

## Das Hohenzollernschloß Kadolzburg bei Fürth in Bayern.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 bis 38 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

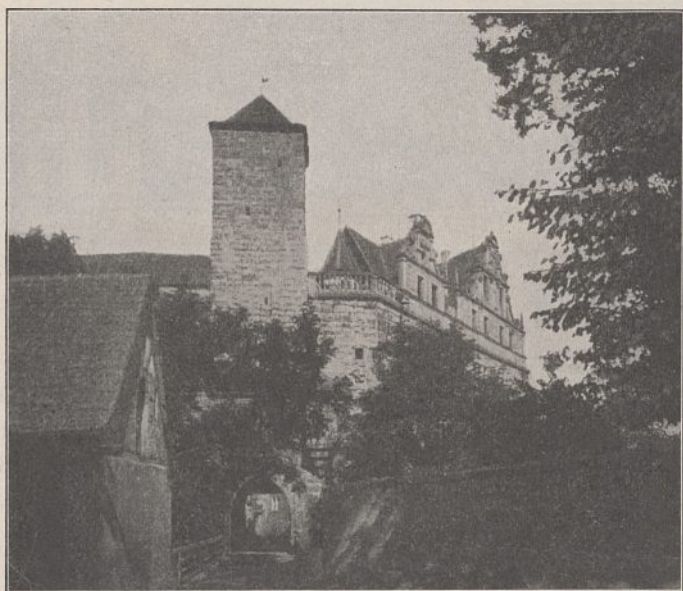


Abb. 1. Torturm auf der Ostseite der Burg.

In Mittelfranken liegt 16 km westlich von Nürnberg, der Hohenzollernburg dieser Stadt an ehrwürdigem Alter und trotziger Erscheinung gleich und umgeben von dem mittelalterlichen Marktflecken Kadolzburg, noch eine zweite solche Burg: das Schloß „Kadolzburg“. Jeder Deutsche begrüßt in der Burg Nürnbergs ein geschichtliches Denkmal für die süddeutsche Abkunft unseres deutschen Kaiserhauses. Mit gesteigerter vaterländischer Begeisterung wird er vernennen, daß Bayern einen weiteren verlassenen hohenzollerschen Herrschersitz in fast unmittelbarer Nähe Nürnbergs, aber in weltentlegener Abgeschiedenheit an Schloß „Kadolzburg“ besitzt. Daß diese Burg einst von nicht geringerer geschichtlicher Bedeutung für Deutschland und besonders für das deutsche Kaiserhaus war als die Burg in Nürnberg, beweisen die Berichte und Überlieferungen einer stattlichen Zahl von alten Geschichtsschreibern. Die Sammlung der vielen verstreuten geschichtlichen Angaben über die Kadolzburg ist zu einem Teil Herrn Professor Gegenfurtner in Fürth mit seiner Schrift „Schloß Kadolzburg, ein ehemaliger Fürstensitz der Hohenzollern“ zu verdanken. Dem Ergebnis dieser Überlieferungen soll der Schluß der vorliegenden Abhandlung gewidmet sein. Wenden wir uns zunächst der Beschreibung der Kadolzburg als Bauwerk zu.

### I. Architektur.

Zwei Stunden westlich von Fürth erhebt sich auf einem Ausläufer des rangauischen Dillbergs von ziemlich steil aufsteigenden Sandsteinfelsen das Schloß mit einem weiten Blick über das nach Norden ausgebreitete flachere Land, über seine fruchtbaren Gefilde und zahlreichen Waldungen. Noch heute besitzt der Bergrücken ergiebige Brüche von schönem roten

und weißen Sandstein, dem Baustein der Burg. Der schon von Natur auf drei Seiten schwer zugängliche Burgfelsen ist durch zwei tiefe Felseinschnitte auf der vierten Seite von dem Ausläufer des Dillbergs abgetrennt (Abb. 5 Bl. 37). Die obenliegende Felsplatte hat einen birnförmigen Umriß. In den seitlichen Schluchten und besonders auf dem Höhenzug selbst vor der Abtrennung der Burgplatte breitet sich der Markt Kadolzburg aus.

### Gesamte äußere Anlage.

Ähnlich wie dieser Marktflecken rings von Mauern und Türmen eingefast war, so auch der breitere ihm zunächstliegende Teil des Burggeländes, die Vorburg. Sie bildet einen sehr weiten Schloßhof mit ehemaligen Wirtschaftsgebäuden, starken Wehrmauern, Torturm und Zugbrücke. Erst auf dem bedeutend schmälern und in das flachere Land vorspringenden Felsrücken erhebt sich die eigentliche Burg, in ihrem Innern zwei kleinere Burghöfe bergend und außen von befestigten Terrassen umgürtet. Die Burgmauern steigen von außen gesehen auf allen Seiten ohne Gliederung in fast zahllosen Schichten von Buckelquadern bis zu 21 m hoch empor. Gewaltige Dächer ragen darüber steil zum Himmel, die Baumwipfel der Höfe und Terrassen weit unter sich lassend. Die dem Markt zugewendete Ostseite der Burg schmücken zwei Giebelaufbauten, ein schlanker, ursprünglich 40 m hoher Turm über dem Burgtor und eine kleine Plattform zwischen den Giebeln und dem Turm (Abb. 1 Bl. 38 und Abb. 2 Bl. 36). Diese Gruppe muß als ein architektonisch und malerisch sehr wirkungsvolles Bild bezeichnet werden. Der Turm trug ehemals eine auf zwei Seiten vorgekragte Türmerstube und darüber einen hohen Turmhelm. In den Bauakten des Jahres 1779 (Kreisarchiv Nürnberg) wird das Abtragen des Turmhauptes mehrfach als sehr nötig erwähnt. Alte Abbildungen und die Ergänzung dieser Bauteile nach den vorhandenen Spuren rechtfertigen die einst im Volksmund herrschende Bezeichnung des Schlosses als „Wunderburg“. Der eigentliche Burghof wird von zwei hohen Bauten eingeschlossen, dem sogenannten „Alten- und Neuen Schloß“, sowie von ihrem Verbindungsbau, der noch heute die Schloßkapelle enthält. Ziemlich scharf kann man die beiden Hauptgebäude als „Gotischen- und Renaissancebau“ unterscheiden. Der Gotische Bau verrät sich als ein Werk von etwa 1400—1600, der Renaissancebau gehört der Zeit von etwa 1521—1735 an. Sämtliche Schloßgebäude enthalten vier Geschosse (Abb. 1 bis 4 Bl. 37). In den Kellergeschossen wechseln Tonnen- und Kreuzgewölbe.

1. Das Neue Schloß. Der weitläufige etwa 65 m lange und durchschnittlich 14 m breite Renaissancebau besteht aus einem früheren und einem nur wenig höheren späten Teil. Die Hoffassaden zeichnen sich durch große Anspruchslosigkeit der Sandsteinarchitektur aus. An der Scheidemauer beider Teile des „Neuen Schlosses“ liegt im

Burghof ein hoher Wendeltreppenturm, an dessen Fuß eine breite Freitreppe zum hochgelegenen Erdgeschoß des hinteren

noch die ehemalige Schloßküche mit einem besonders mächtigen Schornstein, welcher die Schildmauer etwas überragt.



Abb. 2. Längenschnitt durch die Vorburg und

Baues hinaufführt (Text-Abb. 5). Gegen den Marktflecken hin ist das „Neue Schloß“ durch einen kurzen Seitenflügel von gleicher Bauart mit dem Torturm unmittelbar verbunden. Dieser Flügel ist der Träger der vorgenannten zwei Giebelbauten. Vom Burghof führt zu der kleinen Plattform zwischen Turm und Giebeln eine schmale Wendeltreppe hinauf. Ihrer freien Lage und schönen Aussicht über den von üppigen Nußbäumen bestandenen Zwinger, über den weiten vorderen Schloßhof der Vorburg und den mittelalterlichen Markt verdankt die kleine Plattform den Namen „Paradiesgärtl“. Am Fuß des Torturms ist zur Verteidigung des einzigen Burgeingangs und der davorliegenden Zugbrücke ein kleiner Zwinghof mit Wehrgang auf der Mauerkrone angelegt. Noch heute stecken die Rollen der Zugseile für die Brücke im Torgemäuer. Auf seiner andern Seite stößt an den Torturm die 17 m hohe Schildmauer des Burghofs mit einem gedeckten vom „Alten Schloß“ herführenden Wehrgang. Im Turminnern und in dieser Schildmauer senkt sich nach dem Burghof ein kaum 0,50 m breites Treppchen herunter, dessen Zugänglichkeit durch die hohe Lage seiner Austrittspforte, 4,30 m über Hofgelände, erschwert war.

2. Das Alte Schloß. Wenden wir uns der Betrachtung des sogenannten Alten Schlosses zu. Von außen kennzeichnet es sich als Werk der Gotik durch vier schöne maßvoll ausladende Erker des ersten Obergeschosses (Abb. 1 Bl. 35 und Text-Abb. 2, rechte Hälfte). Ein Stock von massivem Fachwerk darüber mit niederen Butzenscheibenfenstern leitet zum hohen Dache über. Im Burghof werden die schmucklosen Quaderfassaden sonst nur von starken Eisengittern der hochliegenden Erdgeschoßfenster belebt, während die Außenseite des Alten Schlosses in ihrem unteren Teil überhaupt so gut wie keine Fenster besitzt. An die 3 m starke Außenmauer ist auf der oberen Burgterrasse ein mächtiger sogen. „Folterturm“ angebaut. Sein Inneres birgt in zwei Geschossen gewölbte Kammern mit deutlichen Spuren ihrer Verwendung zu Gefängnis- und Folterzwecken bis zum Jahre 1607. In einem dieser Gewölbe soll Herzog Ludwig der Gebartete von Ingolstadt in Kerkerhaft des Albrecht Achilles von Brandenburg geschmachtet haben (1443). Im Burghof liegt an der Ostseite des Alten Schlosses angebaut,

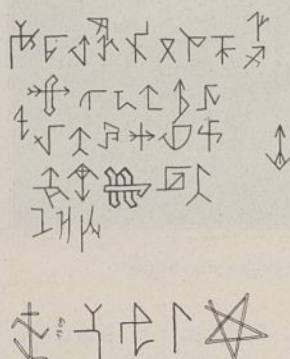


Abb. 3. Steinmetzzeichen des Quadermauerwerks. 1:24.

Zu den auf drei Seiten herumlaufenden Burgterrassen und zum Burggraben oder Zwinger führt von einer Pforte am Fuß des hohen Torturms eine breite, ehemals bewehrte Freitreppe hinab. Mehr als ein halbes Dutzend Türmchen auf gedeckten Wehrgängen bekrönten einst die untere der beiden Terrassenmauern. Der abgelegenste der kleinen Türme im Westen enthält noch heute eine Schützenkammer; zu seinem Ausfallpörtchen nach dem Tale zu senkt sich eine unterirdische Steintreppe mit einer Menge der verschiedensten Steinmetzzeichen (Text-Abb. 3).

Der Zwinger unter der Torbrücke, etwa 5 m tief und mit fast senkrechten Wandungen in den Sandsteinfels eingeschnitten, trennt die eigentliche Burg aufs entschiedenste von der Vorburg oder dem weiten Schloßhof mit seinen Befestigungen ab (Text-Abb. 2). An den beiden Enden des Zwingers gegen die zwei Talschluchten liegen zu seinem Schutze zwei Verteidigungswerke, im Süden ein nicht geringer Turmbau mit Zellen, der sogen. „Hungerturm“, im Norden eine kleine, aber sehr feste Zwinghofanlage mit tiefen Schützennischen und den Resten eines Wehrgangs, sowie einer kleinen Zugbrücke. Der „Hungerturm“ stand früher mit der hohen Schildmauer der Burg durch eine besondere Quermauer in Zusammenhang, ein schmaler Gang lief auf ihrer Krone hin.

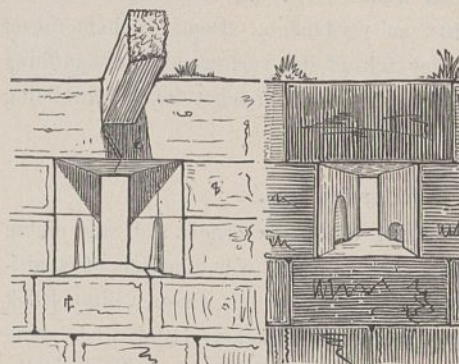
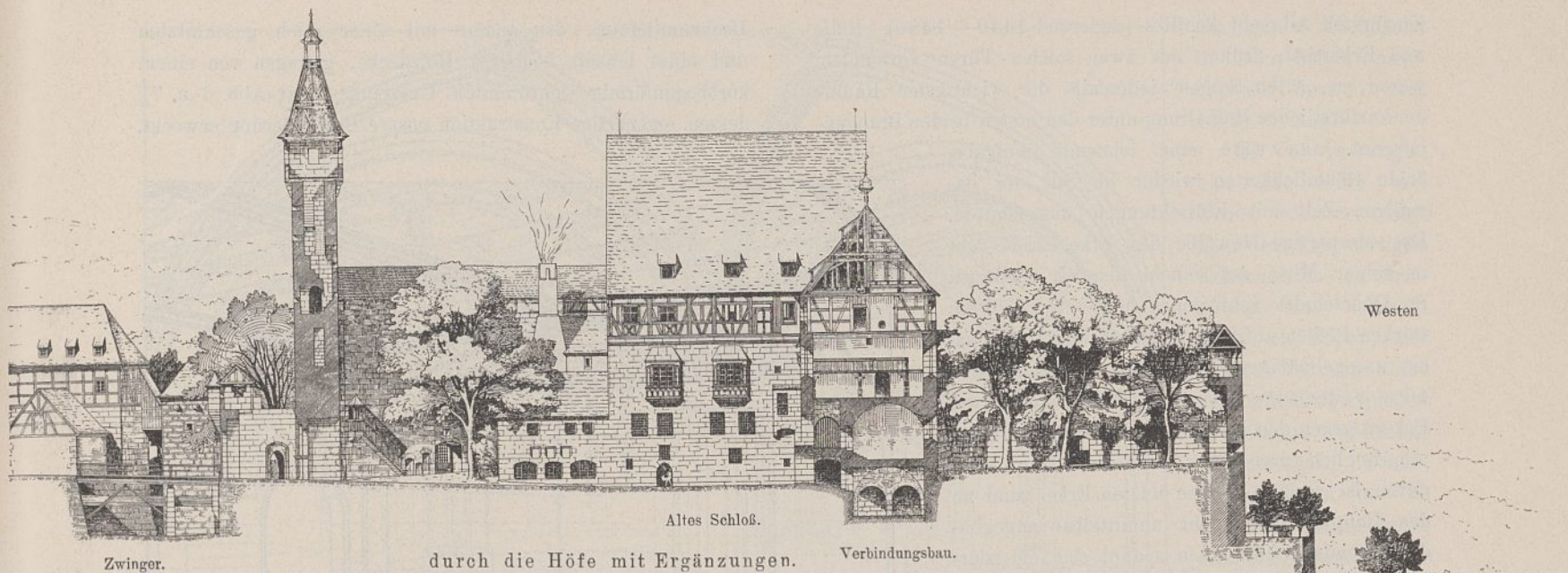


Abb. 4. Schießcharten in der Terrassenmauer.

3. Der Verbindungsbau. Die äußere Architektur des Verbindungsbaues weicht nur in den



rundbogigen Kapellenfenstern von der übrigen Hofarchitektur ab (Text-Abb. 5). Die Wandfläche zwischen zwei dieser Fenster wird durch einen in Stein gehauenen etwa 1 m großen, halbfreischwebenden Engel geschmückt. Von diesem Bildwerk finden sich heute nur mehr die unten stark verwitterte Hälfte und Ansätze eines Baldachins über der Figur vor. Auf dem Dach des Kapellenbaues reitet ein zierliches Glockentürmchen der Kapelle. Hinter dem Verbindungsbau endlich liegt noch ein zweiter kleiner Burghof mit hochführendem gedeckten Wehgang, der vom Alten Schloß zum Neuen herumläuft. In einem Winkel dieses Hofes befand sich früher ein sehr tiefer Radbrunnen, welcher heute leider eingeschüttet ist.

Innenarchitektur. Im Innern der Kadolzburg sind folgende Räume und Einzelheiten der Beschreibung und der

Erwähnung wert. Zunächst bergen im Alten Schloß die Gewölbe des hochgelegenen Erdgeschosses die etwas verfallene chemische Küche des fürstlichen Alchymisten Johannes, eines Bruders Kurfürsts Albrecht Achilles aus der Zeit von etwa 1430. An diesem Raum vorüber gelangt man auf einer breiten Steintreppe zum ersten Obergeschoß mit seinen zwei sehr stattlichen Räumen. Zuerst betritt man eine ansehnliche Halle mit jetzt rohbehauener Balkendecke und großen Fenstern auf zwei Seiten (Text-Abb. 10). Mitten in der Halle stützt eine 5 m hohe eichene Säule mit vier kräftigen, schwungvoll geformten Bügen die beiden sich rechtwinklig kreuzenden Unterzüge der Decke. Diese Säule muß wegen ihrer vortrefflichen Durchbildung als ein Meisterwerk gotischer Zimmermannskunst bezeichnet werden. Während in der einen Wand nach dem kleinen Burghof hin in zwei Bogen nischen vier schlanke Fenster lagen, bietet sich dem Eintretenden gegenüber durch drei breite 2,50 m tiefe Fensternischen ein sehr schöner Blick gegen Sonnenuntergang in das Tal hinab, auf seine bewaldeten Abhänge und weithin über gesegnete Fluren in die blaue Ferne. An dieser 2,70 m starken Fensterwand mündet seitlich mit einem Bogentürchen der Wehgang des hinteren Burghofs, der aus seinen nicht wenigen großen Schießscharten eine ebenfalls herrliche Aussicht über einen Weiher hinweg auf die nordwestlich sich ausbreitenden fruchtbaren Gefilde gewährt. An der vierten Wand der Halle führt eine gotische starkprofilerte Eselsrückentür nach dem bedeutendsten Raum des ganzen Schlosses, dem Erkersaal (Text-Abb. 9) des brandenburgischen

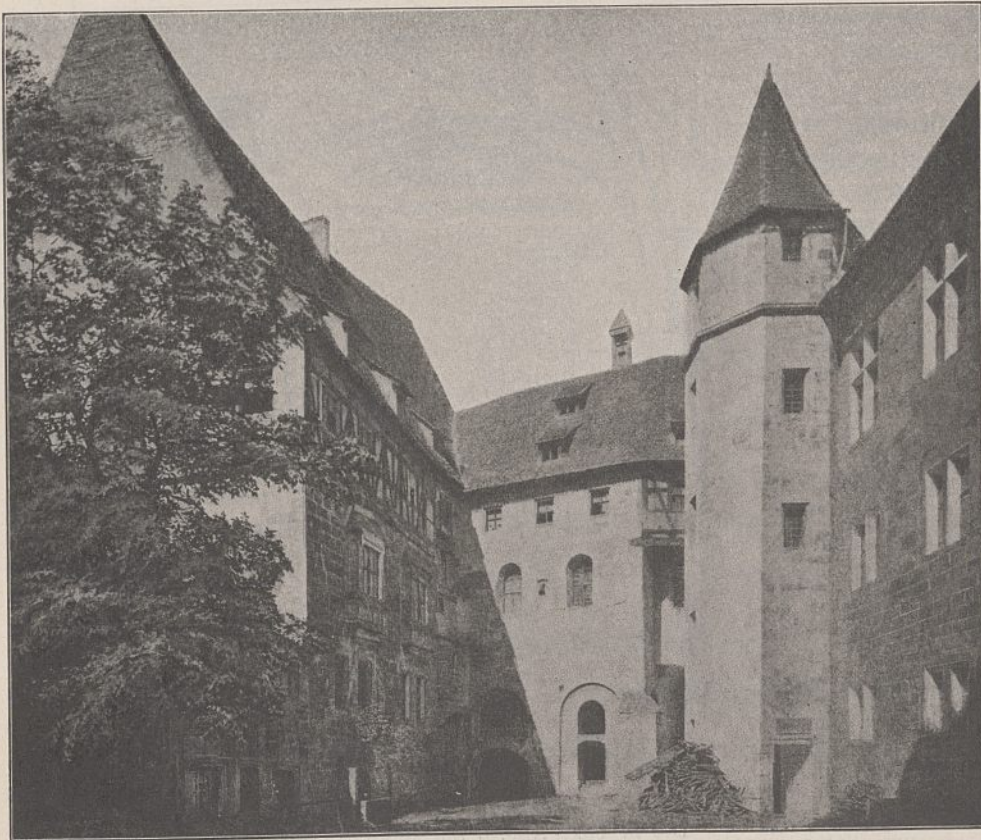


Abb. 5. Blick in den Burghof.

Kurfürsten Albrecht Achilles (regierend 1440—1486). Halle und Erkersaal, früher mit zwei solcher Türen verbunden, waren im „Alten Schloß“ jedenfalls die wichtigsten Räume der kurfürstlichen Hofhaltung unter den ersten beiden Brandenburgern. Es wäre eine lohnende Aufgabe, beide Räumlichkeiten wieder im Stil der damaligen Zeit mit Einrichtungen auszustatten. Das sternartige Gewölbe des Erkersaales ruht in seiner Mitte auf einem ziemlich niederen, im Querschnitt achteckigen und etwa 70 cm starken Pfeiler auf. Im Grundriß bildet der Saal ein unregelmäßiges Fünfeck von durchschnittlich 10 m Seitenlänge (Abb. 1 Bl. 37). Seinen zwei Erkern gegen den Burghof hin entsprechen zwei, ursprünglich drei Erker nach dem Tal, einer davon ist verbaut. Diese letzten Erker sind an das Hauptgewölbe nicht unmittelbar angegliedert, sondern vor ihnen spannt sich ein zierliches netzartiges Gewölbe aus, welches durch eine Zwischenwand mit Tür in zwei nahezu gleiche Hälften geteilt wird. Die so gebildete stufenweise Aneinanderreihung und gleichzeitige Vermehrung von stets kleiner werdenden Gewölben muß ehemals von vorzüglicher architektonischer Wirkung gewesen sein. Heute ist leider jeder derartige Eindruck durch mehrfache Zerteilung des Saales mit Fachwerkwänden und durch Vermauerung eines Erkers vernichtet. Noch ein sechster geplanter Erker gelangte nicht zur Ausführung. Die für die Geschichte der Burg bedeutungsvollsten Architekturstücke sind die Schlußsteine des Saalgewölbes (Text-Abb. 8). Sie tragen heute noch in Stein ausgehauene Wappen der fürstlichen Erbauer des Alten Schlosses, nämlich die des Kurfürsten und Markgrafen Albrecht Achilles von Brandenburg und seiner Gemahlin Anna von Sachsen, sowie die seiner Eltern: Kurfürst Friedrich I. und seiner Gemahlin Elisabeth von Wittelsbach. Auch die Überlieferung behauptet die Vollendung des von Friedrich I. begonnenen Umbaus durch Albrecht Achilles, seinen Sohn und Nachfolger von 1440—1486. Wir werden auf diese Fürsten später wieder zurückkommen. An den Erkern muß noch die Steinmetzarbeit hervorgehoben werden: außen die Kragsteine schwungvoll profiliert in zwei Reihen, darüber leichte Maßwerkfüllungen, oben eine steile Steinverdachung mit sehr zierlichem Zinnenkranz an der Traufe; im Innern der Erker kleine Kreuzgewölbe, deren leichte Rippen auf hübschen Konsolsteinchen aufstehen, die Schlußsteine schmücken kleine Wappen der Brandenburger oder einfache Rosetten. Die letzte Saalwand besitzt noch einen gotischen Kamin aus Sandstein, jetzt weiß übertüncht, mit Eselsbogen, kleinen Fialen, Kreuzblumen und zwei hübschen konsolartigen Köpfchen geschmückt. Neben diesem Kamin führte früher eine kleine Treppe zu dem höherliegenden Wehgang auf der Schildmauer des vorderen Burghofs.

