

Landhaus Nölle in der Kolonie Grunewald bei Berlin.

Architekten Solf und Wichards in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 19 u. 20 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Wer die Villenkolonie Grunewald durchwandert oder durchfährt, um auf dem kürzesten Wege von Halensee aus in den eigentlichen Grunewald zu gelangen, dem kommen gerade die architektonisch bedeutendsten und am reizvollsten

dem köstlichen Wein, dem die beiden genannten Straßen ihre Namen, wohl nicht durch Zufall, verdanken. Die Südgrenze bildet der stille, im Grün gebettete Dianasee, an dessen Ufer ein Bootshäuschen mit darüber gelegener Veranda errichtet ist,

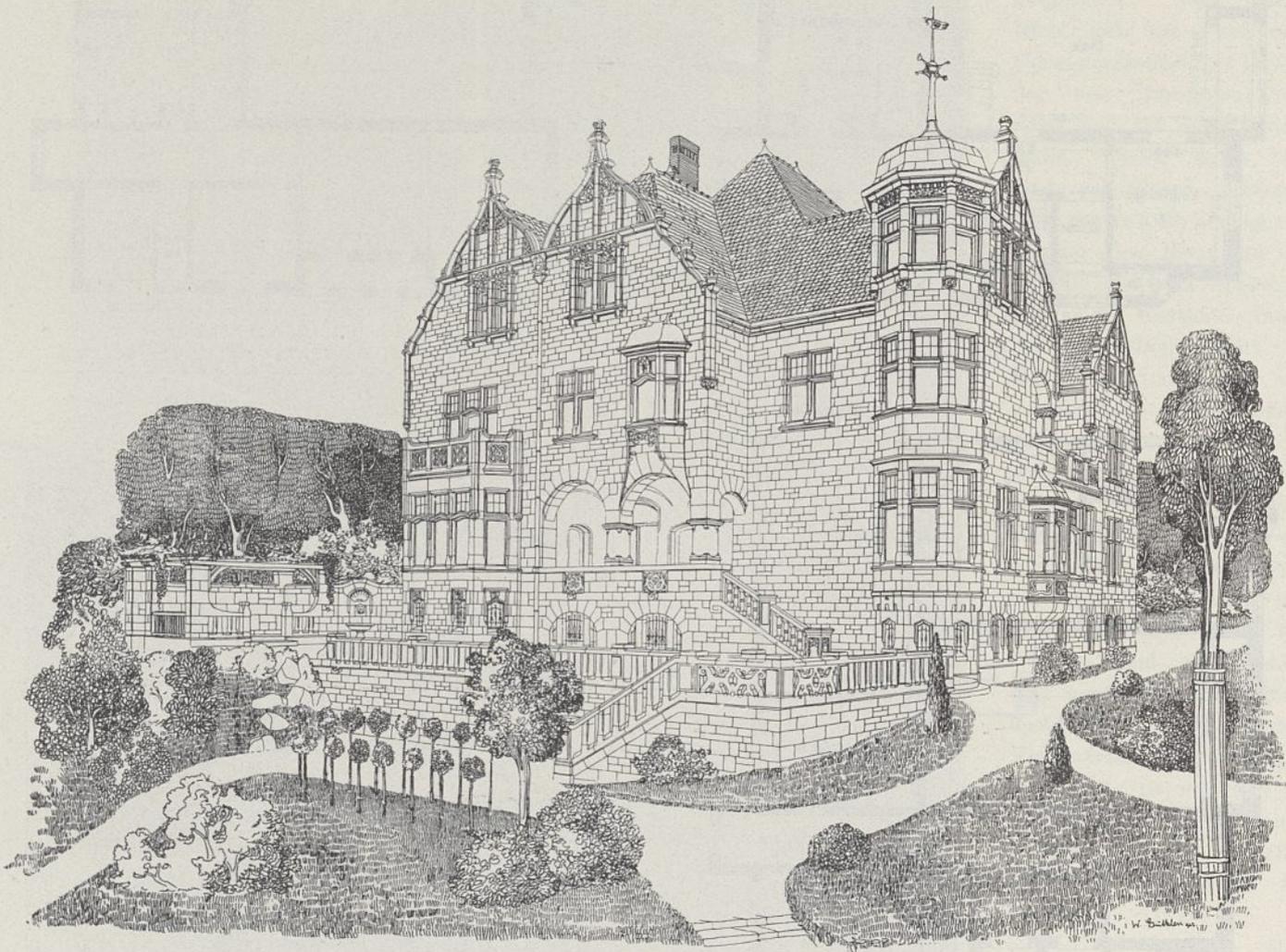


Abb. 1. Ansicht von der Seeseite.

gelegenen Landhäuser kaum zu Gesicht, sie liegen abseits in ruhigen Nebenstraßen oder sie wenden ihre Schauseiten der kleinen Seenkette zu, deren stiller Wasserspiegel tief unter dem Straßenpflaster liegt und deren Reize durch die Kunst des Gärtners zu noch farbigerer Wirkung gelangt sind. Die sanft ansteigenden Ufer zeigen noch den alten, wenig gelichteten Kiefernbestand. Das Landhaus Nölle hat solch eine bevorzugte Lage. Die Winklerstraße im Norden, an der der Hauptzugang liegt, und der „Hasensprung“ an seiner östlichen Breitseite begrenzen das Grundstück nach der Straße. Die Lage entspricht

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. LIV.

von der man einen entzückenden Blick über den langgestreckten Wasserlauf genießt (vgl. Text-Abb. 1). Kostbar wie das Grundstück und seine Lage, ist auch die Bauweise und der Baustoff, in den die Architekten in bewährter Meisterschaft das Haus gekleidet haben dank dem Schönheits- und Kunstsinne des Bauherrn. Das Gelände fällt von der Winklerstraße nach dem See zu stark ab. Seine Lage, Bodengestaltung und der vorhandene Baumbestand wiesen für den Platz des Hauses auf die westliche Ecke des Grundstückes, welche außerdem den schönsten Ausblick auf die Umgebung von

Norden über Osten bis nach Süden hin gestattet. Das Haus ist in dieser Ecke parallel zur Straße und parallel zur westlichen Nachbargrenze errichtet worden. Seine Entfernung von der Straße beträgt 19 m und von der Nachbargrenze 8 m (vgl. Lageplan Text-Abb. 5). Auf dem Grundstück ist ferner in dessen südlicher Ecke nahe dem Seeufer ein Maschinenhaus

und im Dachgeschoß einige Fremdenzimmer. Die Küchenräume liegen im Untergeschoß nach einem Wirtschaftshof an der Nachbargrenze. Die Wirtschaftstreppe vermittelt von hier den Verkehr mit den im Erdgeschoß liegenden Wirtschaftsräumen, die die westliche Ecke des Hauses einnehmen. Die Haupttreppe für den inneren Verkehr liegt in der Diele

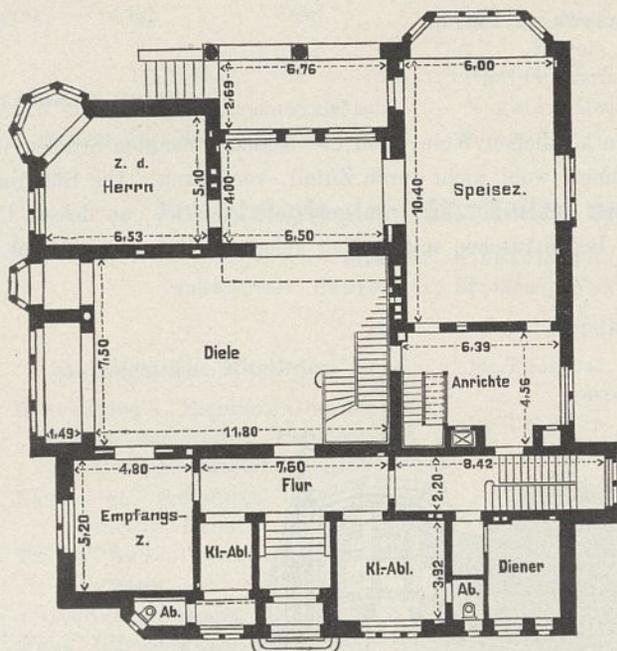


Abb. 2. Erdgeschoß.

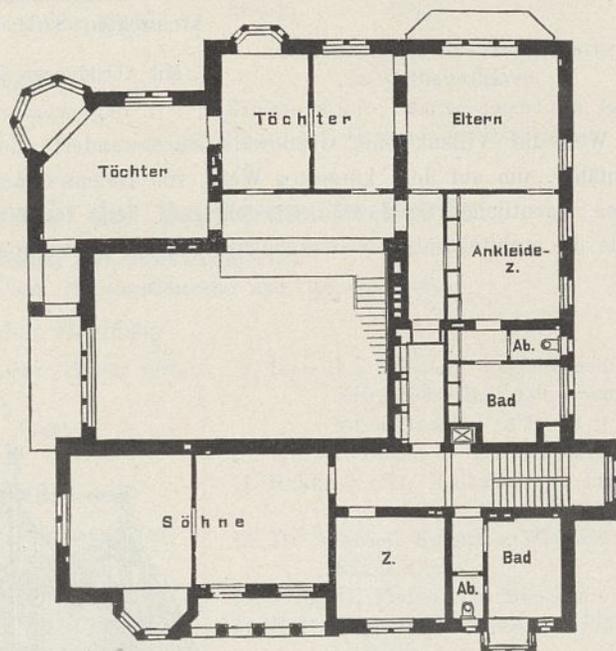


Abb. 3. Obergeschoß.

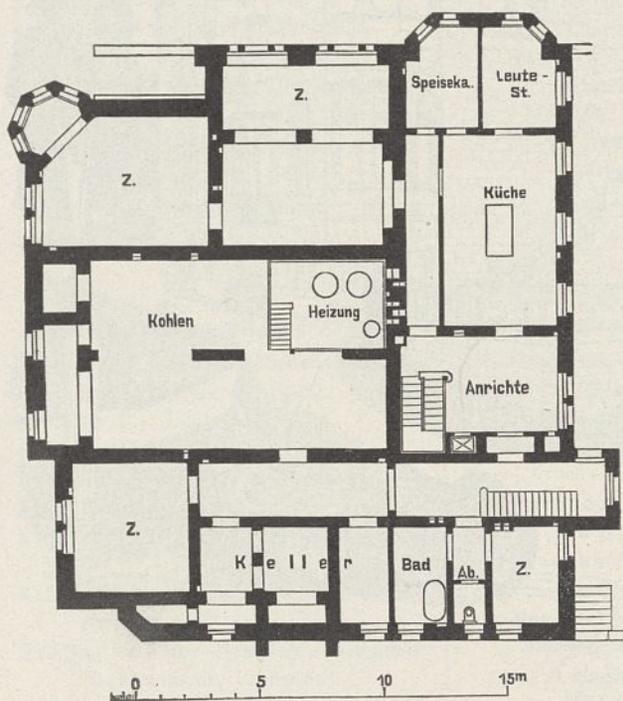
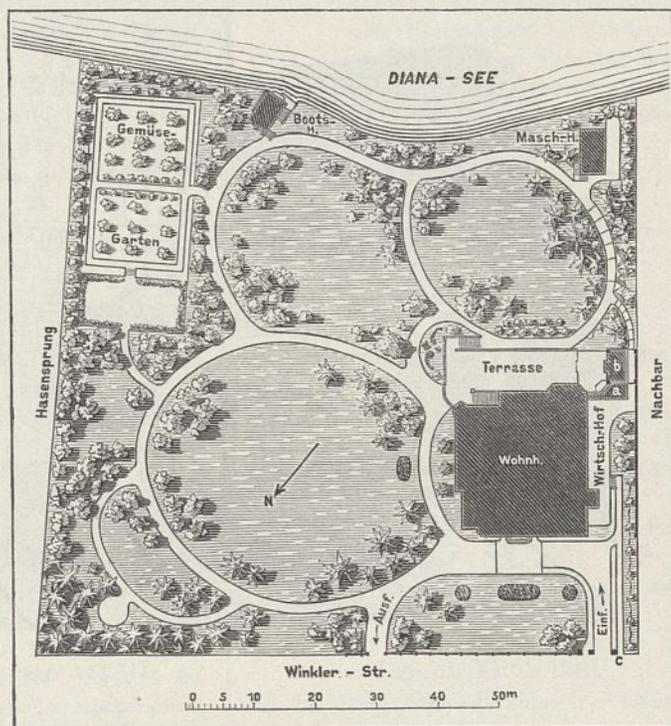


Abb. 4. Untergeschoß.



a Fahrradstand. Abb. 5. Lageplan. b Pergola.

untergebracht (vgl. Text-Abb. 8 S. 209), dessen Untergeschoß die Anlage zur Erzeugung des elektrischen Lichtes enthält. Darüber liegt der zugehörige Akkumulatorenraum. Die östliche Ecke des Dianasees beherrscht das schon erwähnte Bootshaus mit darüber gelegener bedeckter Halle (Text-Abb. 9 bis 11 S. 211).

Das Landhaus enthält im Erdgeschoß Wohn- und Gesellschaftsräume, im Obergeschoß die Schlafzimmer der Familie

(vgl. Text-Abb. 2, 3 u. 6). Zwei Zugänge führen vom Garteneingang an der Winklerstraße zum Haus. Der Haupteingang mit der Vorfahrt nimmt ungefähr die Mitte der Front an der Winklerstraße ein. Der Wirtschaftseingang führt vom Hof her in das Nebentreppenhaus.

Vom Haupteingang gelangt man über einige Stufen in den quer gelegten Vorraum, nach dem sich beiderseits für Herren und Damen getrennt Kleiderablagen öffnen. Beide

Kleiderablagen haben einen besonderen Abort. Flur und Kleiderablagen sind fast weiß gehalten, so daß eine sehr gute Tagesbeleuchtung gewährleistet ist. Der untere Teil der Wände des Vorraumes ist mit weißlackiertem Holzpaneel bekleidet, dessen Fries mit Füllungen aus gelblichen Fliesen

Grundfläche von 11,80 zu 7,50 m Seite reicht sie noch durch das erste Geschoß. Ihren Hauptreiz bilden die angegliederten niedriger gehaltenen Räume an der Süd- und Ostseite, durch deren fast ganz geöffnete Außenwände sich entzückende Blicke in die prächtige Umgebung bieten. Im Verein mit dem hoch-



Abb. 6. Blick in die Diele.

verziert ist. Die Decke bildet ein Kreuzgewölbe mit wenig angetragenen Stuckverzierungen.

In äußerst wirksamem Gegensatz zu den räumlichen Abmessungen, zur architektonischen Ausstattung und zur Farbgebung des Flurs wirkt die große Wohndiele, in die eine in der Achse des Haupteinganges liegende Türöffnung einen umfassenden Einblick gewährt (Text-Abb. 6). Mit der stattlichen

gelegenen Fenster über dem großen Erker spenden diese großen Erkerfenster der Diele ein reichliches Licht und geben ihr ein äußerst wohliches Gepräge. Der kleine, für die Dame des Hauses bestimmte Erker an der Nordostecke mit polygonalem Ausbau ist besonders wohlich ausgebildet. Nach Süden öffnet sich die Diele nach einem eingeschossigen Raume, der den Durchgang zum Altan und zur Gartenterrasse bildet. Dieser Raum, der jetzt ein Billard aufnimmt, dient zugleich als Zugang zum Zimmer des Herrn an der Ostseite und zum Speisezimmer an der Westseite. Innerhalb der Diele führt die Haupttreppe zu einer vorgekrugten, holzbelegten Galerie (Text-Abb. 6), an welche sich der Hauptflur des oberen Geschosses, sowie einige Räume desselben anschließen. Die Wandtäfelung der Diele, die Treppe und die Galerie des oberen Geschosses sind aus Eichenholz hergestellt, die Balkendecke aus dunkelgebeiztem Kiefernholz. Der obere Teil der Wände ist mit Stoff bespannt. Zwei Kamine heizen die Diele. Ein großer bildet den Hauptschmuck an der Nordwand (Text-Abb. 7); er ist mit Fliesen, Marmor und Holz umkleidet und reicht mit seinem gemauerten und mit Stuck verzierten Mantel bis zur Decke. Ein kleiner Kamin mit Fliesen- und Holzbekleidung liegt

in einer Nische unter der Treppe. — Das Speisezimmer kommt der Diele an Flächeninhalt fast gleich. Seine südliche Schmalseite ist in ihrer ganzen Breite mit einem Erker abgeschlossen, so daß man auch von hier aus einen umfassenden Blick in den Park und auf das jenseitige Ufer des Dianasees hat. Dunkles Eichenholzgetäfel der Wände und eine Kassettendecke in weißem Stuck geben

diesem Raume das bezeichnende Gepräge. Das gegenüberliegende Zimmer des Herrn ist mit einer Wandverkleidung von Mahagoniholz ausgestattet, ebenso das unmittelbar am Eingangsflur liegende Empfangszimmer, das mit der Diele durch eine Schiebetür in Verbindung steht. Der dem Zimmer des Herrn an der Ost-ecke vorgelegte Erker ist seiner vorzüglichen Aussicht wegen in allen Geschossen, auch im Dachgeschosse, wiederholt. Im Äußern hat dieser Erker (vgl. Abb. 1 Bl. 19 und Abb. 1 Bl. 20) eine bevorzugte Ausbildung erfahren, so daß er im Verein mit dem angrenzenden und mit ihm verwachsenen Giebel der Ostfront als besonderer Schmuck des Gebäudes erscheint.

Die westliche Ecke des Erdgeschosses (Text-Abb. 2 und 4) bildet gewissermaßen den wirtschaftlichen Mittelpunkt. Hier liegt das Anrichtezimmer in unmittelbarer Verbindung mit Speisezimmer, Diele, Treppenflur und dem darunterliegenden zweiten, an die Küche anschließenden Anrichterraum. Hier liegt die Nebentreppe, welche vom Untergeschoß bis zum Dachboden führt und gegen die Wohnräume durch Glas-türen abgeschlossen ist. Hier liegt auch ein Warenaufzug vom Weinkeller bis zum Dachboden und in der westlichen Ecke das Dienerzimmer, von welchem die äußeren Eingänge leicht zu übersehen und die inneren leicht zu erreichen sind. Im Obergeschosse (Text-Abb. 3) schließen sich an die nach der Diele geöffnete Galerie, in welche die Dielentreppe mündet, und an den die Diele umziehenden Flurgang die Wohn- und Schlafzimmer der Töchter, das Schlafzimmer der Eltern an der Südecke, das dazugehörige Ankleidezimmer mit Abort und Badezimmer an der Südwestseite. Jenseit der Neben-

teresse liegt für die Kinder ein zweites Badezimmer mit Abort. An der Straßenseite sind drei geräumige Schlaf- und Wohnzimmer für die Söhne untergebracht. Die zwischen Ankleide- und Badezimmer der Eltern und dem Flurgang gelegene Wand ist in ihrer ganzen Länge zu Schränken jeder

Art ausgenutzt worden, darunter auch eine mit Metall bekleidete Pelzkammer. Die Wohnzimmer der Söhne und Töchter und das Schlafzimmer der Eltern stehen mit offenen Balkons und überdeckten Hallen in Verbindung.

Im teilweise ausgebauten Dachgeschoß liegt unmittelbar neben der Treppe die Waschküche, welche mit den unteren Geschossen durch den Aufzug verbunden ist. In den Giebeln und Türmen, insbesondere der Seeseite, sind dann noch einzelne Zimmer teils als Fremdenzimmer, teils auch für das Hauspersonal ausgebaut worden. Im Untergeschoß (Text-Abb. 4) folgen auf das an der Wirtschaftstreppe gelegene Anrichtezimmer längs dem Hofe die große Küche, eine Leutestube und zwei weitere Zimmer. Ein besonderes Badezimmer und Abort für die Dienerschaft liegt an der Straßenseite. Zwei Kessel für die Sammelheizung und ein kleiner für die Warmwasser-Hausleitung sind im Kohlenkeller in der Mitte des Hauses unterhalb der Diele in einem

besonders vertieften Raum untergebracht worden. Unter dem Anrichterraum und einem Teil der Küche liegt ein Weinkeller. Wie der Lageplan Text-Abb. 5 zeigt, ist dem Gebäude an der Seeseite eine geräumige Terrasse vorgelagert, die in ihrer Tiefenlage dem fallenden Gelände angepaßt ist. Die von ihr einesteils zum Erdgeschoß des Gebäudes und andernteils zum Park führenden Treppen sind zweckmäßig so an-

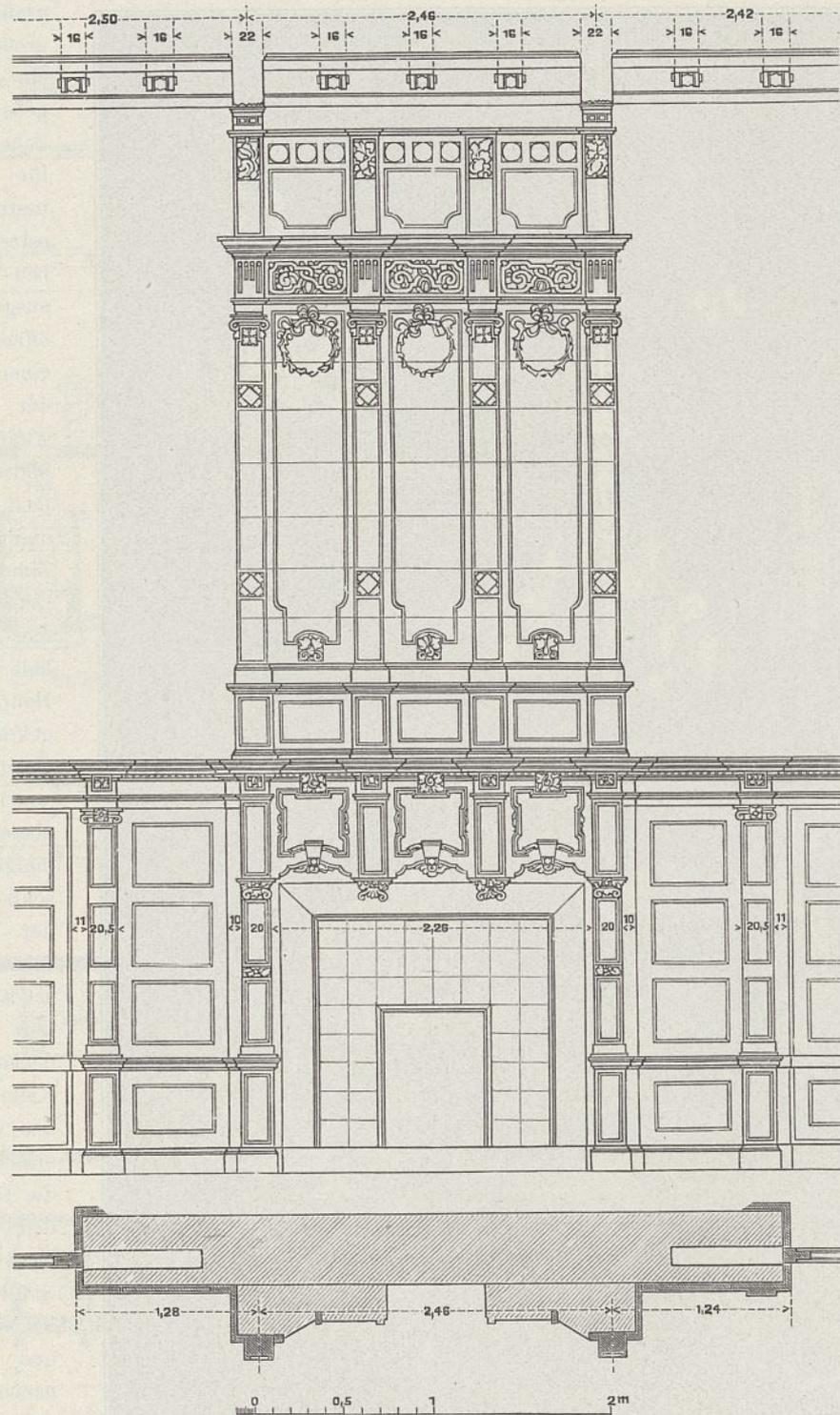


Abb. 7. Großer Kamin an der Nordwand der Diele.

geordnet, daß eine Verringerung der nutzbaren Grundfläche nicht erfolgt ist, wie das so oft der Fall ist bei symmetrisch und axial angelegten Freitreppen. Zum Abschluß der Terrasse nach dem Wirtschaftshof ist eine Pergola (*b* in Text-Abb. 5) und ein Fahrradstand (*a*) in entsprechender architektonischer Ausbildung an der Südwestseite der Terrasse errichtet.

Die Geschoßhöhen betragen, von Oberkante zu Oberkante Fußboden berechnet, im Untergeschoß 2,88 m, im Erdgeschoß 4,42 m und im ersten Obergeschoß 4,08 m. Alle Fassaden sind in Werkstein ausgeführt und zwar in bewegter Umrißlinie mit Giebeln, Erkern und Dachaufbauten. Nur die nach dem Nachbar gerichtete Front ist einfacher behandelt. Der Stein für die Verblendung und für die Architekturteile ist aus Oberdorla bei Mühlhausen in Thüringen bezogen worden. Es ist derselbe schöne Muschelkalk, der bei der Voßstraßenfront des Messelschen Warenhauses Wertheim in Berlin verwendet worden ist. Die Farbe und das Gefüge dieses Steines, der bei der Verblendung die natürliche Bruchfläche zeigt, kommt auch hier dank der gewählten Architekturformen und im Verein mit dem moosgrün glasierten Ziegeldach und dem Kupfer der Klempnerarbeiten zu schönster Wirkung. Sämtliche Stockwerksdecken sind massiv in Kleines Bauart hergestellt. Um das Durchscheinen der Träger zu vermeiden, sind aber in den besseren Räumen unterhalb der massiven Decken teils Drahtputzdecken, teils gerohrte und geputzte Schaldecken gespannt worden. In den Gesellschaftsräumen liegt Parkett- und Stabfußboden, sonst ist überall Linoleum auf Gipsestrich als Fußboden verwendet worden.

Die Erwärmung des Hauses erfolgt, wie bereits erwähnt, durch eine Warmwasser-Niederdruckheizung. Außer in den vier Gesellschaftsräumen des Erdgeschosses sind als Heizkörper überall frei sichtbare Radiatoren verwendet worden. Die elektrische Beleuchtung wird, wie schon vorhin erwähnt, durch eine eigene Anlage besorgt. Die vom Keller aus betriebene Warmwasserbereitungsanlage versorgt Küche und sämtliche Badezimmer und Waschtische.

In Text-Abb. 12 ist ein Teil des Einfahrttores, der Gittertür und des geschmiedeten Gitters zur Darstellung



Abb. 8. Maschinenhaus.

gebracht, das das Grundstück nach der Winklerstraße abschließt.

Die Kosten des Hauptgebäudes belaufen sich auf 568 *M* für 1 qm bebauter Fläche oder 41,35 *M* für 1 cbm umbauten Raumes. Da es von Interesse sein dürfte, wie sich das Verhältnis der Kosten der Einzelarbeiten zu den Gesamtbaukosten gestellt hat, so ist die von den ausführenden Architekten aufgestellte Nachweisung nachfolgend abgedruckt:

Tit.	I. Erdarbeiten	0,20 vH.
"	II. Maurerarbeiten einschl. Material . .	21,00 "
"	III. Asphaltarbeiten	0,20 "
"	IV. Steinmetzarbeiten	24,60 "
"	V. Zimmerarbeiten	3,70 "
"	VI. Staakerarbeiten	0,39 "
"	VII. Schmiede- und Eisenarbeiten . . .	3,70 "
"	VIII. Klempnerarbeiten	1,65 "
"	IX. Dachdeckerarbeiten	1,60 "
"	X. Terrazzo-, Fliesen-, Estrich- und Linoleumarbeiten	2,80 "
"	XI. Tischlerarbeiten	16,50 "
"	XII. Schlosserarbeiten	3,50 "
"	XIII. Glaserarbeiten	1,70 "
"	XIV. Anstreicher- und Malerarbeiten . .	4,00 "
"	XV. Tapezierarbeiten	1,05 "
"	XVI. Stuckarbeiten	1,70 "
"	XVII. Zentralheizung	4,50 "
"	XVIII. Ofenarbeiten	1,00 "
"	XIX. Ent- und Bewässerung	3,71
	Elektrische Beleuchtung (aus- schließl. der Maschinenanlagen)	1,84 = 5,55 "
"	XX. Insgemein:	
	Blitzableiter	0,17
	Klingelleitung	0,23
	Speisenaufzug	0,21
	Verschiedenes	0,05 = 0,66 "
		Zusammen 100,00 vH.

Ferner sei noch mitgeteilt, daß die Kosten der Sammelheizanlage für 1 cbm heizbaren Raum rund 3,50 *M* betragen haben. Für Stemmarbeiten usw. zur Ent- und Bewässerung sowie Warmwasserbereitungsanlage waren 10 vH. der Anlagekosten nötig, während die Stemmarbeiten usw. für die Sammelheizanlage 4,5 vH. der Anlagekosten betragen. Die elektrische Lichtanlage hat 42,4 vH. der Anlagekosten erfordert und die Stemmarbeiten zur Anlage des Speisenaufzuges 30 vH. der Anlagekosten. Für die Terrasse sind 140 *M* und für die Pergola 18,80 *M* für 1 qm Fläche verausgabt worden. Die Gesamtkosten des Bootshauses beliefen sich auf rd. 7000 *M*, das ergibt bei 24,6 qm für 1 qm bebauter Fläche 280 *M*. Die Gesamtkosten für das Maschinenhaus haben die gleiche Summe von 7000 *M* erfordert, bei 31 qm bebauter Fläche ergaben sich die Kosten für 1 qm auf 226 *M*. Die Kosten für die Umwehrung an der Winklerstraße (vgl. Text-Abb. 12)

erforderten für 1 m Länge 80,60 *M.* — Die Bauarbeiten sind im Frühjahr 1901 begonnen und im Sommer 1902 beendet worden. Die Bauführung lag in den Händen des

fenster Josef Scherer. An der Ausführung waren ferner beteiligt: Held u. Francke mit den Rohbauarbeiten, Hofsteinmetzmeister Karl Schilling mit den Werksteinarbeiten, A. Christoph mit den Dachdeckerarbeiten. Kimbel u. Friedrichsen lieferten die Tischlerarbeiten für die Diele und G. u. H. Schütze die übrigen Tischlerarbeiten. A. L. Benecke und Karl Brömstrup waren die Schlosserarbeiten übertragen und Methling u. Gleichauf, sowie Bauer u. Gleichauf die

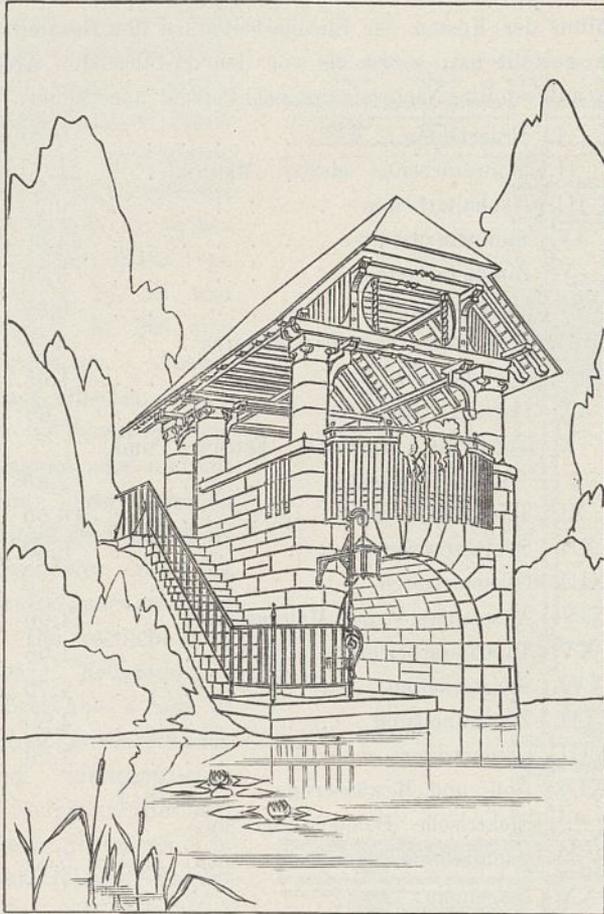


Abb. 9. Ansicht.

Abb. 9 bis 11. Boothäuschen am Dianasee.

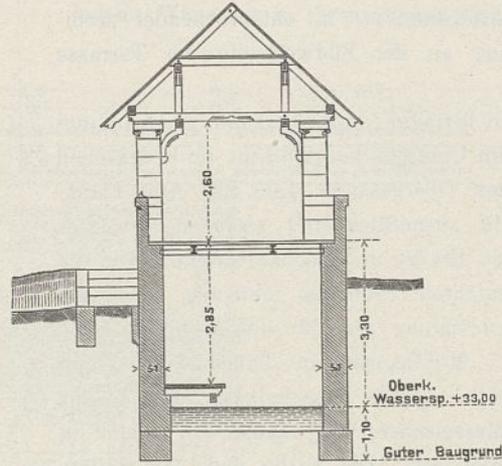


Abb. 10. Querschnitt.

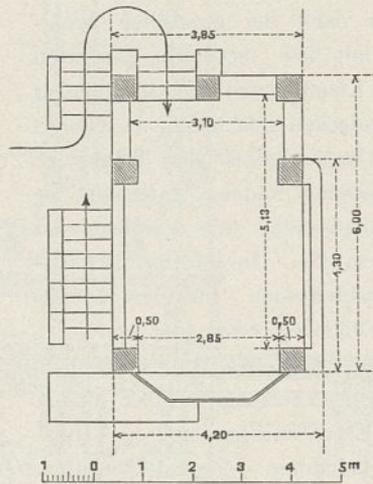


Abb. 11. Grundriß.

Kunstschmiedearbeiten. Mit den Fliesen- und Linoleumarbeiten war N. Rosenfeld u. Ko. betraut. Die Zentralheizung ist von Rietschel u. Henneberg ausgeführt, die Be- und Entwässerungsanlage, sowie die Warmwasserbereitung von J. C. L. Seel-

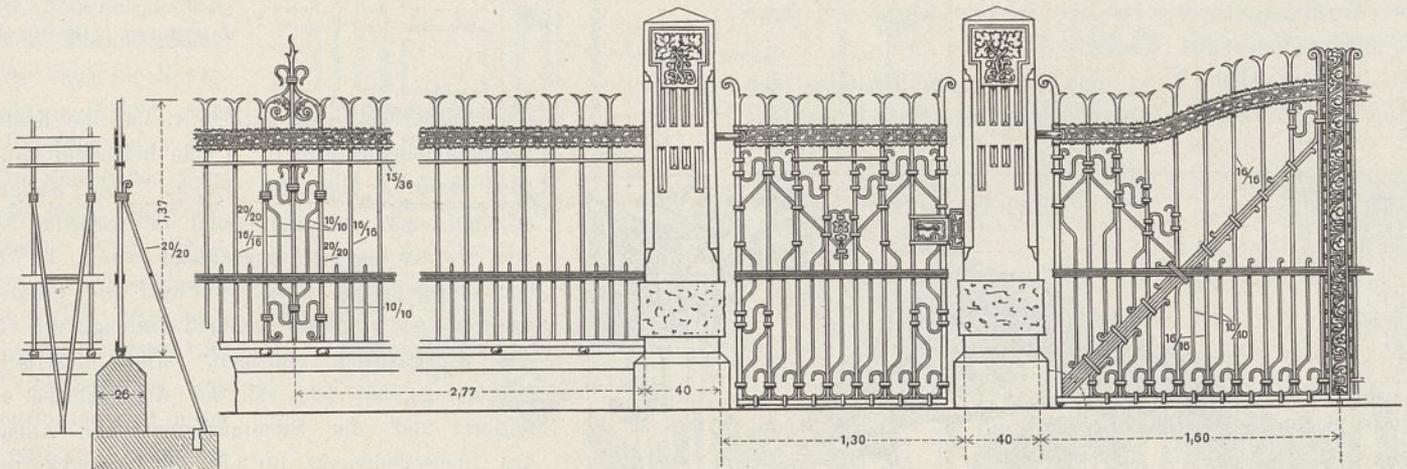


Abb. 12. Gitter und Einfahrtstor an der Winklerstraße.

Architekten Trykowski. Die Modelle zu den Bildhauerarbeiten der Fassade sind von H. Giesecke, die inneren Antragarbeiten von Thiele u. Tschinkel. Die Malerarbeiten im Innern besorgte N. J. Bodenstern und die farbigen Glas-

meyer und die elektrische Anlage von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft. Die Anlage des Gartens ist durch Robert Müller besorgt worden. Alle vorgenannten Unternehmer und Firmen haben ihren Wohnsitz in Berlin.

Um- und Erweiterungsbau des Empfangsgebäudes auf dem Stettiner Bahnhof in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 21 bis 23 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)



Abb. 1.
Bronzekopf des großen Kamins
in der Nordwand des Wartesaals
II. Klasse.

In dem Aufsatz: „Die Entwicklung der Eisenbahnanlagen im Norden von Berlin seit dem Jahre 1890“ vom Regierungs- und Baurat Bathmann im Jahrgang 1903 dieser Zeitschrift sind die Gründe entwickelt, welche zu einer Vergrößerung des Stettiner Bahnhofes in Berlin drängten und eine Erweiterung seines Empfangsgebäudes notwendig machten. Die Ausführung dieser letzteren, die in zwei zeitlich getrennten Abschnitten erfolgte, soll in den nachstehenden Zeilen erläutert werden.

Zunächst erfolgte im Laufe des Jahres 1897 eine Hebung der Bahnsteige innerhalb der Einfahrthalle im Zusammenhang mit der schienenfreien Unterführung der Liesenstraße (vgl. Abb. 1 u. 2 Bl. 35 u. 36 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr.). Die Verteilung der Räume des Gebäudes sowie ihre Lage und Zweckbestimmung blieb aber trotzdem in der Hauptsache unverändert die gleiche wie bisher,

nur mußten Treppen angeordnet werden, um die in bezug auf die Höhenlage der Bahnsteige eingetretene Veränderung auszugleichen. Die als Zugang von der Vorhalle

zu dem neuen Kopfbahnsteig erforderliche Treppe konnte nicht in der Achse der Halle angelegt werden, da sie hier die Gepäckannahmestelle zerschnitten hätte; sie wurde daher seitlich nach Osten verschoben (Text-Abb. 4). In dem westlichen Flügel wurde eine 7 m breite Ausgangstreppe eingebaut, die unmittelbar vom Kopfbahnsteig an der Gepäckaushalle vorüber auf die Straße und zu dem Droschkenhalteplatz führt.

Wesentlicher war jedoch die Veränderung, welcher die Fahrkartenverkaufs- und Gepäckabfertigungsräume unterzogen wurden. Zwar verblieb die Gepäckannahmestelle unverändert in der Vorhalle, dem Eingang gegenüber, aber die Beförderung der Gepäckstücke zu den Aufzügen für die auf den Abfahrtsgleisen bereit stehenden Gepäckwagen konnte nunmehr in Tunneln erfolgen, die unter den hochgelegten Bahnsteigen ausgebaut wurden, so daß von letzteren selbst der nicht nur für die Reisenden unbequeme, sondern auch teilweise mit Gefahren verbundene Verkehr der hochbeladenen Gepäckkarren verschwand.

Gleichwie diese Umgestaltung der Gepäckbeförderung durch den gegen die Zeit der Erbauung des Empfangsgebäudes (1876) gewaltig angewachsenen Verkehr bedingt wurde, hatte sich im Laufe der Jahre auch die ursprünglich für den Fahrkartenverkauf vorgesehene Schalteranzahl als unzulänglich erwiesen. Wohl war versucht worden, durch Aufstellung von Aushilfschaltern dem vermehrten Andrang zu genügen, doch hatte dadurch die gesamte Anlage ihre Übersichtlichkeit eingebüßt. Bei dem Umbau wurde nunmehr die auf zehn Verkaufsstellen vergrößerte Schalteranzahl zusammengefaßt und in zwei nach den Hauptverkehrsrichtungen getrennte Gruppen an der Südseite der Vorhalle zu beiden Seiten des Eingangs und des demselben vorgebauten Windfangraumes angeordnet. Diese Arbeiten, die im Frühjahr 1898 fertiggestellt waren, beendeten den ersten Teil der Umgestaltung



Abb. 2. Hauptansicht von Süden.

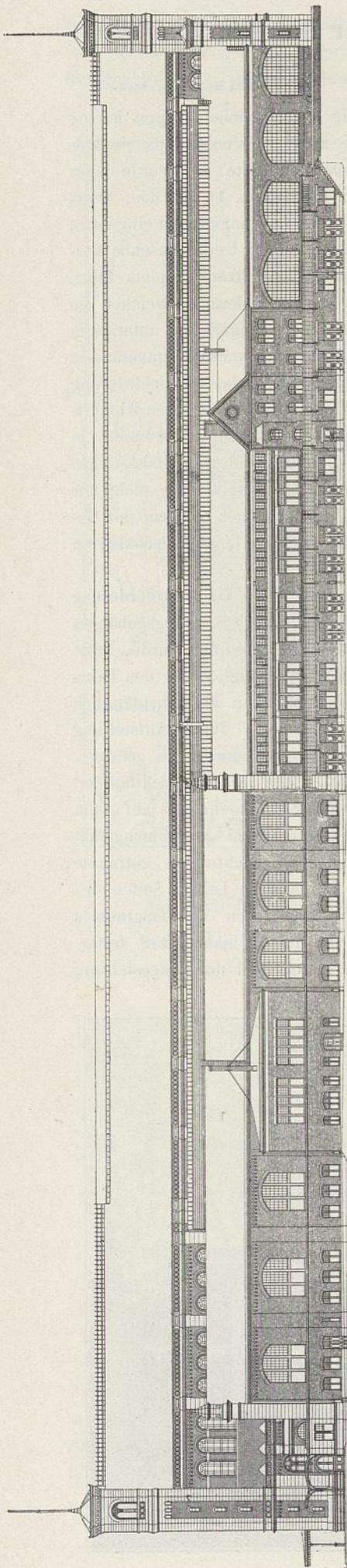


Abb. 3. Östliche Seitenfront.

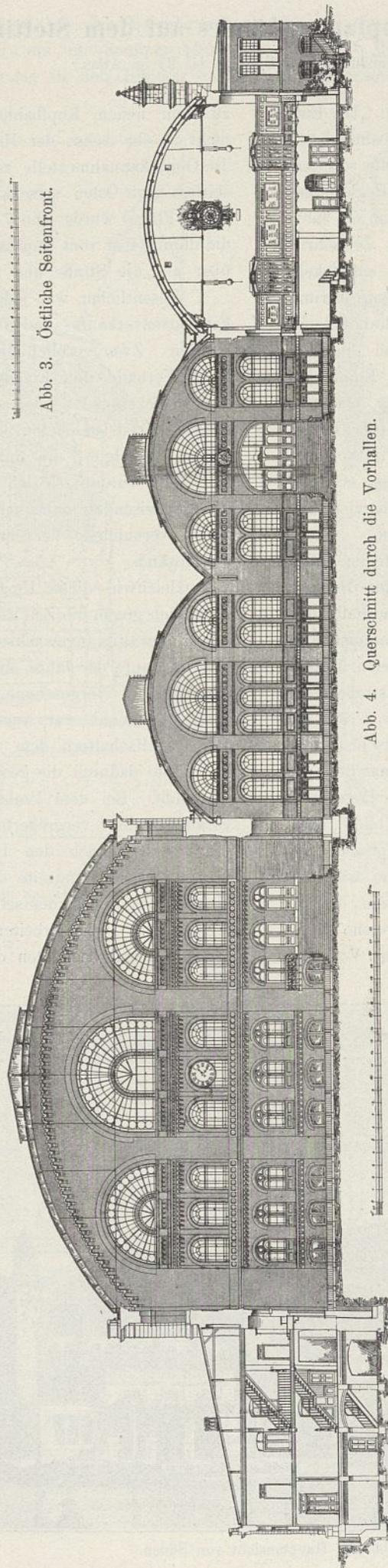


Abb. 4. Querschnitt durch die Vorhallen.

des Empfangsgebäudes. Es schloß sich hieran die Bearbeitung des Entwurfes für seine Vergrößerung zur Aufnahme von acht dem Fernverkehr dienenden Personengleisen, da die bestehenden vier Gleise für den stetig zunehmenden Sommer-Reiseverkehr zu den Ostseebädern nicht mehr ausreichten.

Ein Blick auf die in Abb. 1 u. 2 auf Bl. 35 u. 36 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr. nebeneinander gestellten Lagepläne des Empfangsgebäudes vor und nach dem Umbau zeigt den Umfang der Erweiterung, die einer Verdoppelung der Anlage gleichkommt.

Bei der Aufstellung des Entwurfes für die Umgestaltung war der leitende Gedanke, den vorhandenen Bau möglichst zu erhalten. So ist denn der westliche Flügel, der Kopfbau und die Einfahrthalle bestehen geblieben, der Ostflügel dagegen mußte fallen, um für die vier neuen Gleise Platz zu gewinnen. Östlich von diesen erstreckt sich nun der neue zweigeschossige Gebäudeflügel; das Obergeschoß, in Höhe der Bahnsteige (vgl. Abb. 2 Bl. 37 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr.), enthält in seinem nördlichen Teil neben den notwendigen Dienst- und Aborträumen die Dienstwohnung für den Stationsvorsteher, während der verbleibende Teil von den Wartesälen eingenommen wird. Diese letzteren liegen neben dem Kopfbahnsteig, den man von der neuen Vorhalle mittels einer besonderen Zugangstreppe erreicht (Text-Abb. 4 u. 6). Auch in dieser neuen Vorhalle, die sich an die bestehende Eingangshalle anschließt (vgl. Abb. 5 Bl. 38 im vorigen Jahrg. d. Zeitschr.), ist wieder an der Nordseite die Gepäckannahme angeordnet mit Zugangstüren zu den Gepäcktunneln, und wieder sind an der Südseite die Fahrkartenverkaufschalter zu beiden Seiten des Eingangs und des Windfanges vorgesehen. Zwischen den neuen und den 1897 eingerichteten Schaltern liegt die Abortanlage, die schon im alten Bau vorhanden war und, nur etwas umgeändert, erhalten geblieben ist. Eine weitere Abortanlage ist in einem hölzernen Aufbau auf dem neuen Kopfbahnsteig untergebracht worden. Hier haben auch die Waschräume ihren Platz gefunden.

Das Sockelgeschoß des neuen Seitenflügels enthält in seiner Nordhälfte die umfangreichen Räume des Bahnpostamtes, die durch ausgedehnte Tunnelanlagen mit den zu den Bahnsteigen führenden Aufzügen verbunden sind; im südlichen, neben der Vorhalle belegenen Teil sind einige Diensträume für die Gepäckabfertigung und die Handgepäckannahme, die Wohnung des Bahnhofswirtes, sowie die Küchen und die sonstigen Räume für den Betrieb der Wirtschaft angeordnet. Ein doppelter Speiseaufzug und eine besondere



Abb. 5. Wartesaal II. Klasse.

Treppe stellen die erforderliche Verbindung mit der neben den beiden großen Wartesälen gelegenen Anrichte und dem Geschäftszimmer des Wirtes her.

Text-Abb. 2 und 3 zeigen die äußere Ansicht des Baues nach seiner Fertigstellung. Entsprechend der einfachen Archi-



Abb. 6. Teil der Haupteintrittshalle.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. LIV.

tektur des alten Empfangsgebäudes in gelbrotten Verblendziegeln unter teilweiser Verwendung von Werkstein ist auch der Erweiterungsbau in gleicher Weise in ruhigen einfachen Formen ausgebildet worden. An die große Einfahrt Halle schließen sich drei neue Hallen an, die niedriger gehalten wurden, um der alten Halle ihr seitliches Hochlicht zu bewahren. Während die beiden ersten der neuen Hallen die vier Gleise mit ihren Bahnsteigen überdecken, nimmt die dritte die Wartesäle III./IV. Klasse und II. Klasse auf, deren Dachkonstruktion ebenso wie die der Bahnsteighallen mit gebogenen **I**-Trägern ausgeführt ist. Auf diesen nach einer Kreislinie gekrümmten, als Binder dienenden **I**-Trägern ruhen die eisernen Fetten, an denen die Dachschalung mit dem Doppelpappdach befestigt ist, und an denen frei — um nicht den Bewegungen des Eisens folgen zu müssen — die Decken der Wartesäle angehängt sind. Der Wartesaal III./IV. Klasse hat eine einfach profilierte Holzdecke erhalten, die in ihrer Gliederung die Lage der Binder und Fetten spiegelt (Abb. 1 Bl. 21). Als Schmuckpunkte sind die Anfänger der eisernen Binder-Zugstangen entwickelt (Text-Abb. 10 u. 12), die hier in Holz geschnitten wurden, während die Ausbildung der Zugstangenanfänger in den Bahnsteighallen selbst, abweichend von der üblichen Art, nicht als Zinkverkleidung, sondern in Schmiedeeisen durchgeführt ist (Text-Abb. 11).

Der Wartesaal III./IV. Klasse ist in seiner Gesamtausbildung mit seinem hohen Paneel in Kiefernholz und einem leichten aufschablonierten Wandfries unterhalb des Deckenanschlusses sehr einfach gehalten. Außer den Fenstern der Südseite, die in farbiger Bleiverglasung das preußische Wappen zeigen, umgeben von den Wappen der Provinzen Brandenburg und Pommern und ihrer Hauptstädte Berlin und Stettin, trägt nur noch die Uhr an der Nordwand (Text-Abb. 13) zu

der Ausschmückung des Wartesaales bei. Die Umrahmung dieser Uhr ist in angetragenem Stuck ausgeführt, das Zifferblatt besteht aus Linoleum; Reifen, Zeiger und Ziffern aus Bronze. Das gesamte Holzwerk des Saales ist braun lasiert, die Wände haben einen Anstrich in steingrauer Leimfarbe erhalten.

Der Wartesaal II. Klasse ist reicher ausgestattet (Abb. 1 u. 2 Bl. 22 und Text-Abb. 5), Decken und Wände sind mit

leicht grünlich getönt, während die Architekturglieder gelblich-weiß gehalten und teilweise vergoldet sind. Die großen Fenster der Nordwand sind in reicher Bleiverglasung in zarten Tönen ausgeführt. Ein Hauptschmuckstück auch dieses



Abb. 7. Pfeiler der Nordwand im Wartesaal II. Klasse.



Abb. 8. Tür im Wartesaal II. Klasse.



Abb. 9. Kamin der Südwand im Wartesaal II. Klasse.

angetragenem Stuck verziert. Die Umrahmungen der Kamine sowie der Türen zu dem Wartesaal I. Klasse und dem Damenzimmer bestehen aus gelblich-grauem Marmor, sogen. sardinischem Granit (Text-Abb. 8 u. 9). Der große Kamin der Nordwand ist mit Bronzeköpfen (Text-Abb. 1) geschmückt. Den Sockel des Raumes umzieht in Fensterbrüstungshöhe ein Paneel aus halbpoliertem Rüsternholz; die Wandflächen sind

Wartesaales bildet an der Südwand wieder die Uhr mit ihrer Umrahmung (Abb. 1 Bl. 22). Sie wird gekrönt von einem Kopf auf Goldstrahlen, das Licht darstellend, umgeben von einer sich in den Schwanz beißenden Schlange als Sinnbild der Ewigkeit. Zu den Seiten stehen zwei Figuren, der Morgen und der Abend, und unterhalb der Uhr ruht Saturn mit der Sichel. Die Pfeilervorlagen des Saales sind mit den Geräten

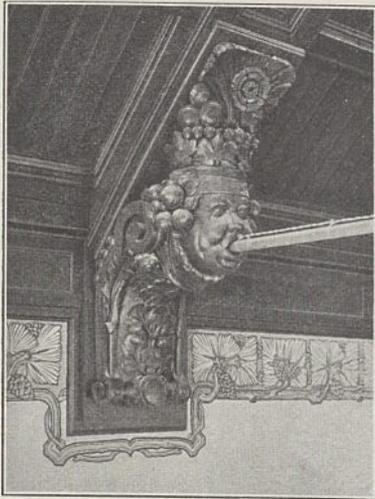


Abb. 10. Wartesaal III. u. IV. Klasse.

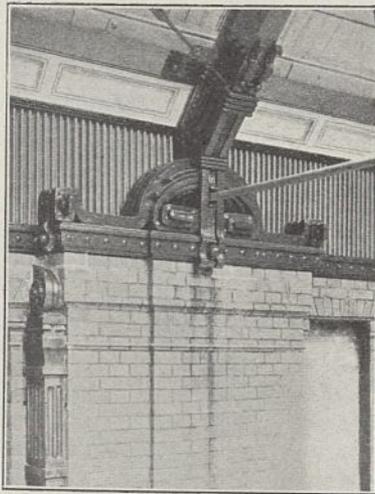


Abb. 11. Bahnsteighalle.

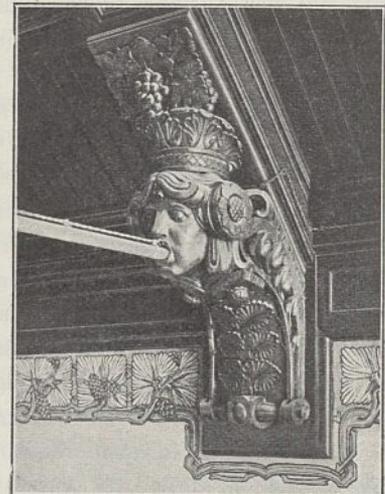


Abb. 12. Wartesaal III. u. IV. Klasse.

Abb. 10 bis 12. Zugstangen-Anfänger.

und Zeichen der Landwirtschaft, des Großgewerbes und der Gewerke geschmückt (Text-Abb. 5 u. 7).

Beide Wartesäle haben erhebliche Abmessungen. Während der Wartesaal II. Klasse 518,12 qm Grundfläche hat, erreicht der Wartesaal III./IV. Klasse 643,12 qm. Zum Vergleich seien die Größen der Wartesäle des Empfangsgebäudes auf dem Bahnhof in Frankfurt a. M. mit je 319,79 qm, des Sitzungssaales im Reichstagsgebäude mit rd. 616 qm, des Festsaales im zoologischen Garten in Berlin mit rd. 575 qm, des Rathaussaales in Berlin mit rd. 542 qm und des Weißen Saales im Königlichen Schlosse in Berlin mit rd. 507 qm angeführt.

An den Wartesaal II. Klasse schließen sich nach Norden der Warteraum I. Klasse und das Damenzimmer an. Beide Räume sollen, da besondere Fürstenzimmer in dem neuen Flügel nicht vorgesehen sind, im Bedarfsfalle als solche dienen; dementsprechend ist ihre Ausstattung etwas reicher als sonst wohl üblich. Abb. 2 Bl. 21 zeigt den Warteraum I. Klasse mit seiner Decke aus poliertem Nußbaumholz mit Einlagen von Vogelaugenhorn und seinem nußbaumenen Paneel. Das Damenzimmer (Blatt 23) hat eine Decke in angetragenem Stuck in zarter Profilierung erhalten, während das Paneel hier in Mahagoni ausgeführt wurde. Die Formen der Möbel sind beiden Räumen angepaßt und wie die Paneele in Nußbaum und Mahagoni ausgeführt.

Der Warteraum I. Klasse hat eine einfache Deckenbeleuchtung, dagegen wurden im Damenzimmer die Beleuchtungskörper in Form von Fuchsienblüten zu Schmuckstücken des Raumes entwickelt. Die beiden großen Wartesäle werden durch

je sechs bronzene Bogenlampen beleuchtet. Elektrisches Licht ist durchgängig zur Anwendung gekommen; von der Anlage einer Ersatzbeleuchtung durch Gaslicht wurde Abstand genommen. Erwärmt werden sämtliche Räume durch eine Dampfheizungsanlage, die an das westlich neben dem Empfangsgebäude gelegene Kraftwerk angeschlossen ist. Der hier entnommene hochgespannte Dampf wird in den Gepäck-tunneln zu dem neuen Flügel geführt, auf diesem Wege gleichzeitig die Leitungen speisend, die zur Vorwärmung der auf den Hallengleisen aufgestellten Züge vorgesehen sind. Vor Eintritt in den neuen Ostflügel wird durch Ventile die Spannung des Dampfes herabgemindert. Die Anlage im Gebäude selbst ist, abgesehen von den Postpackkammern, welche Mitteldruckdampfheizung erhalten haben, als Niederdruckdampfheizung in der üblichen Weise ausgebildet.

Die Ausführung des Erweiterungsbaues, die im März 1900 begann, gestaltete sich sehr schwierig, da der umfangreiche Bahnpostbetrieb nicht unterbrochen werden durfte. Zunächst mußten die neuen Postdiensträume hergestellt werden. Nachdem diese im Februar 1901 in Benutzung genommen waren,

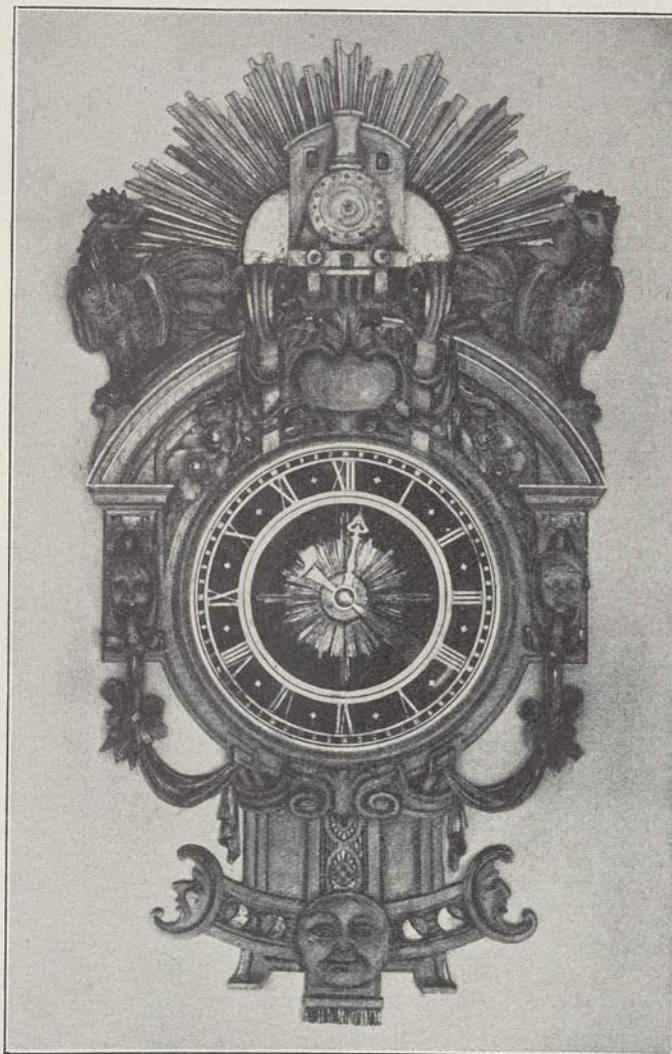


Abb. 13. Uhr im Wartesaal III./IV. Klasse.

konnte mit der Ausführung des südlichen Teiles des neuen Gebäudeflügels begonnen werden, durch den die bisherige Postzufuhrstraße gesperrt wurde. Die Fertigstellung der neuen Wartesäle fand im Juli 1902 statt, und nunmehr erst war es möglich, den bestehenden Ostflügel mit den bisherigen Wartesälen abubrechen, die neuen Bahnsteighallen und den Kopfbau, sowie die unter den Bahnsteigen sich hinziehenden Tunnelanlagen aufzuführen und die zur Verbindung der alten und der neuen Anlage erforderlichen großen Durchbrüche in der bestehen bleibenden Ostwand der alten Einfahrthalle herzustellen. Ende März 1903 waren die Arbeiten beendet. Die Baukosten für den gesamten Umbau des Gebäudes haben 1310000 *M* betragen.

Nachstehend seien noch diejenigen Firmen aufgeführt, denen wesentliche Teile der Ausführung übertragen waren. Die Erd-, Maurer- und Zimmerarbeiten lagen in Händen der Firma Streubel, Berlin; die Decke des Wartesaales III./IV. Klasse wurde von Pfaff, Berlin, das Paneel daselbst und in den übrigen Räumen von Prächtel, Berlin, die sonstigen Tischlerarbeiten von Emmeluth, Berlin-Rixdorf, ausgeführt. Die Anfertigung der gesamten Antragsarbeiten und der Modelle erfolgten durch die Bildhauer Stracke, Meuter und Wollstädter, Berlin, mit Ausnahme der Zugstangenanfänger des Wartesaales III./IV. Klasse, die vom Professor Riegelmann in Charlottenburg modelliert und geschnitzt wurden. Die Marmorarbeiten führte die Aktiengesellschaft Kiefer, Berlin, in ihren Werken in Kiefersfelden (Bayern) aus. Die Kunstschmiedearbeiten stellten F. Eisert, Berlin, und P. Maillefert, Berlin,

die Bleiverglasungen C. Brandenburg, Inh. Schmidt, Berlin, her. Die Möbel lieferten Pfaff, Berlin, Mowitz, Rathenow a. d. H., und Prächtel, Berlin; letzterer fertigte auch die Modelle zu sämtlichen Möbeln. Mit der Einrichtung der elektrischen Beleuchtungsanlage war die Firma Siemens u. Halske, Berlin, mit der der Heizungsanlage die Aktiengesellschaft J. Haag, Berlin-Augsburg, betraut.

Die Entwurfsbearbeitung erfolgte in der Königlichen Eisenbahndirektion Berlin durch den Unterzeichneten unter der aufeinanderfolgenden Oberleitung des Regierungs- und Baurates Bathmann und des Geheimen Baurates Gantzer, die Feststellung des Entwurfes im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, woselbst unter Oberleitung des Geheimen Baurates und vortragenden Rates Rüdell durch den Landbauinspektor Klingholz auch einzelne Teile des Entwurfs, insbesondere die Durchbildung des Wartesaales II. Klasse und des Damenzimmers, ausgearbeitet wurden. Die Ausführung der Tunnelanlage und der Hallenüberdeckungen wurde durch die Vorstände der Eisenbahn-Betriebsinspektion 6, Berlin, für den ersten Abschnitt des Umbaus durch den Regierungs- und Baurat Bathmann, für den zweiten Abschnitt durch den Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor v. Zabiensky bewirkt, welcher letzterem der Regierungs-Bauführer des Eisenbahnbauwesens Blum beigegeben war. Der verbleibende Teil der Ausführung war dem Unterzeichneten übertragen, den nacheinander hierbei die Regierungs-Bauführer des Hochbauwesens Goette, Krieger und Lange unterstützten.

Berlin, Februar 1904. Cornelius, Landbauinspektor.

Englische Arbeiterwohnstätten, ihre Geschichte und technische Entwicklung.

Vom Regierungs-Bauführer Walter Lehwiss.

(Mit Abbildungen auf Blatt 5 bis 9 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

2. Stockwerkhäuser.

Im mittleren Teil der großen Städte war der Grund und Boden natürlich zu teuer, um Einzelhäuser, die dem Engländer der besseren Klassen eigentlich als einzig mögliche Art des Wohnens erscheinen, darauf zu bauen, und so wurden schon lange, besonders auf den durch ein Sanierungsentwurf gesäuberten Gebieten, Stockwerkhäuser mit Wohnungen, die eigens den Bedürfnissen der arbeitenden Bevölkerung angepaßt waren, errichtet. In diesen Häusern haben eine Anzahl Wohnungen einen gemeinsamen Zugang von der Straße und eine gemeinsame Treppe, sie unterscheiden sich von gewöhnlichen Miethäusern für Wohlhabendere dadurch, daß sie der Gesundheitsbehörde angemeldet werden müssen und diese eine Aufsicht über sie ausübt; desgleichen erfordern die Lebensgewohnheiten ihrer Bewohner eine strenge Hausordnung und eine gewisse Überwachung durch die Gesellschaft oder die Behörde, der das Haus gehört, zur Durchführung dieser Hausordnung. Die älteren dieser Häuser, wie sie unter andern in London in großer Zahl vom Peabody Trust erbaut sind, entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen in gesundheitlicher und anderer Hinsicht und bieten daher

weder vom technischen, noch vom künstlerischen Standpunkt irgend ein Interesse. Im folgenden sind daher nur die neueren Erscheinungen auf diesem Gebiete in Betracht gezogen worden.

Die Größe der einzelnen Wohnungen wechselt zwischen solchen, die nur aus einem Raum bestehen, bis zu größeren von 3, 4 und 5 Räumen. Dazu kommt stets eine Spülküche und ein Abort. Ersparnisrücksichten machen es bisweilen notwendig, diese beiden letztgenannten Räume für den gemeinsamen Gebrauch mehrerer Wohnungen anzulegen; es geschieht aber verhältnismäßig selten, weil es mit der englischen Vorstellung von der Abgeschlossenheit (privacy) der Wohnung nicht vereinbar ist. Man unterscheidet danach selbständige Wohnungen (self-contained tenements), das sind solche, die alle Reinigungs- und Gesundheitseinrichtungen für sich allein haben, und unselbständige Wohnungen (associated tenements), deren Insassen Spülküche oder Abort oder beides in Gemeinschaft mit andern benutzen. In besseren Häusern finden wir aber nie mehr als höchstens drei Wohnungen zu solcher Gemeinschaft vereinigt. Auf eine eigentliche Küche ist fast in allen Fällen von Arbeiterwohnungen in Stockwerk-

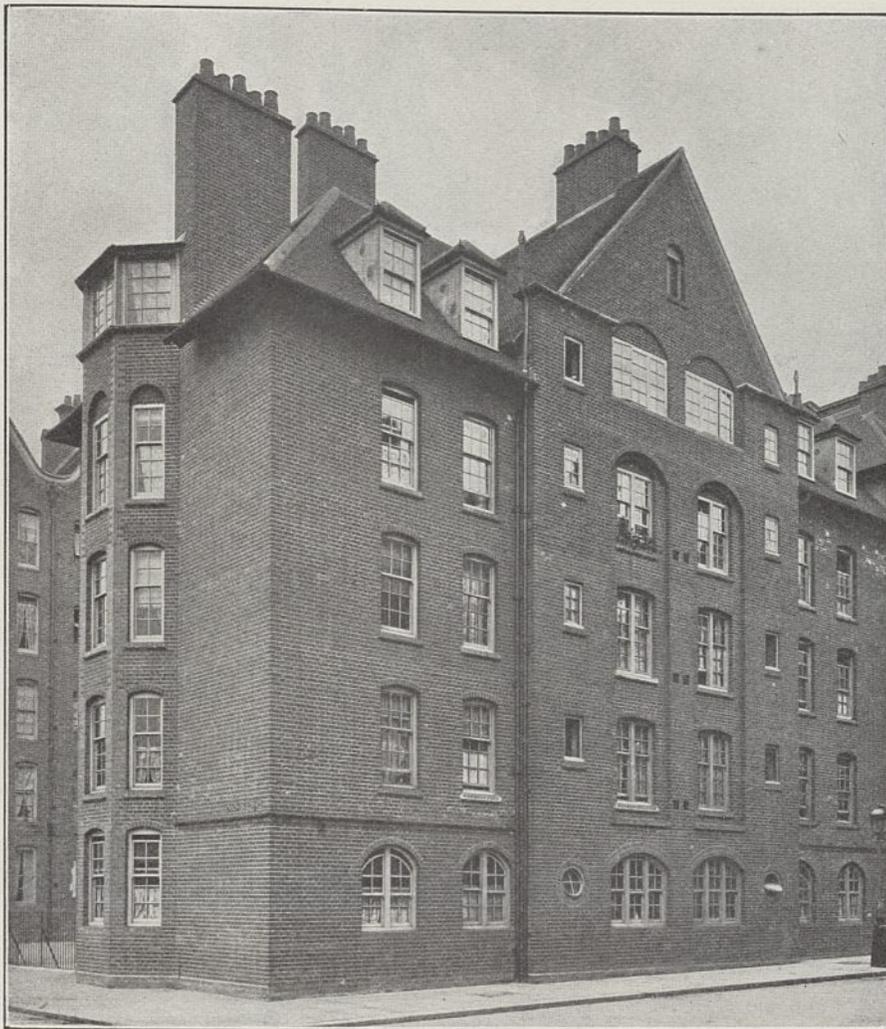


Abb. 5. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

häusern verzichtet; der größte Raum der Wohnung, bei Einzimmerwohnungen der einzige, wird mit einem etwas größeren Kamin ausgestattet, in den nach englischer Sitte eine Art Herd oder auch nur ein Rost über dem offenen Feuer eingebaut ist, und wird als livingroom bezeichnet. Er ist in den Grundrissen Kochstube genannt, weil er als Küche und als Wohnraum zugleich dient. Unerlässlich erscheint dem englischen Gefühl dagegen eine besondere mit einem Ausguß und einem Waschkessel ausgestattete Spülküche, selbst für die kleinsten Verhältnisse, da man es nicht für angängig hält, in demselben Raum zu kochen und Reinigungsarbeiten vorzunehmen. Zum mindesten wird eine Art Alkoven vom Zimmer zu diesem Zweck abgetrennt oder, wie gesagt, eine gemeinsame Spülküche für mehrere Wohnungen angelegt. Die Größe der Kochstube wechselt zwischen 13 und 16 qm, die der Schlafkammern zwischen 8,5 und 10 qm; vereinzelt kommen auch größere Schlafkammern vor, wenn der Grundriß es gerade ergibt. Für die Höhe der Wohnräume ist durch das Baugesetz von 1894 ein Mindestmaß von 2,60 m gefordert, vorher trifft man, selbst bei guten städtischen Bauten, geringere Höhen an; dasselbe Baugesetz fordert eine lichtgebende Fläche der Fenster von einem Zehntel der Zimmergrundfläche, wovon die Hälfte zu öffnen sein muß. (Es handelt sich stets um Schiebefenster.)

Großer Wert wird natürlich darauf gelegt, den Häusern von allen Seiten Licht und Luft in ausreichender Menge zuzuführen, doch scheint es, daß die Anforderungen des Londoner Baugesetzes von 1894 hierin für dichtbewohnte Häuserblöcke zu gering sind. Die höchste zulässige Höhe für ein Wohnhaus ist danach 24,40 m, der Hof muß mindestens 14 qm groß sein und sich längs der ganzen Hinterfront des Hauses in einer Breite von mindestens 3,05 m erstrecken; kleinere Bauten, Aborte, Müllgruben usw. dürfen auf diesem Hofe errichtet werden; doch dürfen sie, sowie die Umfassungs-



Abb. 6. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

mauern, höchstens 2,75 m hoch sein. Der Londoner Grafschaftsrat hat denn auch das Unzureichende dieser Abmessungen erkannt und die Höhe seiner eigenen Häuser auf fünf Stockwerke, also auf etwa 16 m bis zur Traufe, beschränkt und seine Höfe alle viel breiter angelegt, als das Gesetz es vorschreibt. Außerdem hat er und ebenso viele andere Gesellschaften meistens nur zwei Seiten eines von vier Straßen eingeschlossenen Häuserblocks bebaut, so daß der Hofraum zwischen den Häusern an zwei Seiten offen und eine rege Lüfterneuerung möglich ist. Wie gut eine solche Anordnung ist, wird jeder empfinden, der eine Zeitlang im Häusermeer einer Großstadt gelebt hat und sich erinnert, wie schwer nach heißen Sommertagen die schwüle Luft aus rings von hohen Häusern eingeschlossenen Hof- oder Gartenräumen weicht, selbst wenn sie ziemlich groß sind. Da die Breite der neuangelegten Straßen in der Regel für unsere Begriffe nicht bedeutend ist, so erscheinen große und gut gelüftete Hofräume um so notwendiger.

Das mildere Klima erlaubt in England manche Einrichtungen, die bei uns nicht möglich sind. So wird nichts dagegen eingewendet, ein Zimmer im Erdgeschoß unmittelbar von der Straße aus zugänglich zu machen, ohne Vorplatz oder Windfang, und aus dem gleichen Grunde hat das „Balkonsystem“, bei dem die Treppen auf einen langen galeriartigen Balkon münden, der an Stelle eines inneren Flurs am Hause entlang läuft und von dem aus man in die einzelnen Wohnungen gelangt, hier so großen Anklang gefunden; bei uns kommt es zwar, so viel ich weiß, auch vor, erfordert aber einen Windfang für jede Wohnung, was die Sache sehr verteuert. Auch wo diese Bauweise nicht angewandt ist, sondern Flure oder ein erweiterter Treppenabsatz zu den Wohnungen führen, sind häufig die Treppenhäuser nach außen ganz offen und nur durch ein Geländer abgeschlossen, wodurch sie natürlich sehr gut gelüftet sind. Das wäre in Deutschland wohl bedenklich, da im Winter hineingetriebener Regen oder Schnee leicht eine gefährliche Glätte erzeugen könnte. Auf Lüftung und besonders auf die Möglichkeit, eine Wohnung von vorn nach hinten durchlüften zu können, ist bei der Grundrißgestaltung meist Bedacht genommen; die Kamine mit ihren breiten Rauchröhren und auch im Sommer zu Kochzwecken



Abb. 7. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

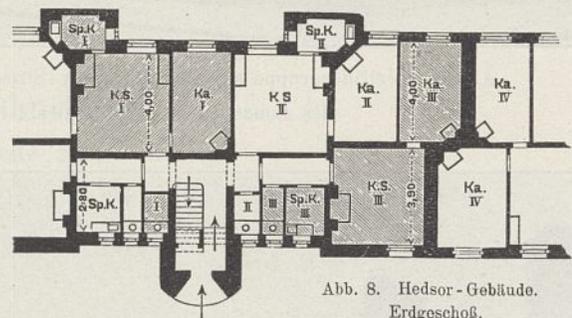


Abb. 8. Hedsor-Gebäude. Erdgeschoß.

Raumbezeichnung s. S. 30 Fußnote. 6.
Vgl. Abb. 2 Bl. 5 im Atlas.

Abb. 8 u. 9. Häuser auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

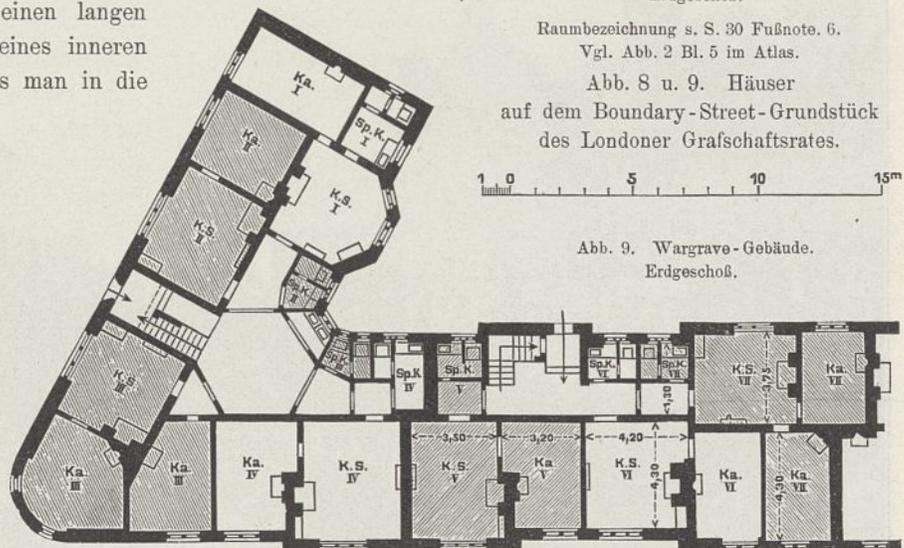
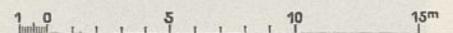


Abb. 9. Wargrave-Gebäude. Erdgeschoß.

fast immer brennendem Feuer, bilden außerdem ein vorzügliches Mittel der Lüfterneuerung.

