalten; die Ergebnisse

sind in den Knotenpunkten aufzutragen und geradlinig zu verbinden. Die Einflußlinien von δ_1 und $(\delta_2 + \delta_3)$ werden alsdann wieder wie früher (Abb. 22) vereinigt.

Einfluß der Knotenausbildung.

Infolge der Anordnung von Abrundungen oder Abschrägungen an den Knoten bleiben die Querschnittsflächen F wie die Trägheitsmomente J der Stäbe auf Feldlänge nicht mehr unveränderlich. Auf die Durchbiegung δ_1 läßt sich dieser Umstand in der Weise leicht berücksichtigen, daß man an Stelle des Querschnitts F_1' (Abb. 24) einen Ersatzquerschnitt F_1 einführt.

$$48) \quad F_1 = \frac{a \cdot F_1' \cdot F_1''}{a' \cdot F_1'' + a'' \cdot F_1'}$$

F_1'' bedeutet dabei einen geschätzten wirksamen mittleren Querschnitt innerhalb der Knotenlänge.

Das Trägheitsmoment J_1 kann innerhalb der Pfostenbreite sehr groß angenommen, der Einfluß der Normalmomente innerhalb dieser Strecke auf die Durchbiegung δ_2 daher praktisch gleich Null gesetzt werden. Weiter ist auf die Länge der Schräge (oder Abrundung) das Trägheitsmoment bedeutend größer als auf der freien Strecke, was nach Abschätzung der Trägheitsmomente durch Wegschneiden eines Stückes der Momentenfläche (Abb. 24) unter Voraussetzung eines unveränderlichen J_1 in Rechnung gestellt werden kann.

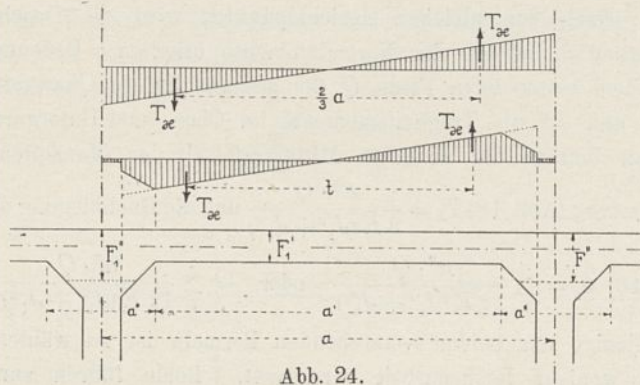


Abb. 24.

Es werden bei Berücksichtigung der Knotenausbildung sowohl die Kräfte T_x wie der Hebelarm t (früher $= \frac{2}{3} a$), mithin die Durchbiegung δ_2 nicht unbeträchtlich kleiner.

Der Einfluß der Knotenverstärkung auf die Durchbiegung δ_3 kann wegen der geringfügigen Größe der letzteren i. a. vernachlässigt werden. Wie vorstehend dargelegt, kann man im Einzelfalle den Einfluß der Knotenausbildung auf die Durchbiegung ohne viel Mühe näher berücksichtigen, die Verringerung der Gesamtdurchbiegung in Verhältniszahlen leicht schätzen oder überschlagen. Bei so scharfen Rechnungen wäre indessen der Einfluß der Stabquerkräfte auf die Durchbiegung dann auch nicht mehr zu vernachlässigen. Letzterer erhöht die Durchbiegung, dürfte jedoch den Einfluß der Knotenausbildung nicht vollständig aufheben. In Eisenkonstruktionen setzen sodann noch die Niete die Wirkung des einheitlichen Querschnitts herab und erhöhen die Durchbiegung. Verbundkonstruktionen leiden nicht darunter.

Wenn man die vorstehend erörterten Feinheiten aus der Rechnung herausläßt, so wird man eine Durchbiegung errechnen, die i. a. etwas zu hoch ist. Der Unterschied wird bei Eisenbetonkonstruktionen größer ausfallen als bei Eisenkonstruktionen.

Einfluß der Zwischenbelastungen.

Nimmt man (Abb. 25) in den abstehenden Enden der Pfosten und der benachbarten Gurtstäbe Gelenke an, so erhält man aus der Bedingung, daß die drei am Einspannungs-

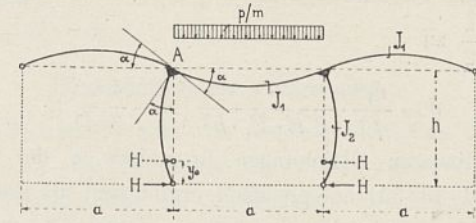


Abb. 25.

knoten A zusammenstoßenden Stäbe sich um den gleichen Winkel α drehen, den wagerechten Schub H für gleichmäßig verteilte Belastung p (Abb. 25)

$$49) \quad H = \frac{p \cdot a^2}{12} : N$$

und für eine Einzellast $P=1$ (Abb. 26)

$$50) \quad H = \frac{x' \cdot x'}{2 \cdot a} \cdot P : N,$$

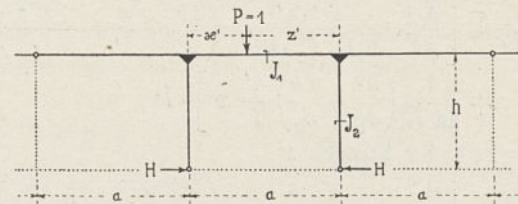


Abb. 26.

wobei für den Nenner N unter der Annahme von Gelenken

$$N = h + \frac{5}{3} \cdot \frac{h^2}{a} \cdot \frac{J_1}{J_2}$$

und mit Berücksichtigung der vorhandenen teilweisen Einspannung genau genug

$$51) \quad N = h + \frac{11}{9} \cdot \frac{h^2}{a} \cdot \frac{J_1}{J_2}$$

zu setzen ist.

Will man die Verbiegung δ des Gesamtträgers infolge der Zwischenbelastung berücksichtigen, so genügt es meist, nur die Durchbiegung δ_1 infolge der Gurtachskräfte H in dem betreffenden Felde in Rechnung zu stellen, am einfachsten mit Hilfe des Grundgesetzes der virtuellen Verschiebungen

$$52) \quad \delta_1 = 2 \frac{H \cdot \frac{2}{3} \cdot a}{E \cdot F_1}$$

Der Schub H greift in einem Abstände y_0 vom Untergurt an (Abb. 25), der genau genug gesetzt werden kann

$$53) \quad y_0 = \left(1 - \frac{a + \frac{h}{3} \frac{J_1}{J_2}}{a + h \frac{J_1}{J_2}} \right) \cdot \frac{h}{2}$$

Den Angriffsort des Schubes H muß man wissen, wenn man die Durchbiegungsanteile δ_2 und δ_3 auch noch ermitteln will. Indessen kann die Durchbiegung infolge der Gurtmomente und der Pfostenmomente i. a. vernachlässigt werden. Durch die Gurtmomente werden in dem Felde der Zwischenbelastung die Gurte in einem einander umgekehrten Sinne gekrümmt und zwar beide nach innen. Der die Zwischenbelastung tragende Gurtstab wird natürlich stärker verbogen.

Die Durchbiegung infolge der Zwischenbelastung tritt zu der früher bereits ermittelten infolge unmittelbarer Knotenbelastung hinzu. Besitzen die Nachbarfelder annähernd gleiche Zwischenbelastung, dann nähert sich der Schub H immer mehr der Nullgrenze; mit ihr verschwindet auch die Verbiegung des Gesamtstabes infolge der Zwischenbelastung.

VI. Vergleich mit Fachwerkträgern.

Der Vergleich sei durchgeführt für eine Belastung $P=1$ in Trägermitte. Würden die Querschnittsflächen der Gurtstäbe bei beiden Trägerarten (Abb. 27) gleich groß sein, dann fiel

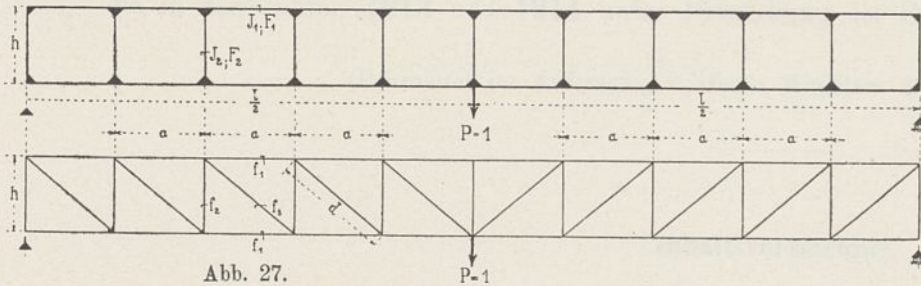


Abb. 27.

das Glied δ_1 , das den Einfluß der Gurtachskräfte auf die Durchbiegung darstellt, ganz heraus. Indessen müssen die Gurte der Rahmenträger wegen der zusätzlichen Biegebeanspruchung stets stärker ausgebildet werden als bei Fachwerkträgern. Für den Vergleich kann die Durchbiegung δ_1 der Fachwerkträger unberücksichtigt bleiben, sofern man bei den Rahmenträgern anstatt des Querschnitts F_1 einen Querschnitt

$$54) \quad \Delta F_1 = - \frac{F_1 \cdot f_1}{F_1 - f_1}$$

einführt. Hiernach würde man als Vergleichswert der Durchbiegung des Rahmenträgers mit Bezug auf Gl. 6), 8), 10) erhalten

$$55) \quad \delta_R = \frac{n}{4} \left(- \frac{n^2 \cdot a^3}{6 E \cdot \Delta F_1 \cdot h^2} + \frac{a^3}{24 E \cdot J_1} + \frac{a^2 \cdot h}{12 E \cdot J_2} \right) \cdot P$$

und als Vergleichswert für den Fachwerkträger

$$56) \quad \delta_F = \frac{n}{4} \left(\frac{h}{E \cdot f_2} + \frac{(h^2 + a^2) \sqrt{h^2 + a^2}}{h^2 \cdot E \cdot f_3} \right) \cdot P.$$

Wird unter Voraussetzung gleicher Beanspruchung von Ständer und Diagonalen (was auch für andere Belastungsfälle zutrifft) $f_3 = f_2 \frac{\sqrt{h^2 + a^2}}{h}$ gesetzt, so geht Gl. 56) über in

$$57) \quad \delta_F = \frac{n}{4} \frac{2 \cdot h^2 + a^2}{E \cdot f_2 \cdot h} \cdot P.$$

Führt man den Vergleich weiter durch unter der Voraussetzung quadratischer Felder, also für $a=h$; schlägt man noch das erste kleine Glied in Gl. 54) gegen den Einfluß der starren, nicht weiter berücksichtigten Knotenausbildungen beim Fachwerkträger wett, setzt man endlich in Gl. 55) näherungsweise $J_2 = \sim J_1$, so geht diese Gleichung über in

$$58) \quad \delta_R = \frac{a^3}{8 J_1}$$

während an Stelle Gl. 57) tritt

$$59) \quad \delta_F = \frac{3 \cdot a}{f_2}.$$

Sollen beide Trägerarten unter den gemachten Annahmen gleich große Durchbiegung erleiden, dann muß sein

$$60) \quad J_1 = f_2 \cdot \frac{a^2}{24} = \sim f_2 \left(\frac{a}{5} \right)^2.$$

Auf den ersten Blick sieht man, daß die Ständer und Gurte einen ganz außergewöhnlichen hohen Trägheitshalbmesser, also ein ungewöhnlich hohes Trägheitsmoment besitzen müssen, soll vorstehende Bedingung erfüllt werden. Da an und für sich die Rahmenträger bei gleicher Tragfähigkeit schon einen erheblich größeren Stoffaufwand als die Fachwerkträger erfordern, so werden sie aus anderen Gründen nicht noch stärkere Querschnittsabmessungen erhalten. Allgemein kann man daher aus Gl. 60) den Schluß ziehen, daß die Durchbiegung bei Rahmenträgern größer ausfällt als bei Fachwerkträgern.

Die vorstehenden Untersuchungen sind für den Parallelträger angestellt. Die Durchbiegung der Vieleckträger soll in einem zweiten Aufsatz behandelt werden.

Düsseldorf, Mai 1914.

E. Elwitz.

Statistische Nachweisungen,

betreffend

die in den Jahren 1913 und 1914 unter Mitwirkung der Staatsbaubeamten vollendeten Hochbauten.

(Bearbeitet im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten.)

Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Kirchen.		VII. Turnhallen.	
1. Bobau: Evangelische Kirche	3	1. Paderborn: Turnhalle für das Gymnasium	14
2. Rauschken: desgl.	3	VIII. Gebäude für akademischen und Fachunterricht.	
3. Jastrow: Katholische Kirche	3	1. Göttingen: Erweiterung des Hörsaalgebäudes der Universität	14
4. Sommerfeld: Evangelische Kirche	3	2. Kiel: Um- und Erweiterungsbau des Physikalischen Instituts der Universität	14
5. Wtelno: desgl.	4	3. Halle: Tierzuchtinstitut der Universität	14
6. Schleusenau: desgl.	4	4. Berlin-Dahlem: Pflanzenphysiologisches Institut der Universität	15
7. Brual: Katholische Kirche mit Pfarrhaus	4	5. Berlin: Physiologisches und Chemisches Institut der Tierärztlichen Hochschule	15
II. Pfarrhäuser.		6. Marburg: Erweiterung der Medizinischen Klinik der Universität	16
1. Niederlauken: Evangelisches Pfarrhaus	5	7. Halle: Krankensäle für die Chirurgische Klinik der Universität	16
2. Klein-Bartloff: Katholisches Pfarrhaus	5	8. Berlin: Erweiterung der Geologischen Landesanstalt	17
3. Banfe: Evangelisches Pfarrhaus	5	9. Danzig: Versuchsanstalt für Wasserbau und für Strömungserscheinungen der Technischen Hochschule	17
4. Niestronno: Katholisches Pfarrhaus	5	10. Berlin: Seuchenabteilungen der Hundeklinik der Tierärztlichen Hochschule	17
5. Groß-Görschen: Evangelisches Pfarrhaus	5	11. Berlin: Tierstallgebäude für das Physiologische und Chemische Institut der Tierärztlichen Hochschule	18
6. Langenau: desgl.	6	12. Berlin-Dahlem: Direktorwohnhaus des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität	18
7. Massen: desgl.	6	IX. Gebäude für Kunst und Wissenschaft.	
8. Hohenwerbig: desgl.	6	(Fehlen.)	
9. Osterode: desgl.	6	X. Gebäude für technische und gewerbliche Zwecke.	
10. Rhein: desgl.	6	(Fehlen.)	
11. Raschau: Katholisches Pfarrhaus	7	XI. Gebäude für gesundheitliche Zwecke.	
12. Theerofen: Evangelisches Pfarrhaus	7	(Fehlen.)	
13. Döbern N.-L.: desgl.	7	XII. Ministerial- und Verwaltungsgebäude.	
14. Karzen: desgl.	7	1. Danzig: Geschäftsgebäude für die Weichselstrombauverwaltung und das Provinzial-Schulkollegium	18
15. Schwachenwalde: desgl.	7	2. Magdeburg: Polizeidienstgebäude	19
16. Papitz: desgl.	8	3. Frankfurt a. M.: desgl.	19
III. Elementarschulen.		4. Tremessen: Kreisschulinspektor-Dienstwohngebäude	20
1. Lüne: Schulhaus mit 1 Klasse	8	XIII. Geschäftsgebäude für Gerichte.	
2. Möllenbeck: Schulhaus mit 2 Klassen	8	1. Langenselbold: Erweiterungsbau des Amtsgerichts	20
3. Breitenholz: desgl.	8	2. Zoppot: desgl.	20
4. Bergwitz: Schulhaus mit 4 Klassen	8	3. Kalkberge: Amtsgericht (Ergänzungsbau)	21
5. Kossabude: desgl.	9	4. Pillkallen: Erweiterungsbau des Amtsgerichts	21
6. Werden (Ruhr): Schulhaus mit 7 Klassen	9	5. Rennerod: Amtsgericht und Katasteramt	21
IV. Erziehungsanstalten.		6. Berlin-Lichterfelde: Erweiterungsbau des Amtsgerichts	22
(Fehlen.)			
V. Höhere Schulen.			
1. Hohensalza: Erweiterungsbau des Gymnasiums	10		
2. Kempen: Gymnasium	10		
3. Suhl: Oberrealschuldirektorwohnhaus	11		
4. Neustadt O.-Schl.: Gymnasialdirektorwohnhaus	11		
VI. Seminare.			
1. Krotoschin: Lehrerseminar	11		
2. Kettwig: desgl.	12		
3. Coesfeld: desgl.	13		
4. Ratingen: desgl.	13		

	Seite
7. Volkmarsen: Amtsgericht, Gefängnis, Gerichtsdien- wohnhaus und Richterwohnhaus	22
8. Reinerz: Amtsgericht und Gefängnis	23
9. Patschkau: desgl.	24
10. Petershagen a. W.: desgl.	24
11. Wetter (Ruhr): Amtsgericht, Gefängnis und 2 Richterwohn- häuser	24
12. Ziesar: Amtsgericht und Gefängnis	25
13. Kosten: Erweiterungsbau des Amtsgerichts	25
14. Schildberg: Amtsgericht, Gefängnis, Aufseher- und Richterwohnhaus	26
15. Weißenfels: Amtsgericht und Gefängnis	27
16. Höchst a. M.: desgl.	27
17. Elbing: Erweiterungsbau des Land- und Amtsgerichts	28
18. Saarbrücken: Land- und Amtsgericht	29
19. Wartenburg: Amtsrichterwohnhaus	29
20. Schöneck: desgl.	29

XIV. Gefängnisse und Strafanstalten.

1. Freidendez: Altsachsenschuppen für das Zentralgefängnis	30
2. Neumünster: Lager- und Werkstattgebäude für das Zen- tralgefängnis	30

XV. Gebäude der Steuerverwaltung.

1. Elten: Grenzzollamt	30
2. Kolletzischken: Zolleinnehmergehöft und Zollaufseherwohn- haus	30
3. Breslau: Erweiterungsbau des Dienstgebäudes der Königl. Einkommensteuer-Veranlagungs- Kommission	31
4. Dorsten: Zollamt	31
5. Münster: Oberzolldirektion	31
6. Berlin: Erweiterungsbau der Oberzolldirektion	32
7. Cassel: Oberzolldirektion	32
8. Borken: Zollbeamtenwohnhaus	32

XVI. Eichungsämter.

(Fehlen.)

XVII. Forstbauten.

1. Hechingen: Oberförsterwohnhaus	33
2. Wörsdorf: Oberförsterdienstgehöft	33
3. Thorn: desgl.	33
4. Holz: Försterdienstgehöft	33
5. Klausenau: Kiefernsummandarre	34

XVIII. Landwirtschaftliche Bauten.

1. Salm: Domänenpächterwohnhaus	35
2. Voigtshof: desgl.	35
3. Westerregeln: Arbeiterkaserne	35
4. Fiddichow: Rindviehstall	35
5. Saal: desgl.	36
6. Saal: desgl.	36
7. Nieder-Wileza: desgl.	36
8. Schirotzken: Viehstall	37
9. Zilly: Scheune	37
10. Raudenfeld: desgl.	37
11. Johannesburg: Mühlengebäude	37

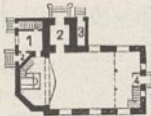
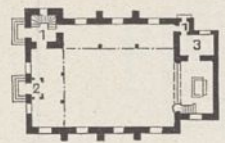

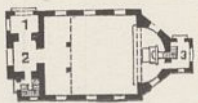
XIX. Gestütsbauten.