Das nächste Obergeschoß des Alten Schlosses in Fachwerk, sowie das Dachgeschoß haben ehemals eine größere Anzahl spätgotischer Zimmer mit Holzdecken und Vertäfelungen enthalten; heute beweisen das noch die beiden über dem Erkersaal gelegenen Zimmer, das eine mit einer Holzsäule in der Mitte, darüber geschweiftem Sattelholz und geschnitztem

Deckenunterzug, das andere mit einer reich geschnitzten und einst lebhaft bemalten Holzdecke, getragen von einem korbogenförmig gekrümmten Unterzug (Text-Abb. 6 u. 7), dessen eigenartige Konstruktion unsere Bewunderung erweckt.

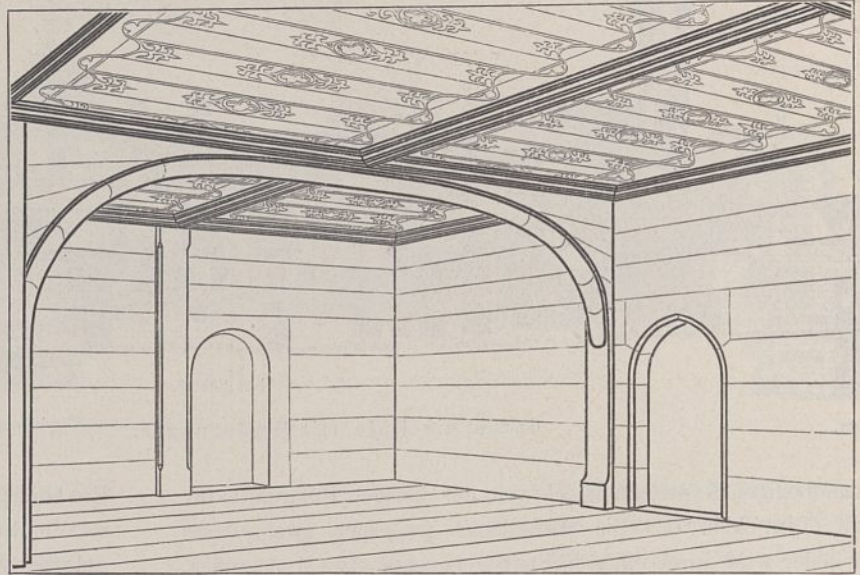


Abb. 6. Zimmer mit geschnitzter und bemalter Holzdecke im zweiten Obergeschoß des Alten Schlosses.

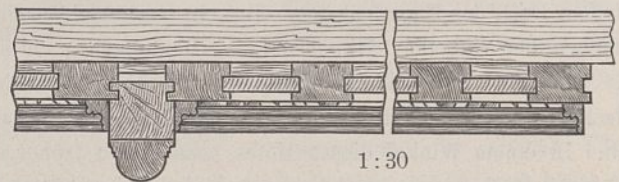


Abb. 7. Schnitt durch den Unterzug und die Holzdecke (vgl. Abb. 6).

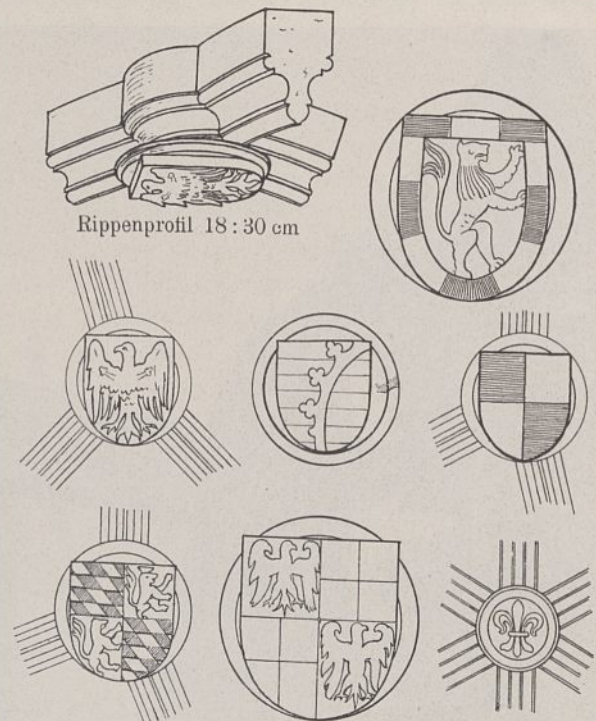


Abb. 8. Schlußstein-Wappen im Erkersaal.  
Durchmesser der Schlußsteine rd. 50 cm.

Die in Text-Abb. 6 angedeutete Deckenbemalung gründet sich auf schwache Spuren, die sich beim Entfernen einer weißen



Abb. 9. Erkersaal im ersten Obergeschoß.

Tünche mit ablösen. Einige niedrige gotische Türchen mit verschieden geschweiften Holzstürzen sind sonst die letzten Reste der wohl namentlich im dreißigjährigen Krieg zerstörten Ausstattung und Einrichtung dieser einmal sehr bemerkenswerten Räumlichkeiten. Das gewaltig hohe Dach des Alten Schlosses baut sich auf drei stehenden Stühlen etwa 13 m hoch auf und gewährt in seinem Innern den überraschenden Anblick eines ganzen Waldes von Eichensäulen (Abb. 1 Bl. 36). Die über

aber die jetzige evangelische Schloßkapelle, früher mit der bekannten Halle der Eichensäule im Alten Schloß durch eine fast 5 m hohe Spitzbogentür zusammenhängend. Der Schatz der Kapelle ist das auf Goldgrund gemalte etwa 2 m im Geviert große gotische Altargemälde: eine Darstellung der zwölf Apostel, wie sie sich nach allen Weltrichtungen zerstreuen, um den Völkern der Erde das Evangelium zu bringen. An der Predella des Altars findet sich Bildnis und Jahreszahl des Stifters:

die ganze Dachfläche in einem Stück hinreichenden Sparren sind 14,50 m lang.

Im Verbindungsbau des Alten und Neuen Schlosses folgt über dem kryptaartigen Kellergewölbe mit Chorische ein vielleicht früher als Kapelle dienendes Tonnengewölbe mitschlitzartig schmalen vergitterten gotischen Fensterchen; heute nimmt dieses Gewölbe die nicht unbedeutende Sammlung von Folterwerkzeugen und Fahnen aus der Zeit der Kadolzburgischen Gerichtsbarkeit im Mittelalter auf. Den Hauptraum des Verbindungsbaues bildet



Abb. 10. Halle der Eichensäule im ersten Obergeschoß.

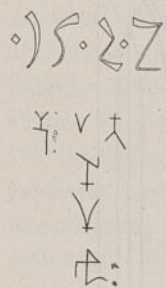
Pfarrer Keit 1485, also eine Stiftung aus der Regierungszeit des Kurfürsten Albrecht Achilles. Die sehr alttümliche und einfache Holzkanzel der Kapelle von 1609 ist ebenfalls beachtenswert, desgleichen ein gotisches Chorgestühl mit zweifachem Zinnenkranz (Text-Abb. 14). Eines der Kapellenfenster erhielt in neuerer Zeit durch Stiftung des verstorbenen Kaisers Friedrich, des damaligen Kronprinzen, ein größeres Glasgemälde, die Gemahlin des Kurfürsten Friedrich I. Elisabeth von Wittelsbach darstellend. Das nächste Geschoß über der Kapelle ist heute aller Reste seiner Einrichtung beraubt.

Einem dritten Bauabschnitt gehört das anstoßende Neue Schloß an. Dort sind die Kreuzgewölbe der Keller mit ihren schönen massiven, etwa 90 cm starken Achteckpfeilern, deren kleinen Wappen und Jahreszahl 1527 (Text-Abb. 12) Zeugen für die Errichtung des Baues unter den Enkeln Albrechts Achilles, den beiden Markgrafen Kasimir und Georg, welchen die bisherige Kadolzburg wohl zu klein sein mußte. In ihrem Neubau greifen Renaissance und Gotik ineinander über. Von 1584 müssen die Reste zweier gotischen Erker am ersten Obergeschoß über dem Zwinger stammen. Die fast durchweg gekuppelten Fenster, die Deckentäfelung einzelner Zimmer und die Raumhöhen sind Arbeiten der Renaissance.

Einen weiteren vierten Bauabschnitt für die Kadolzburg brachte das 17. Jahrhundert mit der Regierung des Markgrafen Joachim Friedrich von Brandenburg (1603) und seiner beiden Stiefbrüder Christian und Ernst. Dafür sprechen der große Wendeltreppenturm mit der Jahreszahl 1605 an seinem Portal und der Dachstuhl des Schlosses von 1606. Dieser Bauzeit gehört auch das oberste Geschoß an, das sich durch

seine besonders großen Zimmer- und Fensterhöhen wesentlich von den anderen Stockwerken unterscheidet. Auch die trotz ihrer etwas unbeholfenen Einzelformen bemerkenswerten ungleichen Renaissancegiebel (Abb. 2 Bl. 35 und Abb. 1 Bl. 38) sind aus dieser Bauzeit. Noch zwei recht kleine, aber an Kunstwert um so höher zu schätzende Reste der Renaissancekunst sind zwei eiserne Ofenplatten je 0,50/1,20 m groß mit vier Reliefdarstellungen aus der Geschichte des Königs David. Diese Szenen spielen sich in einer feinen architektonischen Umrahmung holbeinischer Art ab, die Figuren sind voll Leben, Naturwahrheit und Anmut, so daß man den gänzlichen Verlust der übrigen Renaissanceeinrichtung unter den Brandschatzungen des dreißigjährigen Krieges nicht tief genug bedauern kann.

Abb. 12.  
Am Keller-  
gewölbe des  
Neuen Schlosses.



Sommerresidenz ersahen und dementsprechend ausstatteten, berichten noch deutliche, aber spärliche Proben des Barock-, Rokoko- und des Markgrafenstils, wie geschnitzte Türeinfassungen mit antikisierenden Säulen und Gebälken, Treppenbalustraden usw., dann eine Anzahl gänzlich oder in Bruchstücken erhaltener Ton- und Eisenöfen mit mannigfaltig abwechselnden figürlichen und pflanzlichen Darstellungen wie Wappen, Putten und Fruchtgehängen (Text-Abb. 11). Die Tonöfen sind grau oder schwarz glasiert, die eisernen Ofenplatten zeigen die Jahreszahl 1732, sowie die Monogramme des damals herrschenden Fürstenpaares von Ansbach: Karl Kriedrich Wilhelm und seiner Gemahlin Friederike Luise von Preußen. Die in ein Fenstergewände des größeren Renaissancegiebels eingehauenen Zeichen I. R. 1723 (Text-Abb. 13) scheinen die „prima renovatio“ anzeigen zu sollen.

Nach jener Sommerhofhaltung ist die Kadolzburg von ihren fürstlichen Eigentümern aber gänzlich verlassen worden. Nur das Amtsgericht Kadolzburg hat sich bis auf unsere Tage in den Burgmauern erhalten. Abgesehen von dessen Räumen, sowie der evangelischen und einer kleinen katholischen Kapelle ist das ganze Schloß seiner Einrichtung sowie seiner Insassen beraubt. Der Gesamteindruck der heutigen Kadolzburg inmitten einer sehr schönen Landschaft und fast überwuchert von Nußbäumen ist ein wehmütiger und erinnert den Besucher unwillkürlich an Dornröschens Schloß und seine in Schlaf versunkene Schönheit.

Da es der hier zur Verfügung stehende Raum leider nicht gestattet, auf die Geschichte der Kadolzburg näher einzugehen, so seien nur folgende Einzelheiten daraus angeführt, im übrigen muß auf die untenstehenden hauptsächlichsten Quellenschriften verwiesen werden.

Die ersten Eigentümer der Burg waren die Grafen von Andechs und Meran, deren Ahnherr Cadolto, ein Sohn Kaiser Arnulfs, des Besiegers der Normannen (an der Dyle 891), den Grundstein zur Burg gelegt haben soll. Wahrscheinlich sollte die Kadolzburg als Bollwerk gegen die vom Norden her seine Besitzungen gefährdenden Normannen dienen. Aus den Jahren 1157, 1200, 1223 und 1226 datieren Urkunden mit dem Namen Cadoldesburg oder Cadolzburg. Auch Cadolzhofen und Cadoldorf kommen in dieser Zeit vor. Als im Jahre 1248 mit Otto II. das Grafengeschlecht von Andechs und Meran erlosch, brachte Ottos Schwester die Burg als Mitgift in ihre Ehe mit dem

Burggrafen Friedrich II. von Nürnberg. So kam Kadolzburg in den Besitz des Hauses Hohenzollern. In den Jahren 1256, 1265 und 1267 wurden wichtige Rechts- und Besitzfragen der Nürnberger Burggrafen auf Kadolzburg entschieden;

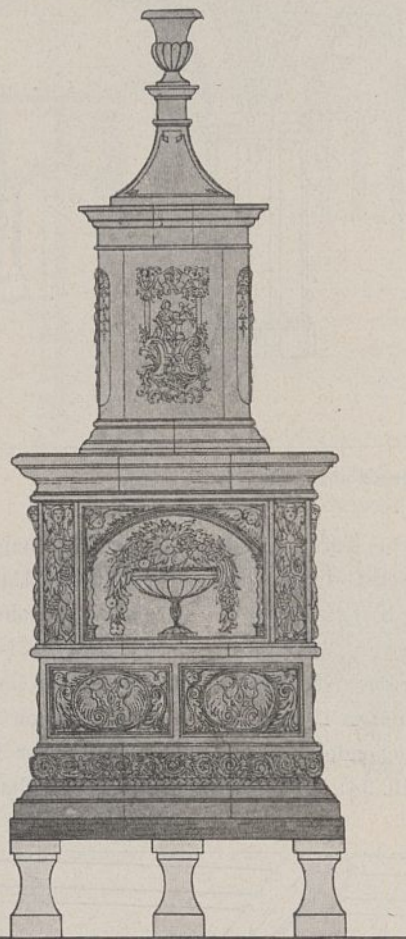


Abb. 11. Tonofen im Neuen Schloß.  
Schmalseite. 1:25.



Abb. 13.  
Am Renaissance-  
giebel des Neuen  
Schlosses.

ebenso 1290 und 1291. Dann weilten 1274 Kaiser Rudolf von Habsburg und 1293 Kaiser Adolf von Nassau zu Gast dortselbst. 1297 verschied Friedrich III. von Nürnberg in Kadolzburg. Aus dem Nachlaß seines Sohnes Friedrich IV. ist eine denkwürdige Urkunde erhalten, beginnend mit: „Wir Friedrich von Kadolzburg, von Gottes Gnaden Purgraue . . . . .“, was sicher als unverkennbarer Beweis der Ansässigkeit der Burggrafen auf der Kadolzburg gelten muß. Ludwig der Bayer besuchte die Burg in den Jahren 1322 bis 1325 und 1341 bis 1346 wiederholt. 1349



Schnitt A B.

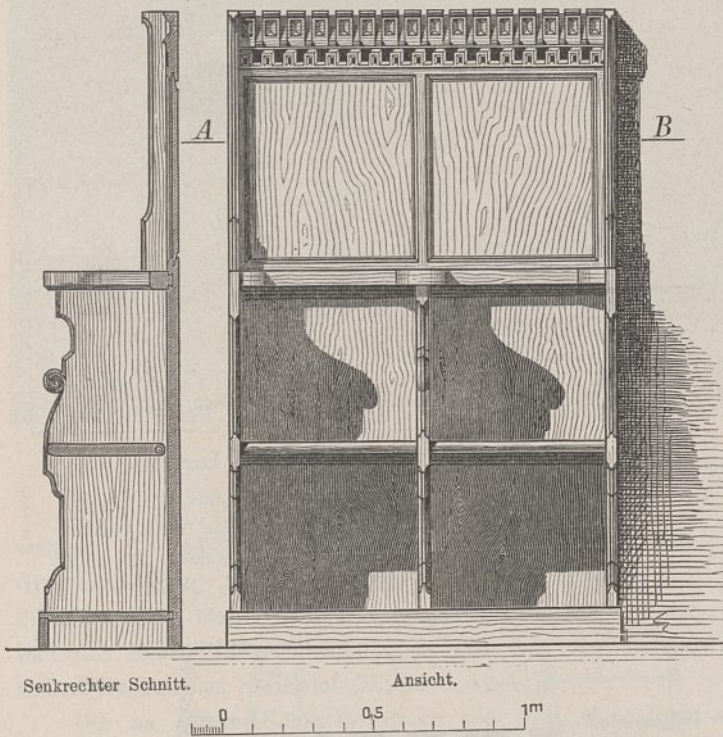


Abb. 14. Zweisitziges Chorgestühl aus der Schloßkapelle.

wurde ferner das Kaiserliche Landgericht aus Nürnberg nach Kadolzburg verlegt.

Der 1418 zum Reichsverweser und Statthalter von Deutschland ernannte Burggraf Friedrich VI., als Kurfürst von Brandenburg Friedrich I., der Gemahl der Wittelsbacherin Elisabeth von Landshut („Schön-Els“ genannt), begann nach der Überlieferung den Umbau des „alten Schlosses“, welchen sein Sohn Albrecht Achilles vollendet haben soll. Die Nürnberger Burg dagegen wurde 1424 von ihren Herren verkauft, und die Verkaufsurkunde hierüber nirgends anders als in Kadolzburg aufgestellt. 1422 fand auf dem Schlosse die fürstliche Hochzeit der Kurfürstentochter Elisabeth mit dem Herzog Ludwig zu Liegnitz und Brieg statt. In den Jahren 1421 bis 1440 ergingen von diesem neu befestigten Sitz der Hohenzollern eine ganze Anzahl kultureller Verordnungen zur Wohlfahrt des Landes aus, bis der große brandenburgische Kurfürst Friedrich I. am 14. September 1440 auf der Kadolzburg entschlief.

Albrecht Achilles, sein dritter Sohn, stellte die in seinen vielen Fehden zerstörten Schloßmauern und Türme der Kadolzburg wieder her und verlegte dahin 1486 das Landesarchiv, als an den festesten Punkt des Landes. Sein Gast war dortselbst wiederholt Kaiser Friedrich III. Ebenso besuchte Kaiser Maximilian I. 1489 den Kurfürsten Friedrich II. und Kaiser Karl V. 1541 dessen Söhne auf der Burg. Von 1486 an bis 1760 fast 300 Jahre hindurch und überdies während des dreißigjährigen Krieges, welcher das Schloß aufs schrecklichste verwüstet zurückließ, war die Burg fast ausschließlich der Obhut von Amtsmännern anvertraut gewesen.

Erst in der Regierungszeit des Markgrafen Karl Friedrich Wilhelm (1729 bis 1757) und seiner Gemahlin Friederike Luise, der Schwester Friedrichs des Großen von Preußen, wurde die Kadolzburg noch einmal, jedoch nur vorübergehend, fürstliche Sommerresidenz und als solche auch ein Sammelpunkt bedeutender Männer der Wissenschaft und Bildung.

Dieser Zeit neuerwachten Lebens bereitete der österreichische Erbfolgekrieg ein nur allzu jähes Ende. Nach 1757 kehrte der fürstliche Hof nie mehr nach dem Schlosse zurück, vielmehr trat 1791 der letzte Markgraf von Ansbach alle zollerischen Lande in Franken, somit auch die Kadolzburg an Preußen ab.

1806 kam dann das Schloß mit dem Frankenlande an das neugegründete Königreich Bayern, ohne daß es sich seitdem wieder zu irgend welcher geschichtlichen Bedeutung zu erheben vermochte.

Die Geschichte lehrt uns also, daß die Hohenzollern im Mittelalter fast 300 Jahre lang von 1256 bis 1540 auf der Kadolzburg Hof hielten. Die Burg ist also ein einzig dastehendes Denkmal in der Vergangenheit des Hauses Hohenzollern. Der Hohenzollernbaum, dessen Äste und Krone sich im deutschen Norden ausbreiten, schlingt seine Wurzeln im deutschen Süden um die Burgen Hohenzollern, Nürnberg und Kadolzburg.

Hof, Mai 1910.

Heinrich Thiersch, Kgl. Bauamtsassessor.

#### Quellenschriften.

- Rentsch, Brandenburgischer Cedernhain;
- von Falkenstein, Antiquitates et Memorabiliae Nordgaviae veteris;
- Hormayr, Versuch einer pragmatischen Geschichte der Grafen von Andechs;
- Schilling, Geschichte des Hauses Hohenzollern;
- Samuel Wilhelm Ötter, kurfürstlich brandenburgischer Geschichtsschreiber, Die kurfürstlich brandenburgische Residenz Kadolzburg 1785;
- Historische und topographische Nachrichten vom Fürstentum Brandenburg-Onolzbach von Gottfried Stieber, hochfürstlich Brandenburgischer-Onolzbacher Archivrat (Schwabach 1761);
- Bundschuh, Geographisch - statistisches - topographisches Lexikon von Franken 1799;
- Johann Bernhard Fischer, 1787, Beschreibung des Burggrafentums Nürnberg;
- Sattler, Bayerische Geschichte;
- Walther, Kadolzburger Denkmal;
- Malerische Reise durch die beiden fränkischen Fürstentümer Bayreuth und Ansbach in Briefen von Johann Gottfried Köppel 1816.

### Das Löwener Stadthaus und seine Wiederherstellung.

Vom Königl. Baurat v. Manikowsky, zugeteilt dem Kaiserl. deutschen Generalkonsulat in Antwerpen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 39 bis 43 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Das Löwener Stadthaus, neben dem Brüsseler wohl das bedeutendste und reichste mittelalterliche Profan-Bauwerk, das die Gotik überhaupt als vollendetes einheitliches Ganzes hervorgebracht hat, bietet zur Zeit ein besonderes Interesse durch seine auf 1 1/2 Millionen Frank veranschlagte und zum

des blühendsten Handels, mit dem die schönen Künste in Flandern stets Hand in Hand gingen, wollten die Löwener in ihrem neu zu erbauenden Stadthaus ein Meisterwerk ersten Ranges errichten. Sie waren bekanntlich so glücklich, bei diesem Beginnen in dem 1445 zum Werkmeister der

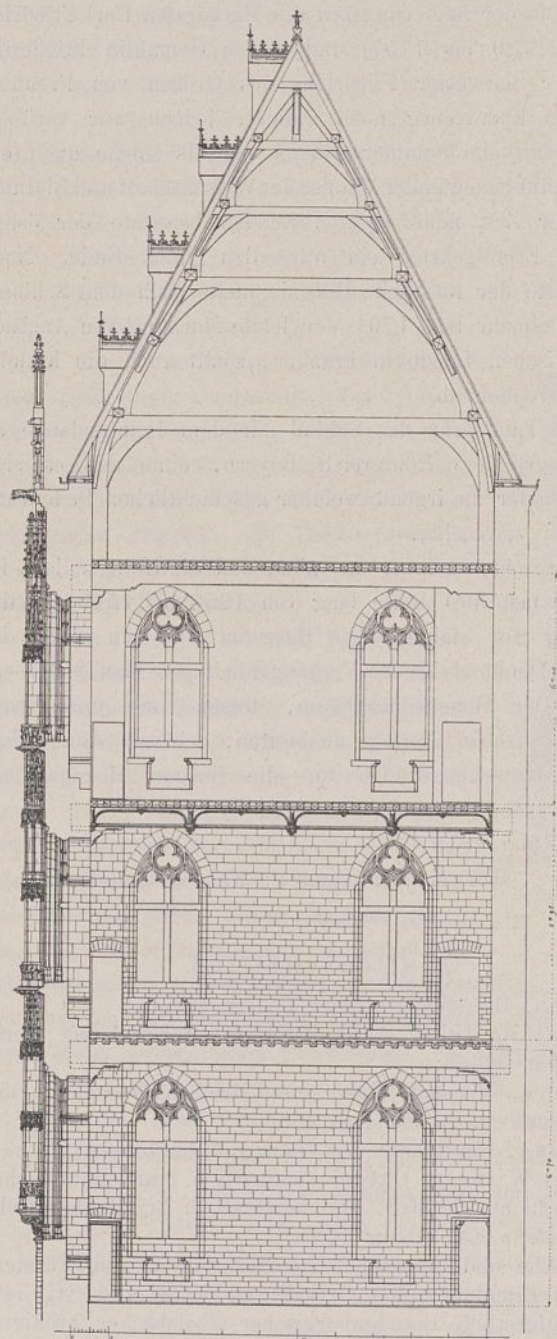


Abb. 1. Querschnitt.