Die Bauart der besseren Arbeiterhäuser ist stets feuerfest, die Treppen sind meist aus Beton; Flure, Spülküchen,



Abb. 10. Hofansicht einer Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Aborte pflegen massiven Fußboden zu haben, die Wohnzimmer dagegen Holzfußboden; in den Häusern des Londoner Grafschaftsrates und auch in vielen andern sind die Wände durchweg mit Leimfarbe gestrichen, doch sollen die Insassen selbst stets den Wunsch nach Tapeten äußern. Tapeten bilden aber bekanntlich Schlupfwinkel für Ungeziefer. Die Fenster sind stets Schiebefenster nach englischem Brauch, deren Undichtigkeit bei dem dortigen Klima nicht so lästig, dagegen für den Luftwechsel sehr förderlich ist. In manchen Häusern ist mit Erfolg ein flaches Dach zum Wäschetrocknen und als Spielplatz für Kinder angeordnet worden. — Von den Wohnungen sind die zwei- und dreizim-

merigen, d. h. solche mit einer Kochstube und einer oder zwei Schlafkammern, die gesuchtesten und daher auch von allen Städten und Gesellschaften am meisten gebaut. Einräumige kommen nach dem Wohngesetz nur für kinderlose Leute oder solche mit einem Kind unter sieben Jahren in Betracht und sind daher nur in geringerer Anzahl erforderlich. Häufig, besonders in Schottland, finden sich bei ihnen Bettischen oder Alkoven, die die Benutzung des Zimmers als einzigen Raum für eine Familie erträglicher machen. Solche Bettischen sind auch mit Erfolg in den Kochstuben der größeren Wohnungen angewandt worden, die ja natürlich fast immer auch zum Schlafen für ein oder mehrere Familienmitglieder dienen. Die Hausordnungen beschränken, um Übervölkerung zu vermeiden, die für jede Wohnung zulässige Zahl von Bewohnern, und zwar werden gewöhnlich zwei Personen auf ein Zimmer gerechnet.

Es gibt eine solche Fülle von Arbeitermiethäusern verschiedener Grundrißbildungen, daß im folgenden nur je einige Beispiele für die verschiedenen Arten zu näherer Betrachtung herausgegriffen werden konnten. Sie bilden auch nicht annähernd eine Übersicht über alles, was in den letzten zehn bis funfzehn Jahren auf diesem Gebiete in England geleistet worden ist.

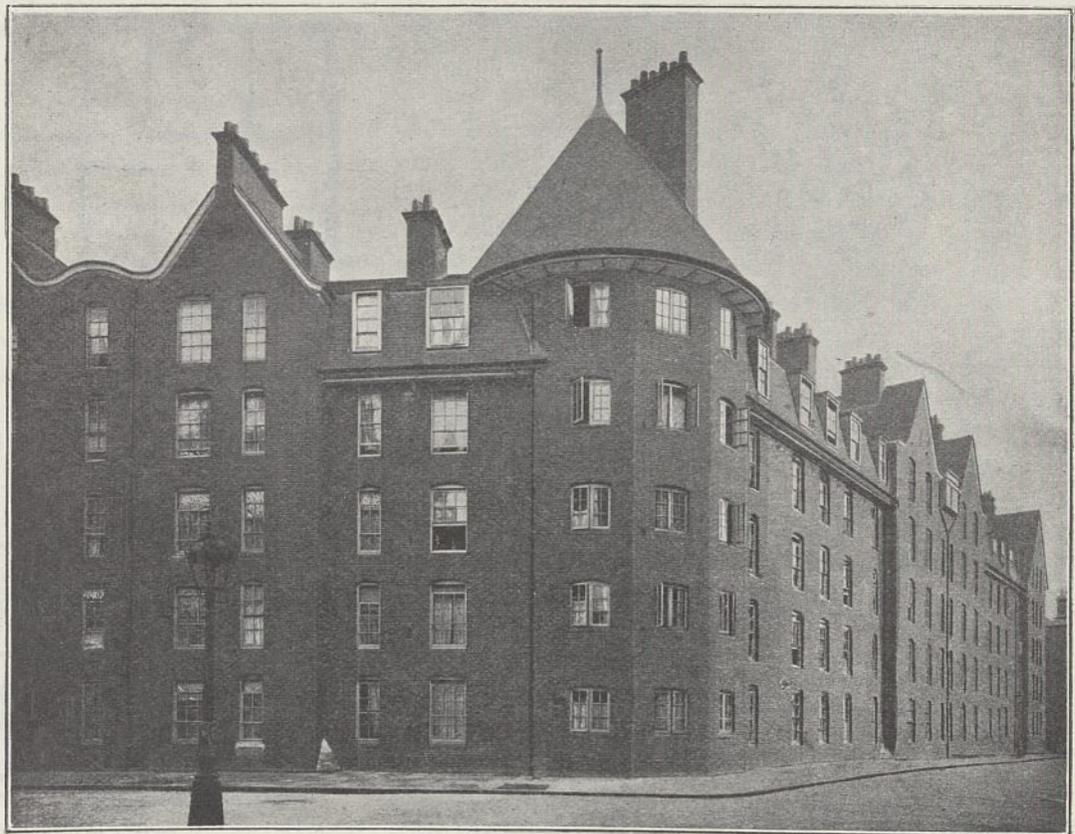


Abb. 11. Gebäudegruppe auf dem Boundary-Street-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Eine der umfangreichsten und besten Anlagen ist die vom Londoner Grafschaftsrat auf dem gesäuberten (s. Abb. 1 Bl. 5) Boundary-Gebiet im Kirchspiel Bethnalgreen errichtete Gebäudegruppe. Abb. 2 Bl. 5 zeigt den neuen Bebauungsplan in der Mitte mit einem kreisförmigen Platz von etwa 82 m Durchmesser mit Gartenanlagen, auf den alle Straßen einmünden. Die Hauptzufahrtstraße ist 18,30 m breit, die andern 12,20 und 15,25; die Höfe sind alle, nach dem vorher erläuterten Grundsatz, an zwei Seiten offen. Um nicht alle Bewohner auf einmal zu verdrängen, wurde die Bebauung in verschiedenen Abschnitten vorgenommen; daher zeigen die Gebäude große Verschiedenartigkeit, weil die gemachten Erfahrungen stets für die neueren Bauten verwertet wurden. Es sind 142 unselbständige und 892 selbständige Wohnungen in dem oben erläuterten Sinne hergestellt; von den 142 haben aber nur 35 außer der Spülküche auch den Abort mit andern gemeinsam. Im Laufe der Arbeiten wurde beschlossen, statt jeder Wohnung eine besondere Waschküche zu geben, ein allgemeines Waschhaus zu bauen; genaue Berechnungen ergaben, daß bei Fortfall einer besonderen Waschküche oder Wascheinrichtung in der Spülküche jeder einzelnen Wohnung die Wochenmiete für je ein Zimmer um $\frac{1}{2} d$ (Pence) ermäßigt werden konnte; dem stehen die Kosten für Benutzung eines Standes im Waschhaus gegenüber, die stündlich $1\frac{1}{2} d$ für die beiden ersten, $2 d$ für die nächsten zwei Stunden beträgt, und $3 d$ für jede weitere Stunde (der Staffeltarif ist eingeführt, um gewerbmäßige Wäscherinnen auszuschließen). Eine Familie, die drei Zimmer hat, kann also wöchentlich zwei Stunden waschen, ohne mehr zu bezahlen, als sie an Miete für eine Waschküche im Haus zahlen würde, und spart das Feuerungsmaterial. Das Waschhaus enthält 42 Waschstände, jeder aus einem Waschkessel mit kaltem und heißem Wasser und einem dampfgeheizten Kochkessel bestehend, ebenso 42 Trockengestelle, drei Wringmaschinen und vier Rollen. Ein verheirateter Maschinenmeister, ein Schürer (Stoker) und eine Gehilfin der Frau des Heizers bilden die Verwaltung des Waschhauses. Mit der Anstalt verbunden sind 12 Wannensäuberer und ein Brausebad; das Obergeschoß enthält zwei Klubbäume für die Bewohner des Viertels. Die Text-Abb. 8 und 9 zeigen eine Grundform der Häuser mit selbständigen Wohnungen und eine solche für Häuser mit unselbständigen Wohnungen; das Äußere der Häuser (s. Text-Abb. 5 bis 7, 10 u. 11) macht einen sehr guten Eindruck; die Fassaden sind aus rotem Backstein; bei einigen mit wagerechten Streifen von gelbem Backstein; für das Untergeschoß sind in einigen Fällen glasierte, aber nicht sehr auffallend glänzende Steine verwandt. Irgend welche Schmuckformen sind nicht vorhanden, die Flächen sind nur durch das weißgestrichene Holzwerk der Fenster und durch Vor- und Rücksprünge, die der Grundriß ergab, belebt, nicht selten auch durch flache Erker, wie sie in England seit altersher üblich sind; die Dächer bestehen zum Teil aus den kleinen englischen Flachziegeln, zum Teil aus Schiefer. Da die Häuser alle verschieden sind und die Straßen nicht parallel laufen, bietet das Ganze ein anziehendes, abwechslungsreiches Bild, besonders für den, der auf dem hübschen, etwas erhöhten Gartenplatze steht. Nichts Erdrückendes und Ermüdendes haben diese fünf Stockwerk hohen Mietskasernen, atmen aber ernste Behaglichkeit, lassen ihren Zweck deutlich erkennen, und, was als besonderes Verdienst des Künstlers,

der sie entworfen hat, hervorzuheben ist, sie haben durchaus englisches Gepräge. Die Straßen haben Asphaltpflaster, die Höfe und Bürgersteige Granitplatten.

Das Innere ist natürlich ganz einfach, aber freundlich gehalten. Die Treppen sind sämtlich aus Beton, die Wände der Treppenhäuser zeigen die gefugten Ziegel ohne Putz. Das Holzwerk der Türen usw. ist in einigen Häusern grün gestrichen, in anderen hellbraun lasiert. Text-Abb. 16 zeigt eine Kochstube mit den einfachen, aber fest gearbeiteten Schränken und Börtern neben dem Kamin und dem in den Kamin eingebauten Kochherd. Dieser ist so eingerichtet, daß man auch ein offenes Feuer nach Entfernung eines Teiles der Kochplatte darauf unterhalten kann.

Die eigentlichen Bauarbeiten begannen im Spätsommer 1893 und zwar auf dem abliegenden Teil des Gebietes, östlich von Mountstreet; die dort errichteten Gebäude, Streatleyhäuser genannt, wurden im April 1895 dem Gebrauch übergeben. Das Ganze war im März 1900 vollendet und wurde durch einen Festakt eingeweiht, an dem der König, damals noch Prince of Wales, teilnahm und eine bemerkenswerte Rede hielt, die zeigt, wie auch in England die leitenden Kreise sich ihrer sozialen Pflichten bewußt geworden sind.

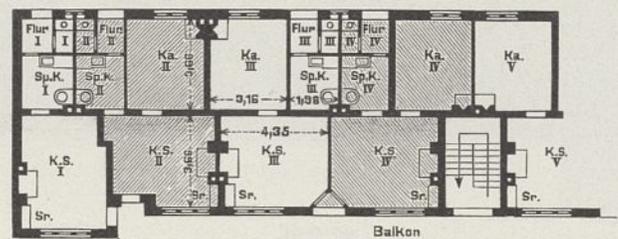


Abb. 12. Lowood-Gebäude, Cable Street, London.

Erstes Obergeschoß.

Balkonsystem, selbständige und in sich abgeschlossene Wohnungen.

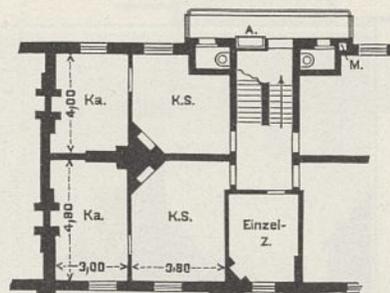


Abb. 13. Midhopehäuser der Ostend-Wohnungsgesellschaft in London.

Unselbständige Wohnungen.

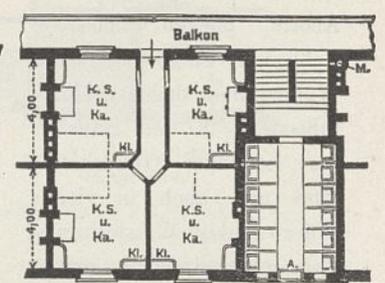


Abb. 14. Einzimmerwohnungen

der Süd-Londoner Wohnungsgesellschaft.

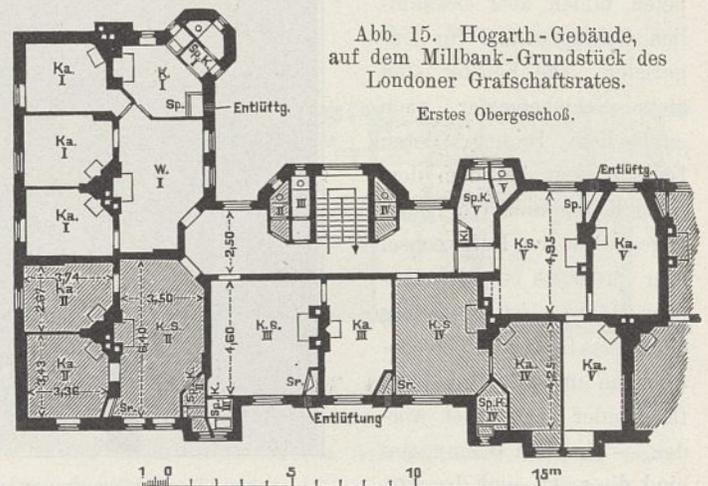


Abb. 15. Hogarth-Gebäude, auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Erstes Obergeschoß.

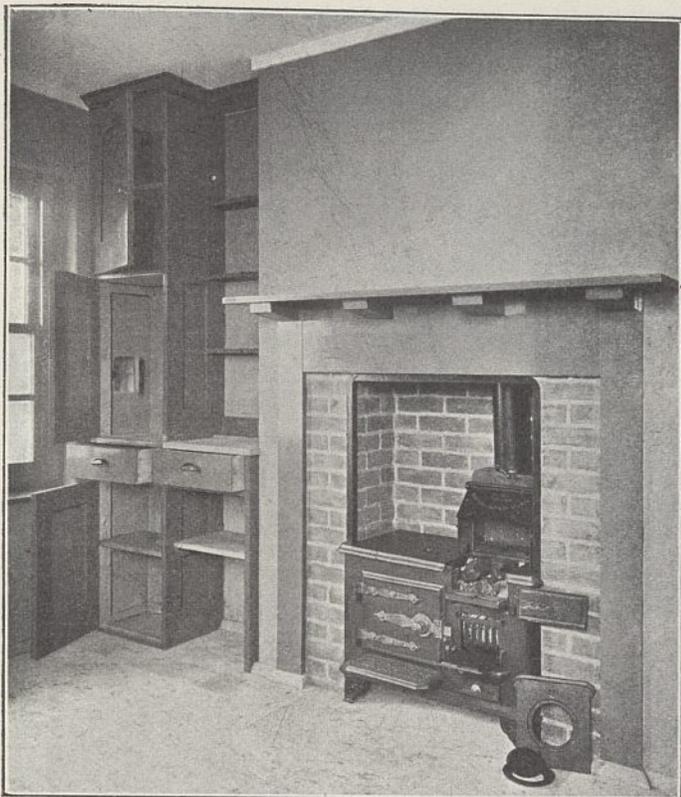


Abb. 16. Inneres einer Kochstube.
Häuser des Londoner Grafenschaftsrates.

Folgende Tabelle macht die Anzahl und Art der Wohnungen und die Höhe der Mieten ersichtlich:

Wohnungen von	Anzahl	Wochenmieten
1 Zimmer	15	3,56 <i>M</i>
2 Zimmern	541	5,61 bis 7,65 <i>M</i>
3 "	400	7,65 " 10,20 "
4 "	103	10,20 " 12,75 "
5 "	7	12,24 " 13,26 "
6 "	3	14,28 " 14,79 "
Werkstätten	77	3,65 " 6,63 "

Eine zweite größere dem Grafenschaftsrat gehörige Gebäudegruppe steht auf dem früher von einem Gefängnis eingenommenen, hinter der Tate Gallery gelegenen Millbankgrundstück (s. S. 22). Der beigegebene Lageplan (Abb. 7 Bl. 5) zeigt die neue Aufteilung des Grundstücks und die Anordnung der Häuserblöcke, die sich um drei Seiten eines rechteckigen Platzes mit Gartenanlagen gruppieren. Die Straßenbreiten wechseln zwischen 15,25 und 18,30 m, die Höfe öffnen sich auch hier stets nach zwei Seiten gegen die Straße. Nachdem einige Blöcke schon geplant und im Bau waren, beschloß der Grafenschaftsrat 1897 für die übrigen einen Wettbewerb auszuschreiben, in dem die Architekten Spalding u. Cross den ersten Preis errangen; deren Entwürfe sind dann auch den späteren Bauten, von denen Text-Abb. 15 eine Grundrißprobe bietet, zugrunde gelegt worden. Die Gesamtbaukosten belaufen sich auf über 2 $\frac{1}{2}$ Millionen Mark.

Über Anzahl der Räume und Mieten gibt folgende Tabelle Auskunft:

Wohnungen von	Anzahl	Wochenmieten
1 Zimmer	2	—
2 Zimmern	455	7,14 bis 8,16 <i>M</i>
3 "	392	8,67 " 10,71 "
4 "	16	12,75 " 13,26 "

Eine Waschanstalt und Badeeinrichtungen schienen hier nicht nötig, da eine städtische öffentliche Wasch- und Badeanstalt in unmittelbarer Nähe liegt. Das Äußere der Gebäude, von denen einige auf Text-Abb. 23, 24, 37 u. 38 dargestellt sind, ist fast noch besser, als das der Boundary-Häuser, besonders freundlicher. Das ist wohl nicht dem Umstand zuzuschreiben, daß sie noch neuer und also noch weniger von dem Londoner Ruß geschwärzt sind, sondern auch dem helleren Material und den hier und da im obersten Geschoß und an einzelnen Giebeln angewandten Putzflächen.

Außer diesen besitzt der Londoner Grafenschaftsrat noch eine große Menge kleinerer Häusergruppen in verschiedenen Teilen der Stadt, die alle ungefähr nach denselben Grundsätzen gebaut sind; ein Beispiel für viele bilde der Grundriß der Lowoodhäuser, Text-Abb. 12, die nach dem „Balkonsystem“ gebaut sind. Sie bieten nicht nur Tausenden ein gutes und gesundes Unterkommen, sondern haben auch, wie die Logierhäuser, die privaten Unternehmungen zu bessern Leistungen angespornt.

Von diesen aus privater Tätigkeit hervorgegangenen Anlagen sind hervorzuheben die Midhopehäuser der Ostend-Wohnungsgesellschaft in London (Grundriß Text-Abb. 13), die ein anderes Muster der unselbständigen Wohnungen darstellen. Es sind Wohnungen von einem und von zwei Zimmern, vom Treppenabsatz aus zugänglich; der Zwischenabsatz der Treppe führt auf einen Balkon, an dem die Aborte liegen und zwar je einer für zwei bis drei Mietparteien, ferner ein großer Ausguß und ein Müllschacht. Der Balkon vertritt also hier die Stelle der Spülküche. Der Raum ist außerordentlich gut ausgenutzt, die Gebäude sind daher sehr billig und ihr Zinsertrag sehr gut.

Ein gutes Beispiel des Balkonsystems sind die Gebäude der Süd-Londoner Wohnungsgesellschaft (South London Dwellings Company Lt.), am Kensington Road im südlichen Teile der Stadt errichtet (Text-Abb. 14). Die Gebäude, fünf Stock hoch, liegen um einen großen Garten herum und bedecken mit diesem eine Fläche von ungefähr 40 Ar. Es sind Ein- und Zweizimmerwohnungen. Die Aborte sind vom Zwischenabsatz der Treppe aus zugänglich und für je ein Stockwerk zusammengelegt; in dem Vorraum ist ein Ausguß, der einzige für je 16 Wohnungen; wie es scheint, etwas wenig. Von den Aborten ist einer auf je zwei Zimmer gerechnet, was wohl als ausreichend anzusehen ist. Die Dächer sind flach und können zum Wäschetrocknen oder anderen Zwecken benutzt werden. Im Erdgeschoß sind Läden eingerichtet, wodurch die Ertragsfähigkeit der Gebäude gesteigert und eine Ermäßigung der Wohnmieten in den übrigen Geschossen ermöglicht wird. Dies Verfahren hat sich an vielen Orten bewährt, wo es möglich war, Arbeiterhäuser, wie in diesem Falle, an einer großen Verkehrsader zu bauen. Sehr oft wird man aber der Billigkeit des Baugrundes halber abgelegene Straßen vorziehen, und dann hat das Anlegen von Läden keinen Erfolg.

Eine ganz andere Anlage veranschaulicht Text-Abb. 17, die den Grundriß der Häuser der hauptstädtischen Vereinigung zur Verbesserung der Wohnungen für die arbeitenden Klassen (Metropolitan Association for Improving the Dwellings of the Industrious Classes) gibt. Sie sind nach dem „System der abgetrennten Treppen“ gebaut, d. h. zwischen je zwei Wohnungspaaren liegt eine Treppe mit je zwei Balkons, wodurch

eine größere Absonderung der einzelnen Wohnungen und gute Lüftungsmöglichkeit erzielt wird. Es sind Wohnungen von zwei und drei Zimmern, völlig selbständig, und sozusagen mit einem gewissen Aufwand ausgestattet. Jede hat einen Vorplatz, eine geräumige Spülküche, eine Speisekammer oder besser einen mit Fenster versehenen Speiseschrank und einen Kohlenraum. Die Schlafzimmer sind freilich sehr klein. Diese Häuser haben ebenfalls Läden im Erdgeschoß und bringen eine Verzinsung ihres Anlagekapitals von 6 vH.

Ausgezeichnete Häuser nach den Plänen des Architekten Barnett hat die Glasgower Stadtverwaltung am St. James Road, Cumberlandstreet und Umgegend gebaut, die mit ihren grauen Rauhputzfassaden, deren Einförmigkeit durch rote Fenster-
sohlbänke und -Stürze belebt ist, einen sehr eigen-

artigen und ansprechenden Eindruck machen und denen des Londoner Grafschaftsrates durch Einfachheit und Billigkeit überlegen sind. Sie sind meist nach dem Balkonsystem gebaut und enthalten Wohnungen von ein bis drei Zimmern, überall mit der Möglichkeit der Durchlüftung; jeder Gebäudeblock hat eine besondere Waschküche; meist sind keine Spülküchen angeordnet, jedoch stets ein kleiner Windfang, was wohl dem rauheren schottischen Klima zuzuschreiben ist.

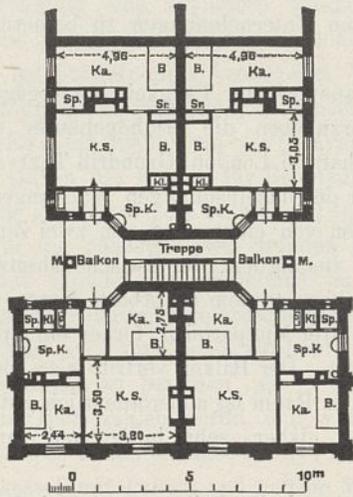


Abb. 17. Selbständige Wohnungen der hauptstädtischen Vereinigung für die Verbesserung der Wohnungen der arbeitenden Klassen.

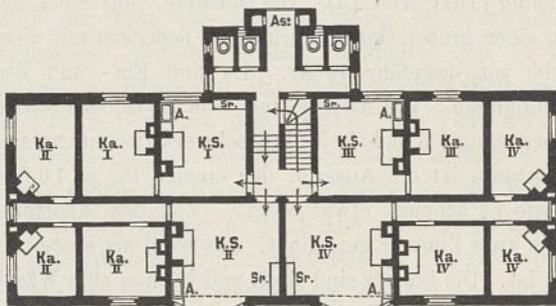


Abb. 18. Obergeschoß.

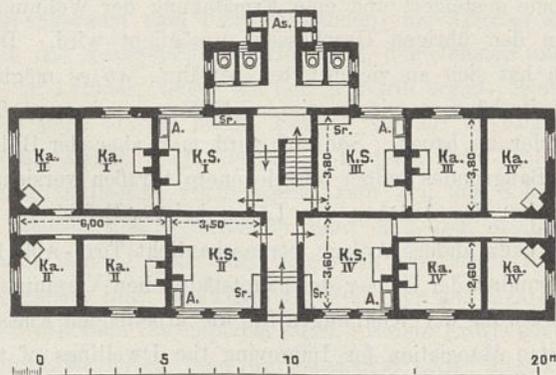


Abb. 19. Erdgeschoß.

Abb. 18 u. 19. Städtische Arbeiterwohnungen in Liverpool, Haus in der Fontenoystreet.

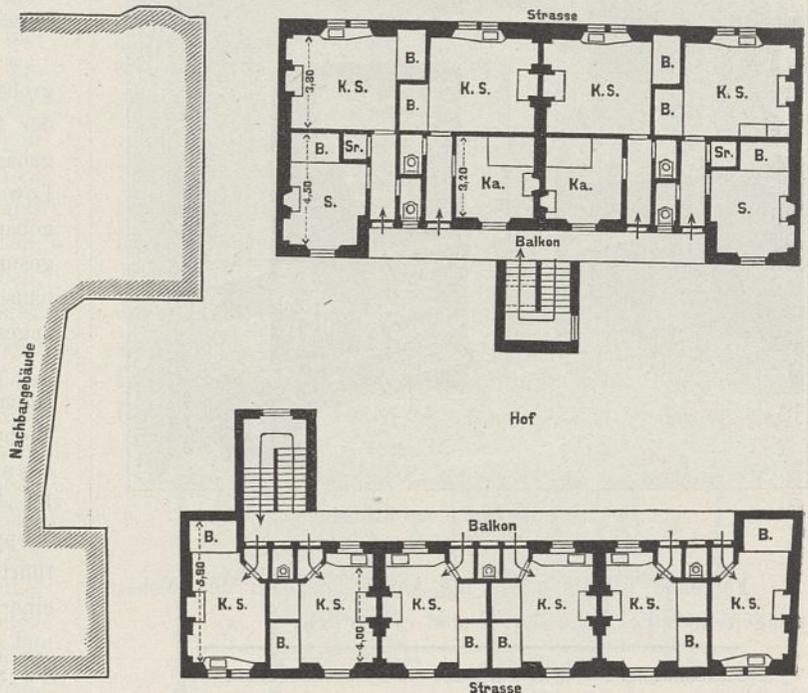


Abb. 20. Balkonsystem, Ein- und Zweizimmerwohnungen. Erstes Obergeschoß.

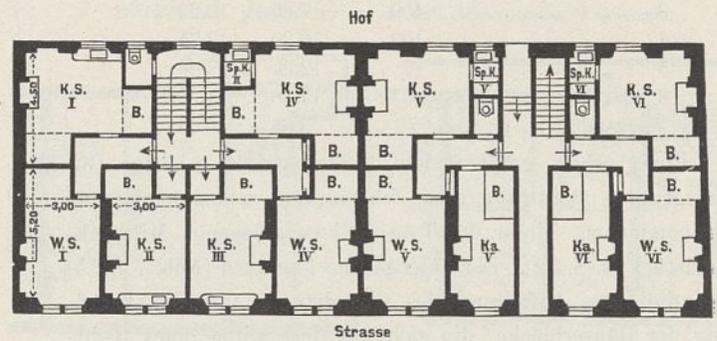


Abb. 21. Korridorsystem, unselbständige Ein- bis Dreizimmerwohnungen. Erdgeschoß.

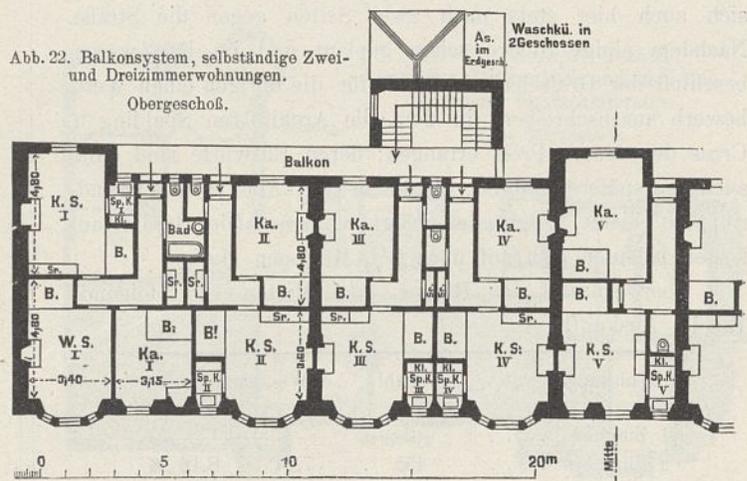


Abb. 22. Balkonsystem, selbständige Zwei- und Dreizimmerwohnungen. Obergeschoß.

Abb. 20 bis 22. Städtische Arbeiterwohnungen in Glasgow.

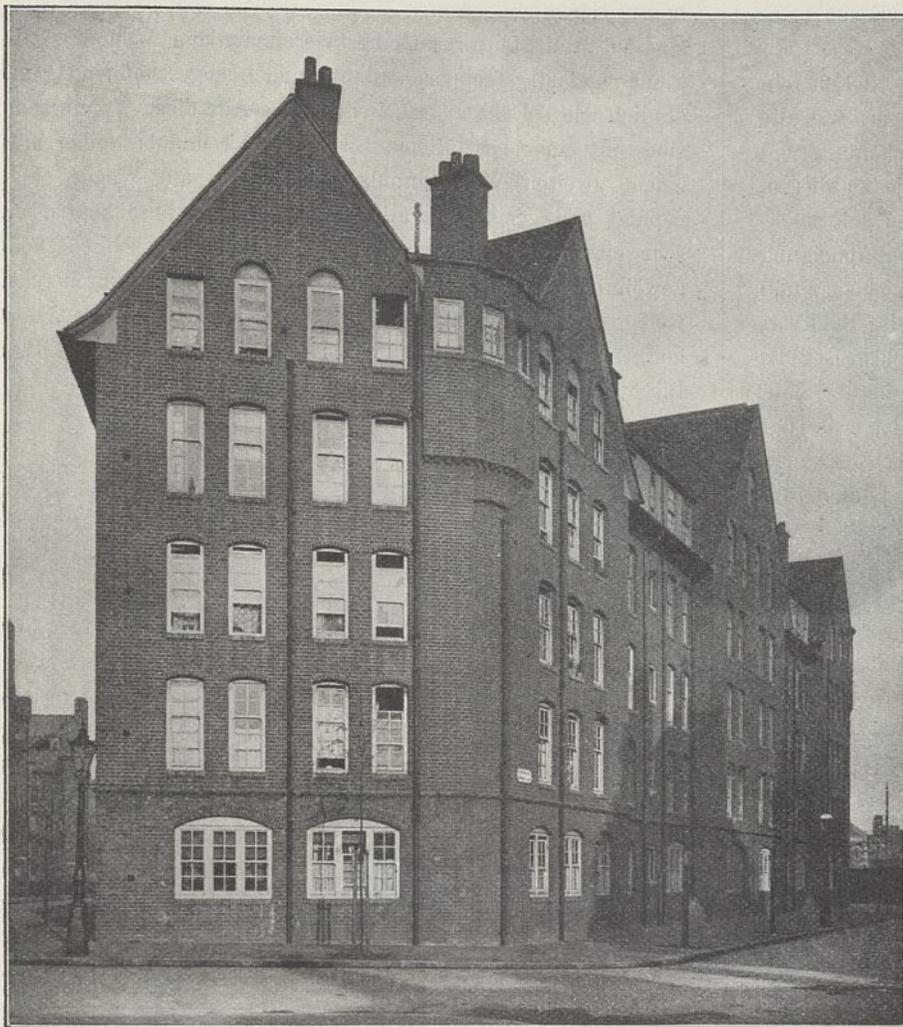


Abb. 23. Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Die Mieten betragen wöchentlich im Durchschnitt:

für 1 Zimmer . .	1,89 <i>£</i> .
„ 2 „ . .	4,61 „
„ 3 „ . .	6,74 „

Grundrißanordnungen einiger dieser Häuser, teils mit Balkons, teils mit Fluren, zeigen die Text-Abb. 20 bis 22.

Eine etwas andere Anordnung zeigt das große Gebäudeviertel am Oldhamroad in Manchester, dessen sechsstöckige Häuser um einen etwa 40 Ar großen Hofraum gelagert sind; doch machen diese Häuser, trotz eines etwas größeren Aufwands von Ornamentformen, einen kasernenartigen Eindruck, der bei den späteren Bauten der Stadt Manchester, die nicht über drei Stockwerke hinausgehen, trotz größerer Einfachheit nicht so auffällig ist.

In Liverpool sind verschiedene Häuserblöcke ohne Balkons von der Stadt errichtet, eine ältere

Art am Victoria Square vom Jahre 1885, fünfstöckig mit je vier Wohnungen an einem Flur gelegen, von denen je zwei Aborte und Spülküche gemeinsam haben. Außerdem ist eine Waschküche für je vier Wohnungen zu jedem Stockwerk vorhanden. Für Durchlüftungsmöglichkeit der Wohnungen in sich ist nicht gesorgt.

Die Mieten sind folgende:

86 Dreizimmerwohnungen	4,84 bis 5,61 <i>£</i> ,
162 Zweizimmerwohnungen	3,06 „ 4,59 „
21 Einzimmerwohnungen	1,79 <i>£</i> .

Also erheblich niedriger als die Mieten, die der Londoner Grafschaftsrat für seine Wohnungen nimmt.

Ein anderes Muster eines Stockwerkhauses in Liverpool ist etwas besser, wenn es auch ebenfalls an dem Mangel der Durchlüftungsmöglichkeit leidet: es ist ein vierstöckiges Gebäude in Fontenoystreet (Text-Abb. 18 u. 19), das einzige in seiner Art, weil die Stadtverwaltung später überhaupt von der Errichtung eigentlicher Stockwerkhäuser abgekommen ist. Hier ist keine Waschküche angelegt, dagegen hat jede Wohnung ihren eigenen vom Treppensatz zugänglichen Abort, der durch einen an zwei Seiten offenen Vorplatz von dem übrigen Gebäude getrennt ist. Es sind:

8 Vierzimmerwohnungen	zu 5,10 bis 6,12 <i>£</i>
8 Zweizimmerwohnungen	zu 3,32 „ 4,08 „

Wochenmiete. Das Äußere dieses Hauses



Abb. 24. Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

ist sehr ansprechend, graugelber Backstein mit Ecken, Gesimsen usw. von rotem Backstein.

Die späteren Bauten der Stadt Liverpool stellen ein Mittelding dar zwischen Stockwerkhäusern und dem, was die Engländer „cottages“ nennen. Ihrer äußeren Erscheinung und auch der Leichtigkeit der Bauart nach gehören sie zu diesen, der Anzahl der darin wohnenden Familien aber zu den Stockwerkhäusern. Ihre Entstehung verdanken sie der Abneigung der Liverpools Bevölkerung gegen die Stockwerkhäuser; und man muß gestehen, daß die Aufgabe, die sich die Stadtverwaltung hier gestellt hat, außerordentlich gut gelöst ist. Es sind Häuser für drei und fünf Familien, mitten in der Stadt auf saniertem Gebiet gebaut; trotz niedriger Mieten ist der Zinsertrag recht gut, allerdings, wie schon oben erwähnt, mit der Einschränkung, daß der Erwerb des Landes aus den Steuern bezahlt wird, die Mieter also bloß die Baukosten zu decken haben. Die Häuser stehen in geschlossenen Reihen, doch sind auch hier die Hofräume an den Schmalseiten des Viertels gegen die Straße geöffnet. Die einzelnen Höfe sind mit etwa 2,70 m hohen Mauern umgeben; zwischen den Höfen je zweier mit dem Rücken einander zugekehrten Häuserreihen führt, wie das auch sonst in England geschieht, ein schmaler Gang entlang, von dem aus Türen in die Höfe führen. Auch werden von diesem Gang aus die Mülleimer gewechselt, die in Maueröffnungen stehen, so daß sie von beiden Seiten zugänglich sind.

Es sind drei verschiedene Arten vorhanden: die erste Art (Text-Abb. 25 bis 27) enthält im Erdgeschoß eine Vierzimmerwohnung mit geräumigem Hof, Spülküche, Kohlenraum und einem kleinen Vorraum. Am Ende jeder Reihe führt eine kleine Treppe auf einen an der Außenseite aller Häuser entlang laufenden offenen Gang im ersten Obergeschoß, von dem aus in jedem Haus zwei Zweizimmerwohnungen zugänglich sind, deren Aborte, nebst einem kleinen als Hof zu benutzenden Balkon auf der andern Seite des Ganges liegen; eine Spülküche haben diese Wohnungen nicht, der Ausguß ist in der Kochstube angeordnet. Eine zweite Treppe führt zwischen beiden Wohnungen zum Dachgeschoß, in dem wiederum zwei ebensolche Zweizimmerwohnungen, aber von einem mit Oberlicht beleuchteten Podest zugänglich und mit teilweis schräger Decke, liegen. — Bei der zweiten Art (Text-Abb. 28 bis 30) liegt im Erdgeschoß jedesmal eine Wohnung von zwei Zimmern, Spülküche, Windfang usw., eine Treppe führt wieder ähnlich wie vorhin auf einen offenen Laufgang, der die Zugänge zu den Wohnungen der Obergeschosse bildet, und zwischen je zwei dieser Wohnungen führt wieder eine Treppe zum ebenso ausgebauten Dachgeschoß. Es wohnen hier also drei Familien in jedem Haus. Die erste Art ist im Grunde ganz ähnlich dieser zweiten, nur sind dort die Erdgeschoßwohnungen je zweier Häuser zu einer Wohnung zusammengefaßt. — Bei der dritten Art (Text-Abb. 33 bis 35) hat das Erdgeschoß noch ein drittes

in den Hof hineingebautes Zimmer, und im ersten Obergeschoß sind je zwei Häuser zu einer vierzimmerigen Wohnung zusammengefaßt. Treppenanordnung und Dachgeschoß sind ganz ähnlich wie bei den andern Beispielen. Alle diese Wohnungen sind mit einem entlüfteten Speiseschrank und bisweilen mit einem zweiten Wandschrank ausgestattet; die Wände sind geputzt und gestrichen, alle Konstruktionen, Beschläge usw. sehr einfach und gediegen, die Fassaden ganz schlicht von gewöhnlichem Backstein, aber doch freundlich durch das weißgestrichene Holzwerk der Fenster und bei einigen der hölzernen Vordächer über den Türen (Text-Abb. 31 u. 32). Die wöchentlichen Mieten sind folgende:

Vierzimmerwohnung	6,15 <i>£</i> .
Dreizimmerwohnung	4,60 „
Zweizimmerwohnung	3,08 bis 4,10 „

Für diese erstaunlich niedrigen Mieten sind die Häuser nicht nur mit Gas- und Kaltwasser-, sondern auch mit einer Warmwasserleitung versehen.

Betrachtet man die Gesamtheit der beiden bisher besprochenen Arten von Arbeiterwohnungen, die Logierhäuser und die Stockwerkhäuser — und dies sind eigentlich die für die ärmeren Klassen in Frage kommenden Häuserarten —, so muß man sagen, daß darin sehr viel und zum Teil Muster-gültiges in England geleistet ist. Aber man darf sich auch nicht verhehlen, daß trotzdem die

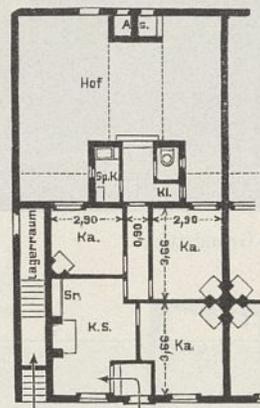


Abb. 25. Erdgeschoß.
1 Vierzimmerwohnung.

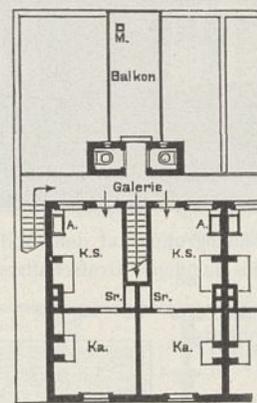


Abb. 26. I. Obergeschoß.
2 Zweizimmerwohnungen.

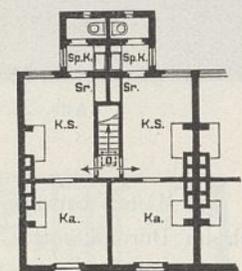


Abb. 27. II. Obergeschoß.
2 Zweizimmerwohnungen.

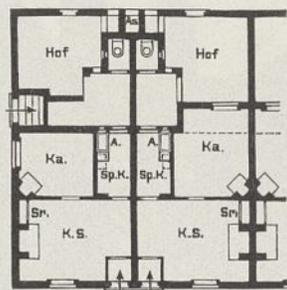


Abb. 28. Erdgeschoß.

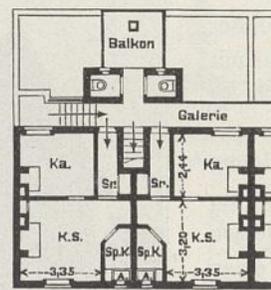


Abb. 29. I. Obergeschoß.

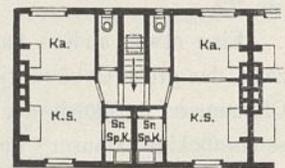


Abb. 30. II. Obergeschoß.

In jedem Geschoß 2 Zweizimmerwohnungen.

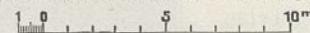


Abb. 25 bis 30. Städtische Arbeiterwohnungen in Liverpool, Dryden- und Rachelstreet.

Arbeiterwohnungsfrage nicht gelöst ist. Die Mieten sind immer noch zu hoch, als daß sie für die Allerbedürftigsten erschwinglich wären, für diese bleibt dann nur das allgemeine Logierhaus; dies ist natürlich kein Heim und läßt, auch in sogenannten Familienlogierhäusern, wo eine Familie in einem Brettverschlag wohnt und kein Stück der Einrichtung ihr eigen nennt, kein Familienleben aufkommen.

Untenstehende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Mieten verschiedener Stadtverwaltungen und Gesellschaften.

Es fällt dabei auf, daß der Londoner Grafschaftsrat erheblich höhere Mieten hat als alle übrigen, trotzdem z. B. die Häuser von Liverpool und die des Guinnessstrustes auf

der gleichen Höhe stehen. Woher kommt das? Die Sanierungskosten sollen nicht von den Mieten gedeckt werden, sie tragen also nicht die Schuld an den hohen Mieten. Man sagt, daß die demokratische Zusammensetzung des Grafschaftsrates ihm die Ungunst der Unternehmer eingetragen

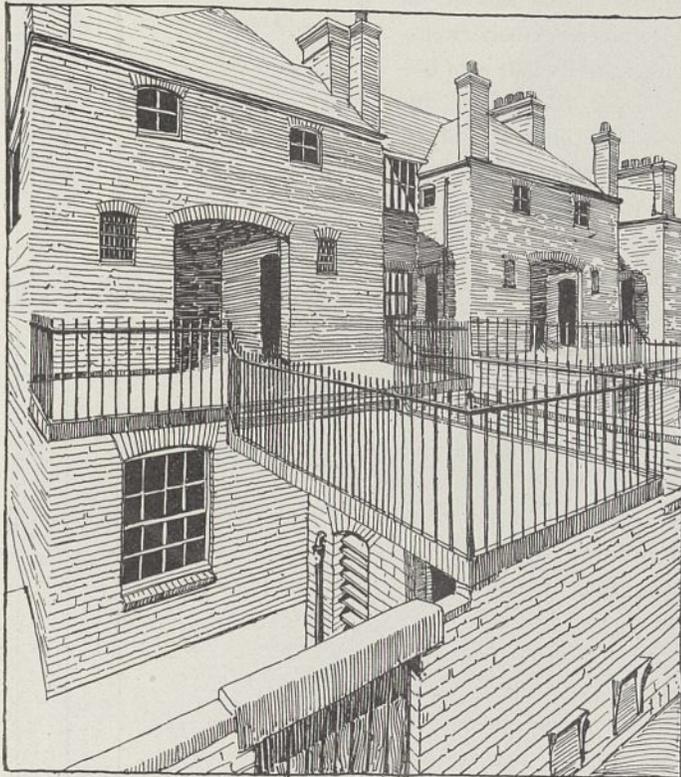


Abb. 31. Hofansicht.

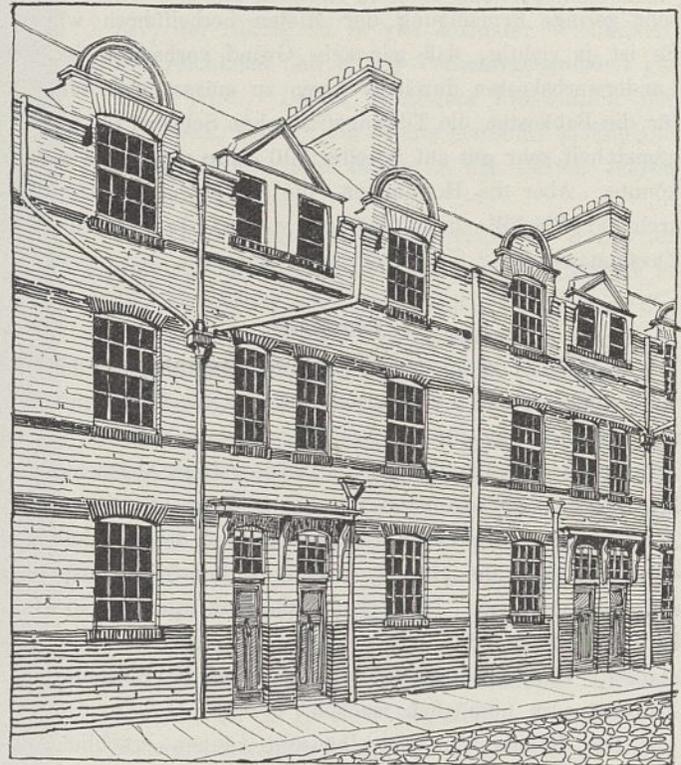


Abb. 32. Straßenansicht.

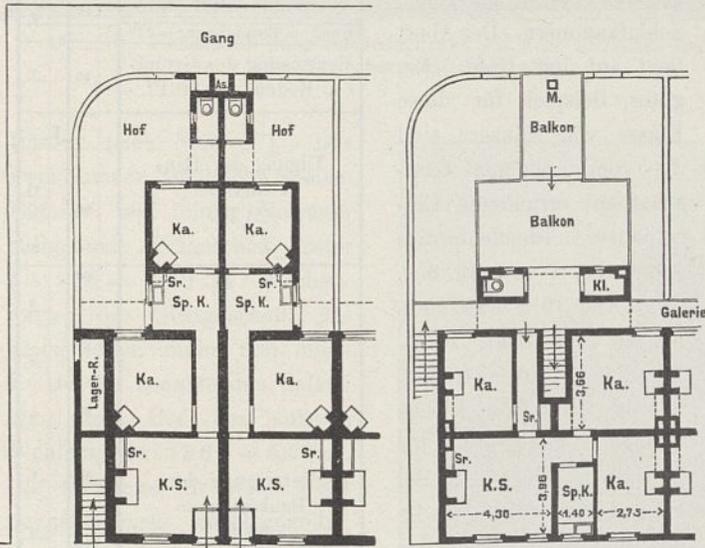


Abb. 33. Erdgeschoß.
2 Dreizimmerwohnungen.

Abb. 34. I. Obergeschoß.
1 Vierzimmerwohnung.

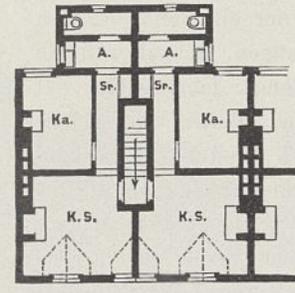


Abb. 35. II. Obergeschoß.
2 Zweizimmerwohnungen.

Abb. 31 bis 35. Städtische Arbeiterwohnungen in Liverpool, Kemptonstreet.

habe, so daß sie ihm höhere Preise ansetzen als andern. Er hat deswegen schon stellenweis die Ausführung selbst übernommen und sogar die Ziegelfabrikation; doch hat dies auch zu Enttäuschungen geführt, denn auch die Arbeiter sollen für ihn noch weniger arbeiten, als sie es zufolge ihrer kräftigen Organisationen für andere Unternehmer schon tun, weil

den Beamten des Grafschaftsrates ein entschiedenes Auftreten den Arbeitern gegenüber durch ihre politische Stellung versagt ist. Häufig wird die Bestimmung des Gesetzes, daß das Anlagekapital in 60 Jahren zu tilgen sei, als Grund für die hohen Mieten ins Feld geführt. Zur Beleuchtung dieser Frage dürfte eine Berechnung und zeichnerische Darstellung der Zusammensetzung des Mietspreises von Interesse sein, die vom Grafschaftsrat für die

Adelaidegebäude in Poplar aufgestellt ist (Text-Abb. 36 S. 244). Die Größe der einzelnen Felder entspricht im Verhältnis dem Einfluß, den die betreffenden Kosten auf die Miete eines Raumes ausüben.

Die Gesamtmiete beträgt $2 s 7\frac{1}{2} d = 2,68 \text{ } \mathcal{M}$. Auffallend klein ist der Anteil, den die Verzinsung des Grund und Bodens daran hat, weil eben die Bodenpreise auch in den großen Städten in England nicht so in die Höhe getrieben sind, wie bei uns. Sehr groß sind die Steuern und Abgaben, die der

Bauende Behörde oder Gesellschaft:	Wochenmieten von Wohnungen von			
	1 Zimmer <i>ℳ</i>	2 Zimmern <i>ℳ</i>	3 Zimmern <i>ℳ</i>	4 Zimmern <i>ℳ</i>
Londoner Grafschaftsrat	3,57	5,61–8,16	7,65–10,71	10,20–13,26
Liverpooler Stadtverw.	1,79	3,06–4,59	4,59–5,61	5,10–6,12 ¹⁾
Glasgower	1,89	4,61	6,74	—
Handw., Arbeiteru. Allg.	—	—	—	6,12–7,65 ²⁾
Guinness Trust . . .	1,79–3,32	3,06–5,61	4,08–6,38	5,87–7,14

1) deckt nur die Baukosten. 2) mit Garten, im Einzelhaus.

Grundeigentümer zu zahlen hat, und ihr Einfluß auf die Miete ist daher auch bedeutend. Der Einfluß der Tilgungspflicht wird durch zwei kleine Felder dargestellt, getrennt für Landerwerbs- und Baukosten.

Daraus ersieht man, daß eine Aufhebung der Tilgungspflicht oder Verlängerung der Tilgungsfrist doch nur eine sehr geringe Ermäßigung der Mieten herbeiführen würden. Es ist ja richtig, daß gar kein Grund vorhanden ist, die Landerwerbskosten durchaus tilgen zu müssen und daß auch für die Baukosten die Tilgungsfrist ohne Schaden für die Allgemeinheit sehr gut auf 80 oder 100 Jahre verlängert werden könnte. Aber die Hoffnungen, die der frühere Grafschaftsarchitekt Blashill daran knüpft, werden doch durch diese Zusammenstellung als unbegründet erwiesen.

3. Einzelhäuser.

Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführung, daß die vollkommenste und erstrebenswerteste Art der Unterkunft, wie für jeden, so auch für den Arbeiter und seine Familie, die im Einzel- oder Einfamilienhaus ist. Die völlige Abgeschlossenheit der Familie begünstigt häusliches Leben, beschränkt die Ausbreitung ansteckender Krankheiten, und die Kleinheit und die Niedrigkeit der Häuser erleichtert ihre freie Umspülung mit Licht und Luft. In England sieht man in den Stockwerkhäusern überhaupt nur Notbehelfe, die nur dort allenfalls statthaft sind, wo die Grundpreise eben die Bebauung mit Einzelhäusern unmöglich machen.

Die Kosten von Einzelhäusern können erheblich eingeschränkt werden, wenn sie von einem kapitalkräftigen Unternehmer oder einer Behörde in Massen nach ein und demselben Plane errichtet und wenn sie nicht freistehend, sondern in Reihen oder Gruppen mit gemeinsamen Giebelwänden angeordnet werden. Das ist denn auch, wo es sich um Einzelhäuser für die arbeitenden Klassen handelt, fast durchgängig geschehen. Die Bauart solcher Häuser ist, selbst bei besseren Ausführungen, ungemein sparsam, ja streift nach unseren Begriffen ans Unsolide. Unterkellert sind sie niemals, die Umfassungsmauern sind nur ein Stein = 23 cm stark; das scheint in England zu genügen, einmal weil die Wärmeunterschiede in den verschiedenen Jahreszeiten viel geringer sind, dann, weil Decken und Dächer viel leichter gebaut werden, als bei uns, und endlich, weil die als Deckenbalken verwandten 5 cm starken Bohlenhölzer nur 30 bis 40 cm weit auseinanderliegen, wodurch eine gleichmäßigere Verteilung der Deckenlast auf die Wände erzielt wird. Eine Füllung haben diese Decken fast nie. Die Zwischenwände sind stets aus Holz als Fachwerkwände, ebenfalls aus 5 cm starken Bohlenhölzern in denselben Abständen, wie bei den Decken, hergestellt; die Fache bleiben entweder leer oder werden mit Sägespänen ausgestopft; die Verschalung der Wände besteht nur aus dünnen, mit sehr kleinen Abständen aufgenagelten Putzleisten. Die Dachstühle bestehen aus denselben Bohlenhölzern, und es ist erstaunlich, daß sie den starken Winden, die zu Zeiten über das Inselreich hinwehen, standhalten. Die Zimmer sind für unsere Begriffe klein, die größten etwa 15 bis 16 qm groß, wie das auch bei den Stockwerkhäusern schon bemerkt wurde; ihre Höhe schwankt zwischen 8 und 9 Fuß = 2,44 bis 2,74 m; das letzte Maß gilt schon als hoch, während bei älteren Häusern weniger

gediegener Ausführung auch geringere Höhen vorkommen. Eine solche Leichtigkeit der Bauart ermöglicht eine weitere Verminderung der Kosten, die Dubliner Arbeiterwohnungsgesellschaft zum Beispiel hat Häuser von drei und vier Zimmern für je etwa 2200 *M* hergestellt.

Der Grundriß der Einzelhäuser bietet nicht das Interesse wie der der Stockwerkhäuser. Häufig ist auch hier, wie in den Stockwerkwohnungen der Hauptraum eine Kochstube, mit einer Spülküche nebenan; diese bilden das Erdgeschoß, meist ohne Windfang von der Straße oder dem Vorgarten zugänglich. In einer Ecke der Spülküche oder der Kochstube führt eine schmale Stiege zu den im Obergeschoß, das bei den kleinsten Häusern Dachgeschoß ist, gelegenen Schlafkammern. Der Abort liegt auf dem Hofe. Ein gutes Beispiel für diese Klasse von Häusern sind die vom Londoner Grafschaftsrat errichteten Einzelhäuser in Idendenterrace (sich Abb. 8 u. 9 Bl. 6 u. Text-Abb. 39 S. 249/250), 50 an der Zahl, deren Miete mit Garten freilich 8 *M* bis 8,50 *M* die Woche beträgt, also eigentlich für Arbeiter zu hoch ist. Bei etwas größeren Häusern ist das Wohnzimmer von der Küche getrennt und bisweilen ein kleiner Vorraum angeordnet.

Einen Übergang von den Stockwerkhäusern zu den Einzelhäusern bilden die sogenannten flat-cottages, die zwar jeder Familie nur ein Stockwerk

bieten, aber die Eigenart des Einzelwohnhauses dadurch wahren, daß jede Wohnung ihren besonderen Eingang von der Straße aus hat. Ein Beispiel dafür geben Abb. 6 u. 7 Bl. 6; es ist eine Form der von der Stadt Richmond gebauten

	M.	Pf.	S.	d.
Gesamtmiete	2	68	2	7½
	60			7
	50			6
Steuern				5
u. Abgaben =	40			4
53 Pf.	30			3
	20			2
Wasser, Gas u. Versicherung =	10			1
15 Pf.	2			2
Ausbesserungen u. Erneuerungen =	90			11
42 Pf.	80			10
	70			9
	60			8
Überwachung u. Einsammeln der Miete =	50			6
17 Pf.	40			5
Verluste durch Leerstehen =	30			4
17 Pf.	20			3
Unvorhergesehenes = 7 Pf.	20			2
Grund- u. Bodentilgung = 2 Pf.				
Verzinsung des Grund- u. Bodens = 10 Pf.	10			1
Tilgung der Baukosten =	1			1
23 Pf.	90			11
	80			10
	70			9
	60			8
	50			7
Verzinsung der Baukosten =	40			6
83 Pf.	30			5
	20			4
	10			3
	0			2
	0			1
	0			0

Abb. 36.

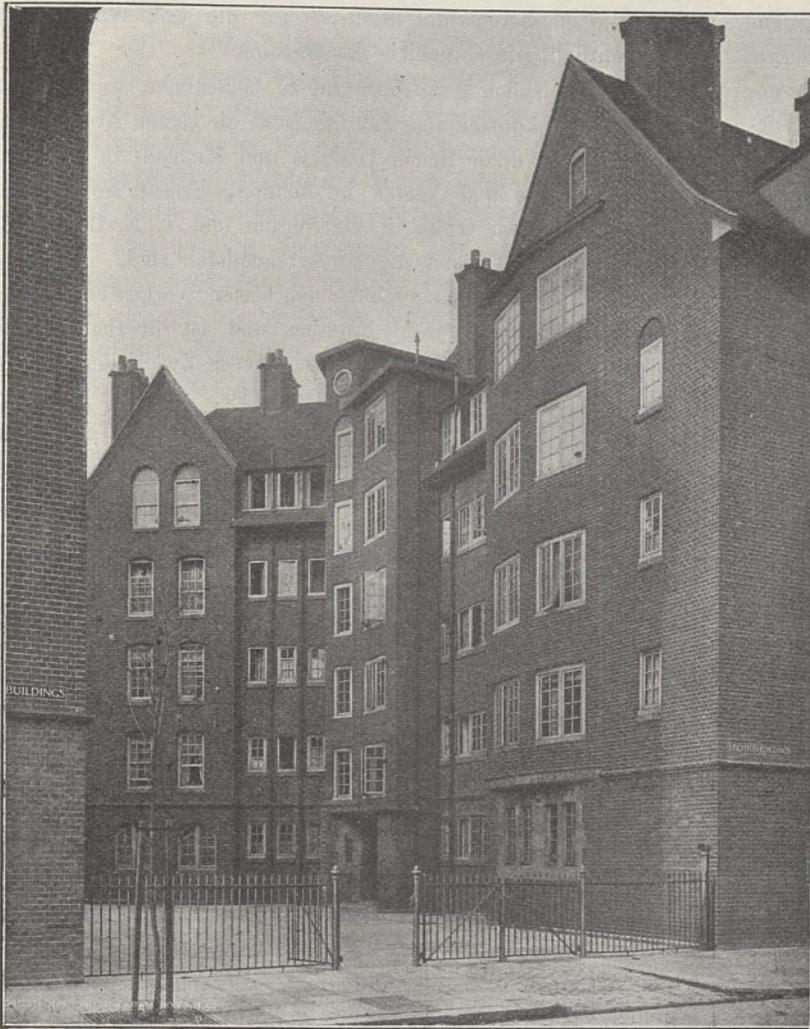


Abb. 37. Hofansicht einer Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

Häuser (sich Seite 27). Das zwei Zimmer, Spülküche, Speisekammer und einen Vorraum enthaltende Erdgeschoß kostet $4\ s\ 6\ d = 4,60\ \text{M}$ Wochenmiete; das Obergeschoß, das einen Raum mehr und einen als Hof zu benutzenden Balkon über dem Hof der unteren Wohnung hat, $5\ s\ 6\ d = 5,63\ \text{M}$. Die Eingänge für beide Wohnungen liegen nebeneinander, von dem Balkon des Obergeschosses führt eine Treppe unmittelbar in den Garten, so daß beide Wohnungen wirklich völlig in sich abgeschlossen sind.

Häuser dieser beiden Grundformen mit mannigfachen Abweichungen finden sich in den Umgebungen der großen Industriestädte zu Tausenden. Sie bilden große Kolonien, teils von Gesellschaften, teils von Behörden gebaut, die durch die Einförmigkeit der schier end-

losen Reihen zum überwiegenden Teile sehr ermüdend wirken. Jeder Unternehmer hat natürlich eine Grundform oder höchstens zwei oder drei für verschiedene Größen, nach denen Hunderte dieser Häuser gleichmäßig hergestellt werden.

Für das Gedeihen dieser Arbeiterkolonien außerhalb der Städte ist es von äußerster Wichtigkeit, daß reichliche und billige Verkehrsgelegenheit geboten wird. Daran, besonders hinsichtlich der Billigkeit, hat es, wie bereits erwähnt, in England lange gefehlt, doch ist es in den letzten Jahren besser geworden.

Mehrere große Gelände besitzt die Londoner Arbeiter- und Allgemeine Wohnungsgesellschaft in der Umgegend der Hauptstadt, von denen das größte das Noël Park-Grundstück in Hornsey ist, dessen Bebauungsplan Abb. 13 Bl. 6 zeigt. Das Gebiet umfaßt über 40 Hektar und enthielt im Jahre 1902 1076 Einfamilien- und 174 Zweifamilienhäuser und 85 Läden, doch ist etwa erst die Hälfte des der Gesellschaft gehörigen Geländes bebaut und die Bautätigkeit dauert beständig an. Es sind fünf Arten von Einzelhäusern vorhanden von vier bis zu sieben Zimmern (einschl. der Küche), deren Mieten $6,15\ \text{M}$, $7,68\ \text{M}$, $9,23\ \text{M}$, $10,25\ \text{M}$ und $11,78\ \text{M}$ betragen. Die Grundrisse sind in den Abb. 10 bis 12 Bl. 6 mitgeteilt. Die größeren Häuser sind keine eigentlichen Arbeiterhäuser mehr, sondern von Schreibern, kleinen Beamten und dergleichen Leuten bewohnt. Die Kolonie hat eine Kirche und eine Schule für sich allein, die jedoch nicht der Gesellschaft gehören. Jedes Haus hat



Abb. 38. Gebäudegruppe auf dem Millbank-Grundstück des Londoner Grafschaftsrates.

einen kleinen Vorgarten und einen etwas größeren hinter dem Hause. Der Baustoff ist roter Backstein mit einigen Terrakottaverzierungen; durch Hervorheben der Eckhäuser, verschiedene Dachdeckung (Ziegel und Schiefer) und kleine Vordächer über den Türen hat der Architekt Rowland Plumb versucht, die Langeweile der Reihen gleichförmiger Häuser zu vermindern, doch auf eine eigentlich künstlerische Wirkung können sie keinen Anspruch machen. Die Straßen sind nicht breit, etwa 10 m zwischen den Vorgärten, aber für die Niedrigkeit der Häuser breit genug; in der Mitte ist ein großer freier Platz mit Gartenanlagen angeordnet. Die Nachfrage nach diesen Häusern ist sehr groß, so daß in der Regel kein einziges leer steht.

Nach denselben Grundsätzen sind die andern Kolonien dieser Gesellschaft angelegt, und ganz ähnlich die vieler anderer Gesellschaften. Auch die im Entstehen begriffenen Einzelhäuser des Londoner Grafschaftsrats oder die schon ausgeführten anderer Städte wie Birmingham und Huddersfield bieten nichts wesentlich Neues; hier und da ist eine Badestube in jedem Hause angeordnet, die Spülküche wird hier größer, dort kleiner gemacht, bisweilen ist das Dachgeschoß noch ausgebaut — aber im großen und ganzen sind von der Grundform wenig Abweichungen.

Besondere Anregung bieten aber wohl die Versuche, die von einigen Großindustriellen gemacht wurden, für ihre Arbeiter gesunde Wohnungen in der Nähe ihrer Fabrikanlagen zu bauen; das wurde nötig und zugleich möglich, wenn der ganze Fabrikbetrieb aus der beengenden Stadt hinaus aufs Land verlegt wurde, was in der letzten Zeit immer mehr geschieht. Zwei dieser Fabrikdörfer überragen alle andern derartigen Anlagen in England weit und können wohl auch für uns als mustergültig bezeichnet werden: das Dorf Port Sunlight, unweit der Stadt Birkenhead bei Liverpool von der Seifenfabrik der Gebrüder Lever neben ihrer großen Fabrikanlage für ihre Arbeiter errichtet, und Bournville, das der Schokoladen- und Kakaofabrik von Cadbury seine Entstehung verdankt.

Das erstgenannte ist in Deutschland durch Dr. Ing. Muthesius' Bericht im Zentralblatt der Bauverwaltung vom 25. März 1899, an den sich die folgende Beschreibung anlehnt, bekannt geworden, auch sind einige der besten jener Häuser in desselben Verfassers großem Werk über „Englische Baukunst der Gegenwart“ veröffentlicht. Dieser Umstand zeigt schon, daß die Gebäude sich über den Stand bloßer Nützlichkeitsbauten erheben, und in der Tat stehen wir hier einer künstlerischen Leistung allerersten Ranges gegenüber, das Dorf bietet „ein entzückendes Bild einer echt künstlerisch empfundenen und einheitlich durchgeführten Ortsanlage“ dar. Die wirtschaftliche Seite des Unternehmens ist allerdings vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus deshalb wohl weniger bemerkenswert, weil es nicht darauf angelegt ist, daß sein Ertrag die Anlagekosten deckt. Der Fabrikherr opfert vielmehr alljährlich einen Bruchteil seines Reingewinnes für das Wohl seiner Arbeiter, indem er das umliegende Land ankauft und Häuser darauf errichtet; von dem dafür verwandten Kapital erwartet er keine Verzinsung, die Mieten der Häuser sollen nur die, wie schon früher erwähnt, in England bedeutenden Steuern und Abgaben und die Unterhaltungskosten decken. Die Mieten betragen 3,50 *ℳ*

für die kleineren und 5,50 *ℳ* für die größeren Häuser wöchentlich, einschließlich des Gartens.

Um wirklich gute Entwürfe zu bekommen, wandte sich der äußerst kunstsinnige Fabrikherr an die besten Architekten des Landes, unter denen Douglas und Minshull in Chester, Ernest George und Yeates in London, Ernest Newton in London, William Owen in Warrington und T. N. Lockwood und Söhne in Chester die hervorragendsten sind. Was geleistet ist, kann denn auch zu den besten Werken englischer Landhausbaukunst gezählt werden und ist überhaupt nur möglich in einem Lande, wo eben dieser Zweig der Architektur zu so hoher Blüte gelangt ist, wie in England. Schon die Gesamtanlage der Straßen und Plätze ist nach künstlerischen Gesichtspunkten mit geschickter Benutzung der Zufälligkeiten des welligen Geländes erfolgt, wie aus Abb. 5 Bl. 6 ersichtlich. Die Straßen sind zum Teil gebogen und in mannigfachem Wechsel ihrer Richtung und Abstände voneinander angelegt, hier und da treten Häusergruppen zurück, um sich um einen Rasenplatz zu gruppieren, die Reihen der Häuser sind verschieden lang und werden von geschickt verteilten öffentlichen Gebäuden, Spielplätzen usw. unterbrochen. Eine Bodeneinsenkung, die sich mitten durch das Dorf hinzieht, ist als Park angelegt und mit einer monumentalen steinernen Brücke überspannt.

Es sind Häuser verschiedener Größe vorhanden, von denen die größten für die Beamten der Fabrik bestimmt sind. Die eigentlichen Arbeiterhäuser sind im wesentlichen nach zwei verschiedenen Grundrissen angelegt, einer kleineren Art mit einer Kochstube und drei Schlafkammern, und einer größeren mit einer besonderen Wohnstube, Küche und vier Schlafkammern (sich Abb. 1 bis 4 Bl. 6). Bei beiden ist eine Spülküche, eine Speisekammer und ein Bad angeordnet, das bei den kleinen neben der Spülküche, bei den größeren im ersten Stock liegt. Von diesen Grundformen weichen die Häuser nur unwesentlich ab, wenn es das Gelände oder die Gruppierung der Häuser erforderte. Die Unterbeamten- und Aufseherhäuser sind im allgemeinen den größeren Arbeiterhäusern gleich, doch mit größeren Maßen und Hinzufügung einer Waschküche.

Die äußere Erscheinung der Häuser ist so verschiedenartig und mannigfaltig, wie die Namen der Künstler, die sie gezeichnet haben. Unter den älteren Häusern (Abb. 1 bis 3 Bl. 7) herrscht der in der dortigen Gegend heimische Fachwerkbau vor, mit weißgeputzten Zwischenfeldern und in Anlehnung an die altüberlieferten Formen. Hier und da schmücken reiche Schnitzereien — fast zu reich für so bescheidene Häuser — die Schwellen und Rähme der Wände oder die Schutzbretter an den Giebeln. Unter den späteren Häusern finden sich rote und braune Ziegelhäuser (Abb. 1 Bl. 8) in bunter Abwechslung mit grauem und weißem Rauhputz (Abb. 2 u. 3 Bl. 8); an einigen sind in flachem Relief gehaltene angelegene Stuckfriese zu sehen, andere haben Giebel und Obergeschoß mit Ziegelbehang; ein mannigfacher Wechsel in Fenstern und Türen, Erkern, unter denen natürlich das sich flach herauswölbende englische „Busenfenster“ (bay window) vorherrscht, und Giebeln gibt ein äußerst anmutiges Gesamtbild. Die Dachdeckung ist meist Ziegel in dem in England üblichen kleinen Format.

An öffentlichen Gebäuden sind vorhanden: zwei Schulen, eine Turnhalle, eine Bühne (die Plätze der Zuschauer sind

auf einer Wiese im Freien), ein Schwimmbad unter freiem Himmel, zwei Speisehallen, eine für Männer und eine für Frauen und Mädchen, ein Klubhaus für Männer und eins für Mädchen, ein Wirtshaus, mit einigen Fremdenzimmern zum Übernachten, in dem aber keine geistigen Getränke verabreicht werden dürfen, ein kleines Warenhaus, ein Postamt und eine noch im Bau begriffene Kirche. Alle diese Gebäude sind ebenfalls von tüchtigen Architekten und größtenteils ausgezeichnet gebaut, doch ist hier nicht der Ort, näher auf sie einzugehen; ihre bloße Aufzählung aber zeigt, wie der Fabrikherr für seine Arbeiter sorgt (auch der Sport- und Tummelplätze für jung und alt ist hier zu gedenken), wie er sich bemüht, ihnen für wenig Geld ein gesundes und angenehmes Leben zu verschaffen und sie so vor zwei Übeln zu bewahren: vor dem Trunk und der sozialen Unzufriedenheit. Ob

er dabei in der Bevormundung seiner Arbeiter zu weit geht und ihre Bewegungsfreiheit zu sehr behindert, wie von manchen Seiten behauptet wird, ist schwer zu entscheiden. Zur Geschichte Port Sunlights ist zu bemerken, daß im Jahre 1887 die Fabrik aus Warrington aufs Land wanderte und im selben Jahre der Grundstein zur Kolonie gelegt wurde. Das zuerst zu die-

sem Zweck angekaufte Gelände umfaßte 22,5 Hektar, wovon 9,7 Hektar auf die Fabrikanlage selbst und 12,8 auf das Dorf entfielen; durch allmählichen Ankauf wuchs der Umfang und beträgt jetzt 93 Hektar, wovon 36,5 für die Fabrik und 56,5 für das Dorf zu rechnen sind. Insgesamt sind bis zum Jahre 1902 über 7 Millionen Mark von den Gebrüdern Lever für Ankauf des Landes, Bau der Straßen und Häuser, Anlage der Gärten usw. verausgabt worden. Die Baukosten der kleinen Arbeiterhäuser betragen 1888 etwa 4000 *£* für jedes Haus, 1901 jedoch infolge des Steigens aller Material- und Arbeitspreise 6600 *£*; die Baukosten der größeren Häuserart stiegen von 7000 *£* auf 11000 *£*. Wollte der Fabrikherr seine Kosten decken, so müßte er ungefähr 10,60 *£* Wochenmiete im Durchschnitt für jedes Haus nehmen, statt der oben erwähnten Mieten von 3,50 *£* und 5,50 *£*. Die Anzahl der Häuser beträgt jetzt etwa 400 und bietet einer Bevölkerung von etwa 2000 Seelen Unterkunft.

Auf ganz anderer wirtschaftlicher Grundlage steht das Arbeiterdorf Bournville, unweit Birmingham. Die Häuser dieses Dorfes sind zwar zunächst für die Angehörigen der im Dorfe gelegenen Fabrik von George Cadbury gebaut, doch nicht für sie ausschließlich und werden auch jedem andern überlassen. Da Birmingham sehr leicht zu

erreichen ist (mit Eisenbahn in zwanzig Minuten und mit elektrischer Straßenbahn in etwa einer halben Stunde, letzteres für 2 *d* = 17 Pfg., hin und zurück), so bieten sie auch für in der Stadt beschäftigte Arbeiter eine geeignete Wohngelegenheit. Das Unternehmen ist von George Cadbury begründet, und für seine Verwaltung und weitere Entwicklung ist ein Trust gebildet worden. In der Gründungsurkunde dieses Trustes ist sein Zweck dahin erklärt, der Verbesserung der Wohnungsverhältnisse der arbeitenden Klassen zu dienen, ohne irgend welchen religiösen oder politischen Einflüssen Zugang zu gewähren. Nur der Wunsch, allen Vertrieb geistiger Getränke im Besitztum des Trustes zu verhindern, ist ausgesprochen. Der Trust soll Land kaufen und Straßen, Schulen und andere öffentliche Gebäude anlegen und Wohnhäuser bauen. Diese sollen nur als Einzelhäuser gebaut

werden, nicht mehr als zwei Stockwerke hoch, jedes mit einem Garten, der mindestens drei Viertel des Grundstückes einnimmt. Die Mieten müssen so bemessen sein, daß sie für die arbeitenden Klassen erschwinglich sind, doch soll keiner zum Almosenempfänger gemacht werden, d. h. also die Mieten sollen die Verzinsung des Anlagekapitals decken. Der Trust kann nach seinem



Abb. 39. Einfamilienhäuser des Londoner Grafschaftsrates.

Ermessen die Häuser verkaufen, verpachten oder vermieten. Der Reingewinn soll stets zur Vermehrung des Grundkapitals und dies zur weiteren Ausdehnung des Unternehmens, auch, wenn es angezeigt erscheint, in andern Teilen Englands verwandt werden. Bei Begründung des Trustes im Jahre 1900 bestand sein Landbesitz aus etwa 133,5 Hektar Land, das noch nicht zum dritten Teile bebaut war und mit den Gebäuden einen Wert von etwa 3 1/2 Millionen Mark darstellte.

Zuerst hatte George Cadbury versucht, die Häuser zu verkaufen und so eine Klasse kleiner selbständiger Grundeigentümer zu schaffen. Das hatte manche Nachteile, besonders den, daß er auf die von ihm beabsichtigte Verwendung des Besitzes nach dem Verkauf keinen Einfluß mehr ausüben konnte; so verpachtete er die Häuser auf eine Frist von 99 Jahren und machte im Pachtvertrag die Bedingung, daß das Haus nur als Wohnung für eine Arbeiterfamilie gebraucht und der Garten nicht bebaut werden dürfe usw. Für die Bezahlung gewährte er mannigfache Erleichterungen; so sind 143 Einzelhäuser vergeben. Aber seit neuerer Zeit ist er, oder vielmehr der Trust, davon abgekommen, und die Häuser werden nunmehr vermietet, die kleinsten für 6,65 *£* die Woche, worin die Steuern und Abgaben eingeschlossen sind, die größten zu 9,20 *£* ohne Steuern. Es sind bis

jetzt etwa 400 Häuser gebaut, mit über 2000 Einwohnern. — Der Bebauungsplan ist wie in Port Sunlight nach künstlerischen Gesichtspunkten aufgestellt, der schöne alte Baumbestand ist sorgsam gewahrt und geschickt benutzt. Daneben sind auch neue Gartenplätze und Parkanlagen geschaffen. Grundsatz ist, außer den Straßen und den Hausgärten noch ein Zehntel des Landes für Erholungs- und Spielplätze freizulassen. An öffentlichen und gemeinnützigen Gebäuden findet sich ein Kaufhaus, ein Wirtshaus und eine Badeanstalt vor.