1. Bajohrgallen (Hauptgestüt Trakehnen): Ortsarmen- und Vier- familienhaus	37
2. Landgestüt Gnesen: Hengstestall	38
3. Hauptgestüt Trakehnen: Fruchtspeicher	38

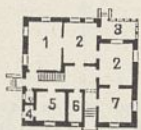
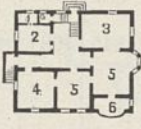



XX. Hochbauten der Wasserbauverwaltung.


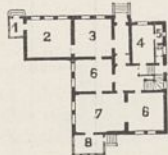
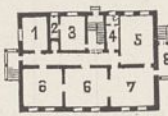

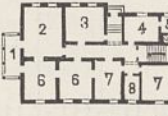
1. Meppen: Werkstattgebäude	38
---------------------------------------	----

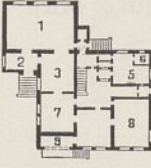

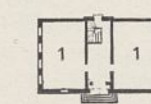
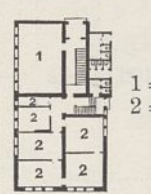
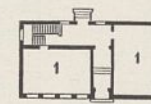
Bemerkung. Um die reinen Baukosten zu erhalten, sind in der Spalte 10 der nachfolgenden Angaben die Kostenbeträge für die sächlichen Bauleitungskosten nicht einbegriffen, aber in Spalte 12 bzw. 13 nachträglich angegeben. In den Gesamtkosten der Bauanlage in Spalte 9 sind die sächlichen Bauleitungskosten mitenthalten.



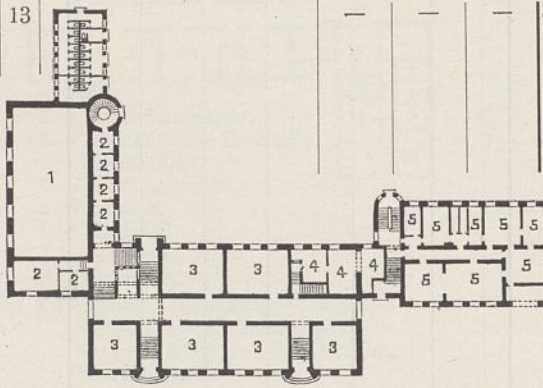
1	2	3	4		5	6	7	8	9		10			11	12	13	14												
			Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk					Zeit der Ausführung	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes	Anzahl und Bezeichnung der Nutz-einheiten					Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschließlich der in Spalte 11, 12 und 13 aufgeführten Kosten)			Kosten der						
																		von	bis	dem An-schlage	der Aus-füh-rung	nach der Ausführung	im ganzen	für 1		Nutz-einheit	inne-ren Ein-ri-ch-tung	Neben-an-lagen	säch-lichen Bau-lei-tung
																								qm	cbm				
Nr.					qm rund	cbm rund		M	M	M	M	M	M	M	M	M	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)												
I. Kirchen.																													
a) Kirchen mit Turmaufbauten.																													
(Fehlen.)																													
b) Kirchen mit Turm.																													
1. Mit Holzdecken.																													
1	Bobau, Evangelische Kirche	Danzig	12	14		187,0	1518,0	155	35 250	37 873	29 450	157,5	19,4	190,0	5356	1517	1550	Putzbau auf Bruchsteinsockel. Biberschwanzdoppeldach. Ofenheizung 525 M.											
					1 = Sakristei, 2 = Vorhallen, 3 = Nebenraum, 4 = Windfang.									davon: Kanzelaltar . . 1845 Harmonium . . 817 1 m Gestühl . . 13,5 1 m Vorbrüstung 15,0 Taufstein . . . 150 3 Glocken . . 1562															
2	Rausehken, desgl.	Allenstein	12	13		385,0	3250,0	497	55 500	55 830	42 953	111,6	13,2	86,4	7732	—	5145	Feldsteinmauerwerk geputzt mit sichtbaren Köpfen. Tür- und Fensterleibungen glatt geputzt. Mönch- und Nonnendach auf Lattung, Turmspitze Kupferdeckung. Ofenheizung 868 M.											
					1 = Vorhallen, 2 = Windfang, 3 = Sakristei.									davon: Instandsetzung des alten Altars 1800 " der " Kanzel 1550 " " " Orgel 1200 " " " Gestühl 2887															
3	Jastrow, Katholische Kirche	Marienwerder	12	13		547,0 (davon unterkellert 53,0)	5720,0	400	96 000	89 013	67 137	122,7	11,7	167,8	10871	4217	6788	Putzbau auf Feldsteinsockel. Biberschwanzdoppeldach, Turm, Treppenturm und Westgiebel Kupferdeckung.											
					1 = Sakristei, 2 = Vorhallen, 3 = Nebenraum.									davon: 2 Nebenaltäre 1306 Orgel . . . 5587 1 m Gestühl . 13,8 2 Beichtstühle 646															
2. Teils mit Holzdecken, teils mit Rabitzdecken.																													
4	Sommerfeld, Evangelische Kirche	Potsdam	13			252,0	2197,0	300	45 400	44 400	32 058 670 (tieferer Gründung)	127,2	14,6	106,9	7428	1116	3128	Putzbau. Biberschwanzkronendach, Turmhelm Kupferdeckung. Altarraum Rabitzdecke. Ofenheizung 566 M.											
					1 = Vorhalle, 2 = Turmhalle, 3 = Sakristei.									davon: Orgel (Instandsetzung der alten) . . . 1202 1 m Gestühl . . . 20,5															

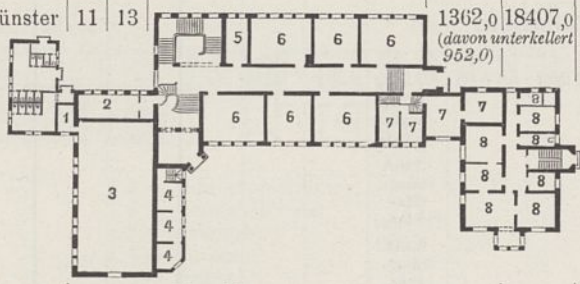
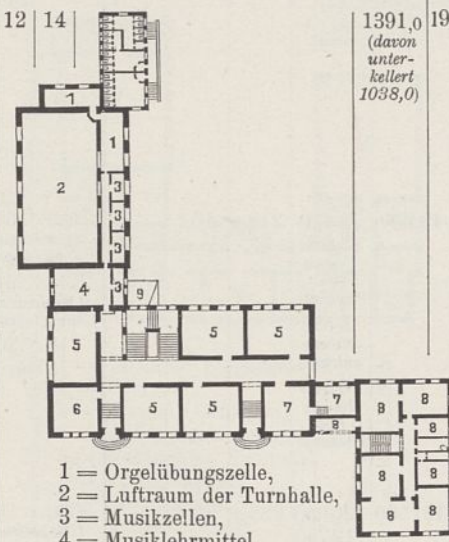
1	2	3	4		5	6	7	8	9		10				11	12	13	14											
			Nr.	Bestimmung und Ort des Baues					Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutz-einheiten					Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschließlich der in Spalte 11, 12 und 13 aufgeführten Kostenbeträge)				Kosten der			Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)	
																			dem An-schlage	der Aus-füh-rung	nach der Ausführung	Neben-gebäude	Neben-an-lagen	säch-lichen Bau-lei-tung	im ganzen	für 1			
																										qm rund	cbm rund		Nutz-einheit
II. Pfarrhäuser.																													
a) Eingeschossige Bauten.																													
1	Niederlauken, Evangelisches Pfarrhaus	Wiesbaden	13	14		137,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	1220,0	—	25 700	25 690	20 815	151,9	17,1	—	1110	3050	715	Putzbau auf Bruchsteinsockel. Deutsches Schieferdach.											
					1 = Küche, 3 = Wohnzimmer, 2 = Speisekammer, 4 = Arbeitszimmer, 5 = Eßzimmer. Im K.: Vorratsräume, Waschküche, Plättstube. „ D.: Schlafzimmer, Fremdenzimmer, Bad.																								
2	Klein-Bartloff, Katholisches Pfarrhaus	Erfurt	13	14		192,0 <i>(davon unterkellert 109,0)</i>	1182,0	—	28 920	27 499	20 845	108,6	17,6	—	3173	3420	61	Putzbau auf Sandsteinsockel. Pfannendach. Persönliche Bauleitungskosten 1446 M.											
					1 = Speisekammer, 4 = Eßzimmer, 2 = Küche, 5 = Bad, 3 = Wohnzimmer, 6 = Schlafzimmer, 7 = Arbeitszimmer. Im K.: Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Fremdenzimmer, Kammern.																								
3	Banfe, Evangelisches Pfarrhaus	Arnsberg	13			195,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	1650,0	—	37 600	35 650	34 400	176,4	20,8	—	—	3700	—	Putzbau auf Bruchsteinsockel. Giebel teils ausgemauertes, teils verbrettertes, teils beschiefertes Fachwerk. Deutsches Schieferdach.											
					1 = Arbeitszimmer, 4 = Speisekammer, 2 = Warteraum, 5 = Wohnzimmer, 3 = Küche, 6 = Eßzimmer, 7 = Halle. Im K.: Konfirmandensaal, Waschküche, Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Mädchenkammer, Bad.						550 <i>(innere Einrichtung des Konfirmandensaales)</i>																		
4	Niestronno, Katholisches Pfarrhaus	Bromberg	13	14		198,0 <i>(davon unterkellert 114,0)</i>	1216,0	—	24 000	22 500	18 961	95,8	15,6	—	—	2440	1099	Putzbau. Sockel Feldsteinverblendung. Ziegelkronendach.											
					1 = Halle, 5 = Speisekammer, 2 = Arbeitszimmer, 6 = Wohnzimmer, 3 = Eßzimmer, 7 = Schlafzimmer, 4 = Küche, 8 = Wirtschaftlerin. Im K.: Waschküche, Plättstube, Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Fremdenzimmer, Mädchenkammer.																								
5	Groß-Görschen, Evangelisches Pfarrhaus	Merseburg	13	14		202,0 <i>(davon unterkellert 170,0)</i>	1533,0	—	29 660	25 641	17 937	88,8	11,7	—	1911	4148	1495	Putzbau. Sockel Bruchsandstein. Ziegeldoppeldach.											
					1 = Arbeitszimmer, 4 = Wohnzimmer, 2 = Speisekammer, 5 = Eßzimmer, 3 = Küche, 6 = Halle. Im K.: Waschküche, Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Mädchenkammer, Bad.						150 <i>(tieferer Gründung)</i>																		

1	2	3	4	5	6	7	8	9		10				11	12	13	14			
								Gesamtkosten der Bauanlage nach	Kosten des Hauptgebäudes (ausschließlich der in Spalte 11, 12 und 13 auf- geführten Kostenbeträge)	Kosten der								Bemerkungen (Die hier ange- gebenen Kosten sind mit Aus- nahme der per- sönlichen Bau- leitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)		
										Neben- gebäude	Neben- anlagen	säch- lichen Bau- lei- tung	nach der Ausführung							
													im ganzen						qm rund	cbm rund
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regie- rungs- bezirk	Zeit der Aus- füh- rung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schob qm rund	Ge- samt- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund	Anzahl und Be- zeich- nung der Nutz- ein- heiten	dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	M	M	M	M	M	M	M				
6	Langenau, Evangelisches Pfarrhaus	Marien- werder	13 14	 1 = Eßzimmer, 4 = Speisekammer, 2 = Wohnzimmer, 5 = Küche, 3 = Halle, 6 = Bad, 7 = Arbeitszimmer. Im K.: Waschküche, Plättstube, Vorratsräume, Heizraum. „ D.: Schlafzimmer, Fremden- zimmer, Mädchenkammer.	207,0 (davon unter- kellert 186,0)	1575,0	—	35 810	33 450	26 060	125,9	16,5	—	1630	4730	1030	Putzbau. Sockel Ziegel- rohbau. Pfannendach. Niederdruck- warmwasser- heizung 2765 M.			
7	Massen, desgl.	Frank- furt a. O.	13 14	 1 = Speisekammer, 4 = Arbeitszimmer, 2 = Küche, 5 = Wohnzimmer, 3 = Eßzimmer, 6 = Halle. Im K.: Waschküche, Plättstube, Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Mädchen- kammer, Bad.	210,0 (ganz unter- kellert)	1572,0	—	29 680	28 162	23 656	112,6	15,0	—	1734	2716	56	Putzbau. Sockel Bruchstein- verblendung. Ziegelkronen- dach.			
8	Hohenwerbig, desgl.	Potsdam	13	 1 = Speisekammer, 4 = Eßzimmer, 2 = Küche, 5 = Arbeitszimmer, 3 = Wohnzimmer, 6 = Halle. Im K.: Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Mädchen- zimmer, Bad.	210,0 (davon unter- kellert 140,0)	1280,0	—	29 400	23 700	21 689	103,3	16,9	—	—	1100	911	Putzbau. Sockel Ziegel- rohbau. Ziegelkronen- dach.			
9	Osterode, desgl.	Allen- stein	13 14	 1 = Halle, 5 = Speisekammer, 2 = Wohnzimmer, 6 = Küche, 3 = Eßzimmer, 7 = Sakristei, 4 = Arbeitszimmer, 8 = Kirche. Im K.: Konfirmandensaal, Waschküche, Heizraum, Vorratsräume.	228,0 (ganz unter- kellert)	1799,0	—	33 700	36 320	35 135	154,1	19,5	—	—	—	1185	Putzbau. Pfannendach.			
10	Rhein, desgl.	Allen- stein	13 15	 1 = Speisekammer, 4 = Wohnzimmer, 2 = Küche, 5 = Arbeitszimmer, 3 = Bad, 6 = Eßzimmer, 7 = Halle. Im K.: Waschküche, Rollkammer, Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Fremden- zimmer, Mädchenkammer.	235,0 (davon unter- kellert 147,0)	1764,0	—	36 500	35 625	26 340 578 (tiefer Grün- dung)	112,1	14,9	—	3327	3934	1446	Putzbau auf Feldstein- sockel. Pfannendach.			

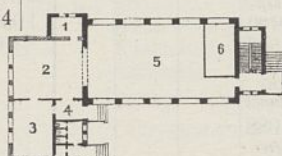
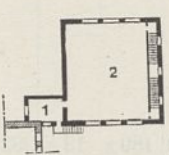
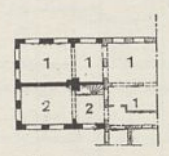
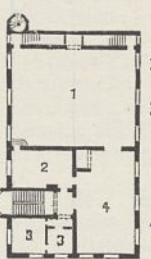
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10			11	12	13	14	
								Gesamtkosten der Bauanlage nach	Kosten des Hauptgebäudes (ausschließlich der in Spalte 11, 12 und 13 auf- geführten Kostenbeträge)	Kosten der							
										Neben- gebäude	Neben- anlagen	säch- lichen Bau- lei- tung					
																	nach der Ausführung
dem An- schlage	der Aus- füh- rung	im ganzen	für 1		Nutz- einheit												
			qm	cbm													
			rund	rund	rund												
11	Raschau, Katholisches Pfarrhaus	Oppeln	14	 1 = Wirtschaftlerin, 6 = Küche, 2 = Schlafzimmer, 7 = Bad, 3 = Wohnzimmer, 8 = Warteraum, 4 = Eßzimmer, 9 = Arbeitszimmer, 5 = Speisekammer, 10 = Halle. Im K.: Waschküche, Backraum, Vorratsräume. „ D.: Fremdenzimmer, Mädchen- kammer.	236,0 (davon unter- kellert 231,0)	1543,0	—	26 500	26 060	24 680 650 (tiefere Grün- dung)	104,6	16,0	—	—	89	641	Putzbau. Ziegelkronen- dach.
12	Theerofen, Evangelisches Pfarrhaus	Brom- berg	14 15	 1 = Windfang, 5 = Speisekammer, 2 = Konfirmandensaal, 6 = Wohnzimmer, 3 = Arbeitszimmer, 7 = Eßzimmer, 4 = Küche, 8 = Halle. Im K.: Waschküche, Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Fremdenzimmer, Mädchenkammer, Bad.	240,0 (davon unter- kellert 155,0)	1617,0	—	35 000	34 100	25 400	105,8	15,7	—	3000	3100	2600	Ziegelrohbau. Sockel Feldstein- verblendung. Ziegelkronen- dach.
13	Döbern N.-L., desgl.	Frank- furt a. O.	12 13	 1 = Arbeitszimmer, 5 = Schlafzimmer, 2 = Speisekammer, 6 = Wohnzimmer, 3 = Küche, 7 = Eßzimmer, 4 = Bad, 8 = Halle. Im K.: Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Fremdenzimmer, Mädchenkammer.	255,0 (davon unter- kellert 140,0)	1746,0	—	27 500	29 200	28 100	110,2	16,1	—	—	1100	—	Putzbau. Sockel Ziegel- rohbau. Ziegelkronen- dach.
14	Karzen, desgl.	Breslau	13 14	 1 = Eßzimmer, 5 = Warteraum, 2 = Speisekammer, 6 = Arbeitszimmer, 3 = Küche, 7 = Halle, 4 = Wohnzimmer, 8 = Eingang zur Waschküche. Im K.: Waschküche, Vorratsräume. „ D.: Schlafzimmer, Mädchenkammer, Bad.	261,0 (davon unter- kellert 175,0)	1876,0	—	28 000	28 776	27 765	106,4	14,8	—	—	—	1011	Putzbau auf Bruchstein- sockel. Ziegelkronen- dach.
15	Schwachen- walde, desgl.	Frank- furt a. O.	13 14	 1 = Halle, 5 = Speisekammer, 2 = Eßzimmer, 6 = Wohnzimmer, 3 = Arbeitszimmer, 7 = Schlafzimmer, 4 = Küche, 8 = Bad. Im K.: Waschküche, Vorratsräume. „ D.: Fremdenzimmer.	276,0 (davon unter- kellert 172,0)	1709,0	—	27 000	27 084	26 185	94,9	15,3	—	—	899	—	Putzbau. Sockel Ziegelstein- verblendung. Ziegeldoppel- dach.

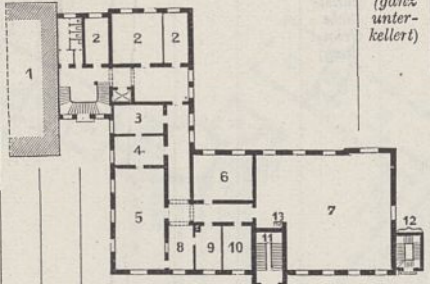
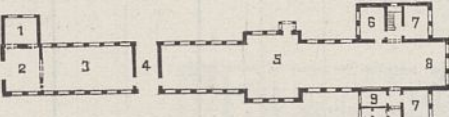

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutz-einheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschließlich der in Spalte 11, 12 und 13 aufgeführten Kostenbeträge)				Kosten der			Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)
								dem An-schlage M	der Aus-führung M	im ganzen M	nach der Ausführung für 1			Neben-gebäude M	Neben-an-lagen M	säch-lichen Bau-lei-tung M	
											qm rund	cbm rund	Nutz-einheit M rund				
16	Papitz, Evangelisches Pfarrhaus	Merseburg	13 14	 1 = Konfirmandensaal, 2 = Flur, 3 = Arbeitszimmer, 4 = Anrichte, 5 = Küche, 6 = Speisekammer, 7 = Wohnzimmer, 8 = EBzimmer, 9 = Halle. Im K.: Waschküche, Vorratsr. " D: Schlafzimmer, Mädchenkammer, Bad.	283,0 (davon unterkellert 138,0)	1884,0	—	33 100	33 099	28 311	100,0	15,0	—	—	3590	1198	Putzbau auf Bruchsandsteinsockel. Ziegel-doppeldach.
b) Mehrgeschossige Bauten. (Fehlen.)																	
III. Elementarschulen.																	
a) Mit 1 Schulzimmer.																	
1	Lüne, Küsterschul-gehöft	Lüneburg	13 14	 1 = Schulzimmer, 2 = Lehrmittel, 3 = Wohnung eines verheir. Lehrers. Im K.: Waschküche, Vorratsr. " D.: 1 Giebelstube.	237,0 (davon unterkellert 148,0)	1390,0	70	25 100	24 128	19 697 250 (tieferer Gründung)	83,1	14,2	281,4	956	3225	—	Ziegelrohbau. Straßengiebel ausgemauertes Eichen-fachwerk. Pfannendach.
b) Mit 2 Schulzimmern.																	
2	Möllenbeck, desgl.	Cassel	13 14	 1 = Schulzimmer. Im K.: Vorratsräume. " I.: Wohn. eines verh. Lehrers.	170,0 (davon unterkellert 81,0)	1274,0	140	21 900	21 550	18 210	107,1	14,3	130,1	1840	1500	—	Putzbau auf Bruchsteinsockel. Hohlziegel-dach, Mansarde Schildziegel.
3	Breitenholz, desgl.	Erfurt	13 14	 1 = Schulzimmer, 2 = Wohnung eines verh. Lehrer. Im K. Waschküche, Vorratsräume. " I.: 1 Schulzimmer, 1 Wohnung für einen verh. Lehrer. " D.: 2 Bodenkammern.	253,0 (davon unterkellert 157,0)	2370,0	134	44 500	45 385	33 930	134,1	14,3	253,2	5638 (Wirtschaftsgebäude) 1660 (Abortgebäude)	3038	1119	Putzbau auf Sandsteinsockel. Obergeschoß teilweise ausgemauertes Eichen-fachwerk. Fittigziegel-dach.
c) Mit 3 Schulzimmern. (Fehlen.)																	
d) Mit 4 Schulzimmern.																	
4	Bergwitz, Schulgehöft	Merseburg	13 14	—	—	—	—	61 000	61 200	—	—	—	—	—	—	2680	—
a) Schulgebäude																	
				 1 = Schulzimmer. Im K.: Vorratsräume, " I.: Schulzimmer, Lehrmittelraum.	190,0 (davon unterkellert 86,0)	1800,0	279	20 500	21 117	21 117	111,1	11,7	75,7	—	—	—	Putzbau. Sockel Granitbruchsteine. Ziegel-doppeldach.