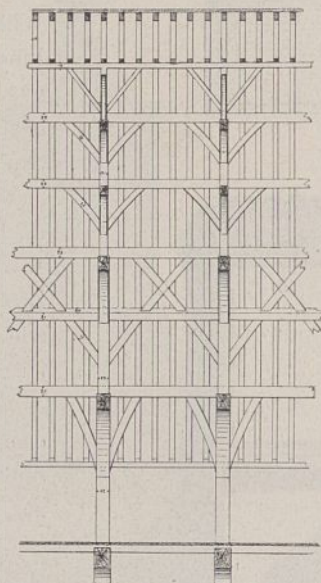


Abb. 2. Längenschnitt durch den Dachstuhl.

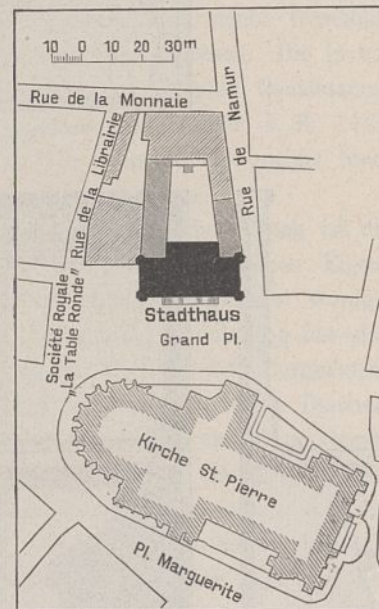


Abb. 3. Lageplan.

- Der Hauptbau.
- ▨ Alter Anbau 1442 u. 1460.
- ▩ Neuerer Anbau.

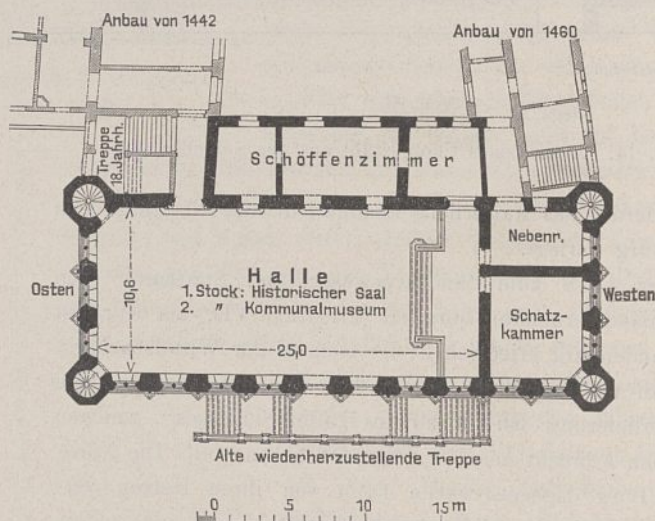


Abb. 4. Grundriß des Hauptbaues.

großen Teil bereits ausgeführte Wiederherstellung vorzugsweise seiner Fassaden.

Der Baumeister des Stadthauses und die Zeit seiner Erbauung. Die Errichtung des Löwener Stadthauses liegt in der prunkvollen Regierungszeit des glänzendsten der Burgunderherzöge, Philipp des Guten (1419—1467), als Löwen die Hauptstadt von Brabant war. In der Vollkraft

städtischen Steinmetzen ernannten Meister Matthieu de Layens einen ebenso bedeutenden Baumeister wie schöpferischen Künstler zu finden, dem es im vollsten Bewußtsein der ihm gestellten Aufgabe gelang, diesen Bau auf das Glänzendste herzustellen. Für seinen großartigen Plan bekam der Künstler allerdings nur 5 Wilhelmstaler, etwa 40 Mark nach unserem Gelde. Der Bau wurde allein auf Kosten der Stadtver-



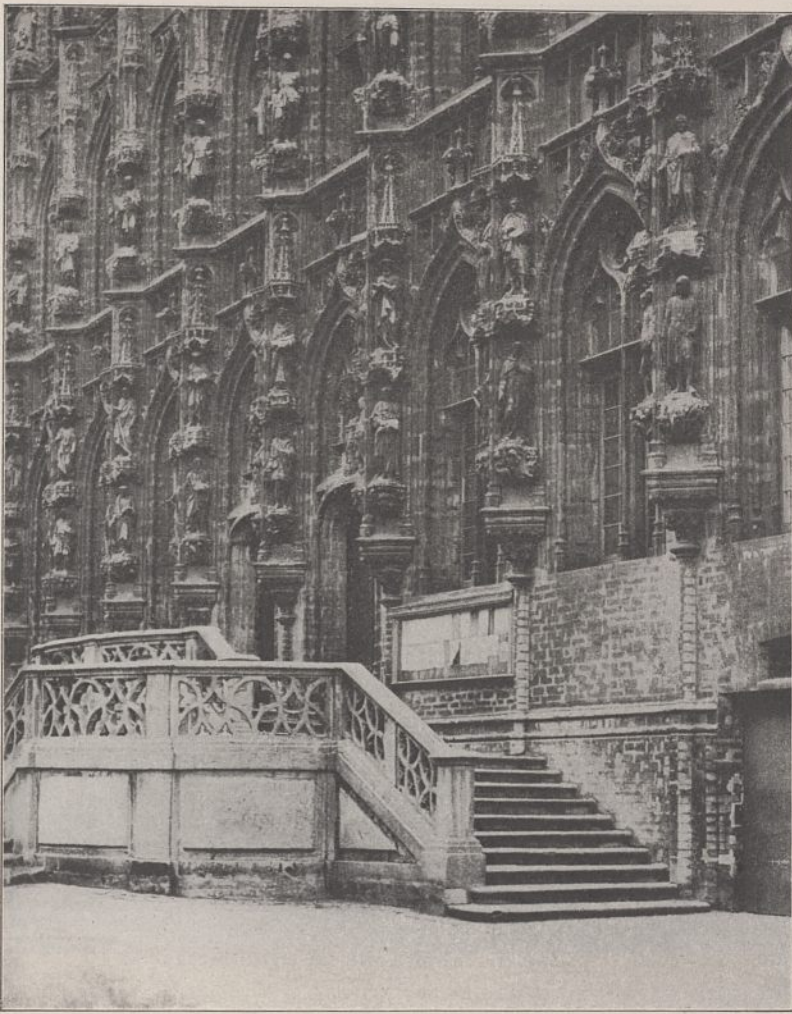


Abb. 5. Mittelteil der Hauptfront.

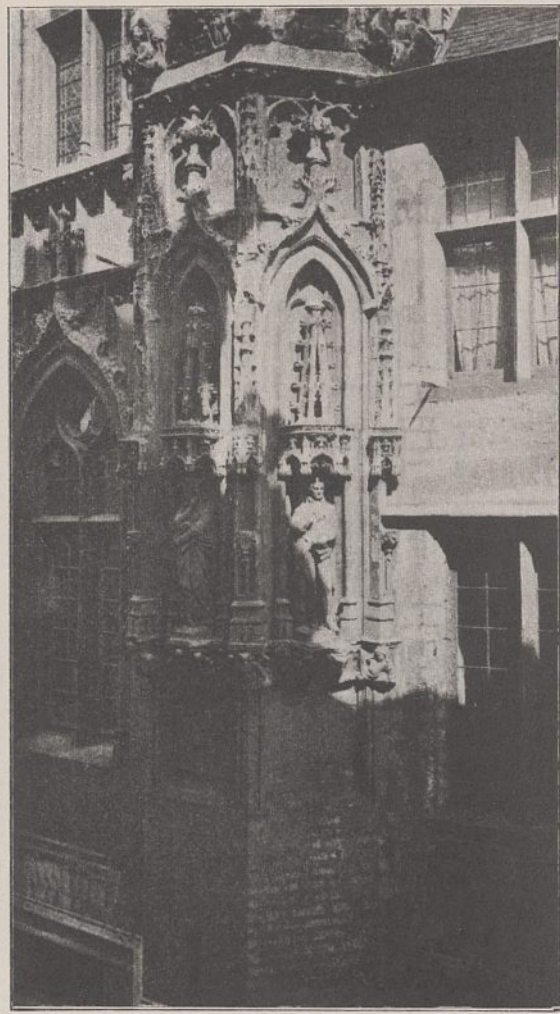


Abb. 6. Erdgeschoß des rechten Trepenturms an der Westseite.

waltung für 44785 rheinische Gulden ausgeführt. Die Grundsteinlegung fand am Donnerstag nach Ostern, den 20. März 1448 statt. 1459, also nach 11 Jahren, war der Bau mit seinem hohen Schieferdach und den vier Reihen stolzer Dachgauben vollendet (Bl. 39 u. 40/41).

Der an seiner Rückseite durch die drei ehemaligen Schöffen- und richterlichen Archivzimmer erweiterte Bau (Text-Abb. 3 u. 4) umschließt im Grundriß ein von vier achteckigen Türmchen flankiertes Rechteck von 34,60/12,60 m. Den vier Ecktürmchen gesellt sich nach dem bekannten Bilde (Bl. 39) auf jeder Schmalseite im Giebel noch je ein Mitteltürmchen zu. Die beiden nach hinten anschließenden Flügelbauten stammen aus den Jahren 1442 und 1460, der Treppeneinbau links aus dem 18. Jahrhundert.

Der Innenraum des Stadthauses. Der Innenraum wird in den drei übereinanderliegenden Geschossen (Text-Abb. 1) von je einem achtsichtigen großen und einem zweiachsigen kleinen Saal eingenommen (Text-Abb. 4). Nur im Erdgeschoß ist von dem kleinen Saal noch die 1457 durch den ausgezeichneten Bildhauer Beyaert mit schönen Reliefs verzierte Schatzkammer abgetrennt, deren kunstvolle Fenstervergitterungen (1449) heute das Stadtmuseum schmücken.

In der großen Eingangshalle (Text-Abb. 9) sind die Gurtbalken der eichenen Deckenunterzüge 1449 mit geschnitzten Bildern aus der biblischen Geschichte geschmückt worden. Sie sind noch die alten, während die Deckenbalken selbst 1895 erneut werden mußten. Die Wiederherstellung der Wände

in Haustein, die zum Teil aus Ziegelsteinen ohne Hausteinverblendung erbaut waren, ist 1905/1906 erfolgt. Eine Bemalung derselben soll noch vorgenommen werden und zwar in alter mittelalterlich-monumentaler Weise unmittelbar auf den Stein. Hierbei soll auch das jetzige nüchterne Balustradengeländer daselbst durch ein neues in Bronze ersetzt werden. Der im ersten Stock über der Schatzkammer belegene kleine Saal (Text-Abb. 7) wurde 1467 mit einem bildwerkreichen Eichenholzwölbe und wappengezierten Glasfenstern in den spitzbogigen Maßwerken versehen. Der untere rechteckige Teil der Fensteröffnungen zwischen den steinernen Fensterkreuzen war, wie damals Brauch, nur mittels Eichenläden verschließbar. Das noch heute nach 4½ Jahrhunderten ausgezeichnet erhaltene Holzwölbe Beyaerts gilt neben dem des Brügger Ratsaales als vielleicht das schönste seiner Art in Belgien und weist mit seinen stark hervortretenden, reich und tief gegliederten Rippen, sowie den figurengeschmückten Konsolen und Zapfen, als Anfänger der Bogen und Rippen, eine bemerkenswerte Feinheit und Kühnheit auf.

Der danebenliegende große sogenannte historische oder gotische Saal (Text-Abb. 8) ist mit einer ähnlichen Holzwölbedecke versehen. Er gewährt einen ungemein prächtigen Anblick, der als Rahmen einer Stadtverwaltung, deren Glanzzeit im Mittelalter lag, kaum besser gedacht werden kann. Die ursprünglich rot getünchten, bei besonderen Gelegenheiten mit kostbaren Webereien behängten Wände wurden 1468

durch den gefeierten Haarlemer Maler Dirk (Dierick oder Thierry) Bouts (1450 bis 1475) mit seinen berühmten Gemälden geschmückt, die leider später in das Königliche Museum nach Brüssel gebracht wurden. Heute finden sich in den beiden Sälen nur Nachbildungen von dem verstorbenen Maler Franz Meert und einige Gemälde aus der Ortsgeschichte von dem gleichfalls verstorbenen Brüsseler Maler A. Hennebicque. Man beabsichtigt auch diese Säle in Bälde mit monumentalen Malereien zu schmücken, ebenso an Stelle des mit dem Geist und der Kunst der glanzvollen mittelalterlichen Bauzeit des Stadthauses nicht zusammenstimmenden neueren Kamins einen neuen zu errichten. Die gotischen Kronen sind bereits nach einem Tryptichon in der Peterskirche von Dierck Bouts (1468) neu hergestellt. Der gefeierte Maler hat in diesem Gemälde den historischen Saal des Stadthauses zum Hintergrund genommen. Der Glasmaler und Architekt Rombout Keldermans aus Mecheln schmückte 1469 die Maßwerke von neun Fenstern des ersten Stockwerks mit den Wappen Karls des Kühnen († 1477), seiner Gemahlin Margarete von York, aller Staaten des Herzogtums Burgund und der Hauptstädte von Brabant, während die 18 Fenster des zweiten Stocks gewöhnliche Verglasung erhielten und die übrigen Fenster des ersten Stocks später, zuletzt 1890 durch den Glasmaler Henri Dobbelaere aus Brügge ergänzt wurden.

Im zweiten einfacher gehaltenen Stockwerk, sowie im Dachgeschoß werden die alten, jetzt ersetzten Bildhauerarbeiten von den Fassaden aufbewahrt. Sie bieten das größte Interesse für die belgische Bildhauerkunst des 15. Jahrhunderts. Der Dachstuhl selbst (Text-Abb. 1 u. 2), wie beim Antwerpener Fleischhaus aus einzelnen übereinander gestellten Böcken hergestellt, ist durch die gewaltigen Abmessungen seiner Hölzer (Dachgeschoßbalken 45/55 cm) bemerkenswert.

Die Außenarchitektur des Löwener Stadthauses (Bl. 39 bis 43) hat Matthäus de Layens mit dem ganzen Überfluß und Reichtum, aber auch der Feinheit und Zierlichkeit ausgestattet, deren der blühende Flamboyant-Stil fähig ist. Trotzdem kann man nicht von einer Überladung sprechen, ja der Schwerpunkt der künstlerischen Leistung und des technischen Könnens muß gerade darin gefunden werden — und dies stellt den Löwener Bau erheblich über den mit seinem Mittel-turm prunkenden Brüsseler —, daß trotz der großen Üppigkeit der Schmuckformen durch einen einzigen Blick das ganze Architekturgerüst mit einer Klarheit in die Erscheinung tritt, die in Erstaunen versetzt. Diese durchschlagende Wirkung wird auch weder durch die über den Archivolten der Spitzbogenfenster aller Geschosse sich hinziehenden Blendarkaden, noch durch die zahlreichen konsolenartigen krausen Träger der Figurennischen verwischt, ja diese Schmuckmittel helfen mit an der Betonung der Wagerechten und vereinigen sich in schönstem Einklang mit den zu größter Wirkung gesteigerten sechs feinen Giebeltürmchen, hinter denen diejenigen des Brüsseler Rathauses wie des Brüsseler Brothauses weit zurückbleiben. Andererseits, welche große Beherrschung der architektonischen Ausdrucksmittel liegt trotz des gleichartigen Architekturgerüsts (Bl. 39) in dem Gegensatz dieser kühn und mächtig wirkenden Giebel zu dem fast anmutigen und milden, aber doch lebhaften Ausklingen der Steinwand der



Abb. 7. Kleiner Saal im ersten Stockwerk.

Hauptfassade in die zu Maßwerk aufgelöste große Zinnenbrüstung, die von den zierlich durchbrochenen Fialen der Pfeiler durchschossen, wie eine Zackenkrone zu dem reichen Rhythmus des verschwenderisch mit 46 Gauben geschmückten und mit einer spitzenartigen, steinernen Kleeblattkante gezierten Daches überleitet. Nicht mit Unrecht wird behauptet, daß Layens mit diesem Bau den Gipfel geometrischer Anmut erreicht und zugleich ein Wunder von Zartheit, Kühnheit und seltener Eigenart, dabei von außerordentlicher Feinheit der Steinbehandlung geschaffen hat. Die Höhe des dreigeschossigen Gebäudes beträgt vom Fußboden bis zum Balustradenfuß 22,34 m, die Mitteltürmchen der Seitenfassaden steigen über diese noch 25,30 m empor (Bl. 40 u. 41 und Text-Abb. 14). Zu bemerken ist, wie der Künstler mit bedachter Rücksicht auf die perspektivische Höhenwirkung das Erdgeschoß mit zwei Reihen etwas kleinerer und feiner entwickelter doppelter Figurennischen (36 Stück) und die folgenden Geschosse nur mit je einer solchen (Bl. 39 u. 42), über Eck gestellten, ausgestattet hat. Die schmucklose Ausführung des linksseitigen Ecktürmchens der Ostseite bis zum Hauptgesims hat ihren wohlberechneten einfachen Grund in der größeren Treppenanlage dieses Türmchens als Hauptdiensttreppe. Sehr bemerkenswert sind die konsol- oder sockelartigen figurenreichen Nischenträger (163 Stück), die sich kranzartig um das Gebäude herum ziehen (Text-Abb. 15 bis 21). In ihnen findet sich das Leben des 15. Jahrhunderts veranschaulicht, so daß sich die zeitgemäßen Geräte, Kostüme und Waffen, Sitten und Gebräuche fast ablesen und gut studieren lassen. Steinerne Zeugen vergangener Kultur! Die heutige Freitreppe vor der Hauptfassade (Text-Abb. 5) stammt aus spätgotischer



Abb. 8. Großer historischer Saal im ersten Stockwerk nach der Wiederherstellung.



Abb. 9. Große Erdgeschoßhalle.

Zeit und entspricht nicht der von Layens geplanten einfacheren Treppe, die demnächst wieder hergestellt werden soll.

Die Wiederherstellung des Stadthauses durch Frische. Über die schon 1883 als notwendig erkannte zweite Wiederherstellung der Fassaden hat der städtische Baudirektor Frische einen Bericht erstattet, dem die folgenden Angaben zum Teil entnommen sind. Es sei hierbei bemerkt, daß Frische, als Ingenieur-Architekt vormals bei Brüsseler Architekten, insbesondere bei dem Schöpfer des Ostender Kursaals Laureys beschäftigt, seit 1877 Leiter des städtischen Bauwesens, sich die Wiederherstellung des Stadthauses mit größtem künstlerischem Verständnis zu seiner Lebensaufgabe gemacht hat. Seiner Liebenswürdigkeit verdanke ich auch die Zeichnungen und großen Lichtbilder, nach denen die hier beigefügten Abbildungen hergestellt sind.

Die Bausteine des alten Löwener Stadthauses. Bei seiner Ausführung wählte Meister Layens für glatte Flächen den einheimischen Gobertange-Stein, für die kleineren Architekturteile Material der Steinbrüche von Saventhem, Dieghem, Dielbeek und Lare, der Umgegend von Brüssel, für das freie Pfostenwerk und die Steinkreuze der Fenster, für die Treppen und die großen Abdeckplatten der Turmgalerien sowie für die schräg stehenden hohen freien Fußstücke der Turmpyramiden belgischen Granit (den bekannten Blau-stein) aus Ecaussines, sowie für die ausgedehnten Bildwerke, für die Giebel und größeren Architekturstücke den Kalkstein von Avesnesle-Sec (Französisch-Flandern). Der Gobertange-Stein ist bereits im frühen Mittelalter als ein sehr widerstandsfähiger Stein erkannt und demgemäß bei fast allen belgischen Kathedralen, so auch in so ausgezeichneter Weise bei dem Antwerpener Fleischhaus zu glatten Mauerflächen verwandt worden. Er ist ein tertiärer Kalkstein mit etwas Kieselsäure, fast weiß, mit einer Härte bis zu 600 kg Bruchbelastung und sehr wenig hygroskopisch, da er nur eine Wasseraufnahmefähigkeit von  $\frac{1}{60}$  seines Gewichts aufweist, also nicht

eisklüftig. Seine geringen Abmessungen von nur 13 bis 22 cm Stärke sind imstande gewesen, die ganze nationale Bauweise und selbst die Architektur zu beeinflussen. Der kleine Maßstab in der Flächen- wie in der Ornamentbehandlung, den man als eines der Hauptmerkmale der vlämisch-niederländischen Baukunst beobachtet, ja selbst das kleine Ziegelformat im ganzen Lande hängen hiermit zusammen, und es ist wohl zu bemerken, wie der häufigere Schichtenwechsel und die kleineren Abmessungen der Steine, hauptsächlich bei glatten Flächen, gegenüber der oft eintönigen großen Quaderung, zu der lebhafteren malerischen Wirkung derselben beitragen. Man kann diese Beobachtung hier täglich selbst bei den großen mittelalterlichen Kathedralen machen. Auch der heute nur noch knapp erhältliche, gute weiße, für alle glatten Flächen sehr brauchbare, für Bildhauerarbeiten aber zu spröde Sandstein aus den Brüsseler Brüchen von Saventhem, Dieghem und Umgegend,

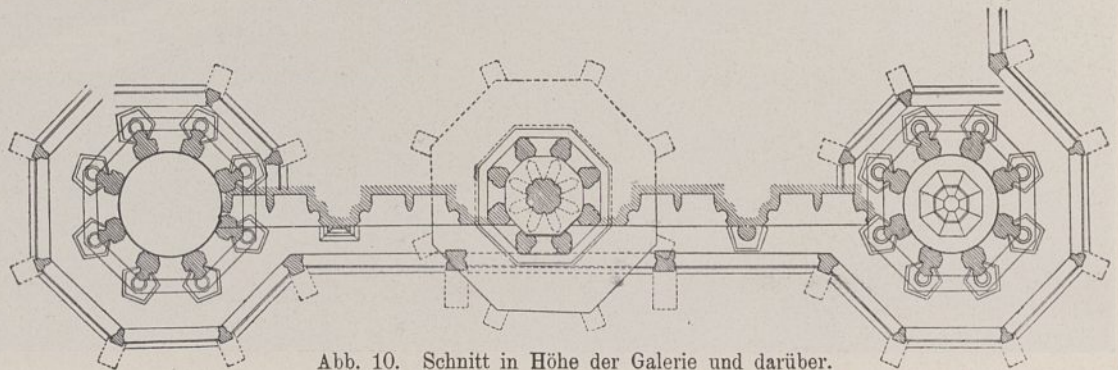


Abb. 10. Schnitt in Höhe der Galerie und darüber.

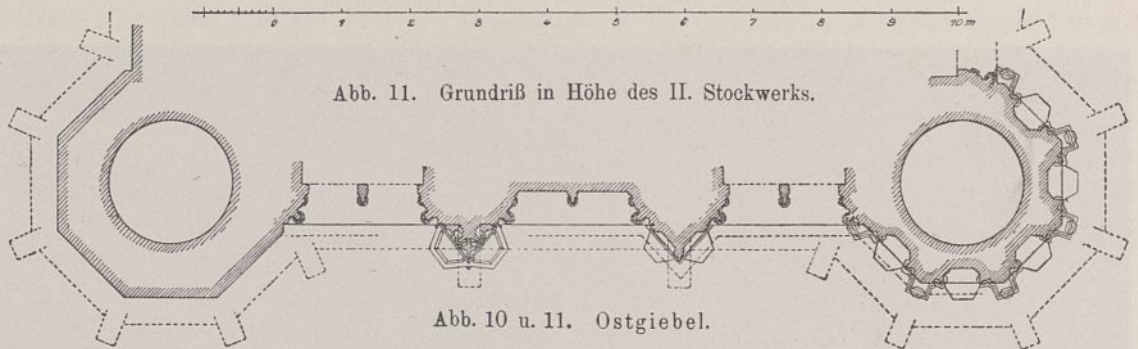


Abb. 11. Grundriß in Höhe des II. Stockwerks.

Abb. 10 u. 11. Ostgiebel.