Die Wohnhäuser, von dem Architekten W. A. Harvey gebaut, sind ausgezeichnete Beispiele englischer Hausbaukunst und insofern noch besser als die in Port Sunlight, als ihre künstlerische Wirkung mit einem Mindestaufwand von Mitteln erreicht ist. Es ist oft bloß das weiß- oder grüngestrichene Holzwerk der Fenster und ein flach sich herauswölbender Erker, der etwas ins Dach hinübergreift, oder die geschwungene Linie der Dachtraufe (Abb. 1 bis 3 Bl. 9 und Text-Abb. 40) und ein mächtiger Schornstein in der Mitte, die den aus gewöhnlichen Backsteinen errichteten Häuschen zusammen mit dem großen gemütlichen Dach ein trauliches und freundliches Gepräge verleihen. Andere Häuser sind geputzt mit ein wenig Fachwerk an den Giebeln. Die meisten Häuser stehen zu zweien zusammen, einige bilden Gruppen von je vier Häusern, längere Reihen sind vermieden. Die bei den neueren Bauten angewandten Grundrisse zeigen die Text-Abb. 41 bis 44. Es sind zwei verschiedene Arten, von denen sich die eine nur durch größere Maße und Hinzufügung eines kleinen bedeckten Vorplatzes vor dem Eingang und eines Bodenraumes über dem Hauptschlafzimmer von der kleineren unterscheidet. Die Kochstube ohne besondere Küche ist hier ebenfalls eingeführt, in einigen der älteren Häuser ist aber auch Küche und Wohnzimmer getrennt angelegt. Ein sehr guter Gedanke scheint die Anordnung einer versenkten Badewanne im Fußboden der Spülküche zu sein; reichliche Wandschränke und Speisekammern sind vorgesehen, auch ein Waschkessel in der Spülküche. Ganz besonders hübsch ist die Anordnung der Kochstube in den größeren dieser Häuser, mit ihrem großen dreiseitigen Erkerfenster in der Ecke, mit den Bänken um den Kamin, die gegen den Eingang durch ein Gitter abgetrennt sind, so daß eine Art kleiner Vorraum entsteht, und mit dem kleinen schräg gestellten Fenster im Hintergrund; dies Fenster findet sich nur dort, wo nach der Hinterseite gerade eine schöne Aussicht ist.

Die Gärten werden vor Vermietung der Häuser vom Trust angelegt und zum Teil mit Obstbäumen bepflanzt, dann aber der Pflege der Bewohner überlassen. Eine Gartenbauschule unter Leitung eines Gärtners, dem gleichzeitig die öffentlichen Gartenanlagen unterstehen, soll ihnen dabei helfen, die Erträge ihrer Gärten zu vermehren. Gegen geringe Pacht können sie weiteres Gartenland außerhalb des Dorfes bekommen. Man hält viel vom gesundheitlichen und sittlichen Einfluß dieser Gartenbebauung für die Arbeiter, und der Sekretär des Trustes schätzt den möglichen Ertrag eines jeden Hausgartens an Gemüse und Früchten auf 2 bis 2,50 *£* wöchentlich, ein Betrag, der also von der Miete abgeht. Auch Geflügel- und Bienenzucht wird viel getrieben. Zur Anregung und Durchführung von Verbesserungen aller Art ist außerdem ein Ausschuß der Mieter geschaffen worden.

IV. Gartenstädte der Zukunft.

Die beiden Arbeiterdörfer Port Sunlight und Bournville sind etwas eingehender betrachtet worden, als in Hinsicht auf die aufgewandten Summen ihrer Bedeutung im Rahmen der gewaltigen englischen Gesamttätigkeit auf dem Gebiete der Arbeiterwohnungsfürsorge entspricht. Aber erstens sind sie deswegen so besonders bemerkenswert, weil hier wirklich hohe künstlerische Leistungen vorliegen, und zweitens, weil sie die ersten Schritte auf dem Wege darstellen, der vielleicht in Zukunft zur Lösung der Arbeiterwohnungsfrage und mit ihr mancher anderer volkswirtschaftlicher Fragen beschriftet werden wird.

Die großzügigen Sanierungsbestrebungen der englischen Städte waren eine Notwendigkeit und haben gewiß durch Beseitigung der allerschlimmsten Stadtviertel viel Segen gestiftet, haben aber die Grenzen ihrer Wirksamkeit erreicht und werden wohl kaum noch in nennenswertem Maßstabe weitergeführt werden. Die Anlage von Arbeiterkolonien in den Vorstädten, verbunden mit billigen Fahrgelegenheiten, stößt auf mancherlei Hemmnisse, die eine sehr große Entwicklung in dieser Richtung unwahrscheinlich machen. Der Kaufmann, der Beamte und andere, die fünf bis sechs Stunden des Tages an ihrer Arbeitsstätte in den Städten verweilen, können allenfalls zwei Stunden für Hin- und Rückfahrt zugeben, wenn sie dafür die Annehmlichkeit des Landlebens haben. Für den Arbeiter aber, der der Natur seiner Arbeit entsprechend einen längeren Arbeitstag hat und wohl auch noch für absehbare Zeit behalten wird, bedeutet dieser Zeitverlust viel mehr, und daraus erklärt sich die Abneigung, die diese Klassen in England gegen das Wohnen fern von ihrer Arbeitsstätte zeigen. Außerdem sind die unmittelbaren Umgebungen der Großstädte schon zum großen Teil von den Landhausansiedlungen der wohlhabenderen Klassen eingenommen; so daß Arbeiterkolonien noch weiter hinauszugehen haben, was natürlich ihre Nachteile noch vermehrt. Was dagegen die größte Entwicklungsfähigkeit für die Zukunft in sich trägt, das ist das Hinauslegen der gewerblichen Betriebe selbst aufs Land und der Bau von Arbeiterdörfern in Verbindung mit den Fabrikanlagen. Tun sich mehrere Fabriken zusammen und geschieht das, was in Port Sunlight und Bournville getan ist, in größerem Maßstabe, so werden aus den Arbeiterdörfern neue Städte, die, da sie planmäßig angelegt und von vornherein nach heutigen gesundheitlichen Gesichtspunkten gebaut sind, die Übelstände der alten Städte vermeiden. Die oberen und mittleren Klassen haben das Innere der Städte in England bereits zum großen Teil verlassen und wohnen auf dem Lande, das Hinausziehen der Industrie ermöglicht dasselbe den handarbeitenden Klassen. Was also vielleicht vor sich gehen wird, ist im Kerne folgendes: Das Volk verläßt die alten Ansiedlungen seiner Urväter, weil sie infolge ihres dem Zufall planlos überlassenen Wachstums und durch jahrhundertelangen Gebrauch den heutigen Anforderungen an Gesundheit und Wohnlichkeit nicht mehr entsprechen, und gründet neue Städte. Die alten bleiben als Mittelpunkte des Handels und Verkehrs, große ständige Märkte gewissermaßen, wie es die City von London heute schon ist, mit nur einer verschwindend kleinen Zahl ständiger Bewohner. Draußen auf dem Lande entstehen neben den schon vorhandenen und stetig wachsenden Landhausansiedlungen die

ebenfalls weit und luftig angelegten Industrie-Gartenstädte, die aber nicht im mindesten an die alten kohlen geschwärtzten Industriestädte erinnern.

Soll aber eine solche neue Niederlassung wirklich die erwartete Besserung bringen, so muß natürlich Sorge ge-



Abb. 40. Doppelhaus in Bournville.
Architekt W. A. Harvey.

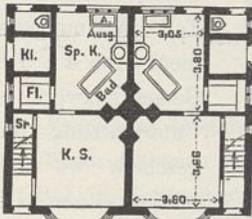


Abb. 41. Erdgeschoß.

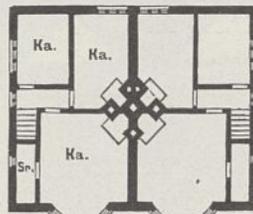


Abb. 42. Obergeschoß.

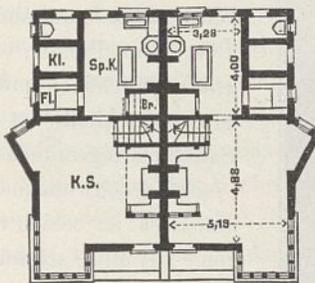


Abb. 43. Erdgeschoß.

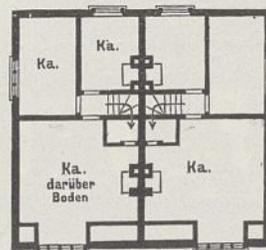


Abb. 44. Obergeschoß.

Abb. 41 bis 44. Doppelhäuser in Bournville.
Architekt W. A. Harvey.

tragen werden, die alten Fehler nicht wieder zu begehen. Vor allem wird es darauf ankommen, die neuen Städte von vornherein nach großen Gesichtspunkten anzulegen und zu verwalten. Einige sehr gute Gedanken über den Bau solcher Städte enthält ein Buch, das freilich nicht ganz von Phantastik frei ist: Gartenstädte der Zukunft von Ebenezer Howard.⁷⁾

⁷⁾ Garden cities of to-morrow by Ebenezer Howard. London, Swan Sonnenschein & Co. Lt.

Der Verfasser denkt sich die Stadt unweit einer Haupt-eisenbahnlinie angelegt, von der eine Zweigbahn ausgeht, die in einem Kreise rings um die Stadt herumführt; unmittelbar an der Bahn liegen die Fabriken, Warenhäuser und Markthallen, so daß deren Güterverkehr aufs bequemste vor sich gehen kann. Mehr nach dem Innern der Stadt liegen an breiten Straßen und Avenuen die Wohnhäuser, während der Mittelpunkt der Stadt vollständig von einem riesigen Parke eingenommen wird, in dem die Schulen, Theater, Museen und andere öffentliche Gebäude ihren Platz finden. Außerhalb des Eisenbahnringes sollen Gärten und Wälder, dazwischen landwirtschaftliche Niederlassungen zur Versorgung der Stadt, Krankenhäuser und Erholungsheime angelegt werden.

Er berechnet, daß bei der Annahme eines mäßigen Grundpreises — als solchen nimmt er etwa das Hektar zu 200 *M* an — für denselben Preis, für den der Londoner Graftschaftratsrat einen Mann aus ungesunder Wohnung verdrängt und in einer Arbeiterkaserne wieder unterbringt, in einer Gartenstadt sieben Familien in Einzelhäusern mit Gärten untergebracht werden können. Ob die Rechnung stimmt, ist sehr schwer nachzuweisen, soviel ist jedoch klar und auch bereits durch die Erfahrung erwiesen, daß auf neuem Grund und Boden viel weniger Kosten erwachsen, als auf dem Gebiet der alten Städte, und daß die planmäßige Anlage Vorteile für die Entwässerung und für die vernünftige und vorteilhafte Gestaltung des Menschen- und Güterverkehrs mit sich bringt, die nicht leicht zu hoch angeschlagen werden können; denn gerade das Planmäßige ist es, was den jetzigen Großstädten und den englischen besonders fehlt und dessen Fehlen viele Mißstände verschuldet hat. Außerdem verspricht sich der Verfasser für die Landwirtschaft des Bezirkes, in den eine solche Gartenstadt hineingesetzt wird, großen Vorteil dadurch, daß sie einen Markt so dicht vor der Tür hat und dadurch Eisenbahn- und andere Frachten und — wie er hofft — einen großen Teil des Zwischenhandels spart, und auf der andern Seite, meint er, würden die Lebensmittel in einer Gartenstadt bedeutend billiger sein als in den jetzigen großen Städten. Mehrere Abschnitte widmet er dann der Verwaltung der Stadt und entwickelt endlich, wie, wenn die Stadt wächst, neue Gartenstädte in der Umgegend anzulegen seien, von der alten durch genügenden freien Raum getrennt, um jeder reichlich gesunde Luft zu lassen, aber durch Eisenbahnen ebenso gut mit ihr verbunden, wie jetzt die Vorstädte einer Großstadt mit ihrem Mittelpunkt; und wie so allmählich eine Gruppe von untereinander trefflich verbundenen, aber durch Wald und Feld getrennten Städten entsteht — also statt einer Großstadt eine Anzahl von kleineren Gartenstädten, alle inmitten von Wald und Feld gelegen, so daß jeder darin wie auf dem Lande wohnt! Die vervollkommnete Verkehrstechnik wird die ihr dadurch erwachsenden Aufgaben um so leichter erfüllen können, als viele Schwierigkeiten und Kosten, die ihr jetzt in den Großstädten erwachsen, auf dem jungfräulichen Boden der Gartenstadt wegfallen.

Es mag viel Zukunftsmusik in diesem Buche sein, aber der Grundgedanke ist jedenfalls richtig und weist auf den Weg, den die Arbeiterwohnungsbestrebungen nicht nur in England, sondern in allen Industriestaaten einschlagen muß: die Betriebe aufs Land zu legen und in Verbindung mit den gewerb-

lichen Anlagen Dörfer oder Städte, nach den besten gesundheitlichen und — es läuft dem nicht zuwider — künstlerischen Gesichtspunkten anzulegen, mit weitblickender Fürsorge für ihre gesunde Weiterentwicklung und zur Verhinderung ihrer Übervölkerung. Welch herrliche Aufgaben bieten sich da

dem Architekten! Hoffen wir, daß, wenn diese Gedanken bei uns Wirklichkeit werden sollten, sich Künstler finden mögen, die eine solche Stadt nicht bloß gesund und zweckentsprechend aufbauen, sondern sie auf die Höhe eines Kunstwerks zu erheben imstande sind.

Fachwerkhaus in Würzburg, Augustinerstraße 1/2.

Vom Professor Ehemann in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 24 im Atlas.)

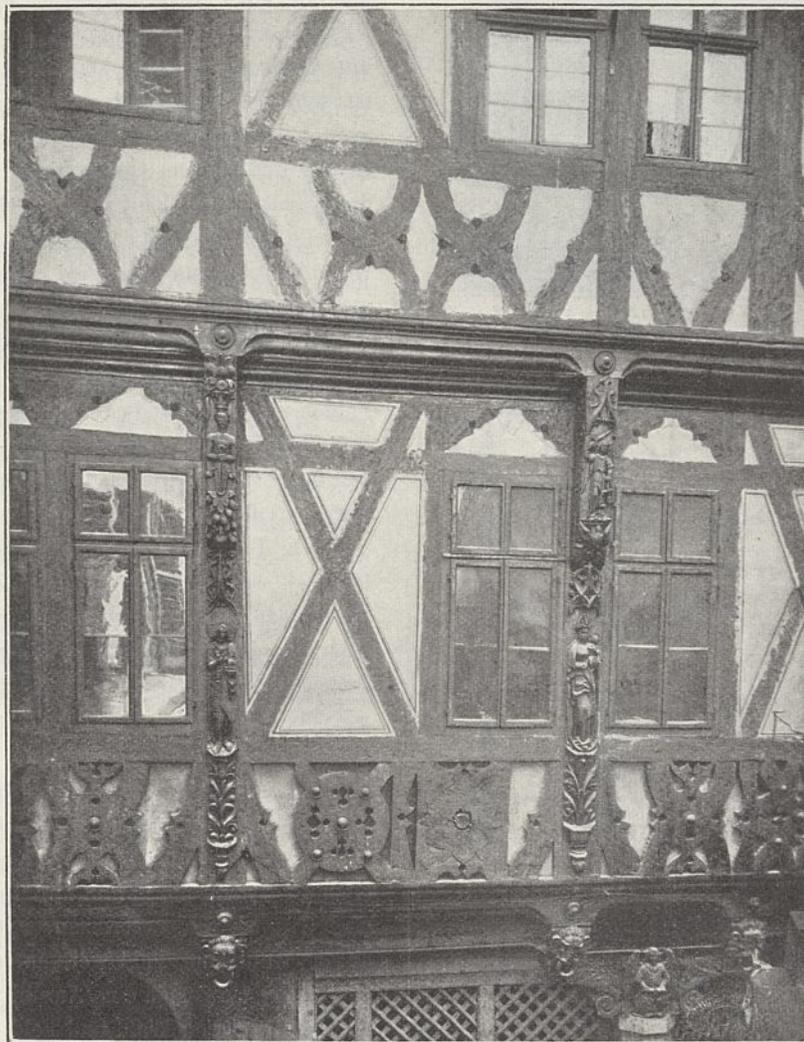
(Alle Rechte vorbehalten.)

Der fränkischen Holzbaukunst vergangener Zeiten begegnen wir noch in einer großen Zahl von Wohnhausbauten, die vielfach eine reiche Gestaltung und Ausbildung erfahren haben und in ihrem Aufbau Gelegenheit geben, die Eigenart sowohl in der Formgebung als auch in ihrer Konstruktion kennen zu lernen. Neuerdings wird den erhaltenen Beispielen größere Sorgfalt zugewendet. Sie werden von der verderblichen Putzdecke befreit, so daß ihre ursprüngliche Eigenart wieder zur Geltung kommt. Hier ist besonders die Stadt Miltenberg am Main zu erwähnen, die eine ganze Reihe solcher Holzbauten zeigt, bei denen in erwähnter Weise vorgegangen worden ist. Auch andere Städte wie Rothenburg an der Tauber, Königsberg sind gefolgt, wenn auch bis jetzt nur mit vereinzelt Beispielen. In Würzburg, das eine große Zahl Fachwerkbauten besitzt, ist in neuerer Zeit ebenfalls der Anfang gemacht worden, in gleicher Weise vorzugehen. Ein im Aufbau besonders bemerkenswertes und reich entwickeltes wenig bekanntes Würzburger Beispiel soll hier in Wort und Bild gewürdigt werden.

Das Haus liegt im Mittelpunkt der Stadt in der Augustinerstraße Nr. 1/2. Eine gute Pflege und Unterhaltung wird ihm seit langen Jahren von seiten des Besitzers in dankenswerter Weise zuteil. Jedem Kunstfreunde sei eine Besichtigung dieses Fachwerkhäuses warm empfohlen. Es bildet einen Verbindungsbau zwischen zwei Gebäudeteilen und enthält gleichzeitig das Treppenhaus, eine Anlage, wie sie das Mittelalter so oft

geschaffen hat. Die in Abb. 1 Bl. 24 wiedergegebene Ansicht liegt an einem umschlossenen Hof und ist von den anliegenden Straßen nicht sichtbar. Das Bauwerk stammt vermutlich aus der Mitte des 16. Jahrhunderts. Eine genauere Angabe über seine Entstehungszeit ist nicht vorhanden, aber Formen und Ausbildung des Holzwerkes sprechen für diese Annahme.

Der Aufbau zeigt ein Erdgeschoß und zwei Stockwerke, ersteres ist mit Ausnahme der massiven Wendeltreppe vollkommen offen und unbenutzt, während der obere Teil Wohnungszwecken dient (Abb. 4 u. 5 Bl. 24). Bemerkenswert ist die Unterstützung im Erdgeschoß, wo ein achteckiger Steinpfeiler von nur 36 Zentimeter Durchmesser die Last der oberen Geschosse aufnimmt. Über dem Pfeiler, den eine schlichte Kapitellplatte abschließt, ist ein Sattelholz angeordnet, mit schön geschwungenen Konsolen an beiden Seiten. Die Mitte schmückt eine Engelfigur. Sie hält zwei Kartuschen mit Meisterzeichen und Werkzeugen, die wahrschein-



lich Beziehungen zum ausführenden Werkmeister und Erbauer haben. Darüber liegt der balkentragende Unterzug, welcher an den Enden auf Kragsteinen ruht. Er ist mit Rundstab und Hohlkehle an der Unterkante gegliedert und mit Löwenköpfen geziert, die ihrerseits ein zweites durchgehendes und vor den Stirnen der Deckenbalken liegendes profiliertes Schwellholz tragen. Darauf ruht alsdann die Schwelle für den ersten Stock. Schwellholz und Schwelle sind überkragt. Außer den vorgenannten Löwenköpfen ent-

sprechen noch aufgesetzte Knäufe auf dem Schwellholz den Hauptpfosten im ersten Geschoß. Das gesamte Fachwerk ist von Eichenholz und zwar, wie die Abbildungen ersehen lassen, in reichen Formen ausgebildet. Besonders sind die Ständer, fünf an der Zahl, zu erwähnen, die die Fläche in vier Felder von ungleicher Größe teilen. Sie sind neben reichem ornamentalen Schmuck noch mit Figuren ausgezeichnet. Während die Pfosten unten bündig mit der Außenflucht des ersten Stockwerks stehen, liegen sie oben bündig mit dem gegen das untere Geschoß um etwa 25 cm übergekragten zweiten Stockwerk. Hierdurch ist eine kräftige und schöne plastische Wirkung der fünf Hauptständer erzielt worden.

Dabei ist zu erwähnen, daß die Figuren, die in Hochrelief gehalten, eine gute Ausbildung in spätgotischem Charakter zeigen, die eine tüchtige an Tylmann Rienschneider erinnernde Meisterhand verraten. Die Figuren werden von Baldachinen in spätgotischen Formen bekrönt, denen sich die Auskragung in verschiedener Weise anschließt. Bei dem reicher ausgebildeten Mittelständer zeigt die Auskragung einen Figurenschmuck mit Baldachin, die Gerechtigkeit in Engelgestalt darstellend, ebenfalls im spätgotischen Charakter, während an den übrigen Ständern Halbfiguren, Vasen mit Früchten tragend, in Renaissanceformen zur Verwendung kamen und die Auskragung durch hängende Früchte ihren Abschluß gefunden hat (Abb. 6 u. 7 Bl. 24).

Das Holzwerk der Fensterbrüstungen im ersten Stockwerk ist verschieden und reich ausgebildet, wie die Abb. 1 Bl. 24 zeigt. Die übrigbleibenden Flächen, die mehrere Zentimeter zurückstehen, sind mit hellem Putz gedeckt, so daß die Zeichnung des dunkeln Holzwerks zu guter Wirkung kommt. Das Riegelwerk liegt mit der Putzfläche bündig. Es ist schlicht und einfach, über den Fenstern sitzen kleine knaggenartige Kopfbänder in Karniesform mit herzförmigem Ausschnitt. Der Übergang vom ersten zum zweiten Stockwerk entspricht der Bildung über dem Erdgeschoß. Im zweiten Stockwerk tritt eine wesentliche Vereinfachung des Fachwerks ein. Das Riegelwerk ist aus weichem Holz hergestellt und steht mit dem Putze bündig. An Stelle der Fensterbrüstungsplatten treten gebogene und sich kreuzende Riegel mit herzförmigem Ausschnitt und Nase. Auch das Hauptgesims ist entsprechend einfach in seinen Gliederungen gehalten. Es ist auffallend, daß beide Stockwerke so verschiedene Ausbildung erfahren haben, ob ursprünglich nur ein Stockwerk vorhanden war, ob das obere durch Feuer vernichtet, in einfacher Weise ersetzt wurde oder ob es erst später hinzugefügt ist, ist nicht zu ermitteln.

Kommerzienrat Ehemann, der derzeitige Besitzer des vorbesprochenen Hauses, das im Mittelpunkte der Stadt gelegen ist, ist bemüht, dem Bau die nötige Pflege zuteil werden zu lassen.

Das „Wetzlarer Skizzenbuch“.

Vom Regierungs-Baumeister Ebel in Wetzlar.

(Mit Abbildungen auf Blatt 25 bis 27 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Frage der Gestaltung der Giebel an der Hoffront des Otto-Heinrichsbauers in Heidelberg veranlaßte mich im Herbst 1902, im Zentralblatt der Bauverwaltung (XXII. Jahrg. Nr. 71 u. 79) die im „Wetzlarer Skizzenbuch“ befindliche Giebelzeichnung zu veröffentlichen und mich bereits über den sonstigen Inhalt meines Fundes auszusprechen. Letzteres konnte damals nur in sehr allgemeinen Umrissen erfolgen, und ich war genötigt, mir weiteres vorzubehalten. Auch heute bin ich nicht in der Lage, den Inhalt erschöpfend behandeln zu können. Das einschlägige Schrifttum zählt zu den Seltenheiten der Büchereien und ist außerordentlich zerstreut; zudem konnte ich mir nur bei gelegentlichen Reisen Einsicht verschaffen. In dankenswerter Weise haben mich die Herren Baron H. v. Geymüller und Professor Dr. Haupt bei meiner Arbeit unterstützt. Das Nachstehende mag dazu beitragen, meine früheren Mitteilungen zu berichtigen und die Art des Buches etwas sicherer zu kennzeichnen. Um dem Buche gelegentlich meines früheren Aufsatzes einen Namen zu geben, nannte ich es nach dem Fundort kurz „Wetzlarer Skizzenbuch“. Koch und Seitz-Heidelberg haben in ihrem Aufsatz in der Deutschen Bauzeitung (37. Jahrg. Nr. 30 bis 32) bereits auf das Unzulängliche der Bezeichnung „Skizzenbuch“ aufmerksam gemacht, da die Zeichnungen über das Maß dessen, was man gemeinhin unter „Skizzen“ versteht, hinausgehen; ich erkenne das an, obwohl der Name nun einmal bestehen mag, und führe als weiteres äußeres Zeichen die

klare Anordnung, die dem Buche zugrunde liegt, an. Es enthält zwei vollständig getrennte Hauptabschnitte, von denen der erste (Seite 1 bis 79) die Architektur, der zweite (Seite 80 bis 114) die „Mechanischen Künste“, wie man damals Baumaschinen u. dgl. nannte, behandelt. Und wiederum der erste weist als Unterteile, die durch leere Blätter voneinander getrennt sind, auf Seite 2 bis 32 Türen und größere Portale, 34 bis 49 Fenster, 53 bis 57a Giebel, 59 bis 62 Brunnen, 63 bis 76 die Säulenordnungen und sonstige Einzelheiten auf. (Mit „56“ und „57“ sind hintereinander vier Seiten numeriert, von denen die dritte und vierte Seite „56a“ und „57a“ genannt werden sollen. Blatt 83 ist versehentlich mit „82“ beschrieben und soll hier als Skizze 83 aufgeführt werden.)

Sorgfältige Zeichnungen, wie die vorliegenden es sind, mit planmäßiger Anordnung zusammengetragen, dürften mit dem Wesen eines Skizzenbuches gemeinhin allerdings nichts zu tun haben. Zu greifbaren Ergebnissen in der Deutung des Wesens unseres Werkes bin ich jedoch erst nach Untersuchung der Darstellungen im einzelnen gelangt: wir haben es offenbar mit dem Entwurf zu einem regelrechten Lehrbuch zu tun, wie wir dergleichen nach dem Vorbilde der Italiener in Deutschland vom 16. Jahrhundert an mehrfach haben. Zum Text und Druck ist es, soviel wir wissen, bei unserm Meister nicht gekommen, dafür hat das Material unserer Handzeichnungen durch den Fund, der im Besitz von

Professor Dr. Rosenberg in Karlsruhe ist, eine glückliche Bereicherung erfahren. In Italien*) finden wir architektonische Lehrbücher schon in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Zu den frühesten zählt Albertis berühmte theoretische Abhandlung *De re aedificatoria*, die 1485 in Florenz ihre erste Ausgabe erlebte. Demselben Jahrhundert gehören die Abhandlungen Filaretos (1460) und Francescas und die mannigfachen Schriften Leonardos an. Nachdem 1414 der Vitruv entdeckt war, bringt das 16. Jahrhundert eine wahre Fülle von Übersetzungen und Erläuterungen. Von der ersten Übersetzung Fra Giocondos (1511) bis zu den berühmten Kommentaren des Patriarchen Daniele Barbaro (1567) erwähnt Redtenbacher nicht weniger als sieben weitere. Serlios *Architectura* erscheint um 1540; Vasari folgt 1550, P. Cataneo da Siena, *I quattro primi Libri di architettura*, Venedig, Aldo, 1554 und 1567, Vignola, *Le due regole della prospettiva pratica*, 1562. Diesen schließen sich die Schriften Palladios 1570, G. A. Rusconis 1590, Montanos, Scamozzis und Radis 1625 an.

In Deutschland finden wir 1575 die erste Vitruvübersetzung (von G. H. Rivius in Basel). Im Jahre 1609 erscheint in Basel Serlios *Architectura* in deutscher Sprache, 1697 in Nürnberg das dritte und vierte Buch von Scamozzis *Architettura universale* und 1698 ebendort Andreas Boecklers *Palladioübersetzung*. Ebenso schnell verbreiten sich Übersetzungen der Italiener in Frankreich. Wie wir Übersetzungen in Deutschland erst vom 16. Jahrhundert an finden, so sind wohl auch frühere selbständige Architekturwerke nicht vor-

*) Rudolph Redtenbacher, *Die Architektur der italienischen Renaissance*, § 14 bis 17; Jakob Burchardt, *Geschichte der Renaissance in Italien*.

handen. Zu den frühesten gehört Hans Blums von Lor „Von den fünf Stilen“ (Zürich 1558), M. Hans von Schilles „Form und weis zu bauwen . . .“ (Antwerpen 1580) und Georgen Haasens Werk (Wien bei Stephan Kreutzer 1583). Von größerer Bedeutung sind Vredemann de Vries' *Architectura* (Antwerpen 1577 und 1581) und *Variae architecturae formae a Johanne Vredemanni Vriesio* (Antverpiae excudebat Theodorus Gallaeus 1601), das Baumeisterbuch des Jakob Wolf von etwa 1600 (Germanisches Museum), sowie des Straßburger Malers Wendel Dietterlin „*Architectura, Von den Fünff Seulen sampt jhren anhängen Als Fenster, Camin, Thürgericht Portal, Bronnen vnd Epithaphien*“ (1598)“. Um dieselbe Zeit erscheinen Gabriel Krammers *Architectura* (Köln 1599 und Prag 1606) und sein Schweifbüchlein (Köln, gedruckt durch Johann Büchsenmacher 1611), das denselben Verlag wie Rutger Kaesmanns *Architectura* hat, des Straßburger Stadt-Bawmeisters Daniel Speckle „*Architectura Von Festungen*“ (1608), das wichtige Werk Georg Ridingers „*Architektur des Maintzischen Churfürstlichen neuen Schloßbawes St. Johannspurg zu Aschaffenburg*“ (Mainz 1616) und Henning Großens d. J. „*Schatzkammer mechanischer Künste*“ (1620). Später als das Wetzlarer Skizzenbuch, aber mit ihm verwandt, sind Wilhelm Dillichs „*Peribologia seu munien-dorum locorum ratio*“ (Frankfurt 1641), Johann Wilhelms „*Architectura civilis*“ (1668) und Georgius Andreas Boecklers „*Architectura civilis nova et antiqua*“ (Frankfurt 1663), deren Autor später die Palladioübersetzung übernahm. Von französischen Werken sei nur hingewiesen auf J. A. du Cerceau, *Livre d'Architecture* (Paris 1561), *Reigle Generale d'Architecture* (1568), Alex. Francines „*Livre d'Architecture*“ (Paris 1613), Jacques Francart (Brüssel 1617) und „*Règles des cinq ordres d'architecture de Vignole*“ (Amsterdam).

Von den Blättern des Wetzlarer Skizzenbuches tragen 36 Jahreszahlen: 2 von 1615, 12 von 1616

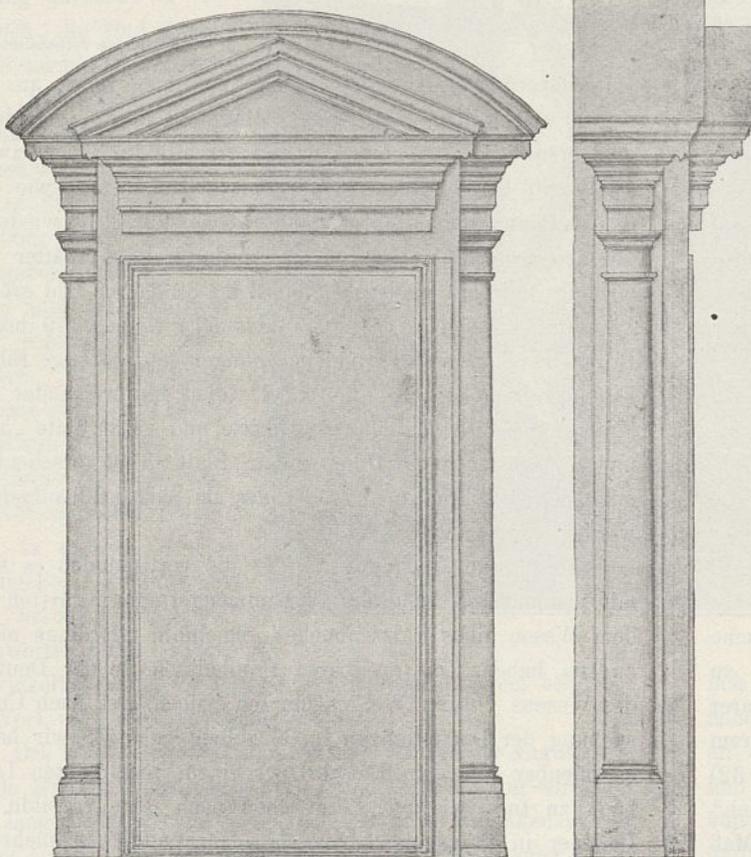


Abb. 1. Seite 17 im Skizzenbuch.
6/10 der Zeichnung.

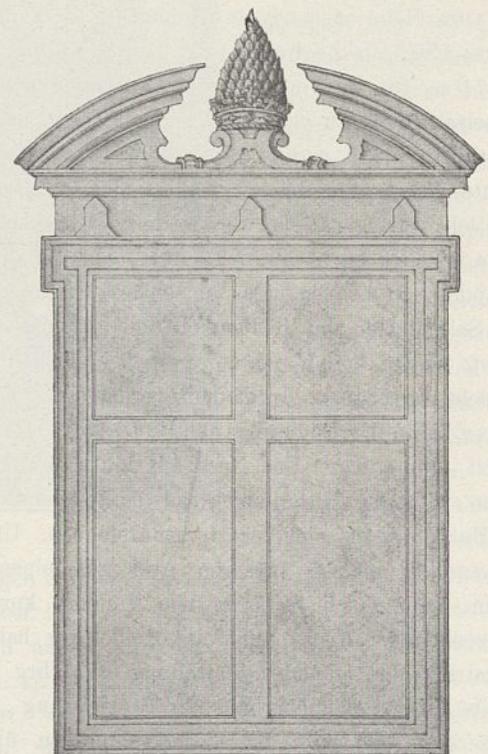


Abb. 2. Seite 48 im Skizzenbuch.
4/10 der Zeichnung.

20 von 1617 und 2 von 1619. Wir haben keine Veranlassung, die übrigen Blätter anders zu datieren. Es ist nun lehrreich zu untersuchen, in welchem Verhältnis unser Buch zu früheren und gleichzeitigen Architekturwerken steht. Vergleichen wir es zunächst mit den deutschen, so finden wir zunächst vier Portale, die aus Wendel Dietterlin stammen. Die Abzeichnung ist sehr getreu, die Perspektive, durch die der Maler seinen Darstellungen mehr Körper verleiht, ist von dem Architekten fortgelassen; Gesimse und Ornament er-

fahren von ihm eine genauere Behandlung. Die Zeichnung ist mit Bistertusche ausgezogen und mit grauer Farbe in größere Wirkung gesetzt worden. Die Zeichnung auf S. 23 (vgl. Abb. 5 Bl. 25) entspricht der Tafel 67 (Ausgabe von 1862, Verlag von C. Claesen, Lüttich). Auf den Postamenten des Giebels fehlen die Dietterlinschen Aufsätze, ebenso ist die phantastische türartige Füllung fortgelassen, welche der Maler in die Öffnung zeichnet. An der linken Säule fehlt in der Skizze das Ornament des rauhen Mittelquaders. Seite 21 (Abb. 2 Bl. 25) ist der Tafel 70 entlehnt. Wie sorgfältig unser Architekt abzeichnet, ergibt sich daraus, daß er gemäß dem Vorbild auch die beiden Pilasterpostamente verschieden zeichnet. Bei Dietterlin sind auch die Schäfte beider Pilaster verschieden; soweit allerdings versteigt sich unser Autor nicht. Die Füllung der Türöffnung fehlt auch hier. Die Architektur hinter den Pilastern sucht der Architekt etwas klarer zu lösen. Etwas ruhiger wiederum als das vorige ist ein Portal auf Seite 22 (Abb. 4 Bl. 25), das der Tafel 153 bei Dietterlin entspricht. Letzterer fügt der Umrahmung rechts und links je eine Halbsäule an; diese sind hier fortgelassen und führen zu einer anderen Gesimslösung. Die Quaderung, besonders die des Sockels, ist gegen das Vorbild etwas verändert, jedoch ohne den Charakter zu wechseln; die Füllung der Türöffnung und die Postamentaufsätze fehlen auch hier. Die im Wetzlarer Skizzenbuch nicht gezeichneten Knöpfe neben den Kreuzen der Sockel sind unwesentlich. Einige Unklarheiten des Giebelgesimses bei

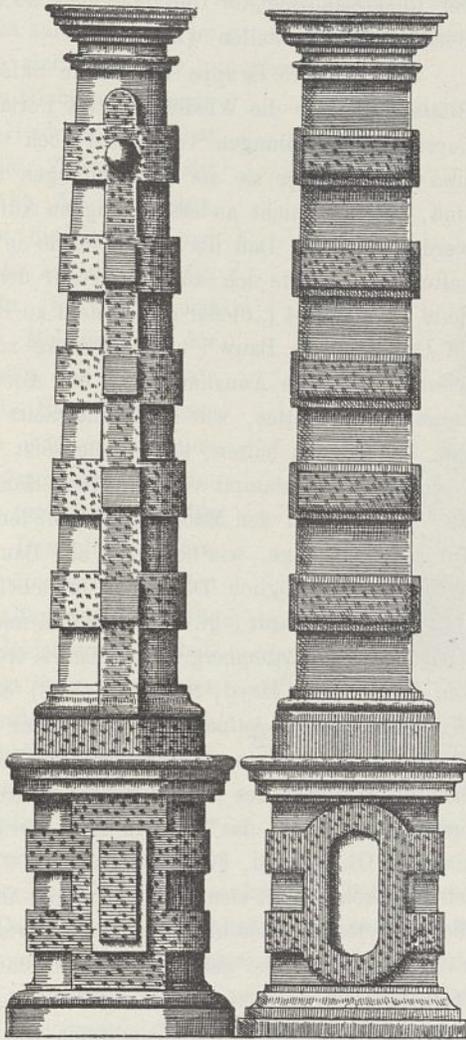


Abb. 3. Seite 69 im Skizzenbuch.
1/3 der Zeichnung.

Dietterlin sind hier vermieden. Auf Seite 20 (vgl. Abb. 1 Bl. 25) ist der Mittelteil eines großen Gartenportales von Tafel 155 wiedergegeben; indem rechts und links Teile fortgelassen wurden, sah sich unser Architekt zu einigen Änderungen in den Gesimsen u. m. veranlaßt. Die phantastischen Aufbauten über den Postamenten des Giebels und das groteske schmiedeeiserne Gitter in der Türöffnung fehlen. Das Ornament des rechten Säulenschaftes u. m. ist auch bei Dietterlin auf dem linken fortgelassen. Diese Art und Weise, das Ornament nur anzudeuten, ist von unserem Architekten öfter befolgt worden. Auch sonst sind verschiedene Ähnlichkeiten in Einzelheiten mit Dietterlin festzustellen; am auffälligsten ist es bei der Zeichnung eines Eimers des Brunnens auf Seite 60 (vgl. Abb. 1 Bl. 27 im Atlas und Dietterlin Tafel 33).

Wir wenden uns einer anderen Gruppe von drei Zeichnungen zu, die wir wegen der Art der Darstellung, wenn ihre Herkunft nicht bekannt wäre, leicht einer anderen Hand zuschreiben würden. Es sind die Skizzen auf Seite 69, 70 und 71, die vollkommen in der Holzstichmanier der damaligen Zeit mit der Feder gezeichnet sind. Die Schatten sind durch gekreuzte Strichlagen bewirkt, nur der Sockel des Pilasters auf Seite 70 zeigt in der Schattierung Nachhilfe mit Tusche. Die genannten Skizzen sind Vredemanns *Architectura* entlehnt. Seite 69 (Text-Abb. 3) gibt einen Pilaster und eine Säule aus Bl. I *Tuscanica*, Skizze 70 dasselbe aus Bl. I *Dorica* und Skizze 71 zwei Säulen, die auf Bl. I *Jonica* Fig. A. und D. entsprechen. Das Vorbild ist jedesmal vorzüglich nachgezeichnet.

Gleich an die Säulenordnungen schließen sich zwei Skizzen an (S. 75 u. 76), die Muster für die Volutenkonstruktion jonischer Säulen geben. Allgemein bekannt sind die beiden Regeln Serlios (*Il libro quarto d'architettura*) und Vignolas (*Regola delli cinque ordini 1610*), von denen sie auch in die *Architettura Montanos* (Roma 1636) übernommen zu sein scheinen. Früher aber als in Vignolas *Regola* findet sich dasselbe Rezept bei Hans Blum von Lor (1558), und an diesen schließt sich Skizze 75 an; besonders deutet die Art der Zeichnung der Eierstäbe und Perlschnüre darauf hin. Eine dritte sehr bemerkenswerte Vorschrift, die wohl eine noch schönere Linienführung ergibt, findet sich in Gabriel Krammers *Architectura*, der die Zeichnung auf S. 76 entlehnt ist. Beide Blätter zeigen die Hilfskonstruktion zur Festlegung der Mittelpunkte für die einzelnen Zirkelschläge in die Volute eingezeichnet; und um recht klar zu sein, ist sie in größerem Maßstabe und in Zinnober nochmals besonders herausgezeichnet. Auf Seite 75 ist auch die kleine Hilfskonstruktion in der Volute wie die *Partes* für die Bestimmung der Höhe der einzelnen Kapitellteile rot eingeschrieben.

Die auf Seite 101 dargestellten Bastionen sind als unmittelbare Abzeichnung nicht nachweisbar. Ähnliches finden wir aber bei Hans von Schille und Speckle, besonders aber in Dillichs *Peribologia*, die allerdings 1641 erst in Frankfurt erschien. Wie bei einigen Schleusen- und Brückenskizzen zieht unser Architekt hier die farbige Darstellung vor, die das Verständnis außerordentlich erleichtert. Außerdem aber hat er Klappen aufgeklebt, die gestatten, die unteren Minengänge zu studieren. Endlich sei zu Skizze 86, die eine Ramme mit verstellbaren GleitruTEN gibt, auf eine ganz gleiche Darstellung bei Johann Wilhelm hingewiesen. Da seine *Architectura civilis*

erst 1668 erschien, liegt der Gedanke nahe, daß er sowohl wie unser Architekt die gleiche Quelle benutzt haben. Die Art der zeichnerischen Darstellung ist im Wetzlarer Skizzen-

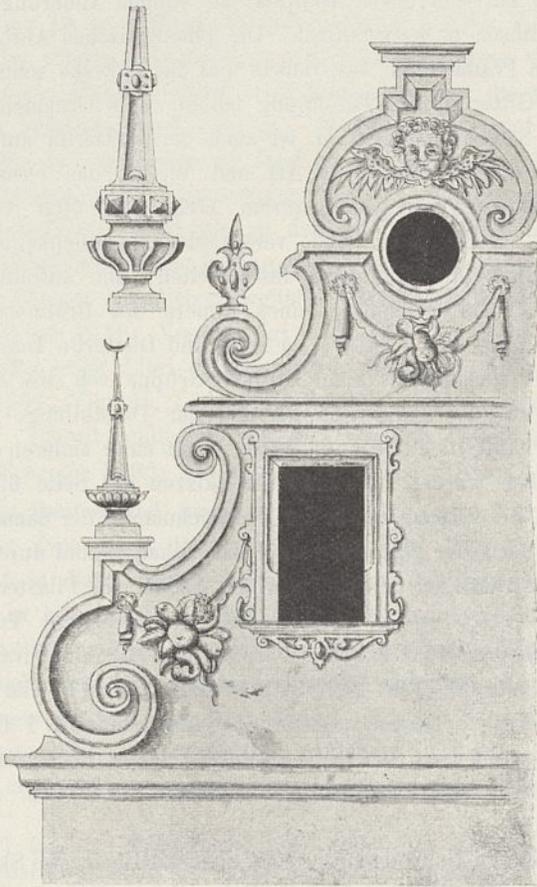


Abb. 4. Seite 53 im Skizzenbuch.
4/10 der Zeichnung.

buche dieselbe wie bei Johann Wilhelm. Zu italienischen Werken konnte ich nur in einem Fall eine unmittelbare Beziehung feststellen. Seite 26 (vgl. Abb. 2 Bl. 26) stellt ein Portal des von Giac. Vignola für Alessandro Farnese erbauten Castello di Caprarola dar. Dieses findet sich bereits in der Vignola-Ausgabe von 1610 und ist wohl von hier in den Vignola illustrato proposto da Giambattista Spampiani e Carlo Antonini (Roma 1770) und die Règles des cinq ordres (Amsterdam) übernommen worden.

Soweit im Wetzlarer Skizzenbuch französische Art nachzuweisen ist, entstammen die betreffenden Darstellungen sämtlich derselben Quelle: du Cerceau, Livre d'Architecture. Auf Seite 41, 42 (vgl. Abb. 2 u. 3 Bl. 27), 43 und 44 sind Abzeichnungen der Lukarnen 4, 3, 2, 1 des II^{ème} livre; bei Skizze 44 läßt unser Architekt, wie er es bei seinen Dietterlinschen Abzeichnungen macht, die Perspektive fort. Die Brunnen auf Seite 59 und 62 (vgl. Abb. 4 Bl. 27) entsprechen den Darstellungen 2 u. 5 bei du Cerceau. Die Abzeichnungen sind außerordentlich gewissenhaft; sie sind zugleich bemerkenswert für die Gepflogenheit unseres Meisters, das Ornament nur anzudeuten. Allen ist die Zeitbestimmung von 1617 gemeinsam.

Insgesamt sind im vorstehenden 16 Blatt als Abzeichnungen aus deutschen, italienischen und französischen Architekturwerken nachgewiesen worden. Ich bin überzeugt, daß jemand, dem weiteres Schrifttum zur Verfügung steht, oder der Gelegenheit hat, in Florenz und Paris die Handzeichnungen

der Renaissancemeister durchzusehen, noch weitere ähnliche Beziehungen feststellen wird.

Eine weitere Gruppe in unserm Skizzenbuch bilden die Blätter, die wie die Wiedergabe des Portals vom Castello di Caprarola Darstellungen von Teilen noch vorhandener Bauten sind und, solange sie als Abzeichnungen nicht nachgewiesen sind, von uns nicht anders als eigene Aufnahmen angesehen werden können. Daß überhaupt solche in unserm Buch enthalten sind, halte ich aus der Form der Aufschriften auf Seite 57 und 104 („dießer giebel steht zu Heidelberg. im Schloß uff Ott Henrichs Bauw“ und „Heuwag zu Speyer“) für erwiesen. Für die Annahme, daß die Aufschrift des Heidelberger Giebelblattes, wie Koch und Seitz es in ihrem Aufsatz für möglich halten, später zugesetzt sei, ist kein Grund vorhanden. Sie stammt von derselben Hand wie bei Bl. 104, 82, 83, 84 und den Maßstäben. Von den Italienern wissen wir es zur Genüge, wie fleißig sie alte Bauwerke aufgemessen haben, und bezüglich Deutscher braucht nur an Holl und Heinrich Schickhardt (vgl. Handschriften und Handzeichnungen des herzogl. württemberg. Baumeisters Heinrich Schickhardt von Dr. Wilhelm Heyd, Stuttgart 1902) erinnert zu werden. Wir unterscheiden Aufnahmen italienischer und deutscher Herkunft. Zu den ersten rechnet Seite 17 (Text-Abb. 1), welche das innere Portal des Saales in der Laurentiana in Florenz bringt, ein Motiv, das auch in La Liberia Mediceo-Laurenziana da Gi. J. Rossi, Firenze 1739, Fig. 9 und 13 gezeichnet ist. Wir können mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß unser Meister selbst in Florenz war und das Portal dort aufgemessen hat, denn noch eine ganze Reihe von Blättern verweisen auf Michelangelos Bibliothek und ihre Schule. So stimmt das Portal auf Seite 10 in den Grundlinien seiner Architektur auffällig mit dem äußeren Portal des Bibliotheksaales (vgl. Rossi, Taf. II und Burckhardt, Geschichte S. 94) überein, und einige andere, wie Skizze 2, 3, 4, 7, 8, 9, 14, 24, zeigen zwar die Hand eines deutschen Meisters, lehnen sich aber an Motive Michelangelos an. In welcher Weise fremde Motive von unserm Meister verwendet wurden, beweist am besten Skizze 18. Das Portal entstammt offenbar dem kleinen Palazzo Spada in Rom (vgl. H. Strack, Baudenkmäler Roms des 15. bis 19. Jahrhunderts, Berlin 1891), zu dem Giebel und Inschrifttafel hinzugezeichnet sind.

Aufnahmen deutscher Herkunft sind zahlreicher. Seite 5 (vgl. Abb. 1 Bl. 26)

gibt das Portal an der Hauptfront der Michaelis-Hofkirche in München, welche 1582 bis 1597 von Wolfgang Müller erbaut worden ist. Ein Vergleich mit der Wiedergabe in Fritsch, Denkmäler deutscher Renaissance, lehrt, daß unser

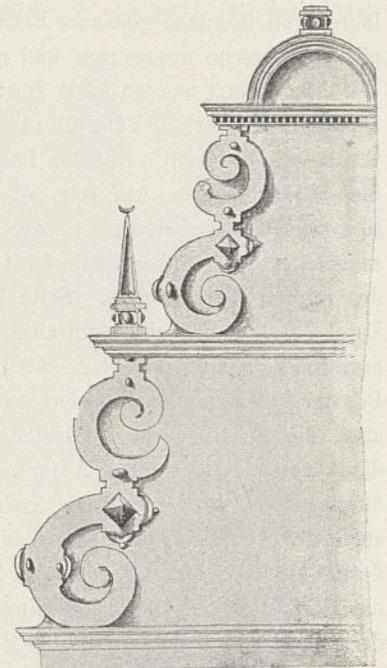


Abb. 5. Seite 57a im Skizzenbuch.
3/10 der Zeichnung.

Blatt zwar einige Ungenauigkeiten an den Sockeln, dem Giebel und Oberlicht aufweist, aber im ganzen ziemlich getreu ist; die Kanneluren sind auch hier nur angedeutet.

Von den sieben Giebelzeichnungen ist außer dem Heidelberger Blatt (Seite 57) nur die Zeichnung auf Seite 57a (Text-Abb. 5) festzulegen gewesen. Sie gibt die Teilung und Kontur des Giebels auf dem Alten Gymnasium in Mainz. Um die Art und Weise, wie unser Meister sich der peinlichen Darstellung des Ornaments entzieht und nur die Hauptlinien festlegt, deutlicher zu machen, sei zum Vergleich eine Photographie des Mainzer Giebels gegeben (vgl. Text-Abb. 8); in bezug auf die Darstellung geben auch die übrigen später anzuführenden Giebel einige Anhaltspunkte, die für die Deutung der Heidelberger Giebelzeichnung, besonders ihrer Umrißlinien von Wert sind. Bezüglich des Heidelberger Giebels ist von Kofmann in Karlsruhe in der Badischen Landeszeitung richtig bemerkt worden, daß das früher von mir als *H* angeführte Zeichen am Sockel der mittleren Putte über den senkrechten Balken zwei *I*-Punkte führt. Daraus aber zu schließen, es handle sich um die Nachzeichnung einer Originalzeichnung Jakob Heiders, scheint mir immerhin gewagt, einmal entbehrt das zweite *I* in dem Monogramm der Deutung, zweitens aber würde unser Meister seiner schon erwähnten Überschrift

wohl eine andere Fassung gegeben haben. Diese läßt nur die Deutung zu, daß der Giebel, wie er hier gezeichnet ist, auch wirklich um 1615 bis 1619 bestanden habe.

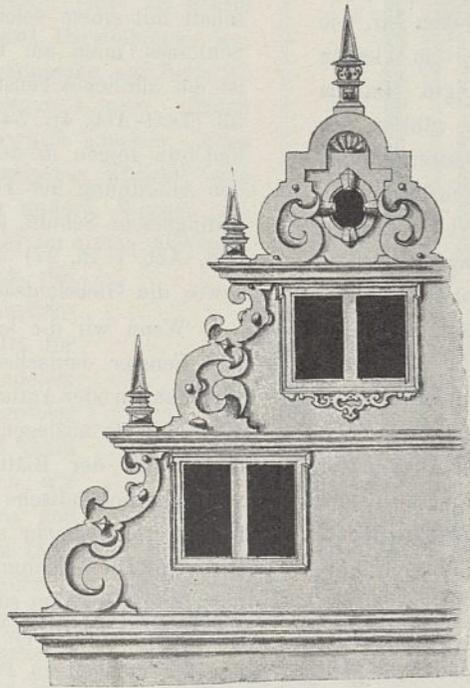


Abb. 6. Seite 55 im Skizzenbuch.

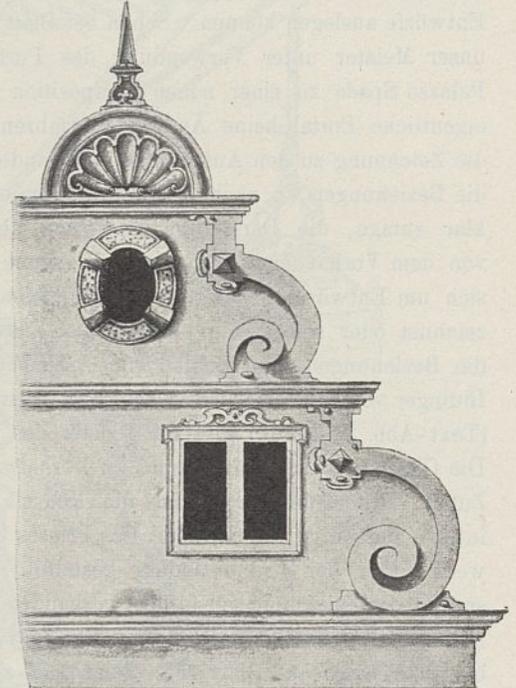


Abb. 7. Seite 56 im Skizzenbuch.

$\frac{4}{10}$ der Zeichnungen.

Wäre die Giebelzeichnung eine Abzeichnung nach einem vorhanden gewesenen Risse, so müßten auch Skizze 64, 65, 66 (vgl. Abb. 3 Bl. 25) Abzeichnungen sein, wofür der Beweis erst zu erbringen wäre. Ich halte auch sie für Aufnahmen. Sie entstammen der Balustrade an der Treppe der großen Terrasse vor dem Friedrichsbau in Heidelberg und sind, wie Fundstücke erwiesen haben, ebenso an der großen Grotte Salomon de Caus' als Bekrönung der Futtermauern vorhanden gewesen. Eine Variante zu dem auf Seite 64 gegebenen Baluster zeigt Seite 63. Seite 91 gibt sodann einen Binder des Dachstuhls von dem jetzt wieder vielerwähnten Lusthaus in Stuttgart, das nach 1584 von Georg Beer von Bönningheim erbaut wurde und 1845 verloren ging. Nach den sorgfältigen Aufnahmen Beisbarths hat Dohme wohl in seiner Deutschen Baukunst den Querschnitt durch das Gebäude gegeben. Ein Vergleich damit beweist die genaue Übereinstimmung in der Dachkonstruktion. Die gewölbte Decke des Saales, welche an den Dachstuhl gehängt war, nahm bekanntlich das große Gemälde Wendel Dietterlins von Straßburg auf. Es läßt sich annehmen, daß mit diesem sein Landsmann Ridinger in Verbindung stand, und so läßt sich die Verwandtschaft des Dachstuhls erklären, der einst in Aschaffenburg über dem Kaisersaal angeordnet war und in Ridingers Werk uns überliefert ist.

Den Schluß der Aufnahmen deutschen Ursprungs bildet die schon erwähnte Speyerer Heuwage (Seite 104). Ähnliche Wagen finden wir als Illustrationen der Vitruv-Übersetzung des Rivius und bei G. A. Rusconi (Venetia 1590).

Ebenso wie ich das Kapitel der Abzeichnungen nicht erschöpft zu haben glaube, so mag auch außer den angeführten Skizzen manche weitere die Frucht von Aufnahmen sein. Ob es möglich sein wird, alle etwaigen Aufnahmen nachzuweisen, scheint zweifelhaft, da zum Vergleich doch nur

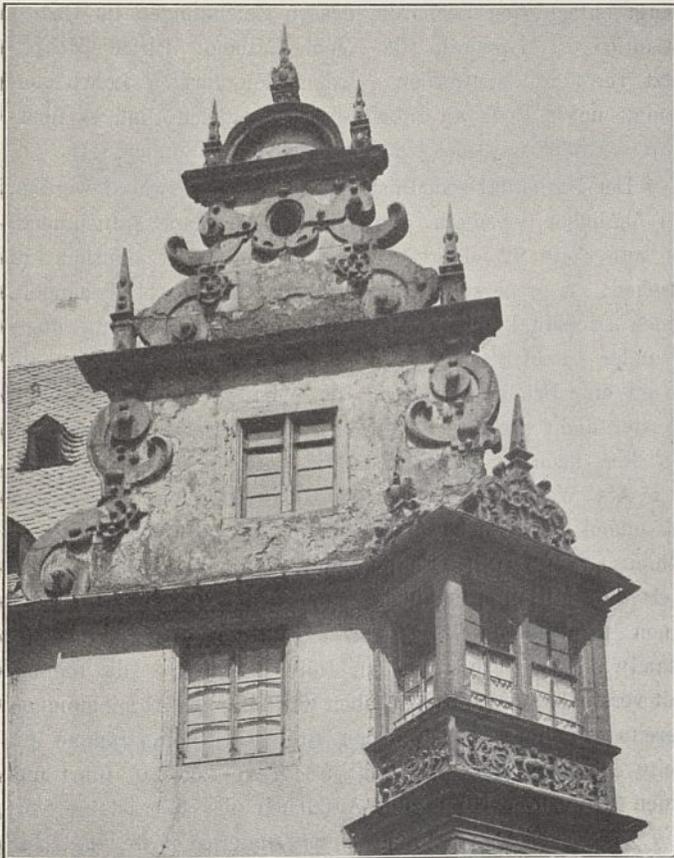


Abb. 8. Giebel vom Alten Gymnasium in Mainz.

von den vielen früheren Renaissancebauten der Rest der heute noch erhaltenen herangezogen werden kann.

Weiter läßt sich aus den Blättern des Wetzlarer Skizzenbuches eine dritte Gruppe zusammenstellen, die wir wohl als Entwürfe auslegen können. Schon bei Blatt 18 sahen wir, wie unser Meister unter Verwendung des Portales vom kleinen Palazzo Spada zu einer neuen Komposition gelangte. Da das eigentliche Portal keine Änderung erfahren hat, zählten wir die Zeichnung zu den Aufnahmen. Bei andern Blättern liegen die Beziehungen zu noch erhaltenen Portalen, Fenstern u. m. klar zutage, die Darstellungen weisen aber Abweichungen von dem Vorhandenen auf, und ich nehme daher an, daß es sich um Entwürfe handelt, die unser Meister entweder abgezeichnet oder selbständig erfunden hat. Besonders reich sind die Beziehungen zum Schloß von Aschaffenburg, das Georg Ridinger von Straßburg 1605 bis 1613 erbaut hat. Skizze 48 (Text-Abb. 2, S. 260) gibt die Fenster des ersten Geschosses. Die Ohren der Umrahmung sind im Verhältnis zur Ausführung Zutat. Unter der Krone ist die Konsole fortgelassen und infolge dessen ist der Schmuck des Frieses und das Ornamentwerk unter der Krone anders gestaltet. Im übrigen entspricht die Zeichnung genau dem vorhandenen Fenster. Große Ähnlichkeit mit Skizze 48 zeigen Skizze 37, 38, 40 und die beiden Fenster auf Blatt 45. Skizze 38 zeigt einen ähnlich geschweiften und gebrochenen Giebel wie die Fenster des ersten Stockes am Mainzer Schloß. Weiter verweisen zwei Portale des Wetzlarer Skizzenbuches auf das Aschaffener Schloß. Im Hofe daselbst finden wir drei gleiche Portale am Nordost-, Nordwest- und Südostflügel. Die Entwurfzeichnung zu einem solchen gibt Seite 28 (vgl. Abb. 3 Bl. 26). Im Widerspruch zur Ausführung, die Pilaster zeigt, stehen die Säulen der Zeichnung. Über den Pilastern zeigt das Gebälk im Befund eine Verkröpfung; über den Säulen wäre eine solche erst recht notwendig und ist von unserm Meister wohl nur versehentlich fortgelassen worden. Einige weitere Abweichungen sind unwichtig. Eine Bereicherung zur Kenntnis des früheren Zustandes des Hauptportals des Schlosses bildet Skizze 32 (Abb. 4 Bl. 26). Heute liegt über dem rundbogigen Portal eine Tür, die eine ähnliche Umrahmung wie die benachbarten Fenster zeigt und rechts und links unorganisch von zwei Pilastern eingefast ist. Sie führt zu einem Balkon, mit dem sie, nach dem schmiedeeisernen Gitter zu schließen, um 1800 angelegt worden ist. Statt ihrer lag ursprünglich über dem Portal eine Wappennische, wie sie bei Merian und in dem Ridingerschen Werke gezeichnet ist. Von ihr stammen die beiden noch erhaltenen Pilaster neben der Tür her. Von der Ridingerschen Zeichnung, die einen rundbogigen Giebel über der Nische zeigt und die Quaderung nicht über der Nische herumführt, weicht unsere Darstellung ab, ist ihr sonst aber gleich. Neben dem Portal gibt unser Blatt wie bei dem Hofportal ebenfalls Säulen an Stelle von Pilastern; ebenso ist die Scheitelkonsole, abweichend von der Ausführung, in der einfachen Art des Hofportales gezeichnet. Das Ornament des Frieses ist fortgelassen. Im übrigen stimmt unsere Entwurfzeichnung mit der Ausführung überein.

In der Art der Rustikabehandlung sind mit den beiden Aschaffener Portalen zwei große Gartenportale auf Seite 30 und 31 (Abb. 5 Bl. 26) gleich. Jede derselben zeigt zwei voneinander verschiedene Hälften, ein deutlicher Beweis mehr

dafür, daß wir es mit Entwürfen zu tun haben. Die Balustrade auf dem Portal Seite 31 zeigt große Ähnlichkeit mit den erwähnten Heidelberger Zeichnungen 64 bis 66 (vgl. Abb. 3 Bl. 25). Das Fenster auf Bl. 49 zeigt große Verwandtschaft mit einem solchen am Englischen Bau des Heidelberger Schlosses; auch am Treppenturm des Offenbacher Schlosses ist ein ähnliches Fenstermotiv zu finden. Die Giebel auf Seite 53 (Text-Abb. 4), 54, 55 (Text-Abb. 6), 56 (Text-Abb. 7) und 56a zeigen in der Gliederung, Kontur, der schwimmenden Anordnung der Fenster und deren Umrahmung sämtlich Ridingersche Schule, der wohl auch die Brunnen auf Seite 60 (vgl. Abb. 1 Bl. 27) und 61, die Portale Seite 19 und 25, sowie die Giebelaufsätze auf Seite 73 und 74 angehören.

Wenn wir die letztgenannten Giebel, Brunnen, Portale und Fenster deutscher Herkunft, solange sie nicht als Abzeichnungen oder Aufnahmen nachgewiesen werden, am ehesten als Entwürfe auslegen können, so dürfen wir das bezüglich des Restes der Blätter, die italienische, französische und vielleicht holländische Art zeigen, nicht ohne weiteres. Wir müssen sie vielmehr als Abzeichnungen oder als Aufnahmen ansehen. Die Zeichnungen, welche italienische Art zeigen und noch nicht erwähnt sind, Seite 11 und 12, sind so allgemein gehalten, daß wir sie schwer bestimmen können; sie scheinen am meisten an Palladio anzuklingen. Seite 13 und 15 erinnern an holländische, Seite 16, 27, 29, 34, 35, 36, 39 und 105 an französische Motive. Seite 27 und 105 sprechen sehr für die Art du Cerceau.

Wir würden von den vielseitigen Interessen, die ein Renaissancemeister hatte, ein unvollkommenes Bild bekommen, wenn wir den zweiten Hauptabschnitt unseres Buches, die „Mechanischen Künste“, übergehen wollten. Das Schrifttum über dergleichen Zimmerkonstruktionen ist vorher schon besprochen worden. Das erschöpfendste und beste Material bringt entschieden Leonardo, dessen Zeichnungen im Codice Atlantico di Leonardo da Vinci (Milano, Ulrico Hoepli) jetzt veröffentlicht werden. Jedem der übrigen Lehrbücher kommt unser Buch an Inhalt durchaus gleich, und es übertrifft sie häufig in der Klarheit der Darstellung.

Der Dachstuhl vom Lusthaus ist bereits erwähnt worden, ein ähnlicher, ebenfalls eine flachbogige Tonne aufnehmend, ist auf Seite 92 dargestellt. Um ihn recht deutlich zu machen, ist er perspektivisch gezeichnet und farbig behandelt. Einen Dachstuhl mit zweifacher Kehlbalckenanordnung übereinander zeigt Seite 89, mit dreifacher 94. Seite 96 bringt eine Brücke im Aufriß; diese Darstellung hat unserem Meister nicht genügt, daher bringt er dieselbe Konstruktion auf dem nächsten Blatt nochmals in Perspektive und Farbe.

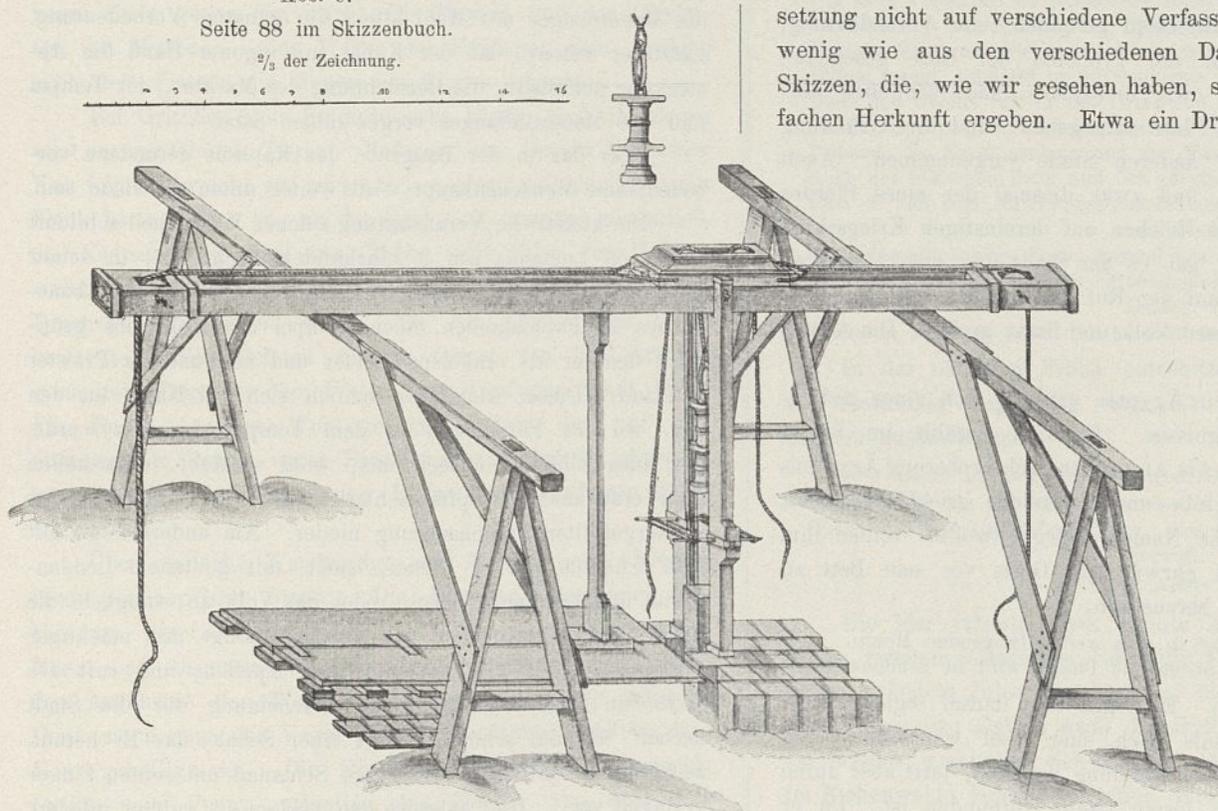
Als Wasserbauer zeigt er sich in seinen Entwürfen zu einem Schiffshebewerk (Seite 102) und einer Kastenschleuse (Seite 103). Endlich finden wir in unserem Buche wertvolle Mitteilungen über Baumaschinen. Seite 80 zeigt einen dreibeinigen Bock mit Flaschenzug, Seite 87 eine Standwinde mit verstellbarem Rollenschlitten. Die Ramme mit verstellbaren GleitruTEN haben wir unter den Abzeichnungen bereits erwähnt; endlich finden wir eine Pfahlrostramme auf Seite 88 (Text-Abb. 9). Blatt 98 (Text-Abb. 10) führt uns einen drehbaren Kran zum Aufziehen der Werksteine vor, wie wir solchen heute noch in Andernach finden. Die Einzelheiten dazu, den „Obergrund“, „Uffrecht Seit“, „Underst-

grund“, das Schwungrad und den Ausleger mit Rollenschlitten bringen Seite 82, 83 und 84. Den Reigen schließt Seite 95 mit der Darstellung einer einstiefligen Feuerspritze. Da eine solche erst 1602*) in Nürnberg erfunden war, so dürfte das vorliegende Blatt zu einer der ersten Darstellungen gehören. Da wir nicht wie bei den Zeichnungen auf Seite 91 und 86 den Ursprung unsrer Zeichnungen kennen, können wir sie wohl als Aufnahmen und Entwürfe ansehen. Alles in allem bildet das Kapitel der „Mechanischen Künste“ eine überaus wertvolle Ergänzung des in andern Werken gebotenen Stoffes. — So finden wir sowohl im ersten Abschnitt des Buches wie im zweiten bezüglich des Inhalts dieselbe Zusammensetzung: Abzeichnungen, Aufnahmen und Entwürfe. Da für den eignen Gebrauch in einem festgebundenen Buche mit zielbewußter Anordnung und größter Sorgfalt ein so umfangreiches Material kaum jemand zusammentragen dürfte, gehen wir wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß unser Meister sich mit dem Gedanken trug, ein Werk zum Allgemeinbesitz zu schaffen.

Bezüglich der Monogramme bleibt zu meinem früheren Aufsatz etwas zu berichtigen. 37 Zeichnungen tragen das Zeichen des Meisters, das verschiedenartig lautet: allen gemeinsam ist das *E*, zu diesem tritt einmal ein *L*, 16mal ein *A*, 6mal *AHR*, 14mal *AHRS*.

Abb. 9.

Seite 88 im Skizzenbuch.

 $\frac{2}{3}$ der Zeichnung.

Die Monogramme tragen sämtlich denselben Charakter, und man darf daher aus der Verschiedenheit der Zusammen-

*) G. v. Below, Das ältere deutsche Städtewesen und Bürgertum. (Velhagen und Klasing, Bielefeld und Leipzig.)

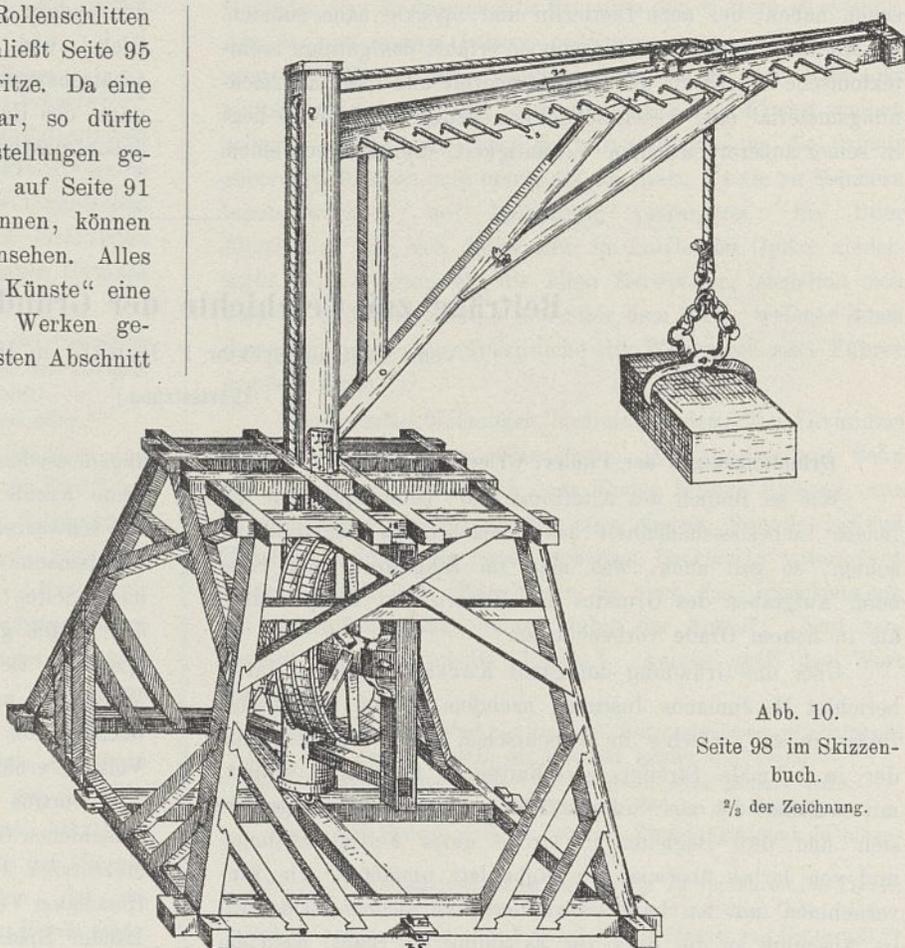


Abb. 10.

Seite 98 im Skizzenbuch.

 $\frac{2}{3}$ der Zeichnung.

setzung nicht auf verschiedene Verfasser schließen, ebenso wenig wie aus den verschiedenen Darstellungsweisen der Skizzen, die, wie wir gesehen haben, sich aus ihrer mannigfachen Herkunft ergeben. Etwa ein Drittel der Blätter trägt

Maßstäbe, abgesehen von denen, die eingeschriebene Maße aufweisen. Die Maßbezeichnung ist etwa zehn Blättern beige-schrieben und ist als „Schuch“, „Palmi“, „Unzen“ „Pes“ gegeben. Über diese gibt Rivius die nötigen Aufklärungen.

Über die Person des Meisters gibt auch die genauere Sichtung des Inhalts keinen weiteren Anhalt. Daß wir es mit einem

Architekten, nicht mit einem Maler wie in Wendel Dietterlin zu tun haben, braucht nach Durchsicht des Inhalts nicht erst erwähnt zu werden. Mit Rücksicht auf die vielfachen vorherrschenden Beziehungen zur Ridingerschen Schule möchten wir ihn allenfalls als Angehörigen derselben anzu-

sehen haben, der auch Dietterlin und Speckle nahe standen. — Mit dem Wetzlarer Skizzenbuche erfährt das geringe architektonische Schrifttum der Renaissancezeit und das Handzeichnungsmaterial eine wesentliche Vermehrung. Sein Wert liegt in seiner außerordentlichen Vielseitigkeit, die kaum von einem

der andern Lehrbücher übertroffen wird. Einzelheiten, wie Giebel und eine Reihe der Baumaschinen, bilden eine schätzenswerte Ergänzung des bisher bekannten Stoffes. Und unter den Handzeichnungen gebührt den Blättern wegen ihrer außerordentlichen Sorgfalt gewiß ein ehrender Platz.

Beiträge zur Geschichte der Grundsteinlegung.

Vom Stadtbauinspektor P. Rowald in Hannover.

(Fortsetzung.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Gründungssagen der Punier, Griechen und Italiker.

Wie es Brauch des Altertums war, beim Opfer auf die innere Leibesbeschaffenheit des Schlachtieres ängstlich zu achten, so galt auch, was man im Eingeweide der Erde beim Aufgraben des Grundes der Mauern und Tempel fand, als in hohem Grade vorbedeutsam.