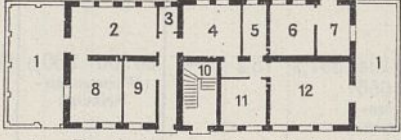

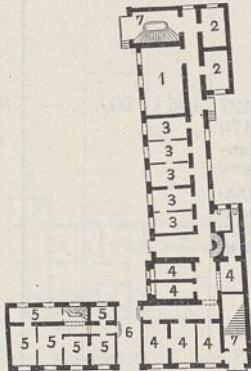
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10				11		12	13
								Gesamtkosten der Bauanlage nach	Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 auf- geführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen	Kosten der		Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Aus- nahme der persön- lichen Bauleitungs- kosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)					
										Heizungs- anlage			säch- lichen Bau- lei- tung				
										im ganzen	für 1			im gan- zen	für 100 cbm		
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regie- rungs- bezirk	Zeit der Aus- füh- rung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schöß qm rund	Ge- samt- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund	Anzahl und Be- zeich- nung der Nutz- ein- heiten	dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	im ganzen M	qm rund M	cbm rund M	Nutz- einheit M rund	im gan- zen M	für 100 cbm M		
	c) Abort- gebäude	—		15 = Abortanbau.	—	—	—	4 600	5 230	—	—	—	—	—	—	—	Putzbau. Sockel Granitbruchstein. Holzzementdach.
	d) Neben- anlagen	—		—	—	—	—	20 400	26 360	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Innere Ein- richtung	—		—	—	—	—	23 500	22 870	—	—	—	—	—	—	—	—
	f) Sächl. Bau- leitungskosten	—		—	—	—	—	12 930	9 186	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Suhl, Direktor- wohnhaus für die Oberrealschule	Erfurt	13 14	 <p>1 = Speise- kammer, 2 = Küche, 3 = Kleider- ablage, 4 = EBzimmer, 5 = Wohnzimmer, 6 = Halle.</p> <p>Im K.: Waschküche, Vorratsräume. „ I.: Schlafzimmer, Mädchenkammer, Bad.</p>	169,0 <i>(davon unterkellert 163,0)</i>	1461,0	—	29 800	30 281	26 184 2 686 <i>(Nebenanlagen)</i> 223 <i>(tieferer Gründung)</i>	154,9	17,9	—	—	—	1188	Putzbau. Sockel Kalkstein- verblendung. Ziegeldoppeldach.
4	Neustadt (O.-Schl.), Direktor- wohnhaus für das Gymnasium	Oppeln	13 14	 <p>1 = Kleider- ablage, 2 = Wohn- zimmer, 3 = Halle, 4 = Küche, 5 = Speisekammer, 6 = Anrichte, 7 = EBzimmer.</p> <p>Im K.: Waschküche, Heizraum, Vor- ratsräume. „ I.: Schlafzimmer, Bad. „ D.: Mädchenkammer.</p>	207,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	1937,0	—	33 500	32 855	29 473 427 <i>(Nebenanlagen)</i> 507 <i>(tieferer Gründung)</i>	142,4	15,2	—	2156 <i>(Warmwasser- heizung)</i>	232,2	2448	Putzbau. Ziegelkronendach.
VI. Seminare.																	
1	Krotoschin, Lehrerseminar (Externat)	Posen	11 13		—	—	—	336 500	321 874	—	—	—	—	—	—	13 106	Persönliche Bauleitungskosten 12 772 M.
	a) Haupt- gebäude	—		<p>3 = Klassen, 4 = Schuldienerswohnung.</p> <p>Im K.: Stube und Kammer zur Schul- dienerswohnung, Baderäume, Heiz- raum, Werkstatt, Vorratsräume. „ I.: Klassen, Lehrmittel, Bücherei, Beratungszimmer, Direktorz. „ II.: Klassen, Zeichensaal, Lehrmittel, Sammlungsraum, Modelle.</p>	632,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	9952,0	90 Semi- naristen	137 000	124 829	124 829	197,5	12,5	1387,0	11 944 <i>(Niederdruck- dampfheizung)</i> 422 <i>(Öfen)</i>	189,6	—	Putzbau. Sockel Granitverblendung. Mönch- u Nonnen- dach. Dachreiter Kupferbekleidung.

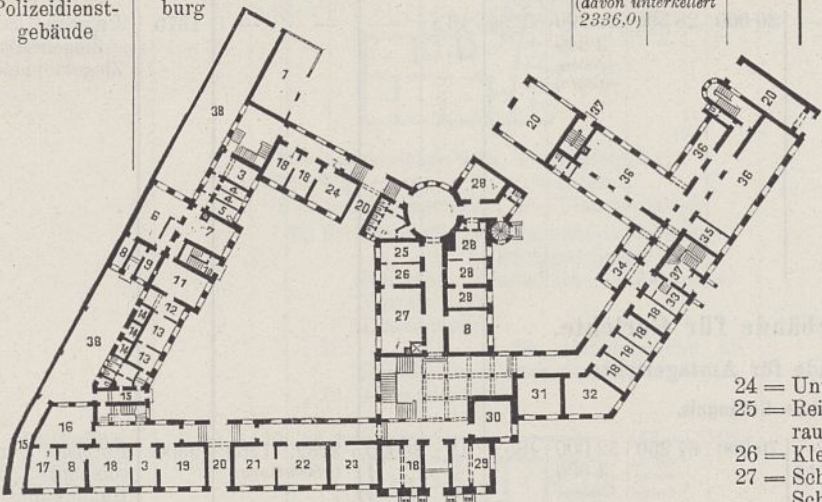
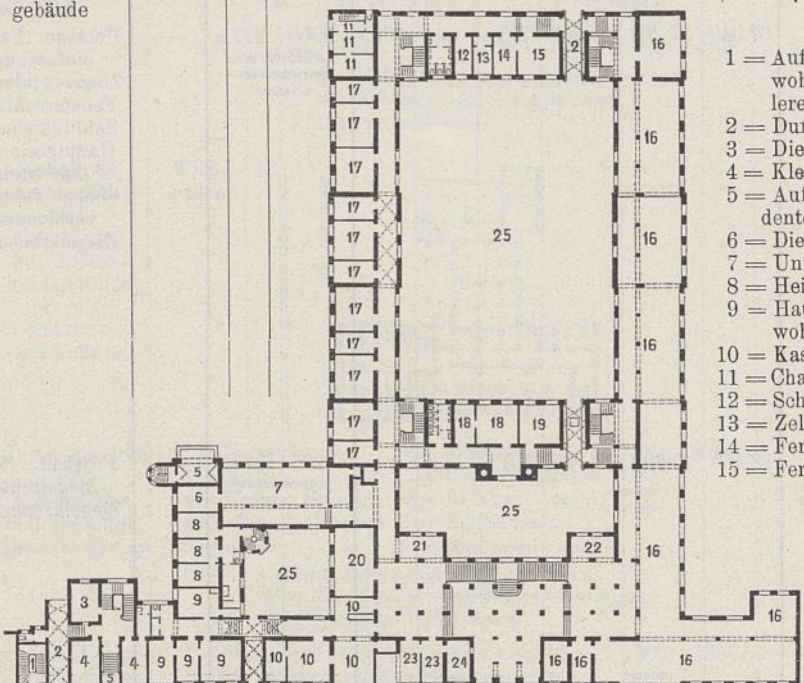
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11		12	13		
									Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen		Kosten der Heizungsanlage				sächlichen Bauleitung	
									dem Anschlag	der Ausführung	im ganzen	nach der Ausführung		im ganzen				für 100 cbm
												qm	cbm					
3	Coesfeld i. W., Lehrerseminar (Externat)	Münster	11 13		1362,0 (davon unterkellert 952,0)	18407,0	90 Seminari- naristen	355 600	347 584	263 823 20 510 (Neben- anlagen) 45 500 (innere Ein- richtung) 6 088 (tiefere Grün- dung)	193,7	14,3	2931,4	15 168 (Niederdruck- dampfheizung) 1 036 (Öfen)	165,0 71,0	11 663	Putzbau. Archi- tekturteile an den Eingängen aus Werkstein. Pfannendach, teil- weise Holzzement- dach. Turmhaube Kupferdeckung.	
4	Ratingen, Lehrerseminar (Externat)	Düssel- dorf	12 14		1391,0 (davon unter- kellert 1 038,0)	19345,0	90 Seminari- naristen	332 200	330 200	263 300 23 200 (Neben- anlagen) 28 200 (innere Ein- richtung) 1 800 (tiefere Grün- dung)	189,3	13,6	2925,6	12 370 (Niederdruck- dampfheizung) 1 490 (Öfen)	120,0 93,0	13 700	Putzbau. Haupt- eingang aus Sand- stein. Sockel aus Basaltlavaverk- steinen. Holländisches Pfannendach. Persönliche Bauleitungskosten 20 000 M.	

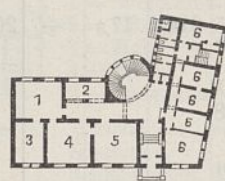
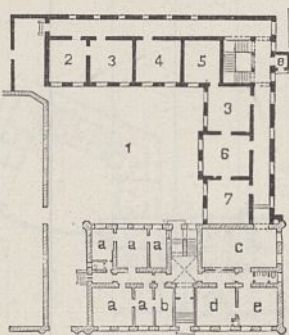
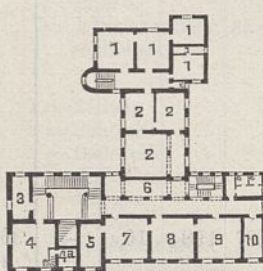
b) Einzelne Gebäude.
(Fehlen.)

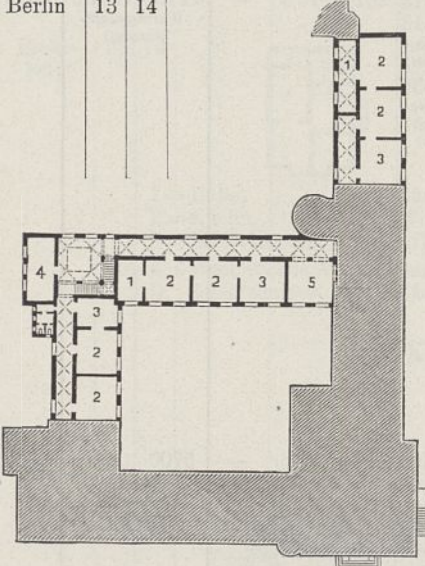
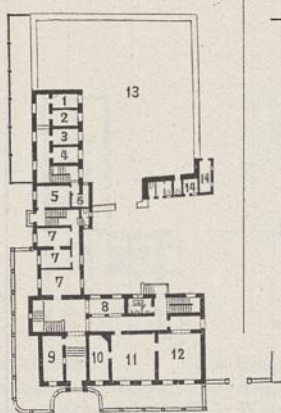
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11		12	13		
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutz-einheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen			Kosten der Heizungs-anlage		sächlichen Bauleitung	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)	
								dem An-schlage M	der Aus-führung M	nach der Ausführung im ganzen M	für 1		im ganzen M	für 100 cbm M			
											qm rund	cbm rund					Nutz-einheit M rund
VII. Turnhallen.																	
1	Paderborn, Turnhalle für das Gymnasium	Minden	12 14	 1 = Lehrerzimmer, 2 = Geräteraum, 3 = Kleiderablage, 4 = Windfang, 5 = Turnhalle, 6 = Sprunggrube. Im K.: Vorratsraum. " I.: Zeichensaal, 1 Klasse, Modellräume, Kleiderablage.	292,0 (davon unterkellert 37,0)	3765,0	600 Schüler	60 900	58 846	40 295 1 970 (Nebenanlagen) 3 900 (innere Einrichtung) 4 000 (künstliche Gründung) 5 996 (Umbau der alten Turnhalle) 780 (Abbrucharbeiten)	138,0	10,7	67,2	—	—	1905	Ziegelrohbau mit Putznischen. Sockel von Bruchsteinen. Deutsches Schiefdach. Persönliche Bauleitungskosten 546 M.
VIII. Gebäude für akademischen und Fachunterricht.																	
A. Hörsaal- und Institutsgebäude.																	
1	Göttingen, Erweiterung des Hörsaalgebäudes der Universität	Hildesheim	13 14	 1 = Vorbereitungszimmer, 2 = Hörsaal. Im K.: Kleiderablage, Aborte, Vorratsräume.	209,0 (ganz unterkellert)	1644,0	—	34 700	31 764	25 906 3 975 (innere Einrichtung)	124,0	15,8	—	4085 (Niederdruckdampfheizung)	382,5	1883	Putzbau. Sockel Bruchsteinverblendung. Kiespappdach.
2	Kiel, Um- und Erweiterungsbau des Physikalischen Instituts der Universität	Schleswig	14	 1 = Sammlungsräume, 2 = Werkstatt. Im K.: Heizerwohnung. " I.: Räume für Praktikanten.	1440,0 (ganz unterkellert)	1901,0	—	54 500	49 930	31 420 3 550 (Umbau im Altbau) 5 535 (Nebenanlagen) 6 545 (innere Einrichtung)	218,2	16,5	—	945 (Warmwasserheizung)	625,8	2880	Ziegelrohbau.
3	Halle a. d. S., Tierzucht-institut der Universität	Merseburg	13 14	 1 = Hörsaal, 2 = Hand-sammlung, 3 = Wohn-u. Schlaf-zimmer des Assistenten. 4 = Skelett-sammlung. Im K.: Wohnung für 1 Untergebenen, Kleiderablage, Anlieferungsraum, Vorbereitungsraum, Heizraum, Vorratsräume. " I.: Laboratorium, Direktorzimmer, Bücherei, Arbeitszimmer. " D.: Sammlungsraum.	539,0 (davon unterkellert 471,0)	8200,0	—	193 700	191 500	126 060 12 750 (Hallen-anbau) 10 000 (Nebenanlagen) 30 900 (innere Einrichtung)	233,9	15,4	—	8500 (Niederdruckdampfheizung)	156,0	11 790	Putzbau. Ziegeldoppeldach. Persönliche Bauleitungskosten 1800 M.

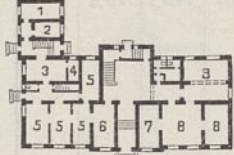

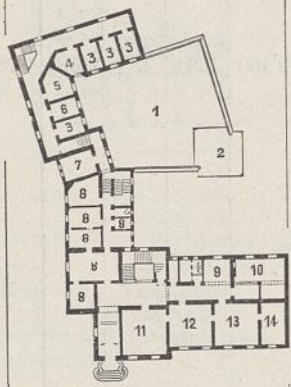
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11		12	13		
									Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen				Kosten der Heizungsanlage				sächlichen Bauleitung	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)
									nach der Ausführung				im ganzen	für 100 cbm				
									dem Anschlag	der Ausführung	im ganzen	für 1						
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	dem Anschlag M	der Ausführung M	im ganzen M	qm rund M	cbm rund M	Nutzeinheit M	im ganzen M	für 100 cbm M	sächlichen Bauleitung M	Bemerkungen	
C. Anderweitige dem akademischen Unterricht dienende Gebäude.																		
a) Geologische Anstalten.																		
8	Berlin, Erweiterung der Geologischen Landesanstalt	Berlin	12 14		979,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	19116,0	—	564 500	541 262	350 194 41 656 <i>(Nebenanlagen)</i> 110 759 <i>(innere Einrichtung)</i> 14 374 <i>(tiefere Gründung)</i>	357,7	18,3	—	26 966 <i>(Warmwasserheizung)</i>	200,0	24 279	Putzbau. Sockel Granitverblendung. Schiefdach. Persönliche Bauleitungskosten 12 375 M.	
b) Versuchsanstalten.																		
9	Danzig, Versuchsanstalt für Wasserbau und für Strömungserscheinungen der Technischen Hochschule	Danzig	12 14		534,0 <i>(nicht unterkellert)</i>	3208,0	—	73 000	72 175	61 599 2 612 <i>(Nebenanlagen)</i> 2 525 <i>(innere Einrichtung)</i> 2 128 <i>(tiefere Gründung)</i>	115,4	19,2	—	2 964	110,0	3 311	Ziegelrohbau. Ziegeldoppeldach.	
c) Stall- und andere Gebäude.																		
10	Berlin, Seuchenabteilungen der Hundeklinik der Tierärztlichen Hochschule	Berlin	10 13		374,0 <i>(nicht unterkellert)</i>	1941,0	—	58 000	57 000 <i>(für beide Gebäude)</i>	39 427 3 470 <i>(Nebenanlagen)</i> 14 000 <i>(innere Einrichtung)</i>	105,4	20,0	—	6 637 <i>(Niederdruckdampfheizung)</i>	517,7	103	Wie vor. Persönliche Bauleitungskosten 2000 M.	