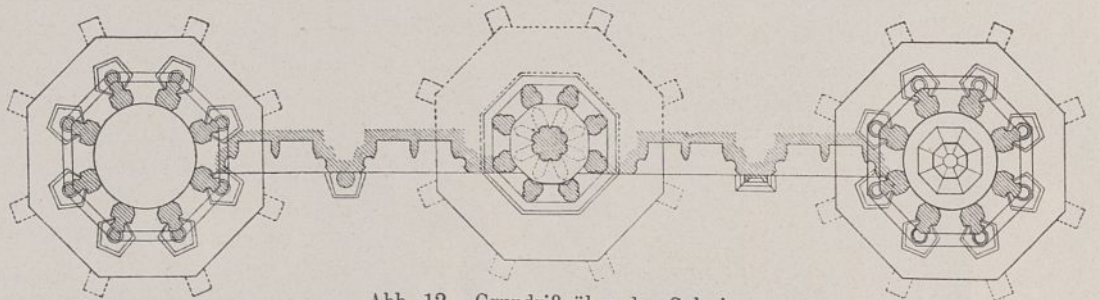


Abb. 12. Grundriß über der Galerie.

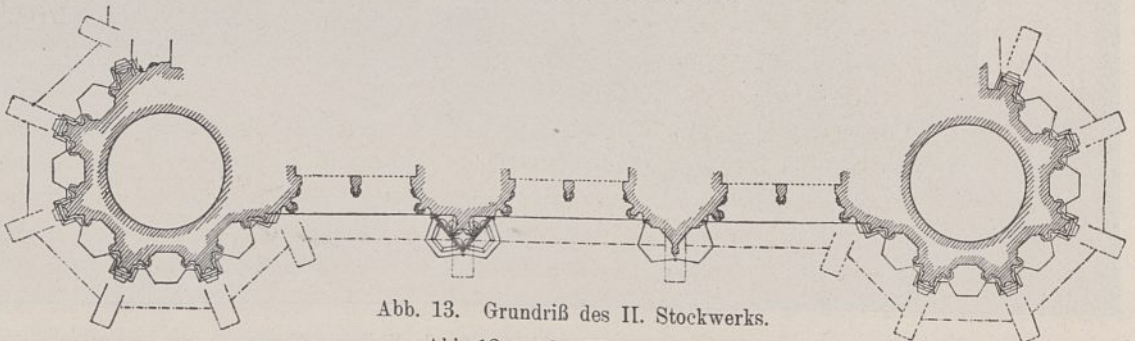


Abb. 13. Grundriß des II. Stockwerks.

Abb. 12 u. 13. Westgiebel.

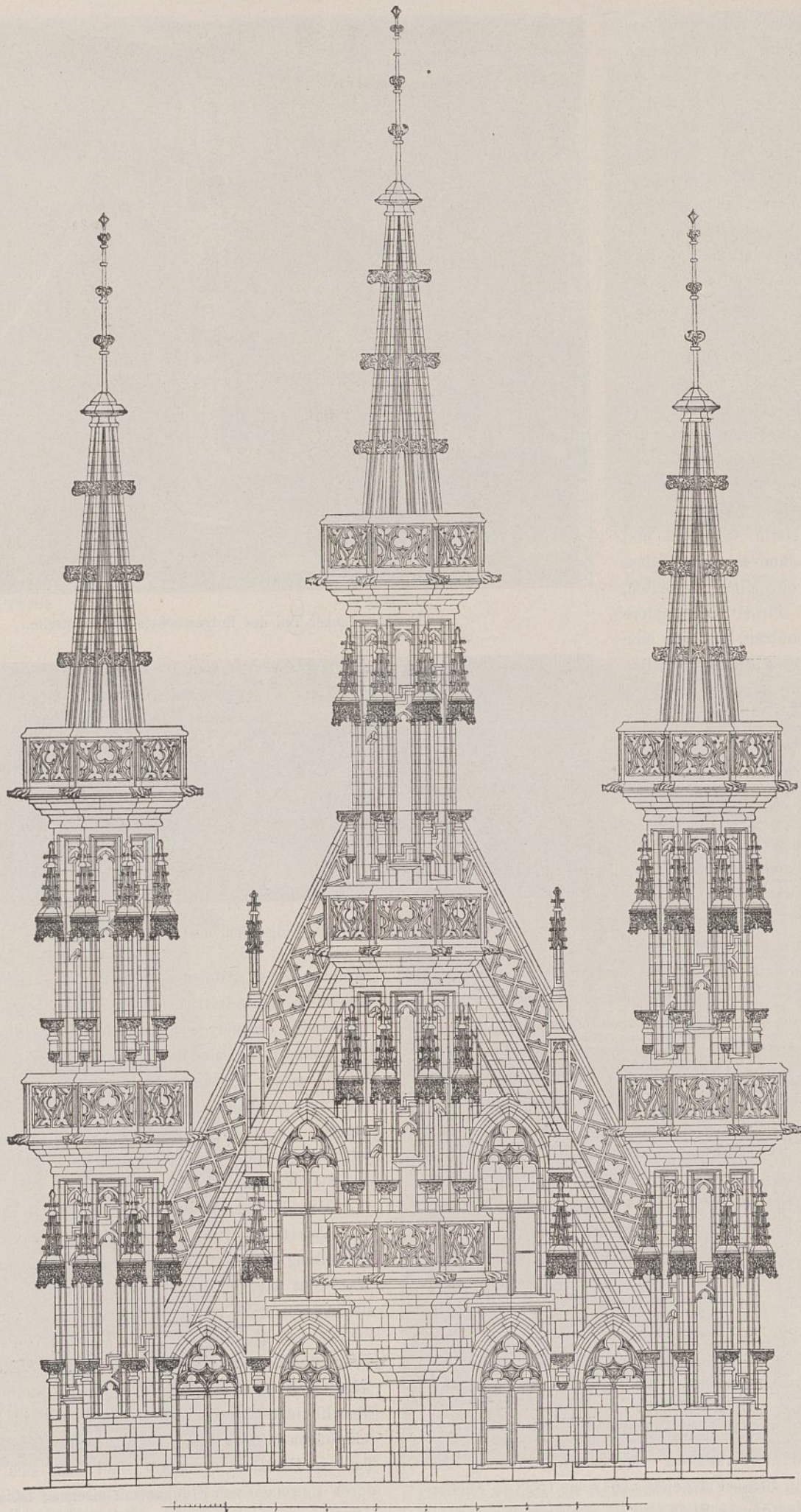


Abb. 14. Ansicht des Westgiebels.

von mittlerer Härte, leicht zu bearbeiten und an der Luft erhärtend, bricht nur in kleineren Stücken von 25 cm Stärke und 50 cm Länge. Der marmorweiße, weiche, aber dichte und zähe Kalkstein von Avesnes-le-Sec, einem Dorfe zwischen Valenciennes und Cambrai, leicht mit der Säge zu bearbeiten und zu Bildhauerarbeiten außerordentlich geeignet, ist im Mittelalter, obwohl wegen des Transportes teurer als der einheimische Stein, vielfach aber hauptsächlich im Innern, so zu den vielen herrlichen Tabernakeln verwandt worden. Der bekannte italienische Schriftsteller L. Guicciardini, ein guter Architekturkenner, sagt 1609 in seiner „Beschreibung der Niederlande“ über diesen Stein: „Aber insofern der Stein von Natur weich ist und die Witterung ihm schadet, haben die Werkleute ein Mittel gefunden, ihn durch Öl, Firnis und andere Mischung zu schützen, die ihm eine harte Kruste geben, wirksam allen Einflüssen zu widerstehen.“ Diese außerordentlich wichtige Bemerkung findet ihre Bestätigung in den Rechnungen des Löwener Stadthaus, ebenso wie in den Spuren an den Steinen selbst, die Frische gefunden hat derart, daß er mit Bestimmtheit behauptet, daß mindestens die ornamentalen Steinteile des Stadthauses zu verschiedenen Zeiten geölt worden sind. Diesem Ölen der Steine, verbunden mit der Feinheit der Arbeit, insbesondere der außerordentlichen Sorgfalt und Kunst der Alten, für die Abwässerung auch der geringsten Skulpturstücke in allen ihren Teilen auf das peinlichste zu sorgen, schreibt Frische die lange Dauer des verhältnismäßig weichen Steins zu, ein Umstand, der auch bei uns zu Beobachtungen nach dieser Richtung Anlaß geben sollte.

Tatsächlich hat der Stein bis zur ersten großen Wiederherstellung, ausgeführt 1829 bis 1841 für 224 500 Frank durch den Stadtarchitekten Dominicus Everaerts, also fast vier Jahrhunderte vorgehalten, obwohl berichtet wird, daß schon 1618 Bruchstücke der Bildhauerarbeiten von den obersten Teilen des Gebäudes sich ablösten. Zu dieser Zeit hat man auch die aus Blaustein hergestellten Füße der Turmpyramiden gegen Einknickung mit Eisenstangen bewehrt. Über den sogenannten belgischen Blaustein (Petit Granit) scheinen die Ansichten nicht ganz geklärt. Allgemein gilt seine Dauer nur etwa 100 bis 150 Jahre. Hier, wo wahrscheinlich der beste Stein verwandt wurde, hat er ebenfalls zum Teil bis zur ersten Wiederherstellung vorgehalten. Das auf der „Grande Place“ in Brüssel stehende, 1514 bis 1525 in reicher Spätgotik ganz aus diesem Stein erbaute berühmte sogenannte

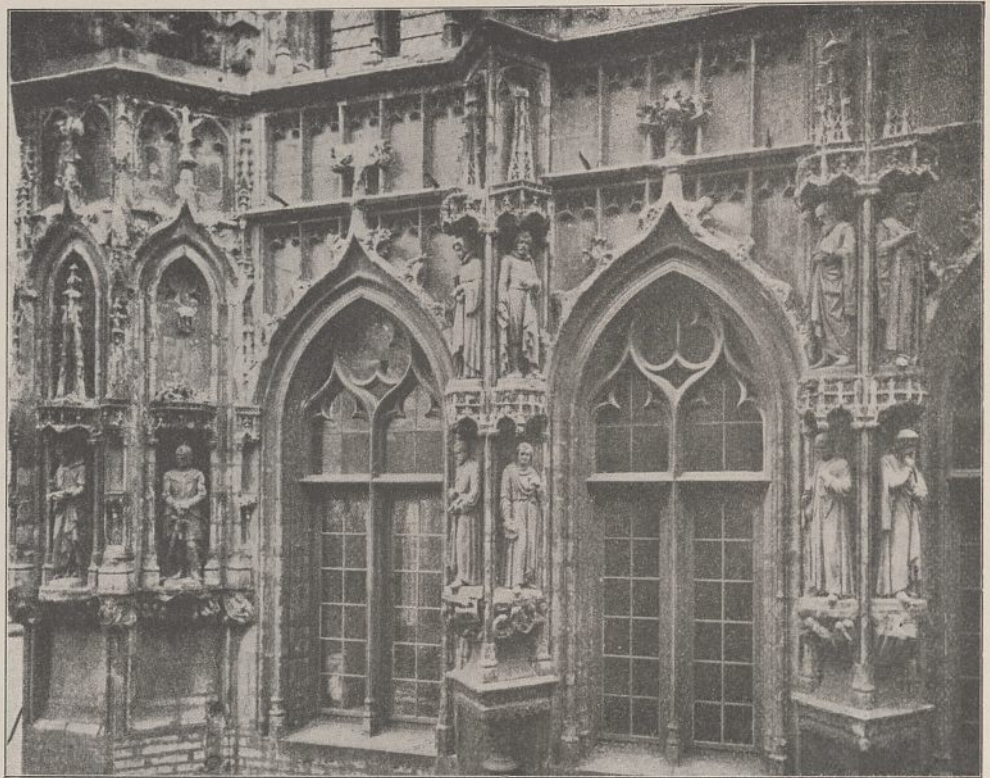


Abb. 15. Linker Teil des Erdgeschosses der Westseite.



Abb. 16. Kragsteine vom Erdgeschoß des linksseitigen Türmchens. Ostseite.

Brothaus oder „Maison du roi“ hat nach mehreren umfassenden Instandsetzungen Ende des vorigen Jahrhunderts vollständig erneuert werden müssen. Auffallenderweise ist die Sonne mehr als das Wasser der Feind dieses Steins. Infolge seiner geringen Wasseraufnahmefähigkeit eignet er sich gut zu Wasserschlagen und Wasserbauten überhaupt, dagegen wegen seines ziemlich geradlinig laufenden Gefüges schlecht zu Maßwerken und den gekrümmten Architekturen des Flamboyantstils.

Die Fehler der ersten und die Notwendigkeit der zweiten Wiederherstellung. Die heutige Wiederherstellung ist nach Frisches Angabe vorzugsweise durch die Wahl des bei der ersten eilig vorgenommenen Wiederherstellung von 1829 zu den Bildhauerarbeiten verwandten weißen Steines von Hordain (Departement von Nordfrankreich), daneben durch eine zum Teil mittelmäßige Ausführung und die nicht weit genug gehende Wiederherstellung verschuldet. Obwohl man damals ganze Flächenbekleidungen und Umrahmungen in Gobertange-Stein, sowie besonders beanspruchte Teile in Blaustein erneuerte, half man sich im allgemeinen durch Einsetzen von Stücken mit eisernen Dübeln und vielfach mit Zementausbesserungen, neben denen die Abbröckelungen

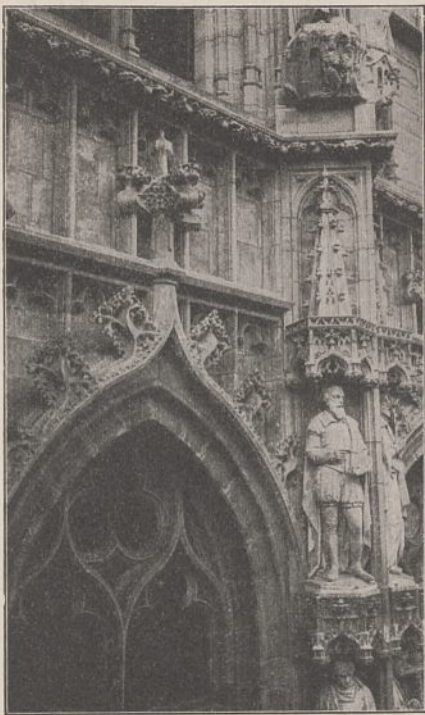


Abb. 17.  
Linkes Fenster im Erdgeschoß.  
Ostseite.



Abb. 18.  
Figurengruppe im I. Stockwerk.  
Ostseite.



Abb. 19.  
Kapitell und Kragsteine im Erdgeschoß.  
Ostseite.

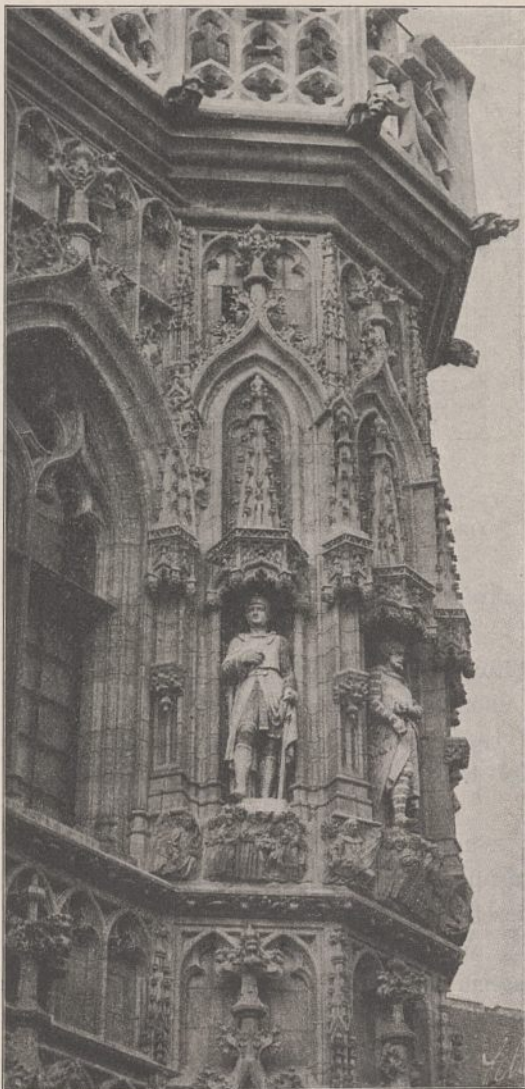


Abb. 20. Zweites Stockwerk des rechtseitigen Treppenturms mit Hauptgesimgalerie. Ostseite.

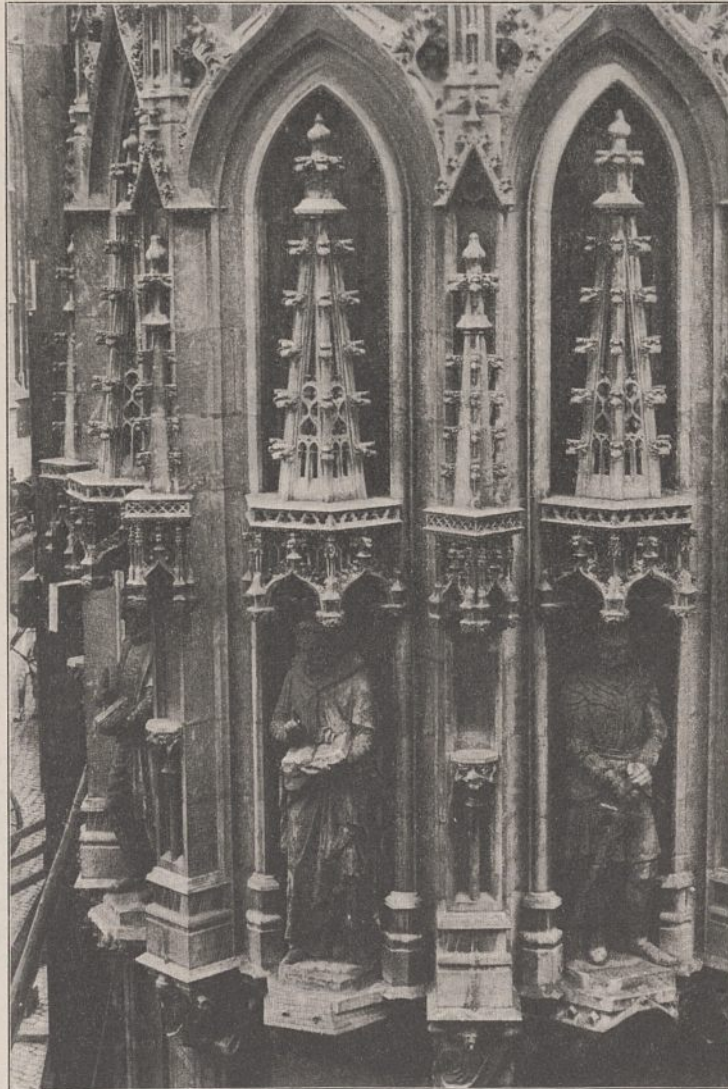


Abb. 21. Figuren mit Baldachinen und Kragsteinen vom Erdgeschoß des linksseitigen Türmchens. Westseite.

dann weiter fortschritten. Man hat damals den Hordain-Stein, der nicht weit von dem Avesnes-le-Sec-Stein gebrochen wird, diesem ebenbürtig gehalten, sich hierin aber arg gefäuscht und sich dazu in völliger, der damaligen Zeit entsprechender Unkenntnis der mittelalterlichen Technik, Wissenschaft und Erfahrung befunden. Unglücklicherweise war die Löwener Wiederherstellung außerdem die erste in Belgien, dazu Everaerts damals im Beginn seiner Laufbahn.

Der mit dem Messer zu bearbeitende sehr weiche und leicht zerreibliche Hordain-Stein der Kreideformation birgt zahlreiche harte schwarze Kieselnieren in sich, die ihn zersetzen. Er ist so hygroskopisch, daß er im trockenen Zustand  $\frac{1}{7}$  seines Gewichts an Wasser aufnimmt und infolgedessen einer schnellen pflanzlichen Überwucherung Raum gibt. Die Bildhauerarbeiten begannen schon nach 20 Jahren abzubrockeln, und Frische stellte 1890, also nach etwa 50 bis 60 Jahren, den völligen und gefahrdrohenden Verfall sämtlicher Bildhauerarbeiten fest, der ihren vollen Ersatz erforderte. Dazu ergab sich die Notwendigkeit der vollständigen Erneuerung beider Giebel mit allen Türmen, zumal ein Blitzstrahl am 8. April 1890 den Westgiebel arg verstümmelt und das Mitteltürmchen heruntergestürzt hatte, sowie des Ersatzes des größten Teils sowohl der glatten Flächen und Umrahmungen als der Architekturteile.

Die Text-Abb. 5, 6 u. 15 lassen im einzelnen erkennen, inwieweit die Verwitterung\*) nicht nur die Bildhauerarbeiten, sondern auch alle Architekturen fast gleichmäßig ergriffen hatte. Lediglich die erst 1840 aus einem harten Luxemburger Stein hergestellten Figuren der Nischen, deren Bevölkerung hierzulande das Mittelalter fast überall der späteren Zeit vorbehalten hat, konnten belassen werden.

Die Wahl der Steine für die zweite Wiederherstellung. Bei der Wahl der Steine empfahl Frische für die Flächen in erster Linie so weit wie möglich Gobertange-Stein. Für die größeren Architektur- und Bildwerkstücke kam von einheimischem Stein fast als einziger der weiße von Mohimont-Jamoigne bei Villers (Belgisch-Luxemburg) in Frage, ein Kalksandstein der unteren Liasformation, von einer Stärke in einzelnen Lagen bis zu 2 m, einer Bruchhärte von 233 kg und 2500 kg Eigengewicht. Der Stein wird aber an der Luft bald gelb und schließlich schwarz, so daß er in Luxemburg vielfach mit Farbe überstrichen wird, jedenfalls gleichzeitig mit Gobertange- und Dieghem-Stein nicht zu verwenden ist. Frische schlug daher für die Bildhauerarbeiten und Architekturteile den nach seiner Ansicht dem Avesnes-le-Sec-Stein erheblich überlegenen, in Belgien bereits vielfach auch an älteren Bauten verwandten französischen Stein von Reffroy am Kanal von Naix vor, einen feinkörnigen dichten und harten Rogenstein von 0,90 bis 1,60 m Lagerhöhe, ausgezeichnet zu feinen Bildhauerarbeiten, insbesondere den kunstvollen Baldachinen (Bl. 40 bis 42 und Text-Abb. 22 bis 26) geeignet, widerstandsfähig gegen die Einflüsse des belgischen Klimas und in der Farbe mit dem Gobertange-Stein zusammengehend. Nach den Prüfungen und Angaben des französischen Arbeitsministeriums hat der Stein ein Eigengewicht von 2150 kg und weist eine Bruchbelastung von 370 kg auf.

\*) Vgl. Denkmalpflege, Jahrg. 1910, S. 51.

Seine Hauptanwendung hat er bei den Schleusen und Aquädukten des Rhein-Marnekanals, beim Unterbau der Pariser Oper, dem Theater in Frankfurt, den Kirchen St. Bavon in Gent, wie St. Bonifazius in Ixelles und anderen Bauten gefunden. Außerdem hat Frische ihn bei den Dorfkirchen von Reffroy und Umgegend des 15. Jahrhunderts in ausgezeichneter Beschaffenheit erhalten angetroffen und glaubt ferner, daß er bei der Kathedrale in Metz mit gutem Erfolg verwendet worden sei. Auch selbst von maßgebenden Besitzern von Gobertange-Brüchen ist ihm der Reffroy-Stein als diesem überlegen empfohlen worden. Der belgische Blaustein wird zu denselben Teilen wie

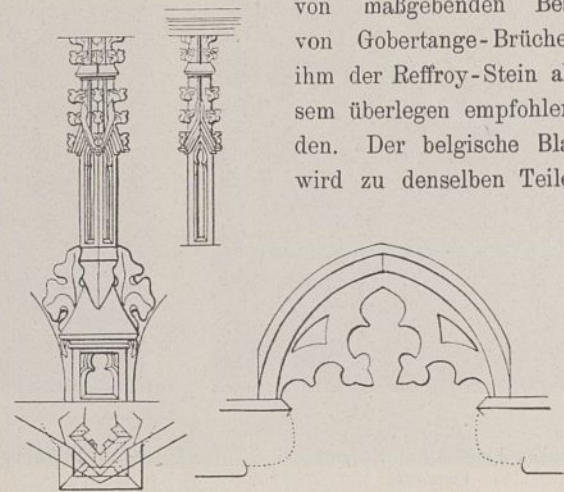


Abb. 22. Eck-Fiale.