Über die Gründung der Stadt Karthago (880 v. Chr.?) berichtet M. Junianus Justinus, nachdem er den Namen der Burg „Byrsa“, welcher im Griechischen „Fell“ bedeutet, aus der in schmale Streifen zerschnittenen Rindshaut erklärt, mit welcher die aus Sidon flüchtige Dido den von ihr für sich und ihre Begleiter in Größe eines Felles erbetenen und von Jarbas überwiesenen Ruheplatz umfaßte: „Im Einvernehmen mit den Landesbewohnern schritt man bald auch im Anschluß an die Burg zur Erbauung der Stadt, nachdem ein jährlicher Grundzins festgesetzt war. Bei der ersten Gründung wurde ein Stierkopf gefunden, eine Vorbedeutung, welche auf eine zwar mit Früchten der Erde gesegnete, aber arbeitsvolle und ewig dienstbare Stadt schließen ließ. Deswegen wurde der Platz aufgegeben, und die Gründung noch einmal an einer anderen Stelle vorgenommen. Auch hier wurde ein Kopf, und zwar diesmal der eines Pferdes gefunden, und da dies Zeichen auf dereinstigen Kriege- und Macht hindeutete, gab es der Stadt den glückgeweihten Sitz. Bald strömten auf den Ruf der neuen Stadt Ansiedler zu, und in kurzem ward Volk und Staat groß.“ Die Aeneis bestätigt die Nachricht.

Auch Alexandria in Ägypten erfreute sich eines bedeutenden Gründungsereignisses. Plutarch erzählt im Leben Alexanders, Kap. 26: „Als Alexander nach Eroberung Ägyptens (331 v. Chr.) eine große und volkreiche griechische Stadt erbauen und ihr seinen Namen beilegen wollte, schien ihm nachts im Traum ein ehrwürdiger Greis vor sein Bett zu treten und die Verse herzusagen:

„Eine der Inseln liegt in dem weit aufwogenden Meere
Vor des Aegyptos Strom und Pharos wird sie genennet.“

(Odyssee IV 354, 355). Er begab sich darauf sogleich nach Pharos, welches damals noch eine Insel war, ein wenig oberhalb der kanobischen Mündung des Nils, jetzt aber durch einen Damm mit dem festen Lande verbunden ist. Da er nun die bequeme und treffliche Lage der Gegend (im Rücken der Insel) in Augenschein nahm, den schmalen Landstrich zwischen dem See Mareotis und einem großen Seehafen (den Homer gleichfalls erwähnt), rief er aus: „Homer verdient doch in allen Stücken Bewunderung: er ist sogar der geschickteste Baumeister.“ Zugleich gab er Befehl, einen

angemessenen Grundriß der Stadt zu entwerfen. Es war aber keine Kreide zur Hand. Daher zeichnete man mit Mehl auf schwarzem Boden den Plan in Form eines mazedonischen Kriegsmantels (als längliches Rechteck von 5,1 zu 1,1 Kilometer Seite). Plötzlich erschien eine ungeheure Menge Vögel aller Arten gleich einer Wolke, welche das Mehl völlig verspeisten. Den hierüber bestürzten Alexander beruhigten die Wahrsager mit der Erklärung, daß die geplante Stadt die reichste und wohlhabendste sein und Menschen aus allerlei Völkern ernähren werde.“

Curtius berichtet gleichfalls, daß der Stadt Mauern mit gemahlenen Gersten abgemessen, fügt aber hinzu: „nach der Mazedonier Brauch“. Auch er erzählt das Vorzeichen der fressenden Vögel, wonach die Stadt sehr volkreich und vieler Länder Speisekammer werden sollte. Andere Schriftsteller, Strabo, Arrianus, sehen schon in der zufälligen Bestreuung des Mauernzuges mit Mehl allein die günstige Vorbedeutung. Letzterer betont, daß der König mit eigener Hand die Absteckung der Stadt, die Bezeichnung des Marktes, der Tempel und des Mauerumfanges vorgenommen habe.

Über das in der Baugrube des Kapitols gefundene vorbedeutsame Menschenhaupt wird weiter unten die Rede sein.

Die künstliche Veranstaltung solcher Vorzeichen schildert ergötzlich Lucianus (im 2. Jahrhundert nach Chr.) in seiner Lebensgeschichte des Magiers Alexander, welcher zu Abonoteichos in Paphlagonien einen Tempel des Asklepios gründete, dem er als orakelspendender und heilkundiger Priester vorstand. Dieser Alexander schlich sich bei Nacht an den Ort, wo das Fundament zu dem Tempel gegraben wurde. Ein ausgehöhltes Gänseei, das, wohl verklebt, eine kleine eben erst ausgeschlüpfte Schlange verbarg, legte er in der wassergefüllten Ausschachtung nieder. Am andern Tage mit dem frühesten eilt er herbei, nackt, mit goldenem Lendengürtel und krummem Säbel, redet das Volk an, steigt in die Grube des angefangenen Tempelbaues, singt mit mächtiger Stimme Hymnen auf Asklepios und Apollon, und ruft des ärztlichen Gottes gnadenreiche Erscheinung für die Stadt herbei. Hierauf schöpft er mit einer Schale das Ei herauf, zerbricht es und zeigt die junge Schlange um seinen Finger geringelt vor. „Hier habe ich den Asklepios“, ruft er jubelnd. Das Volk brach in lautes Geschrei aus, hieß den Gott willkommen und erflehte sich von ihm Schätze, Überfluß, Gesundheit.

Griechische Sagen beschäftigen sich wohl mit den Gründern, niemals mit der Grundsteinlegung als baulicher Feierlichkeit. Poseidon baute auf Zeus' Geheiß dem König Laomedon

die Mauern Troias, wie er, Ilias XXI 446—447, selbst erzählt:

„Ich nun selbst erbaute der Troer Stadt und die Mauer
Breit und schön, der Feste zur undurchdringlichen Schutzwehr.“

Der Lohn wurde ihm, wie später den mittelalterlichen dämonischen Baumeistern, vorenthalten. Nach Pindar waren Poseidon, Apollon und Aeakos die Erbauer der trojanischen Mauer. An dem von dem sterblichen Aeakos errichteten Teil wurde die Stadt erobert. Nach dem homerischen Hymnos legt zu seinem delphischen Tempel

„Phoebos Apollon die Gründung
Weit und breit umher. Und die steinerne Schwelle des Tempels
Setzten die Meister darauf, Trophonios und Agamedes,
Beide die Söhn' Erginos' und lieb den Unsterblichen allen.“

Die Zwillinge Amphion und Zethos, Söhne des Zeus und der Antiope, in einer Grotte ausgesetzt, wo sie ein Hirt fand, rächten, nachdem sie erwachsen, ihre von den Verwandten übel behandelte Mutter, bemächtigten sich der böotischen Herrschaft, vereinigten mit der Burg Kadmea die Unterstadt Thebe und gründeten der letzteren betürmte siebentorige Mauer. Amphion soll vor dem Bau dem Hermes einen Altar errichtet und dafür die Lyra zum Lohn erhalten haben, nach deren Klänge sich die Steine selbst zusammenfügten. Die Megarer schrieben eine ihrer beiden Burgen ihrem Helden Alkathoos zu und zeigten einen Herd der Götter, welche sie die Prodomeis, die Vorbauenden, nannten, und denen Alkathoos zuerst geopfert haben soll, als er die Fundamente der Mauern beginnen wollte. Beim Bau half ihm Apollon, der in zwischen seine Zither auf einen Stein neben jenem Herde legte. Wie eine Zither ertönte dieser Stein, wenn man einen kleineren Stein gegen ihn warf. Die Mauern und das Löwentor von Mykenae sollen Werke der Kyklopen sein, welche auch dem Proetos die Mauer von Tiryns erbaueten.

Bei Griechen und Italikern sehr häufig sind die Sagen von vorwandelnden Tieren. Kadmos, von Delphi her einer Kuh folgend, welche auf beiden Seiten einen vollmondähnlichen Fleck hatte, baute da, wo das Rind sich ermattet niederließ, die Kadmea, die Burg von Thebe, mit Hilfe der Helden, welche den ausgesäten Zähnen des von Kadmos getöteten Drachens entsprossen waren, der die Quelle des Ortes bewachte. Die Boiater folgten einem von der Artemis gesandten Hasen zu dem Platze ihrer künftigen Stadt Boiai. Ein Rabe, Apollons Weissagevogel, zeigte der auf Andringen der Pythia unter Battos nach Nordafrika abgegangenen dorischen Kolonie den Platz ihrer künftigen Stadt Kyrene an.

Über italische Wanderzüge zur Anlage neuer Niederlassungen berichtet Strabo: Die Picenter, Bewohner von Picenum, der Landschaft südlich von Ancona am adriatischen Meer, sind ausgewanderte Sabiner. Ein Schwarzspecht zeigte den Anführern den Weg, woher sich ihr Name schreibt. Denn sie nennen den Vogel Picus und glauben, daß er dem Mars geheiligt sei. Die Hirpiner, samnitischen Stammes, östlich vom Vesuv, erhielten den Namen von dem ihre Kolonie führenden Wolf, den sie „Hirpus“ nennen, und der gleichfalls dem Mars heilig ist. Ein anderer Teil der Samniter ging im Lande der Umbrer auf Kolonialgründung aus. An ihren Zug knüpft sich der Bericht vom ver sacrum, dem geheiligten Frühling. Die schon lange Zeit mit Umbrern kämpfenden Samniter taten, wie einige der Hellenen, das

Gelübde, das in diesem Jahr Erzeugte den Göttern zu weihen. Als sie nun gesiegt hatten, opferten sie einen Teil des Erzeugten, einen andern weihten sie. Weil aber Mißwachs eintrat, so äußerte einer, man hätte auch die Kinder weihen sollen. Auch dieses taten sie nun und gelobten die damals geborenen Knaben dem Mars, die sie dann, als sie zu Männern herangewachsen, auf Ansiedlung aussandten. Ein Stier führte sie. Als sich dieser nun im Lande der Opiker niederlegte, so verjagten sie die alten Einwohner, siedelten sich dort an und schlachteten den Stier dem Mars, welcher ihnen denselben nach dem Ausspruche der Wahrsager zum Führer gegeben hatte.

Überirdische Weisungen bestimmten den Platz Laviniums und Albas, der Mutterstädte Roms. Als Aeneas, sein Sohn Julus und seine Gefährten, aus Trojas Brande fliehend, zur Tibermündung gelangt waren, aßen sie am Strande lagernd Früchte, welchen sie runde Scheiben Backwerks untergelegt hatten. Nach dem Obst bissen sie auch das Gebackene an. Da entschlüpfte dem jungen Julus der Ausruf: „Nun verSpeisen wir gar unsere Tische.“ Aeneas griff das Wort rasch auf:

„Heil dir“, rief er sofort, „o du Land, mir verheißen vom Schicksal!
Heil, Heil euch Penaten, die treu ihr folgtet von Troja!
Hier ist Heimat und Haus! So meldete, jetzo gedenk' ich's,
Mir mein Vater Anchises die dunkelen Winke des Schicksals:
„Wann dich Hunger, o Sohn, wo zum Fremdlingsstrand du hinan-
fuhrst,

Einst nach geschmälerter Kost gar zwingt zu verzehren die Tische:
Dann erwarte den Sitz, du Ermüdeter, und an dem Orte
Gründe zuerst mit der Hand und befestige Häuser mit Erdenwall.“
Dies war also der Hunger, der uns am Ende bevorstand,
Um dem Verderben zu stellen ein Maß. —

Jetzo sprengt aus Schalen dem Zeus und ruft den Anchises,
Unseren Vater mit Flehn und Wein stellt wieder dem Mahl auf.“
Dieses gesagt, umflucht er mit laubigem Zweige die Schläfen;
Dann den Genius ruft er des Orts, und die Erste der Götter,
Tellus, die Nymphen zugleich und die noch unerkundeten Ströme,
Flehend; die Nacht alsdann und der Nacht aufgehende Zeichen;
Auch den idäischen Zeus und die phrygische Mutter mit jenen
Ruft er und beid' im Himmel und Erebus wohnende Eltern (Venus
und Anchises).

Doch der allmächtige Zeus, dreimal aus heiterem Himmel
Donnert er laut, und ein Strahlengewölk, das im Lichte des
Goldes

Funkelte, zeigt er selbst mit erschütternder Hand von dem Äther.

In der nächsten Frühe entsendet Aeneas seinen Sohn mit stattlicher Begleitung zum Könige des Landes, um Frieden auszuwirken.

Aber er selbst ummarkt mit niedrigem Graben den Anbau
Und arbeitet den Ort und den ersten Sitz am Gestade,
Gleich wie ein Lager des Kriegs, umschant er mit Zinnen und
Erdwall.

(Virgil. Aeneis VII. Gesang, 107 bis 159.)

Die hier erbaute Stadt nannte Aeneas Lavinium nach seiner zweiten lateinischen Gemahlin Lavinia. Dreißig Jahre später gründete Julus von hier aus die Stadt Alba longa an dem Platze, wo alsbald nach der Stiftung Laviniums Aeneas ein weißes weibliches Schwein mit dreißig weißen Ferkeln im Eichenwalde lagernd getroffen hatte, das er mit samt den Jungen der Juno opferte. Dieser Fund war ihm vom Flußgott Tiberinus im Traum als vorbedeutend bezeichnet worden.

Die Gründung Roms und andere römische Gründungen.

Aus dem von Julus sich ableitenden albanischen Königsgeschlechte stammten Romulus und Remus, die Söhne der

Vestalin Rhea Sylvia und des Mars. Amulius, ihr Großoheim, der ihren Großvater Numitor vom Thron gestossen hatte, ließ die Zwillinge im angeschwollenen Tiberstrom aussetzen, wo sie in ihrer Wanne am Fuß des Palatinshügels strandeten. Eine Wölfin liebte sie und säugte sie, als der königliche Oberhirte Faustulus (Glückskind) sie auffand. Ein Denar der Gens Pompeja (von 113 v. Chr.) (Abb. 9) stellt



Abb. 9.
Denar der
Gens Pompeja.



Abb. 10.
Denar der
Gens Memmia.



Abb. 11.
Denar des
Augustus.

diesen Vorgang dar, welchen zwei Spechte des Mars und das Käuzchen der Vesta von den Zweigen des ruminalischen Feigenbaums her überwachen. Faustulus und seine Frau Acca Larentia zogen die Knaben in ländlicher Stille zu starken und tatenlustigen Jünglingen auf. An der Spitze einer Schar von Altersgenossen setzten sie, mit ihrer Herkunft bekannt geworden, ihren Großvater Numitor wieder in seine alte Würde ein, nachdem sie den Amulius getötet. Numitor stellte ihnen den Ort ihrer Auffindung und Erziehung zur Verfügung, um entfernter von Alba ihre Herrschergaben zu verwerten. Das weitere schildert Ovidius in den Fasten, wie folgt:

Schon den Frevel gebüßt hat Numitors Bruder, es folgten
 Schon die Hirten des Gaus willig dem Zwillingsgebot.
 Jeder der Zween will sammeln das Landvolk, Mauern ihm bauen;
 Zweifel war, welcher der Zween solle die Mauern erbaun.
 „Streit sei ferne von uns“, sprach Romulus. „Wird doch den Vögeln
 Hohes Vertrauen geschenkt: seien die Vögel befragt.“
 Wohl! der Eine besteigt des Palatiums waldige Felsen,
 Den Aventin in der Früh klimmet der Andre hinan.
 Sechs sieht Remus der Vögel; doch zweimal sechs in der Reihe
 Jener. Es gilt der Vertrag: Romulus walte der Stadt.
 Passender Tag wird erwählt, wo der Pflug bezeichne die Mauern.
 Pales Feier ist da, und man beginnt das Werk.
 Schon ist die Grube gehöhlt in stehendem Boden. Zu unterm
 Streuet man Früchte, darauf Grund vom benachbarten Feld.
 Erd' erfüllet die Grub'; auf der vollen erhebt der Altar sich.
 Flammend der Erstlingsherd waltet des feurigen Amts.
 Er dann, drückend den Pflug, bestimmt mit der Furche die Mauern,
 Lenkend im Joche die Kuh, weiß, mit dem schneeigen Stier.
 „Jupiter“, betet der König, „und Mavors du, mein Erzeuger,
 Mütterchen Vesta auch du, nahet dem Gründer der Stadt.
 All ihr Götter, o naht, die gern der Fromme herbeifließt,
 Daß sich in euerem Schutz freudig erhebe mein Werk.
 Dauer verleihet der Stadt, der Herrscherin diene der Erdkreis,
 Ob ihn der werdende Tag, ob der versinkende schaut.“
 Also fleht er, und Jupiter gab mit Donner vom linken
 Pole das Zeichen, von links sandt' er die Blitze daher.
 Froh der Verkündigung legen das Grundwerk emsig die Bürger,
 Und in kürzester Frist wächst ihm die Mauer empor.
 Celer betreibt das Werk, den Romulus selber gerufen.
 „Dies sei, Celer“, er sprach's, „deinem Bewachen vertraut.
 Niemand steige mir über die Mauer noch über den Graben,
 Welchen die Pflugschar zog. Töte den, welcher es wagt.“
 Remus unwissend jedoch verspottet die niedrigen Mauern:
 „Soll wohl“, spricht er, „hierin sicher bestehen das Volk?“
 Gleich auch sprang er hinüber. Doch Celer trifft den Verweg'nen
 Mit dem Spaten, im Blut sank auf den Boden er hin.
 Als es der König erfuhr, verschluckt er die steigenden Tränen,
 Und die Wunde verschließt er in der fühlenden Brust.
 Öffentlich will er nicht weinen und wahrts des Stärkeren Beispiel:
 „So nur“, redet er, „steig' über die Mauern mein Feind.“
 Jenen bestattet er nun und hemmt nicht länger die Zähnen:
 Bruderliebe, sie dringt, ach, die verschloss'ne hervor. —
 Seht, es erhebt sich die Stadt! Wer hätt' es geglaubt in der Frühzeit,
 Daß einst über der Welt stehe noch siegend ihr Fuß.

Über die Vorgeschichte Roms finden sich bei den Alten zahlreiche verschiedenartige Erzählungen, von den die eben berichtete die beliebteste ist. Auch die Ableitung des Namens wird verschieden angegeben. Verrius (bei Festus) behauptet sogar, der wahre Name Roms werde aus geheimnisvollen Gründen verschwiegen. In Wahrheit ist der Name von einem Wortstamm, welcher das Fließen bezeichnet, abzuleiten, wie denn ältere römische Münzen den Schiffsschnabel als Stempel tragen, das Wahrzeichen der flußaufwärts gelegenen Hafenstadt. Als Beweisstücke der wunderbaren Vorgeschichte wurden am Palatin bis in späte Zeit mancherlei Merkmale gezeigt. So das Lupercal, eine Höhle, in welche Rhea von einem Wolf gescheucht wurde, und wo ihr die Erscheinung des Mars ward. Neben der Höhle befand sich, durch die Ogulnier 296 v. Chr. errichtet, das Bild der säugenden Wölfin, an der Stelle, wo die Zwillinge gefunden wurden. Hier soll auch anfänglich der Feigenbaum, ficus ruminalis, gestanden haben, welcher später, angeblich durch den Augur Attus Navius, auf das Comitium versetzt wurde. Auch das Haus des Romulus wurde gezeigt, und unweit davon der Cornelkirschbaum, welcher aus einer von Romulus hierher als Zeichen der Besitzergreifung vom Aventin abgeschleuderten Lanze entsprossen sein sollte. Erst zur Zeit des Caligula ging er ein. Nicht minder wurde auf dem Palatin der priesterliche Krummstab des Romulus bewahrt, welcher sich später nach dem gallischen Brande in der Asche unversehrt wiederfand. Das Andenken des Remus wurde durch die Remuria wachgehalten, die höchste südöstliche Stelle des Aventin, wo Remus seine Auspizien einholte.

Bei Gelegenheit der zweifachen Vogelschau wird von manchen Berichterstatern dem Romulus vorgeworfen, er habe dem Remus das Silentium, die zur Himmelsbetrachtung erforderliche weihevollte Ruhe, und damit die Beobachtung stören wollen, indem er ihm vorzeitig melden ließ, ihm seien bereits günstige Zeichen erschienen. Remus habe aber schon vorher sechs Geier erschaut. Erst als er seinerseits mit dieser Nachricht zu Romulus gekommen, seien diesem seine zwölf Geier zugeflogen. In dem Zwiste über dies zweifelhafte Ergebnis, da der eine frühere, der andere reichlichere Offenbarungen hatte, sei damals schon Remus erschlagen worden. Nach den meisten Berichten fügte er sich zunächst, um dann später zu eigenem Unheil seinen Groll auszulassen. Spätere Zeichendeuter, so der von Varro angeführte Vettius, verkündeten aus der Zwölfzahl der Vögel des Romulus ein zwölfhundertjähriges Bestehen des römischen Reiches.

Daß die Gründung Roms auf den 21. April (754 v. Chr. nach Cicero, 753 nach Varro) falle, ist eine Annahme, die nicht dadurch an Kraft gewinnt, daß Tarutius, der Freund des Varro, Jahr, Tag und Stunde, ebenso wie die Zeitpunkte der Empfängnis und der Geburt des Romulus durch das Horoskop feststellte. Die Römer feierten den Geburtstag ihrer Stadt gleichzeitig mit den Palilien, dem Fest einer mannweiblichen Hirten-gottheit, das schon vor der Stadtgründung bestand. Das Fest war eine Reinigungsfeier für Herde und Hirten. Man brachte Rauchopfer dar, fegte und bekränzte am Abend die Ställe, beräucherte das Vieh. Ein Speiseopfer folgte, von einem Gebet begleitet, bei dem man sich dreimal gen Sonnenaufgang neigte. Schließlich schmauste und trank man, und

sprang dreimal durch die Flammen reihenweis aufgehäufter Stoppeln. Man verband dies Fest mit der Stadtgründung wohl nur, um die neuen Bürger rein und heilig in die neue Stadt eintreten zu lassen. Da vermeldet wird, daß gleichzeitig als Mitte der Ansiedlung die Grube gegraben, mit Früchten und Ackererde von den Feldern der bisherigen Umwohner gefüllt, dann darüber ein Altar errichtet und in Brand gesetzt sei, so dürfte nur dieser Teil der Gründungsfeier am selben Abend stattgefunden haben, während die Furchenziehung in die Frühe des nächsten Morgens zu setzen wäre.

Die Alten berichten übereinstimmend, daß die Gründung Roms nach dem Ritus der Etrusker erfolgt sei. Diese, Lehrer der Römer in frommen Bräuchen und vielfach Ausüher solcher Wissenschaft in römischem Auftrage, führten selbst ihre Kenntnis auf ihren Volkshelden Tages zurück, welcher bei Tarquinius aus dem Boden gepflügt, Sohn eines Genius, Enkel Jupiters, ein Knabe an Gestalt, ein Greis an Weisheit, den Fürsten der zwölf etruskischen Völkerschaften die Lehre von der Opferweissagung, von der Blitzbeobachtung und anderen frommen Übungen gesungen habe und alsdann wieder hinweggerafft sei. Die nach ihm benannten Tagetischen Bücher, die Ritualbücher der Etrusker, enthielten die Vorschriften, wie man Städte gründe, Altäre und Tempel weihe, welche Heiligkeit den Mauern, welches Recht den Toren zukomme, wie man Verwaltungsbezirke und gottesdienstliche Gemeinden einteile, Heere bilde und ordne, und dergleichen mehr, was zum Kriege und Frieden gehört. Zu allen derartigen bedeutsamen Weihehandlungen war es unumgänglich, die Zustimmung der Götter einzuholen. Das geschah durch Beobachtung der Zeichen, durch welche die Götter ihre Meinung offenbaren, der Blitze, des Vogelfluges. Zu solchem Zweck bestieg der Augur eine Höhe mit allseitig freier Aussicht und nahm dort einen sicheren Sitz, das Haupt verhüllend, in der Rechten einen knotenlosen, oben gekrümmten Stab, den Lituus, haltend. Der Schaubezirk des Himmels, das Templum, teilte er durch gedachte oder mit dem Krummstab bezeichnete Linien ein, und zwar von Nord nach Süd durch den *Cardo*, von Ost nach West durch den *Decumanus*. Der Schnittpunkt, wo der Beobachter selbst sich befand, hieß *Decussis*, von dem Zeichen der Zahl X, *decem*. Mit ausführlichen genauen Worten nannte, nach Anrufung des Jupiter, der Augur die Zeichen, an welchen innerhalb der gesetzten Grenzen er den göttlichen Willen erkennen wolle. Das Antlitz richtete er gen Osten. Der Norden galt wegen seiner augenfälligen Unbeweglichkeit als der Sitz der Götter. Den Ort des Aufgangs der Gestirne sah man als den günstigen Himmelsteil an. Nach Westen hin nehmen die Himmelsgegenden an heilbringender Bedeutsamkeit ab. So ist denn auch links die glückliche, rechts die bedenkliche Seite. Trafen die gewünschten Zeichen ein, so war man der göttlichen Zustimmung sicher.

War demnach das Templum zunächst der durch jene beiden Linien geteilte Beobachtungsbezirk am Himmel, so kam derselbe Name auch jedem irdischen Bezirk zu, welcher zum Templum eingeweiht und durch Parallellinien des *Cardo* und des *Decumanus* als Rechteck abgegrenzt war, sei es, daß dies nur in Gedanken oder durch Worte geschehen war, sei es, daß der Platz durch Schnüre oder Riemen zwischen

Pfählen oder Lanzen bezeichnet, daß er durch Bretter oder Leintücher eingefriedigt, daß er mit Wänden eines Heiligtums oder Stadtmauern oder Lagerwällen umgeben war. So zeigen diejenigen Heiligtümer, welche nach etruskischem Stil als Tempel gebaut waren, eine nahezu quadratische Grundform: die *Postica*, der Teil nördlich vom *Decumanus*, als *Cella* von Wänden, die *Antica*, der südliche Teil, als Vorhalle von Säulen umgeben. Die *Decussis* war in der Mitte des Grundrisses durch ein Kreuz auf der Türschwelle bezeichnet. So war in Rom das große kapitolinische Heiligtum, bei dessen Gründung etruskische Wahrsager behilflich waren, ein regelrechtes Templum. Zur Gründung von Städten ward zunächst auf der *Decussis* die von Ovid erwähnte Grube gehöhlt, welche *Mundus* genannt wurde. Dem Bericht Ovids über die Furchenziehung ist folgendes hinzuzufügen. Der Gründer, angetan mit der gabinisch geschürzten Toga, welche das Hinterhaupt verhüllte und die Arme frei ließ, spannte an einem durch Vogelschau bestimmten Tage rechts einen weißen Stier, links eine weiße Kuh an einen Pflug, dessen Schar nach alter tagetischer Vorschrift von Erz sein mußte, und zog alsdann, den Stier nach außen, die Kuh nach innen führend, also rechts herum, in einem Viereck eine gleichmäßig fortlaufende Furche, den *primigenius sulcus*. Er hielt hierbei die Handhabe des Pfluges so schräg, daß die Schollen alle nach der inneren Seite geworfen wurden. Die Furche bildete den künftigen Graben, der Aufwurf stellte die Mauer vor. Wo aber die Stadt ein Tor haben sollte, hob er den Pflug auf und trug ihn über die Stelle hinweg. Der Umfang der Stadt ist als Templum gedacht: wer ihn an anderer Stelle als an den Toren überschreitet, auf den wird der Zorn der Götter herabgerufen. Die Heiligkeit der Mauer wird gesichert durch das *Pomoerium*, den freien, von jedem Anbau ledigen Raum zu beiden Seiten der Stadtbefestigung. Durch Steinpfeiler, *Cippi*, welche in gewissen Zwischenräumen aufgerichtet waren, blieb die Linie des *Pomoeriums* kenntlich. Es werden solche für *Aricia* und Rom erwähnt. Die Alten führen außerdem als Lehre der Etrusker an, daß keine Stadt für vollgültig zu erachten sei, die nicht drei Tore und drei Tempel: des Jupiter, der Juno und der Minerva, aufzuweisen habe.

Als jene älteste Weihegrube Roms ist vermutlich die viereckige, mittels Felsstücken befestigte Höhlung auf dem Palatin anzusehen, welche noch zu Augustus' Zeit auf der *Area* des Apollotempels sich befand, und wie die Palatinstadt selbst *Roma quadrata* genannt wurde. Es waren darin die Dinge niedergelegt, welche, wie Festus sagt, der guten Vorbedeutung wegen (*boni ominis gratia*) bei der Städtegründung angewandt zu werden pflegen: der Pflug, das Joch und andere Werkzeuge. Ein Denar des Augustus (Abb. 11), welcher auf der Vorderseite einen Apollokopf, auf der Rückseite den Stadtgründer in gabinischer Toga mit Pflug und Rindergespann bietet, bezieht sich vielleicht auf den Bau des Tempels, geweiht 9. Oktober 28 v. Chr., und Wiederherstellung der Grube.

Zu bemerken ist jedoch, daß sich in Rom auf dem *Comitium*, also außerhalb der Romulusstadt, eine zweite ähnliche Grube befand, welche vorzugsweise *Mundus* genannt und von den antiken Schriftstellern, namentlich von Plutarch und, wie es scheint, auch von Ovidius als die älteste heilige Grube Roms angesehen wurde. Wahrscheinlich wurde sie

bei einer Erweiterung des Mauerrings gestiftet. Von der Gestalt dieser Höhle sagt Cato, der Mundus habe seinen Namen von dem (Himmelsgewölbe) über uns, dem seine Form entspreche, wie er selbst von denen, die hineingekommen, erfahren habe. Es war also ein Kuppelgewölbe, gleichsam ein kellerartiger Fruchtspeicher, ein vorbildlicher Aufbewahrungsraum der bürgerlichen Lebensmittel. Die Einsteigeöffnung der Grube war stets durch den Lapis manalis verschlossen, außer an drei Tagen, welche dem Pluto und der Proserpina geheiligt waren. „Wenn der Mundus offen ist“, sagt Varro, „ist gleichsam die Pforte der traurigen und unteren Götter (manes) offen.“ Man hütete sich alsdann, irgend ein wichtiges Geschäft anzufangen.

Die uranfängliche Furche läßt Tacitus (Ann. XII, 24) am Rindermarkte beginnen, wo sich als Merkmal ein ehernes Stierbild befand. Sie zog sich, an den in regelmäßigen Zwischenräumen aufgestellten Steinfeilern kenntlich, durch den unteren Teil des Palatinischen Hügels hin, wies aber, obgleich ein Templum darstellend, weder genau rechte Winkel noch genau orientierte Seiten auf. Tore hatte die alte Stadt wahrscheinlich drei. Ihr ältestes Heiligtum war das des Jupiter Stator, von Romulus im Sabinerkriege gelobt. Das Forum Romanum und das Kapitol lagen noch außerhalb der Mauer und sollen erst durch Titus Tatius hinzugefügt sein.

Während Romulus als Schirmherr des Staates unter dem Namen Quirinus zu den Göttern entrückt wurde — ein Denar der Gens Memmia (Abb. 10), geschlagen zwischen 74 u. 50 v. Chr., zeigt ihn mit dieser Beischrift —, ward durch des Remus Tötung die Unverletzlichkeit der Stadtbefestigung besiegelt. Als schlagfertiger Vollzieher der vorbildlichen Strafe wird meist nicht Romulus selbst, sondern Celer genannt, ein vorbedeutender Name: „der Rasche“. Diese Bezeichnung wird immer als Eigenname gefaßt, obgleich auch die berittenen Leibwachen des Königs Celeres hießen. Nach dem Totschlag soll Celer in die Fremde entflohen sein. Die Tötung aber ward dem römischen Volk, Zeit seines Bestehens, als Blutschuld angerechnet. Nach Justinus (Philippische Geschichten, Buch XXVIII) warfen die Ätolier den Gesandten der Römer, welche sich in ihre Angelegenheiten mischen wollten (231 oder 232 v. Chr.), vor, die Stadt der Römer sei durch Verwandtenmord gestiftet, und die Grundlage der Mauern mit Bruderblut bespritzt. „Fraterno primi maduerunt sanguine muri“, „brüderlich Blut benetzte die erst gegründeten Mauern“, singt der römische Dichter Lucanus (Pharsalia I. V. 95), ein Zeitgenosse Neros. Und der späte heidenfeindliche Schriftsteller Orosius (geb. 395) beschuldigt den Romulus, er habe dem Reich durch des Ahnen, der Stadt durch des Bruders, dem Tempel (des Jupiter Stator) durch des Schwagers Blut die erste Weihe gegeben.

Durch den jährlich wiederholten Umlauf am Lupercalienfeste ward das Andenken an das älteste Pomoerium wachgehalten: auch diese Feier vielleicht hervorgegangen aus einem uralten ländlichen Fest zur Entsündigung von Hirt und Herde, zur Abwehr des Wolfs und sonstiger Gefahren. Am 15. Februar, einem Tage, der selbst Februatus, Tag der Reinigung hieß, schlachtete man dem Faunus Ziegen. Mit dem blutigen Messer berührte man zwei edlen Jünglingen

die Stirn, wischte aber das Blut sogleich mit in Milch getauchter Wolle ab. Die Jünglinge mußten dabei lachen. Diese Luperci liefen dann nackt, nur mit einem Lendengürtel versehen, durch die Straßen, welche den alten Mauerzug begleiteten, indem sie die Begegnenden mit Riemen aus dem Fell der geopferten Ziegen schlugen. Jungen Frauen galten diese Schläge als die Fruchtbarkeit befördernd. Auch einen Hund, den Gehilfen der Hirten, brachten die Luperci zum Opfer. Der Umlauf blieb auch in den spätesten Zeiten des heidnischen Roms noch ausführbar.

Die Städtegründung mittels des Pfluges blieb dauernd römischer Brauch. Virgilius teilt sie schon dem Aeneas zu, der sie bei Anlage der Stadt Acesta in Sizilien angewandt habe (Aeneis V, 755). Von dem Furchenziehen, „urvare“, hießen nach Festus die so gegründeten Niederlassungen „urbes“. Vermutlich entnahm man die Geräte zur Furchenziehung der Grube Roma quadrata auf dem Kapitol, damit zugleich die töchterliche Abhängigkeit der Gemeinden von Rom andeutend. Noch Kaiser Commodus, der Gründer des nach dem großen Brande von 192 n. Chr. neugebauten römischen Stadtteils Colonia Commodiana, wird auf seinen Münzen als Pfluglenker dargestellt.

Die Planung des kapitolinischen Heiligtums wurde dem fünften römischen Könige zugeschrieben. Lucius Tarquinius machte unter andern baulichen Unternehmungen auch Anstalt, dem Jupiter, der Juno und der Minerva den Tempel zu errichten, welchen er in der letzten Schlacht, die er mit den Sabinern ausfocht, angelobt hatte (580 v. Chr.). Auf Rat der Vogelschauer ward der tarpejische Hügel hierzu bestimmt. Nun aber galt es, den großen Göttern Platz zu schaffen; denn es befanden sich dort zahlreiche Altäre von Göttern und Halbgöttern nahe beieinander, welche an andere Orte überführt werden mußten. Die Vogelschauer erachteten als gut, für die Versetzung eines jeden Altars die göttliche Zustimmung einzuholen. Die übrigen Götter und Halbgötter erlaubten ihnen, die Altäre anderswohin zu überführen. Nur Terminus und Juventas (von einem ganz späten Schriftsteller wird auch noch Mars genannt) konnten durch kein Bitten und Beschwören bewegt werden, von ihren Plätzen zu weichen. Daher wurden ihre Altäre in den Tempelbezirk mit aufgenommen, und so befanden sich später der eine in der Vorhalle der Minerva, der andere in deren Heiligtum selbst, ganz nahe bei dem Bildnisse der Göttin. Die Wahrsager schlossen daraus, daß die Grenzen der Stadt Rom niemals gerückt werden sollten, die Jugendkraft nie erschlaffen werde. Durch den Tod des ersten Tarquinius kam das Werk ins Stocken, ward aber von dessen Enkel Lucius Tarquinius Superbus (532 v. Chr.) wieder aufgenommen, welcher den zehnten Teil der Beute von Suessa Pometia dazu bestimmte. Als nun der Grund gelegt werden sollte, und man schon ziemlich tief ausgeschachtet hatte, fand man den eben erst abgehauenen Kopf eines Menschen, das Gesicht noch fast wie lebend, und das aus der Wunde träufelnde Blut noch warm und frisch. Tarquinius ließ die Arbeiter sogleich mit Graben einhalten, rief die Wahrsager des Landes und forschte, was das Wunder zu bedeuten habe. Diese wußten aber nichts zu antworten und verwiesen ihn an die Etrusker. Er erkundigte sich also nach deren hervorragendem Wahrsager,

und sandte, nachdem er seinen Namen erfahren (er hieß Olenus Calenus), einige der angesehensten Bürger ab, um ihn zu befragen. Zur Erforschung von Vorzeichen und Wundern kam, nach Ansicht der Alten, schon viel auf die Form der Fragestellung an, um nicht durch eine unvorsichtige Redewendung die Auslegung ungünstiger ausfallen zu lassen oder gar sie ganz zu verkehren. Der Etrusker erkannte sofort, daß jenes Wunderzeichen höchst bedeutungsvoll und glückbringend sei, und versuchte es, die Erklärung zugunsten seines eigenen Volkes umzuwenden. Er riß daher mit seinem Stabe auf dem Boden ein Templum auf und suchte die Fragesteller zu verlocken: „Also ihr Männer wollt mir folgendes sagen: Dies hier soll der Tempel des Jupiter, des besten und höchsten, werden. Hier fanden wir den Kopf?“ Hätten die Gesandten sich hierauf zustimmend geäußert, so wäre die glückliche Vorbedeutung auf Etrurien übergegangen. Da sie aber durch den Sohn des Wahrsagers heimlich vorbereitet und gewarnt waren, so antworteten sie unentwegt: „Nicht eben hier, sondern in Rom ist der Kopf gefunden worden.“ Der verschmitzte Wahrsager mußte dann schließlich einlenken und gönnte ihnen den Spruch: „Römische Männer, saget es euren Mitbürgern, nach Schicksalsschluß soll dieser Platz, wo ihr das Haupt gefunden, des ganzen Italiens Haupt werden.“ Von da ab hieß der Hügel „Capitolinus“, von „Caput“, „Haupt“. Tarquinius ging nun rüstig ans Werk, kam aber nicht zu Ende, da er vertrieben wurde. Wie allgemein jene an den Tempel des Jupiter, der Juno und der Minerva geknüpften Weissagung als zutreffend angesehen wurde, beweist die Fülle von Ausdrücken, welche die Schriftsteller finden, um diesen Gedanken zu betonen: „Das Kapitol, das höchste Haupt der öffentlichen Götterverehrung“; „die Burg des Reichs und das Haupt des Staates“; „das Unterpand der Herrschaft“; „das Haupt vieler Völker“; „das Haupt der bewohnten Erde bis zur Auflösung der Welt“.

Geweiht wurde das Heiligtum 509 v. Chr. durch den Konsul Horatius Pulvillus. Als der Tempel unter dem Konsulat von Lucius Scipio und Cajus Norbanus 83 v. Chr. abgebrannt war, wurde er auf demselben Grundriß wieder errichtet. Sulla besorgte den Bau, aber nicht die Einweihung. Diese bedeutsame Verrichtung allein blieb seinem bekannten Glücke versagt. Dafür blieb der Name des Lutatius Catulus, als des Einweihenden (69 v. Chr.), unter so vielen Werken der Cäsaren unvergessen bestehen. Als nämlich im Jahre 28 v. Chr. der Tempel einer bedeutenden Wiederherstellung durch Augustus unterzogen wurde, verzichtete dieser darauf, seinen Namen inschriftlich darauf zu setzen. Während der Wirren unter Neros Nachfolgern brannte das Kapitol abermals nieder, bei einem Kampfe der dort eingeschlossenen flavianischen und der sie belagernden vitellianischen Anhänger (69 v. Chr.). Zur Herrschaft gelangt, ließ sich Titus Flavius Vespasianus im Jahre 70 n. Chr. den Neubau angelegen sein. Tacitus (Hist. IV, 53) berichtet darüber wie folgt:

„Die Sorge für den Wiederaufbau des Kapitols überträgt er dem Lucius Vestinus, einem Mann aus dem Ritterstande, aber einem der Ersten von Ansehen und Ruf. Die von ihm zusammenberufenen Opferschauer gaben zu bedenken, daß man den Schutt des vorigen Heiligtums in Sümpfe abfahren, den Tempel auf denselben Mauerspuren errichten müsse: die Götter wollten nicht, daß die alte Gestalt ver-

ändert würde. Am 21. Juni ward bei heiterem Himmel der ganze Raum, welcher dem Tempel gewidmet wurde, mit feierlichen Bändern (vittis) und Kränzen umspannt. Hinein begaben sich Soldaten, deren Namen von günstigem Klange waren (wie Valerius, Salvius, Statorius, Longinus, Victor) mit glückbedeutenden Zweigen (Lorbeer und Myrten). Dann besprengten ihn die vestalischen Jungfrauen nebst Knaben und Mädchen, deren Väter und Mütter noch am Leben waren, mit Wasser, aus lebendigen Quellen und Flüssen geschöpft. Hierauf flehte der Prätor Helvidius Priscus unter Anleitung des Pontifex Plautius Aelianus, nachdem der Bauplatz durch Opfer von Schwein, Schaf und Stier (welche dreimal um den Platz herumgeführt wurden) gesühnt, und die Eingeweide auf dem Rasen dargebracht waren, zu Jupiter, Juno, Minerva und den Schutzgöttern des Reichs, daß sie das Vorhaben segnen und ihre von der Frömmigkeit der Menschen begonnenen Sitze unter ihrer göttlichen Hilfe sich erheben lassen möchten, und berührte die Weihebänder (vittas), mit welchen der Grundstein umwunden und die Seile eingeflochten waren. Zugleich zogen die übrigen Beamten und Priester und Senat und Ritter und ein großer Teil des Volkes, in Eifer und Fröhlichkeit sich bemühend, an dem ungeheuren Stein. Von allen Seiten wurden auch Schärflein Silbers und Goldes in die Fundamente geworfen nebst rohen Metallstücken, die noch in keinem Ofen geschmolzen waren, sondern wie die Natur sie gibt. Es hatten die Opferschauer vorher erklärt, man solle das Werk nicht durch Gestein und Gold, das schon zu etwas anderm bestimmt gewesen; entweihen. Höhe wurde dem Gebäude zugegeben. Das war das Einzige, wovon man glaubte, daß dagegen kein Bedenken sei, und daß es an der Pracht des vorigen Tempels noch gefehlt habe.“

Suetonius berichtet abweichend: „Er selbst, Vespasianus, nahm die Wiederherstellung des Kapitols in Angriff, legte als der Erste Hand an bei Wegschaffung des Schuttes und trug selbst ein paar Trachten auf dem Nacken hinweg.“

Im Jahre 80 n. Chr. brannte der Tempel nochmals ab, ward aber sofort wieder aufgebaut und 82 n. Chr. von Domitianus dediziert. Seit dem 5. Jahrhundert n. Chr. begann man ihn zu plündern, und er ging allmählich zugrunde.

Als Germanicus auf seinem Rachezuge wegen der Niederlage des Varus bis zu den äußersten Wohnsitzen der Brukerer zog, legte er auf dem Schlachtfelde (15 n. Chr.) den ersten Rasen zu einem Grabhügel der drei dort gefallenen Legionen. Tiberius mißbilligte dies nachträglich: Ein Imperator, zu den höchsten priesterlichen Handlungen berufen, durfte sich nicht mit Todtenfeier befassen.

Aus der unter Lucians Namen gehenden Schrift „Nero“ erfahren wir folgendes über den ersten Spatenstich zu der von diesem Kaiser unternommenen, kriegerischer Wirren wegen aber vorzeitig aufgegebenen Durchstechung der Landenge von Korinth. Nero schritt in großer Feierlichkeit aus seinem Gezelt hervor und stimmte einen Hymnus auf Amphitrite und Neptun an. Einen kleinen Lobgesang auf Leukothea und Melikertes gab er noch zu. Hierauf reichte ihm der Präfekt von Griechenland ein goldenes Grabscheit; der Kaiser näherte sich, unter dem Gesang und Zujauchen einer unendlichen Menge Volkes, dem Orte, wo der Anfang mit Graben gemacht werden sollte, schlug mit

seinem goldenen Spaten dreimal in die Erde und, nachdem er in einer kleinen Anrede diejenigen, denen die Aufsicht über die Arbeiten anbefohlen war, ermahnt hatte, das Werk unverdrossen anzugreifen, kehrte er im Triumph nach Korinth zurück. Suetonius meldet kürzer und etwas abweichend: „In Achaja unternahm es Nero, den Isthmus zu durchstechen. Er ließ seine Prätorianer zusammen kommen und forderte sie auf, Hand ans Werk zu legen. Und als mit der Tuba das Zeichen gegeben war, tat er die ersten Spatenstiche, und sammelte die ausgegrabene Erde eigenhändig in einen Korb, den er auf den Schultern wegtrug.“

Im Osten des Reiches ist der bei den Babyloniern blühende Brauch, schutzkräftiges Bildwerk in den Grund zu legen, vielleicht nie ganz vergessen gewesen. Konstantin der Große, so erzählt Malalas, stiftete in Antiochia an Stelle einer verfallenen Bäderanlage eine große Kirche nebst einem Hospiz. Der Archont von Syrien, ein Christ namens Plutarchos, dem der Bau aufgegeben war, fand bei der Gründung des Hospizes ein ehernes Bild des Poseidon, durch geheime Kunst geeignet gemacht, die Stadt gegen Erdbeben zu schützen. Er ließ es zu einem Standbild des Kaisers umgießen, welche er mit der Inschrift „bono Constantino“ versehen vor dem Sitze seiner Verwaltung aufstellen ließ.

Als Konstantin das alte Byzanz unter dem Namen Constantinopolis zum Herrschersitz der östlichen Reichshälfte einrichtete, gründete er unter anderen Prachtbauten auch ein geräumiges und ansehnliches Forum, in dessen Mitte er eine Porphyrsäule aufstellen ließ und darauf ein aus Ilion herbeigeschafftes ehernes Bild des Apollon. Dieses erhielt eine Krone mit sieben Strahlen und wurde auf des Kaisers Namen umgenannt. In das Haupt der Gestalt soll Konstantin einige der kurz vorher in Jerusalem gefundenen Nägel vom Kreuze des Herrn haben einfügen lassen, unter den Sockel der Säule aber das heimlich aus Rom entführte Palladium verborgen haben. Die Mischung heidnischen und christlichen Wesens ist kennzeichnend für diesen Kaiser, welcher auch eine Stadtgöttin Anthusa ernannte und zugleich sein Werk dem Christengott durch unblutiges Opfer empfahl. Zum Geburtstage der Stadt wurde der 11. Mai 330 bestimmt, an welchem die Neubauten unter großen Festlichkeiten ihrem Zweck übergeben wurden.

Kirchliche Grundsteinlegungen des Mittelalters.

Für kirchliche Gründungen tritt im Mittelalter unter Umdeutung heidnischen Brauches die Spendung von Kostbarkeiten und Münzen häufig auf.

Zum Baubeginn der Kirche des Klosters Petershausen, 983 n. Chr., brachte Bischof Gebhard von Konstanz vier Goldstücke dar, welche unter die vier Eckmauern gelegt wurden. Bischof Thietmar von Merseburg legte 1015 n. Chr. zu seiner neuen Kathedrale die vier ersten Steine nach der Gestalt des heiligen Kreuzes. Das Fundament zur Kirche des Klosters Pegau wurde 1091 n. Chr. an zwölf Ecken begonnen, und der Stifter Graf Wieprecht von Groitzsch trug zwölf Körbe mit Steinen auf seinen Schultern zur Baustelle. Ganz dasselbe erzählt der Chronist Cosmas von dem Könige Vratislav II. bezüglich der Peters- und Paulskirche auf dem Vyssehrad in Prag, Ende des XI. Jahrhunderts.

Über die Grundsteinlegung zur Erneuerung und Vergrößerung der Kirche des heiligen Dionysius, St. Denis, bei Paris berichtet der Erbauer Abt Sugerius (Suger): „Nachdem in wohlweiser Beratung auf Eingebung des heiligen Geistes, dessen Salbung von Allem unterweiset, unser beabsichtigtes Vorgehen nach stattlicher Ordnung vorbezeichnet war, versammelten wir eine Anzahl hervorragender Männer, so Bischöfe wie Äbte; erbaten auch die Gegenwart unseres Herrn und erlauchtesten Königs der Franken, Ludwig (VII.), und veranstalteten am Tage vor den Idus des Julius (14. Juli), an einem Sonntag, eine an Zierden reiche, durch ihre Teilnehmer bemerkenswerte Prozession. Indem nämlich Bischöfe und Äbte in den Händen die Zeugnisse von des Herren Leiden, den Nagel und die Krone des Herrn, und den Arm des heiligen Greises Simeon und andere Schutzmittel heiliger Reliquien vorantrugen, stiegen wir in die für den Bau der Grundmauern vorbereiteten Ausschachtungen demütig und fromm hinab. Nachdem wir darauf des Trösters, des heiligen Geistes, Beihilfe angerufen, daß er den guten Anfang des Gotteshauses mit einem guten Ende beschlösse, bereiteten zunächst die Bischöfe eigenhändig den Mörtel mittels gesegneten Wassers, welches noch von der am verflissenen fünften vor den Idus des Junius (9. Juni) veranstalteten Weihung (der Stätte) her vorrätig war, und legten die ersten Steine, indem sie im Lobgesang Gott priesen und den Psalm (87) „Fundamenta ejus“ bis zu Ende feierlich absangen. Er selbst, der erlauchteste König, stieg hinab und legte mit eigenen Händen seinen Stein. Auch wir und viele andere, sowohl Äbte als geistliche Männer, legten ihre Steine, einige auch Edelsteine (gemmas), aus Liebe und Verehrung Jesu Christi unter dem Gesange: „Lapides pretiosi omnes muri tui“. Wir also, durch die so bedeutsame und feierliche Legung eines so heiligen Grundbaues ermuntert, sorgten für die weitere Durchführung usw.“ Die Grundsteinlegung fand im Jahre 1137, die Weihe der Kirche 1140 statt.

Landric, dritter Abt von Belleville in Beaujolais, segnete den ersten Stein der Kirche am 8. Juli 1168 und legte in diesen Stein ein schönes Goldstück.

Die feierliche Niederlegung des ersten Steins zur Kirche der Certosa bei Pavia erfolgte am Sonntag den 27. August 1396. Vom 14. bis zum 19. August hatten 286 Werkleute fleißig gearbeitet, um die Ausschachtung herzustellen und die Ableitung des Grundwassers zu bewirken. In der Nacht zum Freitag den 25. August war das Stangenwerk aufgerichtet worden zu dem saalartigen Zelte, welches für die Feierlichkeit der Grundsteinlegung dienen sollte. Am Tage darauf war man beschäftigt das Grundmauerwerk „de medio“, also wohl das des Vierungsturms, herzurichten und zum Teil mit Erde zu hinterfüllen. Auch wurde das Zelt mit Leinwand bezogen. Es hatte eine Länge von 150 und eine Breite von 20 Ellen, maß also etwa 90 zu 12 m. Ferner wurde ein Altar zur Weihung der Örtlichkeit errichtet. In der folgenden Nacht wurden die letzten Vorbereitungen getroffen. Am Sonntagmorgen traf von Pavia her der Stifter Herzog Giovanni Galeazzo Visconti ein, begleitet von seinen Söhnen Giovanni Maria und Gabriele. Domenico Bossio von Campione hatte vier Steine vorgerichtet „cum certis litteris sculptis“, welche für die Zeremonie dienen sollten, und

welche von Guglielmo Centauro, dem Bischof von Pavia, eingegnet wurden. Alsdann stieg der Herzog Gian Galeazzo als erster in die Baugrube, um einen der Steine niederzulegen. Ebenso taten nach ihm sein ehelicher Erstgeborener Giovanni Maria, und Gabriele Maria. Der vierte Stein wurde gelegt von dem herzoglichen Rat Francesco Barbavaro, mailändischem Patrizier, wahrscheinlich im Namen des dritten Sohnes des Herzogs, Filippo Maria, welcher zu jener Zeit erst 6 Jahr alt und bei der Feier nicht zugegen war. Die Weihehandlung endigte mit der Messe, welche vom Bischof von Pavia zelebriert wurde, und welcher beiwohnten die herzogliche Familie, die Kartäuser, die andern geistlichen Orden, welche sich zur Stelle eingefunden hatten, und das Gymnasium von Pavia. Der Herzog kehrte alsbald nach seiner Residenz in Pavia zurück, während die andern sich zu einem prächtigen Frühstück niederließen, das in dem festlich geschmückten Zelt aufgetragen war. Die Erinnerung an die Feierlichkeit erhielt sich so lebhaft, daß man noch nach hundert Jahren sich entschloß, sie durch zwei Tafeln mit erhabenem Bildwerk der Nachwelt zu überliefern; und zwar befindet sich die eine Tafel an der Haupttür der Kirche, die andere im Innern am Grabdenkmal des Herzogs Gian Galeazzo. Auf beiden Tafeln ist der Stifter beschäftigt den



Abb. 12. Grundsteinlegung der Certosa bei Pavia.
(Aus Luca Beltrami, La Certosa di Pavia, 1895.)

Stein niederzulegen, während die umstehende Geistlichkeit in ihrer Weise tätig ist (Abb. 12). Am Grabdenkmal trägt der Grundstein die Inschrift JO. GZ. DX. M. B. P., wahrscheinlich andeutend: Johannes Galeazzo Herzog von Mailand, Bologna und Padua oder Pisa. Auf beiden Tafeln wird das Modell der Kirche herbeigetragen.

Außer solchen buchmäßigen Überlieferungen weisen Steinurkunden auf die stattgehabten Grundsteinlegungen hin. So die Inschrift auf einem Steine in

der Stiftskirche St. Quirin in Neuß, welche ohne Berücksichtigung der Abkürzungen lautet: „Anno incarnationis domini MCCVIII, primo imperii anno Ottonis, Adolfo Coloniae episcopo, Sophia abbatissa, Magister Wolbero posuit primum lapidem fundamenti hujus templi in die sancti Dionisii martyris“. Zu deutsch: „Im Jahre der Menschwerdung des Herrn 1209, im ersten Jahre der Herrschaft Ottos, als Adolf Bischof von Köln, Sophia Äbtissin war, legte Meister Wolbero den ersten Stein des Grundmauerwerks dieses Tempels, am Tage des heiligen Märtyrers Dionysius“.

Die Inschrift von Notre-Dame in Montbrison lautet:

„Clementis festo Lector semper memor esto.
Cum semel millesimus bis centesimus quater quintus
Domini foret annus adjecto sexto,
Lapis est primarius hujus ecclesie positus.
Guy quintus parvulus infaus mandato patris comitis auctore ecclesia
lugdunensi possuisse refertur.
Hunc pater ipse locum dedit libere, extulit ope atque dotavit. Dos est
Modonia, Decima de Vevreires et LX Libras in foro Montibrus“.

Zu deutsch: „Tag von Clemens Feier: ein Tag des Gedächtnisses sei er! Als das einmal tausendste, zweimal hundertste, viermal fünfte Jahr des Herrn war, das sechste

hinzugefügt (1226), ward der erste Stein dieser Kirche gelegt. Veit der fünfte, so wird berichtet, hat ihn als kleines Knäblein gelegt im Auftrage seines Vaters, des Grafen, unter Ermächtigung der Kirchenbehörde von Lyon. Diesen Platz gab der Vater selbst frei her, stattete ihn mit Geldmitteln aus und begabte ihn. Mitgift ist die Herrschaft Moind, der Zehnte von Verrières und 60 Livres nach dem Marktwert von Montbrison“. Alte kirchliche Vorschriften verboten, den Bau einer Kirche zu beginnen, ehe die Gründer das Werk ausreichend sicher gestellt hätten. Diese Inschrift bestätigt es.

Im Münster in Ulm in der südlichen Eingangshalle befindet sich folgende Inschrift: „Anno domini MCCCLXXVII (1377) am Zinstag der der lest tag was des manatz Jvnii nach der sonnen vfgang dri stvnd von haiffen des rates hie ze Vlm lait lvdwig Kraft Kraftz am Kornmarkt seligen son den ersten fvdamentstain an dieser pfarrkirchen“.

An einem Pfeiler der Moritzkirche in Halle a. d. S. liest man:

„M tria CCC scripto post octuagin. dabis octo
Stante die lune misericor. dum canis alte
Tunc fuit iste chorus primo saxo renovatus.“

Wenn man uns zugibt, daß die Verse der Übertragung nicht besser zu sein brauchen, als die des Originals, so würde die Übersetzung etwa so lauten:

„Füge dem M drei C und darauf achtzig und acht zu (1388).
Montags wars nach Misericord, da der Hundstern hoch stand.
Damals ward dieser Chor mit dem ersten Steine verneuet.“

An der katholischen Stadtpfarrkirche St. Kilian in Staßfurt a. Main an der Ostseite ist in Stein gehauen zu lesen: „Da man zahlt nach Christi Geburth 1390 Jahr an aller zwolff bottentag legt der Edel Fürst Hr Gerhard von Schwarzenberg den ersten Stein ann diesen Baw“.

Abb. 13. Grundstein des Klosters „Des Grands-Carmes“ in Paris.
(Aus Lenoir, Architecture monastique, 1852.)

Weitere Dokumente sind die aufgefundenen Grundsteine selbst. Vaudoyer, Architekt der Regierung und Mitglied des Instituts von Frankreich, fand 1812 an den Unterbauten

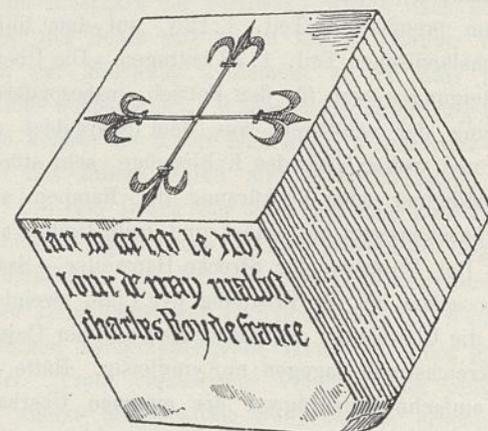


Abb. 14. Grundstein der Cölestinerkirche in Paris, gelegt am 26. Mai 1365.
(Nach Lenoir, Architecture monastique.)

der Kirche zum Kloster des Grands-Carmes am Platz Maubert in Paris einen Grundstein des 14. Jahrhunderts mit

der Inschrift: „Ego magister Gerardus de Monte-Acuto, struo hic istum primum lapidem in honorem Dei et beate Marie Virginis, angelorum totius curie celestis“; zu deutsch: „Ich Meister Gerard von Mont-aigu baue hier diesen ersten Stein ein, zur Ehre Gottes und der seligen Jungfrau Maria und der ganzen himmlischen Schar der Engel.“ Die eingehauene Zeichnung eines auf Stufen stehenden Kreuzes, dessen oberes und beide seitliche Enden sich etwas verbreitern, zieht sich auf der Oberfläche durch die Inschrift hin (Abb. 13).

Man hat ferner um die Mitte des XIX. Jahrhunderts den 1365 gelegten ersten Stein der Cölestinerkirche in Paris (Abb. 14) entdeckt, welcher sich in der Achse unter der Mauer der Apsis

befand. Er ist würfelförmig. Ein Kreuz, dessen vier Zweige in Lilien endigen, nimmt die obere Fläche ein. Auf der Vorderseite liest man die Worte: „l'an MCCCLXV le XXVI jour de may m'assist Charles Roy de france“.

Eine freiliegende Oberfläche zeigt der Grundstein am Westportal der katholischen Kirche in Hamm, dessen Inschrift lautet:

De hir tho gaben und hebbem gedaen,
De sollen guten Lohn entfahn.
Düt is woll bedagt.
Im Jahr 1512 sin ick hir gelagt.

(Schluß folgt.)

Umbau der Saarbrücke und der Unterführung der Frankreichstraße zwischen Hanweiler und Saargemünd.

(Mit Abbildungen auf Blatt 28 und 29 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Linie Saarbrücken — Saargemünd ist zum weitaus größten Teile zweigleisig ausgebaut; nur das kurze, etwa zwei Kilometer lange Stück zwischen den Bahnhöfen Hanweiler und Saargemünd war bisher eingleisig. Dem stetig wachsenden Verkehr konnte der eingleisige Betrieb nicht mehr genügen, und der Wunsch, auch das Reststück zweigleisig auszubauen, wurde immer dringender.

Die Eisenbahn überschreitet zwischen Hanweiler und Saargemünd in einem Korbogen die Saar auf einer schiefen Brücke von sechs Öffnungen mit je 21 m Spannweite und weiterhin die von Saargemünd nach Saarbrücken führende Provinzialstraße, die Frankreichstraße, unter einem Winkel von 30° mit 30 m weit gespanntem eisernen Überbau (vgl. Lageplan Abb. 3 Bl. 28). Zwischen beiden Bauwerken liegt eine gewölbte Flutöffnung von etwa 16 m lichter Weite. Mit der Eisenbahnbrücke ist ein 2 m breiter Fußgängersteg zur bequemen Verbindung der Orte Hanweiler und Saargemünd vereinigt. Die Saar ist kanalisiert; ihr Wasserstand wird durch ein unterhalb der Bahnlinie liegendes festes Wehr auf annähernd gleicher Höhe erhalten. Zu der etwa 13,5 m über dem Normalwasser der Saar liegenden Fahrbahn der alten Brücke führen von beiden Seiten Rampen empor, deren Steigungen auf dem rechten Ufer, dem preußischen Teil, 1:125, auf dem linken Ufer, dem reichsländischen Teil, 1:78 betragen. Die Überwindung dieser Steigungen war für den Betrieb, insbesondere für die Beförderung der schweren, aus dem Saargebiet nach der Schweiz und weiter laufenden Kohlenzüge, sehr störend, und eine Ermäßigung oder Verkürzung der Rampen mußte als höchst wünschenswert bezeichnet und beim Umbau angestrebt werden. Der Unterbau der Strecke Hanweiler — Saargemünd war zwar schon bei der Erbauung der Linie zweigleisig hergestellt, die Überbauten der Saarbrücke und der Unterführung der Frankreichstraße dagegen nur eingleisig. Hätte man sich auf die einfache Hinzufügung der eisernen Überbauten für das zweite Gleis beschränken wollen, so hätte man auf die so wünschenswerte Verbesserung der Bahnneigung verzichten müssen. Gegen diese einfache Bauausführung sprach noch der weitere Umstand, daß die vorhandenen Stein- und Eisenbauten in absehbarer Zeit doch hätten erneuert werden müs-

sen, weil sie den stetig wachsenden Verkehrslasten auf die Dauer nicht genügt haben würden. Man entschied sich daher dafür, die alte Brücke bis auf Gelände- oder Saarspiegelhöhe zu beseitigen und ein neues, niedriger gelegenes Bauwerk zu errichten, mit dessen Ausführung die Königliche Eisenbahndirektion St. Johann-Saarbrücken beauftragt wurde.

Von wesentlichster Bedeutung für den ganzen Umbau war zunächst die Beantwortung der Frage: Wohin soll das neue Bauwerk gelegt werden? Eine Verschiebung des Brückenzuges gegen die bisherige Lage wäre gewiß von Vorteil gewesen, denn man hätte die alte Brücke bis zur Vollendung des neuen Bauwerks in Betrieb behalten können, hätte also die Kosten für vorübergehende Anlagen vollständig erspart. Leider verbot sich diese vorteilhafte Lösung der Frage, da in jedem Falle, mochte die Verschiebung stromauf oder stromab erfolgen, die Herstellung eines neuen kostspieligen Bahnkörpers für die an die Bauwerke anschließenden Strecken nötig gewesen wäre. Eine Verschiebung stromaufwärts hätte zwar günstigere Krümmungsverhältnisse ermöglicht, war aber noch aus dem Grunde ausgeschlossen, weil diese Änderung die Benutzung des Wegeüberganges am Himmelbergsweg (hinter Kil. 17,3) wegen zu starker Steigungen unmöglich gemacht hätte. Die Verschiebung stromabwärts mußte mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Schifffahrt unterbleiben. Die Schifffahrt auf der Saar wird durch Pferdezug bewirkt; Leinpfad und Schifffahrtsrinne liegen zwischen Pfeiler 6 und 7 der Saarbrücke. Durch die nicht gleichgerichtete Lage des Pfeilers 6 und der Ufermauer am Leinpfad ist die freie Öffnung zwischen beiden so beengt, daß lange Fahrzeuge schon jetzt Schwierigkeiten bei der Durchfahrt haben. Eine weitere Einengung dieser Öffnung, wie sie durch Verlängerung des Pfeilers 6 notwendig hätte eintreten müssen, war also vollkommen ausgeschlossen. Es war auch nicht angängig, der etwaigen Pfeilerverlängerung bei 6, und mithin bei allen Pfeilern, eine andere Richtung zu geben, weil die Pfeilerlängsachse im Hochwasserstromstrich bleiben mußte. Man könnte hier den Einwand erheben, daß in der Verdopplung der Spannweiten des alten Bauwerks und dem dadurch erreichten Fortfall der Pfeiler 2, 4 und 6 eine günstige Lösung

hätte gefunden werden können. Dem ist jedoch nicht so. Eine Untersuchung führte zu dem Ergebnis, daß die Ausführung von nur drei Öffnungen eine nicht unerhebliche Steigerung der Baukosten gebracht hätte. So blieb denn nur übrig, die Errichtung des neuen Bauwerks an der alten Stelle in Aussicht zu nehmen und zur Aufrechterhaltung des Betriebes eine Aushilfsbrücke herzustellen. Über ihre Lage konnten Zweifel nicht entstehen, sie mußte stromabwärts vom alten Bauwerk zu liegen kommen, denn die örtlichen Verhältnisse wiesen darauf hin, und man erreichte bei dieser Lage zugleich den Vorteil, daß die Steinpfeiler des alten Bauwerks die Aushilfsbrücke gegen Eisgang schützten. Allerdings mußte man mit dieser Anordnung der Aushilfsbrücke den vorher bereits berührten Übelstand in Kauf nehmen, daß die Schifffahrt während der Bauzeit nicht durch die Öffnung 6–7 geleitet werden konnte, da die Rinne zu schmal wurde, so daß also für die Durchbringung der Fahrzeuge durch die Öffnung 5–6 während der Sperrung der alten Schifffahrtsöffnung ein Schiffsschleppdienst eingerichtet werden mußte.

Zu den bisher erörterten Gesichtspunkten trat, als für die Ausführung maßgebend, noch der Gedanke hinzu, die für den saarabwärts liegenden Teil der endgültigen Brücke bestimmten eisernen Überbauten aushilfsweise für die Notbrücke zu verwenden. Unter Zusammenfassung aller Erwägungen wurde für den Umbau in großen Zügen folgender Bauplan aufgestellt: Erbreiterung des Bahnkörpers auf beiden Ufern, soweit für das Aushilfsgleis erforderlich, Herstellung der Holzbauten der Aushilfsbrücke, Verlegung der eisernen Überbauten des Gleises der Richtung Hanweiler — Saargemünd auf der Aushilfsbrücke, Aufhebung des Verkehrs über die alte Brücke, Beseitigung der alten Eisen- und Steinbrücke, Errichtung des neuen Mauerwerks und Verlegung der Überbauten für das stromaufwärts liegende Gleis nebst Fußgängersteg, Inbetriebnahme des stromaufwärts liegenden Gleises, Verschiebung der Träger von der Aushilfsbrücke auf die Steinpfeiler, Eröffnung des zweigleisigen Betriebes und Beseitigung der Holzbauten der Aushilfsbrücke. Aus dem Lageplan Abb. 3 Bl. 28 ist die gegenseitige Lage der Aushilfsbrücke und des endgültigen Bauwerks, und da die neuen Pfeiler sich mit den alten decken, auch die Lage der Aushilfsbrücke gegen den alten Brückenzug ersichtlich.

Bevor auf die baulichen Einzelheiten des Umbaus eingegangen wird, mag eine Bemerkung über die Einrichtung der Baustelle für die Aushilfsbrücke vorangeschickt werden. Die Lage der Baustelle, teils im Wasser, teils auf dem Lande, zwang zur Anwendung von möglichst leicht bewegbaren Bau- und Kraftmaschinen. Der Unternehmer der Aushilfsbrücke machte daher möglichst ausgiebigen Gebrauch von der Verwendung elektrischen Stromes. Zu diesem Zweck wurde auf dem rechten Saarufer eine von einer sechzehnferdigen Lokomobile angetriebene Dynamomaschine aufgestellt und die von dieser erzeugte Elektrizität durch freie Luftleitungen längs der ganzen Baustelle hingeführt, so daß es möglich war, an jedem beliebigen Punkte Kraft zu entnehmen. Die Elektrizität wurde kleinen Elektromotoren zugeführt, die mit entsprechenden Übersetzungen unmittelbar auf die Arbeitsmaschinen wirkten; so wurde elektrisch gebaggert, gerammt, gepumpt und gebohrt. Die Stromübertragung von der freien Leitung zu den elektrodynamischen Maschinen erfolgte durch

gut isolierte Leitungen, so daß trotz der häufigen Drahtverschlingungen Kurzschlüsse nicht vorkamen und auch Gefährdungen der mit den Drähten oft in Berührung kommenden Arbeiter nicht eintraten. Die Aushilfsbrücke (Abb. 2 Bl. 28) zeigt je nach der Gründung drei verschiedene Bauarten. Auf dem rechten und einem Teil des linken Ufers stehen gerammte Joche mit Holzüberbau (Dübelträger mit eisernen Dübeln) in 4,50 m Abstand, in der Saar Holzpfeiler auf Betonsohle und vor und hinter der Frankreichstraße Holzjoche auf Schwellenlagen. Die Verschiedenheit der Ausführung ist durch die Eigenartigkeit der Bodenverhältnisse veranlaßt. In der Sohle der Saar lagert unter einer Schicht von Sinkstoffen ein mittelfester Kalksteinfels, der das Einrammen von Holzpfählen nicht gestattet. Außerhalb des Saarbettes ist die Felschicht von abgelagertem Boden hoch überdeckt, so daß die Anwendung von Rammpfählen wohl angängig war. An der Frankreichstraße wurde die Rammarbeit wegen der Nähe der bewohnten Gebäude unterlassen und mußte, soweit die Widerlager der Unterführung in Frage kommen, auch unterbleiben, weil bei der landespolizeilichen Prüfung die vollständige Wiederbeseitigung aller Holzteile aus dem Boden verlangt war.

Der bemerkenswerteste, zugleich aber auch schwierigste Teil der Arbeit, die Gründung der Pfeiler in der Saar, ist durch die Abb. 9 bis 12 Bl. 29 veranschaulicht. Die Gründungsart ist in ähnlicher Weise bereits früher bei Schleusenbauten im Saarkanal, wo Fels in der Flußsohle anstand, zur Anwendung gekommen. Der Bauvorgang ist folgender: Nach Abbaggerung der Saarsohle bis auf den Fels wurde die äußere Reihe der flußeisernen Nadeln *a*, Stäbe von 7 cm Durchmesser und etwa 8 m Länge, als Umrahmung für die zukünftige Baugrube, ins Flußbett etwa 60 cm tief eingerammt. Man hatte anfangs geglaubt, für die Nadeln im Fels Löcher vorbohren zu müssen, erkannte aber bald, daß die scharfgespitzten Stäbe sich ohne weiteres einrammen ließen.

Die erste Nadelreihe *a* gab den Halt für eine innen-seitig davor gesetzte, zwischen Zangen liegende Bohlwand, welche durch Klammern mit den Nadeln verbunden und unter genügender Belastung bis auf den Fels niedergedrückt wurde. An den alten Steinpfeiler schloß sich die Bohlwand unter 45° an. Der von der Strömung der Saar abgeschlossene Raum innerhalb der Bohlwand wurde nach genügender Säuberung der Sohle mit einem durch Trichter versenkten Beton in der Mischung 1 Zement zu 10 Kies auf 1 bis 1,50 m Höhe ausbetoniert. Während der Erhärtung der ersten Betonlage konnte die innere Nadelreihe *b* unschwer eingesetzt und wie die äußere Reihe mit einer Bohlwand versehen werden. Um den Druck der zwischen den Bohlwänden zur Bildung eines Fangedammes einzubringenden Füllung (sandige Lette) aufzuheben, wurden die beiden Nadelreihen in verschiedenen Höhenlagen mit Durchbohrung der Wände durch 4 mm starken Telegraphendraht kreuz und quer gegenseitig verschnürt. Trotz vorsichtiger Verschnürung zeigten sich bei dem zuerst hergestellten Fangedamme erhebliche Ausbauchungen, so daß einzelne Nadeln bis zu 30° verbogen und Bohlen gebrochen waren. Im weiteren Fortschritt der Arbeiten kamen ähnliche Fälle nicht mehr vor. Die Füllung des Fangedammes reichte bis etwa 0,50 m über Mittelwasser der Saar. Wenn wir an Hand der Abb. 9 Bl. 29 den Bauvorgang

an den Pfeilern weiter verfolgen, so sehen wir, daß nach Leerpumpen der Baugrube zunächst die Verankerung der Joche eingelegt und einbetoniert werden mußte, und daß dann die Sohlenschwelle mit ihren Eisenklammern zu verlegen und mit der Verankerung zu verbinden war. Mit Rücksicht auf die spätere Wiederbeseitigung der Aushilfsbrücke ist die Betonoberfläche so tief angeordnet, daß der Beton ohne Schädigung der Schifffahrtsinteressen im Saarbett verbleiben kann, und die Verbindung der Holzböcke mit der Verankerung ist so hergestellt, daß nach Lösung einiger Schrauben (gegebenenfalls durch Taucher) der ganze Bock frei ist, leicht umgelegt und entfernt werden kann.

Die statische Berechnung der Pfeiler hatte ergeben, daß die in Abb. 9 u. 10 Bl. 29 dargestellten Verankerungen nicht die genügende Sicherheit gegen die beim Befahren der Brücke auftretenden Fliehkräfte boten. Zur Erhöhung der Verankerungswirkung wurde der ganze Pfeiler-Innenraum bis über den Wasserstand hinaus mit Belastungsstoff (Hochofenschlacken) gefüllt, nachdem vorher die Flächen zwischen den einzelnen Stielen mit 15 cm starken Bohlen ausgesetzt waren. Die Bauweise des Pfeilers ist einfach, wie aus der Abb. 9 bis 12 Bl. 29 ersichtlich. Zur Aufnahme der Lager für die eisernen Überbauten und die danebenliegende Fußgängerbrücke wurde auf dem Pfeilerkopf ein doppelter Rost von I-Trägern Nr. 38 u. 30 hergestellt, die Walzträger wurden durch Zwischenhölzer mit kräftigen Schraubenbolzen zu einem festen Ganzen verbunden und mit den Kopfschwellen der Holzpfeiler verschraubt. Die Verankerung der eichenen Kopfschwellen mit dem übrigen Pfeilerkörper ist auf der Abbildung nicht dargestellt.

Sobald ein Holzpfeiler vollendet war, ging man sofort an die Wiederbeseitigung der Fangedämme. Das Ausziehen der Nadeln aus dem Beton bereitete keine Schwierigkeiten, denn in der kurzen Zeit von sechs Wochen hatte eine Verbindung zwischen Eisen und Beton noch nicht stattgefunden. Weniger leicht gestaltete sich die Entfernung der Nadeln aus dem Kalkstein. Ihre Lösung sollte in der Weise bewirkt werden, daß um den beim Einrammen etwas breit geschlagenen Nadelkopf eine eiserne Klaue gelegt und gegen diese von unten her kräftige Schläge mit einem durch einen Rammbar angetriebenen Klotz geführt wurden. Der Versuch gelang nicht, weil die Schlagwirkung des Rammbaren sich zum größten Teil auf das ihn tragende Floß übertrug, und nur ein kleiner Teil des Schlages auf die Nadel wirkte. Die Nadeln wurden dann später durch Winden herausgehoben; diese Beseitigungsart erwies sich als günstiger.