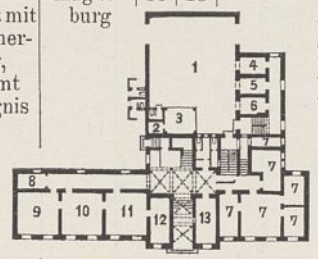
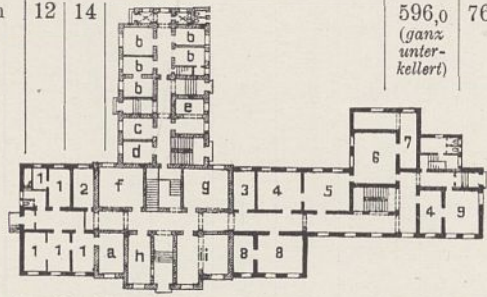
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10			11		12	13		
								Gesamtkosten der Bauanlage nach	dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 auf- geführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen			Kosten der			Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Aus- nahme der persön- lichen Bauleitungs- kosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)	
											nach der Ausführung			Heizungs- anlage				
											im ganzen M	qm M rund	cbm M rund	Nutz- einheit M rund				im gan- zen M
11	Berlin, Tierstall- gebäude für das Physiologische und Chemische Institut der Tierärztlichen Hochschule	Berlin	10 12		174,0 (nicht unter- kellert)	1035,0	—	32 400	27 207	21 867 1 650 (Neben- anlagen) 3 690 (künst- liche Grün- dung)	125,7	21,1	—	1568	276,1	—		Ziegelrohbau mit Putzflächen. Ziegelkronendach.
12	Berlin- Dahlem, Direktor- wohnhaus des Pflanzen- physiologischen Instituts der Universität	Berlin	12 13		235,0 (ganz unter- kellert)	2355,0	—	47 900	49 361	47 114	200,5	20,0	—	3794	315,1 (Niederdruck- warmwasser- heizung)	2247	Putzbau. Ziegelkronendach. Persönliche Bauleitungskosten 1000 M.	
<p>D. Wohnhäuser.</p>																		
<p>IX. Gebäude für Kunst und Wissenschaft. (Fehlen.)</p>																		
<p>X. Gebäude für technische und gewerbliche Zwecke. (Fehlen.)</p>																		
<p>XI. Gebäude für gesundheitliche Zwecke. (Fehlen.)</p>																		
<p>XII. Ministerial- und Verwaltungsgebäude.</p>																		
<p>A. Dienstgebäude.</p>																		
1	Danzig, Geschäfts- gebäude für die Weichselstrom- bauverwaltung und das Provinzial- Schulkollegium	Danzig	11 13		773,0 (ganz unter- kellert)	14536,0	—	290 000	297 289	274 271 4 980 (Neben- anlagen) 3 909 (innere Ein- richtung)	354,8	18,9	—	18 880	228,3 (Niederdruck- warmwasser- heizung) 1800 (Öfen)	14 129	Putzbau. Ziegeldoppeldach.	
<p>1 = Archiv, 5 = Dienstwohnung, 2 = Aktenräume, 6 = Durchfahrt, 3 = Dienstwohnung, 7 = Eingang zu den 4 = " Diensträumen. Im K.: Waschküche, Heizraum, Geräte- raum, Vorratsräume. " I.: Sitzungssaal, Diensträume. " II.: Diensträume. " III.: " " " D.: " , Plankammer.</p>																		

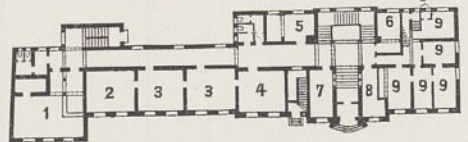

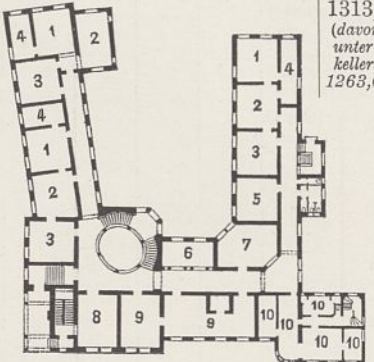
1 Nr.	2 Bestimmung und Ort des Baues	3 Regierungsbezirk	4 Zeit der Ausführung		5 Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	6 Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	7 Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	8 Anzahl und Bezeichnung der Nutz-einheiten	9 Gesamtkosten der Bauanlage nach		10 Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen				11 Kosten der Heizungs-anlage		12 sächlichen Bau-leitung	13 Bemerkungen <small>(Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)</small>	
			von	bis					dem An-schlage	der Aus-führung	nach der Ausführung				im ganzen	für 1			
									M	M	im ganzen	qm	cbm	Nutz-einheit		M			M
									M	M	M	rund	rund	rund	M				
2	Magdeburg, Polizeidienstgebäude	Magdeburg	10	13		2517,0 <small>(davon unterkellert 2336,0)</small>	50828,0	—	1162930	1081372	901 217 63 481 <small>(Nebenanlagen)</small> 59 868 <small>(innere Einrichtung)</small> 2 024 <small>(tiefere Gründung)</small>	358,1	17,7	—	68987	202,3 <small>(Niederdruck-warmwasser-heizung)</small>	54782	Putzbau. Sockel teils Granit-, teils Kalksteinverblendung. Architekturteile, Gesimse, Erker, Tür-, Tor- und Fenstereinfassungen aus Muschelkalkstein. Ziegeldoppeldach. Turm Kupferdeckung. Persönliche Bauleitungskosten 48 073 M.	
					<p>Im K.: Heizraum, Waschküche, Desinfektionsraum, Entstaubungsanlage, Nebenräume der Präsidentenwohnung, Vorratsräume.</p> <p>„ I.: Sitzungssaal, Diensträume, Wohnung des Präsidenten, Wohnung des Oberaufsehers.</p> <p>„ II.: Diensträume, Zellen, 1 Dienstwohnung, Räume zur Präsidentenwohnung gehörig.</p> <p>„ III.: Diensträume, Zellen, 2 Dienstwohnungen.</p> <p>„ IV.: (Gefängnisflügel) Zellen.</p> <p>„ D.: Waschküchen, Bekleidungskammern, Bodenkammern, Aktenräume.</p>														
3	Frankfurt a. M., Polizeidienstgebäude	Wiesbaden	11	14		3660,0 <small>(ganz unterkellert)</small>	73814,0	—	1761700	1496660	1269219 45823 <small>(Nebenanlagen)</small> 89 180 <small>(innere Einrichtung)</small> 20763 <small>(tiefere Gründung)</small> 32 685 <small>(Stallgeb. mit einer Dienst-wohnung)</small>	346,8	17,2	—	104892	229,3 <small>(Niederdruck-warmwasser-heizung)</small>	38990	Vorderfront: Granitsockel; Fenstergewände, Stürze und Sohlbänke Dürkheimer Sandstein; Verblendung Altleiningener Sandstein, bei einzelnen Teilen franz. Kalkstein. Hinterfront: Basaltsockel; Fensterumrahmungen und Gesimse Lanter-eckener Sandstein. Hoffronten: Basaltsockel; Fensterumrahmungen und Gesimse roter Miltenberger Main-sandstein. Schieferdach, Turm Kupferdeckung. Persönliche Bauleitungskosten 40 110 M.	
					<p>Im K.: Heizraum, Waschküche, Vorratsräume.</p> <p>„ I.: Sitzungssaal, Diensträume, Präsidentenwohnung.</p> <p>„ II.: Diensträume, Wohnung eines mittleren Beamten.</p> <p>„ D.: Diensträume, Museum, Bodenkammern, Waschküche.</p>														

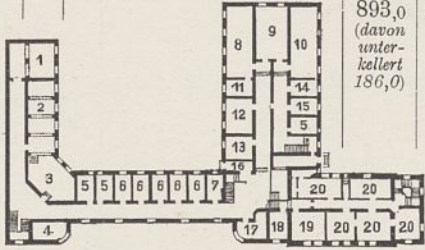
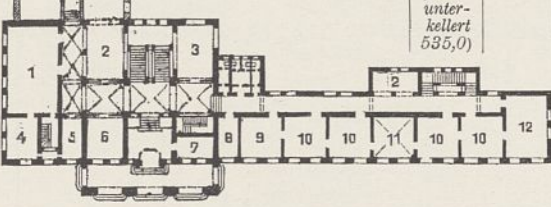
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13							
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen				Kosten der Heizungsanlage		sächlichen Bauleitung	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)		
								dem Anschlag	der Ausführung	nach der Ausführung				im ganzen	für 100 cbm			für 100 cbm	sächlichen Bauleitung
										im ganzen	qm	cbm	Nutzeinheit						
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ rund	ℳ rund	ℳ rund														
3	Kalkberge (Mark), Amtsgericht, Ergänzungsbau	Potsdam	13 14		422,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	6923,0	—	146 000	135 344	110 313 7 413 <i>(Nebenanlagen)</i> 7 638 <i>(innere Einrichtung)</i>	261,5	15,9	—	11 130 281,0 <i>(Warmwasserheizung)</i>	9980	Ziegelrohbau, einzelne Architekturteile in Rüdersdorfer Kalkstein. Hölzernes Hauptgesims. Sockel mit Rüdersdorfer Kalkstein verblendet. Pfannendach.			
				1 = Gerichtsschreiberei, 4 = Registratur, 2 = Warteraum, 5 = Richter, 3 = Grundbuchgewölbe, 6 = Dienstwohnung. Im K.: Raum für beschlagnahmte Sachen, " " Standesamtsregister, Heizraum, Waschküche, Rollkammer, Vorratsräume. " I.: Diensträume. " II.: " , die vorübergehend als Dienstwohn. f. einen Amtsrichter dienen. " D.: Aktenkammern.															
4	Pillkallen, Amtsgericht, Erweiterungs- bau	Gumbinnen	13 14		453,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	5102,0	—	97 659	99 233	76 465 5 800 <i>(Nebenanlagen)</i> 11 409 <i>(innere Einrichtung)</i>	168,8	15,0	—	5700 204,0 <i>(Niederdruck-warmwasser- heizung)</i>	5559	Ziegelrohbau. Teils Ziegeldoppeldach, teils Kupferdach.			
				1 = Hof, 5 = Grundbuchgewölbe, 2 = Schreibstube, 6 = Registratur, 3 = Gerichtsschreiberei, 7 = Richter, 4 = Assessor, [reien, 8 = Windfang. a = Gerichtsdienerswohnung, c = Warteraum, b = Diener, d = Kasse, e = Gerichtsschreiberei. Im K.: Heizraum, Vorratsräume. " I.: Schöffensaal, Diensträume. " D.: Aktenräume.															
5	Rennerod, Amtsgericht und Katasteramt mit Dienst- wohngebäude für den Kataster- kontrolleur	Wiesbaden	13 15		—	—	—	160 500	145 933	—	—	—	—	—	—	2200	Persönliche Bauleitungskosten 3300 ℳ.		
	a) Amtsgericht mit Katasteramt und Gerichtsdienerswohnung			2 = Katasteramt, 6 = Warteraum, 3 = Diener, 7 = Gerichtsschreiberei, 4 = Kasse, (darunter 8 = Richter, [berei, 4a = Tresor) Eingang), 9 = Registratur, 5 = Archiv, 10 = Assessor.	528,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	6363,0	—	113 850	100 901	100 901	191,1	15,9	—	7590 196,6 <i>(Niederdruck-warmwasser- heizung)</i>	—	Erdgeschoß Putzbau. Sockel Bruchstein, Tür- u. Fensterumrahmungen Trachyt. Obergeschoß Schieferbeschlag. Holzgesimsse. Schieferdach.			
	b) Dienstwohngebäude des Katasterkontrolleurs			1 = Wohnung des Katasterkontrolleurs. Im K.: Waschk., Rollkammer, Vorratsr. " I.: 2 Zimmer, Mädchenkammer, Bad. " D.: 2 Dachstuben.	139,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	1356,0	—	22 950	22 933	22 933	165,0	16,9	—	350 71,0 <i>(Ofenheizung)</i>	—	Wie vor.			
	c) Nebenanlagen				—	—	—	10 900	12 299	—	—	—	—	—	—	—			
	d) Innere Einrichtung				—	—	—	10 600	7 600	—	—	—	—	—	—	—			
	e) Sächl. Bauleitungskosten				—	—	—	2 200	2 200	—	—	—	—	—	—	—			

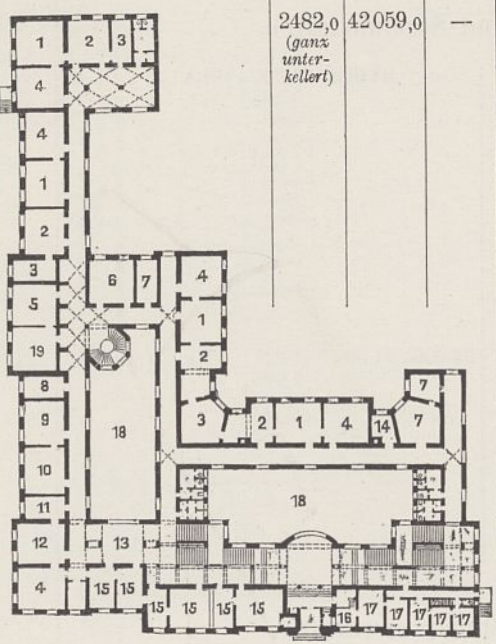


1 Nr.	2 Bestimmung und Ort des Baues	3 Regie- rungs- bezirk	4 Zeit der Aus- füh- rung		5 Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	6 Be- baute Grund- fläche im Erd- geschoß qm rund	7 Ge- sam- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund	8 Anzahl und Be- zeich- nung der Nutz- ein- heiten	9 Gesamtkosten der Bauanlage nach		10 Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 auf- geführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen				11 Kosten der Heizungs- anlage		12 säch- lichen Bau- lei- tung	13 Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Aus- nahme der persön- lichen Bauleitungs- kosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)			
			von	bis					dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	nach der Ausführung	im ganzen M	für 1		im gan- zen M	für 100 cbm M					
													qm	cbm					Nutz- einheit M		
																				rund	rund
6	Berlin-Lichterfelde, Amtsgericht, Erweiterungs- bau	Berlin	13	14		735,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	9103	—	279000	214800	157715 12297 <i>(Nebenanlagen)</i> 24648 <i>(innere Einrichtung)</i> 8950 <i>(Arbeiten im Altbau)</i>	214,6	17,3	—	20337	352,0 <i>(Warmwasserheizung)</i>	11190	Putzbau. Ecken, Giebelabdeckungen u. Fenstergewände an der Straße sowie Fenstersohlbänke der Hofseiten Sandstein. Sockel Kalksteinverblendung. Ziegelkronendach. Persönliche Bauleitungskosten 4310 M.			
b) Bauten mit Gefängnis.																					
7	Volkmarsen, Amtsgericht, Gefängnis, Gerichtsdien- erwohnhaus und Richter- wohnhaus	Cassel	12	15		—	—	—	146920	142212	—	—	—	—	—	—	7797	Persönliche Bauleitungskosten 9200 M.			
a)	Amtsgericht	—	8=	Warteraum, 9=	Diener, 10=	Grundbuch- gewölbe, 11=	Gerichts- schreiberei, 12=	Registratur und Kanzlei. Im K.: Heizraum, Waschküche, Vorrats- und Lagerräume. „ I.: Schöffensaal, Dienst- räume. „ D.: Aktenräume.	281,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	3345,0	1 Richter	56700	55637	55637	198,0	16,6	—	3690	218,3 <i>(Warmwasser- heizung)</i>	—	Putzbau. Sockel Sandsteinverblendung. Architekturteile, Giebel, Hauptgesims und Fenstersohlbänke Sandstein. Hohlziegeldach.
b)	Gefängnis	—	1=	Spülzelle, 2=	Badezelle, 3=	Aufnahmezelle, 4=	Bureau. Im K.: 1 Zelle, Reinigungszelle, Vorratsräume. „ I.: Zellen.	85,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	773,0	8 Zellen	14500	13067	13067	153,7	16,9	1633,4	—	—	—	Putzbau. Sockel Sandsteinverblendung. Hohlziegeldach.	
c)	Gerichtsdien- erwohnhaus	—	5=	Küche, 6=	Speisekammer, 7=	Wohn- u. Schlafz. Im K.: Rollkammer, Vorratsräume. „ D.: 1 Kammer.	103,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	754,0	—	13600	12044	12044	116,9	16,0	—	—	—	—	Wie vor.		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11		12	13										
									Bestimmung und Ort des Baues	Regie- rungs- bezirk	Zeit der Aus- füh- rung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schloß qm rund	Ge- sam- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund			Anzahl und Be- zeich- nung der Nutz- ein- heiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 auf- geführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen				Kosten der		
																		dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	nach der Ausführung				im ganzen M	für 100 cbm M	säch- lichen Bau- lei- tung M
																				im ganzen M	qm rund M	cbm rund M	Nutz- einheit M			
9	Patschkau, Amtsgericht mit Gerichtsdien- erwohnung und Gefängnis	Oppeln	13 15	 425,0 (ganz unterkellert) 4548,0 u. 3-4 Gefangene Im K.: Vorrats- u. Lagerräume. " I.: Schöffensaal, Dienst- räume, Zellen. " D.: Aktenräume. 1 = Rollkammer, 5 = Gerichtsdien- erwohnung, 2 = Waschküche, 6 = Diener, 3 = Küche, 7 = Grundbuchgewölbe, 4 = Speisekammer, 8 = Gerichtsschreiberei, 9 = Registratur.	91 800	80 400	1 Richter	63 092 6 200 (Neben- anlagen) 5 200 (innere Ein- richtung)	148,5	13,9	—	1182 (Ofenheizung)	85,6	5908	Putzbau. Sockel Granit- verblendung. Ziegelkronendach.											
10	Petershagen a. W., Amtsgericht und Gefängnis	Minden	12 14		—	—	—	127 600	121 604	—	—	—	—	—	2655	Persönliche Bauleitungskosten 11518 M.										
	a) Amtsgericht mit Gerichts- dienen- erwohnung	—	—	5 = Gerichtsdien- erwohnung, 450,0 6 = Warteraum, (davon unterkellert 446,0) 7 = Kasse, 8 = Richter, 9 = Gerichtsschreiberei, 11 = Grundbuchgewölbe, 10 = Registratur, 12 = Diener. Im K.: Waschküche, Vorrats- und Lagerräume. " I.: Schöffensaal, Diensträume. " D.: Aktenräume.	4796,0	—	2 Richter	83 700	82 245	82 245	182,8	17,2	41122,5	1524 (Ofenheizung)	96,0	—	Putzbau. Sockel Sandstein- verblendung. Tür- und Fenster- einfassungen Sandstein. Hauptgebäude Hohlfalzziegel- dach, Seitenflügel Hohlziegeldach.									
	b) Gefängnis	—	—	1 = Gefängnishof, 2 = Aufnahmezelle, 3 = Zelle, 4 = Spülzelle. Im K.: Reinigungszelle, Bad, Vorratsraum. " I.: Zellen. — Im D.: Lagerräume.	70,0 (ganz unterkellert)	690,0	6 Gefangene	13 000	13 300	13 300	190,0	19,8	2216,7	514 (Ofenheizung)	402,0	—	Putzbau. Sockel Sandstein- verblendung. Fenstersohlbänke Sandstein. Hohl- ziegeldach.									
	c) Nebenanlagen	—	—	—	—	—	—	14 500	14 704	—	—	—	—	—	—	—										
	d) Innere Einrichtung	—	—	—	—	—	—	11 600	8 700	—	—	—	—	—	—	—										
	f) Sächl. Bauleitungskosten	—	—	—	—	—	—	4 800	2 655	—	—	—	—	—	—	—										
11	Wetter (Ruhr), Amtsgericht, Gefängnis und 2 Richter- wohnhäuser	Arnsberg	12 14		—	—	—	246 850	262 743	—	—	—	—	—	—	22 170	—									
	a) Amtsgericht mit Gerichts- dienen- erwohnung	—	—	8 = Gerichtsdien- erwohnung, 460,0 9 = Warteraum, 10 = Gerichtsschreiberei und Kasse, 11 = Richter, 13 = Gerichtsschreiberei, 12 = Kanzlei, 14 = Grundbuchgewölbe. Im K.: Heizraum, Waschküche, Vorrats- und Lagerräume. " I.: Schöffensaal, Diensträume. " D.: Aktenräume.	5270,0 (ganz unterkellert)	—	2 Richter	88 300	87 312	87 312	189,8	16,6	43656	6681 (Niederdruck- warmwasser- heizung)	255,0	—	Putzbau. Sockel Ruhrkohlen- sandsteinver- blendung. Schiefersdach.									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen			Kosten der Heizungsanlage		Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)	
								dem Anschlag	der Ausführung	nach der Ausführung			im ganzen	für 100 cbm		sächlichen Bauleitung
										im ganzen	qm rund	cbm rund				
								ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
b)	Gefängnis	—	1 = Gefängnishof, 2 = Arbeitsschuppen, 3 = Zellen, [pen, 4 = Spülzelle, Im K.: Heizraum, Bad, Reinigungszelle, Strafzelle, Vorratsräume. „ I.: Zellen. „ II.: Betsaal, Zellen.	196,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	2302,0	16 Gefangene	42 500	43 868	43 868	223,8	19,1	2741,8	3832	303,0	—	Putzbau. Schieferdach.
c)	Richterwohnhaus	—	 1 = Wohnzimmer, 2 = Speisekammer, 3 = Küche, 4 = EBzimmer, 5 = Blumenzimmer. Im K.: Waschküche, Heizraum, Vorratsräume. „ I.: Schlafzimmer, Bad. „ D.: Mädchenkammer.	176,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	1754,0	1 Familie	30 100	30 630	30 630	174,0	17,5	—	1580	192,0	—	Putzbau. Sockel Sandsteinverblendung. Schieferdach.
d)	desgl.	—	Spiegelbild des obigen Grundrisses, sonst wie vor.	—	Wie vor.	—	30 100	30 630	—	—	—	—	—	—	—	Wie vor.
e)	Nebenanlagen	—	—	—	—	—	20 050	28 233	—	—	—	—	—	—	—	—
f)	Innere Einrichtung	—	—	—	—	—	17 800	17 800	—	—	—	—	—	—	—	—
g)	Tiefere Gründung	—	—	—	—	—	—	2 100	—	—	—	—	—	—	—	—
h)	Sächl. Bauleitungskosten	—	—	—	—	—	18 000	22 170	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Ziesar, Amtsgericht mit Gerichtsdienerswohnung, Katasteramt und Gefängnis	Magdeburg	13 15 	527,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	5990,0	—	144 821	123 643	95 983	182,1	16,0	—	1768	115,9	5500	Ziegelrohbau mit kleinen Putzflächen. Sockel Feldsteinverblendung. Ziegelkronendach. Persönliche Bauleitungskosten 8385 ℳ.
			1 = Gefängnishof, 2 = Geräteraum, 3 = Arbeitsschuppen, 4 = Bad, 5 = Aufnahmezelle, 6 = Bureau, 7 = Gerichtsdienerswohnung, 8 = Warteraum, 9 = Hilfsrichter, 10 = Gerichtsschreiberei, 12 = Archiv, 11 = Kasse, 13 = Gerichtsdiener. Im K.: Waschküche, Vorratsräume. „ I.: Schöffensaal, Katasteramt, Dienst-räume, Zellen. „ II.: Gefängnisflügel: Zellen. „ D.: Aktenräume.					13 960 <i>(Nebenanlagen)</i>	8 200 <i>(innere Einrichtung)</i>	426	124,8 <i>(eiserne Öfen)</i>					
13	Kosten, Amtsgericht, Erweiterungsbau	Posen	12 14 	596,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	7605,0	—	125 607	113 638	98 981	166,1	13,0	—	9044	246,7	4000	Putzbau. Lindolithdach.
			1 = Gerichtsdienerswohnung, 2 = Sachverständige, 3 = Gerichtsvollzieher, 4 = Richter, a = Zur Gerichtsdienerswohnung gehörig, b = Aufseherwohnung, c = Bureau, d = Vorräte, 5 = Registratur, 6 = Gerichtsschreiberei, 7 = Grundbuchgewölbe, 8 = Kasse, 9 = Gerichtsschreiberei. e = Kochküche, f = Diener, g = Warteraum, h = Bote, i = Assessoren. Im K.: Waschküche, Heizraum, Vorrats- und Lagerräume. „ I.: Diensträume. — Im D.: Aktenräume.					10 657 <i>(tieferer Gründung)</i>								