Abb. 23. Innenansicht der Maßwerkfüllungen.

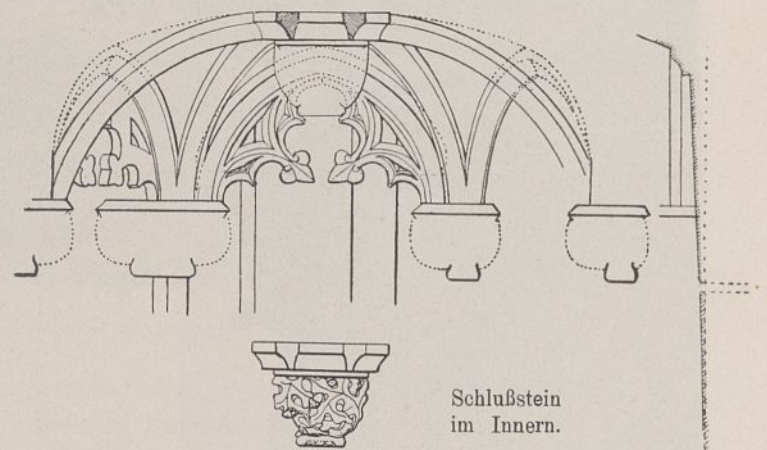


Abb. 24. Schnitt AB.

Abb. 22 bis 24.

Großer Baldachin vom Erdgeschoß der Westtürmchen.

beim Ursprungsbau wieder verwandt. Nach den aus diesen Steinen hergestellten und auch bezüglich ihrer Widerstandsfähigkeit noch besonders geprüften Probestücken wurden gleichzeitig die Kosten der zweiten Wiederherstellung ermittelt.

Art der Ausführung der Wiederherstellung. Die Art der Ausführung ist von anderen kaum verschieden. Man hat die einzelnen Stücke an Ort und Stelle durch Abguss nachgebildet und die Nachbildungen nach den danach in das Stadtmuseum verbrachten Originalen ergänzt. Nach den wiederhergestellten Stücken sind alsdann die neuen Steine bearbeitet und versetzt worden. Die mittels Holzkeilen in gewöhnlicher Weise versetzten Steine sind mit Zement vergossen und mit hydraulischem Kalk verfügt. Bei den Galerien der Türmchen (Text-Abb. 14)



sind nur im Innern einige eiserne Ringanker vermauert, sowie in den Turmpyramiden je zwei offen liegende Bronzeringe zur Stützung der schrägen Achteckskanten eingelegt.

Kosten der Wiederherstellung und Bauzeit. Die ganze Wiederherstellung ist auf 20 Jahre verteilt worden. Von den auf  $1\frac{1}{2}$  Millionen Frank veranschlagten Kosten,

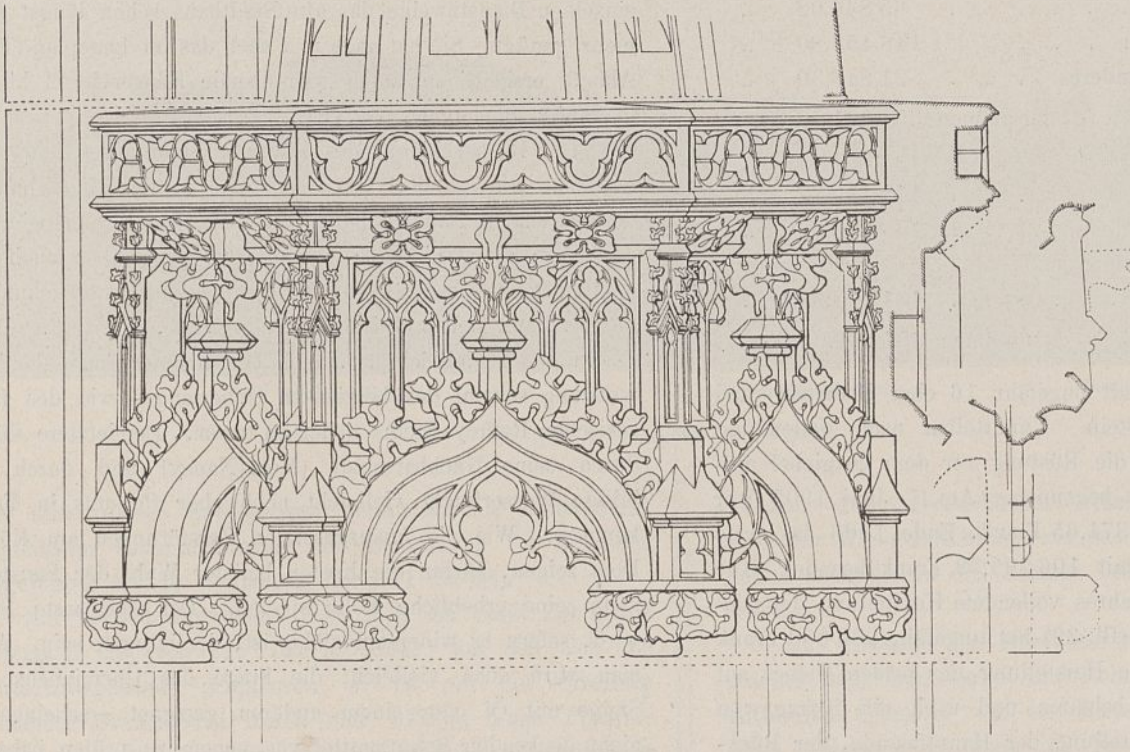


Abb. 25. Ansicht.

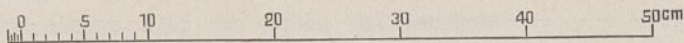


Abb. 25 u. 26.

Großer Baldachin vom Erdgeschoß der Westtürmchen.

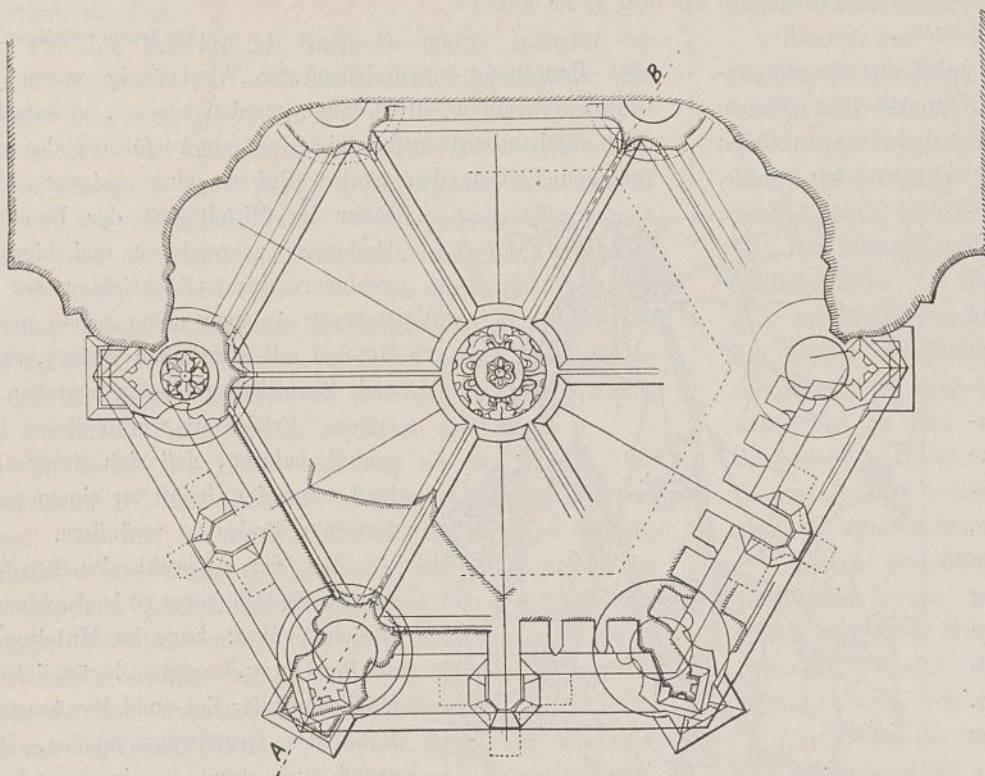


Abb. 26. Grundriß.

Dübel oder Klammern sind nicht verwandt. Die Arbeiten werden lediglich durch Löwener Unternehmer, Steinmetzen und Bildhauer ausgeführt.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. LX.

zu denen die Regierung 50 vH., die Provinz 20 vH. und die Stadt Löwen 30 vH. beitragen, entfallen somit nur 75 000 Frank auf das Jahr.

Die erste Verdingung im Jahre 1895 umfaßte nur die Neubekleidung der glatten Unterbaufläche des Westgiebels mit 3713,83 Frank. Die anfangs 1897 aufgestellte abgebundene Rüstung bis zum Hauptgesims kostete 6701,20 Frank, von da bis zur Spitze des Mitteltürmchens — zusammen etwa 50 m über Straße hoch — 9886,07

Frank. Die zweite Verdingung im Jahre 1897 umfaßte die Erdgeschoßarbeiten in zwei Losen. Das erste umfaßte die Lieferung und Vorrichtung der neuen Steine einschließlich Versetzen derselben und Ausbrechen der alten nach Quadratmetern oder Kubikmetern. Das zweite, die Ausführung der Bildhauerarbeiten, wurde nach dem Einheitspreis der Verdingung an eine gewisse Zahl von Bildhauern verteilt, während die Modelle für die Bildhauerarbeiten durch zwei besondere Stadtbildhauer (Artistes statuaires) hergestellt wurden. Diese Arbeiten, am 15. Oktober 1898 beendet, kosteten 46 302,49 Frank.

Hiernach sah man von einer weiteren Verdingung ab und setzte die Ausführung mit den alten Unternehmern fort. So wurde das erste Stockwerk am

1. Juni 1900, das zweite am 15. Juni 1901 vollendet. Am 1. September 1903 war der fertige Westgiebel von der Rüstung befreit. Die Kosten dieses Giebels stellten sich wie folgt:

Rüstung . . . . .	16 587,27	Frank
Sockel . . . . .	3 713,83	„
Erdgeschoß . . . . .	46 302,49	„
erstes Stockwerk . . . . .	56 906,35	„
zweites Stockwerk . . . . .	65 846,02	„
Giebel mit Türmchen . . . . .	148 458,80	„
Modellarbeiten und anderes . . . . .	21 846,30	„
zusammen		354 661,06 Frank

oder:

Steinlieferung mit Vorrichtungen . . . . .	114 439,82	Frank
Bildhauerarbeit und Modelle . . . . .	108 530,26	„
Versetzarbeiten, Rüstung und Bau- leitungskosten usw. . . . .	131 690,98	„
zusammen		354 661,06 Frank.

Es wurden verwandt ungefähr 16 cbm Blaustein und 341 935 cbm Reffroy-Stein. Unmittelbar nach Vollendung des Westgiebels wurde die Rüstung vor dem Ostgiebel aufgebaut und mit diesem begonnen. Am 1. Juni 1905 war das Erdgeschoß mit 57 371,65 Frank, Ende 1906 das erste und zweite Stockwerk mit 106 285,73 Frank beendet. Die im September vorigen Jahres vollendete Herstellung des Giebels mit den Türmchen (Bl. 39) hat ungefähr 200 000 Frank gekostet, so daß sich die Herstellung der beiden Giebel auf 710 000 Frank Kosten belaufen und noch ein Betrag von 790 000 Frank für Herstellung der Hauptfassade, der Rück-

seite, des Daches und der neuen Freitreppe verbleiben, welche wahrscheinlich nicht erreicht werden. Frische gedenkt die gesamte Wiederherstellung spätestens 1915 zu beenden. Der Stadtverwaltung hat im übrigen für die Unterbringung ihrer einzelnen Dienstzweige das alte Stadthaus schon längst nicht mehr genügt. Sie hat nach und nach das im Lageplan (Text-Abb. 3) ersichtliche ganze angrenzende Häuserviertel hierfür in Besitz genommen.

Die Baugeschichte des Löwener Stadthauses lehrt uns, wie man auch anderwärts erhebliche Mittel zur Erhaltung der nationalen Baudenkmäler aufwenden muß und wie insbesondere die Wahl der Steine oft Opfer, aber auch die peinlichsten und sorgfältigsten Erhebungen und Untersuchungen, nicht zuletzt der praktischen Erfahrungen, erfordert. Diese Zeilen regen vielleicht an, auch bei uns der Frage der Verwendung sowohl des belgischen Gobertange- wie des französischen Reffroy-Steins näher zu treten. Der letztere dürfte durch seine Nachbarschaft (Metz-Nancy) und durch die billige Wasserfracht vielleicht noch eher für uns in Frage kommen. Wie die unausgesetzten Zerstörungen am Kölner Dom zeigen, dürfen die Kosten bei der Wahl der Bausteine kaum eine erhebliche Rolle spielen. Der kostbarste Stein wird, sofern er widerstandsfähig ist, der billigste sein. Aber man wird auch vielleicht die Frage des Überziehens der Steine mit Öl oder einem anderen geeignet erscheinenden nicht deckenden Schutzmittel von neuem zu prüfen haben.

## Die Neubauten auf der Domäne Zehdenick im Regierungsbezirk Potsdam.

(Mit Abbildungen auf Blatt 44 im Atlas.)

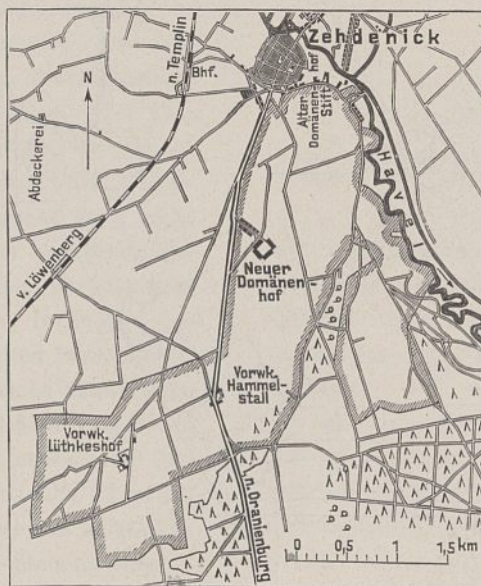
(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Domäne Zehdenick ist entstanden aus den Liegenschaften des ehemaligen Zisterzienser Nonnenklosters gleichen Namens, das im Jahre 1541 säkularisiert und dann zu einem noch jetzt bestehenden Fräuleinstift umgewandelt wurde. Das Kloster lag hart an der Stadt Zehdenick, und der Amtshof naturgemäß neben den Klostergebäuden, während der Acker und die Wiesen in einem  $3\frac{1}{2}$  km langen und  $1\frac{1}{2}$  bis 2 km breiten Streifen sich vor ihm ausdehnten. Hier durch ergaben sich verhältnismäßig weite Wege und damit eine Erschwerung der Bewirtschaftung. Dieser Übelstand wurde immer fühlbarer, als die Domänenverwaltung sich im Jahre 1903 entschloß, zur Aufbesserung des leichten Ackerbodens der Domäne das Stadtgut Lüthkeshof bei sich bietender günstiger Gelegenheit anzukaufen. Dadurch wurde die Bodenfläche der Domäne um rund 250 ha guten Bodens vergrößert, andererseits aber die wirtschaftliche Lage des Hauptwirtschaftshofes zur Feldmark noch mehr verschlechtert; ihre südlichste Grenze war jetzt  $5\frac{1}{2}$  km vom Gutshofe entfernt (Text-Abb. 1). — Da nun auch die Gebäude

des Haupthofes unzureichend, z. T. abgängig waren und durch Neubauten hätten ersetzt werden müssen, so entschloß sich das Landwirtschaftsministerium zur Ausführung des großzügigen Planes, den ganzen Hof an eine geeignete Stelle mehr im Mittelpunkt der Domänenländereien zu verlegen und hier ungehindert durch Rücksichten auf bestehende Anlagen einen neuen großen Gutshof mit sämtlichen Wohn-, Stall- und Wirtschaftsgebäuden erstehen zu lassen. Erleichtert wurde dieser Entschluß dadurch, daß sich Gelegenheit fand, das alte Gehöft zu einem angemessenen Preise zu veräußern.

Bei der Auswahl der Baustelle sollten die auch sonst zu beobachtenden Gesichtspunkte: Lage im Mittelpunkte der Bestellung, bequeme Zugänglichkeit, Möglichkeit der Ent- und Bewässerung, Höhe des Grundwasserstandes, Baugrund und dergl. — in besonderem Maße zur Berücksichtigung gelangen. Daneben bestand aber auch der Wunsch, für die Gebäude und die Hoffläche

einen landwirtschaftlich sehr geringwertigen Platz auszunutzen, dabei aber für die Gärten einen geeigneten Boden zu erhalten.



Grenze der Domäne Zehdenick.

Abb. 1. Übersichtsplan.



Pächterwohnhaus.

Beamtenwohnhaus.

Maschinenschuppen.

Abb. 2. Ansicht von Westen.

Aus allen diesen Erwägungen heraus ist als Endergebnis eingehender Untersuchungen und Beratungen die nunmehr ausgeführte Anlage entstanden (Abb. 11 Bl. 44).

Sie besteht aus einem 2 km von der Stadt Zehdenick entfernten Hof von 125:150 m Größe, um den sich die Wirtschaftsgebäude gruppieren; er ist mit der Chaussee Zehdenick-Oranienburg durch eine 370 m lange Pflasterstraße verbunden, an deren beiden Seiten die Arbeiterhäuser und die Schule belegen sind (Text-Abb. 4). Die aus mancherlei Meinungsverschiedenheiten über die Größe des Gutshofes herausgewählten Maße von 125:150 m haben sich als durchaus zutreffend erwiesen. Das Gehöft ist keineswegs zu groß, sondern durchaus übersichtlich und wirtschaftlich praktisch angelegt.

Für den Entwurf des Gutshofes wurde zunächst ein genauer Höhenplan der fraglichen Gegend aufgenommen, und der Hof konnte so gelegt werden, daß seine Mittellinie einen Höhenrücken im fast ebenen Gelände bildete. Auf diese Weise konnte für den Ablauf der Regenwässer leicht gesorgt werden, was für spätere Jahre von besonderem Werte sein wird, wenn der allmählich festgefahrene Boden nicht mehr so durchlässig ist wie heute. Ein Teil der Tagewässer wird in einen bereits vorhandenen Teich geleitet, ein anderer Teil soll bei dem Geflügelhof vorbei in einen künstlich anzulegenden Ententeich fließen. Es steht zu erwarten, daß der Hof auch für die Zukunft stets trocken zu halten sein wird.

In betreff der Himmelsrichtung ist die Absicht, das Wohnhaus und den Kuhstall mit der Längsrichtung von Nord nach Süd zu legen, unter Rücksichtnahme auf die Erbohrung des Wassers, Ausnutzung des Höhenrückens im Gelände und Erreichung guten Bodens für die Gärten nur annähernd erfüllt. Immerhin erhalten beide Gebäude sowohl Ost- wie Westsonne und befindet sich die Veranda auf der Parkseite des Wohnhauses am Nachmittage, wo sie meist benutzt wird, im Schatten. Für die Kühe, die den Stall fast niemals verlassen, ist die Durchsonnung des Raumes gesundheitlich von besonderem Wert. Für die Pferde hingegen, die täglich ins Freie kommen, ist Wert darauf gelegt, daß der Eingang zu ihrem Stall nach Norden liegt, um der Fliegenplage entgegen zu wirken. Die Scheune und der Speicher sind zum Windschutz auf die andere Seite gelegt

worden. Die Arbeiterhäuser erhielten eine ähnliche Lage nach der Himmelsrichtung wie das Pächterhaus, so daß die Sonne ebenfalls in die Fenster beider Längsfronten hineinscheint.

Die Abwässer der Brennerei werden durch Klärgruben geleitet und dann durch eine Rohrleitung zu einem 600 m entfernten Ödlande, das als Rieselfeld angelegt ist. An diese Ableitung ist auch die Entwässerung des Pächter- sowie des Beamtenwohnhauses angeschlossen.

Zwischen dem Kuh- und Pferdestall befindet sich eine Dungstätte mit Jauchegrube. Die Dungstätte ist offen, so daß der Regen in sie hineinfällt, im übrigen aber derart von Rinnen umschlossen, daß das nicht unmittelbar in sie hineinfallende Regenwasser abgeführt wird.

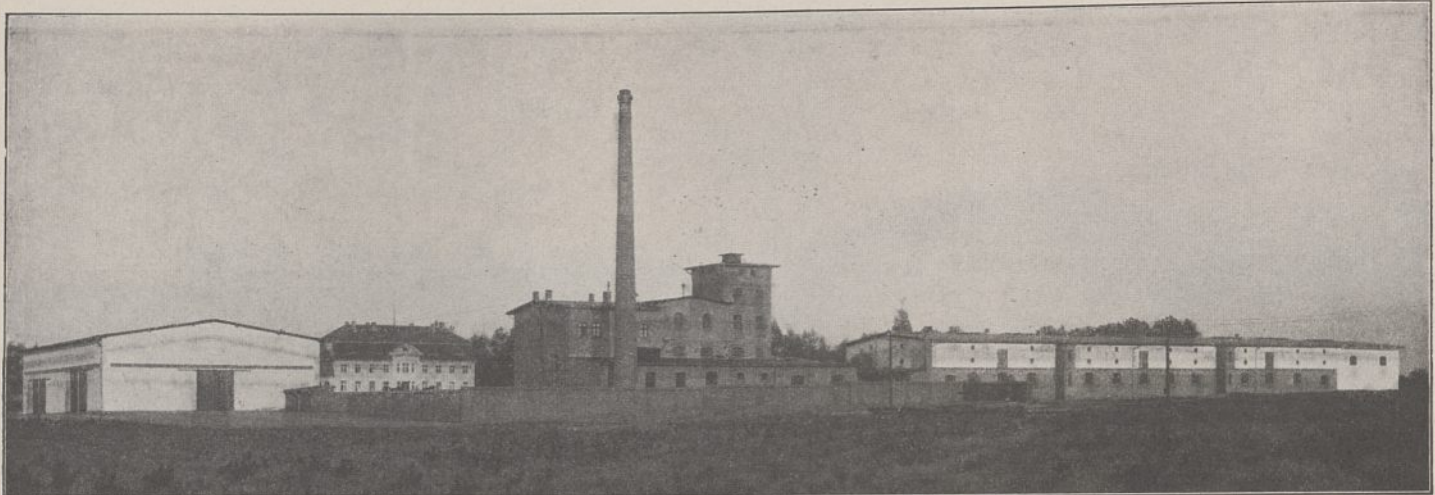
Ähnlich sind die kleinen Dungstätten bei den Stallungen zu den Arbeiterhäusern ausgeführt. Hier sind über den Jauchgruben die Abtritte aufgestellt. Die Fäkalien mischen sich dadurch mit der Jauche und werden mit hölzernen Schöpf-eimern an langen Stielen herausgeschöpft und auf das dicht dabei liegende Gemüseland oder an die Obstbäume gebracht.

Die Wasserversorgung des ganzen Gehöftes erfolgt einheitlich durch die Pumpen der Brennerei. Das Pächter- und das Beamtenwohnhaus, sowie die Stallungen erhalten das Wasser unmittelbar aus der Leitung von den im Turm der Brennerei aufgestellten Wasserbecken. Für je vier Arbeiterhäuser sind auf dem vorliegenden Straßengelände Zapfstellen angelegt. Als Aushilfe bei einem Versagen der Brennereipumpe befindet sich vor dem Pächterwohnhaus noch ein zweiter Brunnen.

Ebenso einheitlich erfolgt die Beleuchtung durch die elektrische Anlage von der Brennerei aus. Der Hof, die Einfahrten, jedes Gebäude einschließlich der Scheune kann elektrisch beleuchtet werden, auch kann jedes Arbeiterhaus drei Glühbirnen erhalten.