Die Leistungen beim Rammen und Wiederentfernen der Nadeln waren durchschnittlich folgende: Rammen einer Nadel bis 60 cm in den Kalksteinfels 0,8 Tagewerk eines Arbeiters, Wiederentfernen 1,0 volles Tagewerk, Einrammen einer Nadel in den in Erhärtung begriffenen Beton 0,5 und Entfernen aus dem Beton 0,6 Arbeitertagewerk. Die beim Abbruch der Fangedämme frei werdende Füllung lief in die Saar und wurde durch Baggerung beseitigt.

Die hölzernen Überbauten der Aushilfsbrücke zeigen alle die gleiche Bauweise, nämlich Dübelträger mit eisernen Dübeln. Der Querschnitt der Tragebalken für die kleineren Lichtweiten setzt sich zusammen aus zweimal vier Hölzern von 24/30 cm Stärke. Zur Durchführung der Frankreichstraße mußte eine 6 m weite Lichtöffnung freigelassen werden, deren

Neigung gegen die Bahnachse von etwa 45° zur Herstellung eines 11,20 m weit gespannten Holzüberbaues führte. Ansicht und Querschnitt des Holzbaues an der Frankreichstraße sind auf Abb. 13 Bl. 29 dargestellt. Achtzehn Balken von 24/30 cm Abmessung, zu je dreien miteinander verdübelt, bilden das Tragewerk. Die zur Verbindung der Hölzer angewandten sogenannten Schulzschen Dübel sind aus Gußeisen hergestellt und haben die in Abb. 8 Bl. 29 dargestellte Form. Sie werden in dreieckige Ausschnitte aus den Tragebalken eingesetzt und besitzen den Vorteil, daß sie sich beim Festziehen der Dübelanker vermöge ihrer schrägen Rückenfläche fest gegen das Hirnholz pressen, die gegenseitige Lage der einzelnen Tragebalken festhalten und die volle Kraftübertragung auf alle Dübelbalken gewährleisten. Bei wiederholten Belastungsproben zeigten die Überbauten der Frankreichstraße die gleichen elastischen Durchbiegungen von 15 und 17 mm, während die bleibende Durchbiegung 5 mm betrug.

Mit der alten Eisenbahnbrücke war ein vielbegangener Fußgängersteg verbunden, der während der Bauzeit nicht aufgehoben werden durfte; es mußte daher für eine Aushilfs-Fußgängerbrücke Sorge getragen werden. Diese Brücke wurde zwischen dem alten Bauwerk und der Eisenbahn-Aushilfsbrücke angeordnet (Abb. 3 Bl. 28), weil es möglich war, einen Teil des Fußgängersteges unter die Querschwellen der Eisenbahnbrücke zu schieben, also den Vorteil möglichst geringer Breitenentwicklung, mithin Verringerung der Baukosten zu erzielen.

Der 21 m weit gespannte Überbau ist als dreiteiliges Hängewerk mit hölzernen Druck- und eisernen Zuggliedern ausgebildet. Die beiden Spannböcke jedes Überbaues (Abb. 7 u. 8 Bl. 28) sind nur mit Zapfen unter den Obergurt gesetzt und werden durch die Zugstangen gehalten. Von den beiden Zugstangenpaaren eines Überbaues läuft das längere von Lager zu Lager über die Spannböcke hinweg, das kürzere jedoch nur über zwei Felder; die Zugstangen des zweiten Paares sind im Mittelfelde gekreuzt und sichern die senkrechte Stellung der Spannböcke. Der Fußgängersteg liegt so hoch über dem Mittelwasserstand der Saar, daß für die Schifffahrt eine Lichthöhe von 6,50 m verfügbar bleibt. Auf dem linken Saarufer ist der Steg durch eine Treppenanlage zugänglich gemacht; auf dem anderen Ufer werden die Fußgänger zur Vermeidung von Gleisüberschreitungen unter der Aushilfsbrücke hindurch und auf einer vorübergehend angelegten Rampe vom Bahnkörper heruntergeführt (vgl. Lageplan Abb. 3 Bl. 28).

Bei der außerordentlichen Wichtigkeit der Linie Saarbrücken—Saargemünd war es dringend notwendig, die Aushilfsbrücke gegen Gefahren aller Art sorgfältig zu schützen. Zur Verhinderung von Entgleisungen wurden Sicherungsbalken innerhalb des Gleises verlegt, und der Raum zwischen diesen wurde mit Dachpappe ausgekleidet, damit etwa aus dem Aschenkasten der Lokomotive fallende Kohlenteile keinen Brand erzeugen könnten. Eine beständige Doppelnachtwache wurde eingerichtet und der vorgeschriebene Wärterweg durch Kontrolluhren geprüft; stets gefüllte Wasserfässer mit Feuer-eimern waren auf der Brücke verteilt, eine Löschvorrichtung war zur Stelle, eine von der Saar gespeiste Saug- und Druckpumpe mit genügendem Schlauch beschafft und aufgestellt; Feuerleitern waren auf der Brücke verteilt. Um bei größeren Gefahren Hilfe schnell herbeiholen zu können,

wurde die Brücke mit den Nachbarstationen Saargemünd und Hanweiler durch Fernsprecher verbunden. Zum Glück hat keine dieser Sicherheitsmaßnahmen in Tätigkeit zu treten brauchen.

Zur Vervollständigung des Bildes der Aushilfsbrücke mag noch erwähnt werden, daß die Bauzeit des Holzwerkes 13, die Aufstellung der aushilfsweise verlegten eisernen Überbauten (siehe unten) $3\frac{1}{2}$ Monate, und die Restarbeiten, Einschwellung, Bohlenbelag und Oberbauverlegung, welche teilweise schon während der Aufstellung des Eisenwerkes ausgeführt wurden, noch weitere $1\frac{1}{2}$ Monat erforderten. Die gesamte Bauzeit für die Aushilfsbrücke beläuft sich also auf 18 Monate vom Baubeginn bis zum Tage der Inbetriebnahme, und die Baukosten einschließlich der Kosten für die bei der endgültigen Brücke wieder zu verwendenden eisernen Überbauten haben 203 000 \mathcal{M} betragen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Holz der Aushilfsbrücke sowie die Walzträger und Verankerungen Eigentum des Unternehmers blieben, der die Brücke errichtet hat, und von diesem nur für die Zwecke der Eisenbahnverwaltung vorgehalten wurden. Fügt man der obigen Summe noch die Kosten hinzu, die voraussichtlich durch die Wiederbeseitigung des Bauwerks entstehen werden, bringt man ferner die Kosten für die Aufrechterhaltung der Schifffahrt in Ansatz, setzt aber die Beträge für die eisernen Überbauten bis auf die Verschiebungskosten der Träger ab, so findet man die Summe, welche zur Aufrechterhaltung des Eisenbahnbetriebes, des Schiffs-, Straßen- und Fußgängerverkehrs während der ganzen Bauzeit aufgewendet werden mußte, mit rund 180 000 \mathcal{M} .

Nach der Inbetriebnahme der Aushilfsbrücke wurde sofort mit der Beseitigung der alten Eisenkonstruktion, dem Abbruch des alten Mauerwerks und dem Wiederaufbau der neuen Pfeiler und Widerlager begonnen, soweit deren Ausführung bei der Nähe der Holzbrücke möglich war. Die Ausführung der Steinarbeiten war wegen der schiefen Lage des Bauwerks, insbesondere an der Frankreichstraße, an und für sich schon nicht einfach, gestaltete sich zeitweise aber geradezu schwierig durch die geringe Ausdehnung der linksufrigen Lagerplätze und durch die unausgesetzte Rücksicht auf Schonung und Sicherung der fünf in Frage kommenden Verkehrswege, der Eisenbahn, der Saar, dem Leinpfad (zur Durchbringung der Treidelpferde), der Straße und der Fußgängerbrücke. Trotz dieser durch ungünstige Witterung noch vermehrten Baubehinderungen konnte der gesamte Steinumbau, also Abbruch und Neubau, in elf Monaten bewirkt werden. Schon während der Mauerarbeit wurden die Gerüste für die Aufstellung der Überbauten der Saarbrücke und der Frankreichstraße hergerichtet, damit die Eisenarbeiten sich den Mauerarbeiten gleich anschließen konnten.

Bauart und Aufstellung der eisernen Überbauten mögen noch mit einigen Strichen geschildert werden.

Bei der Auswahl der Bauart für die Träger der Saarbrücke lag es nahe, eine Form zu wählen, die an die frühere Gitterträgerbrücke erinnerte. Auf eine von maßgebender Stelle ausgehende Anregung hin wurde jedoch die Gitterform verlassen und zur Anwendung eines vollwandigen Trägers übergegangen, der übrigens leichter wurde als die beabsichtigte Gitterbrücke. Eine Spannweite von 21 m ist für einen Blechträger allerdings ungewöhnlich, jedoch sind Brücken

ähnlicher Art in den letzten Jahren wiederholt zur Ausführung gebracht worden.

Die Festlegung der Grundrißanordnung des endgültigen Brückenzuges geschah auf zeichnerischem Wege. Die Bahnachse läuft in einem Bogen von 550 m über die Saar und bildet mit den nahezu gleichlaufenden Pfeilerachsen überall andere Winkel. Um nicht alle Überbauten verschieden ausgestalten zu müssen, wurden, unter Beibehaltung der gleichen Stützweite, drei unter sich gleiche Trägergruppen zu je vier Überbaupaaaren gebildet. Die Gruppen unterscheiden sich voneinander nur durch die Endabschrägung und die damit im Zusammenhang stehende Längsteilung. Durch die Wahl der gleichen Spannweiten mußten die Trägerentfernungen über den Pfeilern verschieden ausfallen; die Ungleichheiten wurden durch verschieden weit ausladende Kragarme ausgeglichen.

Für die gesamte Trägeranordnung war die Überführung des Fußgängersteges von maßgebender Bedeutung. Bei der alten Brücke war der Steg seitlich ausgekragt. Hätte man bei dem neuen Bauwerk in gleicher Weise verfahren wollen, so würde der äußeren Trägerreihe eine erhebliche Mehrlast aufgebürdet worden sein, und der Vorteil der Verwendung gleicher Träger wäre verloren gegangen. Man entschied sich daher dazu, einen besonderen Fußwegträger mitten unter den Fußweg zu legen und die Bahnachse so weit stromabwärts zu verschieben, daß der Fußwegträger auf den in ihrer Längenausdehnung durch die vorhandenen Grundmauern begrenzten Pfeilern noch Platz fand. So entstand die in Abb. 3 Bl. 29 dargestellte Trägeranordnung: Zwei in 3,50 m Entfernung liegende Trägerpaare mit je 1,80 m Trägerabstand und ein besonderer Fußwegträger in 2,35 m Entfernung vom nächsten Hauptträger.

Die statische Berechnung der Überbauten ergab für die Trägermitte einen Querschnitt mit 2,08 m hohem Stehblech, Gurtwinkeln $110 \cdot 110 \cdot 14$, einer Gurtplatte von $380 \cdot 12$ und zwei von $380 \cdot 13$ mm Stärke. Die Leistungsfähigkeit dieses Querschnitts beträgt 455 mt bei einem Widerstandsmoment von 42967 cm^3 . Die Ausbildung des Trägers, Aussteifung der Blechwand, Lage und Befestigung der Schwellen, Anordnung des Fußweges und der Geländer, sowie der beweglichen Lager mit je einer Rolle, deren Bewegung durch in die Lagerschalen eingreifende Zähne zwangsläufig gemacht ist, und ferner die Anordnung der Entgleisungssicherung geht aus den Abb. 1 bis 7 Bl. 29 mit genügender Deutlichkeit hervor.

Die eisernen Überbauten wurden vollständig vernietet von der Brückenbauanstalt angeliefert und auf Eisenbahnwagen bis in die unmittelbare Nähe der Baustelle angefahren. Neben dem Bahngleis war ein Krangleis von 3,40 m Spurweite so verlegt, daß die Eisenbahnwagen in den Lichtraum zwischen den Kransäulen einfahren konnten. Durch kräftige Winden hob man den vollständigen Überbau vom Eisenbahnwagen ab und fuhr ihn, im Kran hängend, an die Verwendungsstelle, wo er leicht auf die Lager abgesehenkt werden konnte (Abb. 4 bis 6 Bl. 28). Bei der Öffnung 5—6 mußte eine andere Aufstellungsweise angewandt werden, weil diese Öffnung zur ungestörten Abwicklung des Schiffsverkehrs von Gerüsteinbauten freigehalten werden mußte. Nachdem die Überbauten IV und VI verlegt waren, wurden, wie aus den

same Weise der Wasserbedarf gedeckt werden; aber es ist klar, daß es schon nicht mehr möglich ist, für eine auf der Höhe, etwa 100 bis 200 m über den wasserführenden Tälern liegende mittlere Stadt von 40 bis 50 000 Einwohnern das Trink- und Brauchwasser auf Wagen oder durch Tragen heranzuschaffen. Die Erschwernisse wachsen dabei ins große, und der Preis des Wassers wird eine unerschwingliche Last, abgesehen von allen gesundheitlichen Bedenken. Als um die Mitte des abgelaufenen Jahrhunderts die Anlage von zentralen Wasserwerken möglich wurde, welche imstande waren, das in den Tälern gesammelte Wasser durch Dampfmaschinen auf jede gewünschte Höhe zu drücken, blieben zwar derartige Unternehmungen auch im Bergischen Lande nicht aus, allein sie vermochten die Grundfrage der Wasserversorgung — die dauernde Sicherung des ständig steigenden Bedarfs — nicht zu lösen. Stollen, welche zur Wassergewinnung in die Berge hineingetrieben wurden, versagten. Das vorhandene Schiefergebirge des Devons ist sehr dicht und undurchlässig, und die Gänge sind wenig wasserergiebig, so daß alle solche Anlagen als mißglückte Versuche meist aufgegeben werden mußten. Zu nicht wesentlich günstigeren Ergebnissen führte die Suche nach Grundwasser. Dieses war eben nur so lange vorhanden, als die unterirdische Aufspeicherung durch immer wieder erneute Auffrischung meteorischer Niederschläge ergänzt wurde; in trockner Zeit ließ diese Wasserzufuhr ebenfalls im Stich. Die Lage der Gemeinden wurde um so dringlicher, als in neuerer Zeit die Industrie sich daran gewöhnt hatte, ihren Wasserbedarf aus den städtischen Werken zu decken. Wie nun die neuzeitliche Entwicklung der technischen Wissenschaften und in der Folge davon das Aufblühen der modernen Industrie und der Gewerbe sowie des Verkehrswesens zur Bildung der Bevölkerungszentren mit ihren gesteigerten Bedürfnissen geführt hatte, so lehrte andererseits auch eben diese Ingenieurkunst Mittel und Wege, um den gewachsenen Ansprüchen gerecht zu werden. Man erkannte aus dem Studium der Wasserverhältnisse im Gebirge, daß eine Befreiung der Städte und Gemeinden aus der geschilderten Notlage und eine Verbesserung der Wassertriebkraft erfolgen konnte durch Aufsammlung des Wassers in der wasserreichen Winterzeit für den trocknen Sommer. Diese Aufspeicherung bot aber nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn sie im großen geschah und einen Jahresausgleich schaffte. Das wurde ermöglicht durch Sammelbecken von großem Fassungsraum, die hinter hohen gemauerten Absperrwerken mit wirtschaftlicher Zweckmäßigkeit den nötigen Vorrat schafften. Vorbilder hierfür boten die bedeutenden durch Talsperren gebildeten Wasserwerke des Auslandes. Und es zeigte sich, daß die Seitentäler der Wupper und Ruhr durchaus geeignet waren für die Anlage solcher Stauweiher.

Als diese Einsicht gewonnen war, wandte sich die Bevölkerung des Bergischen Landes dem neuen Gedanken mit einer seltenen Einmütigkeit zu. Diese schnelle Auffassung von der Bedeutung des Talsperrenbaues und ihre sofortige praktische Betätigung wird diesem Lande allezeit ein ehrendes Zeichen sein. Die Remscheider Talsperrenanlage für die Wasserversorgung dieser Stadt war das erste Werk dieser Art. Wenn noch Zweifel bestanden hatten, so gab die reiche Erfüllung der auf diesen Bau gesetzten Hoffnungen und Wünsche volles Vertrauen. Eine industriereiche Stadt war

hier der größten Wassernot mit einem Schlage enthoben. Der Talsperrengedanke nahm von dort aus gleichsam seinen Siegeslauf, und alle Welt brachte diesen Unternehmungen reges Interesse entgegen. Es gab ein einhelliges Zusammenarbeiten der beteiligten Kreise, um möglichst viele dieser nutzbringenden Werke zur Wohlfahrt des Landes zu errichten. Gesetzgebung, Verwaltung und Geldkräfte wirkten zusammen. Gesetze wurden geschaffen, um entgegenstehende, rechtliche Schwierigkeiten hinwegzuräumen, und Genossenschaften gebildet, um die wirtschaftliche Frage zu lösen und den Betrieb zu leiten, wenn nicht einzelne Interessenten wie Städte oder Gemeinden als Unternehmer auftraten. Im Jahre 1891 erlangte für das Gebiet der Wupper ein Gesetz Geltung, welches die zwangsweise Ausführung von Talsperren für gewerbliche Zwecke ermöglichte und später auf die Lenne, Volme und Ruhr ausgedehnt wurde.

So entstanden im Bergischen Lande aus den eignen Mitteln der Beteiligten ohne staatliche Zuschüsse die zahlreichen, großen Talsperren zur Trinkwasserversorgung, zur Aufhöhung des Niedergewassers in Triebbächen und Flüssen und zur Ergänzung des Grundwassers, welches den Tälern durch größere Pumpwerke entzogen wird, sowie zur zentralen Kraftgewinnung für Pumpbetrieb und Erzeugung elektrischer Energie — Anlagen, die alle zugleich mehr oder weniger dem Hochwasserschutz dienen. Man muß sich diesen Entwicklungsgang vergegenwärtigen, um für diese Bewegung Verständnis zu gewinnen und zu erkennen, aus welchen tiefinneren Gründen die bedeutende Ausbreitung sich erklärt, welche der Talsperrenbau in wenigen Jahren in Rheinland und Westfalen genommen hat und noch nimmt. Die dort ausgeführten und in der Ausführung begriffenen 17 Talsperren mit zusammen 89 Millionen cbm Stauinhalt haben mit den für die Ausnutzung der gewonnenen Energie hergerichteten Nebenanlagen die Aufwendung von 31 Mill. Mark erfordert, während weitere vier Sperrmauern mit 16,5 Mill. cbm Fassungsraum und rd. 10 Mill. Mark Kosten geplant sind.

Eine eigne Erscheinung in dieser aufsteigenden Entwicklung bildet das neue Wasser- und Elektrizitätswerk der Stadt Solingen, das in glücklicher Vereinigung der Nutzbarkeit der Sammelbecken und der Wasserkraft des durch Talsperren regulierten Wupperflusses ein Wasserverwertungs-Kraftwerk neuesten Stiles darstellt.

Diese Anlage in ihren baulichen Anordnungen sowie in ihrer Ausführung zu schildern, soll Aufgabe der nachfolgenden Abhandlung sein.

II. Die Vorarbeiten.

Die alte Industrie- und Waffenstadt Solingen mit gegenwärtig rd. 46 000 Einwohnern hatte unter den gleichen mißlichen Wasserverhältnissen zu leiden, wie oben geschildert. Als die Wasserversorgung aus Brunnen und Zisternen für die innere Stadt sich als unzulänglich erwiesen hatte, war man Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts zur Anlage einer zentralen Wasserversorgung für die dichter bebauten Stadtteile geschritten, während die Außenbezirke ihren Bedarf nach wie vor aus Quellen und Bächen befriedigten. Dieses alte Wasserwerk, ganz in der Nähe der Müngstener Kaiser Wilhelmbrücke gelegen, schöpfte zum Teil aus dem Grundwasser des Wuppertales und eines dort

einmündenden Seitenbaches, des Morsbaches, zum Teil wurde das Wasser des letzteren unmittelbar entnommen und durch Filteranlagen gereinigt. Das Wasser mußte um etwa 160 m bis zur hochgelegenen Stadt gehoben werden.

Die Ergiebigkeit des Werkes wurde unzureichend, als bei der steigenden Einwohnerzahl von Solingen auf mehr als 40 000 der tägliche Wasserverbrauch sich bis zu 4600 cbm an heißen Tagen und etwa 2300 cbm als Tagesdurchschnitt steigerte. Infolgedessen entstand in heißer Sommerzeit großer Wassermangel, worunter nicht zum wenigsten die Industrie der Stadt litt, deren Betriebe in solcher Zeit zu stocken drohten. Dazu kam, daß die Beschaffenheit des Wassers durch die zunehmende Bebauung des gewerbereichen Morsbachtals, nach welchem hin überdies ein Teil der Stadt Remscheid seine Vorflut hatte, sehr beeinträchtigt wurde. Eingehende Untersuchungen wurden darum angestellt über die Erschließung weiterer Wasservorräte.

Die Grundlage für die Entscheidung der zu wählenden Versorgungsart war der Wasserbedarf. Nach den bisherigen Erfahrungen konnte für die an die Wasserleitung anzuschließende Bevölkerung einschließlich des für die Industrie erforderlichen Wassers eine mittlere Jahresmenge von 18 cbm für den Kopf als ausreichend angesehen werden. Bei einer zukünftigen Größe der Stadt von 100 000 Einwohnern, für welche das Werk bemessen wurde, würde hiernach eine Gesamtabgabe von 1 800 000 cbm erforderlich werden, wofür jedoch den Berechnungen zur Vorsicht 2 000 000 cbm zu Grunde gelegt wurden.

Der Gedanke einer etwaigen Erweiterung des vorhandenen Wasserwerkes mußte aufgegeben werden, weil die Bohrungen nach Grundwasser in den benachbarten Talsohlen zu keinem brauchbaren Ergebnis führten. In Solingen wie im Betriebe der nahegelegenen älteren Remscheider Grundwasserversorgung hatte sich gezeigt, daß durch Brunnen aus dem Grundwasserbett in trockener Zeit von 1 qkm Niederschlagsgebiet eine Wassermenge von 40 bis 50 cbm in 24 Stunden gewonnen werden konnte. Wollte man für Solingen in den Tagen des zukünftigen größten Bedarfs eine Wassermenge von 9000 bis 10 000 cbm täglich sicher stellen, so wäre hierfür ein Niederschlagsgebiet von 200 bis 250 qkm Größe erforderlich gewesen. Ein so großes ungenutztes Niederschlagsgebiet in den vielbebauten Tälern zu erschließen, war unmöglich und daher der Bedarf nicht zu decken, wenn nicht durch anhaltendes Pumpen unmittelbar Bachwasser angesaugt werden sollte. Die Fassung von Quellen oder die Stollenbohrung konnte aus den oben dargelegten Gründen ebenfalls nicht in Betracht kommen. Es war zwar darüber kein Zweifel, daß in der Rheinebene die erforderliche Wassermenge in guter Beschaffenheit zu gewinnen war. Da aber der Rheinwasserspiegel in der Ebene oberhalb Düsseldorfs, die für die Entnahme in Betracht gekommen wäre, eine Höhe von etwa 43 N.N. hat, der Hochbehälter der Stadt Solingen aber auf 259 N.N. liegt, so war eine Hubhöhe von 216 m, ein Betriebsdruck von etwa 225 bis 230 m und eine Förderlänge von 19,5 km zu überwinden. Die Berechnungen ergaben, daß eine solche Anlage nicht nur sehr große Baukosten, sondern vor allem dauernd große Betriebskosten verursachen würde, da die Wasserhebung mittels Dampfkraft geschehen mußte.

Aber es lag keine Veranlassung vor, nur Grundwasserversorgung gelten zu lassen. Die nahegelegenen Städte

Remscheid, Lennep, Altena, Gevelsberg, Ronsdorf u. a. wurden zum Teil schon seit Jahren mit Talsperrenwasser zur vollsten Zufriedenheit versorgt, und die gesundheitlichen Verhältnisse dieser Städte waren gute. Darum brachte man in Solingen, wo man diesen Betriebsergebnissen und örtlichen Anschauungen nahe gestanden hatte, dieser Wassergewinnungsart volles Vertrauen entgegen.

Es galt nun ein Tal ausfindig zu machen, welches bei nicht zu großer Entfernung von Solingen durch gute Bewaldung, nicht starke Bebauung des Niederschlagsgebietes und Mangel an Fabriken, die eine Verunreinigung des Wassers hervorrufen könnten, die Möglichkeit der Entnahme eines guten Wassers und seiner Aufspeicherung verbürgte. Zunächst mußte man bestrebt sein, ein Tal zu suchen, aus welchem das Wasser mit natürlichem Gefälle dem Versorgungsgebiete zugeführt werden konnte, um die Betriebskosten auf eine Mindesthöhe zurückzuführen. Bei der hohen Lage der Stadt war dies jedoch nicht möglich. War man also genötigt, das Versorgungswasser zur Stadt durch eine Pumpenanlage zu heben, so mußte doch immer darauf Bedacht genommen werden, die Hubhöhe möglichst einzuschränken. Unter diesen Gesichtspunkten mußte das im Südosten der Stadt vorhandene Sengbachtal als günstig gelegen angesehen werden, nicht nur zur Entnahme eines guten Brauchwassers, sondern auch zu seiner vorteilhaften Aufspeicherung und zur Gewinnung von Betriebskraft. Das Niederschlagsgebiet des Sengbaches (Abb. 2 Bl. 30) entspricht in seiner geologischen und orographischen Beschaffenheit der Eigenart des Bergischen Landes. Es ist in der Nähe der Talsperre von geringer Breite und streckt sich nach oben fächerartig aus. Seine Größe beträgt 11,8 qkm. Aus dem oberen Hauptgebiet kommen drei Zuflüsse, bis zu deren Vereinigungsstelle etwa $\frac{3}{4}$ des gesamten Niederschlagsgebietes vorhanden sind. Die Hänge im oberen Gebiete sind flach und zum großen Teil bewaldet. Die Bewaldung besteht aus Niederwald und Busch; eine regelrechte Forstkultur mit Hochwald fehlt. Die Hänge sind mit Moos dicht bedeckt. In der Hochebene der eigentlichen Quellen sind einige Acker- und Wiesenflächen ausgebreitet. In dem tief eingeschnittenen unteren Tale ist nur Bewaldung vorhanden; an den Hängen ragen zum Teil kahle Felswände empor. Das Gebirge gehört der Mitteldevonformation an und besteht aus Tonschiefer und kristallinischem Schiefer, Grauwacke genannt. Es ist von großer Geschlossenheit; das Gestein dicht. Klüfte, durch welche etwa das aufgestaute Wasser nach Seitentälern entweichen könnte, finden sich nicht vor. Diese Geschlossenheit ist das Eigentümliche des Lenneschiefergebirges und macht es für die Anlegung von Staubecken besonders geeignet. Über dem Fels befindet sich eine Lage von Gerölle und darüber, die Oberfläche des Geländes bildend, an den Hängen eine Lehmlagerung, in der Talsohle Lehm und blauer Ton (Lette). Auch diese Decke ist von großer Dichte. Der Boden ist von geringer Fruchtbarkeit. Die Lehm- und Gerölleschicht hat eine Mächtigkeit von 3 bis 4 m. In dem oberen Teile des Niederschlagsgebietes findet sich zwar etwas Ansiedlung, bestehend in einzelnen und zueinander geschlossenen Gehöften, deren Besitzer neben der Weberei Acker- und Viehwirtschaft betreiben. Eine Verunreinigung durch den haus- und landwirtschaftlichen Abfluß dieser geringen Bebauung war aber nicht zu befürchten,

da das Wasser von dort bis zu den Entnahmestellen und bis zum Becken kilometerlange Strecken fließen mußte und daher angenommen werden konnte, daß die Selbstreinigung des Baches eine genügende sein würde. Chemische und bakteriologische Untersuchungen unterstützten diese Vermutung und ergaben eine vorzügliche Beschaffenheit des frisch zufließenden Bachwassers. Es zeigte sich sehr weich (Härte 1 bis 2), ein Umstand, der im besonderen für die Industrie von Bedeutung ist. Eisen war ganz wenig darin vorhanden. Überdies war von vornherein eine Reinigung des Wassers in geeigneten Filteranlagen in Aussicht genommen, um allen weitgehendsten gesundheitlichen Anforderungen Rechnung zu tragen. Die Möglichkeit einer späteren Verschmutzung des Wassers durch zunehmende Bebauung und Anlegung von Fabriken im Niederschlagsgebiet mußte allerdings ins Auge gefaßt werden, und man war sich darüber klar, daß nach dieser Richtung hin eine ständige Aufmerksamkeit der Stadtverwaltung notwendig sein würde, um gegen schädliche Anlagen rechtzeitig einschreiten zu können und deren Errichtung im Niederschlagsgebiet mit Rücksicht auf die gesundheitlichen Verhältnisse eines großen Gemeinwesens mit den Mitteln der geltenden Gesetzgebung und der Verwaltung zu verhindern.

Die Niederschläge des Bergischen Landes sind reichlich und nehmen mit der Höhe der Bodenerhebung zu. Die geschilderte Beschaffenheit der Bodenoberfläche hat zur Folge, daß fast alles Niederschlagswasser als Oberflächenwasser zum Abfluß gelangt. Der Boden läßt keine Feuchtigkeit eindringen. Von den undurchlässigen Hängen stürzt das Wasser schnell ab, nur zurückgehalten in den Bäumen, Büschen und in dem Moos des Waldes. Die Anschwellungen des Sengbaches kommen eilig zur Entfaltung. Bei plötzlichen außerordentlich starken Niederschlägen beginnt das Ansteigen oft schon nach wenigen Stunden. Die Hauptmasse des Wassers — die Spitze der Flutwelle — gelangt allerdings erst nach etwa 24 bis 36 Stunden zum Abfluß. Das Wasser verläuft sich aber ebenso schnell, und eine nachhaltige Quellen- und Grundwasserspeisung findet nicht statt. Der Grundwasserstrom des Sengbachtals ist darum nicht bedeutend.

Die mittlere jährliche Regenhöhe für das Gebiet der Solinger Talsperre beträgt bei 200 m mittlerer Seehöhe rund 1000 mm. Der Abfluß ist im Mittel für das ganze Gebiet der Wupper zu 70 vH. des Niederschlags festgestellt. Im Winter gelangen etwa 80 bis 86 vH., im Sommer 30 bis 40 vH. der Niederschläge zum Abfluß. Für das Sengbachtal ist dieses Abflußverhältnis ein noch höheres (vgl. die Zusammenstellung S. 307). Als kleinste Einheit rechnet man für die obere Wupper und ihre Seitenzuflüsse 1 Liter in der Sekunde von 1 qkm Niederschlagsgebiet, im Mittel 27 Liter und als allerhöchsten Abfluß bei außergewöhnlichen Fluten 1 bis 1,2 cbm in der Sekunde von 1 qkm. Im übrigen hat man beobachtet, daß nach etwa dreitägigem ununterbrochenem Regen die obere Erdschicht vollständig gesättigt und nicht mehr wasseraufnahmefähig ist. Da in solchen Tagen die Luft mit Wasserdämpfen erfüllt ist, so ist die Verdunstung verschwindend klein, und es gelangt fast der ganze Niederschlag zum Abfluß, wie dies bei der größten in der Wupper bisher bekannten Hochflut vom 24. Nov. 1890 der Fall gewesen ist.

Da genaue Messungen der Abflußmengen für das Sengbachtal bei Aufstellung des ersten Entwurfs nicht vorlagen,

so wurden für ihre vorläufige Ermittlung die Feststellungen im Eschbachtale an der Talsperre der Stadt Remscheid benutzt, deren Niederschlagsgebiet geologisch und orographisch und hinsichtlich der Niederschläge dem des Sengbachtals sehr ähnlich ist. Dort hatten sehr genaue Messungen während einer Reihe von Jahren stattgefunden, auf Grund deren man die wahrscheinlichen Zuflüsse in den in erster Linie in Betracht kommenden trocknen Jahren berechnete. Es konnte hiernach im Sengbachtal eine jährliche mittlere Abflußmenge von 8 bis 9 Mill. cbm erwartet werden, mit einer Verteilung auf die einzelnen Monate, wie sie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich ist, die zugleich auch den zukünftigen Trinkwasserbedarf darstellt.

Monat	Zukünftige städtische Wasserversorgung, berechnet für die einzelnen Monate entsprechend der gegenwärtigen Abgabe cbm	Zufluß zum Sengbachtale	
		für ein trockenenes Jahr cbm	für ein Jahr mit besonders trockenem Sommer cbm
Januar	162 000	1 820 000	447 000
Februar	145 000	1 339 000	3 162 000
März	161 000	325 000	952 000
April	160 000	281 000	101 000
Mai	162 000	385 000	39 000
Juni	170 000	161 000	39 000
Juli	184 000	60 000	65 000
August	184 000	65 000	47 000
September	180 000	426 000	109 000
Oktober	175 000	572 000	1 006 000
November	162 000	624 000	1 591 000
Dezember	155 000	1 742 000	1 084 000
Zusammen im Jahr	2 000 000	7 800 000	8 642 000

Gleichzeitig wurden an einem Überlaufwehr mit selbsttätigem Pegel, welches in den Bach in der Nähe der zukünftigen Sperrmauer eingebaut wurde, unmittelbare Messungen des Wasserabflusses vorgenommen, deren bisheriges Ergebnis in der unten folgenden Tabelle (S. 307) zusammengestellt ist und die Richtigkeit der obigen Annahme bestätigt.

Aus diesen Voruntersuchungen ergab sich, daß der vorhandene Wasserreichtum weit über den Bedarf der Stadt für Trinkwasserzwecke von 2 Mill. cbm jährlich hinausging und ein Mehr von 6 bis 7 Mill. cbm für andere Zwecke zur Verfügung stand. Naturgemäß wurde Bedacht darauf genommen, diesen Überschuß durch Umsetzung in Kraft nutzbar zu machen und dementsprechend die Größe des Sammelbeckens zu bemessen. Die Geländeverhältnisse ermöglichten die Anlegung eines Beckens in der hierfür erforderlichen Größe von mehreren Millionen Kubikmeter Stauinhalt in vorteilhaftester Weise.

Bestimmend für den Stauinhalt eines Sammelbeckens sind die Größe der jährlichen Zuflußmenge, der Wechsel des Zuflusses zum Becken und die Art der Entnahme daraus. Diese drei Größen müssen bei der Bemessung des Stauinhalts so in Einklang miteinander gebracht werden, daß der höchstmögliche Nutzen aus der Anlage erzielt wird. Das Becken darf nicht so groß angelegt werden, daß es sich niemals füllt, andererseits ist jeder über die Wassertreppe laufende Wassertropfen eine verlorene Energie. Wenn der Zufluß sich in allen Jahren und in den Jahreszeiten entsprechend gleich bliebe und die Entnahme in genau geregelter Weise stattfände, so würde diese Frage zu einer einfachen Rechenaufgabe. Allein beides ist nicht der Fall. Der

Wasserreichtum der einzelnen Jahre und seine Verteilung im Jahreslaufe ist sehr verschieden. Es könnte darum unter Umständen erwünscht sein, den Ausgleich nicht nur für einen Jahreslauf zu schaffen, sondern man würde vielleicht gut tun, den Überfluß eines oder mehrerer wasserreichen Jahre für wasserarme Zeiten aufzuspeichern. Das führt aber zu großen Becken mit hohen, kostspieligen Sperrmauern, und man wird sich in dieser Hinsicht einige Beschränkung auferlegen müssen, um nicht den Preis der im Wasser gewonnenen Energie so hinaufzuschrauben, daß die Anlage unwirtschaftlich wird. Man wird sich im allgemeinen damit begnügen müssen, den Ausgleich für ein trocknes Jahr zu schaffen. Auf der anderen Seite ist die Entnahme aus dem Becken eine wechselnde. Am regelmäßigsten ist sie noch bei Trinkwasser- und zentralen Kraftanlagen. Hier soll eine auf alle Tage des Jahres annähernd gleichmäßig oder nach bestimmtem Verhältnis verteilte Entnahme ermöglicht werden. Da ist es notwendig, die beobachtete längste Trockenzeit eines Sommers zugrunde zu legen, um die zur Ergänzung auf das Jahresmittelwasser fehlende Wassermenge, welche aufgespeichert werden muß, zu berechnen. Genaue Abflußmengen-Messungen haben erkennen lassen, daß in unseren deutschen Mittelgebirgen für kleine Niederschlagsgebiete hierfür ein Stauraum von $\frac{2}{5}$ bis $\frac{1}{3}$, für größere Gebiete, etwa über 100 qkm mit gleichmäßigerem Wasserhaushalt, von $\frac{1}{4}$ der mittleren Jahresabflußmenge genügt.

Sehr schwankend aber ist der Betrieb bei Sammelbecken, die der Aufhöhung des Niedergewassers dienen. Hier wird das Wasser nur abgelassen, wenn den Werken das natürliche Triebwasser fehlt. Der Betrieb des Beckens muß sich also dem Wechsel der Niederschlags- und Abflußmengen anpassen und ist daher wie diese sehr veränderlich. Hier hat die an den bisher ausgeführten Talsperren gewonnene Erfahrung gezeigt, daß die Größe der Becken im Wuppergebiet etwa ein Drittel des Jahresabflusses betragen müsse, um die dort im Jahreslauf auftretenden Schwankungen des Wasserabflusses zweckmäßig auszugleichen.

Unter besonderen Gesichtspunkten sind solche Staubecken zu beurteilen, welche dem Hochwasserschutz dienen. Bei diesen ist die Beckengröße umgrenzt durch die Forderung, daß die Schadenwassermenge der größten zu erwartenden Hochflut d. h. jene Menge, welche über das Fassungsvermögen des bordvoll und unschädlich abfließenden Gerinnes hinausgeht, zurückgehalten werden soll. Hierfür genügt ein Aufspeicherungsraum von 6 bis 10 vH. der jährlichen Abflußmenge.

Noch unübersichtlicher wird der Gegenstand bei Becken, die verschiedenartigen Zwecken zugleich dienen sollen. Wenn dieselbe Anlage für die Aufhöhung des Niedergewassers, der Kraftgewinnung und Trinkwasserversorgung und etwa auch für den Hochwasserschutz errichtet werden soll — wie derartige Staubecken vorkommen — und wenn bei der Entnahme noch die Kraftgewinnung mit einer anderen in ihrer Größe wechselnden Kraftquelle — wie in Solingen — zusammenarbeitet, dann treten in der Rechnung soviel unbekannte und veränderliche Größen auf, daß eine rein theoretische Ermittlung des Stauinhaltes gewagt erscheint oder unmöglich wird. Man wird in solchem Falle gut tun, unter Anhalt an Erfahrungssätze und Betriebsergebnisse für die Beckengröße eine Annahme zu machen, und wird dann, indem man die bestimmenden

Grundgrößen so viel als möglich festzulegen sucht und die ungünstigsten Bedingungen zugrunde legt, prüfen müssen, ob die gewählte Beckengröße einen solchen Ausgleich der Abflußmengen schafft, daß die beabsichtigte Leistung erzielt wird. Je nach dem Ergebnis wird, in Gegenüberstellung der technischen Möglichkeit und der wirtschaftlichen Richtigkeit, der Stauraum größer oder kleiner zu wählen sein, immer aber darf man hierbei nicht außer acht lassen, daß es erfahrungsgemäß vorteilhaft ist, ein Sammelbecken eher zu groß als zu klein anzulegen. Eine Vergrößerung ist innerhalb gewisser Grenzen meist nur mit geringen Kosten verknüpft, weil durch jedes obere Meter der Sperrmauer ein unverhältnismäßig großer Stauraum gewonnen wird, während eine zu klein angelegte Talsperre dauernd eine verfehlte Anlage bleibt, da eine nachträgliche Aufhöhung der Sperrmauern und somit Vergrößerungen des Stauinhaltes meist unausführbar sind.

In Solingen war ein Ausgleich der Abflußmengen zu schaffen für die Trinkwasserversorgung und Kraftgewinnung. Der Ausgleich für Kraftzwecke wurde dadurch beeinflusst, daß mit der aus dem Sammelbecken zu schöpfenden Kraft eine zweite Wasserkraftquelle verbunden werden sollte. Es hatte sich aus den Voruntersuchungen ergeben, daß der Kraftzufluß aus der Talsperre durch die Wupperkraft verstärkt werden konnte. Etwa 1 km oberhalb des bei Glüder anzulegenden Kraftwerkes war in der Wupper ein Gefälle vorhanden, das zum Betriebe einer Stahlwarenschleiferei diente. Es war möglich, durch Einbau eines neuen Wehres in den Fluß und Umleitung des gestauten Wassers zum Kraftwerk ein Gefälle von 5 m bei M.W. zu schaffen. Die zur Verfügung stehende Wassermenge betrug 12 cbm bei M.W. und in trockener Zeit 5 bis 6 cbm sekundlich. Die Verhältnisse für eine so erweiterte Anlage des Wasserwerks lagen bei Glüder außerordentlich günstig. Man verfügte sonach über zwei Wasserkräfte, die sich gegenseitig ergänzten. In wasserreicher Zeit konnte die Wupper allein eine Arbeitsleistung liefern, welche der aus der Talsperre zu gewinnenden Kraft die Wage hielt. In trockener Zeit würde sie allerdings versagt haben. Zwar wird ihre Wasserführung durch die Anlage von zwei großen Talsperren an der Bever und Lingese im oberen Flußgebiet, sowie durch drei kleinere Ausgleichweiher geregelt und auf die angegebene geringste Wasserführung von 5 bis 6 cbm sekundlich gebracht. Allein das genügte nicht. Auch erfolgte dieser Kraftzufluß nicht regelmäßig. Es gibt wohl kaum einen Fluß, der in dieser Hinsicht so eigenartige Verhältnisse zeigt, wie die Wupper. Man kann sie heute kaum noch als ein natürliches Flußgerinne ansehen. Über Sonntag und in den Feiertagen liegt sie fast ganz trocken, weil dann die Triebwerke nicht arbeiten und sämtlicher Abfluß in den oberen Staubecken, den drei am Flusse entlang verteilten Ausgleichweiher und in vielen kleinen privaten Triebwerkeichen aufgefangen und zurückgehalten wird. Aber auch über Tag wechselt ihre Wasserführung in starkem Maße, weil der natürliche Abfluß durch willkürliche Anstauungen in den privaten Werken vielfach gestört wird. Wenn zwar diese täglichen Unregelmäßigkeiten durch weiteren Ausbau der Regulierung, vermehrte Anlage von ausgleichenden Zwischenstauungen und polizeiliche Maßnahmen zu beseitigen sein würden, so muß für ein an un-

unterbrochenen Betrieb gebundenes Werk der Mangel des Wassers an Sonntagen irgendwie ersetzt werden. Hier nun konnte durch das Sammelbecken im Sengbachtale, von welchem aus bis zum Kraftwerke an der Wupper ein mittleres Gefälle von 50 m zur Verfügung stand, eine vortreffliche Ergänzung geschaffen werden. Es liegt darin eine weitere und sehr bemerkenswerte Nutzwirkung der Talsperren, daß sie geeignet sind, für die Wassertriebwerke an Bächen und Flüssen einen Kraftvorrat zu bilden. Wenn zwar durch die Anlegung von Sammelbecken für die Aufhöhung des Niedergewässers in fließenden Gewässern eine gleichmäßigere Wasserführung erreicht werden kann, so ist eine vollkommene Ausgleichung auf ständiges Mittelwasser technisch nicht durchführbar. Wassertriebwerke an Flüssen werden also stets einen in gewissen Grenzen schwankenden Kraftzufluß behalten, auch bei Regulierung der Abflüßmengen durch Sammelbecken. Da kann nun eine Talsperre für eine einzelne solche Triebwerkanlage dann einen besseren Ausgleich schaffen, wenn von dem Stauweiher nach dem Triebwerk ein hohes, in Druckleitungen zu fassendes Gefälle zur Verfügung steht, so daß in Hochdruckturbinen mit geringem Wasserverbrauch dieselbe Kraftleistung hervorgebracht wird, wie die Niederdruckturbinen des fließenden Gewässers mit großem Wasserverbrauch darbieten. Ein solches Becken bildet gleichsam die sonst für unzureichende Wasserkräfte übliche Aushilfe durch Dampfkraft.

Es war in Aussicht zu nehmen, die Wupper so lange und insoweit arbeiten zu lassen, als ihre Kraft ausreichte. Erst wenn sie im Stich ließ, sollte das Talbecken eintreten. Die in einem Gebäude zu vereinigende Anlage der Niederdruckturbinen für das Wupperwasser und der Hochdruckturbinen für das Talsperrenwasser ermöglichte diese Umschaltung jederzeit im Augenblicke. Die beiden auf verschiedenen Wegen gewonnenen Kräfte konnten überdies, wenn erforderlich, gleichzeitig zur Befriedigung des vollen Bedarfs zusammen arbeiten und somit ein geschickter Betrieb sich dem jeweiligen Bedarf und Kraftzufluß in bester Weise anpassen. In dieser eigenartigen Ausnutzung der natürlichen Energien — unter Ausschluß der Dampfkraft — liegt ein besonderer Vorzug der Solinger Wasserkraftanlage.

Eine theoretische Vorausbestimmung des Beckeninhaltes auf der dadurch gegebenen nicht ganz einfachen Grundlage konnte zu keinem Ziele führen. Aber man war in der glücklichen Lage, nach dieser Richtung hin die Ergebnisse des Betriebes der Remscheider Talsperre zu verwerten, da ein ähnlicher Betrieb für die Solinger Anlage zu erwarten war. Nach den Erfahrungen in Remscheid muß für einen solchen gemischten Wasserversorgungs- und Kraftbetrieb ein Becken angelegt werden, welches wenigstens ein Drittel der über den Trinkwasserbedarf überschüssigen Jahresmenge faßt. Es mußte also für Solingen ein Stauraum von mindestens $\frac{7}{3} = 2\frac{1}{3}$ Mill. cbm in Aussicht genommen werden, wenn nicht zu häufig ein Überlaufen des Beckens und damit Verlust von Betriebswasser eintreten sollte. Mit Rücksicht auf Verluste infolge Sickerungen und Verdunstung und zur Vorsicht, weil die Niederschlags- und Abflußverhältnisse des Sengbachtals derzeit noch nicht genügend bekannt waren, wurde ein Stauinhalt von 3,0 Mill. cbm gewählt.

Hinsichtlich der Lage der Talsperre wird es unter sonst gleichen Umständen im allgemeinen vorteilhaft erscheinen, in einem abzusperrenden Seitental die Sperrmauer möglichst an die Ausmündung in das Haupttal heranzulegen, um das abzufangende Niederschlagsgebiet voll auszunutzen. Dieser Gesichtspunkt wird in erster Linie dort gelten, wo es sich um freien Ablauf des Talsperrenwassers als Zuschuß zum Betriebswasser eines Baches handelt. Wenn aber, wie in Solingen, der Druck des aufgestauten Wassers in geschlossenen Rohrleitungen zum Kraftwerk hingeführt und in seinen Turbinen und Pumpen zur Ausnutzung kommt, so muß die Frage auftauchen, ob nicht die Verschiebung der Lage der Talsperre weiter hinauf in das Tal Vorteile bringt, wenn dadurch an Kraftgefälle gewonnen werden kann und sich dort gleich günstige Verhältnisse hinsichtlich des Untergrundes und des Geländes bieten. Diese Prüfung ergab, daß unmittelbar an der Ausmündung des Sengbachtals in das Wuppertal eine Sperrmauer für 3 Mill. cbm Stauinhalt errichtet werden konnte. Aber es fand sich auch etwa 1 km oberhalb eine ebenso geeignete Talenge vor. Und diese Stelle lag 20 m höher als die Talausmündung, während das Niederschlagsgebiet bis dorthin sich nur wenig verringerte, da der Bach auf dieser Strecke von hohen, beiderseits stark abfallenden und schmalen Bergrücken begleitet wird, die die Abgrenzung des Sengbachtals gegen zwei Nebentäler bilden. Überdies geht auch der Abfluß von diesem Teil des Niederschlagsgebietes für die Trinkwasserversorgung nicht ganz verloren, da er von den unterhalb der Talsperre liegenden Rieselwiesen, welche sich bis nahe an den Auslauf des Sengbachtals hinziehen, zum Teil für ihre Grundwasserspeisung aufgefangen wird. Das Niederschlagsgebiet beträgt an der Mündung des Sengbaches 12,3 qkm, und 1 km oberhalb, wie oben erwähnt, 11,8 qkm. Die Möglichkeit durch eine solche Verschiebung des Absperrwerkes talaufwärts den bedeutenden Gewinn an Kraftgefälle von 20 m zu erzielen bei unwesentlichem Verlust an Wasserabflüßmengen gab den Ausschlag für die Wahl der oberen Talenge.

Die Berechnungen der aus der Wupper und dem Sammelbecken zu gewinnenden Wasserkräfte hatte das Ergebnis, daß nach Deckung des zukünftigen stärksten Brauchwasserbedarfs von 2,0 Mill. cbm jährlich die in dem Gefälle des gestauten Wassers der Talsperre und der Wupper nutzbare Kraft in den trockensten Jahren hinreichte nicht nur für die Hebung des Trinkwassers nach der Stadt auf eine Höhe von rd. 170 m, sondern daß darüber hinaus noch ein Vorrat an Kraft von jährlich 2,4 bis 2,5 Mill. Pferdekraftstunden zur Verfügung standen. Bei Annahme von nur 70 vH. Nutzwirkung der Kraftübertragung konnten etwa 1,7 Mill. Pferdekraftstunden in der Stadt dienstbar gemacht werden, deren wirtschaftlich vorteilhafter Absatz für Licht- und motorische Zwecke in städtischen Betrieben und in der Solinger Industrie nach den Erfahrungen an Elektrizitätswerken benachbarter Städte mit Sicherheit erwartet werden konnte.

Die Stadtvertretung beschloß darum im Mai 1898 das Wasserwerk in Verbindung mit einem Elektrizitätswerk zu bauen und die aus dem Überschuß an mechanischer Arbeitsleistung zu gewinnende elektrische Energie durch Fernübertragung in Solingen nutzbar zu machen. Die Gesamtgröße der von der Stadt für diesen Zweck im Sengbach- und

Messungen der Regenhöhen und Abflüßmengen im Sengbachtale während der Jahre 1898 bis 1903.

Größe des Niederschlagsgebietes: 11,8 qkm.

Jahr und Monat	Regen- höhe mm	Niederschlags- menge cbm	Abflüßmenge cbm
1898			
Januar	—	—	558 056
Februar	100,4	1 184 720	2 193 781
März	67,9	801 220	1 660 955
April	57,4	677 320	562 005
Mai	151,9	1 787 538	1 264 064
Juni	63,44	748 120	278 815
Juli	132	1 457 660	307 079
August	77,4	916 120	340 089
September	24,1	656 080	87 677
Oktober	65,82	777 476	113 572
November	32,8	387 040	118 812
Dezember	114	1 310 180	1 106 245
Zusammen	—	—	8 591 150
1899			
Januar	132,4	1 552 320	1 759 733
Februar	38	448 400	467 952
März	67,3	794 580	463 423
April	164,5	1 952 200	1 629 288
Mai	107,1	1 143 780	771 326
Juni	65	767 000	286 180
Juli	109,9	1 296 820	864 045
August	19,7	222 440	102 452
September	143,56	1 694 208	168 541
Oktober	39,73	468 814	213 984
November	48,7	585 280	198 290
Dezember	64,6	782 280	507 101
Zusammen	1000,49	11 708 122	7 432 315
1900			
Januar	165,58	1 953 754	2 174 891
Februar	71,07	814 920	1 086 589
März	20,2	237 180	396 468
April	54,2	638 420	383 644
Mai	62,2	723 960	295 394
Juni	99,89	1 182 640	104 996
Juli	117,8	1 383 040	632 563
August	112,8	1 329 340	351 666
September	23,3	276 940	128 326
Oktober	80,5	949 840	201 804
November	54,6	644 300	586 559
Dezember	119,2	1 413 420	1 172 763
Zusammen	981,34	11 547 754	7 515 663

Jahr und Monat	Regen- höhe mm	Niederschlags- menge cbm	Abflüßmenge cbm
1901			
Januar	58,2	677 202	794 605
Februar	49	575 000	554 766
März	104,3	1 330 740	1 862 409
April	90,8	1 071 800	1 041 822
Mai	29,5	368 100	187 248
Juni	47,3	558 140	111 857
Juli	21,5	254 880	63 047
August	102,52	1 209 736	64 196
September	111,3	1 323 340	99 877
Oktober	125,5	1 480 900	748 133
November	144,57	1 702 886	1 476 456
Dezember	127,2	1 497 020	1 331 944
Zusammen	1011,69	12 049 744	8 336 360
1902			
Januar	78,86	929 610	1 405 097
Februar	44,8	528 640	593 267
März	79,58	954 960	895 401
April	52,83	633 960	382 525
Mai	112,28	1 347 360	754 885
Juni	131,8	1 581 600	717 321
Juli	79,14	949 680	179 511
August	95,1	1 141 200	314 403
September	36,6	439 200	655 610
Oktober	107,6	1 291 200	806 486
November	32,4	388 800	454 623
Dezember	113,0	1 356 000	1 525 372
Zusammen	963,99	11 542 210	8 684 501
1903			
Januar	89,77	1 077 240	1 181 517
Februar	53,9	646 800	973 928
März	53,21	638 520	723 388
April	113,6	1 363 200	1 298 419
Mai	68,8	825 600	702 173
Juni	56,4	676 800	188 108
Juli	154,82	1 857 840	412 493
August	110,7	1 328 400	938 069
September	98,65	1 183 800	562 229
Oktober	114,9	1 378 800	1 021 564
November	124,48	1 493 760	1 336 716
Dezember	23,8	285 600	833 147
Zusammen	1063,03	12 756 360	10 171 751

Nach vorstehenden Zahlen ergibt sich aus der sechsjährigen Beobachtungszeit 1898—1903 eine mittlere Regenhöhe von 1000 mm und eine Jahresabflüßmenge von 8,45 Mill. cbm. Die durchschnittliche Abflüßhöhe im Jahr betrug 710 mm; von der jährlichen Regenhöhe entfallen somit 1000—710=290 mm auf Verdunstung und Versickerung. Auf die Fläche als Einheit bezogen war der Jahresabfluß im Durchschnitt 710000 cbm/qkm des Niederschlagsgebietes, im trockensten Jahre (1899) 630000 cbm, im nassen Jahre 1903 862000 cbm. Die geringste monatliche Abflüßmenge von 1 qkm betrug 5340 cbm (Juli 1901) und die größte im Februar 1898 186000 cbm. Daraus berechnet sich für die trockenste Zeit im Monatsdurchschnitt ein sekundlicher Abfluß von 2 l/qkm, und im nassesten Monat 72 l/qkm, während das Mittel der ganzen Beobachtungszeit 23 l/qkm beträgt. Die größte bisherige Abflüßmenge in 24 Stunden betrug 211207 cbm vom ganzen Niederschlagsgebiet, die größte stündliche Wassermenge 9864 cbm. Daraus ergibt sich ein sekundlicher Höchstabfluß von 232 Liter von 1 qkm. In den Sommermonaten April bis September gelangten im Mittel der Beobachtungszeit 46 vH. der Niederschlagsmenge zum Abfluß, in den Wintermonaten Oktober bis März 96 vH., während von der Jahresabflüßmenge im Durchschnitt 34 vH. auf die Sommermonate, 66 vH. auf die Wintermonate entfallen. — Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß fast in sämtlichen Beobachtungsjahren die Abflüßmenge in den Monaten Januar, Februar und März die Niederschlagsmenge übersteigt. Es zeigt sich hier eine Verschiebung im Wasserhaushalte, den der im Vorwinter fallende und gegen das Frühjahr hin zum Schmelzen gelangende Schnee herbeiführt.

Wuppertale an Wald-, Wiesen- und Ackerfläche erworbenen Ländereien beträgt 273 ha, wovon an die staatliche Forstverwaltung 124 ha zur Aufforstung abgetreten sind.

III. Die allgemeine Anordnung der Gesamtanlage.

Entsprechend dem doppelten Zwecke gliedert sich das Gesamtwerk in eine Reihe von Einzelbauten und Einrichtungen, die teils der Trinkwasserversorgung, teils der Kraftgewinnung und der Erzeugung elektrischer Energie dienen.

Im Sengbachtale (Abb. 1 Bl. 30) liegen die Wassergewinnungs- und Wasserausgleichungsanlagen, an der Wupper die Kraftausnutzung. Von dort wird das Wasser durch ge-

schlossene Rohrleitungen, vom Wehr an der Wupper durch einen offenen Betriebskanal dem Kraftwerk bei Glüder zugeführt, in welchem die Turbinen, die Wasserhebesmaschinen und die Dynamos untergebracht sind.

Die Bestimmung der Bauanlagen im einzelnen und ihr Zusammenarbeiten zur Gesamtwirkung wird am besten klar, wenn man den Betrieb des Werkes verfolgt.

Das Vorbecken mit 100 000 cbm Fassungsraum und 3,4 ha Wasserfläche bei gefülltem Becken ist eine in sich abgeschlossene Anlage, die imstande wäre, für sich allein die Trinkwasserversorgung einer kleinen Gemeinde zu liefern, da es mit allen hierfür erforderlichen Einrichtungen versehen

ist. Tatsächlich hat es auch von der teilweisen Inbetriebnahme des neuen Wasserwerks im Juli 1901 bis zur Fertigstellung der großen Talsperre die Wasserspeisung der Stadt Solingen — ergänzt durch das alte Werk bei Müngsten — geliefert. Das Vorbecken besteht aus den Rieselwiesen, dem Staubecken mit Unterwasserfilter, welches durch den Staudamm abgesperrt wird, und den zur Umleitung des Wassers erforderlichen Rohrleitungen. Das Niederschlagsgebiet oberhalb dieser kleinen Talsperre beträgt rund 9 qkm. Das in den drei Bächen frisch zufließende Wasser wird vor seinem Eintritt in das Sammelbecken abgefangen und behufs Reinigung für Trinkwassergenuß auf Rieselwiesen geleitet. Das gerieselte und von einer Drainage aufgenommene Wasser läuft in jedem der drei Täler zunächst in kleinen gemauerten Brunnen zusammen. Von hier wird es in eisernen Rohrleitungen nach dem Hauptsammelbrunnen, der innerhalb des Staudammes liegt, geführt, um von dort durch eine Leitung von 350 mm l. W. in natürlichem Gefälle nach dem Pumpwerk zu gelangen. Diese Rohrleitung liegt etwa 8 m unter dem Wasserspiegel des gefüllten Hauptbeckens und kreuzt die große Sperrmauer, durch welche sie hindurchgeht, ohne mit dem Hauptbecken oder seinen Rohrleitungen Verbindung zu haben, im vollen Mauerwerk 8 m unter der Mauerkrone.

Fließt aus dem Niederschlagsgebiet mehr Wasser zu als der Trinkwasserverbrauch erfordert, so sammelt sich dieser Überschuß zunächst im Vorbecken an. Das hier gestaute, noch in seiner natürlichen Beschaffenheit befindliche Wasser wird mittels eines offenen Sandfilters gereinigt. Dieses Filter liegt auf der Sohle des Staubeckens und steht daher unter Wasser, wenn das Becken gefüllt ist. Das hier gefilterte Wasser fließt zunächst in einen Ausgleichbrunnen innerhalb des Staudammes und gelangt von hier in den ersterwähnten Hauptsammelbrunnen. Durch diese doppelte Brunnenanlage wird erreicht, daß etwaige Stöße in den Rohrleitungen, hervorgerufen durch unruhigen Gang der Pumpen im Kraftwerk, sich nicht auf das Sandfilter übertragen. Aus dem Vorbecken gelangt kein ungereinigtes Wasser in die Hauptleitung und zu den Pumpen: Die Rieselwiesen und das Sandfilter ergänzen sich gegenseitig.

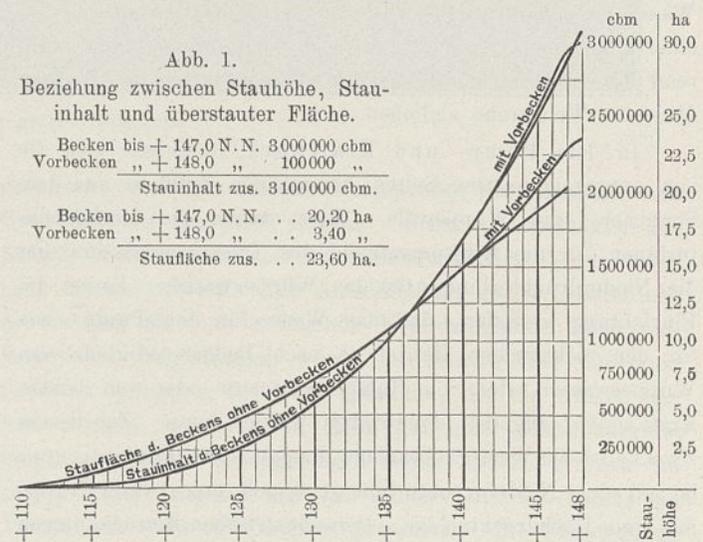
Neben seiner eigentlichen Bestimmung als Trinkwassergewinnungsanlage wirkt das Vorbecken aber noch nach anderen Richtungen hin vorteilhaft. Vor allem ist dasselbe geeignet, auf die Beschaffenheit des Wassers im Hauptbecken Einfluß zu üben. Untersuchungen an Talsperrenanlagen haben ergeben, daß in den Zeiten von Hochfluten und während der Schneeschmelze das in den Bächen den Sammelbecken zufließende Wasser mitunter trübe ist. Wenn zwar auf dem Wege von den Eintrittsstellen in das Becken bis zu den Wasserentnahmestellen an der Sperrmauer eine Selbstreinigung des Wassers, wie durch eingehende Ermittlungen festgestellt ist, eintritt, so muß doch die Fernhaltung jeder vorübergehenden Trübung, soweit es irgend möglich ist, erwünscht erscheinen. Dies wird in Solingen durch das Vorbecken erreicht. In diesem findet die erste Aufsammlung, Zurückhaltung und Klärung des Zuflusses statt. Der bei weitem größte Teil des Zuflusses nach dem Hauptbecken gelangt dorthin über den Überlauf des Staudammes. An dieser hochgelegenen Stelle wird nur geklärtes Wasser überfließen. Die Offenhaltung des Hauptbeckens — sofern schädliche Ablagerungen im Laufe langer

Zeiten überhaupt eintreten, was nach den bisherigen Erfahrungen bei den rheinisch-westfälischen in nennenswertem Maße allerdings nicht zu erwarten ist — ist demnach unter allen Umständen gesichert. Die Entfernung etwaiger Ablagerungen an kleiner konzentrierter Stelle des Vorbeckens würde sich überdies wenn sie je notwendig werden sollte, einfacher gestalten, als bei einer Schlammdecke, die auf eine weite Fläche ausgebreitet ist.

Das Vorbecken bietet zudem die Möglichkeit, das Hauptbecken zeitweise, wenn erforderlich, aus dem Wasserversorgungsbetriebe auszuschalten. Zwar erfordern sorgfältig ausgeführte Sperrmauern sehr geringe Unterhaltungsarbeiten. Immerhin sind mit ihnen eine Anzahl Einrichtungen für die Entnahme des Wassers und die Entleerung des Beckens, die unter Wasser liegen, verbunden. Auch ohne daß ein besonderer Anlaß vorliegt, muß es daher im Interesse der ordnungsmäßigen Erhaltung und Betriebssicherheit der Anlage erwünscht sein, in gewissen Zeiträumen die Sperrmauer trocken legen und besichtigen zu können. Erfahrungsmäßig ist eine solche Aushilfe, wie sie das Solinger Vorbecken bildet, von großem Vorteil.

Wenn in wasserreicher Zeit der Zulauf aus dem Niederschlagsgebiet die Wasserentnahme weit übersteigt, so füllt sich das Vorbecken schnell, bleibt dann dauernd gefüllt, und der Überschuß tritt über den Überlauf im Staudamm in das Hauptsammelbecken ein. Während im Vorbecken ein Ausgleich im kleinen stattfindet und dasselbe den größten Teil des Jahres überläuft, findet in dem Becken der großen Talsperre die Ausgleichung des Wasserreichtums im Winter und Frühjahr für die Trockenheit des Sommers statt.

Das Hauptsammelbecken von 3 Mill. cbm Inhalt ist 1½ km lang und hat bei Vollfüllung an der absperrenden Mauer 36 m Wassertiefe. Es nimmt dann eine Wasserfläche von 20,2 ha ein und zieht sich in mehrfachen Windungen und Ausbuchtungen zwischen den bewaldeten Höhen hin. Die gegenseitigen Beziehungen zwischen Stauhöhe, Stauinhalt und überstauter Fläche läßt Text-Abb. 1 erkennen.



Eigentümlich ist seine Enge bei großer Tiefe, die hervorgerufen wird durch steilabfallende, an ihrem Fuße nahe zusammentretende Hänge. Diese erreichen eine Neigung von 1 : 2 bis 1 : 1,7, während die Talsohle ein durchschnittliches Gefälle von 1 : 50 und eine Breite von 30 bis 40 m hat.

Die Bedeutung dieses Hauptbeckens im Rahmen der Gesamtanlage, seine Größe und sein Einfluß auf die Regulierung des Wasserabflusses ist im Abschnitt II erörtert, worauf hier verwiesen werden möge.

Der Abfluß des Wassers aus dem Hauptsammelbecken erfolgt durch drei Rohrleitungen. Ein Rohr von 700 mm l. W. dient, wenn nötig, zur Entleerung des Beckens; daneben sind zwei Betriebsleitungen vorhanden. Ein Rohr von ebenfalls 700 mm führt das Druckwasser dem Kraftwerk zu; ein Rohr von 350 mm dient für die Trinkwasserentnahme. Dieses Wasser wird zunächst durch einen unmittelbar unterhalb der Talsperre gelegenen Springbrunnen geschickt. Dies geschieht zu dem Zweck, das Wasser des Beckens durch die Berührung mit der atmosphärischen Luft und durch die damit eintretende Aufnahme von Sauerstoff aufzufrischen und schmackhafter zu machen und etwaigen Eisengehalt durch Oxydation zum Niederschlag zu bringen. Dann wird das Wasser auf Rieselwiesen geleitet, die sich in der Talsohle von der Sperrmauer ab bis zum Stollen auf etwa 800 m Länge hinziehen. Das gereinigte Wasser sammelt sich in einem Brunnen am unteren Ende der Wiesen und läuft in natürlichem Gefälle durch eine Rohrleitung von 400 mm l. W. zunächst nach einem Ausgleichbrunnen an der Pumpstation und von hier zu den Pumpen. Dieser Ausgleichbrunnen ist bestimmt, zu verhindern, daß die Stöße der Pumpen in die Rohrleitungen gelangen.

Der Stollen, welcher am unteren Ende der Rieselwiesen eine Verbindung zwischen dem Sengbach- und Wuppertale herstellt, kürzt den Weg für die Rohrleitungen ab, die andernfalls mit größeren Kosten um die weit vorspringende Bergnase bei Glüder hätten herumgeführt werden müssen.

Für die Nutzbarmachung der Wasserkraft der Wupper ist ein massives und festes Wehr an Stelle eines alten Überfalls errichtet. Am linken Ufer befindet sich eine Schleusenanlage, die den Einlaß zu dem Betriebskanal bildet, der 8,0 m Sohlenbreite und eine Wassertiefe von 1,5 bis 1,7 m bei mittlerem Wasserstande hat. Dieser führt das gestaute Wasser dem Kraftwerk zu, soweit es für Kraftzwecke bis zu einer Höchstmenge von 20 cbm/sec. Verwendung findet, während die darüber hinausgehenden Wassermengen der Wupper über die Wehrkrone abfließen.

In dem Pump- und Kraftwerk vereinigen sich die von entgegengesetzten Seiten kommenden Zuflüsse aus dem Sengbach- und Wuppertale. Hier stehen die Hochdruckturbinen für die Kraftumsetzung des Talsperrenwassers und die Niederdruckturbinen für das Wupperwasser. Es ist die Einrichtung getroffen, daß das Werk für den Pump- wie für den elektrischen Betrieb je nach Bedarf lediglich vom Wupperwasser oder vom Talsperrenwasser oder von beiden Kraftquellen zugleich angetrieben werden kann. Zu diesem Zwecke ist die Wasserhebeanlage doppelt: eine Pumpengruppe ist mit einer Niederdruckturbine gekuppelt, eine zweite Gruppe mit einer Hochdruckturbine. Dem elektrischen Betriebe dienen ebenfalls zwei Turbinen, je eine für Hoch- und Niederdruck. Mit jeder der letzteren Turbinen ist eine Dynamomaschine verbunden.

Eine Steigleitung von 40 cm Durchmesser bringt das Wasser nach dem altvorhandenen gemauerten und überdeckten Hochbehälter der Stadt bei Krahenhöhe, von wo aus

die Verteilung in das Leitungsnetz der Stadt erfolgt. Diese Leitung kreuzt dükerartig die Wupper, erklimmt dann den steilen Hang zu der hochgelegenen Chaussee von Burg nach Solingen und liegt in letzterer eingebettet. Die tatsächliche Förderhöhe ohne Reibungsverbrauch beträgt 168 m.

Der elektrische Strom wird durch eine unterirdische doppelte Kabelleitung der Stadt zugeführt und gelangt dort zur Einzelverteilung für Licht- und Kraftzwecke.

IV. Die Bauausführung im allgemeinen.

Die Ausführung der gesamten Arbeiten und Lieferung war nach öffentlicher Ausschreibung in Großunternehmung vergeben; ausgeschlossen waren davon die Lieferung der Rohrleitungen, die Herstellung der Brücke über den Obergraben, Abräumung der Talbecken, Herstellung der Rieselwiesen und einige kleinere Arbeiten. Die Verlegung der Rohrleitungen und die Herstellung der Rieselwiesen geschah im Eigenbetrieb. Die Inbetriebsetzung der Bauausführung mit den im Sengbach- und Wuppertale in einer Längenausdehnung von rund 4 km sich hinziehenden Baustellen erforderte unter schwierigen Geländebedingungen einen erheblichen Arbeitsaufwand. Das Sengbachtal war vordem wirtschaftlich wenig erschlossen; wenige Wiesengrundstücke wurden in seinem Grunde genutzt. Es war auffallend, wie sich in diesen Bergen inmitten eines gewerbereichen und dichtbevölkerten Bezirks ein Tal fast noch in der Natürlichkeit des Urzustandes erhalten hatte. Die Wege im Tale waren schlecht und kaum als solche zu bezeichnen. Mit Axt, Spaten, Hacke, Bohrgerät und Sprengstoff vordringend, mußte Weg und Steg geschaffen werden. Der Vorbau der Zufuhrbahn für Baustoffe, die Einrichtung der Arbeitsplätze und Steinbrüche und die Unterbringung der Arbeiter, welche zum Teil in Baracken Unterkunft fanden, mußten umsomehr Gegenstand eifriger Bemühens sein, als die Bauzeit kurz bemessen war. Dieser letztere Umstand kennzeichnet die Art des Baubetriebes, bei dem besonders im ersten Baujahre (1900) der Nachtbetrieb zur Regel gehörte.

Die Zufuhrbahn mit Lokomotivbetrieb von 90 cm Spurweite erhielt in der Station Hilgen der Strecke Opladen-Lennep an die Staatsbahn Anschluß und zog sich durch das ganze Sengbachtal bis zur Baustelle des Wehres an der Wupper in einer Länge von 7 km hin. Eine Abzweigung ging in starker Steigung zu den Lagerplätzen am linken Hange der Sperrmauer, in deren Kronenhöhe sie endete (vgl. Abb. 5 Bl. 30 und Text-Abb. 2). Die Bahn lag zum großen Teil in den Berghängen. Die Baugrube der großen Sperrmauer wurde überschritten auf dem zur Aufnahme des Sengbaches eingebauten Gerinne. Eine große Anzahl Brücken über Talmulden, Bäche und die Wupper war erforderlich. Die Herstellung dieser Zufuhrbahn mußte die erste Aufgabe der Bauinangriffnahme sein. Es wurde damit im Januar 1900 begonnen. Um Mitte Mai dieses Jahres war die Bahn bis zum Wupperwehre vorgestreckt, so daß die sämtlichen Baustellen für die Zuführung der Baustoffe erschlossen waren.

Die Lage der Bauten im Gebirgstale brachte große Beengtheit des Raumes für Lagerplätze und Vorratschuppen mit sich. An steilen Hängen mußte dieser dem Gelände förmlich abgerungen, vielfach die Anlagen auf Gerüstunterbauten verlegt werden, besonders an den beiden Talsperren,

an denen es darauf ankam, die Beton- und Mörtelbereitung in Höhe der Mauerkrone zu vollziehen. Der Platz ist hier zum Teil durch Felsaussprengungen geschaffen worden, die Kalkgruben waren am Berghange, wie Schwalbennester klebend, aufgemauert.

Der erste Steinbruch wurde am rechten Hange oberhalb der Sperrmauer in einem Abstände von 120 m angelegt (Abb. 5 Bl. 30). Seine Sohle lag auf + 120 N.N. oder rd. 6 m über Talsohle und 27 m unter dem höchsten Stauspiegel. Der Bruch wurde bald nach der Bauinangriffnahme im Frühjahr

senen Gebirge eingefast wird und zum Staubecken an sich geeignet ist.

Schon im Herbst des Jahres 1900 zeigte sich, daß dieser Bruch bei weitem nicht imstande sein würde, das erforderliche Material für die Sperrmauer zu liefern. Daher wurden zwei darüber liegende Staffeln angebrochen, und diese drei Brüche dienten während des Baujahres 1901 für die Steingewinnung. Ihre gesamte Angriffslänge betrug etwa 180 m. Leider waren sie nicht ergiebig genug. Der Abraum war bedeutend; in der Hauptsache wurde Tonschiefer

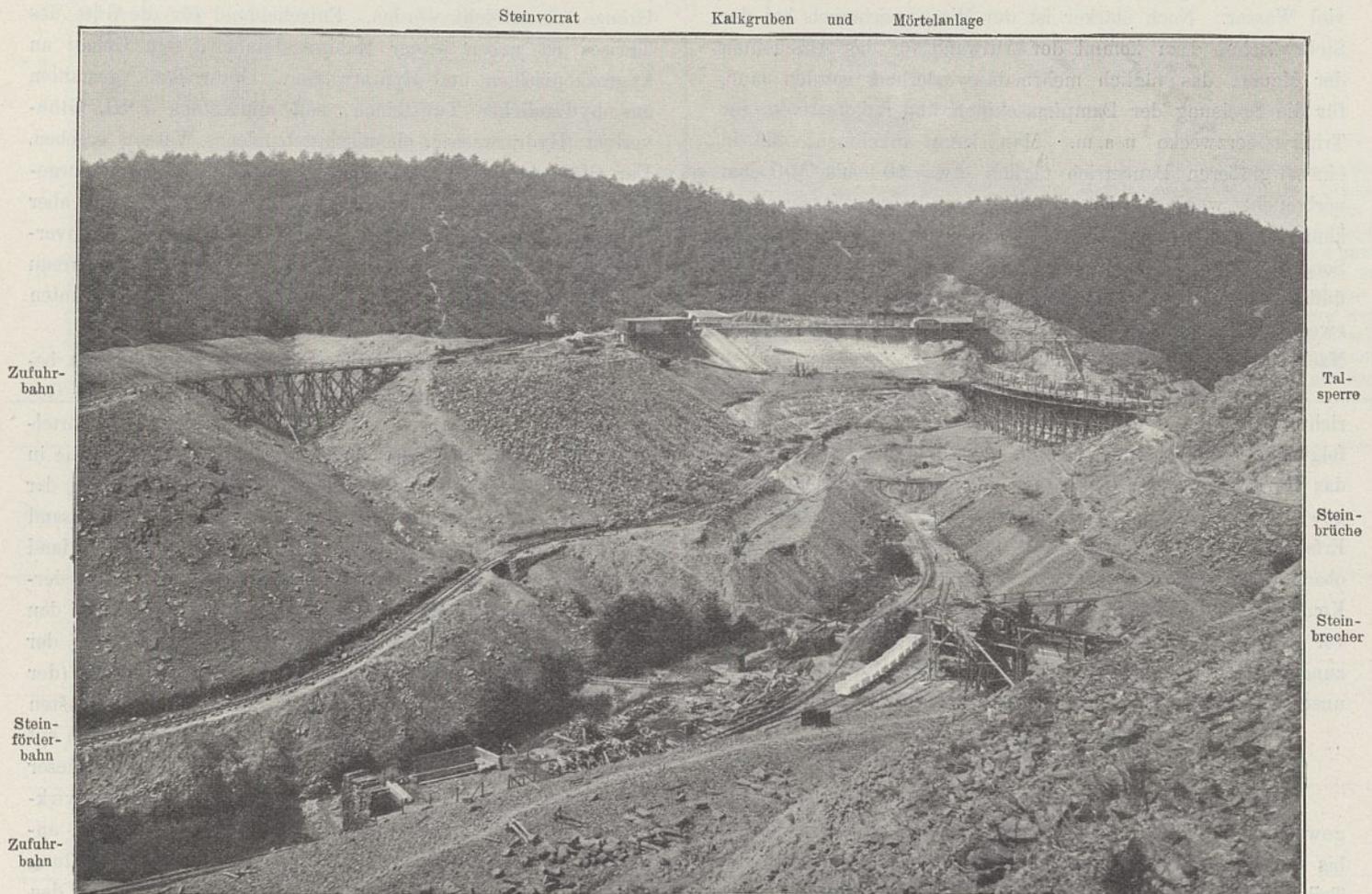


Abb. 2. Die Baustelle der großen Talsperre.