1	2	3	4	5	6	7	8	9		10				11		12	13		
								Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen				Kosten der				sächlichen Bauleitung	
								dem Anschlag	der Ausführung	nach der Ausführung für 1				im ganzen	für 100 cbm				
										im ganzen	qm	cbm	Nutz-einheit						
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutz-einheiten	M	M	M	M	M	M	M	M	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)			
15	Weißenfels, Amtsgericht und Gefängnis a) Amtsgericht mit Gerichtsdiennerwohnung	Magdeburg	10 13	—	764,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	12929,0	5 Richter	424 700	453 705	—	—	—	—	—	—	15 210	Persönliche Bauleitungskosten 11 580 M. Putzbau. Sockel Sandbruchstein. Architekturteile, Gesimse und Sohlbänke Sand- und Kunststein. Ziegeldoppeldach.		
		—	—	—	—	—	—	240 000	234 572	234 572	307,0	18,1	46914,0	15914	202,0 <i>(Niederdruck-warmwasser-heizung)</i>	—	—		
			1 = Kasse, 2 = Archiv, 3 = Grundbuchgewölbe, 4 = Richter, 5 = Gerichtsschreiberei, 6 = Amtsanwalt, 7 = Warteraum, 8 = Bote, 9 = Gerichtsdiennerwohnung.	Im K.: Heizraum, 2 Zellen, Waschküche, Lager- und Vorratsräume. " I.: Schöffensaal, Sitzungssaal, Diensträume. " II.: Diensträume. " D.: 1 Schreibstube, Aktenräume.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		b) Gefängnis mit Aufseherwohnung	—	—	—	374,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	4451,0	26 Gefangene	86 500	84 327	84 327	225,5	18,9	3243,7	7681	329,7 <i>(Niederdruck-warmwasser-heizung)</i>	—	—	Putzbau. Sockel Sandbruchstein. Gesimse in Holz und Putz. Ziegeldoppeldach.
			1 = Aufseherwohnung, 2 = Aufnahmezellen, 3 = Bureau, 4 = Krankenzelle, 5 = Vorratsraum, 6 = Speisekammer, 7 = Küche.	Im K.: Heizraum, Waschküche zur Dienstwohnung, Baderäume, Strafzellen, Reinigungszelle, Vorratsräume. " I.: Zellen. " II.: " " III.: Arbeits- und Betsaal, Waschküche, Zellen. " D.: Lagerräume.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		c) Nebenanlagen	—	—	—	—	—	—	24 000	27 630	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		d) Innere Einrichtung	—	—	—	—	—	—	32 800	32 800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
e) Tiefere Gründung	—	—	—	—	—	—	26 500	59 166	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
f) Sächl. Bauleitungskosten	—	—	—	—	—	—	14 900	15 210	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
16	Höchst a. M., Amtsgericht und Gefängnis a) Amtsgericht mit Gerichtsdiennerwohnung und Katasteramt	Wiesbaden	12 15	—	1313,0 <i>(davon unterkellert 1263,0)</i>	19568,0	13 Richter und 1 Katasteramt	698 600	699 000	—	—	—	—	—	—	29 800	Persönliche Bauleitungskosten 10 925 M. Putzbau. Schieferdach.		
		—	—	—	—	—	—	354 300	364 800	364 800	277,8	18,6	26057,1	31115	256,4 <i>(Niederdruck-warmwasser-heizung)</i>	—	—		
	1 = Gerichtsschreibereien, 2 = Registraturen, 3 = Richter, 4 = Archiv, 5 = Referendar, 6 = Warteraum, 7 = Anmeldezimmer, 8 = Bote, 9 = Kasse, 10 = Gerichtsdiennerwohnung.	Im K.: Heizerwohnung, Waschküche, 2 Zellen, Heizraum, Lager- und Vorratsräume. " I.: Schöffensaal, Sitzungssaal, Diensträume. " II.: Diensträume, Katasteramt. " D.: 3 Schreibstuben.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

1	2	3	4	5	6	7	8	9		10				11		12	13	
								Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen				Kosten der Heizungsanlage				sächlichen Bauleitung
								dem An-schlage	der Ausführung	im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm			
											qm	cbm	Nutz-einheit					
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	M	M	M	M	M	M	M	M	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)		
	b) Gefängnis mit Inspektor- und Aufseher-wohnung	—		 <p>1 = Materialienraum, 2 = Holz- und Kohlenraum, 3 = Heizraum, 4 = Geräteraum, 5 = Strafzellen, 6 = Zellen, 7 = Spülzellen, 8 = Küche, 9 = Brennmaterialienraum, 10 = Waschküche, 11 = Speisekammer, 12 = Gemüseputzraum, 13 = Brotkammer, 14 = Wäscheraum, 15 = Reinigungszelle, 16 = Eingang, 17 = Wäscheraum, 18 u. 19 = Lagerräume, 20 = Aufseherwohnung.</p> <p>Im K.: Lager- und Vorratsräume. " I.: Inspektorwohnung, Bureau, Baderäume, Aufseherräume, Zellen. " II.: Aufseherräume, Zellen, Betsaal. " III.: Arztzimmer, Aufseherräume, Zellen, Rollkammer, Trockenkammer, Lagerraum.</p>	893,0 (davon unterkellert 186,0)	11 777	88 Gefangene	226 100	218 100	218 100	244,2	18,5	2478,4	19 930	341,4 (Niederdruck-warmwasser-heizung)	—	Putzbau. Teils Schiefer-, teils Holzzement-dach.	
	c) Nebenanlagen	—						32 000	31 000	—	—	—	—	—	—	—		
	d) Innere Einrichtung	—						56 900	55 300	—	—	—	—	—	—	—		
	e) Sächl. Bauleitungskosten	—						29 300	29 800	—	—	—	—	—	—	—		
B. Geschäftsgebäude für Amts- und Landgerichte.																		
17	Elbing, Erweiterung des Land- und Amtsgerichts	Danzig	12 14	 <p>1 = Schöffensaal, 2 = Warteraum, 3 = Rechtsanwälte, 4 = Beratungszimmer, 5 = Gerichtsvollzieher, 6 = Gerichtsdienner, 7 = Pförtner, 8 = Amtsanwalt, 9 u. 12 = Richter, 10 = Gerichtsschreibereien, 11 = Grundbuchgewölbe.</p> <p>Im K.: 2 Wohnungen f. Unterbeamte, Waschküche, Heizraum, Fahrradraum, Vorratsräume. " I.: Schwurgerichtssaal, Strafkammersaal, Diensträume. " II.: Diensträume. " D.: Schreibstuben, Aktenkammern.</p>	1132,0 (davon unterkellert 535,0)	24 189	—	549 700	510 013	410 082	362,3	17,0	—	32 090	244,5 (Niederdruck-warmwasser-heizung)	15 814	Putzbau. Sockel Feldsteinverblendung, Vorhalle in Muschelkalk, Erker und Giebelornamente Sandstein. Ziegelkronendach. Persönliche Bauleitungskosten 10031 M.	
								6 248 (Nebenanlagen)	53 370 (innere Einrichtung)	24 499 (künstliche Gründung)	620	161,9						

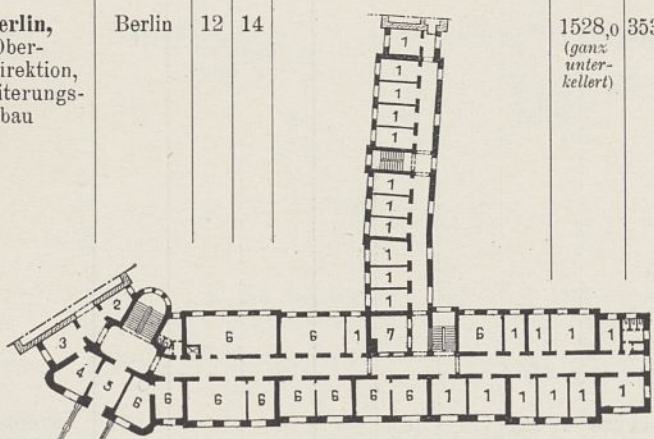
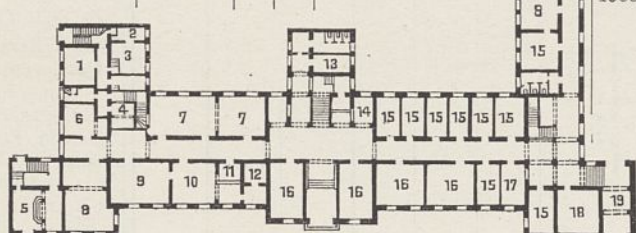
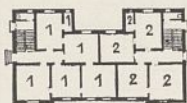
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11		12	13			
									Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen			Kosten der			Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)		
									dem An- schlage M	der Aus- führung M	nach der Ausführung			im ganzen M				Heizungs- anlage	
											für 1 qm M rund	für 1 cbm M rund	Nutz- einheit M rund					gan- zen M	für 100 cbm M
18	Saarbrücken, Land- und Amtsgericht	Trier	11 15		2482,0 (ganz unterkellert)	42059,0	—	1092320	1102000	779399 27510 (Nebenanlagen) 6142 (Aufhöhen des Bauplatzes) 31836 (Straßenbaukosten) 98279 (innere Einrichtung) 114580 (künstliche Gründung)				314,0	18,5	—	49321		
19	Wartenburg, Amtsrichterwohnhaus	Allenstein	13 14		178,0 (davon unterkellert 173,0)	1637,0	1 Wohnung	31550	30700	27037 1700 (Nebenanlagen)	151,9	16,5	—	—	—	1963	Ziegelrohbau. Sockel Feldsteinverblendung. Ziegeldoppeldach.		
20	Schöneck, desgl.	Danzig	12 13		341,0 (davon unterkellert 329,0)	2576,0	2 Wohnungen	55000	53930	45548 5210 (Nebenanlagen)	133,6	16,1	22774	—	—	3172	Putzbau. Sockel Feldsteinrohbau. Ziegelkronendach.		

C. Dienstwohngebäude.



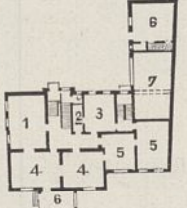
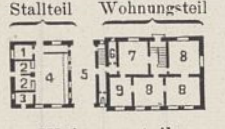
- 1 = Gerichtsschreibe-
reien,
 - 2 = Registraturen,
 - 3 = Archiv,
 - 4 = Richter,
 - 5 = Referendare,
 - 6 = Botenmeister,
 - 7 = Schreibstuben,
 - 8 = Kalkulatur,
 - 9 = Gerichtsvollzieher,
 - 10 = Verteilungsstelle,
 - 11 = Materialienraum,
 - 12 = Obersekretär,
 - 13 = Warteraum,
 - 14 = Bote,
 - 15 = Kasse,
 - 16 = Hausmeister,
 - 17 = Hausmeister-
wohnung,
 - 18 = Höfe.
- Im K.: 1 Wohnung für 1 Unterbeamten, 2 Waschküchen, Heizraum, Vorrats- u. Lagerräume.
 „ I.: Diensträume.
 „ II.: Zivilkammersäle, Diensträume.
 „ D.: 2 Schreibstuben, Aktenkammern.


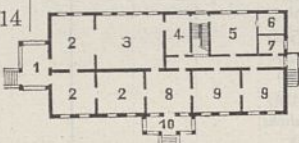
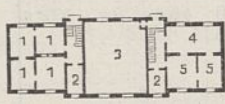
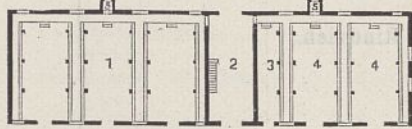
- 1 = Halle,
 - 2 = Wohnzimmer,
 - 3 = Esszimmer,
 - 4 = Küche,
 - 5 = Speise-
kammer.
- Im K.: Waschküche, Vorratsräume.
 „ I.: Schlafzimmer, Bad, Mädchenkammer.

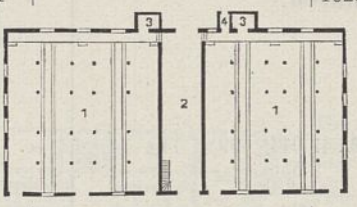
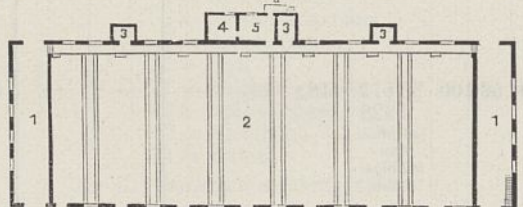
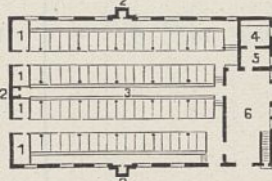
- 1 = Hallen,
 - 2 = Wohnzimmer,
 - 3 = Esszimmer,
 - 4 = Küche,
 - 5 = Speise-
kammer.
- Im K.: 2 Waschküchen, Vorratsräume.
 „ I.: Schlafzimmer, Bad, Mädchenkammer.

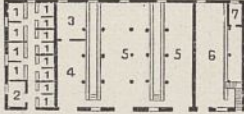
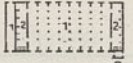
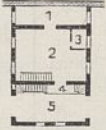

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11		12	13										
									Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund			Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem An-schlage		Kosten des Hauptgebäudes (einschl. der in Spalte 11, ausschl. der in Spalte 12 aufgeführten Kostenbeträge) bzw. der Nebengebäude und der Nebenanlagen nach der Ausführung für 1				Kosten der Heizungs-anlage		Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)
																		M	M	M	qm rund	cbm rund	Nutz-einheit	M	M	
6	Berlin, Oberzoll-direktion, Erweiterungsbau	Berlin	12 14		1528,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	35398,0	—	911 600	817 098	720 968 25 900 <i>(Nebenanlagen)</i> 68 500 <i>(innere Einrichtung)</i>	471,3	20,4	—	46 440	209,0 <i>(Niederdruck-warmwasser-heizung)</i> 860 <i>(Kachelöfen)</i>	31 730	Straßenseite Sandstein, Hofseiten Ziegelverblendung. Sockel Granitverblendung. Schiefdach. Persönliche Bauleitungskosten 15 600 M.									
7	Cassel, Oberzoll-direktion	Cassel	11 14		1673,0 <i>(davon unterkellert 1583,0)</i>	32055,0	—	716 000	673 936	574 856 17 700 <i>(Nebenanlagen)</i> 50 000 <i>(innere Einrichtung)</i>	343,6	17,9	—	49 985	250,7 <i>(Warmwasser-heizung)</i> 333 <i>(Öfen)</i> 98,5	31 380	Putzbau unter Verwendung von Sandstein für die Vorderseiten und Muschelkalkstein für die Hinterseiten. Sockel teils mit Basaltlava, teils mit Muschelkalkstein verblendet. Persönliche Bauleitungskosten 11 500 M.									
8	Borken, Zollbeamten-wohnhaus	Münster	13 14		259,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	2741,0	4 Wohnungen	34 500	35 760	31 195 3 965 <i>(Nebenanlagen)</i>	120,4	11,4	7798,8	—	—	600	Putzbau, Fenster- und Gebäudedecken mit Ziegelsteineinfassung. Hohlfalzziegeldach.									

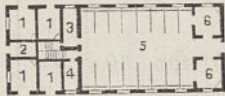
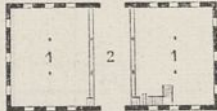
XVI. Eichungsämter.
(Fehlen.)