An Gebäuden waren erforderlich:

1. Wohnhaus für den Domänenpächter,
2. Wohnhaus für zwei Beamtenfamilien nebst Stallgebäude,
3. 10 Wohnhäuser für je zwei Arbeiterfamilien nebst Stallgebäuden,
4. Schule für 70 Kinder nebst Wohnung für einen verheirateten Lehrer und Stallgebäude,



Scheune.

Pächterwohnhaus.

Brennerei.

Rindviehstall.

Abb. 3. Ansicht von Westen.

5. Brennerei, die zugleich den Mittelpunkt für die Versorgung sämtlicher Gebäude mit Wasser und elektrischem Strom bildet. Darin eine Wohnung für den Brenner, daneben ein kleines Stallgebäude,
6. Rindviehstall für 121 Haupt-Rindvieh mit Räumen für Kälber, Futter und für Milchwirtschaft,
7. Pferdestall für 60 Pferde nebst Stuben für Kutscher und Knechte und Stallungen für Geflügel aller Art mit Geflügelhof,
8. Gebäude enthaltend Schuppen für Wagen und landwirtschaftliche Maschinen sowie eine Schmiede,
9. Getreidespeicher nebst Stellmacherwerkstatt, Lager für künstlichen Dünger und Raum für landwirtschaftliche Geräte,
10. Scheune von 7100 cbm Bansenraum,
11. Zentesimalwaage,

zusammen 34 Gebäude außer den sehr umfangreichen Anlagen für Wege, Umwehungen, Pflasterungen, Dunggruben, Gartenanlagen und dergl.

Hiermit sollte aber keineswegs der gesamte Raumbedarf an Bauwerken der rund 825 ha großen Domäne gedeckt werden, vielmehr sind auf den beiden Vorwerken Hammelstall und Lüthkeshof noch einige Scheunen, Ställe und Arbeiterwohnungen vorhanden. Die dort befindlichen Schweinestallungen machten die Anlage eines größeren Schweinestalles auf dem neuen Haupthofe entbehrlich.

Von den Neubauten ist die Brennerei (Text-Abb. 3 u. 5 und Abb. 1, 2 u. 14 Bl. 44) besonders beachtenswert, weil von ihr aus der gesamte Maschinenbetrieb erfolgt. Sie enthält im Kellergeschoß die Lagerräume für Spiritus und Kartoffeln, sowie eine Kartoffelwäsche und den Malzkeller, im Erdgeschoß sämtliche Maschinen- und Kesselräume, in dem nur teilweise vorhandenen Obergeschoß die Wohnung des Brenners und im sogenannten Henzeturm außer dem Kartoffeldämpfer, dem sogenannten „Henze“, die Kartoffelwaage und drei Sammelgefäße für die Wasserversorgungsanlage des Gehöftes. Das Wasser hierfür wird mittels einer Zwillingpumpe aus zwei neben der Brennerei befindlichen Brunnen entnommen und in die genannten Sammelgefäße gedrückt, von wo es sämtlichen Verbrauchsstellen auf dem ganzen Gehöft zufließt. Leider gestattet es der zur Verfügung

stehende Raum nicht, die gesamte Brennereianrichtung zu beschreiben; vielmehr möge der Hinweis genügen, daß die Einrichtung von der Maschinenfabrik A. Wagner in Küstrin hergestellt wurde und die räumliche Anordnung des Gebäudes dem von dieser Firma eingereichten Entwürfe entspricht. Dagegen soll hier auf die Kraftanlage etwas näher eingegangen werden. Sie besteht aus einem Dampfkessel von 70 qm Heizfläche und acht Atmosphären-Betriebsdruck, sowie zwei Dampfmaschinen von 40 und 20 PS. Zur Aushilfe kann später noch ein zweiter Dampfkessel eingebaut werden. Die hier erzeugte Kraft dient zum Betriebe sämtlicher Brennereimaschinen, sowie der Dynamomaschine und zum Füllen der Sammlerbatterie. Steht die Brennerei still, so kann die Kraft von der Sammlerbatterie entnommen werden. Der Strom, den die Dynamomaschine erzeugt, besitzt 225 Volt. Er dient zum Antriebe der zahlreichen Arbeitsmaschinen auf dem ganzen Hofe. Als solche sind zu nennen: Motoren zum Dreschen in der Hofscheune, auf dem Mietendreschplatz hinter dem Hofe und in den Scheunen des 2 km entfernten Vorwerks Hammelstall, Pumpen für Wasser, Schlempe und Jauche, Häckselmaschine, Schrotmühle und Ölkuchenbrecher, Heu- und Strohheber, Sackaufzug im Speicher, sowie sämtliche Arbeitsmaschinen in der Schmiede und Stellmacherei. Der Strom für alle diese Arbeitsmaschinen kann sowohl unmittelbar von der Dampfmaschine als auch von der Sammlerbatterie entnommen werden, deren Umfang so bemessen ist, daß sie im Sommer, wenn die Brennerei stillsteht, auf etwa acht Tage für den Betrieb des Pumpwerks und einiger kleinerer Motoren sowie den geringen sommerlichen Lichtbedarf ausreicht. Der Kessel braucht daher im Sommer nur alle acht Tage einmal geheizt zu werden. An solchen Tagen können dann beliebig viele Motoren benutzt werden, was an anderen Tagen wegen des zu großen Stromverbrauchs nicht zugänglich ist.

Der Rindviehstall (Text-Abb. 13 und Abb. 9 u. 10 Bl. 44) bietet bei der üblichen Anordnung des Wechsels von Futter- und Dung- oder Melkgang in elf Querreihen zu je elf Ständen Platz für 121 Haupt, während in den beiden Kopfbauten die für die Fütterung und Milchwirtschaft erforderlichen Räume untergebracht sind. Die Stalldecke besteht aus Koenenschen Voutenplatten von 4,50 m Spann-



Stall.

Arbeiterwohnhäuser (im Hintergrund Pächterwohnhaus).

Schule.

Abb. 4. Blick in die Dorfstraße.

weite. Die nach der Querrichtung des Gebäudes angeordneten flußeisernen Träger sind durch je zwei gußeiserne Säulen unterstützt, die Stöße nicht über den Säulen, sondern freischwebend angeordnet. Zum Ausgleich der Spannungen sind in der Verbindungslinie der Trägerstöße künstliche Fugen in den Voutenplatten angelegt.

Zur möglichsten Ersparnis von Arbeitskräften bei der Wartung des Viehes sind die weitestgehenden Einrichtungen getroffen. Die Fortschaffung des Düngers von den Stallgängen nach der Dungstätte auf dem Hofe erfolgt durch eine kleine Feldbahn von 50 cm Spurweite mit Wendescheiben und eisernen Kippwagen. Das Grünfutter wird durch die an der Stirn der Futtergänge vorhandenen Klappen unmittelbar vom Wagen in den Stall befördert. Das Heu gelangt mittels einer elektrisch angetriebenen Hebevorrichtung vom Wagen durch die aus diesem Grunde besonders groß und zahlreich angelegten Heuluken auf den Heuboden und wird von dort nach Bedarf durch die beiden Heuschächte an der Hinterfront auf die Futtergänge herunter geworfen. Um die Verteilung fester Futterstoffe von der Futtertenne aus zu erleichtern, ist noch eine Hängebahn (Text-Abb. 6) an der

Stalldecke vorgesehen, deren einzelne über den Futtergängen befindlichen Stichgleise mittels Weichenverbindungen von dem Längshauptgleise abzweigen.

Eine besondere Anordnung hat, begünstigt durch Ausnutzung des natürlichen Bodengefalles, die Tränkanlage gefunden. Gleichzeitig konnten dadurch Baukosten gespart und unbequeme Stufen vor den einzelnen Eingängen vermieden werden. Der Fußboden des Stalles hat im ganzen dasselbe Gefälle, annähernd 1 : 100, wie das Pflaster vor dem Stalle erhalten. Er liegt daher an dem der Brennerei benachbarten Ende 45 cm höher als an dem anderen. Jeder einzelne Stallabteil für sich ist aber wagrecht. Der Ausgleich findet jedesmal am Futtergange statt, dessen eine Krippe rund 10 cm tiefer liegt als die andere. Nur der Gang an der hinteren Stallwand zeigt das gleichmäßige Längsgefälle von 1 : 100. In seinem Fußboden liegt mit demselben Gefälle eine aus Tonschalen hergestellte und mit Bohlen abgedeckte Rinne, deren oberes Ende mit der Wasserleitung und der Schlempeleitung von der Brennerei her so in Verbindung steht, daß jede der beiden Flüssigkeiten nach Belieben hineingelassen werden kann (Text-Abb. 8 bis 10).

An jeder Krippe hat die Rinne einen kurzen Abzweig, der durch eine Holzklappe geschlossen werden kann. Ferner sind die Stöße der Bohlenabdeckung der Rinne so angeordnet, daß hinter jedem Abzweig ein kleiner eiserner Schieber eingeschoben werden kann, der die Rinne verschließt. Soll nun in irgend eine Krippe Wasser oder Schlempe gegeben werden, so schiebt der Fütterer den Schieber in den hinter dem zugehörigen Abzweig befindlichen Schlitz zwischen den Bohlen und öffnet die Holzklappe zur Krippe, während alle übrigen Klappen geschlossen bleiben, so daß die Krippe nun vollläuft. Soll eine andere Krippe an die Reihe kommen, so wird die Klappe geschlossen, der Schieber herausgezogen usw. Diese überaus einfache Einrichtung hat sich in jeder Beziehung bewährt. — An dem Nordgiebel des Kuh-

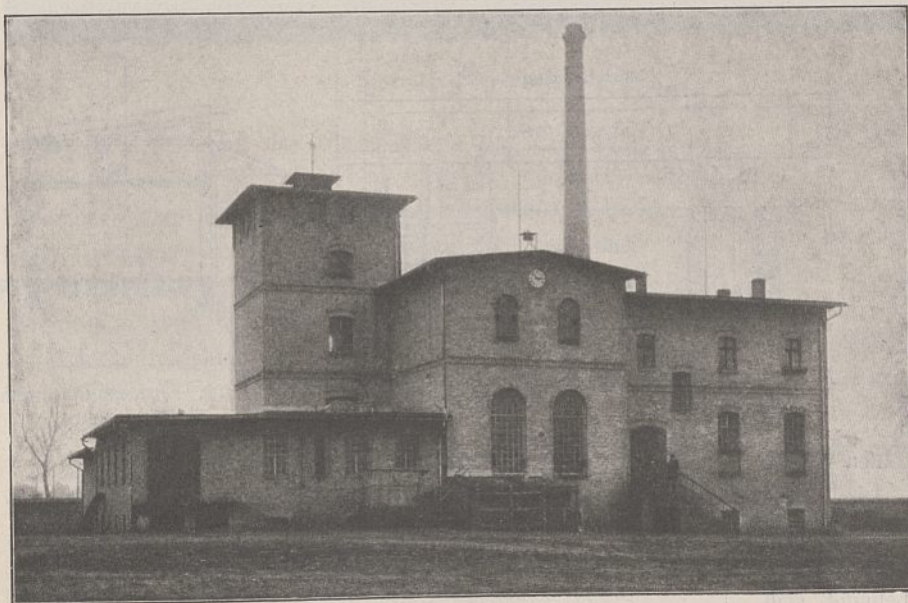


Abb. 5. Brennerei.

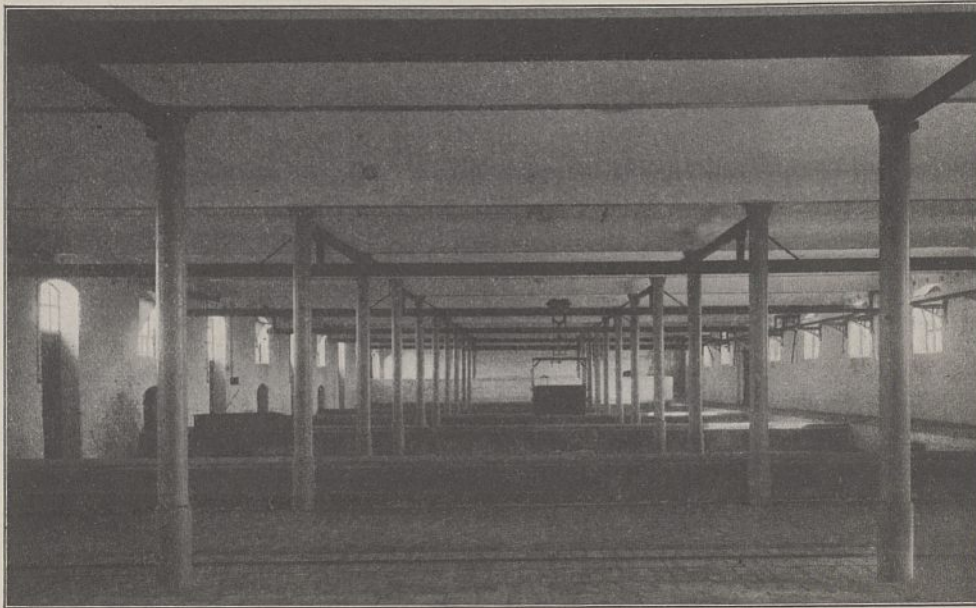


Abb. 6. Innenansicht des Rindviehstalles.

stalles befindet sich eine Stube für den Milchkühler, sowie ein Milchkühlraum. An diesen schließt sich nach Westen ein Keller mit darüber liegendem Eishaus (Text-Abb. 7 und Abb. 10 und 12 Bl. 44).

Die Milch wird aus den Melkeimern in einen emaillierten Ausguß am Ende des Futterganges gegossen und durchfließt im Milchkühlraum die erste, im Keller die zweite Kühlvorrichtung. Von letzterer fließt sie in die Versandgefäße. Diese werden auf kleine Wagen gestellt, die auf Schienen unter das Eishaus fahren. Hier wird die Milch bis zur Versendung aufbewahrt.

Der Pferdestall (Text-Abb. 14 und Abb. 6 u. 15 Bl. 44)

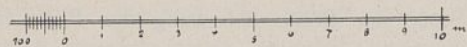
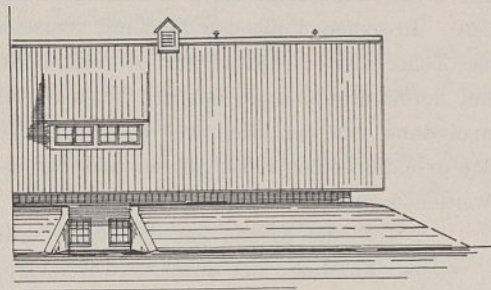


Abb. 7. Eishaus.

enthält eine Abteilung für Kutschpferde, Gastpferde und Fohlen nebst einer Kutscherstube und Geschirrkammer und eine zweite Abteilung für 32 Ackerpferde, gruppiert um eine Knechtstube herum, von der aus eine Beobachtung der Pferde möglich ist. Der Fußboden der einzelnen Abteilungen ist ebenso wie beim Rindviehstall nicht in einer Höhe angelegt, sondern in einzelnen Stufen möglichst der äußeren Geländehöhe angepaßt. Die Decke besteht aus einer Holzbalkenlage mit gespundeter Dielung, deren Unterseite zum Schutz gegen die Stalldünste mit Lindolpappe bekleidet ist. Über dem Stall befindet sich der Heuboden. — Der östliche Gebäudeflügel enthält ab-

weichend von dem zweigeschossigen Hauptbau in drei Abteilungen übereinander die Geflügelstallungen, und zwar ist die untere Abteilung für Gänse und Enten, die mittlere für Hühner und die obere für Tauben bestimmt. Vor diesem Gebäudeteil liegt der große eingefriedigte Hühnerhof.

Die Schmiede ist mit dem Wagen- und dem Maschinenschuppen zu einem Gebäude vereinigt (Text-Abb. 11 u. 12). Zum Schutz für die im Freien vorzunehmenden Arbeiten hat die Schmiede ein besonderes Vordach erhalten. Das Obergeschoß soll als Eisenlager dienen. Zur Erleichterung der Aus- und Einfuhr ist die ganze Vorderwand des Wagen- und Maschinenschuppens in Schiebetore aufgelöst.

Der Speicher (Text-Abb. 15 und Abb. 3 u. 13 Bl. 44) enthält zum Schutz bei Regenwetter für die zu be- und entladenden Wagen in der Mitte eine Durchfahrt. Neben dieser befindet sich der elektrisch betriebene, von der Maschinenfabrik W. Jaeger in Halle gelieferte Sackaufzug, der nach Art eines Paternosterwerks gebaut, die Getreidesäcke von dem Abladetisch nach oben befördert und sie beim Niedergange selbsttätig auf jeden beliebigen Boden ablegen kann. Von der Durchfahrt aus sind ferner zugänglich der Raum für landwirtschaftliche Geräte, der Raum für künstliche Dünger, dessen massiver Fußboden 1 m über der Durchfahrt liegt und hier an eine Ladebühne von gleicher

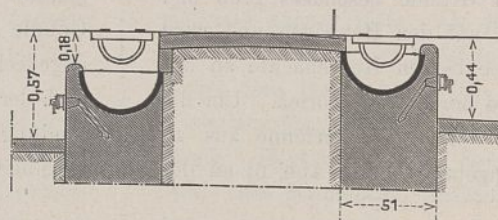


Abb. 8. Schnitt ab

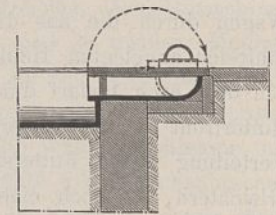


Abb. 10. Schnitt cd.

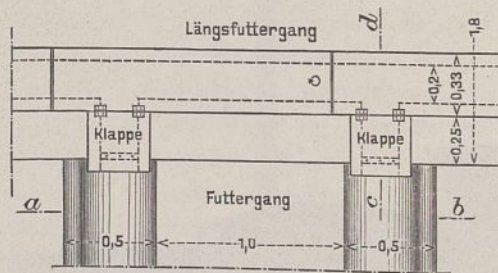


Abb. 9. Oberansicht.

Abb. 8 bis 10. Tränkanlage im Längsfuttergang des Rindviehstalles. 1:40.

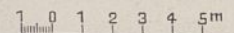
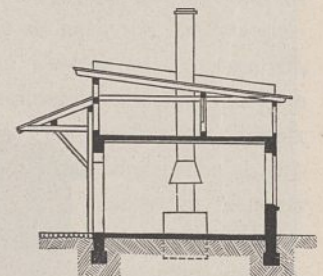


Abb. 11. Querschnitt durch die Schmiede.

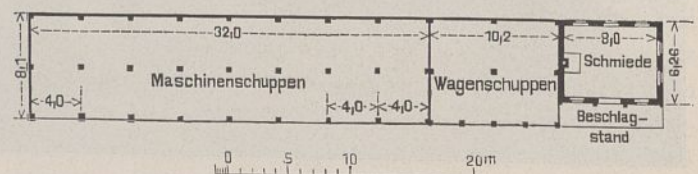


Abb. 12. Maschinenschuppen und Schmiede.



Abb. 13. Rindviehstall.



Abb. 14. Pferdestall.



Abb. 15. Speicher.

Höhe anschließt, und das Nutzholzlager der Stellmacherei. Letztere Werkstatt hat auch einen Zugang von außen her. Der ganze innere Ausbau des Speichers mit Fußböden, Balkenlagen, Unterzügen und Stielen ist in Holz hergestellt.

Die Scheune (Text-Abb. 16 bis 18) enthält bei 7100 cbm Bansenraum zwei Quertennen, zwei Querdurchfahrten und eine Längsdurchfahrt. Die ungewöhnlich großen Abmessungen der Schiebetore sind durch örtliche Ladeverhältnisse der Erntewagen verursacht.

Das aufgehende Mauerwerk der vorgenannten Wirtschaftsgebäude besteht aus Zehdenicker Hintermauerungssteinen, die außen mit Heegermühler Handstrichsteinen verblendet sind. Ein Teil der Umfassungswände (an der Scheune, den Drempeeln über dem Rindviehstall und Pferdestall, sowie die Hinterseite des Wagen- und Maschinenschuppens) sind als

Prüßsche Wände hergestellt, außen mit rauhem Putz (Spritzwurf) versehen und geweißt. Die Dächer sind mit Pappe eingedeckt und zwar auf der Scheune, Brennerie, dem Speicher und Maschinenschuppen als doppelagiges verklebtes Pappdach in der gewöhnlichen Anordnung. Der Rindviehstall hat ein Pappoleindach von Röpert und Matthies in Dessau und der Pferdestall ein dreiteiliges Jutepappdach von Louis Lindenberg in Stettin.

Da alle Gebäude gleichzeitig errichtet und die Dächer den gleichen Bedingungen hinsichtlich der Beanspruchung und der Unterhaltung ausgesetzt sind, so wird hierdurch ein sehr zuverlässiger Überblick über deren Güte und Dauerhaftigkeit gewonnen werden können.

Das Wohnhaus für den Domänenpächter (Text-Abb. 2, 3, 19 u. 20) enthält im Kellergeschoß Räume für den Wirtschaftsbetrieb und die Zentralheizung, im Erdgeschoß Wohn- und Gesellschaftszimmer, Diensträume für den Geschäftsverkehr des Amtsvorstehers, Küche und dergl. und im Obergeschoß Schlaf- und Fremdenzimmer. Bei der Grundrißanordnung ist besonders Wert darauf gelegt worden, daß die Wohnung von den Wirtschafts- und Geschäftsräumen vollständig getrennt liegt. Wenn auch die Entfernung zwischen Küche und Anrichte und dem Speisesaal etwas reichlich geworden ist, so wird das doch nach Aussage des Pächters nicht unangenehm empfunden; dagegen wird als ein großer Vorzug anerkannt, daß das Publikum das Geschäftszimmer des Amtsvorstehers, daß ferner das Gesinde und die Arbeiter den Herrn, den Inspektor, die Leutestube, die Küche usw. durch Nebeneingänge erreichen können und daß alle Räume, zu denen diese Leute Zutritt haben müssen, in jedem Geschoß durch je eine Tür von der Familienwohnung abgeschlossen werden können.

Das Beamtenwohnhaus (Text-Abb. 23 und Abb. 4 Bl. 44) und die in den Hauptpunkten nach Blatt 6 der ministeriellen Normalien für Volksschulbauten errichtete Schule (Text-Abb. 21 und Abb. 7 Bl. 44) bieten zu wesentlichen Bemerkungen keinen Anlaß, dagegen verdienen die Arbeiterwohnhäuser (Text-Abb. 22 und Abb. 5 Bl. 44) eine eingehendere Behandlung. Die umfangreiche Ziegelindustrie von Zehdenick (in nächster Umgebung der Stadt befinden sich etwa 60 große Ringöfen) mit ihren hohen Löhnen entzog fast alle brauchbaren Arbeitskräfte der Landwirtschaft, so daß der Pächter der Domäne Zehdenick fast allein auf Wanderarbeiter angewiesen war. Diesem wirtschaftlichen Übelstande entgegen zu wirken, war eine der Hauptaufgaben bei Herstellung des neuen Gehöfts. Es galt den Versuch zu machen, durch Hergabe guter, räumlich ausreichender

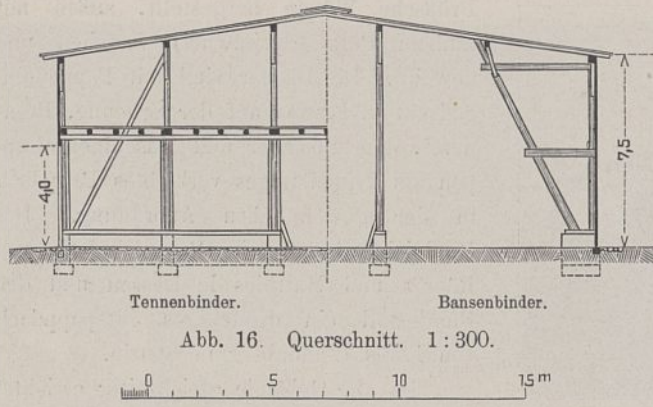


Abb. 16. Querschnitt. 1:300.

Abb. 16 bis 18. Scheune.