1900 erschlossen und sollte zunächst die im ersten Baujahre benötigten Betonsteine liefern. Zur Zerkleinerung der Steine war hier ein Steinbrecher, angetrieben durch eine Lokomotive, aufgestellt. Anfänglich war eine Angriffslänge von 60 m vorhanden, welche sich aber späterhin verengte, indem die brauchbare Material liefernden Gesteinsbänke wie ein Keil in weniger guten Schichten saßen. Nach der Sperrmauer hin durfte der Bruch nur so weit ausgedehnt werden, daß zwischen ihm und der Mauer sowie der äußeren Bergwand unterhalb der Talsperre an der schmalsten Stelle in Höhe des zukünftigen Wasserspiegels (+ 147 N.N.) mindestens 100 m Felsmasse stehen blieben. Bei diesem Abstand hat es kein Bedenken, die Steinbrüche unterhalb des zukünftigen Wasserspiegels anzulegen, wie hier geschehen, und man wird nicht die Befürchtung hegen dürfen, dadurch die Dichtigkeit der Felswände in den Flanken der Sperrmauer zu beeinträchtigen, falls das Tal von einem geschlos-

gefunden, zwischen dieser Hauptmasse des Gesteins saß Grauwacke in einzelnen Bänken. Überdies schwankten die Brüche in ihrer Güte sehr, und minderwertige Lagen traten ganz unvermutet auf. Die Aufschließung neuer Steinbrüche erwies sich als eine zwingende Notwendigkeit. Nach umfangreichen Schürfungen wurde im oberen Tale ein nach Südosten gelegener Berghang gefunden, der die Anlage von drei Staffeln von je 12 m Höhe mit einer Gesamtangriffslänge von 220 m ermöglichte. Diese Brüche wurden im Herbst 1901 aufgetan und im Winter 1901/02 daraus ein Vorrat von etwa 25000 cbm gewonnen. Die Überdeckung mit Lehm und Gerölle war keine bedeutende, stellenweise nur 1 bis 1½ m. Das Gestein bestand zum großen Teil aus Grauwacke. Der Betrieb dieser Brüche wurde während des Sommers 1902 voll aufrecht erhalten, und ihre Ausbeute, ergänzt durch Entnahme von dem vorerwähnten Vorratlager, sicherte einen gleichmäßigen Baufort-

gang. Daneben wurden in geringem Maße auch die alten Brüche an der Mauer benutzt. Die gute ausgleichende Wirkung des Steinvorrats zeigte sich dabei aufs klarste. Wenn schlechte Gesteinslagen in den Brüchen auftraten, die ihre Ergiebigkeit schmälerten, war es im Augenblick möglich, den Lagerplatz stärker in Anspruch zu nehmen, so daß sich die Deckung des Steinbedarfs von 375 bis 400 cbm täglich in glatter Weise vollzog. Wohltätig wirkte vor allem das Gefühl der Sicherheit.

Die Wasserversorgung einer Talsperrenbaustelle ist eine Frage von großer Bedeutung. Die Mörtelbereitung erfordert viel Wasser. Noch stärker ist der Wasserverbrauch bei der Steinwäsche, dazu kommt der Aufwand für das Anfeuchten der Mauer, das täglich mehrmals wiederholt werden muß, für die Speisung der Dampfmaschinen und Lokomotiven, für Trinkwasserzwecke u. a. m. Man kann annehmen, daß in einem größeren Baubetrieb täglich etwa 400 bis 500 cbm verbraucht werden. Die Beschaffung dieser Wassermenge kann in der sommerlichen Trockenheit unter Umständen Sorge machen, wenn man bedenkt, daß der geringste Zufluß im Gebirge in solcher Zeit sehr herabgeht. Es ist dann zweckmäßig, kleine Wehre zu errichten, um das Wasser über Nacht nicht unnütz ablaufen zu lassen.

Die Art des Baubetriebes im besonderen und die Einrichtungen auf den einzelnen Baustellen gehen aus den nachfolgenden Schilderungen hervor. Bei der Darstellung wurde das Hauptaugenmerk der Anlage der großen Sperrmauer zugewandt. Es erschien nicht unnütz, die hierbei gesammelten Erfahrungen — gewonnen aus dem Bauvorgange, aus Beobachtungen und Versuchen — niederzuschreiben, da die Kenntnis der Umstände, unter denen Talsperrenausführungen vor sich zu gehen pflegen, noch wenig verbreitet ist, bei der zunehmenden Bedeutung der Sammelbecken für den Ausbau unserer Wasserwirtschaft im Gebirge aber erwünscht sein mag.

V. Die Baustoffe.

Das Gefüge des in den Steinbrüchen an Ort und Stelle gewonnenen Schiefer- und Grauwackengesteins ist feinkörnig bis dicht, der Bruch unregelmäßig, scharfkantig und zum Teil splittrig, die Farbe dunkelgrau bis grünlichgrau mit vereinzelten rostfarbigen Spaltungsflächen. Das Gestein hat ein Einheitsgewicht von 2,75 und eine mittlere Druckfestigkeit von etwa 1500 kg/qcm. Das Wasseraufnahmevermögen — eine Eigenschaft, die für den Zweck einer Talsperre von besonderer Bedeutung ist — ist sehr gering und beträgt bis zu 0,5 vH. als Höchstmaß.

Der verwendete Sand war Rheinsand und wurde aus dem Strome gebaggert. Er war grobkörnig und enthielt Stücke bis Hühnereigröße. Der ungesiebte Sand hatte etwa 10 vH. vom Korn des Normalsandes. Der Sand war infolge seiner Entnahme aus fließendem Gewässer von großer Reinheit und zeigte nur Spuren von abschlämmbaren Teilen. Die Hohlräume des lose eingerüttelten Sandes wurden i. M. zu 28 vH. ermittelt. Das Einheitsgewicht betrug i. M. 2,66. Im Bruchsteinmauerwerk wurde der Sand in ungesiebttem Zustande verwendet, für das Ziegel- und Putzmauerwerk jedoch gesiebt mit je nach Erfordernis größerer oder feinerer Maschenteilung.

Der Kalk war kohlenaurer Kalk, der gebrannt auf die Baustelle gebracht und hier abgelöscht wurde (Weißkalk).

Nach den chemischen Analysen enthielt der Kalkstein 97 bis 98 vH. an kohlenurem Kalk.

Der gelöschte Kalk mußte vor seiner Verwendung vier Wochen lang in den Gruben gelagert haben und eine geschmeidige, nicht körnige oder knotige Beschaffenheit besitzen.

Der Traß stammte aus dem Nettetal bei Andernach am Rhein. Der Traß von blaugrauer Farbe wurde gemahlen angeliefert und durfte beim Sieben auf einem Siebe von 900 Maschen auf 1 qcm höchstens 20 vH. Rückstand haben. Tatsächlich ist bei den fortlaufenden Untersuchungen diese Grenze nie erreicht worden. Entscheidend für die Güte des Trasses ist neben seiner Mahlfeinheit, sein Gehalt an hygroskopischem und Hydratwasser. Guter Traß, gemahlen aus hydraulischen Tuffsteinen, soll mindestens 7 vH. Glühverlust (Hydratwasser, chemisch gebundenes Wasser) ergeben. Der Glühverlust blieb in allen während der Bauzeit vorgenommenen Versuchen über dieser Mindestgrenze. Da aber Festigkeitsversuche über die Güte des Trasses die zuverlässigste Unterlage bilden, so wurden auf dem Baubureau fortlaufend Zerreißversuche gemacht, deren Ergebnis unten (S. 319) mitgeteilt ist.

Der Zement mußte die normenmäßige Beschaffenheit besitzen. Bei allen Festigkeitsversuchen wurde von dem Gesichtspunkt ausgegangen, alle Baustoffe und die Mörtelmischungen möglichst unter Bedingungen zu prüfen, wie sie in den Bauwerken Verwendung fanden. Nur bei der Prüfung der normalen Festigkeit des Zementes wurde der Normsand aus dem Rheinsand abgesiebt und die Mischung von Hand hergestellt, um für die normenmäßige Prüfung die erforderliche Voraussetzung zu schaffen. Im übrigen wurde bei den Festigkeitsprüfungen, im besonderen des Mörtels an der Talsperre, das Untersuchungsmaterial dem Baubetriebe (der Mörtelbütte) unmittelbar entnommen, wobei nur die größten Kieselsteine durch Absieben entfernt wurden. Dies geschah auf einem Siebe, welches vier Maschen auf 1 qcm enthielt. Nach dieser Seite hin sind also die Versuche auf dem Baubureau den wirklichen Vorgängen in der Mauerung so weit als möglich angepaßt und damit ein erstes Erfordernis für die Beurteilung der Güte des Bauwerks erfüllt. Teils zum Vergleich mit den auf der Baustelle ausgeführten Proben, teils um besondere Fälle zu untersuchen, wofür die geeigneten Hilfsmittel nicht zur Verfügung standen, wurden mehrfach Versuche bei der Kgl. Prüfungsanstalt in Charlottenburg ausgeführt. Die Ermittlungen an Zement bieten nichts besonderes. Nur sei hierzu bemerkt, daß die Festigkeitsproben mit Zement in genannter Anstalt in einem Versuche mit dem eingesandten Rheinsand das auch sonst gefundene Ergebnis lieferten, daß bei der Verwendung desselben Zementes die Probekörper mit Bausand größere Festigkeit zeigten als mit Normsand. Die Zugfestigkeit bei Verwendung von gesiebttem Rheinsand (auf grobem Sieb) war um etwa 33 vH., die Druckfestigkeit um etwa 10 vH. größer. Ähnliches ergaben auch die Versuche des Baubureaus. Daneben wurden einige Dichtigkeits- und Festigkeitsversuche gemacht, welche wegen der dabei verwandten Mörtelsorten und des Zweckes Wert haben dürften.

Nachstehend sind die wesentlichsten Prüfungsergebnisse übersichtlich zusammengestellt. Dazu wird folgendes bemerkt. Bei den Versuchen mit Zementtraßmörtel unter

Dichtigkeits- und Festigkeitsversuche.
I. Versuche in der Königl. Versuchsanstalt in Charlottenburg.
a) Wasserdurchlässigkeit.

Nr.	Mörtelmischung	Alter der Proben Wochen	Art der Erhärtung	Platten von 7,1 cm Durchm. und 2,28 cm Dicke unter 2 bis 2 1/2 Atm. Wasserdruck. Ergebnis	Verwendungsstelle	Bemerkungen
1	1 Rtl. Zement 1/2 " Traßmehl 1/2 " Kalkbrei 4 " gesiebt. Rheinsand	4	unter Wasser	Die 3 Tage lang dem Wasserdruck ausgesetzten Platten standen dicht	Mörtel im Beton des Staudammes	Der Rheinsand wurde auf einem Sieb von 4 Maschen auf 1 qcm abgeseibt.
2	1/4 Traßmörtel (1 Rtl. Kalkbrei 1 1/2 Rtl. Traßmehl 1 3/4 Rheinsand) + 3/4 Zementmörtel (1:3)	4	teils unter Wasser, teils an der Luft bei täglich zweimaliger Anfeuchtung	dicht	Abmauerung der Rohrstollen und Einmauerung der eisernen Entnahmeröhre in der Hauptspermauer	Rheinsand gesiebt wie vor.
3	1 Zementmörtel (1:2) + 1/3 Traßmörtel (1 Rtl. Kalkbrei, 1 1/2 Rtl. Traßmehl, 1 1/2 Sand) und 1 Zementmörtel (1:1, feingesiebt. Sand) als Abgleichung	4	in der Luft im Zimmer bei täglich zweimaliger Anfeuchtung	Die 3 Tage lang dem Wasserdruck ausgesetzten Proben der Mörtel aus beiden Sänden standen dicht	Verputz an der Wasserseite der Hauptspermauer	Die untere Schicht aus Zementtraßmörtel 20 mm st., die obere Abgleichung aus Zementmörtel (1:1) 5 mm st.; zusammen 25 mm st. Der grobe Sand wie oben gesiebt, der feinere Sand auf 50-Maschensieb. — Es kamen 2 Sandarten zur Probe: gebaggerter Rheinsand und Grubensand, gewonnen in der Rheinebene in der Nähe des Stromes. — Abgleichung nach 24 Stunden auf die untere Putzlage aufgebracht. Die Mörtelmischungen wurden zunächst einzeln gemischt und dann miteinander gemengt.

b) Festigkeit.

Nr.	Mörtelmischung	Alter der Proben Wochen	Art der Erhärtung	Zug	Druck	Verhältnis	Verwendungsstelle	Bemerkungen
				kg/qcm	kg/qcm	Zug/Druck		
				Mittel aus 10 Proben				
4	1 Rtl. Zement 1/2 " Traßmehl 1/2 " Kalkbrei 4 " Rheinsand	4	unter Wasser	20,0	124,2	1/6,2	Mörtel im Beton des Staudammes	Rheinsand abgeseibt.
5	1 Rtl. Kalkbrei 1 1/2 " Traßmehl 1 3/4 " Rheinsand	4	1 Tag an der Luft, 27 Tage unter Wasser	15,0	112,3	1/7,5	Mörtel im Mauerwerk der Hauptspermauer	wie vor.
6	Mischung wie vor.	6	2 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	19,6	108,9	1/5,6	wie vor.	
7	Mischung wie vor. 2 verschied. Sandarten, gebaggerter Rheinsand u. Grubensand aus einer Grube in der Rheinebene nahe dem Strome	4	1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	16,5 (Rheinsand) 19,8 (Grubensand)	139,5 143,9	1/8,5 1/7,3	desgl.	Vergleichender Versuch. Der gebaggerte Rheinsand hatte 0,14 vH., der Grubensand 0,85 vH. an abschlämmbaren Teilen.
8	Mischung wie vor. Rheinsand	6	2 Tage an der Luft, dann 12 Tage zweimal täglich angefeuchtet, den Rest unter feuchtem Lappen	11,3	84,8	1/7,5	desgl.	Rheinsand abgeseibt.
9	Mischung wie vor.	6	wie vor.	10,6	75,6	1/7,1	desgl.	Rheinsand abgeseibt.

c) Vergleichender Versuch über Erhärtung von Zement-Traßmörtel an der Luft und unter Wasser.
 (Vgl. Abb. 3 Bl. 30.)

Nr.	Mörtelmischung	Erhärtung	kg/qcm	Alter in Tagen.					Bemerkungen	
				Zug	Druck	Zug	Druck	Zug/Druck		
10	1/4 Traßmörtel (1 Rtl. Kalkbrei 1 1/2 Rtl. Traßmehl 1 3/4 Rheinsand) + 3/4 Zementmörtel (1:3)	Im feuchten Raum an der Luft bei täglich 2maliger Anfeuchtung 1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	Zug Druck	28 84 126 270 360	21,2 172,6	27,8 255,3	32,2 238,9*	38,5 293,5	43,7 344,9	* Diese Zahl wurde von der Versuchsanstalt als zweifelhaft bezeichnet. Der Mörtel enthielt 7,8 vH. Wasser. Der Mörtel hat bei der Abmauerung der Rohrstollen und Einmauerung der eisernen Entnahmeröhre an der Hauptspermauer Verwendung gefunden.
			Zug Druck		24,4 191,8	29,2 222,8	27,4 279,1	32,6 344,0	33,3 348,2	

II. Versuche auf dem Baubureau.

a) Zugfestigkeit.

Nr.	Zusammensetzung	Alter in Wochen	Art der Erhärtung	Zug kg/qcm			Mörtel im Mauerwerk der Hauptspermauer	Beschreibung
12	Mischung wie vor	6 12 18	3 Tage an der Luft, dann unter Wasser	11,2 17,2 19,6	—	—	wie vor	Erhärtungszeit: Februar bis Juni.
13	$\frac{1}{4}$ Traßmörtel (1 Kalk, 1 $\frac{1}{2}$ Traß, 1 $\frac{3}{4}$ Rheinsand) + $\frac{3}{4}$ Zementmörtel (1:3)	4	1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	16,9	—	—	wie unter 10	Die Zahl gibt das Mittel aus etwa 50 Proben. Erhärtet in der warmen Jahreszeit.
14	1 Zementmörtel (1:2) + 2 Traßmörtel	4	1 Tag an der Luft, dann unter Wasser	11,3	—	—	Mörtel in der Verblendmauer an der Wasserseite	Die Zahl gibt das Mittel aus etwa 50 Proben. Erhärtet in der kühleren Jahreszeit (November).
15	1 Zementmörtel (1:3) + 2 Traßmörtel	4 6	1 bis 2 Tage an der Luft, dann unter Wasser	11,4 13,2	—	—	—	Mittel aus 15 bis 20 Proben. Erhärtet in der wärmeren Jahreszeit.
16	1 Zementmörtel (1:2) + $\frac{1}{3}$ Traßmörtel	4	wie vor	14,8	—	—	wie unter 3	Mischung im Mauerbetriebe von Hand hergestellt. Mittel aus 15 Proben.

b) Versuche mit künstlichem Zusatz von Lehm.

Nr.	Zusammensetzung	Alter in Wochen	Art der Erhärtung	Normalrheinsand mit Lehmzusatz					Beschreibung
				reingewaschener Rheinsand zu Normalsand abgeseibt	10 vH.	20 vH.	25 vH.	50 vH.	
17	1 Portlandzement + 3 T. Sand	4	1 bis 2 Tage an der Luft, dann unter Wasser	Zugfestigkeit kg/qcm					Die Versuche wurden ausgeführt im Winter 1901/02. — Der künstlich zugesetzte Lehm war das Verwitterungsprodukt der Grauwacke und des Schiefertons, wie er sich als Überlagerung des Gebirges vorfand. Er wurde getrocknet, zu Pulver zerkleinert und nach Gewichtsteilen dem reinen Sand zugemengt.
				17,5	20,6	17,4	10,7	2,8	Die Körper zeigten gar keine Festigkeit

c) Versuche mit angemacht langstehendem Traßmörtel.

Nr.	Zusammensetzung	Alter in Wochen	Art der Erhärtung	Alter des Mörtels in Tagen							Beschreibung
				1—2	3	4	5	8—12	16—18	22	
18	1 Kalk 1 $\frac{1}{2}$ Traßmehl 1 $\frac{3}{4}$ Rheinsand	6	2 bis 3 Tage an der Luft, dann unter Wasser								Herstellung der Probekörper vgl. unt. 11. — Zu den Versuchsreihen bis zu 8 Tagen wurde meist ein und derselbe Mörtel aufbewahrt. Der Mörtel wurde durch möglichen Luftabschluß vor Austrocknen geschützt und erdfeucht gehalten. Er hatte in diesem Zustande die Beschaffenheit etwa wie feuchter Ton, dem der Mörtel auch in der Farbe ähnelte. Die Erhärtung kann durch die Feuchthaltung hingehalten werden. Der 16 bis 22 Tage alte Mörtel wurde dem fertiggestellten Mauerwerk der Talsperre aus Aufbrüchen entnommen und war in der Abbildung begriffen, ließ sich aber noch zu Brei kneten.
	Zugfestigkeit $\frac{\text{kg}}{\text{qcm}}$			13,2	13,4	14,2	13,8	11,9	11,4	12,6	

Nr. 10 galt es, ein vergleichbares Ergebnis für die Erhärtung dieses Mörtels an der Luft und unter Wasser zu finden. Es scheint hiernach, als wenn auf die Dauer die Erhärtung an der Luft, also bei Zutritt von Kohlensäure, größere Festigkeiten liefert (vgl. Abb. 3 Bl. 30). In den Versuchen unter Nr. 7 hat der Mörtel mit Grubensand größere Festigkeit gezeigt als der Mörtel mit Rheinsand. Ähnliche Ergebnisse wurden auf dem Baubureau mit Grubensand und mit gewaschenem Sand, dem künstlich Lehm zugesetzt wurde, erzielt (vgl. Nr. 17). Diese Ergebnisse geben einigen zahlenmäßigen Anhalt für die allgemein zwar schon erkannte Tatsache, daß ein geringer Gehalt an Lehm, der dem Sande lose beigemischt ist, die Mörtelfestigkeit zu erhöhen imstande ist. Man erkennt, daß ein Zusatz bis zu 20 vH. noch unschädlich wirkt. Darüber hinaus nimmt allerdings die Festigkeit schnell ab. Immerhin wird man bei Verwendung von Grubensand Vorsicht anwenden müssen, da er leicht ungleich-

mäßig ausfällt und da der Lehmgehalt die Mörtelfestigkeit gefährdet oder aufhebt, wenn die lehmigen Bestandteile an den Sandkörnchen fest anhaften und sie einhüllen.

VI. Der Staudamm des Vorbeckens.

Beschreibung. Das Vorbecken (Abb. 1 Bl. 30) wird abgesperrt durch einen Damm am Zusammenlauf von drei Tälern, die bei ihrer Vereinigung eine enge Einschnürung zeigen. Der Stauspiegel d. h. die Überlaufhöhe der Kaskade liegt auf +148,00 N.N., die Kronenhöhe auf +149,35. Die Wassertiefe bei gefülltem Becken beträgt 8,5 m. Bei angestautem Hauptbecken, dessen höchster Wasserspiegel +147,00 N.N. ist, liegt der Damm beiderseitig im Wasser, auf der Oberseite 1,35 m, auf der Unterseite 2,35 m daraus hervorragend. Der Damm (Abb. 1 bis 3 u. 5 Bl. 32) besteht aus einem massiven Kern mit beiderseitiger Erdschüttung. Der Kern ist in Beton hergestellt und greift in der Sohle wie

an den beiderseitigen Berghängen in den festen Fels ein. Seine Stärke beträgt in der Kronenhöhe 1 m; in der durchschnittlichen Gründungssohle (+ 136) 2 m. Der Damm ist nach einem Halbmesser von 50 m gekrümmt. Der Betonkern ist als Gewölbe wirkend allein imstande, den gesamten Wasserdruck aufzunehmen, wobei die Druckbeanspruchungen des Baustoffes innerhalb zulässiger Grenzen bleiben. Das Mischungsverhältnis des Betons ist: 1 Rtl. Zement, $\frac{1}{2}$ Rtl. Fettkalkbrei, $\frac{1}{2}$ Rtl. Traß, 4 Rtl. Rheinsand, 8 Rtl. Kleinschlag. Die Außenflächen des Betonkerns sind mit einem glatten und dichten Verputz von 15 mm Stärke versehen, der die Zusammensetzung hat: 1 Zement, 1 Kalk, 3 feiner Sand.

Der Kern wird in seiner Standfestigkeit durch die beiderseitige Erdschüttung unterstützt, wodurch der Damm die Kronenbreite von 3 m erhält. Die obere Böschung hat die Neigung 1:2 $\frac{1}{2}$, die untere, talseitige 1:2. Die Schüttung besteht aus Lehm und Lette in seinem inneren Teile; in den äußeren Lagen des Dammes ist geröllhaltiger Lehm verwendet. An der Oberwasserseite ist die Böschung mit Stein- stücken abgedeckt, während die Krone und die dem Haupt- becken zugewandte Seite abgepflastert sind, um ein Ab- schälen der unteren Dammböschung zu verhindern, wenn aus irgend welchen ungünstigen Zufällen etwa eine Ver- stopfung des Überlaufs und ein Überströmen des Dammes stattfinden sollte. Die Abpflasterung besteht aus 25 cm starken Bruchsteinen, die auf der Geröllunterlage unmittel- bar aufgesetzt und durch Auszwicklung zu einer festen Stein- decke verspannt sind. Der Überlauf am rechten Hange hat 8 m Breite. Nach der Formel $Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}}$ für $\frac{2}{3} \mu = 0,5$, $\sqrt{2g} = 4,43$ und $h = 1$ m berechnet sich die Wasser- menge, welche über denselben zum Abfluß gelangen annk, zu 18 cbm/sec., während für das etwa 9 qkm Niederschlags- gebiet des Vorbeckens nach allen bisherigen Erfahrungen die größte sekundliche Abflußmenge allerhöchstens 9 bis 10 cbm/sec. betragen dürfte. Die Sohle der Kaskade, deren Absätze der natürlichen Fels- und Geländelage angepaßt sind, besteht aus Beton, die Seitenwandungen aus Bruchsteinmauerwerk. Der Überlauf ist überdeckt durch eine 3 m breite Brücke mit Bohlenbelag auf eisernen I-Trägern.

Innerhalb der Dammschüttung liegen zwei Sammel- und Ausgleichbrunnen, welche einen inneren Durchmesser von 2,50 m haben; sie sind auf Fels gegründet und in ihrem unteren Teile aus Bruchsteinmauerwerk, in ihrem oberen Aufbau in Ziegelmauerwerk hergestellt (Abb. 5 u. 9 Bl. 32). Der Unterbau ist außen und innen mit einem Zement-Traßputz überzogen. Die Dacheindeckung ist Schiefer auf Schwemmsteinkappen zwischen eisernen Trägern. Oberlichte lassen das Licht ein- fallen. Die eichenen Türen dieser Brunnen sind an den An- schlägen durch Gummieinlagen gegen das Eindringen von kleinen Tieren abgedichtet. Im Brunnen *c* kommen die sämtlichen Rohrleitungen aus dem Vorbecken zusammen, die hier durch Schieber abgeschlossen werden können. Die Schieber werden durch Rundeisengestänge und Handrad von der Fußbodenhöhe + 149 aus bedient. Zur Entnahme des in dem Brunnen *b* sich sammelnden Wassers, welches seine Reinigung im Sandfilter erfahren hat, ist ein Aus- ziehrohr (Abb. 9 Bl. 32) angeordnet. Dieses ist zwischen drei Schwimmern so aufgehängt, daß über seinen Rand eine

bestimmte Wassermenge in das Rohr hinein fließen und durch die an dasselbe anschließende Rohrleitung fortgeführt werden kann. Diese Vorrichtung war notwendig, da der Wasser- spiegel im Becken und somit im Brunnen je nach dem Zu- fluß und der Entnahme Schwankungen unterliegt, sodaß die Wasserentnahme in beliebiger Höhe möglich sein muß. Die Bedienung des Ausziehrohres erfolgt durch eine Handwinde; durch Einstellen des Randes hat man es in der Hand, die Abflußmenge zu beschränken, um die Filteranlage nicht zu überlasten. Die leichte Beweglichkeit ist durch obere und untere an jedem Schwimmer angebrachte Rollenführung mit Kehlung erreicht; die Rollen laufen auf \perp -förmigen Führungsschienen. Der Auftrieb der Schwimmer ist so ein- gerichtet, daß sie bei voller Belastung durch das Gewicht des Ausziehrohres, Winde und Eigengewicht und einen Be- dienungsmann 25 cm aus dem Wasser ragen. Sämtliche Eisenteile sind verzinkt.

Da es erwünscht schien, eine Entleerung des Brunnens *b*, in welchen das vom Filter herkommende Rohr mündet, un- abhängig vom Brunnen *c* herbeiführen zu können, so wurde hier ein Heberrohr von 15 cm Durchmesser eingebaut, welches den Betonkern in der Höhe + 148 durchquert und in der unteren Dammböschung etwa 1 $\frac{1}{2}$ m unter der Erde weitergeführt wird zu einem abgepflasterten Graben, welcher in den unteren Teil der Kaskade ausmündet. Die Rieselwiesen oberhalb des Vorbeckens liegen wesentlich höher als die Dammkrone. Es könnte also, wenn der Abfluß aus Brunnen *c* unterbrochen wird, ohne daß gleichzeitig die Schieber der Zuleitungen aus den Rieselwiesen geschlossen werden, im Brunnen *c* eine Stauung eintreten. Aus diesem Grunde ist im Brunnen *c* zur Entlastung ein stets offenes Überlaufrohr von 35 cm l. W. eingebaut worden.

Für die vollständige Entleerung des Vorbeckens nach dem Hauptsammelbecken hin, ist eine besondere Rohrleitung von 350 mm Weite durch den Damm hindurchgelegt und mit einem Schieberschacht *d* von gleicher Bauart wie die beiden anderen Brunnen versehen (Abb. 1 u. 5 Bl. 32). Während jedoch die letzteren Brunnen für sich stehen, lehnt sich der Brunnen *d* an den Betonkern. Da es von weitgehender Be- deutung ist, die Möglichkeit der Entleerung zu sichern, so ist der Lagerung dieses Rohres erhöhte Sorgfalt zugewendet. Es ist zur Vermeidung schädlicher Sackungen auf Beton- bögen gelegt, die ihre Stütze in Betonfeilern auf Fels- gründung finden. Die vollständige Entleerung des Beckens durch dieses Rohr, dessen Sohle am Einlauf auf + 139,5 liegt, würde nur bei diesem und niedrigeren Wasserständen im Hauptbecken erfolgen können. Um das Unterwasserfilter unabhängig vom Wasserstande im Hauptbecken trocken legen zu können, ist vom Brunnen *a* eine 35 cm weite Rohrleitung nach Brunnen *c* eingebaut worden. Brunneneinlauf und Rohr- sohle liegen auf + 142 N.N., während die Filtersohle an der tiefsten Stelle auf + 142,5 liegt. Der Ablauf des Beckens bis zu dieser Höhe geschieht durch das 35 cm weite Zuleitungsrohr aus Brunnen *c* nach dem Pumpwerk, welches nächst unterhalb der Hauptspermauer einen Schieber mit Auslaß erhalten hat.

Bauausführung. Bei Aushebung der Fundament- grube für den Betonkern des Dammes wurde der gesunde und feste Fels im allgemeinen in der planmäßigen Tiefe

+ 136 N.N. gefunden. Hierbei mußte in die obere weichere Felslage der Talsohle 70 bis 80 cm und an den mehr verwitterten Hängen bis zu $1\frac{1}{2}$ m eingearbeitet werden. Der Sengbach wurde über der Baugrube durch ein hölzernes Gerinne von 1 m Höhe und Breite überführt. Die Felsarbeiten stießen nicht auf Schwierigkeiten; jedoch erlitt die Fertigstellung der Baugrube dadurch eine zeitweilige Störung, daß in der Nähe des Sengbachbettes sich ein Spalt von 1,50 bis 2 m Breite quer durch die Baugrube zog. Dieser Spalt war mit Lette und Gerölle ausgefüllt. Um auf den festen Fels zu gelangen, wurde dieser engen Kluft nachgearbeitet, wobei eine schwierige Arbeit durch vermehrte Wasserhaltung entstand. Nachdem es fast den Anschein gehabt hatte, als ob der Spalt sich bis in unerreichbare Tiefe fortsetzen würde, gelang es, den Fels in der Höhe + 131 N.N., also 5 m unter der übrigen Bausohle zu finden.

Die Betonierung des Betonkerns begann in dem tiefen Schacht, und wurde in einem Zuge bis zur Ordinate + 136 N.N. hochgeführt. Nachdem genügende Erhärtung eingetreten war, wurde in der ganzen Länge der Baugrube eine Abgleichung der Felslage eingebracht. Diese bildete die Unterlage für die nunmehr querschnittmäßige Ausbetonierung des Kerns, welche in zwei Staffeln erfolgte. Die untere Staffel schnitt etwa mit der Ordinate + 141,5 ab, hatte also eine größte Höhe von 5,5 m, die zweite eine solche von 7,5 m. Die Holzeinschalung zwischen lotrechten Stielen, deren unverrückbare Stellung durch absteifende Verstrebungen gesichert wurde, geschah nach dem Halbmesser von 50 m kreisförmig, indem zwischen den 5 m entfernten Stützen durch die Schalbretter die Bogenform eingehalten wurde. Der Beton wurde in einer am linken Hange aufgebauten Betonmischanlage maschinenmäßig zubereitet und auf Feldbahngleisen am Betonkern entlang verfahren, wobei die Gleise außerhalb der Baugrube lagen. So lange sich die Arbeitshöhe unterhalb des Geländes befand, war das Gleis auf den Rand der Baugrube verlegt. Später wurde es durch eine Auskragung der Verschalung getragen (Text-Abb. 3). An der Verwendungsstelle wurde der Beton zunächst auf eine Bretterbühne geschüttet und dann mittels einzelnen Wurfes in die Verschalung befördert, wobei die größte Wurfhöhe 3 bis 3,5 m betrug. Das Umkippen der ganzen Wagen in die Verschalung hinein war nicht zugänglich, weil bei der erheblichen Höhe eine Sonderung des Mörtels und der Steine eintrat. Der Beton wurde in wagerechten Lagen von rd. 20 cm verstampft. Ergab es sich durch die Ausführung als unvermeidlich, daß an einzelnen Stellen die wagerechten Lagen abgebrochen werden mußten, so geschah dies in Abtreppungen, die später soweit aufgehackt wurden, bis der obere an solchen Abstufungen oft poröse Beton beseitigt und eine geschlossene Lagerung erreicht war. Bei dem Wechsel der Einschalung der unteren und oberen Staffel hatte der untere Beton etwa vier Wochen gelegen. Um ein gutes Eingreifen der neuen Anstampfung an die alte Lage zu erzielen, wurde die Oberfläche zunächst gehörig mit Wasser und Stahlbürsten gereinigt und dann mit vier Rillen versehen, welche der Bogenform des Kerns folgten. Überdies ist ein Aufrauen mit Stahlbürsten vor Aufbringen der neuen Lage stets vorgenommen worden, wenn der Beton mehrere Tage gelegen hatte. Der Verputz des Kerns ist möglichst bald nach der

jeweiligen Ausschalung der Bretterverkleidung angebracht. Am Fuß des Kerns haftete er an einzelnen Stellen, die unter Feuchtigkeit zu leiden hatten, schlecht. Hier wurde der Verputz durch Einbringen einer Mischung, wie sie im übrigen zum Beton genommen wurde, aber ohne Schottersteine, ersetzt. Dieser Mörtel legte sich zwischen Betonkern und Fels.

Der Fortgang der Betonierung bedingte die Ausführung der Erdarbeiten. Als bald nach Herstellung des unteren Teiles des Betonkerns war die Baugrube bis zur Geländehöhe verfüllt und diese Schüttung als Unterlage für den weiteren Aufbau der Rüstung benutzt worden. Vor der Schüttung des Dammes wurde die obere Grasnarbe in 15 bis 20 cm Stärke entfernt und die Schüttfläche künstlich aufgeraut. Die Erdarbeiten konnten im großen jedoch erst nach vollständiger Fertigstellung des Kerns und seines Verputzes in Angriff genommen werden, nachdem inzwischen auch die Aufmauerung der Brunnen und der Ausbau der Kaskade in ihrem oberen Teile erfolgt war (Abb. 1 Bl. 34). Jedoch wurden dieselben auch dann noch durch das Sengbachgerinne, welches in einer Aussparung im Betonkern liegen geblieben war, behindert. Dieses Gerinne konnte zunächst nicht entfernt werden, da das 350 mm weite Entleerungsrohr nicht imstande gewesen wäre, ein etwaiges, größeres Hochwasser des Sengbaches abzuführen, so daß die Gefahr einer vorzeitigen Anstauung bestanden hätte. Die Beseitigung des Gerinnes erfolgte erst, nachdem im übrigen die Schüttung die Kronenhöhe erreicht hatte. Es wurde für diese Arbeit eine Zeit geringer Wasserführung des Sengbaches abgewartet, und das Wasser durch das Entleerungsrohr abgeleitet. Darauf geschah die Abmauerung der Öffnung im Betonkern und die Zufüllung des Schlitzes in der Schüttung in wenigen Tagen.

Bei Gewinnung des Schüttbodens zeigte sich, daß die Beschaffung so bedeutender Erdmassen, wie sie der Damm erforderte, im ganzen rd. 16 400 cbm, im Gebirge Schwierigkeit bereiten kann. Die Täler sind enge, und es steht an Boden nur jene Menge zur Verfügung, die als Verwitterungsprodukt des Gesteins von den Hängen abgeschwemmt und in den Talsohlen, Wiesen bildend, abgelagert ist. Dies ist im rheinischen Grauwacken- und Schiefergebirge Lehm und Lette. Der Lehm ist von großer Reinheit und sehr dichter Beschaffenheit. An den Hängen herauf wird die Ablagerung zu einem mit Steingeröll durchsetzten Lehmboden, der an sich zwar von guter Beschaffenheit ist; aber diese Hänge sind meist bewaldet, daher ist eine dicke Schicht von Wurzelwerk zu entfernen, bis man auf die zur Schüttung brauchbare Lage kommt. Diese ist dann nur von geringer Mächtigkeit etwa $\frac{1}{2}$ m, darunter wird dann der Boden steinig und ist für Dammschüttungen nicht mehr gut verwendbar. Dazu kommt, daß die Hänge für den Erdaushub schwer angreifbar sind und das Verlegen der Fördergleise Schwierigkeiten bereitet. Auf Massenentnahme kann von dorthier nicht gerechnet werden. Auch in den Talsohlen tritt die Lehm- und Letteablagerung in der Regel nicht in großer Stärke auf. Im allgemeinen lag im Sengbachtale zunächst der Oberfläche eine braune Lehmlage von 60 bis 70 cm, darunter die blaue Lette (Ton) von gleicher Mächtigkeit. Dann stieß man auf steinigen Boden. Die blaue Lette der Talsohle, soweit diese in die Stauffläche des Vorbeckens fiel, sollte unberührt bleiben, um eine dichte Unterbettung des Talbeckens zu wahren. So war innerhalb

des Beckens nur der Lehm verfügbar. Im übrigen wurde der Schüttboden aus den Tälern, oberhalb der Rieselwiesen, bei etwa 400 m Förderweite herangeholt. Der Bedarf für die untere, dem Hauptbecken zugelegene Dammschüttung wurde zum Teil aus den Wiesen dieses Beckens gedeckt.

Es war zu bemerken, daß sich Lehm mehr in trocknen, Ton mehr in feuchten Lagen vorfand. Wie erklärt sich diese Tatsache? Beide Erdarten haben als Verwitterungsprodukte dieselbe Entstehungsart. Sollte die geringere oder größere Feuchtigkeit, unter der sich die Ablagerung und Lagerung vollzieht, von Einfluß gewesen sein? Die Lette lag stets im Grundwasser, der Lehm über dem Wasserspiegel des Baches. Dieselbe Erscheinung zeigte sich auch bei den

Einfluß der Witterung und Temperatur entzogen ist. — Anfang Mai 1901 waren sämtliche Arbeiten des Staudammes beendet. Der ungewöhnlich trockene Sommer 1901 ermöglichte die Stauung des Beckens nicht, da der natürliche Zufluß der Bäche in dieser Zeit für die Wasserversorgung der Stadt Solingen bereits benutzt wurde. Dies war für den Damm insofern sehr günstig, als derselbe nun hinreichende Zeit zum Lagern und Festwerden in sich fand. Als aber Mitte September stärkere Niederschläge eintraten, wurde mit der Füllung begonnen. Das Wasser zeigte anfangs eine grünliche Farbe, die sich jedoch später verlor. Am 7. Oktober 1901 lief die Kaskade zum ersten Male über. Das gefüllte Becken im Eisstand des Winters 1901/02 zeigt Text-Abb. 5.

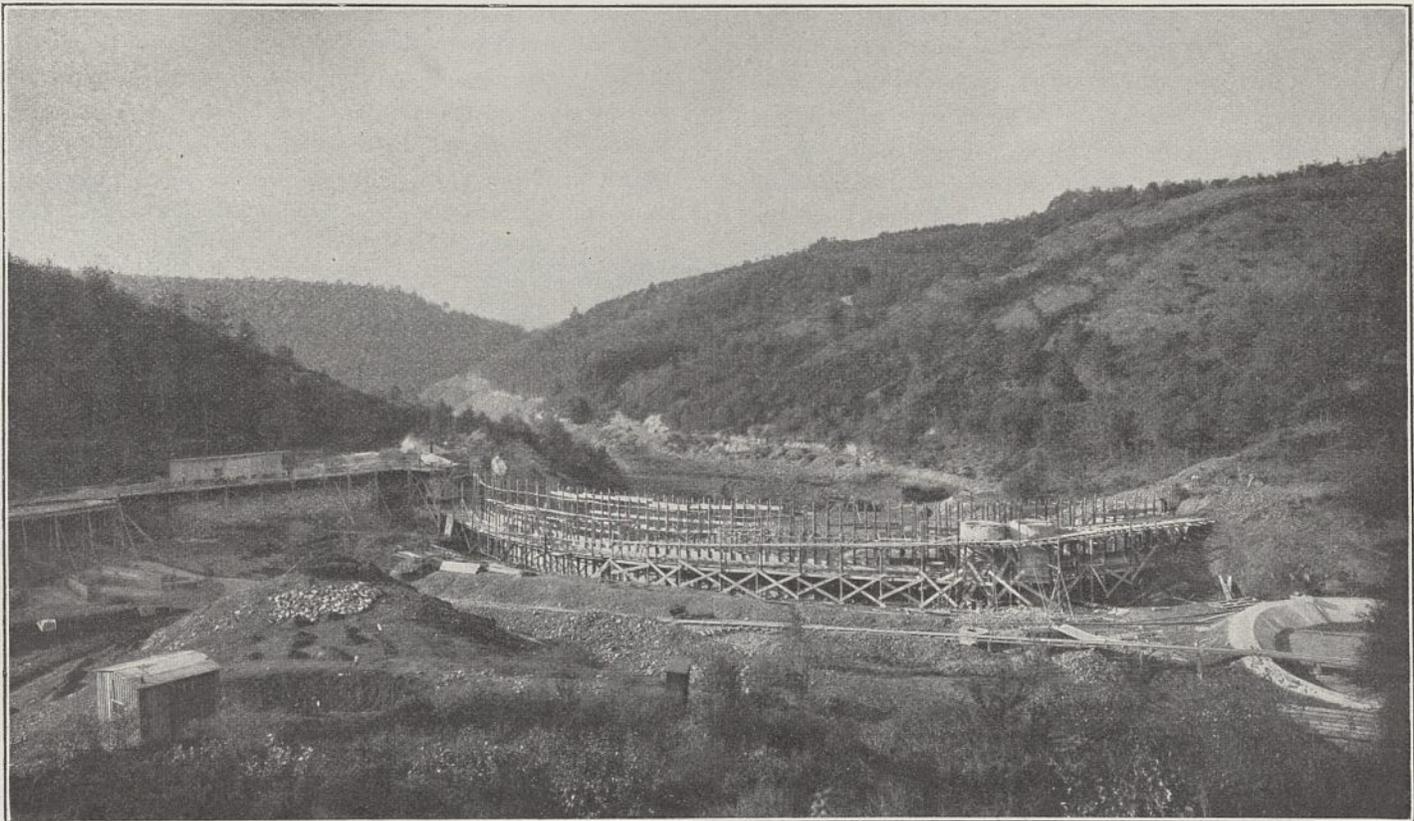


Abb. 3. Ausführung des Betonkerns im Staudamm.

Erdarbeiten am Betriebskanal vom Wehr zum Kraftwerk. Dieser durchschnitt auf etwa 200 m eine Wiese, die zwar über dem Wupperwasserspiegel lag, aber infolge eines an der Wupper sich hinziehenden Rückens Vorflut nicht hatte und stets stark naß war. Auch hier war die blaue Lette vorhanden, während in der Nähe an höheren trockneren Stellen Lehm lagerte. Man möchte hieraus schließen, daß die Verwitterung der felsigen Hänge, welche mit dem Regenwasser in unendlich kleinen Teilchen herabrieselt, sich in trockner Lage als Lehm niederschlägt, während in der Grundwasserfeuchtigkeit eine Umsetzung in Lette stattfindet.

Die für die Dammkrone und die untere Böschung vorgesehene Abpflasterung wurde zunächst als Steinabdeckung aufgebracht, indem die Steine gleichmäßig über die ganze Fläche ausgebreitet wurden. Nachdem eine genügende Austrocknung des Dammes erfolgt war und angenommen werden konnte, daß die Setzungen beendet waren, wurde die Pflasterung ausgeführt, und zwar über dem Betonkern hinweg, so daß dieser ganz eingehüllt und dadurch dem unmittelbaren

VII. Die große Talsperre.

a) Beschreibung.

Das Sengbachtal besitzt an der Stelle, an welcher die große Sperrmauer errichtet ist, infolge beiderseitig scharf vorspringender Bergnasen eine besondere Enge. In der Sohle in Höhe, + 111 N.N., beträgt die Talbreite etwa 38 m, in der Kronenhöhe 160 m, senkrecht zur Talachse gemessen. Die Mauer (Abb. 1 bis 11 Bl. 31) hat eine Gesamthöhe von 43,0 m. Ihre Stärke an der Sohle beträgt 36,50 m, in der Krone, welche als Fahrweg ausgebildet ist, 4,45 m. Sie ist in Bogenform ausgeführt nach einem Halbmesser, welcher auf die luftseitige Kante in Kronenhöhe bezogen, 150 m mißt. Die Kronenlänge beträgt 178 m.

Der äußere Aufbau ist einfach gehalten, da der Bau als Zweckmäßigkeitsbau errichtet worden ist. In die große talwärtsgewendete Mauerfläche bringen Steinbänder einige Abwechslung. Die Bekrönung ist in Bogenform aufgelöst und an den Endfeldern durch Sechseckpfeiler abgeschlossen. Während in den Bändern, den Bogensteinen und dem sonstigen

hammerrecht bearbeiteten Steinwerk lediglich das an Ort und Stelle gewonnene Gestein Verwendung gefunden hat, ist in der Bekrönung und in den Werksteinfeilern der Geländerbrüstung Basaltlava angewendet worden, da das etwas spröde Gestein des Lenneschiefers und der Grauwacke zu feinerer Gliederung sich nicht eignet.

Die Sperrmauer ist in der Sohle wie an den Hängen in festen Felsen eingelassen. Der Fels beginnt etwa 3 bis 4 m unter Talsohle in der durchschnittlichen Höhe von 108 N.N. Die Mauer greift noch 2 bis $2\frac{1}{2}$ m in die Felslage ein. Der Eingriff an den Hängen ist zum Teil wesentlich stärker, da hier schlechte Gesteinslagen von bedeutender Mächtigkeit beseitigt werden mußten (vgl. S. 336 unter c).

Die Sperrmauer ist in Bruchsteinmauerwerk in Traßmörtel ausgeführt. Der Mörtel besteht aus 1 Rtl. Fettkalk, $1\frac{1}{2}$ Rtl. Traßmehl und $1\frac{3}{4}$ Rtl. gewaschenem Rheinsand. In der Außenfläche an der Luftseite etwa auf 30 cm tief und in der Verblendmauer an der Wasserseite ist ein Mörtel verwendet worden, der zur Hälfte aus Zementmörtel (1 Zement, 2 Rheinsand) und zur Hälfte aus Traßmörtel in der oben angegebenen Mischung besteht. Die Hausteine der Bekrönung und die Wölbsteine der Bögen an der Luftseite sind in reinem Zementmörtel versetzt.

Im Innern der Mauer ist 1,5 m hinter der wasserseitigen Fläche eine Entwässerung angelegt, welche den Zweck hat, das etwa von der Wasserseite her bei dem vorhandenen hohen Druck trotz der Abdichtung in die Mauer eintretende Sickerwasser abzufangen und spannungslos nach den beiden Rohrstellen abzuführen. Diese Drainage, welche die ganze Mauerfläche überdeckt, besteht aus einem Netz von senkrechten Saugröhren von 50 mm Lichtweite, die in $2\frac{1}{2}$ m Abstand voneinander liegen und in Sammler von 100 mm Durchmesser münden. Diese Sammelrohre laufen in Sohlhöhe in die Rohrstellen ein und liegen im Gefälle von 1:200. An den Hängen ist ihre Lage dem Abfall derselben angepaßt mit der Maßgabe, daß sie etwa 1 m von dem Fels ab bleiben. Die Saugedrainen bestehen aus stumpf aneinander stoßenden porösen Tonrohren, die Sammelrohre aus glasierten Tonrohren mit Muffen.

An der Wasserseite ist die Mauerfläche mit einem Verputz versehen, der am Fuße der Mauer beginnt, wo er bis zu dem ansteigenden Fels hinübergreift. In dem unteren Teile bis Ord. + 128 N.N. liegt der Verputz an der Außenfläche geschützt durch die Erdanschüttung. In dem oberen freistehenden Teile der Mauer ist zu seinem Schutze gegen die Einwirkungen des Wassers und der Witterung eine Verblendmauer angebracht. Diese Verblendung greift in 0,90 und 0,60 m Stärke mit schwalbenschwanzförmiger Verzahnung in den Mauerkörper ein (Abb. 10 u. 11 Bl. 31). Ihre Lage wird außerdem durch eine geringe Abböschung der Mauer gesichert. Dort wo die Wasserentnahmeschächte stehen, legt sich der Verputz als trennende Schicht zwischen dem Mauerwerk der Schächte und dem der Talsperre und greift in die Abmauerungen der Rohrstellen hinein, so daß auf der gesamten wasserseitigen Mauerfläche eine ununterbrochene Abdichtung besteht. Dieser Verputz besteht aus zwei Lagen, die zusammen eine Mindeststärke von 25 mm haben. Die untere Lage ist Zementtraßputz, zusammengesetzt aus 1 Teil Zementmörtel (1 Zement, 2 Sand) und $\frac{1}{3}$ Teil Traßmörtel (1 Kalkbrei, $1\frac{1}{2}$ Traß,

$1\frac{1}{2}$ Sand). In der Oberfläche ist dieser Putz durch einen feinen Zementmörtelüberzug (1:1) in etwa 5 mm Stärke glatt und dicht abgeglichen und zweimal mit Siderosthen gestrichen.

Eine besondere Sicherung hat der Mauerfuß an der Wasserseite erhalten (Abb. 8 Bl. 31). Hier ist über dem erwähnten Verputz, der über den Fels hinübergreift, eine Betonlage von durchschnittlich 50 cm zwischen der verputzten Mauer und dem aufsteigenden Fels eingestampft. Dieser Beton besteht aus 1 T. Zement, $\frac{1}{2}$ T. Kalkbrei, $\frac{1}{2}$ T. Traß, 4 T. Sand, 7 T. Kleinschlag. Darüber ist ein zweiter Verputz von gleicher Mischung eingebracht, der an den Verputz der Mauer anschließt.

Vor der Mauer befindet sich nach der Wasserseite eine Erdanschüttung, deren Spitze in der Mitte des Tales auf + 129 N.N. liegt, nach den beiden Hängen hin etwas ansteigt und sich dort annähernd bis zu der Höhe der Mauerkrone hinzieht. Der Zweck der Schüttung, die die Neigung 1:2 hat, ist ein doppelter. Einmal wird durch sie die statische Wirkung erreicht, daß die Drucklinie bei leerem Becken nach dem Mauerinnern, dem mittleren Drittel, hingedrängt wird. Dann dient die Schüttung zur weiteren Abdichtung der Mauer und, wie bemerkt, zum Schutz des Verputzes. Es kann angenommen werden, daß etwaige feine Risse oder Poren durch das sickernde Wasser mit diesen Lehmteilchen in einiger Zeit voll zugeschlemmt werden. An der Mauer ist in der mittleren Stärke von $1\frac{1}{2}$ m eine Schüttung aus reinem Lehm und Lette eingebracht und eingestampft. Es ist durchaus zu vermeiden, unmittelbar an dem Verputz steinhaltigen Boden zu verwenden, da beim Stampfen und bei den unvermeidlichen Sackungen eine Beschädigung des Putzes eintreten würde, wodurch die abdichtende Wirkung des letzteren stark beeinträchtigt werden müßte. Weiter ab von der Mauer ist zur Schüttung der lehm- und geröllhaltige Boden benutzt, wie er aus den oberen Lagen des Aushubes der Baugrube gewonnen wurde.

Zur Entlastung des Sammelbeckens ist am linken Talhänge ein Überlauf mit anschließender Kaskade angelegt. Die Kronenlänge dieses Überlaufes beträgt 25 m und liegt in der Höhe des normalen Wasserstandes + 147 N.N. Sollte also, wie bei der statischen Untersuchung zur Vorsicht angenommen wurde, der Wasserspiegel bis zur Mauerkrone d. h. auf + 148 N.N. steigen, so würde über den Überlauf für $h=1$ m Strahldicke und $b=25$ m Überfalllänge bei

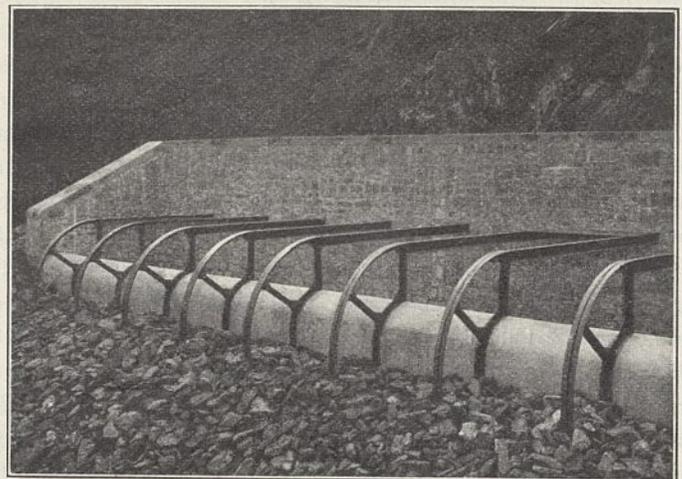


Abb. 4. Überlauf mit Eisbrechern.

$\frac{2}{3} \mu = 0,5$ und $\sqrt{2g} = 4,43$ eine sekundliche Wassermenge ablaufen können von

$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} = 0,5 \cdot 25 \cdot 4,43 \cdot 1 \cdot = 55,4 \text{ cbm,}$
während für das Niederschlagsgebiet oberhalb der Talsperre von 11,8 qkm die größte sekundliche Abflußmenge 12 cbm kaum je betragen wird. Zum Schutze des Überlaufs gegen schwimmende Gegenstände (Eisschollen und Baumstämme), welche in den Überlauf gelangen und ihn verstopfen könnten, sind eiserne Eisbrecher und Schutzbalken aus **I**-Eisen in 2 m Abstand voneinander angebracht (Abb. 2 Bl. 31 und Text-Abb. 4). Die Kaskade hat 5 m Lichtweite bei einer Mindesthöhe der Seitenwände von 1,5 m. Der Raum ist durch Aussprengen des Felsens am Hange geschaffen

welche bis zum Ende der Erdschüttung reichen und hier durch Flügeleinläufe ihren Abschluß finden. Diese Einläufe sind durch Gitter abgedeckt, welche aus 3 cm starken Gasrohren in lichten Entfernungen von 7 cm hergestellt sind. Während der rechte Stollen in gerader Linie durch die Erdschüttung und Mauer hindurch geführt ist, bedingte die Enge des Tales für den linken Durchgang einen Knick. An der Luftseite bilden den Zugang zu den Rohrstollen die der Mauer vorgebauten Schieberhäuser. Diese sind in Bruchsteinmauerwerk mit Traßmörtel hergestellt und in den Ansichtsflächen mit hammerrechten Steinen und Basaltlavasteinen verblendet. Die Eindeckung besteht aus Schwemmsteinkappen zwischen **I**-Trägern und darauf befestigten Schieferplatten. Diese Vorbauten

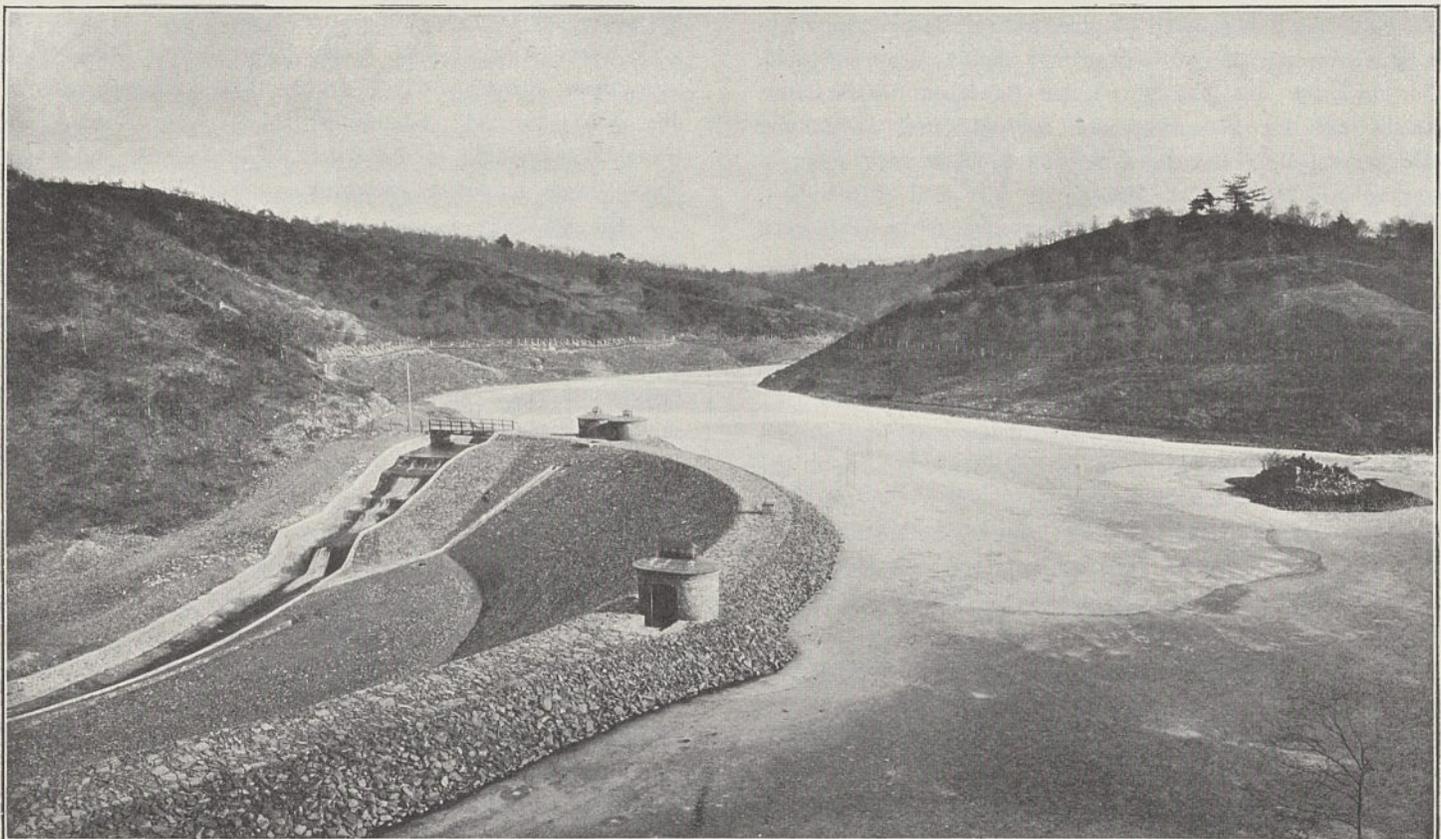


Abb. 5. Das Vorbecken.

worden. Der Abfall der Abtreppungen ist der natürlichen Gestaltung des Hanges möglichst angepaßt. Die Kaskade ist in der Sohle wie an den Seitenwänden mit Bruchsteinmauerwerk in Traßmörtel ausgemauert. Eine solche Verkleidung des Felsens zum Schutze gegen die Auswitterung erscheint in dem Schiefergebirge des Devons notwendig, um den Fels dem Einfluß der Witterung zu entziehen. Der Frost schadet hier um so mehr und wirkt zersetzend, weil der Fels durch das Überströmen wiederholt wasserdurchtränkt wird.

Die Mauerkrone ist als Fahrbahn für den öffentlichen Verkehr ausgebildet. Auf einer Betonlage von 20 cm Stärke befindet sich eine 3 cm dicke Lage Gußasphalt, welche das Eindringen des Tagewassers in die Mauer von oben her verhindern soll.

Durch die Mauer hindurch sind zwei Stollen geführt worden, welche die Rohrleitungen für die Entnahme des Wassers aus dem Talbecken aufnehmen. An der Wasserseite haben die Stollen in gemauerten Kanälen ihre Fortsetzung,

müssen gut gelüftet sein, da die in den Stollen vorhandene Feuchtigkeit sonst starkes Einrosten der Eisenteile, Werfen der Türen und andere Übelstände mit sich bringt. Der doppelte Durchgang ist sowohl für die Zeit der Bauausführung zweckmäßig, wie er auch für den späteren Betrieb eine erhöhte Sicherheit bietet, falls an einem der Stollen oder seiner Rohre und Schieber eine Beschädigung eintreten sollte. Es ist für solchen Fall die doppelte Möglichkeit vorhanden, das Becken durch den einen oder anderen Stollen hindurch nach Einschaltung von Verbindungsrohren zwischen den beiden Schieberhäusern an der Luftseite in Betrieb zu erhalten oder zu entleeren, wenn sich die letztere Notwendigkeit nicht umgehen läßt. Vorsicht in dieser Hinsicht erscheint immerhin geboten, da die Vorrichtungen späterhin zum großen Teil unter Wasser kommen und bei irgend welchen Vorfällen wegen der bedeutenden Wassertiefe, hier 36 m, an die Wassereinläufe schwer heranzukommen ist. Während der Bauausführung aber ist es Aufgabe des einen Stollens, sobald die Mauer bis

Talsole hochgeführt ist, den Bachlauf aufzunehmen, während der andere Stollen den vielfach notwendigen Verkehr im Tale durch die Mauer für die Baustoffzufuhr aufrecht erhält. Überdies ist das wechselweise Umleiten des Baches durch diese Stollen für die Verlegung der Rohrleitungen und die Abmauerung der Stollen erforderlich.

Unmittelbar oberhalb der Mauer, sich in ihrem unteren Teile an diese lehnd, aber von derselben durch die Verputzschicht getrennt, stehen die Schächte auf gemeinsamem Fundament mit der Mauer. Diese getrennte Stellung ist insofern günstig, als die Bewegungen der Mauer infolge des Wasserdruckes und Wärmewechsels die Schächte nicht beeinflussen. Diese Einsteigeschächte, deren oberen Abschluß turmartige Aufbauten bilden, nehmen die wasserseitigen Rohrverschlüsse und Schiebergestänge auf; sie sind bis zur Mauerkrone hochgeführt, wo sie durch Brücken mit dieser verbunden sind. Sie gewähren den Zugang zu den Getrieben der Schieber, welche auf der Abdeckung der Schächte ihre Aufstellung erhalten haben. Im rechten Schacht befinden sich außer in der Sohle noch in den Höhen + 131 und 139,5 N.N. Rohreinlässe, um je nach dem Wasserstande im Talbecken Wasser in passender Tiefe für die Wasserversorgung entnehmen zu können. An den Schächten sind zwei Pegel aus Porzellanplatten angebracht. Der eine gibt die Stauhöhen des Beckens über Talsole oder N.N., der andere den Stauinhalt für die jeweilige Füllhöhe an.

Die Rohrstollen innerhalb der Mauer sind mit großen plattenförmigen Wölbsteinen in Zementtraßmörtel kräftig gewölbt und dicht und glatt überputzt. Die unter der Erdschüttung liegenden Zulaufstollen, auf einer Betonunterlage und zum Teil auf Fels, zum Teil auf gewachsenem Boden gegründet, sind in Traßmörtel und lagerhaften Steinen in der Sohle wie an den Wandungen ausgeführt und im Gewölbe mit Ziegelmauerwerk geschlossen. Die Entnahmeschächte sind in dem unteren Teile, durch welchen die Rohrleitungen hindurch gehen, in Ziegelmauerwerk, von Ord. + 118 ab in Bruchsteinmauerwerk hochgeführt. Sie haben in den Außenflächen einen gleichen Zement-Traßputz erhalten wie die wasserseitige Mauerfläche.

Die Stollen sind innerhalb der Mauer an der Wasserseite in Ziegelsteinen und Zementtraßmörtel abgemauert. Diese Abmauerung besteht aus drei Ringen und verengt sich nach der Luftseite hin von allen Seiten trichterförmig, so daß die Mauerpfropfen durch den Wasserdruck wie ein Keil in das Mauerwerk der Talsperre hineingepreßt werden. Zwischen je zwei Ringen befindet sich eine Putzlage mit Siderosthenanstrich.

Die Mörtelmischung für das Ziegelmauerwerk der Einsteigeschächte und der Wölbung der Zulaufstollen ist: 1 T. Zement, $\frac{1}{4}$ T. Kalk, $\frac{1}{2}$ T. Traß, 4 T. Sand, für das Ziegelmauerwerk zur Abmauerung der Rohrstollen und zur Einmauerung der Rohre, $\frac{3}{4}$ Zementmörtel (1 Zement, 3 Sand) und $\frac{1}{4}$ Traßmörtel (1 Kalk, $1\frac{1}{2}$ Traß, $1\frac{3}{4}$ Sand). Beide Einzelmörtel wurden zunächst für sich hergestellt und dann gemengt. Die Abmauerung der Rohrstollen und die Einmauerung der eisernen Entnahmerohre ist eine Arbeit, die besondere Sorgfalt erfordert. Wenige Meter dieses Mauerwerks sollen dieselbe Festigkeit und Dichtigkeit aufweisen, welche im übrigen die Gesamtstärke der Mauer besitzt. Die Abmauerung erfolgt

wie in Solingen, so überhaupt meist in Ziegelmauerwerk. In dem engen Raume des Stollens sind die Ziegelsteine handlicher als die groben Bruchsteine und lassen sich daher besser den Ecken und Formen anpassen. Geringe Wasseraufnahmefähigkeit der Ziegel und Beständigkeit unter Wasser ist notwendig. Das Mauern mit vollen Fugen ist hier, wenn je, am Platze. Es scheint für diesen Zweck vorteilhaft, den Mörtel feucht anzumachen. Der Beton im Fundament der Zulaufstollen hat die Mischung erhalten: 1 Zement, $\frac{1}{2}$ Kalkbrei, $\frac{1}{2}$ Traß, 4 Sand, 8 Kleinschlag.

Die durch die Mauer hindurchgehenden Rohre — zwei von 700 mm Lichtweite für Druckwasserentnahme und Leerlauf, eins von 350 mm l. W. für Trinkwasserableitung — sind, soweit sie innerhalb der Stollenabmauerung liegen, geschweißte, mit Dichtungsringen versehene Rohre, verzinkt und asphaltiert. Alle übrigen Rohre innerhalb der Mauer sind asphaltierte Flanschenrohre. In die Rohrleitungen sind in den Schächten wie unmittelbar hinter der Abmauerung Schieber eingefügt, so daß jeder Rohrdurchgang durch die Mauer durch doppelten Verschuß gesichert ist.

Die Schieber, welche in den Schächten an der Wasserseite liegen, sind als Zugschieber, die in den Stollen hinter der Abmauerung als Spindelschieber ausgebildet (Abb. 8 Bl. 31). Bei den ersteren erfolgt die Bedienung auf große Entfernung hin mittels Gestänge. Werden hierbei Anordnungen benutzt, bei denen die Spindel unten am Schieber sitzt, so wird beim Öffnen und Schließen das Gestänge auf Verdrehen beansprucht. Durch die Verdrehung wird nun einerseits das Gestänge in seiner Wirksamkeit insofern behindert, als beim Wechsel der Bewegungsrichtung infolge der großen Länge tote Gänge entstehen, bis die Spindel anzieht, andererseits müssen bei der Drehung weitere Widerstände überwunden werden. Das Gestänge läßt sich auch bei der besten Ausführung schwer genau nach einer mathematisch geraden Linie ausrichten. Da nun das Gestänge auf je 3 bis 5 m in festen Stützpunkten von Konsollagern geführt wird, so muß es bei der Rundbewegung in diesen kleinen Ungenauigkeiten ausgerichtet werden. Dies erfordert bedeutende Kraftäußerung. Es ist daher vorteilhaft, vor allem bei hohen Sperrmauern, das Gestänge nur in seiner Längsrichtung zu beanspruchen. Dies geschieht, wenn die Spindel an die obere Bedienungsbrücke verlegt wird. Dann ist das Gestänge für die Übertragung von Zug- und Druckkräften einzurichten.

Fernerhin erscheint es ratsam, den Schiebervorgelegen eine große Übersetzung zu geben, damit das Öffnen und Schließen durch einen Mann mit Sicherheit erfolgen kann. Es kommt hierbei im allgemeinen weniger darauf an, daß der Schieber schnell bewegt werden kann; die Zeit hierfür steht innerhalb gewisser Grenzen frei zur Verfügung, aber es ist von Wichtigkeit, daß die Bewegung eine leichte ist. Denn der Talsperrenwärter ist meist allein und bei der Abgelegenheit solcher Bauten hat er nicht gleich jemand zur Hilfe, wenn ihm Schwierigkeiten im Betriebe entgegentreten. Für die Berechnung der Vorgelege ist es von Wichtigkeit, die Widerstände richtig in Ansatz zu bringen. Für Wasserschieber rechnet man mit einer Reibungszahl $\mu = 0,1$. Hiernach für Talsperren berechnete Vorgelege haben sich in der Praxis nicht als genügend stark erwiesen. Man wird eine Reibung von $\mu = 0,31$ zugrunde legen müssen. Bei den

hieraus sich ergebenden bedeutenden Bewegungswiderständen ist es für große Durchflußöffnungen zweckmäßig, statt der Gleitschieber Schützenzüge auf Rollen anzuordnen.

Als Triebwerke sind bei allen Schiebern Schnecken-vorgelege angeordnet, mit einer $13\frac{1}{2}$ -fachen Übersetzung für die 700 mm Schieber und 10fachen Übersetzung für die kleinen Schieber. Das Öffnen dauert hierbei 7 bis 9 und 4 bis 5 Minuten. Für die Wahl der Schnecken-vorgelege sprach der Umstand, daß sie gegenüber den Zahnradvorgelegen weniger Platz einnehmen, was besonders am rechten Entnahmeschacht mit seinen fünf Schiebern ins Gewicht fiel. Für die Möglichkeit stets reichlicher Schmierung ist gesorgt und durch Einkapselung der Triebwerkteile äußeren Einflüssen begegnet. Die Kurbeln der Vorgelege sind abnehmbar und die Vierkante sämtlich von gleichen Abmessungen, so daß jede Kurbel überall paßt. Das ist für den Betrieb von Wichtigkeit.

Das Gestänge der Zugschieber besteht aus \square -Eisen, welche durch zwischenliegende gußeiserne Rollen in Abständen von 5,0 m geführt werden. Diese Führung ist nur eine lose, und es ist damit eine gewisse Beweglichkeit nach allen Richtungen hin gesichert. Etwa sich zwischensetzende kleine Holzstückchen werden bei der Bewegung durchgewalzt. Die langen Gestänge sind außerdem durch Kugellager abgetragen. Um den Abstand zu wahren und die erforderliche Steifigkeit zu sichern, sind zwischen den \square -Eisen auf je 1,70 m Entfernung Zwischenstücke angeordnet. Die Rollenführung ist verstellbar, so daß die lotrechte Lage der Führung jederzeit berichtigt werden kann. Die Vorgelege besitzen Selbsthemmung, besondere Hemmvorrichtungen sind darum nicht vorgesehen.

Die Schieber sind im Innern sämtlich mit abgesetztem Durchgang — Lindleys Bauweise — versehen. Diese Anordnung hat den Vorteil des besseren Schließens. Es ist keine Rille vorhanden, in welcher sich Schmutz ablagern kann, der einen dichten Abschluß verhindert. Irgendwelche Ablagerung wird hierbei im Augenblick des Schlusses, wo die Strömung im Rohre sehr heftig wird, hinweggespült. Die Zugschieber sind auf ihren Unterlagern verankert.

b) Die statische Berechnung der Sperrmauer.

Der normale Stau des Sammelbeckens liegt auf + 147 über N. N., das Gelände an der Absperrungsstelle an der tiefsten Stelle auf + 111 N. N. Obgleich bei den Schürfungen Felsen schon in einer Tiefe von i. M. 3,7 m unter Talsohle angetroffen wurde, war für die Berechnung doch zur Vorsicht angenommen worden, daß die Gründungssohle mit den Verzahnungen noch 2,3 m in den Felsen eingreifen müßte, d. h. daß die Gründungssohle an den tiefsten Punkten bis auf + 105 N. N. herunterzuführen sein würde. Diese Annahme erwies sich in der Ausführung als zutreffend, indem die mittlere Felssohle im Talgrunde auf 105,5, an einzelnen Stellen aber auf 105 N. N. liegt. Die größte der Berechnung zugrunde gelegte Mauerhöhe ergibt sich hiernach zu $148 - 105 = 43$ m.

Für die Bestimmung des Mauerquerschnittes sind an der Solinger, wie an den übrigen rheinisch-westfälischen Talsperren folgende Grundsätze zur Anwendung gekommen:

1. Das Gewicht für das aus Bruchsteinen des Ton-schiefer- und Grauwackengebirges und aus Traßmörtel hergestellten Mauerwerks ist zu 2300 kg/cbm angesetzt worden.

Nach den Ermittlungen beim Bau der Solinger Talsperre ergab sich das Gewicht in einem Probemauerklötz zu mehr als 2400 kg.¹⁾ Man wird sich nicht verhehlen dürfen, daß die genaue Feststellung des Gewichtes des verwendeten Mauerwerks von nicht zu unterschätzender wirtschaftlicher Bedeutung ist. Denn ob 2300, wie in Solingen zur größeren Sicherheit geschah, oder 2400 kg in die statische Untersuchung übernommen werden, das gibt einen Ausschlag von rd. 4 vH. Es würde also bei dem größeren Gewicht mit 4 vH. weniger Masse dieselbe Gesamtlast, d. h. dieselbe Standsicherheit gegen Kippen erzielt werden. Bei dem für die Berechnung maßgebenden Rauminhalt der Solinger Talsperre von 65500 cbm Mauerwerk betragen 4 vH. 2620 cbm. Das ergibt bei dem Preise von 15,5 \mathcal{M} für 1 cbm einen Geldbetrag von 40600 \mathcal{M} . Eine vorherige sorgfältige Gewichtsermittlung verdient darum beim Entwurf einer Talsperre sicherlich Beachtung.

2. In der statischen Untersuchung für gefülltes Becken ist das Verblendmauerwerk an der Wasserseite in einer mittleren Dicke von 0,7 m unberücksichtigt geblieben. Diese Verblendung ist jedoch in Rechnung gesetzt bei der Untersuchung der Standfestigkeit für geleertes Becken.

3. Es wurde angenommen, daß der Überlauf aus irgend welchen Gründen nicht mehr in Wirksamkeit sei und daß daher der Wasserspiegel bis zur Mauerkrone steigen könne. Der Überlauf liegt in Wirklichkeit 1 m unter Mauerkrone, so daß im gewöhnlichen Verlaufe der Wasserdruck stets geringer als angenommen sein wird.

4. Der Erddruck der Hinterfüllung wurde, wie dies hinsichtlich des Wasserdrucks geschehen ist, bis auf den Felsen hinabreichend angenommen. Der Erddruck an der Luftseite von der Erdoberfläche bis auf den Felsen wurde dagegen nicht in Betracht gezogen. Der Boden der Hinterfüllung ist unter Wasser mit 800 kg/cbm Überlast und für einen Reibungswinkel von 20° von Erde auf Erde bei Ermittlung des Erddruckes in Rechnung gestellt worden. Der Reibungswinkel an der Mauer wurde gleich Null gesetzt.