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	12	13	14													
									Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis					Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamtinhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzlichkeiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschließlich der in Spalte 11, 12 und 13 aufgeführten Kosten)			Kosten der			
																				dem Anschlag	der Ausführung	im ganzen	nach der Ausführung			Nebengebäude	Nebenanlagen	sächlichen Bauleitung
																							qm rund	cbm rund	Nutzeinheit			
Nr.							M	M	M	M	M	M	M	M	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)													
XVII. Forstbauten.																												
A. Oberförstereien.																												
1	Hechingen, Oberförsterwohnhaus	Sigmaringen	13 14	 1 = Halle, 2 = Wohnzimmer, 3 = Dienstzimmer, 4 = Eßzimmer, 5 = Windfang, 6 = Küche, 7 = Speisekammer.	209,0 (ganz unterkellert)	2054,0	—	48 000	47 000	40 000	191,4	19,5	—	—	5000	2000	Putzbau. Sockel Kalksteine. Ziegeldoppeldach. Persönliche Bauleitungskosten 1000 M.											
2	Wörsdorf, Oberförsterdienstgehöft	Wiesbaden	13 14	 1 = Wohnzimmer, 2 = Windfang, 3 = Vorraum, 4 = Küche, 5 = Speisekammer, 6 = Eßzimmer, 7 = Halle.	228,0 (ganz unterkellert)	1984,0	—	49 500	49 740	32 032 1 060 (tiefere Gründung)	140,5	16,1	—	10630 (Stall mit Kutscherwohnung)	5700	318	Putzbau. Sockel Trachytsteinverblendung. Schieferdach.											
3	Thorn, desgl.	Marienwerder	13 14	 1 = Eßzimmer, 2 = Speisekammer, 3 = Küche, 4 = Wohnzimmer, 5 = Dienstzimmer, 6 = Stall, 7 = Remise, 8 = Halle.	353,0 (davon unterkellert 262,0)	3067,0	—	63 000	58 768	49 669 1 988 (tiefere Gründung)	140,7	16,2	—	—	5901	1210	Putzbau. Ziegelkronendach.											
B. Förstereien.																												
4	Holz, Försterdienstgehöft	Trier	13 14	 Wohnungsteil: 6 = Speisekammer, 7 = Küche, 8 = Wohnzimmer, 9 = Kammer. Stallteil: 1 = Kälberstall, 2 = Schweineställe, 3 = Geflügelstall, 4 = Rindviehstall, 5 = Tenne.	126,0 (ganz unterkellert)	938,0	—	25 400	25 400	14 016	111,2	14,9	—	8143 (Nr. 1-5 des Grundrisses)	3241	—	Ziegelrohbau. Falzziegeldach.											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11		12	13										
									Bestimmung und Ort des Baues	Regie- rungs- bezirk	Zeit der Aus- füh- rung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schoß qm rund	Ge- sam- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund			Anzahl und Be- zeich- nung der Nutz- ein- heiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Wert der Führen in Spalte 9—11 ent- halten M	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Aus- nahme der persön- lichen Bauleitungs- kosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)	
																		dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	des Hauptgebäudes nach der Ausführung			Neben- ge- bäude M			Neben- an- lagen M
																				im ganzen M	für 1					
Nr.										qm rund	cbm rund	Nutz- einheit rund			M											
XVIII. Landwirtschaftliche Bauten.																										
A. Pächterwohnhäuser.																										
a) Eingeschossige Bauten.																										
1	Salm, Domäne, Pächterwohn- haus	Marien- werder	13 14		411,0 (davon unterkellert 238,0)	2814,0	—	46 200	42 800	41 044 1 656 (sächtliche Bau- leitungs- kosten)	99,9	14,6	—	—	100	4000	Putzbau. Ziegelkronendach.									
				1 = Halle, 6 = Mädchenzimmer, 2 = Wohnzimmer, 7 = Bureau, 3 = Bad, 8 = Diele, 4 = Schlafzimmer, 9 = EBzimmer, 5 = Zimmer d. Wirtin, 10 = Speisekammer, 11 = Küche. Im K.: Waschküche, Rollkammer, Vorratsräume. „ D.: Schlaf- u. Fremdenz, Plättstube, Kammern.																						
2	Voigtshof, desgl.	Allen- stein	13 14		452,0 (ganz unterkellert)	3886,0	—	59 400	56 100	53 672 2 428 (sächtliche Bau- leitungs- kosten)	118,7	13,8	—	—	—	4900	Putzbau. Pfannendach. Niederdruckwarm- wasserheizung 5000 M.									
				1 = Halle, 6 = Speisekammer, 2 = Wohnzimmer, 7 = Bad, 3 = EBzimmer, 8 = Diele, 4 = Anrichte, 9 = Schlafzimmer, 5 = Küche, 10 = Vorhalle. Im K.: Heizraum, Waschküche, Gesindestube, Plätt- und Rollkammer, Vorratsräume. „ D.: Schlaf- und Fremdenzimmer.																						
B. Wohnhäuser für Wanderarbeiter.																										
3	Westerregeln, Domäne, Arbeiter- kaserne	Magde- burg	13 14		282,0 (davon unterkellert 88,0)	2415,0	—	32 612	31 410	20 950	74,3	8,7	—	5710	4750	2095	Putzbau. Ziegelkronendach.									
				1 = Aufseherwohnung, 2 = Krankenstuben, 3 = Raum für 20 Arbeiterinnen, 4 = Arbeiterkochküche, 5 = Aufseherwohnung. Im K.: Vorratsräume. „ I.: 2 Räume für Arbeiterinnen, 1 Raum für Arbeiter, 1 Krankenstube. „ D.: 1 Raum für Arbeiterinnen, 1 „ „ Arbeiter.																						
C. Rindviehställe.																										
1. Balkendecken mit Massivbelag.																										
4	Fiddichow, Domäne	Stettin	13 14		807,0 (davon unterkellert 101,0)	6651,0	60 Stück Groß- vieh, 26 Stück Jung- vieh, 19 Kälber	36 527	30 723	27 847 2 765 (innere Ein- richtung)	34,5	4,2	—	—	111	2315	Ziegelrohbau. Drempelwände ver- brettert (Stulp- schalung). Doppelpappdach.									
				1 = Großviehstall, 3 = Kälberstall, 2 = Futtertenne, 4 = Jungviehstall. Im K.: Vorratsraum. „ D.: Futterboden.																						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11	12	13												
									Bestimmung und Ort des Baues	Regie- rungs- bezirk	Zeit der Aus- füh- rung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift				Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schoß qm rund	Ges- amt- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund	Anzahl und Be- zeich- nung der Nutz- ein- heiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten						
																			dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	des Hauptgebäudes nach der Ausführung			Neben- ge- bäude M	Neben- an- lagen M	Wert der Führen in Spalte 9—11 ent- halten M	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Aus- nahme der persö- nlichen Bauleitungs- kosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)
																					im ganzen M	für 1					
Nr.									qm rund	cbm rund	Nutz- einheit rund																
5	Saal, Domäne	Stralsund	14	 1 = Ochsenstall, 2 = Futtertenne, 3 = Futterschächte, 4 = Höhenaufzug. Im D.: Futterboden.	1028,0	8586,0	120 Ochsen	57 700	53 850	44 073 2 005 (Wasser- leitung mit Selbst- tränke) 1 534 (Futter- bahn) 213 (tiefere Grün- dung) 1 400 (sächtliche Bau- leitungs- kosten)	42,9	5,1	367,3	—	4625	2387	Ziegelrohbau. Drempelwände verbrettert. Doppelpappdach.										
6	Saal, desgl.	"	14	 1 = Futtertennen, 2 = Kuh- und Kälberstall, 3 = Futterschächte, 4 = Milchkannenraum, 5 = Zentrifugenraum, 6 = Laderampe. Im D.: Futterboden.	1591,0	13417,0	204 Kühe 50 Kälber	87 400	78 814	66 771 1 153 (Wasser- leitung mit Selbst- tränke) 2 550 (Futter- bahn) 1 400 (sächtliche Bau- leitungs- kosten)	42,0	5,0	262,9	—	6940	3529	Wie vor.										
7	Nieder-Wileza, desgl.	Oppeln	14	 1 = Kälberställe, 2 = Futterschächte, 3 = Rindviehstall, 4 = Milchkammer, 5 = Spülraum, 6 = Futterkammer. Im K.: Vorratsraum. " D.: Futterboden.	724,0 (davon unter- kellert 89,0)	5891,0	80 Stück Rind- vieh	49 500	50 045	33 810 5 370 (innere Ein- richtung) 2 400 (sächtliche Bau- leitungs- kosten)	46,7	5,7	422,6	—	8465	4500	Ziegelrohbau. Doppelpappdach.										
<p>2. Massive Decken.</p> <p>D. Pferdeställe. (Fehlen.)</p> <p>E. Ställe für Pferde und Rindvieh. (Fehlen.)</p> <p>F. Schweineställe. (Fehlen.)</p>																											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11		12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Wert der Führen in Spalte 9—11 enthalten M	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)		
								dem An-schlage M	der Aus-führung M	des Hauptgebäudes nach der Ausführung			der Neben-gebäude M			der Neben-an-lagen M	
			im ganzen M							qm rund	cbm rund	Nutz-einheit M rund					
G. Ställe für verschiedene Tiergattungen.																	
1. Massive Decken.																	
8	Schirotzken, Pfarrgehöft	Marienwerder	14	 1 = Schweinebuchten, 2 = Futterküche, 3 = Kälberstall, 4 = Jungviehstall, 5 = Großviehstall, 6 = Pferdestall, 7 = Knechtekammer. Im K.: Vorratsraum. „ D.: Futterboden.	480,0 (davon unterkellert 12,0)	1885,0	—	22 760	19 610	19 610	40,9	10,4	—	—	—	1560	Ziegelrohbau. Ziegelskronendach.
H. Scheunen.																	
9	Zilly, Domäne	Magdeburg	13 14	3 Quertennen und 1 Raum für Düngemittel.	1014,0 (davon unterkellert 190,0)	6325,0	—	52 180	49 968	27 592 1 827 (sächliche Bauleitungskosten)	27,2	4,4	—	12 999 (Dreschschuppen)	7550	1370	Putzbau. Teils 38 cm starke Ziegelmauern, teils Keblerrwände. Ziegeldach.
10	Raudenfeld, desgl.	Marienwerder	13	 1 = Tennen, 2 = Spreukammern, 3 = Wagehäuschen.	1625,0	11636	—	21 840	19 851	18 544	11,4	1,6	—	—	1307	—	Holzfachwerk mit überstülpter Brettverkleidung auf Ziegelsteinfundament. Doppelpappdach.
J. Mühlengebäude.																	
11	Johannesburg, desgl.	Cassel	13 14	 1 = Mehleraum, 2 = Mühlenraum, 3 = Raum des Müllers, 4 = Rampe, 5 = Durchfahrt. Im K.: Akkumulatorenraum, Mühlenraum. „ I.: Mühlenraum, Werkstätte, Wohnung des Müllers. „ D.: Mühlenraum, Häckselraum, 2 Kammern.	166,0 (davon unterkellert 111,0)	1623,0	—	20 460	19 746 (Hierzu treten noch die Kosten für die innere Einrichtung in Höhe von 22 000 M., die der Pächter selbst beschafft hat)	18 600 110 (tieferer Gründung) 702 (sächliche Bauleitungskosten)	112,0	11,5	—	—	334	900	Putzbau. Sockel Sandbruchstein. Universalpfannendach.
XIX. Gestütsbauten.																	
A. Wohnhäuser.																	
1	Bajohrgallen, Ortsarmen- und Vierfamilienhaus (Hauptgestüt Trakehnen)	Gumbinnen	13	 1 = 4 Wohnungen für Arbeiter, 2 = Speisekammer, 3 = Küche, 4 = Räume für Ortsarme, 5 = Wärterraum, 6 = Kammer. Im K.: Vorratsräume. „ D.: 2 Räume für Ortsarme, 4 Kammern.	361,0 (ganz unterkellert)	2125,0	—	28 000	25 036	24 961 75 (sächliche Bauleitungskosten)	69,1	11,7	—	—	—	—	Ziegelrohbau. Pfannendach.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11	12	13		
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Wert der Fuhren in Spalte 9—11 enthalten	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)		
								dem An-schlage	der Aus-füh-rung	des Hauptgebäudes nach der Ausführung			der Neben-gebäude			der Neben-an-lagen	
										im ganzen	qm	cbm					Nutz-einheit
M	M	M	M rund	M rund	M rund	M	M										
2	Landgestüt Guesen, Hengstestall	Bromberg	14	 <p>1 = Krankenställe, 2 = Geräteraum, 3 = Futterkammer, 4 = Sattelkammer, 5 = Hengstestall, 6 = Boxen. Im D.: Futterboden.</p>	331,0 <i>(nicht unterkellert)</i>	2251,0	22 Hengste	21 500	20 848	18 900	57,1	8,4	859,1	—	1948	—	Ziegelrohbau. Sockel Feldsteine. Doppelpappdach.
3	Hauptgestüt Trakehnen, Fruchtspeicher	Gumbinnen	13	 <p>1 = Lagerräume, 2 = Durchfahrt. Im I.: Lagerräume. „ D.: desgl.</p>	392,0 <i>(nicht unterkellert)</i>	3469,0	—	30 000	26 074	23 016 1 484 <i>(sächliche Bauleitungskosten)</i>	58,7	6,6	—	—	1574 <i>(Aufzug)</i>	—	Putzbau mit einzelnen Rohbauflächen. Doppelpappdach.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				11	12	13	14	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Regierungsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes cbm rund	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Wert der Fuhren in Spalte 9—11 enthalten	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind mit Ausnahme der persönlichen Bauleitungskosten in Spalte 9 u. 10 enthalten.)		
								dem An-schlage	der Aus-füh-rung	des Hauptgebäudes (ausschl. der in Sp. 11, 12 u. 13 aufgeführten Kosten) nach der Ausführung			der Neben-gebäude			der Neben-an-lagen	sächlichen Bauleitung
										im ganzen	qm	cbm					
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		
XX. Hochbauten der Wasserbauverwaltung.																	
A. Dienstgebäude. (Fehlen)																	
B. Dienstwohngebäude. (Fehlen.)																	
C. Werkstattgebäude.																	
1	Meppen, Werkstattgebäude auf dem Bauhof	Münster	12 14	 <p>1 = Heizraum, 2 = Trockenkammer, 3 = Gelbgießerei, 4 = Schmiede, 5 = Raum für Fernsprechan- apparate, 6 = Werkführer, 7 = Schlosserei. Im D.: Lagerräume.</p>	568,0 <i>(nicht unterkellert)</i>	3865,0	—	96 095	86 723	38 843 47 880 <i>(innere Ein- richtung)</i>	68,3	10,0	—	—	—	—	Ziegelrohbau. Pappdach.

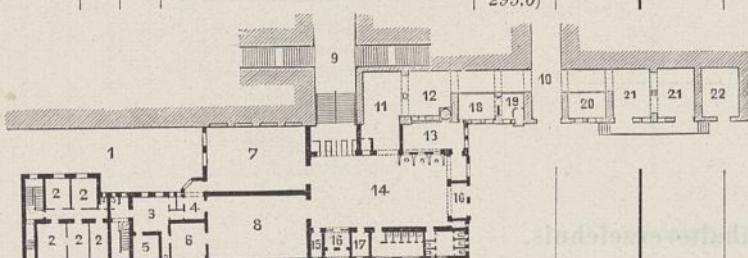
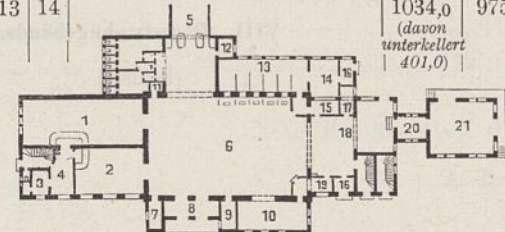
Statistische Nachweisungen

über die in den Jahren **1913** und **1914** vollendeten Hochbauten der Preußischen Staats-Eisenbahnverwaltung.

(Bearbeitet im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten.)


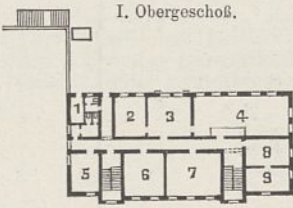
Inhaltsverzeichnis.

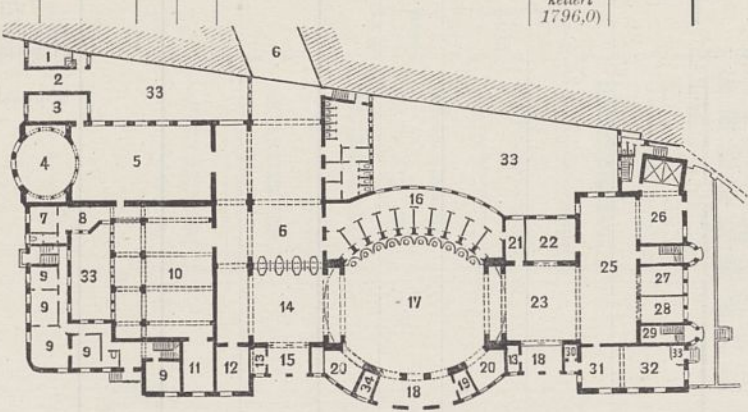
	Seite		Seite
I. Empfangsgebäude.			
1. Bismarkhütte, Empfangsgebäude	2	3. Meiningen, Wagenhalle	7
2. Lehe, desgl.	2	4. „ „ Lokomotivhalle	7
3. Kandrzin, desgl. und Dienstgebäude	3	5. Magdeburg-Salbke, Wagenwerkstatt	8
4. Geestemünde-Bremerhaven, Empfangsgebäude	4	6. Paderborn, desgl.	9
5. Frankfurt a. M. (Ost) desgl.	4		
6. Köln-Deutz, desgl.	5	V. Magazine.	
		1. Meiningen, Hauptmagazin der Hauptwerkstätte	10
II. Güterschuppen.			
(Fehlen.)			
III. Lokomotivschuppen.			
1. Kalk-Nord, Lokomotivschuppen	5	VI. Desinfektionsanlagen.	
2. Lehe, desgl. mit Kesselhaus	5	(Fehlen.)	
3. Crefeld, desgl.	5	VII. Verwaltungsgebäude.	
4. Kandrzin, desgl.	6	1. Saarbrücken, Erweiterung des Hauptgeschäftsgebäudes der Eisenbahndirektion	12
IV. Werkstätten.			
1. Hamburg-Ohlsdorf, Wagenschuppen	6	VIII. Dienstwohngebäude.	
2. Meiningen, Kesselschmiede	6	(Fehlen.)	

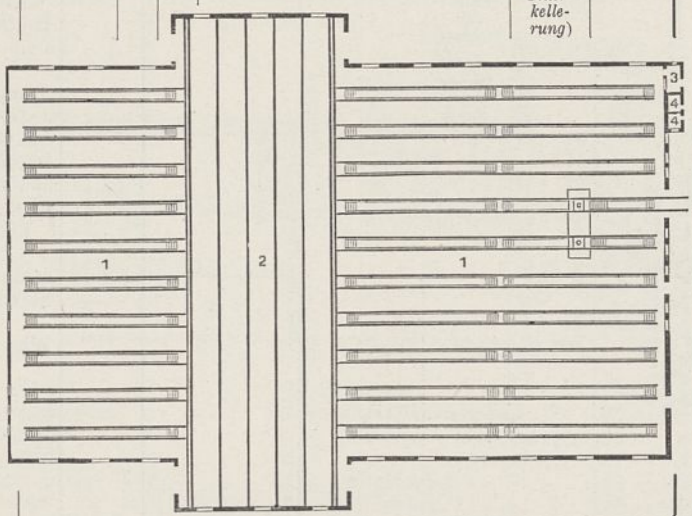
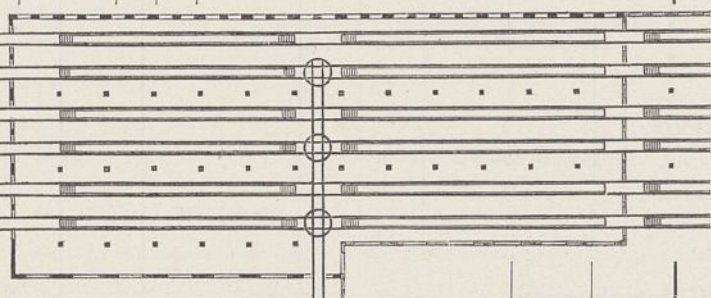
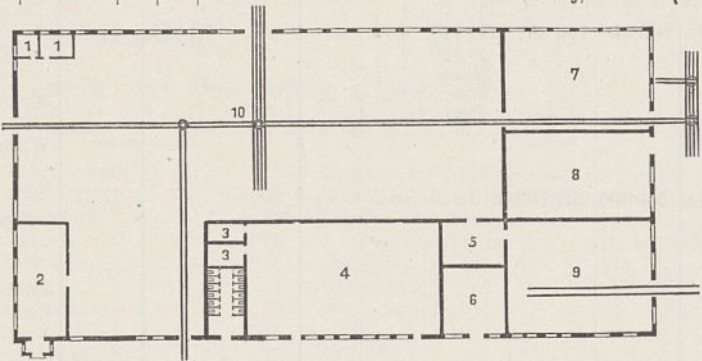
1	2	3	4	5	6	7	8		9			10		11	12		
							Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			Kosten der				Verwaltungs-kosten	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)
							dem An-schlage	der Aus-füh-rung	im ganzen	für 1		Neben-gebäude	Neben-an-lagen				
M	M	M	qm rund	cbm rund	M	M	M	M	M								
1	Bismarkhütte, Empfangsgebäude	Kattowitz	13	<p style="text-align: center;">I. Empfangsgebäude.</p> 		873,0 (davon unterkellert 295,0)	8085,0	142 875	140 000	140 000	160,4	17,3	—	—	—	<p>Putzbau. Ziegelkronendach. Niederdruckdampfheizung 8271 M. Elektrische Beleuchtung 2876 M. Wasserleitung 6348 M.</p>	
2	Lehe, desgl.	Hannover	13 14			1034,0 (davon unterkellert 401,0)	9757,0	193 913	191 322	182 730	176,7	18,7	—	1072	<p>Ziegelrohbau. Sockel Werksteinverblendung. Pfannendach, Dachreiter und Vordach Kupferdeckung. Niederdruckdampfheizung 8209 M. Elektrische Beleuchtung 3200 M. Gasleitung 330 M. Wasserleitung 920 M.</p>		