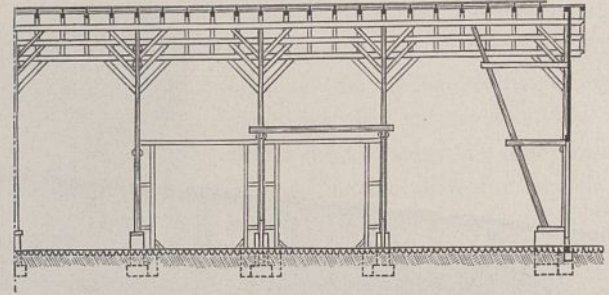


Abb. 17. Teil des Längenschnittes.

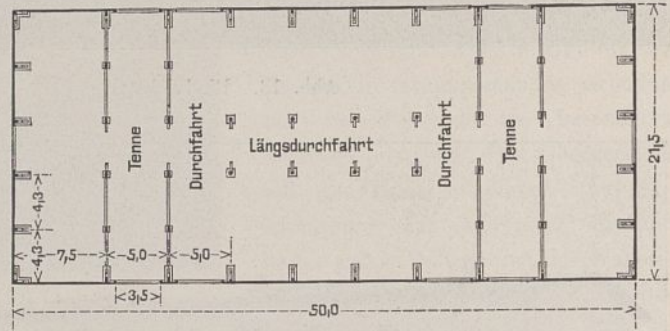


Abb. 18. Grundriß. 1:600.

und mit hübschen Gärten versehener Wohnungen gute landwirtschaftliche Arbeiter dauernd an die Domäne zu fesseln. Dieser Versuch ist nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen als gelungen zu bezeichnen. Die Häuser sind als Zweifamilienhäuser nach dem im Regierungsbezirk Potsdam eingeführten Musterentwurf errichtet. Für die Fenster ist ein neuer Versuch gemacht worden. Sie sind dreiteilig und feststehend angeordnet, und nur der mittlere Teil ist in den oberen Zweidritteln zum Öffnen nach außen eingerichtet. Der Vorteil dieser nach den Angaben des Landwirtschaftsministeriums eingerichteten Fenster besteht darin, daß auf den Fensterbrettern Blumen stehen bleiben können und die Gardinen nicht leiden, und ein Hineingreifen von außen erschwert ist, wenn die Fenster geöffnet werden. Die zu den Wohnungen gehörigen Stallgebäude (Abb. 8 Bl. 44) sind etwas größer als bisher üblich angelegt worden und mit der vollständigen inneren Einrichtung für je einen Schweine-, Ziegen-, Holz- und Geflügelstall versehen. Für dieses von dem bisherigen Gebrauch abweichende Verfahren war die Erwägung maßgebend, daß die Gebäude dadurch, daß die innere Einrichtung wie bisher üblich durch die Bewohner besorgt und bei jedem Umzuge wieder herausgerissen und mitgenommen wird, in

hohem Grade leiden. Endlich trägt noch die Zugabe eines eingefriedigten Gartens zur Verbesserung der Wohnung bei. Die Gesamtgröße des zu jeder Wohnung gehörigen Grundstücks beträgt  $25 \times 73 = 1825$  qm, wovon der vordere Teil als Blumengarten mit einer kleinen Laube, der hintere als Nutzgarten angelegt und vom Pächter mit einer Anzahl Obstbäumen und Beerensträuchern bepflanzt worden ist.

In ähnlicher Weise wie bei den Arbeiterwohnhäusern ist auch an vielen anderen Punkten des neuen Gehöfts Wert darauf gelegt, den Bauten durch Gartenanlagen eine freundliche Umgebung zu verleihen. So gehören hierzu der Platz vor der Schule, der Schulgarten selbst, der Teil des Wirtschaftshofes vor dem Pächterwohnhaus und namentlich der große hinter letzterem liegende parkartige Garten. Unter Benutzung des unebenen Geländes und des dort befindlichen kleinen Gehölzes ist ein anmutiger Erholungsaufenthalt geschaffen worden.

Der Wirtschaftshof und sämtliche Gärten sind eingefriedigt, wobei je nach Bedürfnis fast jede Art von Umweh- rung vom Holzstaket bis zur massiven  $2\frac{1}{2}$  m hohen Mauer Verwendung gefunden hat. Die Länge sämtlicher Einfriedigungen beträgt rund 4000 m.

Die Kosten der Bauausführung haben betragen:

1. Brennerei . . . . .	46 300	Mark
2. Brenneischornstein . . . . .	3 200	„
3. Elektrische Licht- und Kraftanlage . . . . .	64 800	„
4. Rindviehstall mit Streuschuppen . . . . .	53 500	„
5. Pferdestall mit Hühnerhof . . . . .	30 200	„
6. Schmiede mit Wagenschuppen und Maschinenschuppen . . . . .	10 300	„
7. Speicher . . . . .	29 500	„
8. Scheune . . . . .	16 600	„
9. Pächterwohnhaus . . . . .	88 500	„
10. Beamtenwohnhaus mit Stall . . . . .	15 400	„
11. Schule mit Stall . . . . .	17 800	„
12. Arbeiterwohnhäuser mit Ställen . . . . .	102 000	„

Seitenbetrag 478 100 Mark

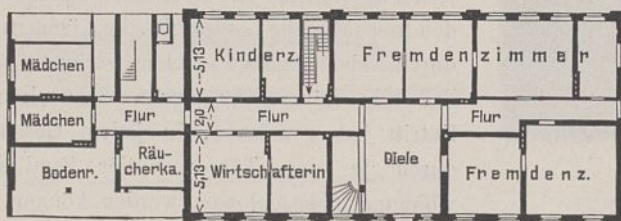


Abb. 19. Obergeschoß.

Abb. 19 u. 20. Pächterwohnhaus.

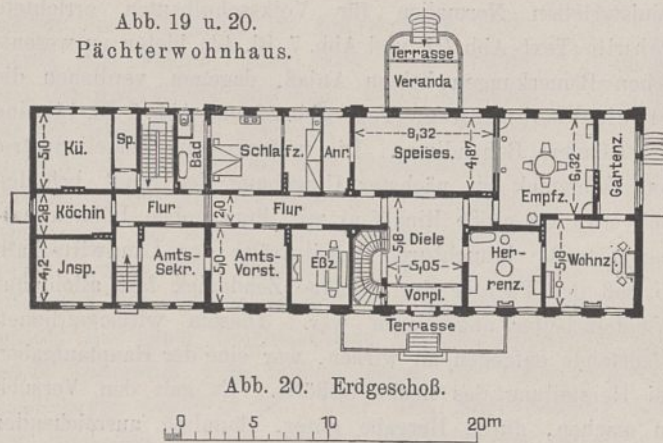


Abb. 20. Erdgeschoß.





Abb. 21. Schule.

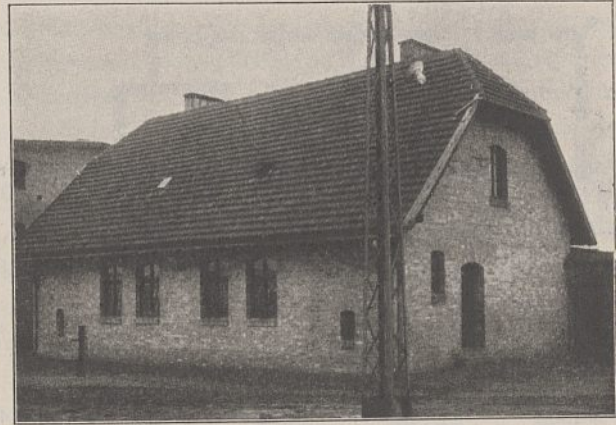


Abb. 22. Wohnhaus für zwei Arbeiterfamilien.

Übertrag	478 100	Mark
13. Zentesimalwage (Umbau)	700	Mark
14. Be- und Entwässerung	16 100	Mark
15. Umwehungen	25 700	„
16. Zufuhrwege, Pflasterungen, Geländeregelung	49 000	Mark
17. Dunggrube	6 200	„
18. Gartenanlagen	17 000	„
19. Bauleitungskosten	14 800	„
Summe	607 600	Mark.



Abb. 23. Beamtenwohnhaus.

Die Bauarbeiten begannen im Frühjahr 1905 mit dem Bau der Brennerei, die im Spätherbst 1905 der Benutzung übergeben werden konnte. Die übrigen Gebäude wurden erst vom Herbst 1905 ab begonnen, und sobald sie fertig

waren, in Gebrauch genommen. Im Herbst 1907 war das ganze Bauprogramm durchgeführt. Da die Kreisbauinspektion Templin s. Zt. mit Arbeiten überlastet war, wurden die Entwürfe größtenteils in der Regierung nach Anweisung des Ministeriums und im Einvernehmen mit dem Domänendepartementsrate Regierungsrate Pätow, und dem Pächter, dem leider inzwischen verstorbenen Amtsrat Kortenteil, von dem Baurat Wever bearbeitet und im Landwirtschaftsministerium durch den Wirklichen Geheimen Oberbaurat Reimann festgestellt. Die Bauleitung lag in den Händen des Kreisbauinspektors Baurat Schultz.

## Burgundische Stadt- und Landkirchen.

Von Dr.-Ing. W. Klingenberg in Charlottenburg.

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

### 23. Saint Pierre-le-Moutier (Nièvre), (Mon. hist.)

St. Pierre-le-Moutier liegt 21 km südlich von Nevers nicht sehr weit von der Loire entfernt in der Ebene. Die dreischiffige Kirche gehört im wesentlichen dem 12. Jahrhundert an (Abb. 44).

Die Breite im Hauptschiff beträgt 6,20 m und in den Seitenschiffen 3,20 m, die Gesamtlänge des Baues ist 38 m. Die Höhe im Mittelschiff war ehemals 15,50 m, und die Höhe in den Seitenschiffen ist 8 m. Der Grundriß hat die Form eines länglichen Rechteckes ohne Vortreten der Kreuzarme und mit geradem Chorabschluß. Westlich des Querschiffes hat die ursprüngliche Anlage sechs Joche, die nur im südlichen Teile des Langhauses erhalten sind, während der nördliche Teil im 13. Jahrhundert umgebaut ist, wobei die Arkadenstellungen so erweitert wurden, daß sich nur vier Joche westlich des Querschiffes ergeben. Die Seitenschiffe und das Hauptschiff endigen ihrer Breite entsprechend

in quadratischen Kapellen, die unmittelbar an das Querschiff anschließen. Unter dem erhöhten quadratischen Chor befand sich eine heute verschüttete Krypta. Fünf Kapellen wurden im 15. Jahrhundert an verschiedene Stellen angebaut.

Die Wölbung des Chores, der Kreuzarme und des Langhauses besteht aus halbkreisförmigen Tonnen zwischen Gurtbogen. Die Wölbung des Mittelschiffes ist neu und liegt tiefer als die ursprüngliche, so daß sie die alten Gurtbogen größtenteils verdeckt. Es hat sicher die Absicht bestanden, die Südpfeiler des Langhauses den Nordpfeilern entsprechend umzugestalten, weil sonst bei der verschiedenen Jocheinteilung beider Seiten eine Wölbung nicht gut ausführbar ist. Das südliche ältere Seitenschiff und die Vierung haben rippenlose Kreuzgewölbe, während die des nördlichen Seitenschiffes auf Rippen gewölbt sind. Die alten Langhauspfeiler haben quadratischen Grundriß mit Halbsäulenvorlagen auf drei Seiten und einer kräftigen Pilastervorlage nach dem Seitenschiff zu.

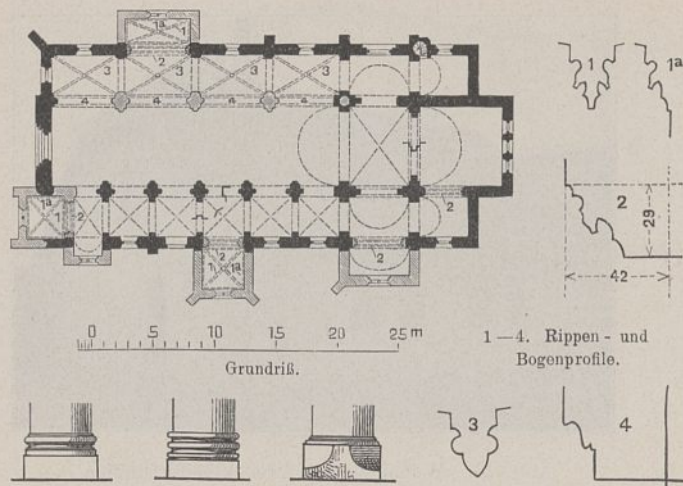
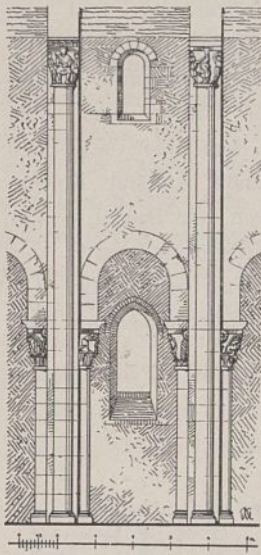


Abb 44. Kirche in St. Pierre-le-Moutier.

Die Pfeiler des neueren nördlichen Teiles haben denselben Grundriß, nur hat der Baumeister zur Aufnahme der Diagonalrippen kleine Ecksäulchen hinzugefügt und die Ecken abgefast. Das Detail im Inneren ist, soweit es aus dem 13. Jahrhundert stammt, eine recht schwache Leistung, was der Baumeister glücklicherweise selbst empfunden zu haben

Abb 45. Kirche in St. Pierre-le-Moutier.  
System des Langhauses.

scheint, so daß er mit Freuden die alten Halbsäulenkapitelle wieder verwandt und nur mit einem neuen, um den ganzen Pfeiler laufenden Abakus versehen hat. Das ursprüngliche System des Langhauses hat stark überhöhte halbkreisförmige Arkadenbögen, die auf kräftig ausladenden Kapitellen sitzen. Die Oberwand ist zwischen den Gurtbogenstützen nur durch kleine Rundbogenfenster durchbrochen und im übrigen ungegliedert (Abb. 45). Das schöne Detail des 12. Jahrhunderts beschränkt sich im Inneren auf die Basen und Kapitelle der Halbsäulen, von denen einige anscheinend nachträglich verkürzt sind, wodurch der Durchblick auf den Chor freier wird. Im Gegensatz zu dem schwachen Detail des 13. Jahrhunderts im Inneren steht das des Seitenportales im nördlichen Kreuzarme, das ebenfalls dem 13. Jahrhundert angehört. Dasselbe ist meisterhaft in Entwurf und Ausführung, und es ist bedauerlich, daß es gegen Verwitterung — der umrahmende Fries ist schon fast gänzlich zerstört — nicht geschützt ist. Das spitzbogige Tympanonfeld stellt Christus auf einem Throne sitzend zwischen den vier Evangelisten, die ihre Evangelien niederschreiben, dar. Den Evangelisten sind ihre Abzeichen beigegeben, die auf den Spitzen der baldachinartigen Einfassung angebracht sind. Zwei Wölbschichten rahmen das Tympanonfeld ein. Die innere größere stellt in einer Hohlkehle sechs Engel dar, die Christus huldigen. Die Kämpfersteine dieser Schicht, sowie die Säulenschäfte und die Abakus der Ecksäulchen sind neu. Ferner sind Säulenbasen zu ergänzen. Die äußere, stark beschädigte Schicht ist mit kräftig unter-

schnittenem verschlungenen Blattornament verziert. Die Knospenkapitelle der inneren freistehenden Säulen tragen einen Baldachin, ein Motiv, das sich in Burgund häufiger findet, z. B. Nôtre-Dame und St. Jean in Dijon und Semur-en-Auxois. Das Portal ist besonders noch deshalb bemerkenswert, weil es deutliche Spuren alter Bemalung zeigt. Der Grund und die Sitzmöbel waren tiefrot; Christus' Gewand ist grün, sein Mantel blau und der Kragen gelb, die Evangelisten haben grüne Gewänder und gelbe Mäntel. Sämtliche Fleischteile waren braunrot und die Haare, sowie die Augenbrauen blauschwarz. Der Heiligenschein von Christus und die Weltkugel sind goldbraun und der Heiligenschein der Evangelisten braunrot mit dunklem Rande. Die Schreibpulte sind grün und die Papierstreifen weiß mit dunklen Schriftzeichen. Die wellenförmige Einfassung des Feldes ist blau und der geschuppte Grund der Einfassung grün. Im übrigen war nur noch unter dem äußeren Blätterfries ein dunkelbraunes mäanderartiges Ornament mit Sicherheit zu erkennen. Es ist dieses Portal neben Donzy-le-Pré das einzige, an dem Spuren von alter Malerei nachgewiesen werden konnten.

## 24. Saulieu (Nièvre), (Mon. hist.).

Die alten Namen der keltischen Gründung sind Sidolocum oder Solis locus oder lucus. Die heutige Stadt liegt 38 km nördlich von Autun und ist der Hauptort des burgundischen Teiles des Gebirglandes Morvan. Eine St. Andoche geweihte Kirche wird im Jahre 706 zuerst erwähnt, die nach der Zerstörung durch die Sarazenen von Karl dem Großen erneuert wurde. Zur Erinnerung an Karl den Großen, den eigentlichen Begründer der Kirche, war der nördliche Turm von einem Helm in Form einer Kaiserkrone bekrönt; dieser wurde im Jahre 1594 erneuert und erhielt, nachdem er in den Jahren 1692 und 1734 durch Blitzschlag vernichtet war, 1760 die heutige Form, die um 6 m kürzer als die ehemalige sein soll. 1119 wurden die Märtyrerreliquien in Gegenwart des Papstes Calixtus II. aus der Krypta mit großer Feierlichkeit in die obere Kirche gebracht. 1359 wurde die Kirche von den Engländern geplündert und der Chor vernichtet, der erst im Jahre 1704 erneuert worden ist.

Die Breite im Mittelschiff ist 5,60 m und in den Seitenschiffen 3,60 m. Die Gesamtlänge, ohne den späteren Chor, beträgt 33 m. Die Höhe im Hauptschiff ist etwa 17 m und in den Seitenschiffen etwa 8 m. Beide Maße sind von dem ursprünglich tiefer liegenden Fußboden gemessen. Der Grundriß weicht von der burgundischen Form durchaus ab. Das erhaltene Langhaus hat sechs gleiche Joche. Über dem ersten Joche der Seitenschiffe erheben sich zwei Fronttürme. Das sehr großzügig angelegte Langhaus läßt auf eine entsprechend würdige Ausbildung des Querschiffes und Chores schließen, zumal es sich um eine ehemalige Abteikirche handelt, die im Chor viel Platz erfordert. Um sich ein Bild von der ehemaligen Gestaltung des östlichen Teiles zu machen, sei die nachfolgend behandelte Kirche von St. Laurent-l'abbaye zum Vergleich herangezogen, die zwar sehr verfallen ist, aber wenigstens das Querschiff erhalten hat. Die letztere Kirche dürfte derselben Zeit angehören und zeigt dieselbe Gesamtanordnung des Langhauses in etwas größeren Verhältnissen. Es wäre sonach ein kräftig vortretendes

Querschiff mit Vierungsturm, ein oder zwei vollständige Joche hinter dem Querschiff und daran anschließend vielleicht drei den Schiffsbreiten entsprechende Apsiden zu ergänzen. Ein Umgang wird bei beiden Beispielen nicht vorhanden gewesen sein, weil diese Anordnung so früh — die Kirche wurde schon 1119 geweiht — nicht vorkommt und weil ferner dann die Seitenschiffe im Verhältnis zum Hauptschiff schmaler sein würden, was bei den meisten Kirchen mit Umgang zu beobachten ist.

Die Langhauspfeiler sind kreuzförmig mit Halbsäulenvorlagen auf allen vier Seiten. Die turmtragenden ersten beiden Pfeiler sind nicht stärker als die übrigen Langhauspfeiler, da die 2,60 m starken Frontmauern ihnen die Hauptlast abnehmen. Dagegen würden die beiden östlichsten Pfeiler des Langhauses als Stützen des anzunehmenden Vierungsturmes nicht genügt haben, so daß man mindestens noch ein Joch mehr annehmen muß, wodurch die Ähnlichkeit mit St. Laurent-l'abbaye noch größer wird.

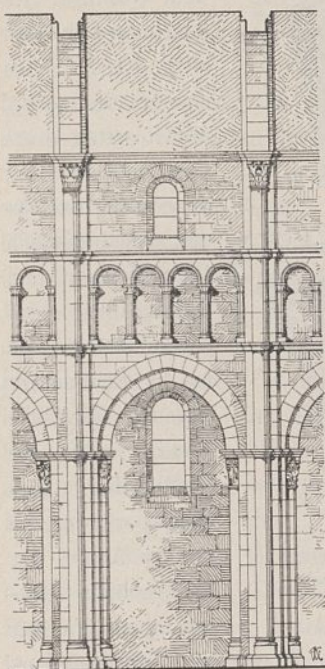


Abb. 46. Kirche in Saulieu.  
System des Langhauses.

Die Seitenschiffe haben rippenlose Kreuzgewölbe mit Schildbogen und das Hauptschiff ein schwach spitzbogiges Tonnengewölbe zwischen doppelten Gurtbogen. Das System des Langhauses hat zwei gleich hohe Geschosse über den Hauptarkadenbogen. Die achteckigen Stützen der Triforiumnischen gehören dem 15. Jahrhundert an. Die Basen werden durch den erhöhten Fußboden verdeckt. Sämtliche Gesimse laufen in echt burgundischer Weise um die Pfeiler und Säulenvorlagen herum (Abb. 46). Die Säulenkapitelle sind meisterhaft, namentlich so weit sie geschichtliche Szenen behandeln. Neben diesen reichen Kapitellen wirken die äußerst

einfachen Blattkapitelle etwas ungeschickt, so daß sie von anderer Hand sein könnten (Abb. 47).

Für das Äußere kommt nur die Fassade in Betracht, da die übrigen Fronten eingebaut oder wenig bemerkenswert sind. Die untere Mauerfläche der Fassade belebt allein das gewaltige Hauptportal, das mit den Leibungen und Profilen beinahe 7 m breit und 9 m hoch ist. Das Portal ist zum größten Teile zwar im alten Sinne aber ohne die handwerksmäßige Geschicklichkeit der Alten wiederhergestellt. Das Tympanonfeld ist halbkreisförmig und in seinem oberen Teile ornamentiert, während die Sturzschwelle glatt ist. Dargestellt ist Christus in der von vier Engeln gehaltenen Glorie, ferner die vier Evangelienzeichen und endlich in den Zwickeln zwei huldigende Engel. Die den Tympanon umrahmenden reich profilierten Archivolten bestehen aus vier Schichten und sind auf jeder

Seite durch drei Säulen, deren jede wieder auf sehr kurzen Säulen steht, gestützt. Die Säulenschäfte haben sehr reiche, z. T. gewundene Ornamentierung. Über dem Portal springt die Giebelmauer, die von drei schlanken Rundbogenfestern durchbrochen ist, zurück, so daß zwischen den Türmen ein kleines Pultdach entsteht. Das Abschlußgesims des Giebels läuft als Bandgesims um die Türme herum. Der nördliche Turm hat über diesem Gesimse zwei Geschosse und der südliche eins, welche Ungleichheit von vornherein beabsichtigt gewesen ist. Der rechteckige Grundriß ergibt in den Glockengeschossen beider Türme auf der schmalen Seite nur je eine Öffnung und zwei Nischen, und auf den breiteren Seiten je zwei Öffnungen und zwei Nischen. Der Walmdachabschluß des kleineren Turmes scheint alt zu sein, während es zweifelhaft bleibt, wie weit sich die aus dem 18. Jahrhundert stammende Helmform des höheren Turmes der ursprünglichen nähert.

#### 25. Saint Laurent-l'abbaye (Nièvre), (Mon. hist.).

Der Ort liegt 9 km südöstlich von Cosne und verdankt seinen Beinamen einer sehr alten Augustinerabtei, von der heute nur noch Reste der Kirche aus dem Anfang des 12. Jahrhunderts und einige Klostergebäude aus späterer Zeit vorhanden sind. Etwas mehr als das Querschiff der ehemaligen Kirche ist heute als Pfarrkirche mit Eingang von Süden ausgebaut. Im übrigen ist nur ein Teil des nördlichen Seitenschiffes und die Westfront erhalten, während der Chor gänzlich verschwunden ist.