5. Die Vergrößerung der Standsicherheit, welche die Mauer durch ihre nach einem Kreisbogen gewölbte Grundrißform und durch die gewölbartige Verspannung gegen die Talhänge erhält, ist nicht berücksichtigt worden. Nach eingehenden theoretischen Untersuchungen ist bei den großen Krümmungshalbmessern, welche unsere Talsperren meist erhalten, die im Grundriß gekrümmte Form von verschwindendem Einfluß auf die Standsicherheit der Mauern.²⁾ Man wird eine Erklärung hierfür in folgendem suchen dürfen. Der in der Ebene des Querschnittes wirkende Wasserdruck trifft auf eine so reichlich bemessene Mauermaße, daß nur eine geringe Materialbeanspruchung eintritt. Diese Beanspruchung müßte erst eine weit größere, die Zusammen-drückung des Materials und der gekrümmten Mauer eine stärkere werden, ehe die Bogenwirkung sich überhaupt entwickeln könnte. Unsere Talsperren sind mit den großen Querschnitten als Stützmauern konstruiert und wirken eben auch als solche. Einige amerikanische Talsperren jedoch haben so geringe Querschnittsabmessungen, daß eine Inanspruchnahme als Stützmauer zur Überlastung des Materials

1) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1901 S. 625.

2) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1899 S. 301.

und zur Zerstörung führen müßte. Hier ist und kann nur der Bogen der tragende Teil sein, wie die Berechnung und die Erfahrung unzweideutig dartun (vgl. auch Absch. VI). Diese beiden Grenzkonstruktionen zeigen, wie sich bei Sperrmauern, die im Grundriß gekrümmt sind, Stützmauer- und Bogenwirkung ergänzen. Es müßte sich im gegebenen Falle ein Querschnitt bilden lassen, in dem beide Widerstandsvermögen in gleichem Maße zur Geltung kommen.

Unter diesen Annahmen wurde die Untersuchung graphisch und analytisch durchgeführt. Für die zeichnerische Berechnung wurde das Mauerwerk in wagerechte Schichten von je 5,0 m Höhe eingeteilt und die Zusammensetzung der wirkenden Kräfte des Mauerwerks, des Wasser- und Erddrucks in der für die Untersuchung von Stützmauern üblichen Weise für gefülltes und für leeres Becken vorgenommen. Die Aufzeichnung des Kräfte- und Seilpolygons zeigte, daß die Stützlinie in beiden Fällen innerhalb des mittleren Drittels, des Kerns, verblieb (Abb. 7 bis 9 Bl. 30).

Für die Querschnittsbemessung der Talsperren von mittlerer Höhe ist nicht sowohl die Beanspruchung des Materials als die Forderung maßgebend, daß die Drucklinien in allen Fällen im Kern verbleiben, also äußerstenfalls an dessen Grenzen herantreten dürfen, damit Zugspannungen unter allen Umständen vermieden werden. Solche können besonders an der Wasserseite gefährlich werden, wo ein etwaiges Öffnen der Lagerfugen den Eintritt des Wassers und die Entwicklung des inneren Auftriebes in der Mauer zur Folge haben würde. Man geht hierin bisweilen wohl noch einen Schritt weiter und verlangt, daß an der Wasserseite bei der ungünstigsten Beanspruchung des gefüllten Beckens noch ein Überschuß an Druck vorhanden bleibt. Bei hohen Sperrmauern, welche eine große Belastung des Untergrundes schon durch ihr Eigengewicht verursachen, bedingt die zulässige Kantenpressung, die bei gutem Gestein und Mörtel und festem Felsuntergrunde auf höchstens 10 bis 12 kg/qcm bemessen wird, die Verlegung der Drucklinie nach dem Kern und zwar entsprechend der Zunahme der Höhe mehr und mehr nach der Mitte der Mauerbreite. Daraus erklärt sich auch, daß bei sonst gleichen Rechnungsannahmen das Verhältnis von unterer Breite zur Höhe, welches bei Mauern bis etwa 25 m 0,66 bis 0,70 : 1 beträgt, mit wachsender Mauerhöhe zunimmt und bei etwa 60 m Höhe annähernd 1:1 wird.

Zur Vergleichsprüfung des zeichnerischen Rechnungsverfahrens wurden für alle wagerechten Fugen in Höhenabständen von je 1,0 m die größte und kleinste Kantenpressung, sowie die Entfernung des Stützpunktes von der Kante des Kerns durch Aufstellung der Momentengleichungen, bezogen auf den Mittelpunkt jeder Fuge, berechnet. Diese Untersuchung erwies ebenfalls, daß die Stützlinie innerhalb des Kerns des Mauerquerschnitts verblieb und daß die größte Kantenpressung an der Wasserseite in der untersten Fuge mit 7,23 kg/qcm und bei leerem Becken die größte Beanspruchung an der Luftseite in Höhe der Ordinate + 112 mit 8,04 kg/qcm entstand. In Abb. 10 Bl. 30 ist die Größe der Kantenpressungen für die ganze Mauerhöhe zeichnerisch aufgetragen. Diese Darstellung läßt den Verlauf der wechselnden Beanspruchung erkennen. Wenn somit nach dem gewöhnlichen Rechnungsverfahren die volle Standsicherheit der Mauer vorhanden war und die größten Beanspruchungen

innerhalb der üblichen und zulässigen Grenzen für Bruchsteinmauerwerk und Fels verblieben, so zeigte eine weitere Prüfung, daß bei Rechnung unter Annahme offener Lagerfugen sich eine größere als die obige Materialbeanspruchung ergab. Es trat hiernach eine größte Pressung von 13,7 kg/qcm ein. Der Mauerquerschnitt wurde infolgedessen so weit verstärkt, daß sich in der am meisten beanspruchten Lagerfuge + 123 N. N. ein Druck von 10 kg/qcm ergab.

Die in Abb. 10 Bl. 30 eingetragenen Querschnittslinien zeigen die luftseitige Begrenzung der Mauer mit und ohne Berücksichtigung des inneren Auftriebes sowie den zur Ausführung gelangten Mauerquerschnitt. Dieser Querschnitt leistet in der gefährlichen Fuge der Bedingung der offenen Lagerfugen Genüge und vermeidet andererseits im oberen Teile die scharfe Einklinkung. Ein scharfer Wechsel im Querschnitt einer Mauer wird immer ungünstig wirken. Man kann zwar einwenden, daß theoretisch die Mauerstärke an der Krone gleich Null sein kann und daß somit in den obersten Lagen eine bei weitem zu starke Materialanhäufung vorhanden ist, die eine sehr geringfügige Beanspruchung zur Folge hat. Man würde nach dieser Anschauung erst von einer gewissen Grenze ab dem wachsenden Drucke einen zunehmenden Materialquerschnitt entgegensetzen. Das führt dann zu einem plötzlichen Querschnittswechsel. Wie groß nun auch die wirkenden Kräfte sind, ob sie dem Widerstandsvermögen des Baustoffes nach den üblichen Annahmen angepaßt sind oder ob sie weit dahinter zurückbleiben, stets wird eine scharfe Änderung im Querschnitt einen entsprechenden plötzlichen Wechsel in der Materialbeanspruchung zur Folge haben. Es ist klar, daß dies ungleiches Zusammenpressen und infolgedessen ungleiche Längenänderungen des gedrückten Materials herbeiführen muß, wodurch leicht Risse eintreten können. Man wird also gut tun, der nach unten hin stetig zunehmenden Belastung durch einen stetig größer werdenden Querschnitt zu begegnen.

e) Die Erd- und Felsarbeiten in der Baugrube.

Die gesamten Abräumungs- und Felsarbeiten erfolgten in einem Zuge hinauf bis zur zukünftigen Mauerkrone vor Aufnahme der Mauerarbeiten. Bedeutsam ist hierbei der Vorteil, daß man mit den Sprengungen in der Baugrube fertig wird, bevor das erste Mauerwerk angesetzt ist, so daß der spätere Mauerbetrieb hierdurch nicht gestört wird und Verschmutzungen der Maueroberfläche durch herabfallendes Erdreich und Gestein nicht vorkommen können. Überdies erfordern nachträgliche Sprengungen im Bereich der Baustelle, wenn die Mauer bereits ein Stück hochgeführt ist, große Vorsicht, weil die Gefahr vorliegt, daß das noch frische Mauerwerk durch die Erschütterungen des Gebirges Schaden nimmt.

Die Untergrundverhältnisse gestalteten sich im allgemeinen so, wie die Probe-schürfungen ergeben hatten, welche an der Talsohle unterhalb der Mauer vor Inangriffnahme des Baues ausgeführt waren (Text-Abb. 6). Der obere Fels war lose und verwittert und mußte in 2 bis 2½ m Tiefe abgeräumt



Abb. 6.
Schürfloch Nr. II.
(vgl. Abb. 7 Bl. 31.)

oder abgesprengt werden. Dann fing das gute Gestein an, aus kernigem Tonschiefer bestehend, stellenweise mit Quarz durchsetzt und dann meist von kristallinischem Gefüge (Grauwacke). Andererseits fanden sich aber auch Stellen, an denen ein wesentlich tieferer Eingriff als vorangegeben in den Fels notwendig wurde. In einer Ecke am rechten Hange sprang der Fels weit zurück und lag unter einer bis 7 m mächtigen Lehm- und Gerölleschicht; am Grunde des linken Berghanges fand sich ebenfalls ein loser, weicher und stark verwitterter Fels bis 9 m Mächtigkeit, welcher abgeräumt werden mußte. Diese Mehrarbeit war unumgänglich erforderlich, um für die Talsperre eine feste Gründungssohle zu gewährleisten und um zu erreichen, daß das Mauerwerk überall an gesunden, tragfähigen und dicht geschlossenen Fels Anschluß erhielt. Der gesamte Felsausbruch wurde hiernach wesentlich größer, als vorausberechnet.

meiden. Der Wasserzulauf zur Baugrube war im allgemeinen gering und eine für die Wasserhaltung aufgestellte Lokomotive mit Kreiselpumpe hatte nur wenig Arbeit. Soweit der Fels mit Hacke und Brechstange zu beseitigen war, geschah dies. Wo aber ein an sich noch nicht genügend fester oder eine schlechte Schicht überlagernder Fels der Entfernung durch diese Werkzeuge Schwierigkeiten entgegenstellte, wurde er durch Sprengen gelöst. Das Bohren der Sprenglöcher geschah hierbei von Hand durch je zwei Leute. Als Sprengstoff diente Pulver, das in Kugelform, lose geladen, im Bohrloch abgedämmt und durch Zündschnur zur Explosion gebracht wurde. Die für die Sprengung in der Sohle der eigentlichen Fundamentgrube herzustellenden Bohrlöcher füllten sich nun während ihrer Herstellung meist mit Wasser, so daß das Pulver feucht wurde und schlecht oder gar nicht zündete. Auch haftete die Verdämmung der

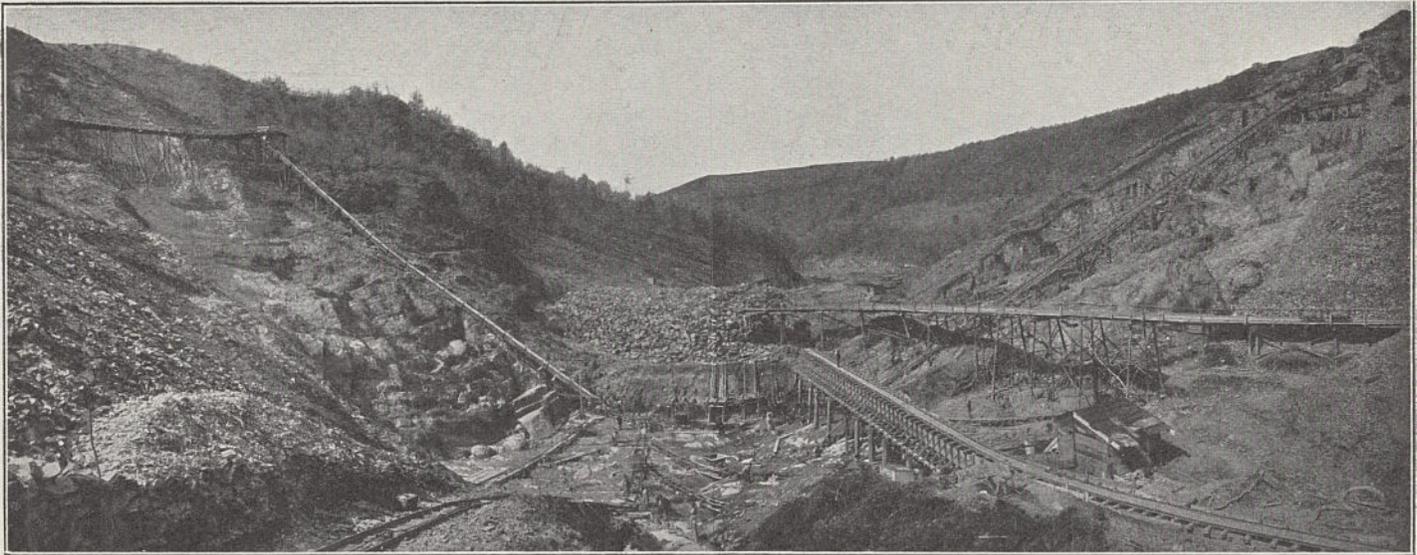


Abb. 7. Gründungsarbeiten der großen Talsperre.

Dieses Vorkommnis sowie der an der kleinen Talsperre geschilderte Vorfall ergibt die gleiche Erfahrung, welche auch an anderen Orten gemacht worden ist: daß es schwierig ist, den Umfang der Gründungsarbeiten einer Talsperre mit Sicherheit — auch bei sorgfältigsten Schürfungen — im voraus zu erkennen. Daraus folgt weiter, daß sich die Baukosten vorher nicht immer klar feststellen lassen und daß man mit ungünstigen Zufällen rechnen muß, da das Erfordernis der unbedingt sorgfältigen Gründung und Ausführung das erste Gebot für den Bau ist, so daß also nach dieser Richtung keineswegs gespart werden darf. Falls aus diesem Anlaß erhöhte Kosten für die Gründung eintreten, so liegen sie in der Natur der Dinge und können nicht dem Entwurf zur Last gelegt werden.

Der Bach wurde über die Baugrube, welche eine Tiefe von rd. $6\frac{1}{2}$ bis 7,0 m erreichte, in einem Holzgerinne überleitet. Das Gerinne, von einer Anzahl Mittelstützen getragen, hatte bei 40 m Länge 1,4 qm Durchflußquerschnitt und trug gleichzeitig die Gleise der Förderbahn, welche über die Baugrube hinweg nach den unterhalb gelegenen Baustellen Fortsetzung fand. Es erscheint zweckmäßig, die Überführung des Baches möglichst in einer freitragenden Konstruktion zu bewerkstelligen, um Störungen des Mauerbetriebes durch die die Baugrube verengenden Einzelstützen zu ver-

Bohrlöcher an den feuchten Wandungen nicht, so daß der Schuß wirkungslos auspuffte, selbst wenn eine Zündung erfolgte. An solchen Stellen wurde Dynamit zum Sprengen verwandt, wobei das gelockerte Gestein, soweit die bei der Sprengung etwa entstandenen Risse sich nach unten hin fortsetzten, durch Stange und Hacke entfernt werden mußte. Das Hinausschaffen der Geröll- und Bodenmassen aus der Baugrube im Tale geschah mittels eines Bremsberges, auf welchem die beladenen Wagen von einer Dampfwinde hochgezogen wurden. An den Hängen wurde der Abraum staffelweise seitwärts auf wagerechter Bahn in die Ablagerung gefördert.

Unter der Baugrubensohle wurde ein Probeschacht von 2:2 m Grundfläche bis 4 m abgeteuft, um die tieferen Gesteinsverhältnisse festzustellen. Diese zur größeren Vorsicht geführte Untersuchung zeigte, daß hier, wie in der übrigen Baugrube, ein fester Fels aus quarzhaltigem Tonschiefer von fester und gesunder Beschaffenheit anstand. Die Richtung und Lage der Felsbänke zeigte innerhalb der Baugrube einen großen Wechsel (Text-Abb. 7). Während der linke Hang und die Sohle eine gewisse Regelmäßigkeit der Schichten hatte, war der Fels des rechten Hanges stark verworfen. Die Bänke lagen wie kugelförmige Schalen jäh nach allen Richtungen durcheinander, und man bekam die Anschauung, als ob hier ein Zusammen-

drängen und Stauen noch weicher, aber in der Erhärtung begriffener Massen durch starken Druck stattgefunden haben mußte. Ein elastischer, geschmeidiger Stoff mußte es gewesen sein, denn ein spröder Körper würde allen den Wellenlinien und geschwungenen Formen nicht haben folgen können. Oder bietet für diese Erscheinung jene neuere Theorie eine Erklärung, wonach feste und spröde Gesteine unter großem Druck sich wie plastisches Material verhalten, indem die mikroskopisch kleinen Bruchteilchen durch allseitig wirkende Pressung, die größer ist als die Festigkeit des Gesteins, ihre Kohäsion beibehalten, so daß das Gestein auch nach später eintretender Entlastung ein geschlossenes Ganzes bleibt?

In den tieferen Teilen der Baugrube konnte man genau verfolgen, wie die auf dem einen Hange vorhandenen Schichten sich auf dem gegenüberliegenden Talhange fortsetzten; die Mitte der Lagen war durch Auswaschung hinweggespült.

In der Talsohle selbst hatte das Gestein im allgemeinen Richtung und Einfall der Schichten, wie in Text-Abb. 8 dargestellt.

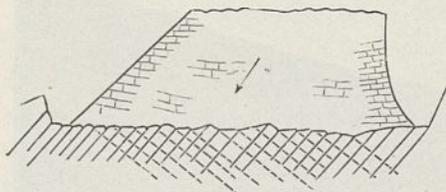


Abb. 8. Schichteneinfall in der Gründungssohle der großen Talsperre.

Für die Hinderung von Sickerungen unterhalb der Gründungssohle ist der Einfall der Schichten senkrecht zur Achse der Talsohle günstig. In geschichtetem Gestein geben die Fugen der einzelnen Lagen leicht zur Bildung von Wasseradern Anlaß, besonders bei dem hohen Druck eines gefüllten Beckens. Darum kann ein Schichteneinfall parallel zur Talachse gefährlich sein für die Dichtigkeit des Untergrundes, während ein solcher, wie dargestellt, jeder Verbindung von der Wasser- nach der Luftseite entgegensteht. Weniger günstig ist der vorhandene Schichteneinfall hinsichtlich der Druckaufnahme. Hierfür ist eine Lagerung derart, daß die Mittelkraft die Felschichten in das Lager drückt, d. h. daß der Schichteneinfall gegen das Becken hin gerichtet ist, wie punktiert angedeutet, wünschenswerter. Allein auch eine Beanspruchung gegen den Kopf der Schichten kann zu Bedenken keinen Grund bieten. Die Felsmasse sitzt festeingekeilt und ein Ausweichen ist unmöglich. Die Beanspruchungen sind ungemein gering gegenüber der Tragfähigkeit des Felsuntergrundes, sofern ein gesundes Gestein vorhanden ist. Und überdies ist das rheinisch-westfälische Schiefergebirge überall so stark von Verwerfungen durchzogen, daß es kaum gelingen dürfte, eine Baugrube für eine Sperrmauer ausfindig zu machen, die in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßige Richtung der Schichten zeigt. Man muß sich hier mit vorhandenen Zuständen abfinden, zumal durch die Erfahrung erwiesen ist, daß Talsperren mit den verschiedenartigsten Verwerfungen in den Gründungssohlen durchaus standsicher und dicht errichtet werden können.

Die Baugrubensohle zeigte in der Abflußrichtung des Tales eine kleine Ansteigung von etwa 40 cm. Nach der Luftseite hin traten an den Hängen die guten Felsbänke bis auf etwa 30 m zusammen, während sie nach der Wasserseite auf 62 m auseinander gingen, so daß in der Druckrichtung der Wasserlast die Felswände die regelrechte Gestaltung des Widerlagers einer Bogenbrücke besaßen. Diese

günstige Gestaltung setzte sich bis oben hin fort. Der Fels war überall geschlossen und Erdklüfte zwischen den einzelnen Schichten und Bänken waren nicht vorhanden. Die Oberfläche hatte, wie für einen guten Eingriff des Mauerwerks allerdings erforderlich, eine natürliche Aufrauhung.

d) Reinigung, Ausgießen und Betonieren der Felssohle. Quellenfassung.

Vor Beginn der Mauerung wurden Fugen, kleine Spalten und Klüfte, soweit sie loses Material enthielten, mit Hacke oder mit Spatel von Hand ausgekratzt und mit einem Wasserdruck von etwa $4\frac{1}{2}$ Atmosphären gründlich ausgespritzt und ausgewaschen. In der ganzen Ausdehnung der Baugrube wurden dann die natürlichen Risse des Gesteins mit Zementmörtel aus 1 Zement, 2 Sand und $\frac{1}{2}$ Traß ausgegossen. Dies geschah in der Weise, daß der dünnflüssig angemachte Mörtel über die Felsoberfläche gleichmäßig ausgegossen wurde. Unebenheiten und Vertiefungen der Bausohle, welche wegen ihrer Unregelmäßigkeit ein gutes Ansetzen des Mauerwerkes nicht erwarten ließen, wurden ausbetoniert und zu Auszackungen dort ergänzt, wo solche Verzahnungen im Fels von Natur nicht vorhanden waren (Text-Abb. 7). Im übrigen wurde die Verwendung von Beton auf das notwendigste eingeschränkt. Der Beton, welcher im Trocknen eingebracht und eingestampft werden konnte, bestand aus 1 Zement, 3 Sand, $\frac{1}{2}$ Traß und 6 Kleinschlag. Um poröse Stellen in der Oberfläche, wie sie bei der Unregelmäßigkeit der Zacken unvermeidlich waren, auszufüllen, wurde der Beton sogleich nach dem Hartwerden mit dem vorerwähnten Zementguß überzogen und dann wiederholt angefeuchtet, bevor die Mauerung begann.

Bei der Reinigung der Baugrube zeigten sich einige Stellen in der Sohle, an denen Wasser aus dem Felsen rieselte. Diese Quellen wurden in dem Teile der Mauer, der nach dem Staubecken liegt, durch Tonrohre abfangen, die bis zur Höhe der Rohrstollen hochreichen und in diese einmünden. Solche Quellen werden, selbst wenn sie bei gefülltem Becken Verbindung mit dem dann vorhandenen Wasserdruck erhalten, auf diese Weise unschädlich abgeleitet. In dem nach der Luftseite gelegenen Teil der Mauer wurden die anfänglich hochgenommenen Quellen zugemauert oder die Rohre mit Zementmörtel ausgegossen und verstopft. Dies geschah in der Erwägung, daß dort ein Auftrieb, hervorgerufen durch die Quellen, für die Standfestigkeit der Mauer günstig wirken muß. Wenn man den Mittelpunkt der Mauerbreite als Drehpunkt ansieht, so arbeitet dieser Auftrieb dem Druck des Wassers im Becken entgegen. Für die Abfangung der Quellen wurde in dem hochgeführten Mauerwerk zunächst mittels Abtreppung eine Aussparung gelassen, deren Wände mit Zementverstrich noch besonders abgedichtet wurden. In diesem Raum innerhalb des Mauerwerks sammelte sich das Quellwasser langsam an. Nach genügender Erhärtung des Mauerwerks wurde das Wasser entfernt, ein glasiertes Tonrohr von 10 cm l. W. senkrecht eingesetzt und nunmehr der Raum um das Rohr mit einem fetten Beton ausgefüllt. Es gelang auf diese Weise den Fuß des Rohres abzudichten und das Quellwasser stieg innerhalb des Rohres hoch.

An den Hängen zeigten sich einzelne feuchte Stellen, die besonders in regenreicher Zeit sichtbar waren. Es war anzunehmen, daß dieses der Auslauf von angeschnittenen Wasseradern im Fels war und daß die Rieselungen bei

gefülltem Becken mit dem Wasserstand dortselbst Verbindung erhalten würden. Hier mußte also ein Eintritt des Wassers in das Mauerwerk der Talsperre von der Seite her, wo eine besondere Abdichtung nicht vorhanden war, stattfinden. Um den Zutritt abzuschneiden, wurden solche feuchten Stellen an den Hängen mit einem abdichtenden Verputz, gleich wie das Mauerwerk an der Wasserseite, versehen, der bis über den umgebenden dichten und trocknen Fels hinüber reichte.

e) Die Förderung der Baustoffe zur und auf der Baustelle.

Das Kennzeichen der meisten Einrichtungen für die Zufuhr der Baustoffe nach der Sperrmauer und zur Mauerung ist die stete Veränderlichkeit. Mit dem Hochwachsen der Mauer

achtung zu finden. Es ist hier schnelle Bereitschaft und umsichtiges Handeln erforderlich, denn, wenn irgendwo, so kann hier durch unüberlegte Anordnungen viel Geld umsonst ausgegeben werden.

Jede Baustelle wird entsprechend ihren örtlichen Eigentümlichkeiten besondere Einrichtungen erfordern. Immerhin lassen sich einige allgemeine Gesichtspunkte angeben, die als leitende gelten müssen. Wo zwar die natürlich gegebenen Verhältnisse ihre Außerachtlassung bedingen, da steht man vor einer unabänderlichen Tatsache; anders aber wo die Entscheidung freie Hand hat.

Ein oberster Grundsatz ist es, die Förderung der Baustoffe möglichst im natürlichen Gefälle erfolgen zu lassen,

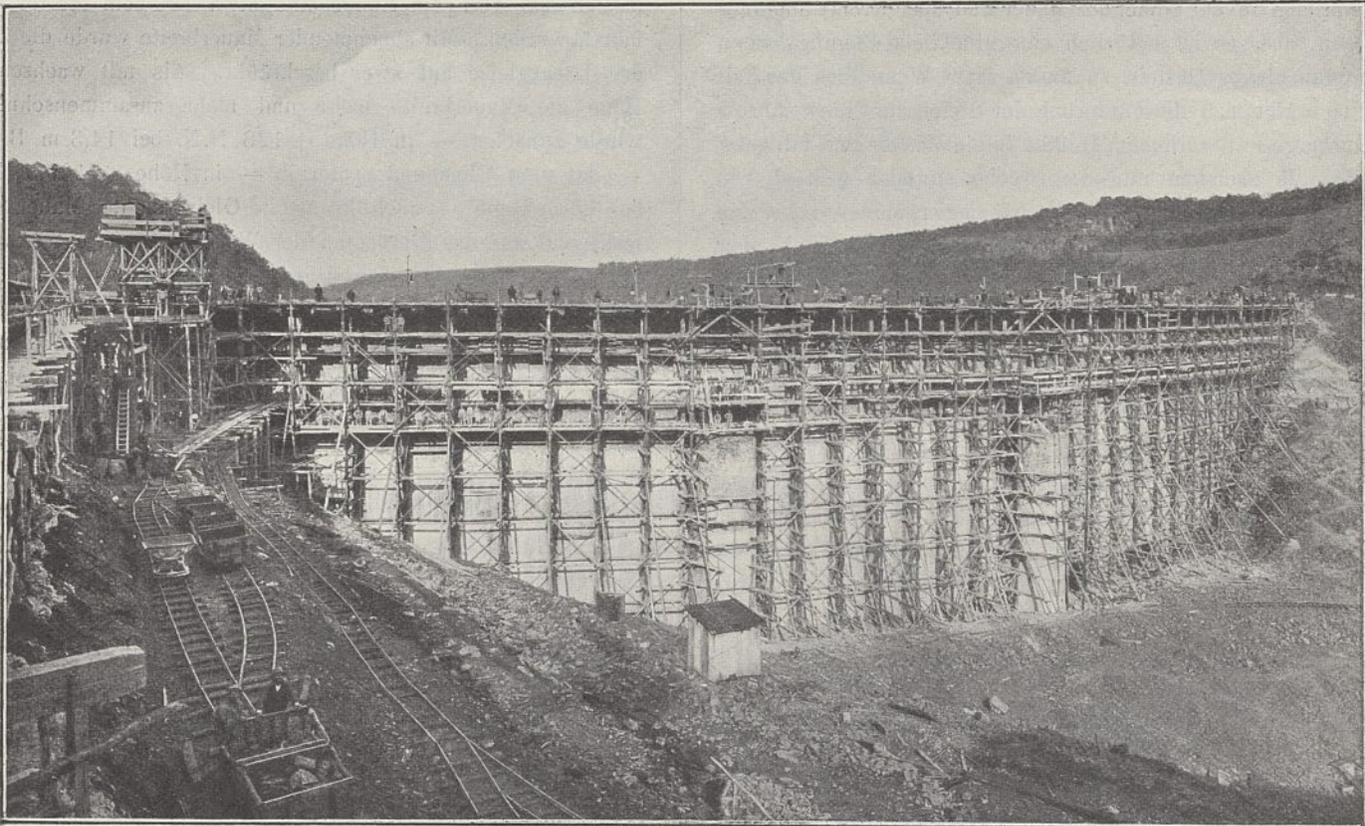


Abb. 9. Das Fördergerüst an der großen Talsperre.

müssen oft Gleishebungen und -Verlegungen erfolgen, die jedesmal nicht unbedeutende Nebenarbeiten erfordern. Diese Nebenarbeiten — Erdbewegungen, um Gleisunterlagen zu schaffen, Abänderungen an Gerüstbauten und Bremsbergen, Verschieben des Gleisunterbaues auf der Mauer u. a. m. — müssen stets in kürzester Zeit, über Sonntag oder über Nacht erfolgen, um den Baubetrieb nicht zu stören. Außer diesen kleinen Hilfsarbeiten werden in gewissen Zeitabschnitten größere Änderungen des Arbeitsplanes erforderlich, bedingt durch die Lage der Steinbrüche in ihrem Höhenverhältnis zur jeweiligen Maueroberfläche, Aufgabe alter und Inbetriebnahme neuer Brüche und durch mancherlei sonstige Zufälligkeiten, die sich nicht immer vorher einschätzen lassen, aber bei jeder größeren Talsperrenbauausführung vorkommen. Dieses fortlaufende Manövrieren und Anpassen an den Mauerfortschritt bei an sich beschränkten örtlichen Verhältnissen stellt eine nicht zu unterschätzende Arbeitsleistung dar, die in den Gesamtausführungskosten eine erhebliche Rolle spielt und Gewicht genug besitzt um bei der Ermittlung der Ausführungspreise Be-

wodurch die bewegende Kraft der Schwere zur Ausnutzung gelangt. Dies gilt zuvörderst für die Zufuhr der Rohstoffe von der nächsten Umschlagstelle (Bahnhof), wobei meist die Herrichtung einer mit Maschinen betriebenen Schmalspurbahn zweckmäßig ist. Diese Bahn muß möglichst über Mauerkronenhöhe die Baustelle erreichen. Es hat sich bei mehreren Bauausführungen am oberen Ende des Niederschlagsgebietes ein Bahnanschluß sehr gut derart ausfindig machen lassen, daß man von dort aus im Gefälle zur Mauer gelangen konnte, mit der Bahnlinie einige Meter über dem zukünftigen Stauspiegel verbleibend. Bedingen hingegen die örtlichen Verhältnisse die Zufuhr vom unteren Tale her, so erfahren die Baustoffe eine verlorene Hebung, sei es daß diese auf steigender Bahn, in Hebetürmen oder mittels Seilbahn vom Fuße der Mauer aus erfolgt. In welcher Weise diese Aufgabe in Solingen gelöst wurde, ist im Abschnitt IV erörtert.

Mit der Höhenlage des Mörtelwerkes wird man gut tun, sich ebenfalls der obigen Forderung anzupassen und dasselbe an einem der beiderseitigen Berghänge über Mauerhöhe her-

zurichten, um mittels Bremsberges oder Schüttrinne den Mörtel in die Baugrube hinabzulassen. Annähernd diese Höhenlage hatte die Mörtelanlage mit den Kalkgruben bei der Bauausführung im Sengbachtale (Abb. 5 Bl. 30). Aus den Mischtrommeln fiel der Mörtelbrei in die darunter stehenden Muldenkipper und wurde zum Einwurf nach einer aus Eisenblech bestehenden Kastenrinne verfahren, in welcher der Mörtel in die tiefliegende Baugrube glitt. Diese Rinne, aus Stücken zusammengeschrubt und anfänglich etwa 40 m lang, konnte der hochwachsenden Mauer entsprechend verkürzt werden (Text-Abb. 7).

Weniger frei ist man in der Anordnung der Zufuhr der Steine, weil hier die Lage der Steinbrüche bedingend ist. Man wird zwar sein Augenmerk darauf richten müssen, die Steinbrüche in der Nähe der Mauer und über Kronenhöhe anzulegen, aber es ist natürlich eine glückliche Fügung, wenn hier brauchbares Gestein zu finden ist. Wenn dies der Fall ist, so ergibt sich die Förderung der Steine zur Mauer mittels Bremsberge in natürlichem Gefälle in einfachster und billigster Weise. Je nachdem nun die Brüche an oder weit ab von der Mauer, hoch oder an der Talsohle liegen, sind verschiedene Zufuhrarten möglich. Wenn die Brüche zwar entfernt, aber über Kronenhöhe liegen, so ist die Beförderung auf motorisch betriebener Bahn nach der Mauer und das Herablassen mittels Bremsberges naheliegend. Werden die Steine unter Kronenhöhe oder an der Talsohle gewonnen, so kann ebenfalls die Zufahrt zur Mauerkrone in Betracht kommen. Es ist dann aber auch nicht ausgeschlossen, die Steine an den Mauerfuß zu schaffen und sie hier in Hebetürmen mittels Dampfkraft oder elektrischer Kraft zu heben. Auch kann, wenn die Anfuhr der Steine in halber Höhe erfolgt, erst Bremsbergbetrieb, dann Aufzugbetrieb stattfinden. Alle diese Förderarten sind in Anwendung gekommen, haben gut gearbeitet, und es ist Sache der Überlegung im Einzelfalle unter Berücksichtigung der natürlichen zwingenden Verhältnisse, mit Rücksicht auf die Schaffung von Steinlagerplätzen u. a. zu prüfen, welche Art die vorteilhaftere ist. Die bei den amerikanischen Talsperrenauführungen sehr beliebte Förderung der Baustoffe mittels Seilbahnen ist bei deutschen Ausführungen noch nicht zur Anwendung gelangt. Ihre Erprobung möchte jedoch auch bei uns zu beherzigen sein.

Bei dem Solinger Bau ist in Anpassung an die Örtlichkeit die Steinzufuhr zur Mauer teils mittels Bremsberge, teils auf Hanggleisen oder in Hebetürmen geschehen (Abb. 5 Bl. 30 und Text-Abb. 9).

Auf der Mauer selbst gibt es mehrere Arten der Materialbewegung: mittels Gerüst- und Krahnbaues, Seilzuges oder mittels Gleise, die auf der jeweiligen Maueroberfläche liegen. Bei allen rheinisch-westfälischen Talsperren, so auch im vorliegenden Falle, ist die letztere Förderart zur Anwendung gelangt und hat zu Bedenken Anlaß nicht gegeben. Die Gleise lagen mit Querschwellen unmittelbar auf dem Mauerwerk (Abb. 2 Bl. 33), wobei zur besseren Druckverteilung Längshölzer untergezogen waren, oder auf hölzernen Böcken in wechselnder Höhe bis 1,5 m über dem Mauerwerk. Die Gleisentwicklung mußte eine günstige Zufuhr nach allen Stellen der Maueroberfläche ermöglichen; sie wurde daher zu einem Netz in solcher Dichte ausgebildet, daß die Baustoffe von den Förderwagen nach den einzelnen Mauerstellen nur wenige Meter

von Hand bewegt werden durften. Andererseits war es nicht zulässig, den Mauerbetrieb einzuengen. Die Breite der Mauer ist also bedingend für die Anzahl der in der Längsrichtung der Mauer zu verlegenden Hauptgleise. Bei einer anfänglichen Mauerbreite in der Gründungssohle von 36,5 m waren es drei Gleise, die in ihrem gegenseitigen Abstand entsprechend den Anforderungen des Mauerbetriebes ständig wechselten. Diese Hauptlängsgleise waren verbunden durch eine Anzahl von Quergleisen, in der Talachse gelegen, die den Zweck hatten, den Umlauf der Wagen zu gestatten. Die Förderwagen erreichten an den beiden Hängen die Mauer und bewegten sich auf dieser im Kreislauf, den die Quergleise nach Möglichkeit abkürzten. In dieser Weise entwickelte sich ein ruhiger Betrieb, obwohl in der Zeit der flottesten Mauerung täglich bis 400 cbm Steine und etwa 120 cbm Mörtel verfahren wurden. Mit abnehmender Mauerbreite wurde die Zahl der Längsgleise auf zwei beschränkt. Als mit wachsender Höhe die Mauerbreite mehr und mehr zusammenschmolz, wurde zunächst — in Höhe + 128 N.N. bei 14,3 m Breite — das eine Gleis und späterhin — in Höhe + 139,5 N.N. bei 6,5 m Breite — auch das zweite Gleis von der Mauer entfernt und auf das Gerüst an der Wasserseite verlegt (Abb. 2 Bl. 33 und Text-Abb. 9). Dieses Gerüst ist aus verschiedenen Gründen notwendig. Der Kreislauf der Förderwagen erfordert zwei Längsgleise. Es wird aber mit abnehmender Mauerbreite zur Unmöglichkeit, beide Gleise auf der Mauer selbst beizubehalten, wenn nicht die Güte der Ausführung und die Schnelligkeit des Baufortganges ungünstig beeinflusst werden sollen. Es zeigte sich nach Entfernen der einzelnen Gleise jedesmal eine Zunahme der Maurerleistung im einzelnen, sowie ein besserer Gesamtfortschritt; überdies gewann die Übersichtlichkeit der Arbeit und die Reinhaltung der Maueroberfläche von den unvermeidlichen Verschmutzungen des Mauerbetriebes war leichter zu erreichen. Zwar müssen die Baustoffe, wenn die Gleise auf dem Gerüst liegen, bis zur Luftseite von Hand weiter befördert werden, so daß eine gewisse Mehrarbeit entsteht; aber dieser Umstand wird durch die freiere Beweglichkeit der Maurer wieder ausgeglichen. Man ist geneigt, aus dem Grunde, weil nach oben hin die Mauer ständig länger wird und somit die Außenflächen, welche eine sorgfältigere Bearbeitung erfordern, sich ständig vergrößern, weil die Verzahnung der Verblendmauer hinzukommt und die Herstellung der Bekrönung mehr Zeit in Anspruch nimmt, zu meinen, daß der Baufortschritt in den oberen Teilen sich verlangsamten müßte. Das konnte bei der Solinger Talsperre nicht beobachtet werden. Im Gegenteil, es wurde das Anwachsen der Mauer nach oben hin ein schnelleres. Wenn hierauf einmal der abnehmenden Mauerfläche ein wesentlicher Einfluß zugesprochen werden muß, so hat doch auch zweifellos die rechtzeitige Entfernung der Fördergleise von der Mauer und die Schaffung eines freien, unbehinderten Arbeitsraumes große vorteilhafte Wirkung ausgeübt.

Wenn somit das Gerüst für die Zufuhr der Mauermaterialien im oberen Teile der Sperrmauer als unerlässlich gelten muß, so ist es in gleichem Maße unentbehrlich für die Herstellung des Verputzes an der Wasserseite, der Verblendmauer daselbst und der Entnahmeschächte — Arbeiten, die sich in anderer Weise als von solcher Rüstung nicht wohl bewerkstelligen lassen. Dies wird klar, wenn man sich den Vor-

gang eines regen Baubetriebes in dem oberen Mauerabschnitt vergegenwärtigt. Die Arbeit vollzieht sich dann in vier Staffeln: voran die Mauerung der Sperrmauer selbst; ihr auf 4 bis 6 m nachfolgend die Ausführung des Verputzes an der Wasserseite, hinter diesem Putz in 2 bis 4 m Abstand die Hochführung der Verblendmauer und meist als Schluß die Aufmauerung und der Verputz der Entnahmeschächte. Die Arbeiten erfolgen übereinander. Dieser Baubetrieb bringt zwar einige Gefahren mit sich, ist aber nicht zu umgehen, wenn nicht eine sehr erhebliche Verzögerung in der Fertigstellung der Sperrmauer eintreten soll. Es ist daher erhöhte Vorsicht geboten, um nicht durch herabfallende Steine und Geräte von den oberen Arbeitsplätzen die Maurer und Materialienfahrer unten zu gefährden. Eine sorgfältige Abdeckung der einzelnen Staffeln mit dichtschließenden Brettlagen ist unerlässlich. Wer eine solche Ausführung im vollen Gange durch Augenschein kennen gelernt hat, wird über die Zweckmäßigkeit eines sorgfältig eingerichteten Gerüstes an der Wasserseite für einen flotten Baubetrieb nicht im Zweifel sein.

Die Baustoffförderung nach den einzelnen Staffeln des Gerüstes erfolgt mittels Hebetürme oder in Hanggleisen, die dem Baufortschritte folgend gehoben werden. Auch ist das Ablassen von den oberen Fördergleisen der eigentlichen Mauerung mittels Seilzuges angebracht. Die Staffeln des Gerüstes dürfen nicht zu hoch und dem Arbeitsbereich eines steher-

den Menschen angepaßt sein; eine Staffelhöhe von 2 m wird als zweckmäßig gelten können. Um an Gerüsthöhe zu sparen, ist es vorteilhaft, an der Wasserseite die Arbeiten — Mauerung der Schächte und Zulaufstollen — im Grunde frühzeitig fertig zu stellen und die Erdanschüttung, auf welcher das Gerüst errichtet wird, so hoch vorzutreiben, als es die Rücksicht auf die übrige Bauausführung irgend zuläßt. Seine bedeutende Höhe — in Solingen 30 m — und die starken Belastungen sowohl durch Eigengewicht, wie durch die Verkehrslast der Stein- und Mörtelwagen und die unvermeidlichen Steinablagerungen für die Mauerung sowie endlich die exzentrischen Druckwirkungen, hervorgerufen durch die Böschung des Tal-sperrenquerschnittes, welcher sich das Gerüst anschmiegen muß, erfordern, daß es nach statischen Grundsätzen genau konstruiert und aufgebaut ist. Dies wird allerdings dadurch erschwert, daß der Diagonalverband im Querschnitt jeweils in den einzelnen Feldern, welche die Fördergleise aufnehmen, unterbrochen wird, und durch den Umstand, daß das Holzwerk auf frischer Bodenaufschüttung aufgerichtet wird, infolgedessen Sackungen unvermeidlich sind. In der Längsrichtung stören die Schächte einen einheitlichen Zusammenhang. Äußere Verstrebungen müssen in beiden Fällen aus-helfen und den inneren Verband ersetzen. Eine genaue Beobachtung des Gerüstes auf Verdrückungen während der Ausführung ist daher notwendig. (Schluß folgt.)

Der Bau des Hafens in Swakopmund.

Vom Wasserbauinspektor Ortloff in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Von jeher hat die gesamte Küste unseres Schutzgebietes, weil rauh, wüst und unzugänglich, wenig Anziehendes für den Seefahrer gehabt. Daher sind auch der Nachrichten über frühere Landungen und Verkehr mit dem Hinterlande nur sehr wenige. Die Notwendigkeit, die Küste zu erforschen und nach geeigneten Landungsplätzen Umschau zu halten, stellte sich erst ein nach Besitzergreifung unserer Kolonie durch das Deutsche Reich. War früher die Erforschung und vereinzelte Besiedlung dieses Landes ausschließlich von Süden her, dem Kaplande aus, erfolgt und zwar von den Sendlingen der Rheinischen und Finnischen Mission, Händlern und Jägern, so mußten nun Landungsplätze an unserer Küste aufgesucht werden, um besonders die Truppensendungen nebst Munition und Verpflegung nicht durch fremdes Gebiet zu führen. Je mehr nun der Verkehr zunahm, desto notwendiger trat die Forderung auf, Wandel zu schaffen in den bestehenden gänzlich unzureichenden Landungsverhältnissen, bei denen nur unter den schwierigsten Umständen, bei steter Gefahr für Menschenleben und bei unverhältnismäßig hohen Geldaufwendungen die Beförderung von Personen und Gütern bewerkstelligt werden konnte.

Die südwestafrikanische Küste und ihre Landungsplätze.

Bevor auf die ausführlichere Beschreibung der Hafenanlage für Swakopmund näher eingegangen wird, sollen vorher noch die anderen für Deutsch-Südwestafrika in Betracht

kommenden Landungsplätze einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Die ganze Küste vom Kunene bis zum Oranje ist umsäumt von einem mehr oder minder breiten Dünenürtel, der nur eine Unterbrechung auf eine etwa 80 km lange Strecke nördlich des Swakop erfährt. Der Strand erhebt sich hier ziemlich steil ansteigend bis zu einer Höhe von rd. + 5 Swakopmunder Null, wo eine 20 bis 100 m breite Sandfläche sich anschließt. Auf ihr befinden sich reihenweise angeordnet, niedrige, nicht über 2 m hohe Sandhügel, die mit einer Fettblattpflanze durchsetzt und bedeckt sind. Hinter dieser Fläche erhebt sich das Gelände in kurzer Entfernung bis auf + 13 Sw. Null und bildet eine weite, vegetationslose Ebene, ein Ausläufer der Namibhochfläche. Verwitterter Granit, von rotem Feldspat gefärbt, bedeckt die Oberfläche, die häufig von Kalkstein und Basaltgängen unterbrochen ist. Vor dem Strande liegen fast überall Granitklippen, auf denen man bei Niedrigwasser bis auf 50 m weit trockenen Fußes vorgehen kann, während sie bei Hochwasser ganz bedeckt sind. Weiter außerhalb, rd. 200 m vom Strande entfernt und parallel dazu liegt noch eine Klippenreihe, die bei Niedrigwasser schwach sichtbar wird.

Rockbai. Ähnlich ist die Küstenbildung der 35 km nördlich gelegenen Rockbai, die seinerzeit der Hauptmann v. François als für eine Hafenanlage geeignet in Vorschlag gebracht hatte. Es zeigt sich hier eine geräumige, von hohen Basaltfindlingen umgebene Bucht, die durch eine vor-

gelagerte Untiefe indessen nur teilweise geschützt ist. Die beiden Einfahrten sind gerade gegen die Dünung gelegen und verstärken vermöge ihrer Trichtergestalt die Wellenbewegung nicht unerheblich, so daß selbst für kleine Schiffe die Einfahrt nicht gefahrlos ist. Infolge der von beiden Seiten eintretenden Dünung machen sich Interferenzerscheinungen der Wellen in der Bucht als kabblige See sehr unangenehm bemerkbar. Es ließe sich hier wohl durch Verbauen der einen und Vertiefung der anderen Einfahrt ein brauchbarer Hafen herstellen, jedoch würden sich die Kosten mindestens so hoch belaufen wie für eine Anlage in Swakopmund, und man hätte dann noch den gänzlichen Mangel an Trinkwasser und Futterplätzen in den Kauf zu nehmen.

Kreuz-Kap. Dasselbe gilt auch vom Kreuz-Kap, das sein Dasein als Landungsstelle nur der englischen Guano-Kompagnie verdankt. Das erforderliche Trinkwasser wird durch drei Destillierapparate beschafft, während Viehfutter usw., aus Mangel an jeglichem Pflanzenleben, zu Schiff

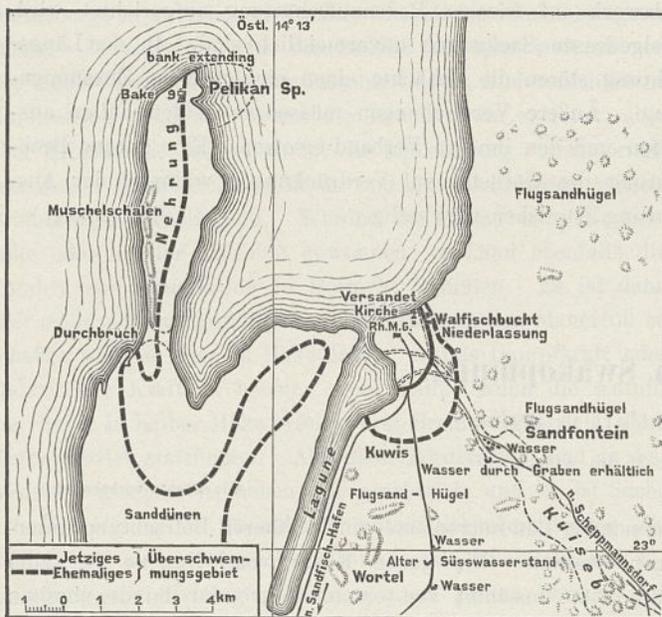


Abb. 1. Walfischbai.

hergebracht werden muß. Die Reede liegt vollkommen offen und wird auch nicht durch das ein wenig vorspringende Kreuz-Kap geschützt. Einen Vorteil vor Swakopmund hat auch dieser Platz nicht, im Gegenteil sind die Landungsverhältnisse hier derart schwierige, daß die Fracht nehmenden Segler häufig sechs Monate lang bis zur Abfertigung warten müssen. Kreuz-Kap liegt auf $21^{\circ}50'$ südlicher Breite und $13^{\circ}57'$ östlicher Länge.

Walfischbai. Günstiger liegen die Verhältnisse schon in der nur 23 km südlich von Swakopmund entfernten Walfischbai (Text-Abb. 1). Sie wird gebildet durch eine von Süden her vorgelagerte nehrungartige Halbinsel von ungefähr 8 km Länge, die nur 1 bis 3 m über NW. hervorragt. Auf ihrer nördlichen Spitze Pelican Point, befindet sich eine Anseglungsbake, die auf $22^{\circ}53'32''$ südlicher Breite und $14^{\circ}27'3''$ östlicher Länge liegt. Das nach Norden hin offene Hafengebiet bildet zurzeit in dem der Zungenspitze nahe gelegenen Teile für Schiffe jeder Art einen vorzüglichen geschützten Ankerplatz. Die Entfernung von hier bis zu dem im Jahre 1898 erbauten hölzernen 210 m langen Pier, der mit Ladekahn und Gleis versehen ist, beträgt 7 bis 8 km.

Diese Strecke bei ruhiger See in den Landungsbooten zurückzulegen, ist zwar zeitraubend, jedoch nicht gefährlich; sobald jedoch nur ein einigermaßen starker Wind von SW. — der hier vorherrschenden Windrichtung, die täglich von mittags ab einsetzt — in die Bai weht, ist ein Ankämpfen gegen die durch den Wind gepeitschten Wellen unmöglich. Kurze, kaum 1 m hohe Wellen in rascher Aufeinanderfolge lassen die Landungsboote selbst bei guter Besatzung und stundenlanger Arbeit kaum vorwärts kommen. Es kann daher von der Walfischbai gesagt werden, daß sie zurzeit ein vorzüglicher Liegeplatz und bei gutem Wetter, wenn man die große Entfernung vom Ankerplatz bis zum Pier nicht berücksichtigt, auch ein sehr geeigneter Lösungsplatz ist.

Wie lange jedoch diese Verhältnisse noch Bestand haben werden, ist nur eine Frage der Zeit: Langsam, aber unaufhaltbar schreitet auch hier die Verlandung durch die starke Sandbewegung vor. Einesteils verliert die Bucht selbst an Spülkraft, indem die durch die Flut in sie getragenen Sinkstoffe bei Ebbe nicht sämtlich wieder mit fortgerissen werden, sondern sich auf dem Grunde niederlegen und ein allmähliches Anwachsen desselben und so eine Verminderung des Fassungsgehaltes der Bai hervorrufen; andererseits aber lagert der von SW. her an der Halbinsel entlang streichende Benguelastrom die mitgeführten Sandmassen hinter der Spitze der Halbinsel (Pelican Point) ab, so daß, wie es in der neuesten englischen Marinekarte vom Jahre 1894 heißt, eine „Bank extending“ hier besteht. Ferner aber findet an der gegenüberliegenden Küste bis zum Bird Island eine Ansammlung von Sandmassen und ein Vorrücken des Grundes statt; von diesen beiden Punkten schiebt sich allmählich ein Abschlußdamm vor die Bucht, dessen naturgemäßem Anwachsen und Vorwärtsschreiten ein „Halt“ nicht zu gebieten ist. Auch der Kuisfluß, der beim Abkommen einen großen Teil seiner Gewässer jetzt in die Walfischbai ergießt, legt besonders in der Lagune seine Sinkstoffe nieder, die ebenfalls zur Versandung beitragen.

Die besten verbürgten Nachrichten über die vorschreitende Versandung der Walfischbai sind in dem von der englischen Admiralität herausgegebenen „Africa Pilot“ enthalten. Es heißt dort in der vorletzten Ausgabe vom Jahre 1893 Seite 290 und folgende: „Mr. Stabb, Master of H. M. S. Grecian, 1852, remarks; — This (Walrus Bay) is a fine large smooth water bay, about 4 miles across and 4 deep, but the bottom of the bay is fast filling up with sand“ . . . und ferner: „The bay was resounded by Lieut. Bower in 1878, and the inner part by Navigating Lieut. Baynham in 1879, which shows the bay to be filling up.“ Ebenso findet sich bei Besprechung des Ankergrundes daselbst folgende Angabe: „it is advisable, bearing in mind the silting up of the bay, to anchor farther out.“ In der letzten Ausgabe desselben Werkes vom Jahre 1901 sind diese Ausführungen fortgeblieben, trotzdem auch in den letzten Jahren eine starke Ansammlung von Schlamm und Sand in der Bucht festgestellt werden konnte und zwar am Festlande selbst, dort wo der Pier sich in die See erstreckt und zu gleicher Zeit an der gegenüberliegenden Küste von Pelican Point, ungefähr 3 km südlich der Spitze.

Abgesehen von der stetig vor sich gehenden Versandung sprechen aber auch noch andere Gründe gegen einen regelmäßigen Hafenbetrieb in der Walfischbai. Meilenweit ist kein

Süßwasser aufzutreiben, das stark brackige Wasser aus dem rd. 5 km benachbarten Sandfontein ist kaum für den Hausbedarf, nicht aber zur Tränke zu verwenden. Trinkwasser wird von Kapstadt eingeführt zum Preise von 3 Pf. für das Liter. Rings um Walfischbai nur trostlose Steppe, kein Graswuchs auf meilenweite Entfernungen; ein viele Kilometer breiter Gürtel von 70 m hohen Wanderdünen umschließt die aus nur zwölf Häusern bestehende Niederlassung. Wegen der den Ort fast gänzlich umschließenden Lagunen, die mit den Gezeiten wechselnd trocken und dann wieder unter Wasser sind, treten besonders typhöse Krankheiten häufiger dort auf. Zwar ist im Jahre 1898 quer durch die Dünen in der Richtung auf Ganikontes zu eine 80 cm breite Schmalspurbahn von 20 km Länge mit Maultierbetrieb gelegt, jedoch hat diese nur wenig Erleichterung gebracht, da der Betrieb infolge der starken Sandverwehungen ein sehr schwieriger und kostspieliger ist. Auch eine Barkasse und drei eiserne Leichter von je 50 t Fassungsraum sind zur Hebung des Verkehrs neu beschafft worden, doch alle diese Anstrengungen der Engländer haben nicht vermocht, eine Hebung des Verkehrs zu bewirken, im Gegenteil hat dieser

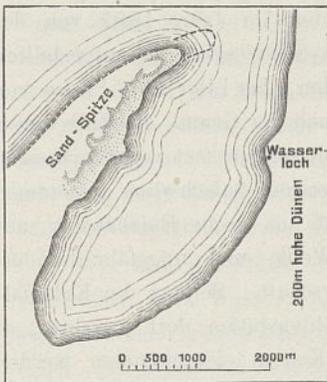


Abb. 2. Sandfischhafen.

von Jahr zu Jahr abgenommen und jetzt fast gänzlich aufgehört, nachdem auch die Rheinische Mission ihre Güter nicht mehr dort, sondern in Swakopmund löschen läßt. Sandfischhafen (Text-Abb. 2). Rund 50 km in SSW.-Richtung liegt jetzt ganz verlassen Sandfischhafen, ehemals ein vorzüglicher Hafen und Landungsplatz. Im Jahre 1880 ankerte das englische Kriegsschiff *Silvia* in Sandfischhafen bei 8 m Wassertiefe und bestimmte die Lage auf $23^{\circ}20'45''$ südl. Breite und $14^{\circ}31'5''$ östl. Länge. Auch 1884 war die Einfahrt noch so breit und tief, daß Segelschiffe bequem in die Bucht einkreuzen konnten. Seit dieser Zeit wurde aber eine stärkere Versandung der nach Norden gelegenen Einfahrt bemerkbar, so daß z. B. 1890 bei der Landung des ersten Truppentransportes im Schutzgebiete der Dampfer außerhalb der Bucht liegen bleiben mußte, während nur eine Pinasse mit den Leichterbooten in die Bucht einfahren konnte. Vom Oktober 1891 berichtet der Kommandant Finnis vom englischen Kriegsschiffe *Swallow*, daß eine Sandbank mit nur 1,5 m Wasser sich quer vor die Einfahrt gelagert hätte. 1896 war diese bis auf eine nur 15 m breite Rinne gänzlich geschlossen, die im April 1898 ebenfalls versandet war, so daß die Bucht zur Lagune wurde. Dieser Zustand dauerte jedoch nicht lange, schon zwei Jahre später zeigte die Einfahrt wieder auf rd. 400 m Länge eine Wassertiefe von 2 bis 3 m.

Auf diese eigenartigen Zustände und deren Ursachen lohnt es vielleicht, etwas näher einzugehen, besonders da hier das treffendste Beispiel für die an der ganzen südwestafrikanischen Küste wiederkehrende Bai- und Lagunenbildung vorliegt, die den Haffbildungen unserer Ostseeküste entspricht. — Zuerst ein nur wenig aus der Gesamtküstenlinie her-

vortretender Vorsprung, bildet er sich allmählich durch den Sand ablagernden Küstenstrom zu einer hakenförmigen Landzunge aus. Weitere Sandmassen werden von der Meeresströmung teils unter Wasser zugeführt, teils bei fallendem Wasser am Strande zurückgelassen, von der Sonne getrocknet und so, leichter geworden, von dem stetig wehenden Südwestwinde weiter nach Nordosten hin abgelagert. Daher zeigen diese Landzungen dieselbe Querschnittsform wie die das Ufer einsäumenden Dünen, nämlich eine sehr flache, dem Winde und der See zugeneigte Böschung und einen sehr steilen Abhang nach der entgegengesetzten Seite hin. Nur wenig erhebt sich die Landzunge über Wasser, hier am höchsten Punkte 5 m, nimmt aber stetig in der Längsrichtung zu, bis am nördlichsten Teile nur noch eine schmale Rinne frei bleibt. Ein Vorschreiten dieser Spitze nach dem Lande zu findet in der Regel nicht statt, es beginnt nun vielmehr ein Anwachsen des der Spitze gegenüberliegenden Teiles vom Festlande, bis endlich eine vollkommene Abschließung erfolgt ist. Tritt eine Erneuerung oder ein Zufluß der eingeschlossenen Wassermenge nicht ein, so verdunstet diese nach und nach, nur die schweren Salzteile nebst der Jodide und Bromide enthaltenden Mutterlauge bleiben zurück, die Lagune ist zur Salzpfanne geworden. Diese Bildungen sind besonders häufig in der Nähe von Kreuzkap anzutreffen.

Anders verhält es sich bei Sandfischhafen. Hier erhält die Bucht ständig Zufluß frischen Wassers durch den Kuisib, der trotz der zwischenliegenden, rd. 30 km langen Dünenkette den größten Teil seiner Wasser und damit auch seiner Sinkstoffe dieser Bucht zuführt. Ist die Lagune geschlossen, so kann das Kuisibwasser nicht der See zufließen, es staut sich vielmehr in der Lagune, bis es höher als der umgebende Meeresspiegel angewachsen ist. Dieser Überdruck, unterstützt durch Wellenbewegung oder Springfluten, bewirkt dann ein Durchbrechen der Umwallung an der gefährdetsten Stelle dem nördlichen Abschlußdamm. Hat nun ein Ausgleich der Wassermassen stattgefunden, so wird auch wieder die von Süden nach Norden gerichtete Meeresströmung ihre Sandteile an der offenen Stelle abzulagern beginnen, bis wiederum ein Schluß der Durchbruchstelle stattgefunden hat. Dieses Wechselspiel wird sich im Laufe von Jahrzehnten ständig wiederholen.

In der Zeit, in der die Bai geschlossen und höher als das umgebende Meer mit Wasser gefüllt ist, findet nun ein Rückstau des aus dem Kuisib zufließenden Wassers statt, so daß dasselbe gezwungen ist, sich einen anderen Ausweg zu suchen, und diesen findet es dann in die Walfischbai hinein. Es steht daher zu erwarten, daß derselbe Vorgang wie bei Sandfischhafen sich auch bei der Walfischbai ereignen wird, wenn auch nicht in so kurzer Zeit.

In welcher Menge der Kuisib sein Wasser bei Sandfischhafen dieser Bucht zuführt, erhellt am besten daraus, daß sogar noch außerhalb der Bucht bis 3 km seewärts und in derselben Länge zu beiden Seiten das klare ungetrübte Süßwasser sich deutlich von dem sonst tiefblauen Meerwasser abzeichnet. Vor Jahren, als der Zugang zur Bucht noch ungehindert war, hatte daselbst eine deutsche Fischereigesellschaft, um die in Unmenge dort vorkommenden Fische zu verwerten, am östlichen Ufer Wohnhäuser, Schuppen und Räuchereien errichtet; heute ist alles verlassen, nur einige

bauffällige ausgeraubte Hütten zeugen von der früheren geschäftigen Tätigkeit. Neben der ehemaligen Niederlassung, kaum 20 Schritte vom Ufer, befindet sich noch die vorzügliche Trinkwasser bietende Wasserstelle, von üppigem Röhricht und dicht wucherndem Queckgras eingefast.

Die weiter südlich liegenden Einbuchtungen, die Spencer- und Hottentottenbai, sind von keiner Bedeutung; destomehr Zukunft dürfte aber unser südlichster Hafenplatz Lüderitzbucht, das alte Angra pequena, haben.

Lüderitzbucht (Text-Abb. 3). Die rund 10 km breite Einfahrt ist nördlich durch das steile Nordostkap, südlich durch die weit vorspringende Diazspitze gekennzeichnet. Ungefähr 5,5 km östlich von letzterer ragt die Angraspitze vor; beide, durch eine 3 km tiefe Einbuchtung getrennt, bilden die Sturmvogelbai, die einen sehr guten Ankerplatz bietet, der gegen alle Winde mit Ausnahme der nördlichen geschützt ist.

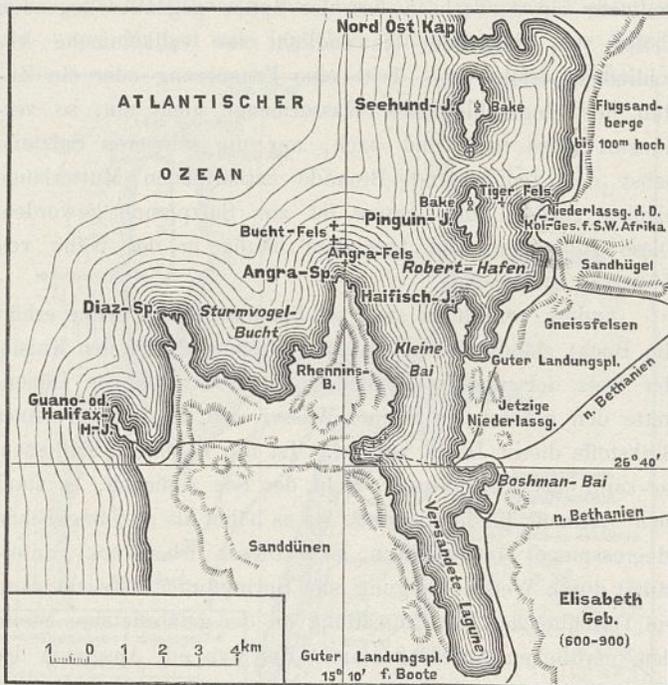


Abb. 3. Lüderitzbucht.

Feiner Sand bildet den Grund bei 12 m Wassertiefe. Unmittelbar aus dem Meere heraus, 700 m nördlich der Angraspitze, ragt der Angrafelsen, der selbst noch bei Hochwasser deutlich zu erkennen ist. Zwischen diesem und dem Festlande sind noch 8 m Wassertiefe, die eine Durchfahrt besonders für die von Süden her kommenden Schiffe gestattet. Doch wird in der Regel die bequemere nördliche Durchfahrt gewählt.

Die eigentliche Lüderitzbucht beginnt erst zwischen diesem Angrafelsen und der gegenüberliegenden Haifischinsel. Die Einfahrt ist hier 2,5 km breit. Der Name Angra pequena war eigentlich nicht richtig gewählt, denn fast überall ist guter, bequemer Ankergrund vorhanden, so z. B. auch am Ende der Haifischinsel dicht vor der jetzigen Niederlassung bei 6 bis 8 m Wassertiefe; eine rotgestrichene Boje macht den Ankerplatz kenntlich. Ein anderer ebenso vorzüglicher Ankerplatz findet sich zwischen der nördlicher gelegenen Pinguininsel und dem Festlande, dem Roberthafen, wo die erste Niederlassung, dem Bremer Kaufmann Lüderitz gehörig, sich befand. Dieser Liegeplatz ist 1,52 km breit bei 7,5 m Wassertiefe und ist gegen Norden durch verschiedene Riffe abgeschlossen, deren größtes, der Tigerfelsen, stets über Wasser

sichtbar ist. Nördlich der Pinguininsel liegt die 2 km lange Seehundinsel; beide befinden sich noch in englischem Besitze.

An Landmarken waren bisher nur auf dem Diazfelsen ein Holzkreuz vorhanden an Stelle der von Bartholomäus Diaz im Jahre 1486 errichteten Granitsäule, die von den Engländern dem Museum in Kapstadt einverleibt wurde; ferner war auf der nördlichen Spitze der Haifischinsel eine 5 m hohe Pyramide aus eisernen Kisten, rot und weiß gestrichen, aufgebaut. War so, wenn auch nur notdürftig, dafür gesorgt, daß Schiffe bei Tage sicher einfahren konnten, so zogen diese, wenn sie bei Dunkelheit vor der Einfahrt ankamen, vor, draußen Anker zu werfen oder in der Hottentottenbai klares Wetter zum Einfahren abzuwarten.

Rings von steinigen Bergen umgeben, mit Ausnahme der nördlichen Einfahrt, bietet Lüderitzbucht zwar für eine ganze Flotte einen guten und geräumigen Anker- und Liegeplatz, doch fehlen, um diesen Ort zu einem regelrechten Hafenplatz einzurichten, noch einige wesentliche Bedingungen. In erster Linie ist der gänzliche Mangel an Süßwasser dort zu beklagen.

Die ganze Umgebung ist vegetationslos, der Boden von Geröll und verwittertem Granit bedeckt, von einem breiten Dünengürtel umrahmt. Trinkwasser muß daher entweder von Kapstadt beschafft oder von den im Jahre 1897 von der Kolonialgesellschaft für Deutsch-Südwest-Afrika aufgestellten Kondensatoren entnommen werden, das Liter zum Preise von 4 Pf. Dies ist hauptsächlich auch der Grund, weshalb dieser sonst so günstige Liegeplatz seit seinem fast zwanzigjährigen Bestehen kaum einen nennenswerten Aufschwung genommen hat. Die Niederlassung besteht aus sechs Holzhäusern mit zugehörigen Schuppen, zehn Weiße und ungefähr hundert Schwarze bilden die Einwohnerschaft. Seitens der Kolonialgesellschaft ist eine kleine Kohlenstation dort errichtet, so daß jederzeit mindestens 50 t Kohlen eingenommen werden können. Ein hölzerner Pier von 140 m Länge ist bis zu 3 m Wassertiefe vorgebaut, auf dessen Spitze sich ein Dampfkran befindet. Auch eine Barkasse von 1,5 m Tiefgang und ein eiserner Leichter von 50 t Tragfähigkeit stehen zur Verfügung. Daß dieser Platz sich trotzdem noch lebensfähig erwiesen hat, kommt daher, weil hier allein die für den Süden unserer Kolonie bestimmten Güter gelandet und nach dem Innern befördert werden können.

Swakopmund.

Aus welchen Gründen ist nun Swakopmund als Landungsplatz ausgewählt worden?

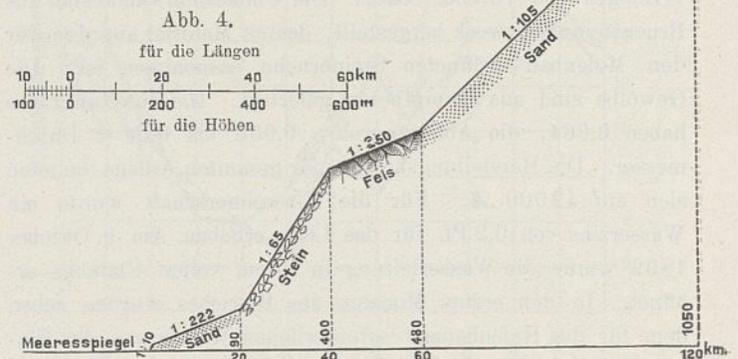
Wie schon eingangs erwähnt, stellte sich nach Besitzergreifung der Kolonie durch das Deutsche Reich die Notwendigkeit heraus, die für die Kolonie erforderlichen Schutztruppen nebst Munition auf Deutschem Reiche gehörigen Boden zu landen und weiter nach dem Innern zu befördern, da die Engländer sowohl dem Durchmarsche deutscher Schutztruppen wie auch dem Landen von Waffen usw. auf englischem Boden (Walfischbaigebiet) sich widersetzten. Als im Jahre 1889 die Station Wilhelmsfeste (Tsaobis) und 1890 Windhoek von Herrn v. François gegründet war, als dann ferner seit 1893 der Handel im Lande nicht mehr von herumziehenden Händlern betrieben wurde, sondern anfang, in eben diesen Orten sich selbsthaft zu machen, stellte sich auch die Notwendigkeit heraus, möglichst schnell und bequem von See aus nach diesen Orten zu gelangen. Da der Verkehr ausschließlich mit Ochsenwagen

bewerkstelligt wurde, mußte vor allen Dingen darauf gesehen werden, die für diese Transportmittel erforderlichen Lebensbedingungen zu schaffen, d. h. Wasser und Gras für die Ochsen auf dem ganzen Wege. Beides war in der kürzesten Entfernung von oben genannten Orten und auf dem bequemsten Wege an der Küste nur bei der Mündung des Swakopflusses zu finden.

Der Swakop. Dieser bildet nicht allein eine politische, sondern auch eine geologische Grenze zwischen den beiden nördlich und südlich von ihm gelegenen Küstenstrichen. An seinem linken Ufer ziehen sich bis ungefähr 10 km weit ins Innere 30 bis 50 m hohe Wanderdünen hin, sie haben jedoch nicht vermocht, sein Bett zu kreuzen und den dort regen Pflanzenwuchs zu begraben. Das an der Mündung fast 800 m breite Flußbett liegt mit seiner Sohle 2,5 m über Sw. N. und ist vom Meere durch eine 1,5 m über Flußsohle hohe und 50 m breite Barre getrennt, die jedesmal beim „Abkommen“ des Swakop durchrissen, in kurzer Zeit danach aber wieder in derselben Höhe zugefüllt wird. Die Oberfläche des Bettes ist fast in der ganzen Breite mit einer durchschnittlich 5 cm starken Ton- und Schlackschicht bedeckt, Rückstände der beim jedesmaligen Abkommen verbliebenen Sinkstoffe. Unter dieser Schicht lagert in 1,5 m Stärke loser Sand, dem eine 1 m dicke Grandschicht folgt, die auf eine weitere Tiefe von rd. 0,5 m mit Lehm durchsetzt ist. Hierunter, also 3 m unter der Oberfläche, stößt man auf eine steinharte, undurchlässige Schicht, die aus Kalkschotter und Lehm zusammengesintert, mit der in Europa, besonders im alpinen Gebiete, häufigen Nagelfluh große Ähnlichkeit hat.

Wie fast alle Flüsse der Kolonie führt auch der Swakop oberirdisch kein Wasser, hat aber das ganze Jahr hindurch einen starken Grundwasserstrom, der fast ständig schon 0,7 m unter der Sohle anzutreffen ist. Nur selten, ungefähr alle fünf Jahre, nach sehr starken Regenfällen im Innern, kommt der Fluß ab, d. h. er ergießt oberirdisch sein Wasser in die See. Am 3. März 1899 war es möglich, ein derartiges Ereignis zu beobachten, bei welcher Gelegenheit rd. 2 km von der Mündung entfernt eine Oberflächenschwimmernessung vorgenommen wurde. Diese ergab eine mittlere Geschwindigkeit von 2,8 m in der Sekunde bei einer benetzten Querschnittsfläche von 3,5 qm; die zu der Zeit vom Swakop oberirdisch geführte Wassermenge betrug demnach 9,5 cbm in der Sekunde. Von weiteren Messungen mußte leider Abstand genommen werden, weil schon kurze Zeit nachher die Wasser versiegten. Bald nach dem Abkommen des Swakop zeigte die See in einer Breite von fast 500 m von der Küste bis 6 km nördlich der Mündung eine graubraune Färbung durch die mitgeführten Sinkstoffe. Dagegen war Gestrüpp und Kraut nur bis zur jetzigen Landungstelle am Zollschuppen, der ersten Einbuchtung der Küste nördlich des Flusses, am Ufer abgelagert. Während, wie schon oben bemerkt, das linke Ufer aus sanft bis zu 50 m Höhe ansteigenden Wanderdünen besteht, ist das rechte aus glatt abgeschliffenen zerklüfteten und mit Aushöhlungen reichlich versehenen Kalksteinfelsen gebildet, die, bis 20 m hoch, steil aus dem Flußbette hervorragen und häufig noch an ihren Wandungen die dem jetzigen Swakopbette eigentümlichen Bodenschichten zeigen, jedenfalls ein Beweis dafür, daß die Sohle des Flusses in früheren Zeiten bedeutend höher lag.

Bodenbildung (Text-Abb. 4). In dem Swakopmund umschließenden Wüstengürtel zwischen dem Meere und der Vegetationsgrenze des Innern lassen sich vier verschiedene Zonen unterscheiden. Die erste, der Strand, ist zwischen 50 und 200 m breit und besteht aus feinem See- und Dünen-sand. Ziemlich steil dahinter ansteigend auf +13 m über dem Meeresspiegel beginnt die Wüste, die Namib. Diese zweite Zone reicht ungefähr 20 km weiter, steigt allmählich an bis auf +90 und besteht aus grobem Sande, der als jüngstes Verwitterungsprodukt in wechselnder Stärke das unter ihm liegende Muttergestein bedeckt. Hieran schließt sich eine wiederum 20 km breite Steinwüste, steil ansteigend bis auf ungefähr +400. Fast ebenso breit ist die nun folgende Felswüste, aus stark zerklüfteten Kuppen und Tälern bestehend, nach und nach sich erhebend auf +480. Von hier beginnt wieder eine Sandwüste, von einzelnen Kuppen unterbrochen, die sich bis 120 km von der See erstreckt und ansteigt bis +1050. Dann erst zeigen sich einzelne Halme, die ab und zu sich zu Grasbüschen vereinigen.