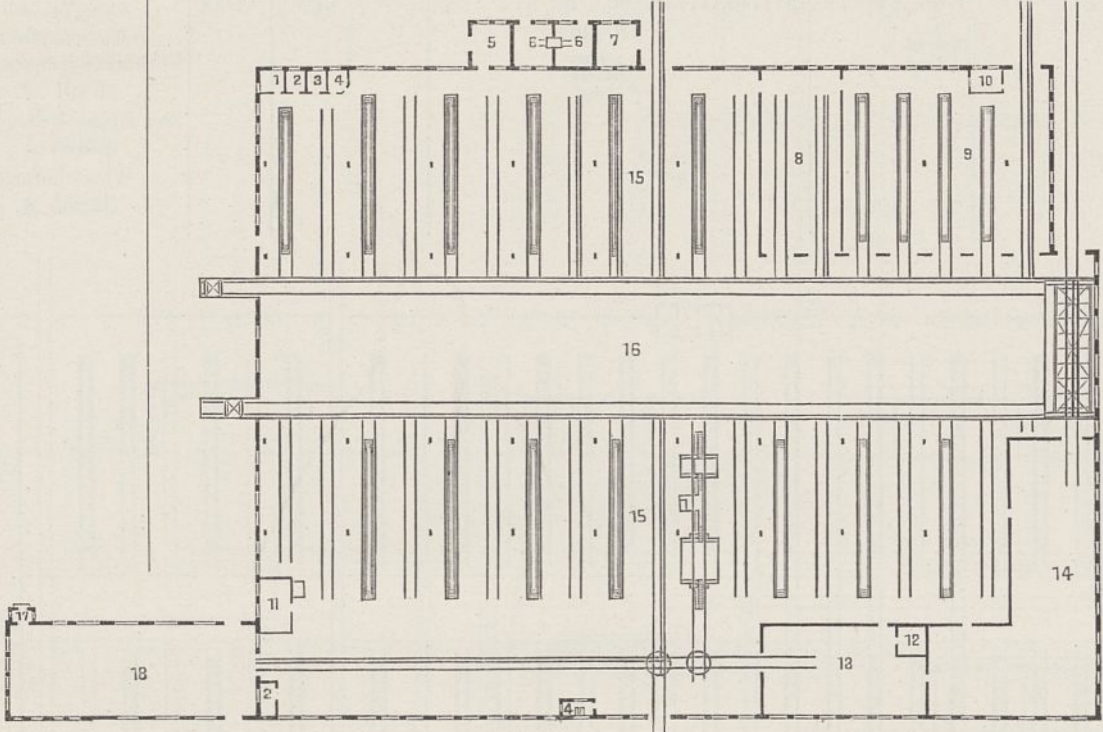
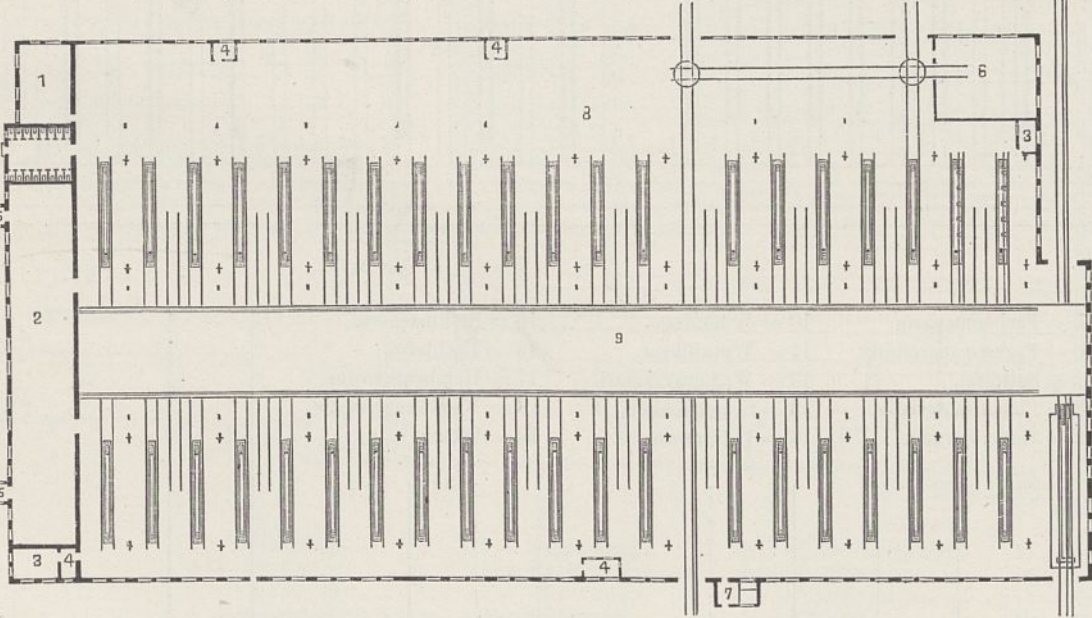
- 1 = Hof, 11 = Gepäck,
 2 = Dienstwohnung, 12 = Abfertigung,
 3 = Küche, 13 = Fahrkartenausgabe,
 4 = Anrichte, 14 = Eingangshalle,
 5 = Zimmer des Wirts, 15 = Pfortner,
 6 = Sonderzimmer, 16 = Vorraum,
 7 = Wartesaal, 17 = Polizei,
 III. u. IV. Klasse, 18 = Kasse,
 8 = Wartesaal, 19 = Publikum,
 I. u. II. Klasse, 20 = Bodenarbeiter,
 9 = Personentunnel, 21 = Eilgüter,
 10 = Gepäcktunnel, 22 = Postkarren.
- Im K.: Heizraum, Waschküche, Vorrats- und Lagerräume.
 „ I.: Dienstwohnung, Wohnung des Wirts.
 „ II.: Schulzimmer, Bureauräume, Kammern.

- 1 = Wartesaal, 10 = Handgepäck,
 III. u. IV. Klasse, 12 = Schaffnerraum,
 2 = Wartesaal, 13 = Fahrkartenausgabe,
 I. u. II. Klasse, 14 = Stationskasse,
 3 = Zimmer des Wirts, 15 = Publikum,
 4 = Anrichte, 16 = Eilgutkassenvorraum,
 5 = Personentunnel, 17 = Gepäckträger,
 6 = Halle, 18 = Gepäckabfertigung,
 7 = Pfortner, 19 = Gepäckkasse,
 8 = Windfang, 20 = Arbeiter,
 9 = Polizei, 21 = Eilgutschuppen.
- Im K.: Heizraum, 2 Waschküchen, Vorrats- und Lagerräume.
 „ I.: Unterrichtszimmer, Bureauräume, eine Küche für den Wirtschaftsbetrieb.
 „ II.: 1 Dienstwohnung, Wohnung für den Wirt.

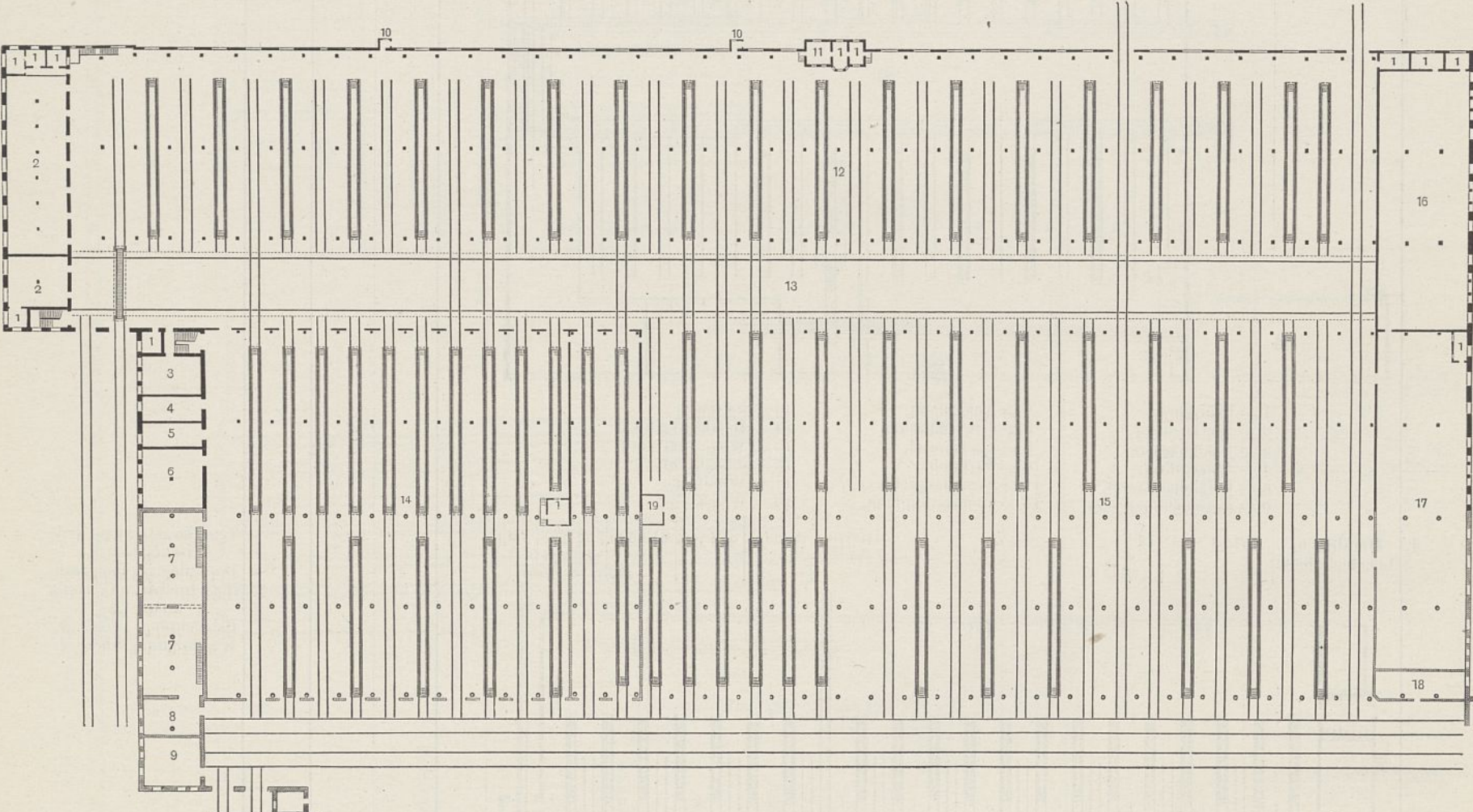
1	2	3	4	5	6	7	8	9			10		11	12								
								Bestimmung und Ort des Baues	Eisen- bahn- Direk- tions- bezirk	Zeit der Aus- füh- rung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schöß qm rund			Ge- sam- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Haupt- gebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			Kosten der	
																dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	im ganzen M	für 1		Neben- ge- bäude M	Neben- an- lagen M
																			qm rund M	cbm rund M		
Nr.														Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)								
3	Kandrzin, Empfangs- und Dienstgebäude	Katto- witz	12 14	—	—	—	425 000	452 505	—	—	—	—	—	—	—							
a)	Empfangs- gebäude	—	—	—	1971,0 (davon unterkellert 834,0)	16908,0	305 220	293 300	293 300	148,8	17,3	—	—	—	Putzbau. Sockel Kunst- stein. Teils Doppelkronendach, teils Holzzementdach. Niederdruckdampf- und Warmwasserheizung 16150 M. Wasserleitung 2100 M. Elektrische Beleuchtung 5510 M.							
																						
				<p>1 = Bahnmeisterei, 14 = Polizei, 28 = Wartesaal 2 = Geräteräume, 15 = Lademeister, I. u. II. Klasse, 3 = Bierkeller, 16 = Schalterhalle, 29 = Damenzimmer, 4 = Speisekammer, 17 = Pfortner, 30 = Anrichte, 5 = Sommerschänke u. Anrichte, 18 = Kasse, 31 = Sonderzimmer, 6 = Ortseilgut, 19 = Fahrkartenausgabe, 32 = Spülküche, 7 = Arbeiter, 20 = Hof, 33 = Küche, 8 = Gepäckaufzug, 21 = Schänke u. Anrichte, 34 = Speiseraum für das 9 = Gepäcktunnel, 22 = Damenzimmer, Personal, 10 = Personentunnel, 23 = Verkehrshalle, 35 = Zimmer des Wirts, 11 = Gepäckabfertigung, 24 = Wartesaal IV. Kl., 36 = Speisekammer, 12 = Lichthof, 25 = " III. " , 37 = Eiskeller, 13 = Zelle, 26 = Buchhändler, 38 = Bahnsteigschaffner, 27 = Fernsprecher, 39 = Windfang.</p>																		
				<p>Im K.: Heizraum, Kühlraum, Vorrats- und Lagerraum. " I.: Wohnung für den Wirt, Räume für Dienstpersonal, Warteraum f. Sachseingänger, Schankraum, Gepäckraum f. Durchgangseilgut. " D.: Räume für Dienstpersonal, Waschküche, Plättstube.</p>																		
b)	Dienst- gebäude	—	—	—	487,0 (davon unter- kellert 297,0)	5024,0	90 000	86 000	86 000	176,6	17,1	—	—	—	Putzbau. Sockel Vor- satzbeton. Doppelkronendach. Warmwasserheizung 7100 M. Wasserleitung 475 M. Elektrische Beleuchtung 2700 M.							
																						
				<p>1 = Raum für die 5 = Oberbahnhofsvorsteher, Krankentrage, 6 = Zugbegleitpersonal, 2 = Bahnhofsvorsteher, 7 = Konferenzzimmer, 3 = Stationsbureau, 8 = Fernsprechzentrale, 4 = Telegraphie, 9 = Batterieschränke.</p>																		
				<p>Im K.: Waschküche, Vorrats- und Lagerräume. " E.: Bureau Räume, Unterrichtsraum, Pack- kammer. " D.: 2 Dienstwohnungen, 2 Kommissions- zimmer, 1 Aktenkammer.</p>																		
c)	Eiskeller u. Kohlenkeller	—	—	—	—	—	—	10 500	—	—	—	—	—	—	—							
d)	Abortgebäude	—	—	—	—	—	—	3 200	—	—	—	—	—	—	—							
e)	Wirtschaftsgebäude für den Bahnhofswirt	—	—	—	—	—	—	1 800	—	—	—	—	—	—	—							
f)	Pumpenhaus einschl. Maschinen	—	—	—	—	—	—	7 750	—	—	—	—	—	—	—							
g)	Nebenanlagen	—	—	—	—	—	19 000	28 255	—	—	—	—	—	—	—							
h)	Innere Ein- richtung	—	—	—	—	—	—	16 200	—	—	—	—	—	—	—							
i)	Tiefere Gründung	—	—	—	—	—	10 780	5 500	—	—	—	—	—	—	—							

1	2	3	4	5	6	7	8		9			10		11	12		
							Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			Kosten der				Verwaltungs-kosten	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)
							dem An-schlage	der Aus-führung	im ganzen	für 1	Neben-gebäude	Neben-an-lagen					
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direktions-bezirk	Zeit der Aus-führung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grund-fläche im Erd-geschoß qm rund	Gesamt-raum-inhalt des Gebäu-des cbm rund	M	M	M	qm rund	cbm rund	M	M	M			
6	Köln-Deutz, Empfangsgebäude	Köln	12 13		2946,0 <i>(davon unterkellert 1796,0)</i>	31 793,0	780 000	748 090	670 614 24 832 <i>(innere Einrichtung)</i> 5 400 <i>(tieferer Gründung)</i>	227,6	21,1	—	47 244	—	Süd- und Westseite Ziegelrohbau, Architekturteile in Thüringer Muschelkalkstein; Nord- und Ostseite geputzt. Hauptdächer Schieferdeckung; Südseite, Abschluß der Kuppel und Dächer der Hallenvorbauten Kupferdeckung; westl. u. südl. Anbauten haben Pappdächer. Niederdruckdampfheizung 18245 M. Elektrische Beleuchtung 15 260 M. Wasserleitung 3436 M.		
				<p>1 = Stationsarbeiter, 2 = Durchfahrt, 3 = Damenzimmer, 4 = Speisesaal, 5 = Wartesaal I. und II. Klasse, 6 = Personentunnel, 7 = Bureau des Wirts, 8 = Anrichte, 9 = Wohnung des Wirts, 10 = Wartesaal III. und IV. Klasse, 11 = Damenzimmer, 12 = Schafferraum, 13 = Verfügbar, 14 = Ausgangshalle, 15 = Ausgang, 16 = Fahrkartenausgabe, 17 = Eingangshalle, 18 = Eingang,</p> <p>19 = Pförtner, 20 = Fahrpläne, 21 = Fahrkartenvorstand, 22 = Handgepäck, 23 = Gepäckhalle, 24 = Aufzüge, 25 = Gepäckabfertigung, 26 = Gepäck, 27 = Gepäckträger, 28 = Zurückgel. Gepäck, 29 = Aufgang zur Dienstwohnung, 30 = Tresor, 31 = Kasse, 32 = Publikum, 33 = Höfe, 34 = Pförtner, 35 = Windfang,</p> <p>Im K.: Kochküche, Anrichte, Waschküche, Räume für Bedienstete, Vorrats- und Lagerräume. „ I.: 1 Dienstwohnung, 3 Zimmer, Bureau Räume. „ D.: Räume, zur Dienstwohnung gehörig, Räume für Dienstpersonal, Bureau Räume.</p>													
<p>II. Güterschuppen. (Fehlen.)</p> <p>III. Lokomotivschuppen.</p>																	
1	Kalk-Nord, Lokomotivschuppen	Köln	13 14	Kreisförmiger Grundriß. 16 Stände.	2155,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	16 274,0	169 850	159 857	99 140 27 520 <i>(tieferer Gründung)</i>	46,0	6,1	—	26 864	6333	Ziegelrohbau mit Putzflächen. Pappdach. Elektrische Beleuchtung 1151 M. Wasserleitung 1875 M.		
2	Lehe, Lokomotivschuppen mit Kesselhaus	Hannover	13 14	Wie vor. 20 Stände.	3307,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	25 348,0	234 000	232 103	213 915	64,7	8,4	9998 Schornstein	—	8190	Ziegelrohbau. Pappdach auf Bimsbetonplatten. Niederdruckdampfheizung 32749 M. Elektrische Beleuchtung 1400 M.		
3	Crefeld, Lokomotivschuppen	Köln	09 13	Wie vor. 26 Stände.	3605,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	32 031,0	245 000	230 000	156 150 37 200 <i>(tieferer Gründung)</i>	43,3	4,9	—	36 650	—	Ziegelrohbau. Doppelpappdach. Ofenheizung 4000 M. Elektrische Beleuchtung 3700 M. Wasserleitung 3000 M.		

1	2	3	4		5	6	7	8		9			10		11	12						
			Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direktionsbezirk				Zeit der Ausführung	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß	Gesamt-raum-inhalt des Gebäudes	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			Kosten der		Verwaltungs-kosten	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)		
												von	bis	dem An-schlage			der Aus-füh-rung	nach der Ausführung			im ganzen	für 1
Nr.					qm rund	cbm rund	M	M	M	M	M	M	M	M	M							
4	Kandrzin, Lokomotivschuppen	Kattowitz	12	14		5061,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	35 884,0	300 000	347 895	347 895	68,7	9,7	—	—	—	Ziegelrohbau, teils Fachwerk. Doppelpappdach. Niederdruckdampfheizung 12000 M. Elektrische Beleuchtung 7120 M. Wasserleitung 5599 M.						
IV. Werkstätten.																						
1	Hamburg-Ohlsdorf, Wagenschuppen, Erweiterungsbau	Altona	13	14		2695,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	19 240,0	—	195 421	165 199 26 822 <i>(innere Einrichtung)</i>	61,3	8,6	—	3400	—	Ziegelrohbau. Doppellagiges Pappdach auf Bimsbeton mit Eisen-einlagen. Niederdruckdampfheizung 6600 M. Elektrische Beleuchtung 2247 M. Wasserleitung 1158 M.						
2	Meiningen, Kesselschmiede	Erfurt	11	14		3559,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	25 572,0	246 000	219 450	216 450 3 000 <i>(tieferer Gründung)</i>	60,3	8,5	—	—	—	Ziegelrohbau. Doppellagiges Pappdach. Hochdruckdampfheizung 14000 M. Beleuchtung 4000 M. Wasserleitung 9000 M.						

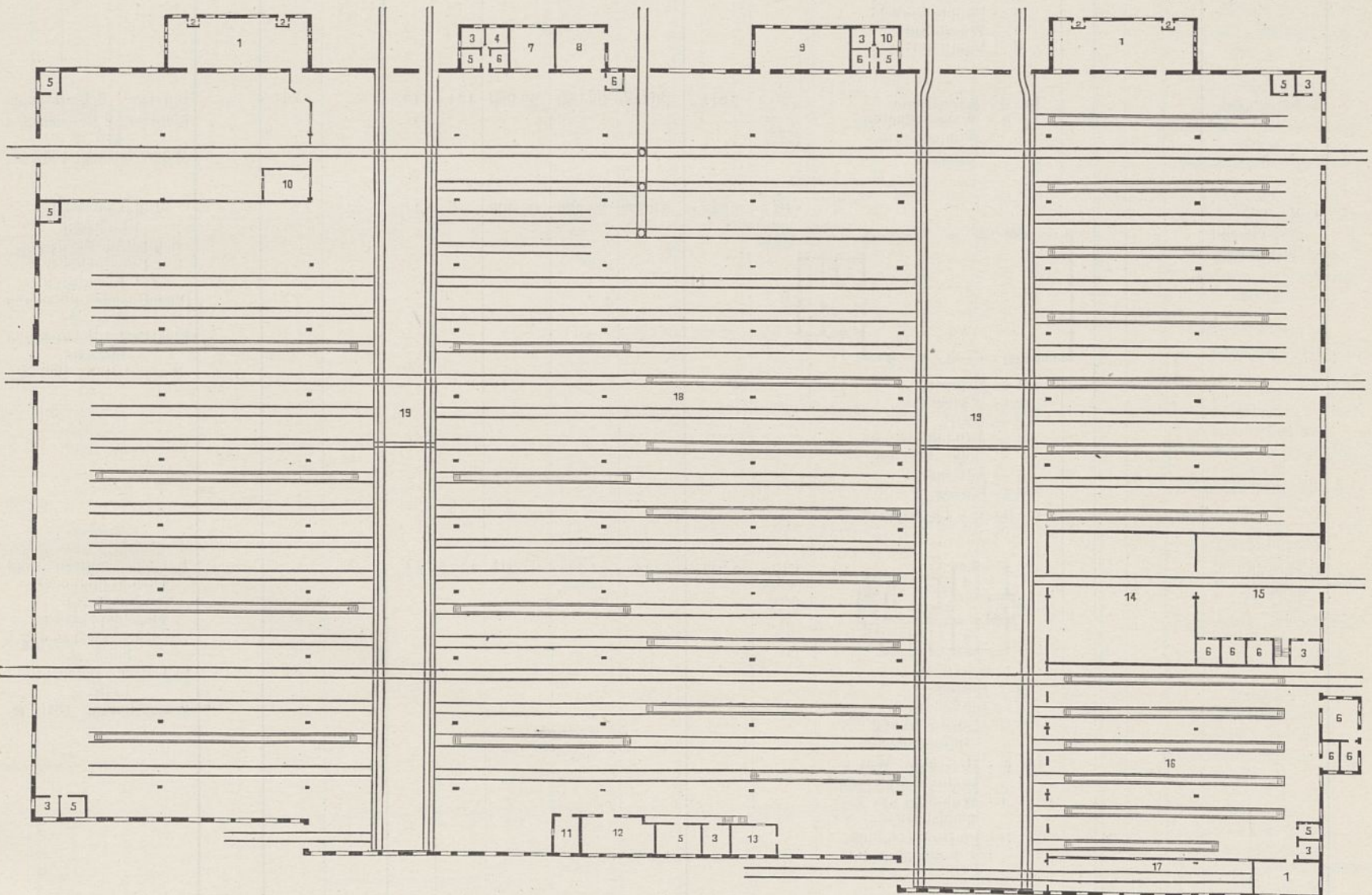
1 Nr.	2 Bestimmung und Ort des Baues	3 Eisen- bahn- Direk- tions- bezirk	4 Zeit der Aus- füh- rung		5 Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	6 Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schöß qm rund	7 Ge- sam- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund	8 Gesamtkosten der Bauanlage nach		9 Kosten des Haupt- gebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			10 Kosten der		11 Verwal- tungs- kosten M	12 Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)
			von	bis				dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M	im ganzen M	nach der Ausführung		Neben- ge- bäude M	Neben- an- lagen M		
											qm rund	cbm rund				
3	Meiningen, Wagenhalle	Erfurt	12	14		10195,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	79 280,0	595 300	540 900	534 300 6 600 <i>(tieferer Gründung)</i>	52,4	6,7	—	—	—	Teils Ziegelrohbau, teils Eisenfachwerk. Ruberoiddächer auf Bimsbeton mit Eisen- einlagen. Hochdruckdampfheizung 41 000 M. Beleuchtung 11 500 M. Wasserleitung 5 000 M.
4	Meiningen, Lokomotivhalle	Erfurt	11	14		10313,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	78 200,0	813 700	643 320	598 820 44 500 <i>(tieferer Gründung)</i>	58,1	7,7	—	—	—	Teils Ziegelrohbau, teils Eisenfachwerk. Doppellagiges Pappdach. Hochdruckdampfheizung 36 100 M. Beleuchtung 12 000 M. Wasserleitung 8 800 M.

1 Nr	2 Bestimmung und Ort des Baues	3 Eisen- bahn- Direk- tions- bezirk	4 Zeit der Aus- füh- rung		5 Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	6 Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schoß qm rund	7 Ge- sam- raum- inhalt des Gebäu- des cbm rund	8 Gesamtkosten der Bauanlage nach		9 Kosten des Haupt- gebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge) nach der Ausführung			10 Kosten der		11 Verwal- tungs- kosten M	12 Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)
			dem An- schlage M	der Aus- füh- rung M				im ganzen M	für 1		Neben- ge- bäude M	Neben- an- lagen M				
									qm rund M	cbm rund M						
5	Magdeburg- Salbke, Wagenwerk- statt, Erweiterungs- bau	Magde- burg	11	13		17681,0 <i>(ohne Unterker- lerung)</i>	149 756	1541740	1177547	960 040 163 369 <i>(innere Einrich- tung)</i>	54,3	6,4	—	6136	48 002	Ziegelrohbau. Doppelpappdach. Hochdruckdampfheizung 56 291 M. Elektrische Beleuchtung 48 498 M. Wasserleitung 22 965 M.

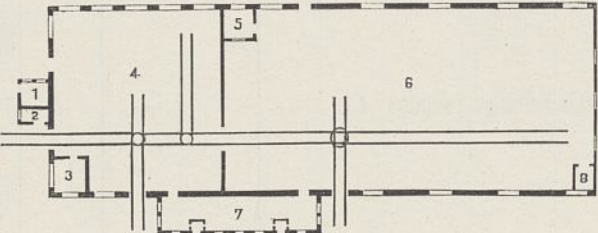
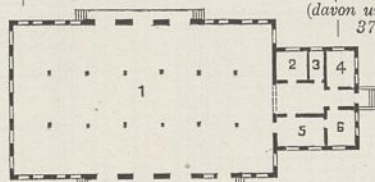



- | | | | |
|------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 = Werkmeister, | 5 = Farbenmagazin, | 10 = Windfänge, | 15 = Stellmacherei, |
| 2 = Schrank- und Waschräume, | 6 = Farbenzubereitung, | 11 = Werkführer, | 16 = Tischlerei, |
| 3 = Wäscherei, | 7 = Sattlerei, | 12 = Wagenwerkstatt, | 17 = Holzbearbeitung, |
| 4 = Schriftmalerei, | 8 = Polstermaterialien, | 13 = Schiebebühne, | 18 = Werkzeugausgabe, |
| | 9 = Haarzupfraum, | 14 = Lackiererei, | 19 = Pissoir. |

1 Nr.	2 Bestimmung und Ort des Baues	3 Eisen- bahn- Direk- tions- bezirk	4 Zeit der Aus- füh- rung		5 Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	6 Be- baute Grund- fläche im Erd- ge- schöß	7 Ge- sam- raum- inhalt des Gebäu- des	8 Gesamtkosten der Bauanlage nach		9 Kosten des Haupt- gebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			10 Kosten der		11 Verwal- tungs- kosten	12 Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)	
			von	bis				dem An- schlage	der Aus- füh- rung	nach der Ausführung	Neben- ge- bäude	Neben- an- lagen	im ganzen	für 1			
														qm rund			cbm rund
6	Paderborn, Wagen- werkstätte	Cassel	09	14	—	—	—	1023250	3889146	—	—	—	—	—	27 421	Die persönlichen Bau- leitungskosten, die in der in Spalte 8 an- gegebenen Summe nicht mit enthalten sind, haben betragen 155 386 M.	
	a) Wagenrepa- raturgebäude	—				29542,0 <i>(ohne Unterker- lerung)</i>	229 605	1574000	1423054	1423054	48,2	6,2	—	—	—	Putzbau, Sockel Bruch- stein, Architekturteile, Gesimse und Giebel- abdeckungen Sandstein. Ruberoiddach auf Bims- betonkassettenplatten. Hochdruckdampfheizung 79 637 M. Elektrische Beleuchtung 19 735 M. Wasserleitung 9558 M.	



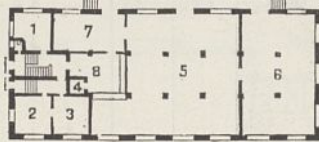
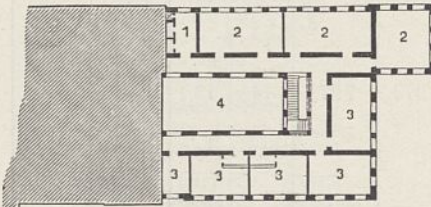
- | | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 = Waschraum, | 6 = Handmagazin, | 10 = Betriebsingenieur, | 15 = Sattlerei, |
| 2 = Windfänge, | 7 = Elektrotechnische
Werkstätte, | 11 = Kompressor, | 16 = Lackiererei, |
| 3 = Werkmeister, | 8 = Schaltraum, | 12 = Ventilschlosserei, | 17 = Raum f. l. Anstrich, |
| 4 = Regierungsbauführer, | 9 = Werkzeugmacher, | 13 = Gürtler, | 18 = Wagenwerkstatt, |
| 5 = Werkführer, | | 14 = Tischlerei, | 19 = Schiebebühnen. |

1	2	3	4	5	6	7	8		9			10		11	12		
							Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			Kosten der				Verwaltungs-kosten	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)
							dem An-schlage	der Aus-füh-rung	im ganzen	für 1		Neben-gebäude	Neben-an-lagen				
										qm	cbm						
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direktions-bezirk	Zeit der Aus-füh-rung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erd-ge-schoß qm rund	Ge-samt-raum-inhalt des Gebäu-des cbm rund	M	M	M	M	M	M	M				
b)	Haupt- und Räder-schmiede	—	—		1949,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	15 440,0	106 000	118 672	118 672	60,9	7,7	—	—	—	Putzbau. Ruberoiddach auf Bimsbetonkassettenplatten. Hochdruckdampfheizung 3072 M. Elektrische Beleuchtung 1665 M. Wasserleitung 1032 M.		
				1 = Apparateraum, 2 = Brennstofflager, 3 = Werkmeister, 4 = Räderschmiede, 5 = Werkführer, 6 = Hauptschmiede, 7 = Waschraum, 8 = Ventilatorraum.													
c)	Kesselhaus	—	—	Im E.: Kesselraum. „ K.: Wasserbehälter, Pumpenraum, Kanäle.	290,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	2 811,0	36 000	39 089	39 089	134,9	13,9	—	—	—	Putzbau. Schieferdach. Elektrische Beleuchtung 440 M. Wasserleitung 1532 M.		
d)	Magazin-gebäude mit Bureauanbau	—	—		904,0 <i>(davon unterkellert 371,0)</i>	5 946,0	51 300	68 396	68 396	75,7	11,5	—	—	—	Putzbau, Sockel Bruchstein, Sohlbänke Sandstein. Ruberoiddach auf Eisenbeton. Hochdruckdampfheizung 2230 M. Elektrische Beleuchtung 660 M. Wasserleitung 936 M.		
				1 = Magazin, 2 = Waschraum, 3 = Abort, 4 = Aufenthaltsraum der Arbeiter, 5 = Aufseher, 6 = Bureau. Im K.: Lagerräume.													
e)	Verwaltungs-gebäude	—	—		349,0 <i>(davon unterkellert 311,0)</i>	3 709,0	54 000	54 344	54 344	155,9	14,7	—	—	—	Putzbau, Fenster- und Türumrahmungen Sandstein. Ziegeldoppeldach. Warmwasserheizung 2869 M. Elektrische Beleuchtung 1245 M. Wasserleitung 1340 M.		
				1 = Vorstand, 2 = Beamte, 3 = Bureaudiener, 4 = Dienstwohnung des Bureaudieners. Im K.: Heizraum, Waschküche, Vorratsräume. „ I.: Wohnung des Vorstandsbeamten. „ D.: Pförtnerwohnung, 2 Fremdenzimmer.													
f)	Holztrocknungsanlage mit Waschraum	—	—	—	270,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	1 360,0	25 000	21 175	21 175	78,4	15,5	—	—	—	Ziegelrohbau. Asphaltteerpappdach. Hochdruckdampfheizung 1085 M. Elektrische Beleuchtung 200 M. Wasserleitung 60 M.		

1	2	3	4	5	6	7	8		9			10		11	12
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direktionsbezirk	Zeit der Ausführung von bis	Grundriß des Erdgeschosses und Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm rund	Gesamtrauminhalt des Gebäudes cbm rund	Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			Kosten der		Verwaltungskosten Ab	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)
							dem Anschlag M	der Ausführung M	im ganzen M	nach der Ausführung		Nebengebäude Ab	Nebenanlagen Ab		
										qm rund	cbm rund				
g)	Pumpenhaus	—		—	87,0	519,0	18000	15 145	15 145	174,1	29,2	—	—	—	Putzbau. Ruberoiddach auf Eisenbeton. Rundofen 32 M. Elektrische Beleuchtung 105 M.
h)	Abkochgebäude mit Gießraum und Rohrwerkstätte	—		—	280,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	1913,0	16000	19656	19 656	70,2	10,3	—	—	—	Putzbau. Ruberoiddach auf Schalung. Hochdruckdampfheizung 2363 M. Elektrische Beleuchtung 290 M. Wasserleitung 105 M.
i)	Eisenlager	—		—	334,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	1312,0	13500	17 484	17 484	52,3	13,3	—	—	—	Putzbau. Ruberoiddach auf Schalung. Elektrische Beleuchtung 240 M.
k)	Holzschuppen Nr. 1	—		—	514,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	3556,0	20000	14 460	14 460	28,1	4,1	—	—	—	Ziegelfachwerk. Rundofen 30 M. Elektrische Beleuchtung 80 M. Wasserleitung 19 M.
l)	Holzschuppen Nr. 2 und 3	—		—	1353,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	8972,0	20000	18 652	18 652	13,8	2,1	—	—	—	Teils Ziegelfachwerk, teils verbrettertes Holzfachwerk. Asphaltpappdach. Elektrische Beleuchtung 140 M.
m)	Drehspäneschuppen	—		—	1150,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	393,0	3000	3 609	3 609	31,4	9,2	—	—	—	Ziegelfachwerk. Asphaltpappdach.
n)	Lichtpatronenwerkstatt	—		—	237,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	1577,0	16000	15 889	15 889	67,0	10,0	—	—	—	Putzbau. Ziegeldoppeldach. Elektrische Beleuchtung 105 M. Wasserleitung 30 M.
o)	Badehaus mit Unfallstation	—		—	221,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	1129,0	19000	17 883	17 883	80,9	15,1	—	—	—	Putzbau. Sockel Bruchstein. Schieferdach. Hochdruckdampfheizung 1059 M. Elektrische Beleuchtung 310 M. Wasserleitung 269 M.
p)	Spritzenhaus	—		—	99,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	550,0	4000	7 373	7 373	74,7	13,4	—	—	—	Putzbau. Sockel Bruchstein. Ziegeldoppeldach. Elektrische Beleuchtung 60 M.
q)	Speisehaus	—		—	421,0 <i>(ohne Unterkellerung)</i>	2408,0	29000	26 105	26 105	62,0	10,8	—	—	—	Putzbau. Sockel Bruchstein. Ziegeldoppeldach. Hochdruckdampfheizung 1609 M. Elektrische Beleuchtung 360 M. Wasserleitung 184 M.



- 1 = Beratungszimmer,
- 2 = Speiseraum für Beamte,
- 3 = Windfang,
- 4 = Speisehalle,
- 5 = Kochraum,
- 6 = Vorraum,
- 7 = Pförtner,
- 8 = Nummerhalle.

1	2	3	4	5	6	7	8		9			10		11	12		
							Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten des Hauptgebäudes (ausschl. der in Spalte 10 und 11 angegebenen Kostenbeträge)			Kosten der				Verwaltungs-kosten	Bemerkungen (Die hier angegebenen Kosten sind in Spalte 8 und 9 enthalten.)
							dem An-schlage	der Aus-füh-rung	im ganzen	für 1		Neben-gebäude	Neben-an-lagen				
										qm	cbm						
			von	bis	qm rund	cbm rund	M	M	M	M	M	M	M				
	r) 3 Abortgebäude	—			Zus.: 12 Beamtensitze, 60 Arbeitersitze, Pissoirstände.	219,0 <i>(ganz unterkellert für die Grube)</i>	1122,0	30000	26403	26403	120,7	23,5	—	—	—	Putzbau. Sockel Bruchstein. Ruberoiddach auf Schalung. Hochdruckdampfheizung 511 M. Elektrische Beleuchtung 210 M.	
	s) Gebindeschuppen	—				65,0 <i>(ohne Unterkellerrung)</i>	156,0	1000	2114	2114	32,6	13,6	—	—	—	Frontwände offen, Giebel verschalt. Pappdach.	
	t) Nebenanlagen	—				—	—	995150	933598	—	—	—	—	—	—	—	
	u) Tiefere Gründung	—				—	—	30000	30222	—	—	—	—	—	—	—	
	v) Innere Einrichtung	—				—	—	931850	988702	—	—	—	—	—	—	—	
	w) Sächl. Bauleitungskosten	—				—	—	30450	27421	—	—	—	—	—	—	—	
V. Magazine.																	
1	Meiningen, Hauptmagazin der Hauptwerkstätte	Erfurt	11	14		716,0 <i>(davon unterkellert 698,0)</i>	9052,0	147500	149700	148000 1700 <i>(tiefere Gründung)</i>	206,7	16,4	—	—	—	Ziegelrohbau. Ziegeldoppeldach. Hochdruckdampfheizung 7000 M. Beleuchtung 1930 M. Wasserleitung 1245 M.	
																	
						1 = Arbeiter, 2 = Magazinverwalter, 3 = Aufseher, 4 = Fahrstuhl,5 = Lagerraum, 6 = desgl., 7 = Versandraum, 8 = Ausgaberaum.											
						Im K.: Lagerräume. " I.: desgl. " D.: Modellboden.											
VI. Desinfektionsanlagen. (Fehlen.)																	
VII. Verwaltungsgebäude.																	
1	Saarbrücken, Erweiterungsbau des Hauptgeschäftsgebäudes der Eisenbahndirektion	Saarbrücken	12	13		702,0 <i>(ganz unterkellert)</i>	14746,0	440000	440000	307700 82600 <i>(Umbau im alten Gebäude)</i> 24700 <i>(Verlegen der Gärtnerei)</i> 9500 <i>(innere Einrichtung)</i>	438,3	20,8	—	—	15500	Putzbau, Gesimse und Fensterumrahmungen Sandstein. Sockel teils Basalt, teils Sandbruchstein. Schieferdach. Niederdruckdampfheizung 19500 M. Elektrische Beleuchtung 13000 M. Wasserleitung 900 M.	
																	
						1 = Bureaudiener, 2 = Rechnungsbureau, 3 = Hauptkasse, 4 = Hof.											
						Im K.: 1 Dienstwohnung für 1 Unterbeamten, Waschküche, Vorratskeller, Aktenräume. " I.: Diensträume. " II.: desgl. " III.: desgl.											
VIII. Dienstwohngebäude. (Fehlen.)																	