Süßwasser. Von ganz besonderer Bedeutung für Swakopmund ist das Vorhandensein von Süßwasser in unmittelbarer Nähe und zwar im Bette des Swakopflusses. Bis zum Jahre 1898 wurde das Trinkwasser für die Niederlassung von dort aus offenen Gruben entnommen, die 0,5 bis 1 m tief waren und sowohl von Menschen wie Vieh benutzt wurden. Zu den Verwendungstellen wurde es von Eingeborenen in Fässern geschafft, das Kubikmeter kam ungefähr auf 6 bis 8 *M* zu stehen. Der brackige Beigeschmack, sowie nur aus dem Genuß von diesem Wasser herrührende Krankheitserscheinungen (besonders Dysenterie) führten dazu, das Wasser chemisch untersuchen zu lassen. Es wurden außer anderen Bestandteilen bei 1550 Rückstand nach Verdampfung festgestellt: 190,4 Calciumoxyd, 58,4 Magnesiumoxyd, 607,5 Chlor, sowie 102,6 Schwefelsäure. Wegen des hohen Chlor- und Schwefelsäuregehaltes mußte von dem Gebrauch dieses Wassers zum Trinken Abstand genommen werden, und es wurden seitens des Hafenbauamtes weiter landeinwärts im Swakopbette mit einem Abessinierbrunnen verschiedene Bohrversuche nach besserem Wasser angestellt. Etwa 150 m von den alten Entnahmestellen, d. h. 500 m vom Meere, wurde bei 3 m unter Oberfläche eine Wasserader angetroffen, die vollkommen klares, geruch- und geschmackloses Wasser lieferte, das beim Kochen keinen Rückstand zeigte und, soweit dies festzustellen war, schädliche Beimengungen nicht enthielt. Die chemische Analyse ergab, „daß das Wasser etwas brackig ist und daß es einen

ziemlich hohen Gehalt von Salpeter hat. Andererseits ist es fast völlig frei von organischen Stoffen und Ammoniak. Es muß bemerkt werden, daß der Salpeter rein mineralischen Ursprungs ist und nicht etwa von verseuchtem Boden oder dergleichen herrührt.“ Auf Grund dieser Auskunft konnte das neu erschlossene Wasser ohne Bedenken auch zum Trinken Verwendung finden. Der Bau einer Wasserleitung, nicht allein für die Zwecke des Hafenbauamtes, sondern auch für die Einwohnerschaft Swakopmunds wurde nun sofort in Angriff genommen. Zu diesem Zwecke ist bis 3 m unter der Oberfläche bis zur undurchlässigen Nagelfluhschicht ein Brunnen aus Bruchsteinmauerwerk abgeteuft worden. Über dem Brunnen ist ein Windmotor aufgestellt, dessen 15 m hoher aus Stahl hergestellter Gerüstturm ein doppeltes Flügelrad von 5,5 m Durchmesser trägt. Durch dies Windrad wird eine doppelwirkende Saug- und Druckpumpe betrieben, die stündlich 6000 Liter bei nur 25 Umdrehungen in der Minute fördert.

Von der Entnahmestelle aus wird das Wasser nach dem rd. 770 m entfernten, auf dem höchsten Punkte von Swakopmund gelegenen Wasserspeicher gedrückt, der mit seiner Sohle 1,5 m über dem umliegenden Gelände liegt und ein Fassungsvermögen von 75 cbm besitzt. Die Umfassungswände sind aus Bruchsteinmauerwerk hergestellt, dessen Material aus dem für den Molenbau eröffneten Steinbruche entnommen ist. Die Gewölbe sind aus Stampfbeton gefertigt. Die Zuleitungsrohre haben 0,064, die Ableitungsrohre 0,056 bis 0,04 m Durchmesser. Die Herstellungskosten der gesamten Anlage beliefen sich auf 42000 *M.* Für die Einwohnerschaft wurde ein Wasserzins von 0,2 Pf. für das Liter erhoben. Am 9. Oktober 1899 wurde die Wasserleitung in ihrem vollen Umfange eröffnet. In den ersten Monaten des Betriebes wurden neben dem für das Hafenbauamt erforderlichen Wasser von der Einwohnerschaft für den Monat durchschnittlich 200 cbm entnommen. Diese Menge stieg nach einem Jahre auf rd. 400, nach zwei Jahren auf 1000 und nach dreijährigem Bestehen auf über 10000 cbm.

Gleich in der ersten Zeit wurde der Betrieb dadurch gestört, daß windstille Tage vorkamen, an denen infolgedessen auch Wassermangel eintrat. Um solchen unliebsamen Vorfällen vorzubeugen, und da überhaupt der Windmotor nicht in dem Umfange, wie erwartet wurde, ausgenutzt werden konnte, wurde noch ein zweipferdiger Petroleummotor beschafft und derart mit der Pumpe verbunden, daß zu jeder Zeit der eine oder andere Motor eingeschaltet werden konnte. Zu Anfang des Jahres 1901 stellte sich die Notwendigkeit heraus, eine Erweiterung der Zuführungsanlagen vorzunehmen, um den gesteigerten Anforderungen gerecht zu werden. Zu diesem Zwecke wurde rd. 100 m von dem bestehenden Brunnenschachte ein neuer Kessel hergestellt und mit dem ersteren durch 51 mm-Rohre verbunden. Auch eine Erweiterung und Vervollkommnung der Förderungsmittel zeigte sich mit der Zeit als dringend erforderlich. Schon nach dreijährigem Betriebe hatte sich nämlich der Windmotor derartig abgenutzt, daß er fast unbrauchbar geworden war. Trotzdem der Anstrich stetig erneuert wurde, war das Eisengerüst durch die feuchten Seewinde gänzlich zerfressen, so daß ein Zusammensturz befürchtet werden konnte; auch die Lager und Buchsen des Flügelrades und Gestänges wurden durch den vom Winde mitgeführten Staub und feinen Sand in un-

gewöhnlichem Maße angegriffen. Daher mußte der Windmotor beseitigt werden. Als Ersatz hierfür wurde ein zweiter Petroleummotor von fünf Pferdekraften beschafft und im Mai 1902 in Betrieb gesetzt.

Es kann wohl behauptet werden, daß die so geschaffene Wasserleitung geradezu segensreich für das aus einer Niederlassung allmählich zu einer Stadt herangewachsene Swakopmund gewirkt hat. Dies kann am besten derjenige ermessen, der die früheren sehr unvollkommenen Verhältnisse noch miterlebt hat. Auch das allgemeine Bild der Stadt ist durch diese Anlage in günstigster Weise beeinflusst worden, indem jetzt fast bei allen Gebäuden kleine Gärten angelegt sind, deren frisches Grün das früher tote Aussehen des Platzes in erfreulicher Weise geändert hat.

Wind und Wetter. Um über die klimatischen Verhältnisse der Westküste des Schutzgebietes an der Hand zuverlässiger Beobachtungen genauere Aufklärung zu erlangen, wurde vom Kaiserlichen Hafenbauamte eine meteorologische Station eingerichtet. Sie war zu Beginn des Jahres 1899 fertiggestellt; die Beobachtungen wurden seit dem 5. Januar desselben Jahres geführt. Sie finden täglich dreimal statt, um 7 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 9 Uhr abends mittlerer Ortszeit. Der Niederschlag wird nur am Morgen gemessen. Auf pünktliche Innehaltung dieser Zeitpunkte wird besonders geachtet, ebenso darauf, daß Luftwärme und Luftdruck möglichst gleichzeitig abgelesen werden. Außerdem werden noch die Luftfeuchtigkeit, sowie Richtung und Stärke des Windes bestimmt.

Die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen lassen natürlich bei der kurzen Beobachtungszeit von kaum vier Jahren kein endgültiges Urteil zu über die meteorologischen Verhältnisse dieses Platzes; jedoch gewähren sie über die für den Bau wichtigsten Erscheinungen, Wind und Wetter, einen ziemlich guten Überblick. Um aus den gemachten Beobachtungen eine deutliche Übersicht zu geben und besser Vergleiche zwischen den einzelnen Monaten und Jahren zu ermöglichen, ist neben der Tabelle noch eine zeichnerische Darstellung (Text-Abb. 5) angefertigt worden über die höchsten und niedrigsten Tagestemperaturen für die einzelnen Monate. Die Zusammenstellungen sind für drei volle Jahre gemacht und zusammengefaßt nach den Jahreszeiten. Es ist daraus zu ersehen, daß die Temperatur in den Monaten September bis Februar am gleichmäßigsten ist, sowohl was die mittleren Tagestemperaturen als auch die mittleren Tagesunterschiede betrifft. In den Monaten März bis August dagegen ist die Witterung am ungleichmäßigsten, die Temperaturen teils am niedrigsten, teils am höchsten, auch die Unterschiede in den Tagestemperaturen die größten. Nach den dreijährigen Beobachtungen ergibt sich eine mittlere Temperatur von 16,4°, die überhaupt höchste betrug 39,8°, die niedrigste 2,5°; die niedrigsten Temperaturunterschiede an einem Tage ließen sich auf 1,6°, die höchsten auf 28,3° feststellen, es herrschte ein mittlerer Temperaturunterschied von 7,8°. Nach alledem kann das Klima Swakopmunds als ein durchaus gemäßigt genannt werden, bei dem jedoch auch Ungleichmäßigkeiten besonders in den Wintermonaten nicht ausgeschlossen sind.

Im engsten Zusammenhange mit den Temperaturen, in Wechselwirkung mit ihnen stehen die Winde. Als stetig

Zusammenstellung
der Temperaturen und Temperaturunterschiede
vom 1. März 1899 bis 1. März 1902.

Monat u. Jahr	Höchst. Max.	Mittl. Max.	Größt. Min.	Mittl. Min.	Mittl. Tages-temper. max. u. min.	Tagesunterschied		
						Höchster	Geringster	Mittlerer
1899								
März . . .	28,4	24,6	11,4	17,0	20,8	11,0	3,7	7,6
April . . .	33,8	25,0	7,9	14,1	19,6	22,7	6,8	10,9
Mai . . .	38,0	26,9	8,2	14,2	20,6	21,7	4,8	12,7
Juni . . .	36,4	28,7	4,2	12,2	20,5	27,0	5,6	16,5
Juli . . .	36,6	23,9	3,9	10,8	17,4	20,2	4,3	13,1
August . . .	26,6	20,8	2,5	9,0	14,9	21,1	7,0	11,8
September . . .	19,4	16,3	7,4	9,9	13,1	10,8	2,1	6,4
Oktober . . .	23,9	19,1	5,2	11,0	15,1	17,7	3,9	8,1
November . . .	23,3	19,0	7,7	11,8	15,4	11,2	4,2	7,2
Dezember . . .	22,5	20,0	8,5	14,1	17,1	11,5	1,6	5,9
1900								
Januar . . .	24,1	21,4	11,4	15,0	18,2	12,1	4,2	6,4
Februar . . .	24,0	20,9	12,9	14,9	17,9	10,5	4,0	6,0
1900								
März . . .	38,0	22,2	2,5	12,8	17,5	27,0	1,6	9,4
April . . .	25,3	20,2	10,6	14,0	17,1	10,3	3,9	6,2
Mai . . .	27,2	19,0	12,4	13,8	16,4	12,7	2,4	5,2
Juni . . .	30,1	21,8	7,4	12,4	17,1	16,0	3,7	9,4
Juli . . .	34,5	19,0	5,5	11,1	15,5	20,1	2,4	7,9
August . . .	18,6	16,2	3,9	9,6	12,9	12,6	2,1	6,6
September . . .	21,5	17,2	5,1	9,0	13,1	15,1	2,4	8,2
Oktober . . .	30,5	16,8	8,0	11,3	14,2	13,5	2,6	5,5
November . . .	23,1	17,6	10,6	11,0	14,3	13,4	2,6	6,6
Dezember . . .	23,6	18,3	7,6	12,1	15,2	14,9	3,3	6,2
1901								
Januar . . .	25,0	21,2	12,3	15,1	18,2	9,5	3,1	6,1
Februar . . .	27,7	21,2	12,6	15,2	18,2	9,1	3,3	6,0
1901								
März . . .	34,5	19,0	3,9	12,5	15,7	20,1	1,8	6,6
April . . .	25,5	19,0	11,6	13,8	16,4	12,4	2,6	5,2
Mai . . .	26,4	18,1	9,7	12,4	15,3	11,8	3,4	5,7
Juni . . .	39,8	24,3	6,5	12,8	18,6	27,6	3,9	11,5
Juli . . .	36,5	22,1	5,0	11,2	16,7	26,7	2,0	10,9
August . . .	35,5	22,1	4,7	9,5	15,8	28,3	2,5	12,6
September . . .	20,6	15,5	4,8	9,8	12,7	15,4	2,2	5,7
Oktober . . .	24,2	16,8	6,5	9,9	13,4	14,0	2,4	6,9
November . . .	22,8	18,0	5,8	11,7	14,9	14,4	2,6	6,3
Dezember . . .	24,4	19,4	9,6	12,5	16,0	17,7	3,3	6,9
1902								
Januar . . .	23,7	19,8	11,7	14,4	17,1	10,5	2,8	5,4
Januar . . .	25,7	20,9	10,7	14,9	17,9	11,1	3,3	6,0
Februar . . .	25,6	21,6	13,5	16,0	18,8	11,2	2,3	5,6
	39,8	19,8	4,7	12,2	16,0	28,3	2,0	7,4

wehender Wind kann der aus SW. kommende angesehen werden, der fast täglich hier zu beobachten ist. Seine Entstehung beruht auf den verschiedenartigen Temperaturen über dem Meere und dem Lande. Bald nach Sonnenaufgang erwärmt sich die Oberfläche des Festlandes, und der Temperaturunterschied zwischen der kalten Luftschicht über See und der heißen über dem Lande wird so bedeutend, daß erstere, die schwerere, mit großer Heftigkeit in die leichtere heiße hineinströmt. Dieses Wehen des Windes hält an, bis sich nach Sonnenuntergang das Land wieder allmählich abkühlt und ein Gewichtsausgleich der Luftschichten stattgefunden hat.

Nicht ständig, sondern nur zeitweise tritt der Ostwind auf und zwar schwach beginnend in den Monaten April/Mai, allmählich stärker werdend bis zum Juni und dann wieder abflauend im Juli und August. Bei verhältnismäßig niedriger Temperatur entspringt er auf den Gebirgszügen im Innern und nimmt auf dem kurzen Wege bei seinem Herabsturze von der Höhe bis zur Küste bei sich immer vergrößernder Geschwindigkeit allmählich eine Temperatur an, die in

Swakopmund durchschnittlich 37° beträgt. Es dürfte hier dieselbe Erscheinung vorliegen wie beim Föhn der Alpen und dem Chinook der Felsengebirge.

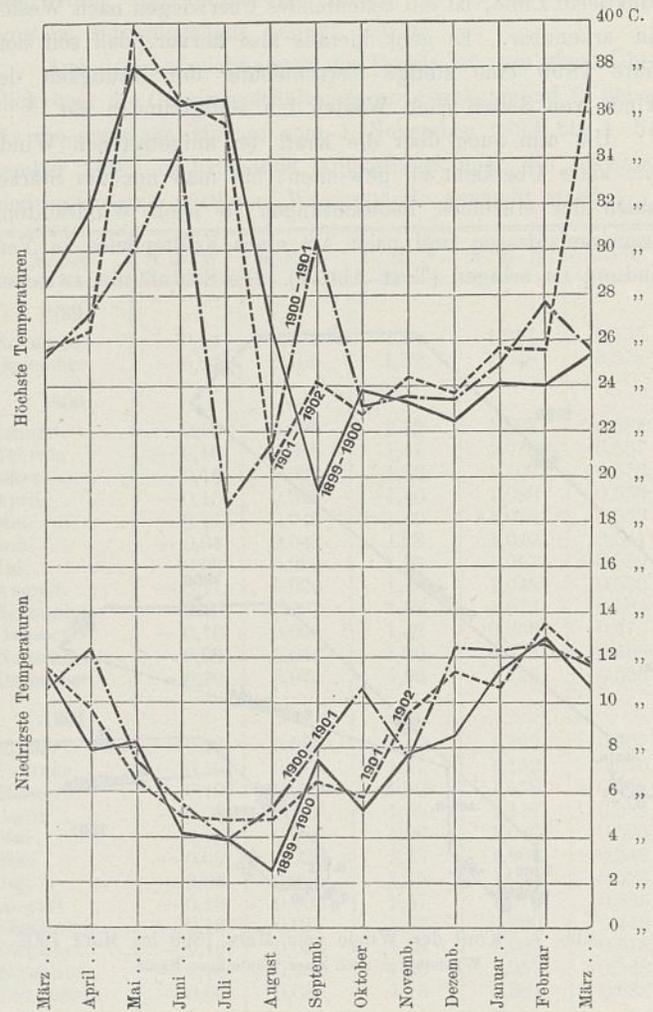


Abb. 5. Höchste und niedrigste Temperaturen für die Monate März 1899 bis März 1902.

Die anderen Winde, nur wechselnd wehend, kommen kaum in Betracht. Ein anschauliches Bild über das mehr oder minder häufige Auftreten der verschiedenen Winde erhält man, wenn man auf den einzelnen Strahlen der Windrose die Anzahl der Beobachtungen über das Auftreten der Winde aufträgt und die so erhaltenen Punkte der Reihe nach durch einen Linienzug verbindet (Abb. 6).

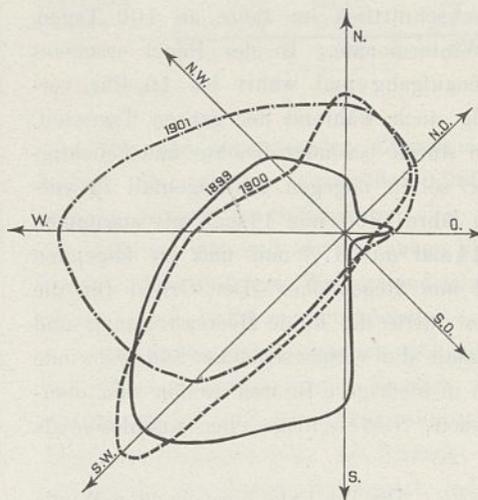


Abb. 6. Häufigkeit der Winde vom März 1899 bis März 1902.

Der mit vollem Strich eingetragene Linienzug für die Zeit von März 1899 bis März 1900 verläuft fast ganz auf dem Viertelkreis von Süden bis Westen, mit Ausnahme einer kleinen Ausbuchtung nach Osten hin; im folgenden Jahre,

gestrichelter Linienzug, herrschte die Südwestrichtung vor, auch ist ein Anwachsen der Nord- und Nordostrichtung zu bemerken; im Jahre März 1901 bis März 1902, strichpunktirierte Linie, ist ein bedeutendes Überwiegen nach Westen hin erkennbar. Es geht hieraus also hervor, daß seit dem Jahre 1899 eine stetige Verschiebung der Häufigkeit der Winde von Süden nach Westen hin stattgefunden hat.

Um nun auch über die Kraft der aufgetretenen Winde eine klare Übersicht zu gewinnen, hat man nur die Stärkezahlen der einzelnen Beobachtungen je nach Windrichtung zusammenzufassen und nach Art eines Kräfteplanes in Verbindung zu bringen (Text-Abb. 7). Die Schlußlinie zwischen

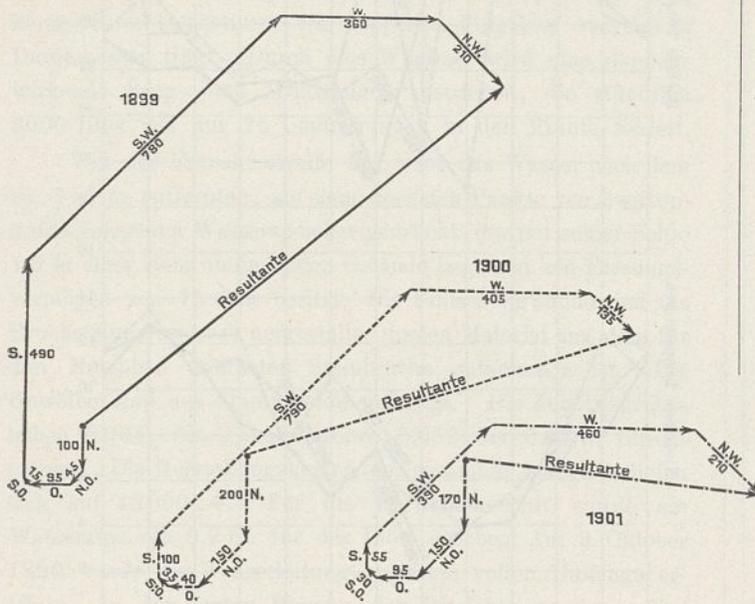


Abb. 7. Kraft der Winde vom März 1899 bis März 1902. Windstärken nach einer zehnteiligen Skala.

Anfangs- und Endpunkt ergibt die Resultante nach Richtung und Stärke. Es erhellt daraus, daß seit dem Jahre 1899 die Stärke der Winde im allgemeinen abgenommen hat und daß die Resultanten der Stärken sämtlicher Winde ebenfalls mehr und mehr der Westrichtung zustreben.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist ein sehr großer und zeigt sich besonders als Tau in der Nacht. Sehr häufig treten auch Nebel auf, durchschnittlich im Jahre an 100 Tagen, bevorzugt sind die Wintermonate. In der Regel erscheint der Nebel bei Sonnenaufgang und währt bis 10 Uhr vormittags, jedoch häufig auch während der ganzen Tageszeit. Stets zeichnet er sich durch besondere Dichte und Feuchtigkeitsgehalt aus. Sehr selten dagegen ist Regenfall zu verzeichnen gewesen, im Jahre 1899 nur 11 mal mit zusammen 37 mm, 1900 nur 14 mal mit 37,7 mm und im folgenden Jahre 27 mal mit 14 mm Regenhöhe. Der Grund für die geringen Niederschläge dürfte die kühle Meeresströmung und im Zusammenhange damit die vorherrschenden Südwestwinde sein, die von höheren in niedrigere Breiten wehen und demnach das Bestreben haben, Niederschläge eher aufzulösen als zu veranlassen.

Wellenbewegung. Die am Orte herrschenden Winde haben nur in sehr geringem Maße Einfluß auf die Wellenbewegung, ihr Ursprung liegt in südlicher gelegenen Meeresteilen. Die Dünung läuft fast immer aus südwestlicher Richtung, ungefähr 125° gegen die Nordlinie gerichtet, und wird nur

am Ufer durch die dort auftretenden Unregelmäßigkeiten abgelenkt. Gewöhnlich kommen die Wellen bei 1 m Höhe in regelmäßigen Zwischenräumen (1 bis 2 in der Minute) auf das Ufer zu, werden, bei der äußersten Klippenreihe gebrochen, zur Brandung und kommen als Brecher zum Strande. Entsprechend dem Wasserstande über den Klippen nimmt die Wellenbewegung bei Flut zu, bei Ebbe ab. Ohne besondere Anzeichen ändert sich plötzlich die Stärke der Brandung oft in weniger als einer Stunde, und es treten dann Brandungswellen auf von über 5 m Höhe in kurzen Zwischenräumen, elf und mehr in der Minute.

Meeresströmung. Außer der Wellenbewegung ist noch von besonderem Einflusse die an der Küste herrschende Meeresströmung. Um ihre Richtung und Geschwindigkeit näher kennen zu lernen, wurden Schwimmer hergestellt aus Rundholz von 25 bis 30 cm Durchmesser und 1 m Länge. Am oberen Ende trugen sie an dünner Eisenstange von ebenfalls 1 m Länge ein verschiedenartig buntgestrichenes schmales Holzkreuz, das dem Winde nur sehr geringe Fläche bot; das untere Ende war durch Eisenringe derart beschwert, daß nur das Kreuz aus dem Wasser ragte. Bei Windstille oder nur ganz schwacher Luftbewegung wurden die Schwimmer in einer Senkrechten zu der am Ufer ausgesteckten Richtungslinie in verschiedenen Entfernungen vom Ufer unter Vermerkung der Zeit zu Wasser gebracht und beim Durchlaufen der folgenden Profile beobachtet. Es ergab sich, daß bis zu einer Entfernung von 300 m vom Ufer die Schwimmer keine Bewegung längs der Küste zeigten, sondern durch Brandungswellen allmählich und fast in einer Geraden senkrecht auf das Ufer zugetrieben wurden. In 500 m Entfernung trieben die Schwimmer parallel zum Ufer, d. h. in Richtung von Süden nach Norden und zwar durchschnittlich mit 0,088 m Geschwindigkeit in der Sekunde; in 700 m Entfernung ebenfalls in derselben Richtung mit durchschnittlich 0,102 m, in 1000 m Entfernung wiederum von Süden nach Norden mit 0,997 m Geschwindigkeit.

Die Ergebnisse waren bei allen Beobachtungen fast die gleichen. Demnach herrscht hier eine von Süden nach Norden gerichtete Meeresströmung mit einer Geschwindigkeit von rd. 0,1 m in der Sekunde. Die Strömung hat folgenden Ursprung. Wie bekannt, verläßt der brasilianische Strom, der warme Zweig der abgelenkten Äquatorialströmung, bei ungefähr 40° südlicher Breite die Küste von Südamerika und geht nach Osten zum Kap der guten Hoffnung. Außerdem kommt vom großen Ozean um die Südspitze Amerikas die Kap-Horntrift, deren Westwindtrift auf die obengenannte warme Strömung stößt, sie nach Osten begleitet und auf dem gemeinsamen Laufe von der afrikanischen Küste abdrängt (Benguelastrom). Da nun die Küste Südafrikas nach dem Äquator hin vorspringt, legt sich die kühle Strömung hart an die Küste an bis zu der am weitesten vorspringenden Ecke bei Kap Negro, wo sie von den dort herrschenden Winden erfaßt und wieder äquatorwärts vom Lande abgetrieben wird.

Die Temperaturen des Meerwassers vor Swakopmund wurden täglich dreimal, morgens, mittags und abends, 1 m unter der Oberfläche gemessen; die Tagesunterschiede waren nur geringe. Dagegen zeigten sich durchweg Schwankungen der Meerestemperatur in den Jahreszeiten; es betrug die durchschnittliche Wärme im Sommer $14,07^\circ$, während sie

in den Wintermonaten April bis September auf $11,48^{\circ}$ sank. Die durchschnittliche Jahrestemperatur betrug demnach $12,78^{\circ}$. Die niedrigste Temperatur wurde im September 1903 mit $9,3^{\circ}$, die höchste im März desselben Jahres mit $14,9^{\circ}$ beobachtet.

Als eine unmittelbare Folge der Meeresströmung sind die Sandbewegungen längs der Küste zu betrachten. Wie schon früher, besonders bei der Schilderung von Sandfischhafen und Walfischbai erwähnt, führt der von Süden nach Norden gehende Küstenstrom nicht unbedeutende Mengen von feinem Sande mit sich, die er an geeigneten Stellen niederlegt. Als solche geeignete Stellen sind hier besonders die zwischen Walfischbai und der Swakopmündung dem Strande vorgelagerten Kalksteinklippen zu betrachten, die den Sand zum größten Teil auffangen und später dann den Dünen zuführen, während der Rest in größerer Tiefe von der Strömung weitergeführt wird und das Gestade um Swakopmund kaum berührt. Am deutlichsten hierfür spricht der Gegensatz zwischen den Wanderdünen südlich des Swakop und dem aus grobkörnigem Sande bestehenden Strande nördlich desselben. Ferner steht fest, daß sich das Ufer nördlich des Swakop fast überall im Abbruche befindet und nur selten eine Stelle zu finden ist, die auf frisch angeschwemmten Sand schließen läßt. Vergleicht man auch die durch Peilungen neu ermittelten Tiefenkurven mit den früheren Aufnahmen S. M. S. „Falke“ vom Jahre 1893, S. M. S. „Hyäne“ und denen des Hafenbaumeisters Mönch aus demselben Jahre, so läßt die Übereinstimmung derselben darauf schließen, daß eine merkliche Veränderung und somit eine stärkere Sandbewegung kaum stattgefunden haben kann. Besonders gilt dies von der Strecke vor dem ehemaligen Zollschuppen, 1000 bis 1400 m vom rechten Swakopufer entfernt; weit weniger ist dies der Fall bei der anderen, der Swakopmündung näher gelegenen Einbuchtung. Von besonderem Einflusse auf die Veränderung der Meerestiefen durch Sandbewegung können auch die Sinkstoffe sein, die der Swakopfluß bei seinem Abkommen in das Meer sendet, worüber schon unter „Swakop“, Seite 353, genauer berichtet ist.

Wasserstandsschwankungen. Von der größten Wichtigkeit für den Bau der Hafenanlage war die Beobachtung der Gezeiten. Hierfür war ein von der Firma Fueß in Steglitz nach den Angaben des Geh. Regierungsrates Professor Seibt gebauter selbsttätiger Druckluftpegel aufgestellt worden, der am 1. November 1899 in Betrieb gesetzt wurde und stets zur vollen Zufriedenheit gearbeitet hat. Vor dem als meteorologische Station dienenden Bureaugebäude ragen am Strande mehrere Felsgruppen hervor, die zur Aufnahme des Pegels sehr geeignet waren (Text-Abb. 8). In einer Felsvertiefung, die nur gegen die See zu offen war und selbst bei tiefster Ebbe noch 36 bis 40 cm hoch mit Wasser angefüllt ist, wurde ein brunnenartiger Betonkörper aufgebaut, der 1,50 m über Flut reicht und oben gegen Spritzwellen und Verunreinigungen abgedeckt ist. An der tiefsten Stelle im Innern befindet sich der tellerartige Ansatz der Rohrleitung. Das bleierne Luftleitungsrohr von 2 mm Durchmesser ist im Brunnen selbst durch eine eiserne Rohrhülle geschützt, die an dem Mauerwerk mittels Haken und Schellen befestigt ist. Neben der Rohrleitung im Brunnen ist eine Pegelskala zum Vergleich angebracht. Nach dem Austritt aus dem

Brunnen ist die Rohrleitung in schützender Holzhülle bis zum Strande auf einer Brücke gelagert, die vorher zum Heranschaffen der Baustoffe diente. Die Gesamtlänge der Rohrleitung vom tellerartigen Ansatz bis zur Schreibvorrichtung im Bureaugebäude beträgt 120 m.

Aus den Aufzeichnungen des Pegels ist, um einen Überblick über die Gezeitenverhältnisse von Swakopmund zu geben, für die einzelnen Monate vom 1. November 1899 bis 1. November 1902 nachstehende Aufstellung über die höchsten, niedrigsten und mittleren Wasserstände gemacht worden.

Monat	N. N. W.	M. N. W.	G. H. W.	M. H. W.	M. W.
1899					
November	— 0,14	0,072	1,30	1,037	0,555
Dezember	— 0,07	0,109	1,32	1,048	0,578
1900					
Januar	— 0,19	0,085	1,39	1,083	0,584
Februar	— 0,16	0,056	1,47	1,078	0,567
März	— 0,16	0,039	1,53	1,107	0,573
April	— 0,15	0,029	1,40	1,088	0,559
Mai	— 0,11	0,040	1,30	1,078	0,559
Juni	— 0,04	0,042	1,22	1,040	0,541
Juli	— 0,06	0,060	1,38	1,057	0,559
August	— 0,11	0,070	1,50	1,048	0,559
September	— 0,10	0,087	1,58	1,073	0,584
Oktober	— 0,10	0,094	1,32	0,856	0,475
November	— 0,08	0,047	1,26	0,873	0,468
Dezember	— 0,10	0,071	1,56	1,125	0,598
1901					
Januar	— 0,22	0,087	1,40	1,127	0,607
Februar	— 0,10	0,073	1,47	1,152	0,610
März	— 0,10	0,062	1,50	1,158	0,610
April	— 0,09	0,049	1,55	1,117	0,583
Mai	— 0,10	0,018	1,36	1,030	0,524
Juni	— 0,09	0,028	1,33	1,062	0,545
Juli	— 0,06	0,034	1,35	1,010	0,523
August	— 0,10	0,002	1,47	1,075	0,536
September	— 0,10	0,017	1,47	0,880	0,449
Oktober	— 0,10	0,028	1,38	1,007	0,518
November	— 0,11	0,039	1,36	1,057	0,548
Dezember	— 0,06	0,081	1,16	0,984	0,533
1902					
Januar	— 0,08	0,054	1,39	0,984	0,519
Februar	— 0,14	0,030	1,39	0,990	0,510
März	— 0,15	0,049	1,48	1,039	0,544
April	— 0,08	0,044	1,42	1,029	0,537
Mai	— 0,07	0,046	1,42	0,940	0,700
Juni	— 0,07	0,017	1,46	1,025	0,516
Juli	— 0,10	0,013	1,32	0,979	0,496
August	— 0,10	0,040	1,39	1,074	0,557
September	— 0,15	0,018	1,52	0,940	0,479
Oktober	— 0,16	0,031	1,47	1,107	0,569
im Mittel	— 0,22	1,761	1,58	37,357	19,772
		0,049		1,038	0,549

Wie aus vorstehender Zusammenstellung hervorgeht, beträgt die mittlere Flutgröße $0,989 \approx$ rd. 1 m. Jedoch erreicht dieselbe bei Springfluten eine durchschnittliche Höhe von 1,60 m, während sie bei tauben Fluten 0,40 m im Mittel beträgt. Der niedrigste Wasserstand in den drei Beobachtungsjahren war $-0,22$ m, der höchste $+1,58$.

Auf diesen Pegel beziehen sich die hierselbst ausgeführten Höhenmessungen zum Zwecke der Hafenanlage, zu Straßenanlagen und zum Eisenbahnbau. Es wurden in der Nähe des Pegelbrunnens am Strande, wie aus Text-Abb. 8 ersichtlich, drei Festpunkte gesetzt, indem kleine Betonblöcke in die Erde eingelassen wurden, welche oben je einen eisernen Nivellementsbolzen haben. Die Höhe dieser Punkte wurde durch Höhenmessung von der Kontrollskala im Pegelbrunnen bestimmt.

Die Hafenzzeit ist seinerzeit von dem Marinebaumeister Mönch auf 1 Uhr 45 Min. angegeben, während sie in einer Seekarte von der Reede von Swakopmund, die nach

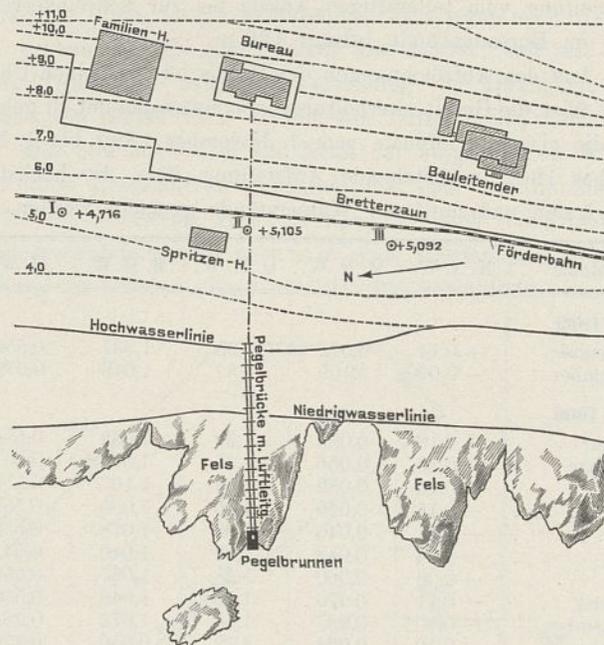


Abb. 8. Lageplan der Nivellementspunkte.

einer Aufnahme S. M. S. „Hyäne“ im Juni 1896 hergestellt wurde, auf 3 Uhr 20 Min. bezeichnet ist. Nach einer genauen Aufstellung der dreijährigen Pegelaufzeichnungen ist die mittlere Hafenzzeit 2 Uhr 32 Min. Bei 71 vorgenommenen Beobachtungen bewegte sich der Eintritt des Hochwassers am Tage des Voll- oder Neumondes in der Zeit von 1 Uhr 50 Min. bis 3 Uhr 30 Min.

Wassertiefen. Die erste genaue Tiefenmessung am Strande von Swakopmund wurde ausgeführt im Jahre 1895 unter dem Marinebaumeister Mönch. Sie erstreckte sich von der Mündung des Swakopflusses bis etwa 2 km nördlich davon und wurde bis zu einer Entfernung von 1000 m vom Strande vorgenommen. Wie aus Abb. 10 Bl. 25 ersichtlich, sind dem Strande Riffe vorgelagert, die bei niedrigem Wasser zum Vorschein kommen. Diese Riffe sind nur unterbrochen an der bisherigen Landungsstelle und im jetzigen Hafenbecken. Dicht dahinter zieht sich die 3 m Wasserlinie hin und von da ab fällt nun der Meeresboden ziemlich gleichmäßig in einem Gefälle von ungefähr 1:100.

Die nächsten Peilungen wurden im Mai 1899 ausgeführt. Zu diesem Zwecke wurden am Strande von der Mündung des Swakops aus, in einer 2 km langen Linie in je 200 m Entfernung 20 m lange Stangen aufgestellt und im rechtwinkligen, etwa 200 m großen Abstand zu dieser Linie hinter jeder dieser Stangen eine kürzere auf dem höher gelegenen Strande. Während nun in einer durch je eine große und kleine Stange gebildeten Peillinie die Lotungen vorgenommen wurden, waren an diesen Stangen, um sie auch in größerer Entfernung von der See aus kenntlich zu machen, Flaggen gehißt. In dem Peilboot selbst wurde dann mit Peilstangen oder Lot die Tiefe ermittelt und gleichzeitig mit einem Sextanten die Ortsbestimmung vorgenommen. Auch hier wurde die Peilung bis auf 1000 m vom Strande aus-

gedehnt. Wie auf dem Plane ersichtlich, sind besondere Unterschiede der Tiefenverhältnisse zu der ersten Peilung nicht gefunden worden. Seit der zweiten Peilung wurden regelmäßig alle halbe Jahre die Tiefenmessungen vorgenommen, um etwaige durch den Molenbau entstehende Veränderungen feststellen zu können. Aus diesem Grunde wurden auch in unmittelbarer Nähe der Mole zwischen den Querschnitten VI und VIII (vergl. Abb. 11 Bl. 35) noch Zwischenlinien gepeilt. Die zuletzt im Oktober 1902 ausgeführten Peilungen wurden außerdem noch bis auf 2000 m vom Strande ausgedehnt. Da in dieser Entfernung mit dem Spiegelsextanten nicht mehr beobachtet werden konnte, wurde die Ortsbestimmung mittels Theodolithen vom Lande aus vorgenommen. Durch diese Peilung wurde eine Untiefe entdeckt, welche sich, etwa 1100 m vom Strande entfernt, von dem Querschnitt VI bis zu dem Querschnitt VIII (vergl. Abb. 11 Bl. 35) hinzieht und im Querschnitt VI nur 7 m unter G. N. W. liegt. Auch wurde gefunden, daß von dieser Entfernung ab der Meeresboden ein schwächeres Gefälle hat, wie vorher. Es beträgt ungefähr 1:200.

Die durch den Bau der Mole verursachten, durch die Peilungen festgestellten Veränderungen sind: Sandablagerung an der Südseite der Mole, Auskolkungen des Hafenbeckens und Abbruch des nördlich gelegenen Strandes. Die Sandablagerung auf der Südseite ist soweit vorgeschritten, daß sie von der Mole bis etwa 200 m südlich eine Breite von rd. 120 m erreicht hat, und von da aus nach der jetzigen Landestelle in den alten Strand ausläuft; dieser ist in südlicher Richtung nach wie vor mit einer tiefen Sandschicht bedeckt. An der Molenwurzel in dem Hafenbecken selbst lagert sich zur Zeit der tauben Flut häufig etwas Sand und Seetang ab, was jedoch bei Springflut wieder weggespült wird. An dem Strand nördlich der Mole, an dem früher tiefer Sand lagerte, ist dieser vollständig ausgewaschen, so daß jetzt nur Klippen und Steine sichtbar sind. Es bestand sogar Gefahr der Unterwaschung des Verbindungsgleises von der Mole nach dem Steinbruch, so daß ein weiterer Abbruch des Ufers an der betreffenden Stelle durch Steinschüttung aus dem Steinbruch verhindert werden mußte.

Gestalt der Uferlinie. Zwischen der weitvorspringenden Halbinsel der Walfischbai und der rd. 35 km oberhalb Swakopmunds gelegenen Rockbai bildet die Küste eine sanfte landeinwärts gedrückte Krümmung, die verschiedene Vorsprünge und Einbuchtungen aufweist. Ungefähr in der Mitte dieser Krümmung befindet sich die Reede von Swakopmund, offen gegen die vorherrschenden Südwestwinde. Die Schiffe liegen daselbst in 500 bis 1000 m Entfernung vom Ufer vor Anker bei 8 bis 12 m Wassertiefe. Der Ankergrund besteht aus grobem Sand von hinreichender Mächtigkeit und hat sich bisher stets als gut erwiesen. Die Reede ist frei von Bänken mit Ausnahme einer kleinen Felskuppe von rd. 10 m Durchmesser, die 1000 m vom Ufer entfernt 8 m tief unter N.W. sich befindet und steil abfällt auf 15 m in der Umgebung.

Von den Einbuchtungen der Uferlinie sind besonders zwei hervorzuheben, die ziemlich tief in den felsigen Uferstrand einschneiden und daher auch von Anbeginn als Landungsstellen benutzt wurden.

(Schluß folgt.)

in Abb. 2 dargestellte Bild. Durch den Linienzug *abcdefg* werden die geschleusten Schiffe zur Darstellung gebracht. Die Linien *bc*, *de*, *fg* stellen die Unterbrechungen im Schleusenbetrieb dar. Die Linie *ai* bedeutet, daß um 5 Uhr morgens ein Schleusenrang = R_n Schiffe beobachtet ist. Der Linienzug *iklm* stellt den Zuzug von Schiffen an drei Tagen dar. Die schraffierte Fläche der Abbildung bedeutet wie in Abb. 1 den Gesamtverlust an Fahrtzeit. Aus der Abbildung ist fernerhin ersichtlich, welchen wesentlichen Einfluß die Unterbrechung des Betriebes an den Schleusen gehabt hat. Wäre z. B. Tag und Nacht geschleust worden, so würde sich statt des Linienzuges *abcdefg* der Linienzug *AB* ergeben haben und eine wesentliche Ersparnis an Fahrtzeit eingetreten sein. Aus der Abb. 2 ergibt sich ferner, daß es für die Ermittlung der Zeitverluste nicht von Belang ist, die Betriebszeiten der Schleusungen und die Zeitpunkte, an denen der Rang gezählt ist, bei der Verzeichnung der Linienzüge zu benutzen, daß es vielmehr genügt, die zuziehenden und geschleusten Schiffe auf den vollen Betriebstag von 12 Uhr nachts bis 12 Uhr nachts gerechnet gleichmäßig verteilt anzunehmen (vgl. die gestrichelten Linienzüge).

Unter Benutzung dieser zulässigen Annahmen werden nur Fehler zweiter Ordnung bedingt werden, namentlich, sobald es sich um größere Verkehrswellen handelt. Es ergibt sich nunmehr das in Abb. 3 gezeichnete Bild. Darin stellt der Linienzug *Aghidet* die Verkehrszuflußlinie ent-

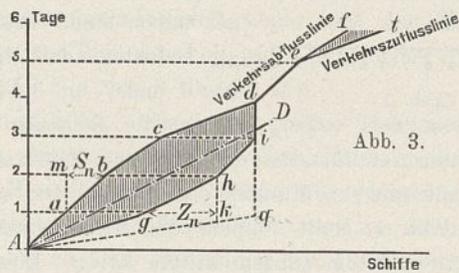


Abb. 3.

sprechend den Zugängen Z_n im Zeitraum von sechs Betriebstagen dar, während die Linie *Aabcdef* die Verkehrsabflußlinie, d. h. die Linie bedeutet, welche den durchgeschleusten Schiffen S_n der Zahl und Zeit nach entspricht. Die schraffierten Flächen stellen wie in Abb. 1 und 2 den Verlust an Fahrtzeit dar. Auf der Linie *de* fallen Verkehrs-Zu- und Abflußlinie zusammen, d. h. es sind ebenso viele Schiffe durchgeschleust als zugezogen sind, mithin ist ein Verlust an Fahrtzeit bei Annahme eines gleichförmig verteilten Verkehrs nicht eingetreten.

Als Kennzeichen für die beiden Linienzüge ist zu beachten, daß die Verkehrsabflußlinie und die Verkehrszuflußlinie sich nur auf einer bestimmten Strecke berühren oder zusammenfallen können, in keinem Falle aber ein Durchschneiden beider Linienzüge stattfinden kann, weil es nicht möglich ist, daß mehr Schiffe geschleust werden als zugschwommen sind.

Beziehung zwischen den Werten R_n , S_n und Z_n . Durch Verzeichnung der Verkehrs-Zu- und Abflußlinie nach Abb. 2 oder 3 bei bekanntem S_n und Z_n lassen sich die Zeitverluste zwar bequem bestimmen und der Einfluß von Betriebsverbesserungen nachweisen. Die Übersicht über die Zeitverluste für längere Zeiträume z. B. während eines Be-

triebsjahres ist bei dieser Darstellung jedoch erschwert, weil beide Linienzüge fortdauernd steigen. Die einfachste Berechnung und Darstellung der Zeitverluste ist aber unmittelbar aus der Beziehung zwischen den Werten R_n , S_n und Z_n aus Abb. 3 zu finden. In der Abbildung stellt die Linie *gh* der Zeit nach den Zufluß von Z_n Schiffen dar, die Linie *ab* die in derselben Zeit geschleusten Schiffe = S_n ; *ag* entspricht den am Beginne des zweiten Tages im Range liegenden Schiffen R_n . Daraus folgt unmittelbar, daß $bh = R_{n+1} =$ der Rangzahl der Schiffe am nächsten Tage, weil $ag + gk - mb = bh$ d. h. $R_n + Z_n - S_n = R_{n+1}$. Mit anderen Worten, die dem Beginn des neuen Betriebstages entsprechenden wagerechten Abstände zwischen Verkehrs-Zu- und Abflußlinie sind gleich den beobachteten Rangzahlen. Der Zeitverlust für die Schifffahrt an einem Betriebstage in Schifffahrtstagen ausgedrückt, ist somit gleich der halben Summe der am Beginn und Schluß des Betriebstages beobachteten Anzahl der im Range liegenden Fahrzeuge.

Nach diesen Ausführungen gestaltet sich die Berechnung der Fahrtverluste außerordentlich einfach. Es ist nämlich nur notwendig, die einzelnen täglich beobachteten Rangzahlen zusammenzuzählen, um den gesamten Fahrtzeitverlust in Schifffahrtstagen zu erhalten.

Darstellung der täglichen Zeitverluste für die Schifffahrt. Die zeichnerische Darstellung ergibt das in

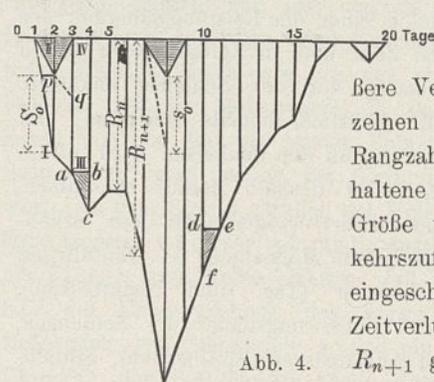


Abb. 4 dargestellt Bild für eine größere Verkehrswelle. Die einzelnen Ordinaten stellen die Rangzahlen R_n dar. Die erhaltene Fläche hat dieselbe Größe wie die von der Verkehrszufluß- und Abflußlinie eingeschlossene Fläche. Die Zeitverluste wachsen, sobald R_{n+1} größer als R_n ist und umgekehrt. Die schraffierten Dreiecke *abc* und *def* stellen die Zunahme bzw. Abnahme an Zeitverlust dar.

Die Linien *bc* und *df* entsprechen dem Werte $Z_n - S_n$. Für $Z_n = S_n$ wird $R_{n+1} = R_n$.

Die Zeitverluste werden gleich Null, wenn $R_n = 0$ oder wenn in der Gleichung $R_n + Z_n - S_n = R_{n+1}$ der Wert $R_n + Z_n - S_n = 0$.

Darstellung der Zeitverluste für die einzelnen Schiffe. Aus der Fläche Abb. 4 sind die Zeitverluste zu entnehmen, welche der Schifffahrt an jedem einzelnen Tage erwachsen. Es beträgt z. B. der Zeitverlust am n ten Tage $\frac{R_n + R_{n+1}}{2}$ Schifffahrtstage.

Die Fläche in Abb. 3 läßt sich aber auch zur übersichtlichen Darstellung der Zeitverluste benutzen, welche jedes einzelne Schiff erleidet. Werden nämlich wie in Abb. 5 angedeutet die senkrechten Abstände der Verkehrs-Zu- und Abflußlinie *cd* nach *c'd'* übertragen, so ergibt sich die Fläche

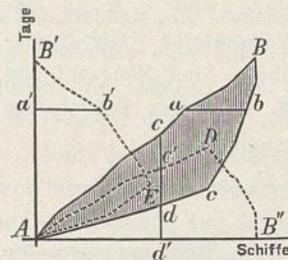


Abb. 5.

Die Fläche in Abb. 3 läßt sich aber auch zur übersichtlichen Darstellung der Zeitverluste benutzen, welche jedes einzelne Schiff erleidet. Werden nämlich wie in Abb. 5 angedeutet die senkrechten Abstände der Verkehrs-Zu- und Abflußlinie *cd* nach *c'd'* übertragen, so ergibt sich die Fläche

ADB'' , aus welcher die Zeitverluste für jedes einzelne Schiff sofort zu ersehen sind. Zum Vergleich ist in Abb. 5 auch die Fläche AEB' gezeichnet, welche durch Übertragung der Werte ab nach $a'b'$ entsteht und der Fläche in Abb. 4 entspricht.

Darstellung der jährlichen Fahrtzeitverluste für die Schleusen eines Kanales. Ein übersichtliches Bild der Zeitverluste, welche die Schifffahrt erleidet, erhält man, wenn man auf Millimeterpapier für die einzelnen Schleusen eines Kanales die Schleusenrangzahlen nach Abb. 4 fortlaufend in dem Maßstabe von etwa 3 mm je Tag und 1 mm = 5 Schiffe aufträgt, und zwar für die Schleusungen zu Berg oberhalb der Achse, für die Schleusungen zu Tal unterhalb der Achse (vgl. Abb. 6). Werden dann dieselben Bilder für alle Schleusen untereinander gezeichnet, so erhält man in der Größe der Flächen eine sehr anschauliche Darstellung von den Zeitverlusten in Schifffahrtstagen, welche

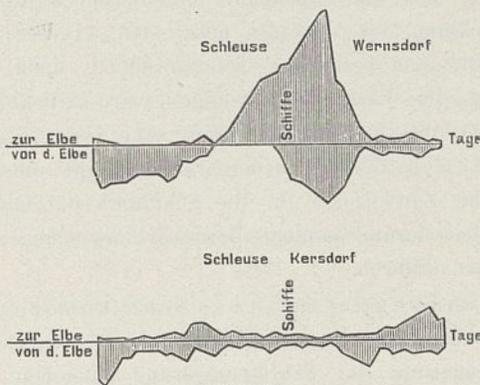


Abb. 6.

nach beiden Richtungen des Verkehrs im Verlaufe eines Jahres entstehen. Es ist daraus auch ohne weiteres ersichtlich, wie sich die Verkehrswellen zeitlich nach beiden Richtungen verschieben, da in den Zeitverlustflächen die Verkehrswelle ihren Ausdruck findet.

Die Auftragung der Werte R_n erfordert nur einen geringen Zeitaufwand. Für vier Schleusen der Spree-Oder-Wasserstraße konnten die Schaubilder für vier Jahre nach beiden Verkehrsrichtungen in einem Tage durch zwei Personen aufgetragen werden. Falls man im besonderen Falle das Zu- und Abströmen des Verkehrs noch deutlicher und übersichtlicher darstellen will, wird das Bild durch Eintragung der Werte Z_n und S_n für beide Richtungen in einem passend gewählten Maßstabe zu ergänzen sein. Die Werte S_n sind aus den Betriebsbüchern zu entnehmen, die Werte Z_n aus den beobachteten Rangzahlen nach der Gleichung $Z_n = R_{n+1} - R_n + S_n$ (im Kopfe) zu berechnen.

Verwertung der Zeitverlustflächen für die Bestimmung des Einflusses von Verbesserungen im Schleusenbetrieb. Wie schon erwähnt, sind alle Zeitverluste an den Schleusen im allgemeinen nicht zu vermeiden, da die Durchschleusungen von der Zeitdauer des Schleusenbetriebes, von der Art der Verteilung des Zuzuges an Schiffen und von der Entfernung der Schleusen voneinander abhängen. Falls nicht Tag- und Nachtbetrieb stattfindet, wird meist vor der Schleuse bei Wiederaufnahme des Betriebes ein kleinerer oder größerer Rang liegen, weil in der Nacht die Schiffe auf der freien Kanalstrecke unter günstigen Umständen weiterfahren. Die Aufarbeitung des Ranges im Laufe des Tages wird stets mit einem Zeitverlust

für die Schifffahrt verbunden sein, der um so größer wird, je größer der Rang ist. Die Zeitverluste werden sehr bedeutend, wenn der Rang dauernd wächst, also wenn bei einer größeren Verkehrswelle das tägliche Aufarbeiten des Ranges nicht möglich ist. Im allgemeinen werden bereits geringe Verbesserungen im Schleusenbetriebe genügen, um die kleineren Flächen der Zeitverluste nach Abb. 6 zum Verschwinden zu bringen, namentlich sobald Tag- und Nachtbetrieb eingeführt wird. Der Einfluß, welchen eine bestimmte Verbesserung hat, kann am anschaulichsten durch Aufzeichnung der Verkehrs-Zu- und Abflußlinien einer größeren Verkehrswelle nach Abb. 2 oder 3 bestimmt werden. So würde z. B. wie erwähnt die Linie AB in Abb. 2 andeuten, welche Zeitverluste für die Schifffahrt vermieden werden, wenn man Tag- und Nachtbetrieb einführt, also diejenige Größe S für die Verkehrsabflußlinie zugrunde legt, welche dem Tag- und Nachtbetrieb entspricht. Es würde dann der von Linie AB und von der oberen Verkehrsabflußlinie eingeschlossene Flächenstreifen bei der Berechnung der Fahrtzeitverluste nicht in Ansatz kommen. Da die Fahrtverluste bei wachsendem R sehr rasch zunehmen, so wird durch Einführung des Tag- und Nachtbetriebes ein wesentlicher Vorteil zu erreichen sein.

Für den Oder-Spree-Kanal, bei dem häufig größere Verkehrswellen eintreten, zeigt ein durchgerechnetes Beispiel, daß schon die Verkürzung der Schleusungszeit an den Sonntagen bei größeren Verkehrswellen einen sehr nachteiligen Einfluß ausüben kann. In gleicher Weise läßt sich der Einfluß einer jeden Verbesserung für bestimmte Verkehrsverhältnisse leicht prüfen. Die Einführung des Spillbetriebes z. B. hat eine wesentliche Steigerung der Leistungsfähigkeit der Schleusen zur Folge. Am Oder-Spree-Kanal ist diese Steigerung auf rd. 30 vH. i. M. bestimmt worden. Je größer die Fahrzeuge sind, desto größer wird der erzielte Zeitgewinn und desto bedeutender der Einfluß des Spillbetriebes auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Schleusen bei größeren Verkehrswellen.

Man übersieht ferner, daß eine Verminderung der Füll- und Entleerungszeit der Schleusen für die Aufarbeitung des Ranges von nicht zu bedeutendem Einfluß sein kann, weil der Anteil an Zeitgewinn von der ganzen Schleusung nicht so erheblich wird, wie bei Einführung des Spillbetriebes. Aus dem Grunde erscheint es z. B. unbedenklich, bei Sparschleusen eine etwas größere Füll- und Entleerungsdauer zuzulassen, sobald nur für eine genügend rasche Ein- und Ausfahrt durch Spillbetrieb gesorgt wird.

Das wirksamste und bei häufigeren Verkehrswellen nicht zu umgehende Mittel für die Vermeidung größerer Fahrtzeitverluste an den Schleusen ist natürlich die Erbauung zweiter Schleusen. Der Einfluß, welchen die Erbauung zweiter Schleusen auf die Zeitverluste ausübt, soll in Abb. 3 durch die Linie AD veranschaulicht werden. Der unter der Linie AD liegende Flächenstreifen bedeutet den verbleibenden Zeitverlust für die Schifffahrt. Tritt noch Nacht- und Tagbetrieb, sowie die Anordnung von Spillen hinzu, so verschiebt sich diese Linie zugunsten des Schifffahrtbetriebes unter Veränderung der Flächen des Zeitverlustes noch weiter nach unten hin. Im allgemeinen wird man aus dem Jahresverlustbild nach Abb. 6 sich einige größere Verkehrswellen her-

aussuchen, welche man genauer prüft; fallen hier die Zeitverluste bei Einführung von Betriebsverbesserungen nur noch gering aus, so kann eine Prüfung der anderen kleinen Verkehrswellen unterbleiben.

Sonderfall. Bei der Einmündung von Kanälen in Flüsse, kann es vorkommen, daß bei wachsendem Wasser im Flusse die Schifffahrt, welche sich an einzelnen Stellen im oberen Laufe angesammelt hat, im Zeitraum von wenigen Tagen an die Mündungsschleuse herantritt. Der Zeitverlust für die Schifffahrt wird alsdann ein sehr bedeutender. Falls die Zahl der im Range liegenden Schiffe nur in dem Vorhafen, nicht aber auf dem Fluß selbst beobachtet ist, läßt sich doch auch hier ein ungefähres Bild der Zeitverluste gewinnen, wenn die Zeit bekannt ist, in welcher der gesamte Zuzug der Schiffe erfolgte. Ist z. B. in Abb. 3 der gesamte Zuzug in einem Tage erfolgt, so nimmt die Verkehrszuflußlinie die Form Aqd an und dementsprechend vergrößert sich der Zeitverlust.

Die Untersuchungen über den Einfluß von Betriebsverbesserungen an den Schleusen lassen sich auch in der Zeichnung Abb. 4 vornehmen. Da die Zu- und Abnahme der Zeitverlustfläche durch den Wert $R_{n+1} - R_n = Z_n - S_n$ ausgedrückt wird, so ist von den einzelnen die Rangzahlen darstellenden Ordinaten der Reihe nach nur die durch die Verbesserungen vermehrte Schleusungszahl S_0 abzusetzen, um den Einfluß der Verbesserung nachzuweisen. In Abb. 4 deuten z. B. die wagerecht schraffierten Dreiecke an der Grundlinie die Zeitverlustflächen an, welche nach Einführung einer Verbesserung in der Leistungsfähigkeit der Schleusen $= S_0$ von der ganzen Zeitverlustfläche noch übrig bleiben, dabei ist zu beachten, daß bei Ordinate I—II der Wert S_0 von Punkt I abgesetzt wird, während bei der nächsten Ordinate III—IV das Absetzen von S_0 vom Punkte q erfolgt, welcher durch Ziehen von pq parallel I—III ermittelt ist. Solange $qIV < S_0$, treten keine Zeitverluste für die Schifffahrt ein. Es ist natürlich auch möglich, die Verringerung der Zeitverluste durch Absetzen der entsprechenden Werte auf rechnerischem Wege in den Tabellen vorzunehmen, welche die Schiffsränge enthalten, doch dürfte das zeichnerische Verfahren wegen seiner Übersichtlichkeit unbedingt den Vorzug verdienen.

Bestimmung des wirtschaftlichen Einflusses einer Verbesserung des Schleusenbetriebes. Wenn auch eine vollständige Vermeidung jeder Fahrtverzögerung beim Schleusenbetrieb nicht erreicht werden kann, so kommt es doch jedenfalls darauf an, die Zeitverluste auf ein zulässiges Maß einzuschränken. Eine Verbesserung des Schleusenbetriebes wird schon in Frage kommen, wenn die Kosten der Verbesserung einschl. der Betriebs- und Unterhaltungskosten der Anlagen durch den wirtschaftlichen Gewinn der Schifffahrt ausgeglichen werden. Im allgemeinen wird man beim Bau eines Kanales nicht alle Maßnahmen für die Verbesserung des Betriebes von vornherein, sondern erst dann zur Ausführung bringen, wenn die wachsenden Verkehrsbedürfnisse dies erheischen und der erzielte wirtschaftliche Gewinn in einem angemessenen Verhältnis zu den aufgewendeten Kosten steht. Dies wird auch die Regel bilden, da nur in seltenen Fällen sich bei Erbauung eines Kanales die Entwicklung des Verkehrs und namentlich die Verteilung des Verkehrs in genügend sicherer Weise beurteilen läßt.

Der wirtschaftliche Gewinn der Betriebsverbesserungen findet seinen Ausdruck in der Ersparnis an Schifffahrtskosten. Kennt man die Kosten, die der Schifffahrt auf einem Kanal für den Schiffstag durchschnittlich erwachsen, so lassen sich auf Grund der vorstehenden Ausführungen zahlenmäßig die Summen ermitteln, welche der Schifffahrt durch eine bestimmte Verbesserung an den Schleusen erspart werden. Es könnte namentlich von seiten der Kleinschifffahrt der Einwand erhoben werden, daß bei einer gegebenen Anzahl von Schiffen, die den Verkehr auf einer Wasserstraße zurzeit vermitteln, durch eine bedeutende Zeitersparnis für jede einzelne Fahrt nicht gleichzeitig eine Verminderung der Gesamtkosten bedingt wird, weil bei einer bestimmten Verkehrsgröße die Anzahl der Schiffsgefäße sich den vorhandenen Verkehrsmitteln bereits angepaßt hat und somit wohl die Zahl der Reisen eines einzelnen Schiffes vermehrt werden kann, aber nicht die Gesamtzahl der Reisen selbst, welche zur Abwicklung des Verkehrs nötig sind. Dieser Einwand ist aber nur zum geringsten Teil zutreffend, denn jede Erleichterung der Verkehrsbedingungen wird allmählich eine Verbilligung der Fracht und damit eine Hebung der Verkehrsgröße herbeiführen. Jedenfalls erscheint eine genaue Prüfung der Zeitverluste für die Schifffahrt unerlässlich, sobald es sich darum handelt, Betriebsverbesserungen an der Schleuse einzuführen.

Bestimmung der täglichen Schifffahrtskosten. Um die wirtschaftlichen Vorteile nachzuweisen, welche durch eine Verringerung der Fahrtverzögerung entstehen, müssen die Kosten ermittelt werden, welche auf einer bestimmten Schifffahrtsstraße im Mittel für jeden Schifffahrtstag erwachsen.

Die Jahreskosten für ein Schiff setzen sich zusammen aus den Tilgungskosten für Schiffskörper und Inventar, aus der Verzinsung der Anlagekosten, den Kosten der Besatzung, der Kasko-Versicherung, den Kosten für die Unfallberufsgenossenschaft, Kranken- und Invaliditätsversicherung, Kosten für Inventarergänzung, für Erneuerung und Ausbauten und den Generalkosten. Es ergibt sich, daß die Schifffahrtskosten für Holzfahrzeuge in Kiefernholz mit und ohne Deck und für eiserne Fahrzeuge mit Holzboden mit und ohne Deck nicht wesentlich voneinander abweichen, weil einer leichteren Bauart der Schiffe größere Tilgungskosten und größere Kasko-Versicherung gegenüberstehen. Als Beispiel soll ein Schiff von mittlerer Tragfähigkeit für die Spree-Oder-Wasserstraße gewählt werden. Nach den Angaben einer bedeutenden Reederei-Firma wachsen die Kosten für den Betriebstag für Schiffe von 180—500 Tonnen bei 250 Betriebstagen im Jahr etwa von 18 auf 32 \mathcal{M} , bei 290 Betriebstagen von 15 auf 27 \mathcal{M} i. M. Im allgemeinen wird für die überschlägige Untersuchung eine Annahme von 20 \mathcal{M} Schiffskosten für den Tag im Durchschnitt eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein, namentlich, wenn man berücksichtigt, daß zu diesen Kosten noch die Zinsverluste hinzutreten, welche durch die Verzinsung der Ladung entstehen. Bei hochwertigen Gütern, z. B. Getreide, ist dieser Verlust nicht ganz unbedeutend. Sobald aus den Zeitverlustflächen die Zahl der Schifffahrtstage bekannt ist, welche durch die Wartezeit an den Schleusen verloren gehen, läßt sich unter Einführung der mittleren Kosten eines Schifffahrts-

tages ein hinreichend genauer Anhalt für die wirtschaftlichen Verluste gewinnen.

Nachweis der Verluste an einem bestimmten Beispiel. Je ungleichmäßiger der Verkehr sich auf das ganze Jahr verteilt, desto größere Schifffahrtsverzögerungen können eintreten, sobald die Leistungsfähigkeit der Schleusen nicht genügend groß ist. Zur besseren Veranschaulichung soll an dem Beispiel der Spree-Oder-Wasserstraße von Wernsdorf bis Fürstenberg a. d. Oder nachgewiesen werden, welche bedeutenden Verluste die Schifffahrt erleidet, wenn wie hier der Verkehr sehr großen Schwankungen unterworfen ist. An dieser Wasserstraße, dem sogenannten Oder-Spree-Kanal, sind sieben Schleusen, nämlich bei Wernsdorf, Gr.-Tränke, Fürstenwalde und Kersdorf und drei Schleusen bei Fürstenberg vorhanden. Der Verkehr von der Oder nach der Spree ist wesentlich von den Wasserständen der Oder abhängig und tritt im allgemeinen bei günstigen Wasserständen an die Fürstenberger Schleuse in einer Höhe heran, welche die Leistungsfähigkeit der hier vorhandenen einfachen Schleuse bei weitem übersteigt. Auf Grund der früheren Darlegungen ist aus den Tabellen über den Schleusenrang folgende Zusammenstellung der Fahrzeitverluste in Schifffahrtstagen ausgedrückt vorgenommen werden.

Schleuse	1899		1900		1901		1902	
	zur Elbe	von der Elbe						
Untere Schleuse Fürstenberg .	7173	508	7366	484	9005	408	13356	315
Obere Schleuse Fürstenberg .	588	4909	563	6334	510	3583	560	7748
Kersdorf . . .	4622	3974	3536	5036	2977	2903	4128	3979
Wernsdorf . . .	3286	6252	2867	7167	2762	4306	3912	7074
Summe	15669	15643	14332	19021	15254	11200	21956	19116
	31312		33353		26454		41072	

im Mittel 33048 Schifffahrtstage.

Bei dieser Zusammenstellung sind die Fahrzeitverluste an den Schleusen Gr.-Tränke, Fürstenwalde und der mittleren Schleuse bei Fürstenberg nicht mit aufgenommen worden, weil eine Beobachtung des Ranges, der sich im allgemeinen in mäßigen Grenzen hält, nicht vorlag. Außerdem ist der sehr erhebliche Einfluß nicht berücksichtigt, welcher durch das plötzliche Anwachsen des Verkehrs an der unteren Schleuse bei Fürstenberg dadurch entsteht, daß die Häfen in Fürstenberg für die Aufstellung der Schiffe im Rang nicht ausreichen und somit bei größeren Verkehrswellen sich auch auf der Oder ein riesiger Rang ausbildet, der mitunter die Länge von 14 km erreicht. Die Schifffahrt trifft beim Eintreten solcher Verkehrswellen in etwa 3 bis 4 Tagen, nahezu in geschlossenem Zuge an der Kanalmündung ein, so daß die Wartezeit der am Schluß der Welle angekommenen Schiffe nicht selten 14 Tage beträgt. Leider sind erst in letzter Zeit Aufzeichnungen über den Schiffsrang in der Oder gemacht, während früher nur die Schiffe im Fürstenberger Hafen bis zur Mündung in die Oder gezählt wurden. Infolgedessen sind die in der Tabelle für die untere Schleuse Fürstenberg angegebenen Werte erheblich zu klein angegeben.

Ein Vergleich mit Abb. 3 zeigt, daß unter der Annahme eines in wenigen Tagen sich ansammelnden Ranges die Verlustfläche sehr erheblich größer wird. Für eine Verkehrswelle vom Jahre 1899, bei welcher die Zeit bekannt war, in welcher der Hauptverkehr geschlossen vor der Mündung ankam, ergab sich ein etwa dreifach so großer Zeitverlust, als die durch Zusammenzählen der Ränge für den Fürstenberger Hafen ermittelte Summe. Daraus erhellt, daß die Annahme eines Zeitverlustes von rd. 40 000 Schifffahrtstagen im Jahre keineswegs zu niedrig gegriffen ist.

In wie einschneidender Weise die Schifffahrt auf der Strecke Wernsdorf—Fürstenberg durch die Rangansammlungen an den Schleusen durchschnittlich verzögert wird, läßt sich überschlägig auch wie folgt nachweisen. Nach den Verkehrszusammenstellungen der Jahre 1899 bis 1901 gehen durch den Kanal nach beiden Richtungen zur Elbe und von der Elbe i. M. 20 000 Schiffe. Falls keine Verzögerung durch den Schleusenrang stattfinden würde, könnte jedes Schiff, wenn nur Schleppzüge von vier Anhängen vorausgesetzt werden und für die Schleusung eines Schleppzuges i. M. 2 1/2 Stunde gerechnet wird, die ganze Strecke von Wernsdorf bis Fürstenberg bei einer Geschwindigkeit von höchstens 4 1/2 km/Stunde in rd. 37 Stunden durchfahren. Es entspricht dies einschließlich der Nachtruhe etwa 2 1/2 Tag Fahrzeit. Es würden also für alle 20 000 Schiffe rd. 50 000 Schifffahrtstage erforderlich sein. Die berechnete Verzögerung von 40 000 Schifffahrtstagen verdoppelt also nahezu die Fahrzeit. Nimmt man für die Tageskosten der Schifffahrt den berechneten Durchschnittsatz von 20 *ℳ* je Schiff an, so ergibt sich für 40 000 Schifffahrtstage der sehr erhebliche Betrag von 800 000 *ℳ* jährlich. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß nur ein Bruchteil dieses Betrages erspart zu werden braucht, um bereits größere Geldaufwendungen für Betriebsverbesserungen wirtschaftlich zu rechtfertigen.

Einführung von Betriebsverbesserungen zur Ermäßigung der Fahrzeitverluste. Durch Aufzeichnung der Zeitverlustflächen für einzelne Verkehrswellen, welche nach der Übersichtsdarstellung Abb. 6 einen besonderen Umfang angenommen haben, und zwar in etwas größerem Maßstabe etwa nach Abb. 3, läßt sich der Einfluß bestimmter Betriebsverbesserungen, wie bereits erörtert, mit hinreichender Genauigkeit nachweisen. Es läßt sich auch eine Entscheidung darüber treffen, mit welchen Maßregeln zuerst vorgegangen werden soll, um eine bestimmte Ermäßigung der Fahrzeitverluste herbeizuführen. Man wird vielleicht unter Umständen vorerst darauf verzichten, die Nachteile der größeren Verkehrswellen ganz zu beseitigen und sich damit begnügen, die häufig wiederkehrenden kleinen Fahrzeitverluste, die in ihrer Gesamtheit jedoch erhebliche Werte darstellen, durch Einführung des Tag- und Nachtbetriebs, durch Abkürzung der Ein- und Ausfahrt der Schiffe (Spillbetrieb) zu verringern. Handelt es sich um solche täglich wiederkehrenden, verhältnismäßig kleinen Fahrzeitverluste, welche sich durch Ansammlung einer geringeren Anzahl von Schiffen bei Beginn des Schleusenbetriebs äußern, so wird es sich empfehlen, den Zufluß an Schiffen durch mehrmaliges Zählen des Ranges an verschiedenen Betriebstagen genau zu bestimmen, um festzustellen, ob der Zufluß an Schiffen auch während der Nachtzeit und in welchem Umfange erfolgt und

ob schon durch eine Vermehrung der Betriebszeit oder durch Einführung des vollen Tag- und Nachtbetriebs Abhilfe zu schaffen ist. Bei größeren und häufiger einsetzenden Verkehrswellen wird im allgemeinen nur durch Einführung des vollen Tag- und Nachtbetriebs in Verbindung mit Spillbetrieb und schließlich durch Erbauung zweiter Schleusen eine genügende Abhilfe möglich sein.

In allen Fällen wird es aber zweckmäßig sein, nach den vorstehenden Ausführungen die Fahrtzeitverluste für einen größeren Zeitraum festzustellen und zu ermitteln, ob die für die Verbesserung des Schleusenbetriebs verwendeten Kosten in der Zeitersparnis für die Schifffahrt einen hinreichenden Ausgleich finden. Wenn auch durch einen verbesserten Betrieb ein größerer Anreiz für die Entwicklung des Schifffahrtsverkehrs gegeben wird und dadurch eine bessere Verzinsung des Anlagekapitals erreicht werden kann, so wird sich doch im allgemeinen die Einführung von kostspieligen Verbesserungen nur dann empfehlen, wenn die Ersparnis an Schifffahrtskosten mit Sicherheit mindestens so groß wird als die Kosten, welche durch die Einführung der Betriebsverbesserungen entstehen.

An dem Beispiel der Spree-Oder-Wasserstraße ist der Einfluß genauer geprüft worden, welchen die Erbauung zweiter Schleusen auf die Verringerung der Fahrtzeitverluste haben würde. Es ist dabei festgestellt, daß nur bei sehr großen Verkehrswellen ein geringerer Bruchteil der in der Tabelle ermittelten Zeitverluste übrig bleiben würde. Nimmt man in sehr ungünstiger Weise an, daß nur die Hälfte der vorhin berechneten Fahrtzeitverluste, also nur etwa 20 000 Schifffahrtstage, durch die Erbauung zweiter Schleusen tatsächlich in Wegfall kämen, so würde sich doch bereits ein Gewinn für die Schifffahrt von etwa 400 000 *M* jährlich ergeben.

Erhöhung der Schifffahrtsabgaben. Es dürfte grundsätzlich nichts dagegen einzuwenden sein, daß bei weitgehenden Verbesserungen des Schifffahrtsbetriebs auch eine entsprechende Erhöhung der Abgaben zulässig ist, so daß die Kosten der Betriebsverbesserungen in einem von der wirtschaftlichen Lage der Schifffahrt abhängigen Grade Deckung finden. Die Frage, wie hoch bei derartigen Verbesserungen

die Abgabensätze zu erhöhen sein werden, kann allerdings nur von Fall zu Fall auf Grund besonderer Untersuchungen beantwortet werden. Bei dem vorhin erwähnten Beispiel der Spree-Oder-Wasserstraße wäre die Deckung der ganzen Kosten für die Betriebsverbesserungen rechnermäßig möglich, wobei der Schifffahrt immer noch ein hinreichend großer Vorteil verbliebe. Ob die wirtschaftliche Lage der Schifffahrt eine solche Belastung vertragen würde, müßte allerdings nach dem oben Gesagten einer genaueren Prüfung vorbehalten werden.

Kanäle mit ungleichmäßiger Verkehrsgröße an den einzelnen Schleusen. Bei Kanälen, welche fast ausschließlich dem Durchgangsverkehr dienen und durch eine anschließende Wasserstraße zwischen den beiden Endpunkten keinen Verkehrszuwachs erfahren, wird die jährliche Verkehrsgröße an den einzelnen Schleusen nahezu dieselbe sein. In diesem Falle wird eine Betriebsverbesserung an den beiden Endschleusen im allgemeinen dieselbe Betriebsverbesserung an den Zwischenschleusen bedingen. Bei Kanälen dagegen, deren Verkehr durch Zugangsverkehr an den einzelnen Schleusen verschieden ist, werden die Betriebsverbesserungen mit Rücksicht auf die verschiedene Verkehrsgröße zu bestimmen sein.

Schlußbemerkungen. Aus den vorstehenden Darlegungen kann der Schluß gezogen werden, daß es sich unbedingt empfiehlt, bei Kanälen, welche Verkehrsansammlungen an den Schleusen zeigen, namentlich aber an solchen Kanälen, deren jährlicher Verkehr wächst, rechtzeitig genaue Aufzeichnungen über den Schleusenrang vorzunehmen, um den Einfluß der Fahrtverzögerungen für die Schifffahrt durch die Wartezeit an den Schleusen mit hinreichender Sicherheit bestimmen zu können.

Es ist dann in sehr einfacher Weise möglich, auf Grund der vorstehenden Untersuchungen ein genügend sicheres Urteil über die wirtschaftliche Notwendigkeit der einzuführenden Verbesserungen zu gewinnen und auch den Zeitpunkt für diese Ausführungen und die Reihenfolge der einzelnen Maßnahmen in ausreichender Weise zu prüfen.

Fürstenwalde, Dezember 1902.

Gröhe, Regierungs- und Baurat.