Die Abmessungen der Kirche sind sehr bedeutend. Die Breite im Hauptschiff beträgt 6,15 m und in den Seitenschiffen 4,20 m. Die Gesamtlänge des Bauwerkes ohne Chor beträgt schon 54 m, wozu noch mindestens 7 m für den zu ergänzenden Chor hinzukommen. Die Grundrißanordnung ist unter Saulieu schon mit erörtert. Es fehlen zum Unterschiede von Saulieu die beiden Fronttürme. Die Schiffspfeiler und die Wölbung sind ebenfalls im allgemeinen gleich, nur fehlen in St. Laurent die Schildbogen. Die Vierung hat ein achtseitiges Klostergewölbe auf Trompen, deren Ecken sehr geschickt durch kleine, heute leider stark übertünchte Skulpturen ausgefüllt sind.

Das Detail muß sehr schön gewesen sein, soweit es die wenigen heute noch erhaltenen Kapitelle (Abb. 48), die Konsolen der Plattengesimse, die Frontfenster und vor allem das reiche Hauptportal erkennen lassen. Das letztere wird heute fast ganz von einem Heuschuppen verdeckt, scheint jedoch vollständig erhalten zu sein. Die lichte Weite des Portales ist etwa 4 m. Das sehr reiche Archivoltenprofil besteht aus



Abb. 47. Kapitelle in Saulieu. (Aufnahme von Labille-Rousseau in Saulieu.)

sechs Schichten, und zwar sind die drei inneren 30 cm breit und mit geometrisch ornamentierten Wulsten geschmückt, während die drei äußeren schmaler sind und Palmetten-

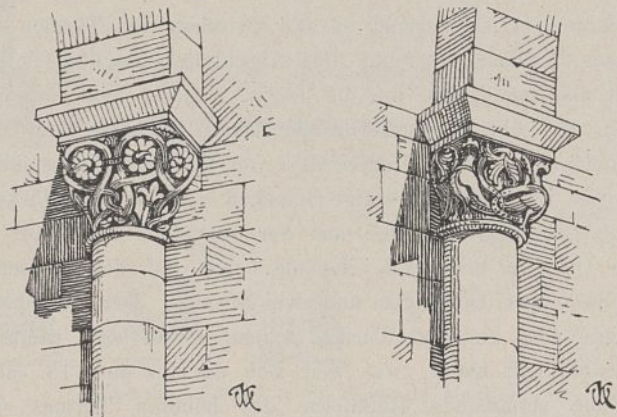


Abb. 48. Kapitelle der Kirche in St. Laurent-l'abbaye.

und Perlschmuck haben. Die Fassadenmauer des Mittelschiffes liegt mit der Außenflucht der mittleren Strebepfeiler bündig, wodurch sich die 1,35 m tiefe Leibung des Hauptportals ergibt. Der Vorsprung der Mittelmauer vor den Seitenschiffsmauern wird über dem Portal durch eine Schräge, die auf einem Plattengesimse mit Konsolen sitzt, bedeutend verringert. Das Traufgesimse der Seitenschiffe ruht auf Konsolen, zwischen denen quadratische, mit Rosetten geschmückte Platten eingelegt sind.

Das Portal und die erhaltenen Kapitelle sind heute zwischen Wohn- und Stallgebäuden verbaut und Eigentum der betreffenden Besitzer. Da diese Arbeiten dem schönsten Stile des 12. Jahrhunderts angehören, so wäre eine sichere Gewährleistung ihrer Erhaltung sehr erwünscht.

26. Donzy-le-Pré (Nièvre), (Mon. hist.).

Die Benediktinerabtei Notre-Dame-du-Pré liegt etwa 1 1/2 km außerhalb des heutigen Städtchens Donzy, das 17 km östlich von Cosne am Zusammenfluß der Bäche Nohain

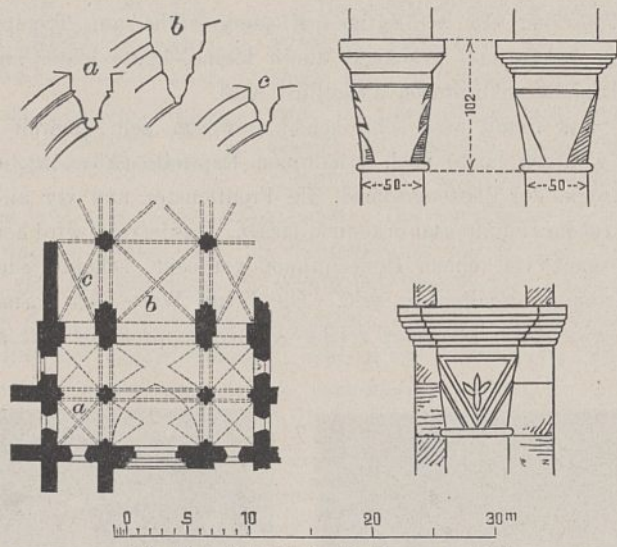


Abb. 49. Abteikirche in Donzy-le-Pré.

und Talvanne liegt. Von der Kirche sind zwei Joch des Langhauses, die Vorhalle und der Frontturm an der Nordwestecke zum Teil erhalten (Abb. 49).

An den Ruinen lassen sich vier verschiedene Bauzeiten mit Sicherheit unterscheiden. Die eigentliche Kirche

gehört dem 10. oder 11. Jahrhundert an und dürfte in Holz gedeckt gewesen sein. Wahrscheinlich ist im Jahre 1434 die Holzdecke bei der Plünderung durch die Truppen Karls VII. in Brand gesteckt worden; jedenfalls wurde die Kirche im 15. Jahrhundert mit Kreuzgewölben versehen, deren Ansätze noch erkenntlich sind. In der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts wurde vor die Kirche eine dreischiffige Vorhalle von zwei Jochen vorgelegt, welche Arbeit wohl sicher von demselben Meister herrührt, der St. Laurent-l'abbaye erbaut hat. Hierfür spricht neben der geringen Entfernung der beiden Orte (11 km) und der gleichen Zeit der Entstehung vor allem die architektonische Verwandtschaft beider Bauwerke. Die Mittelmauer der Fassade ist hier ebenfalls bündig mit den mittleren Strebepfeilern und der Vorsprung über dem Hauptportal ebenfalls durch eine Schräge

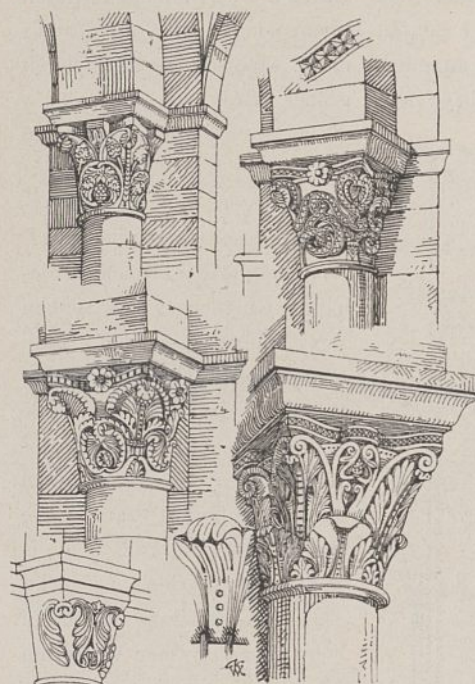


Abb. 50. Kapitelle der Abteikirche in Donzy-le-Pré.

verringert. Unter dem Gesimse, auf dem die Schräge sitzt, ist ein Fries aus quadratischen, mit Rosetten ornamentierten Platten angeordnet, welche den quadratischen Platten unter dem Traufgesimse zwischen den Konsolen in St. Laurent genau gleichen. Endlich haben die Profilierung des Hauptportales, die in der Achse der Seitenschiffe angebrachten Fenster

und die Halbsäulenkapitelle, bei denen zum Teil Bandverschlingungen besonders geschickt verwertet sind, sehr große Ähnlichkeit (Abb. 50).

Über der Vorhalle befand sich noch ein zweites Geschöß, das durch einen Giebel abgeschlossen war. Ende des 13. oder Anfang des 14. Jahrhunderts wurde über der Nordwestecke der Vorhalle ein mächtiger Turm errichtet, der entschieden auch militärischen Zwecken gedient hat, was bei der einsamen Lage der Abtei sehr erklärlich ist. Der Turm ist westlich und nördlich von 2,42 m am Erdboden vortretenden, kräftig absetzenden Strebepfeilern gestützt, zwischen denen über dem zweiten Geschosse vortretende Spitzbogen gewölbt sind, die ein Galeriegesimse mit Konsolen tragen. Diese Galerie läuft um den ganzen Turm herum und ist an der dem Giebel zugekehrten Seite zugänglich. Dieser Zugang ist die einzige Durchbrechung des dritten Geschosses, das auf jeder Seite zwei reich profilierte Blendnischen hat. Die Strebepfeiler sind in Galeriehöhe durchbrochen. Die Brüstung der Galerie sowie der obere Abschluß dieses eigenartigen Turmes sind leider gänzlich zerstört.

Das Hauptportal ist i. L. 3,18 m breit und wird von der Sturzschwelle und dem halbkreisförmigen Tympanon-

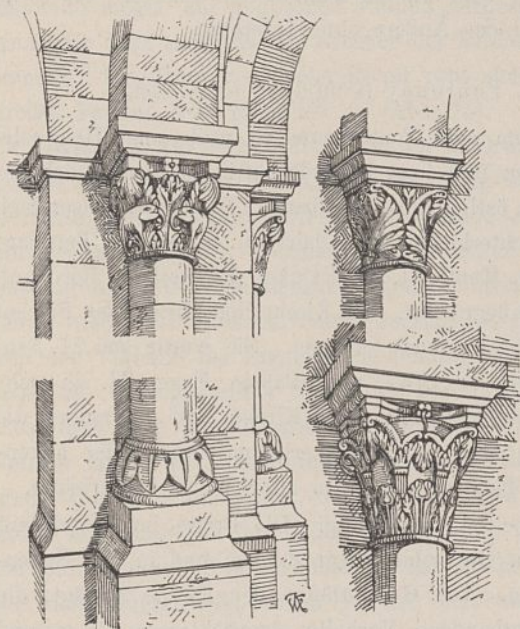


Abb. 51. Kapitelle von der Vorhalle.

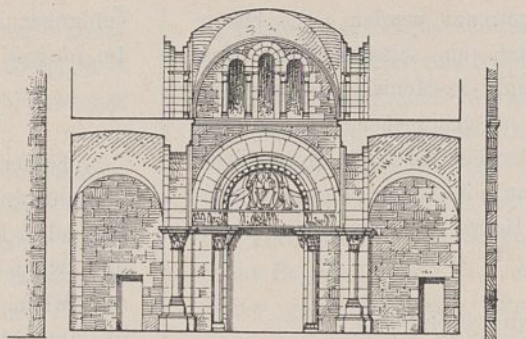


Abb. 52. Querschnitt der Vorhalle.

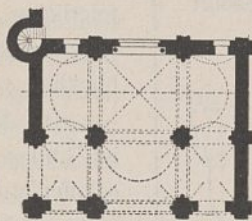


Abb. 53. Grundriß 1:600.

Abb. 51 bis 53.  
Vorhalle der Kirche  
in  
Perrecy-les-Forges.

felde abgeschlossen. Ob eine mittlere Unterstützung des Sturzbalkens vorhanden gewesen ist, bleibt zweifelhaft, da von ihm nur noch die linke Seite zum Teil erhalten ist, während die rechte Seite, wie überhaupt die ganze Türöffnung, vermauert ist. Im Tympanonfelde ist in der Mitte die thronende Maria mit dem Christuskinde unter einem Baldachine dargestellt, zu deren Linken sich ein Engel und zu deren Rechten sich ein Heiliger befindet. Die Archivoltenprofile ähneln denen von St. Laurent-l'abbaye. Von den beiden Säulen auf jeder Seite ist nur der Abakus erhalten. Das Detail des 12. Jahrhunderts ist meisterhaft wie in St. Laurent-l'abbaye, während die Kapitelle der eigentlichen Kirche sehr primitiv sind.

Die Breite im Hauptschiff beträgt 7 m und in den Seitenschiffen 3 m. Die Jochbreite, von Säulenmitte zu Säulenmitte gemessen, beträgt in der Vorhalle 4,20 m und in der Kirche 5,50 m. Die Wölbung des Mittelschiffes der Vorhalle ist eine spitzbogige Tonne, die Seitenschiffe haben Kreuzgewölbe, und zwar ist das unter dem Turm auf Rippen gewölbt.

#### 27. Perrecy-les-Forges (Saône et Loire), (Mon. hist.).

Das alte Patriciacum oder Perreiciacum liegt 20 km nördlich von Charolles. Im Jahre 1500 vernichtete ein Brand einen großen Teil der ehemaligen Benediktiner-Priorei und wahrscheinlich auch den Chor und das Langhaus der Kirche.

Die heutige Kirche ist in fünf Bauabschnitten entstanden. Der älteste Teil ist die Vierung und der südliche Kreuzarm, welcher Teil wohl noch dem 11. Jahrhundert angehört. Die Vorhalle ist im 12. Jahrhundert entstanden und der bemerkenswerteste Teil der Kirche. Die kleinen Chorkapellen sind Ende des 14. Jahrhunderts und der polygonale Hauptchor im 15. Jahrhundert entstanden, während das heute nur noch zweischiffige Langhaus aus neuerer Zeit stammt und ohne Eigenart ist.

Die Breite im Hauptschiff ist 5,80 m und in den Seitenschiffen 3,60 m. Die Gesamtlänge des heutigen Baues beträgt 64 m. Die ursprüngliche Anlage war eine dreischiffige

Basilika mit einem nicht vorspringenden Querschiff. Der ehemalige Chorabschluß ist nicht mehr zu erkennen.

Die dreischiffige Vorhalle (Abb. 52 u. 53) nimmt das größte Interesse in Anspruch, sie besteht aus zwei ungleichen Jochen. Der quadratische Mittelraum des zweiten Joches geht durch zwei Geschosse und steht durch drei gekuppelte Fenster auf jeder Seite mit der eigentlichen Kirche und dem Umgang in Triforienhöhe in Verbindung. Diese Anordnung hat große Ähnlichkeit mit der großartigen Vorkirche von Vezelay, wo allerdings der obere Umgang ganz um den zweigeschossigen Raum

herumläuft. Der zweigeschossige Mittelraum hat ein rippenloses Kreuzgewölbe mit bedeutendem Stich. Die kreuzförmig an den Mittelraum anschließenden Arme haben rundbogige Tonnen mit Stichkappen, während die beinahe quadratischen Räume unter den beiden Fronttürmen Kreuzgewölbe haben, deren Grate sich im Scheitel verlieren. Die ganze Westfront und das erste Joch der Nordseite, das den eigentlichen Zugang bildet, sind durch Rundbogenstellungen geöffnet. Drei Portale verbinden die Vorhalle mit der ehemals dreischiffigen Kirche. Das Hauptportal hat 3,05 m Durchgangsbreite i. L., die von einer Sturzschwelle aus einem Werkstück geschlossen ist. Die Sturzschwelle ist mit geschichtlichen Bildern geschmückt, die übrigens in Abb. 52 nur des vollständigen Bildes wegen, ohne Anspruch auf Genauigkeit, eingezeichnet sind. Das halbrunde Tympanonfeld zeigt Christus in der von zwei Engeln gehaltenen Glorie. Besonders gut gelungen ist die linke Konsole mit der Darstellung des heiligen Michael auf dem getöteten Drachen. Die Archivolten bestehen aus drei Schichten, von denen die innere und die äußere etwas grob profiliert sind. Überhaupt ist das Detail wahrscheinlich infolge eines spröden Steinmaterials bei dieser Kirche, wie bei der Vorhalle von Paray-le-Monial, weniger zierlich. Zwischen den beiden erwähnten Vorhallen bestehen auch sonst noch große Beziehungen, z. B. in den glockenförmigen und mit grobem Blattwerk oder Eierstäben verzierten Basen, den gedrungenen Säulenverhältnissen und nicht am wenigsten in der Anordnung der Nordwesttürme, so daß man denselben Meister annehmen möchte. Wenn dies der Fall sein sollte, so ist jedenfalls Perrecy als das reichere und reifere Bauwerk die spätere Arbeit des Meisters (Abb. 51).

Der etwas rechteckige Turm (es ist nur der Nordwestturm vollständig vorhanden) wird bis zum dritten Geschoß von sehr wenig vorspringenden und glatt durchlaufenden Strebepfeilern gestützt. Die folgenden beiden Geschosse sind gleich ausgebildet, und zwar sind die kürzeren Seiten in jedem Geschoß von drei Öffnungen und die längeren von nur zwei Öffnungen durchbrochen, die durch Säulen und

Pilasterstellungen voneinander getrennt werden. Die Ecken sind ebenfalls mit Säulen besetzt, ein seltenes Motiv, das an dem Nordwestturm in Paray-le-Monial ebenfalls zu finden ist, wodurch die oben ausgesprochene Vermutung noch wahrscheinlicher wird. Der heutige steile pyramidenförmige Abschluß ist neu und an die Stelle eines aus dem 18. Jahrhundert stammenden Helmes, ähnlich dem von Saulieu, getreten.

#### 28. Bussy-le-Grand (Côte d'or).

Das alte Buxeium oder Bussiacum liegt etwa 16 km nordöstlich von Semur-en-Auxois. Die Kirche gehört dem 12. Jahrhundert an und ist im Jahre 1780 wiederhergestellt worden (Abb. 54).

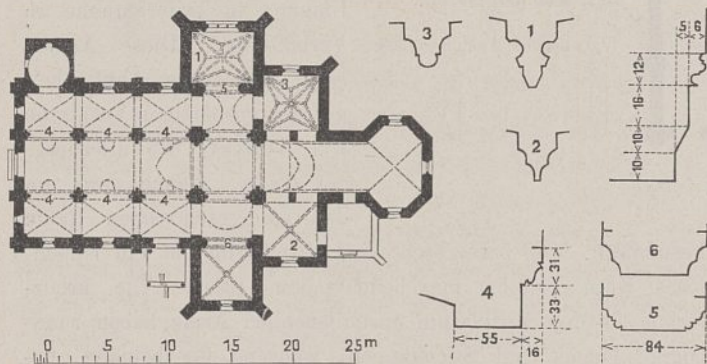


Abb. 54. Kirche in Bussy-le-Grand.

Die Breite im Hauptschiffe beträgt 4 m und in den Seitenschiffen 3 m. Die Gesamtlänge ist 30 m, die Höhe im Hauptschiff 11,30 m und in den Seitenschiffen 6 m. Der ursprüngliche Grundriß ist durch Kapellenanbauten im 15. Jahrhundert sehr verändert. Das Langhaus besteht aus drei Jochen, und das Querschiff sprang ehemals nicht vor. Der sonderbare Chorabschluß scheint einer bedeutend älteren Kapelle anzugehören, die aus einem unregelmäßigen Achteck und einem Langhaus bestand und nach römischer Art mit zwei sich durchdringenden halbkreisförmigen Tonnen überwölbt ist. Im Langbau ist die Tonne auf ein einfaches Kraggesims gesetzt. Die beiden Seitenkapellen scheinen auch in ihren Umfassungsmauern dem 15. Jahrhundert anzugehören.

Das Mittelschiff ist mit einer ausgesprochen spitzbogigen Tonne überwölbt, in die über den Fenstern kleine Stiechkappen eingreifen. Die Gurtbogen hatten ehemals am Kämpfer eine Verankerung durch Holzbalken, die später in die Fensteröffnungen verlegt ist. Die Seitenschiffe haben stark steigende Kreuzgewölbe ohne Rippen. Die beiden Kreuzarme sind mit Tonnen überwölbt und zwar der nördliche parallel zur Längsachse der Kirche, und der südliche senkrecht zu derselben. Die Vierung hat das übliche achtseitige Klostergewölbe auf Trompen. Nördlich gliedert sich an das erste Joch eine kleine, innen runde und außen quadratische Taufkapelle an, die mit einer Kuppel überwölbt ist. Die Kapitelle sind sehr eigenartig, aber, soweit das Figürliche in Betracht kommt, noch recht ungeschickt.

Das Äußere ist stark erneuert und verputzt und läßt vom ursprünglichen Eindruck nicht mehr viel erkennen. Das Hauptschiffsdach ist über die Seitenschiffe erweitert, wodurch die Oberlichtgadenfenster verdunkelt worden sind. Die Fassade läßt noch im Giebel ein Nischenmotiv mit zwei rechteckigen

Öffnungen und sehr kurzen kannelierten Pilastern erkennen. Im übrigen ist das Äußere ohne Interesse.

#### 29. Fontenay (Côte d'or), (Mon. hist.)

Fontenetum oder Fontenacum ist nach einer Heilquelle benannt worden und liegt in landschaftlich besonders schöner Gegend 5 km östlich von Montbard. Die Zisterzienserabtei, das zweite Tochterkloster von Clairveau, wurde von Bernhard und Milon von Montbard, zwei Onkel des heiligen Bernhard, im Jahre 1118 begründet. Die Kirche ließ Ebrard, ein Bischof von Norwich in England, erbauen. Sie wurde am 21. September des Jahres 1147 vom Papste Eugen II. in sehr feierlicher Weise geweiht. Die Kirche und besonders die Klostergebäude sind vollständig erhalten und werden augenblicklich vom Besitzer wieder in alter Weise hergerichtet.

Die Kirche ist dreischiffig. Die Breite im Mittelschiff ist 7,90 m, im Querschiff sogar 8,95 m und in den Seitenschiffen 4,63 m. Die Gesamtlänge der Kirche beträgt, die nicht mehr vorhandene Vorhalle eingeschlossen, 73 m und ohne die Vorhalle 68 m. Die Breite ist 22 m, die Höhe im Hauptschiff 17,50 m, im Querschiff 12,50 m und in den Seitenschiffen 10 m. Der Grundriß ist kreuzförmig mit acht Jochen vor dem Querschiff, quadratischem Chorabschluß und mit je zwei kleineren quadratischen Kapellen an den Ostwänden der Kreuzarme. Die Wölbung ist sehr eigenartig. Das Hauptschiff hat eine spitzbogige Tonne, die bis zur westlichen Chorwand durchläuft. Der Chor und die vier kleinen Kapellen sind ebenfalls mit spitzbogigen Tonnen parallel zur Hauptachse der Kirche versehen, während die Seitenschiffe mit quergestellten Tonnen eingewölbt sind. Da die letzteren zwischen spitzbogigen Gurtbogen liegen, so ergibt sich vom Kämpfer der Gurtbogen bis zum Gewölbescheitel der beträchtliche Höhenunterschied von fast 6 m. Diese Anordnung ist für die Beleuchtung der Kirche sehr günstig. Die nicht mehr erhaltene Vorhalle bestand wahrscheinlich aus einem Joch und nicht, wie bei Viollet-le-Duc gezeichnet, aus zweien. Die Pfeiler sind quadratisch mit zwei Halbsäulenvorlagen zur Aufnahme der Hauptarkadenbogen und mit zwei Pilaster- vorlagen zur Aufnahme der Gurtbogen. Während sämtliche größeren Bogenstellungen spitzbogig sind, überwiegt bei den

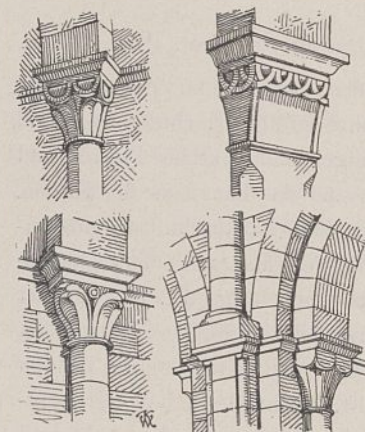


Abb. 55. Pfeiler- und Säulenkapitelle der Kirche in Fontenay.

in Verbindung. Die Begründer der Abtei, zwei Onkel des großen Reformators St. Bernhard, werden dafür gesorgt haben, daß das Detail streng im Sinne ihres Neffen ausgeführt wurde. Die zum Teil fächerförmig ausgebildeten

Fenster- und Türöffnungen der Rundbogen. Die Oberwand zwischen Vierung und Chor ist von fünf Fenstern durchbrochen, die der Bogenlinie folgend angeordnet sind. Der nördliche Kreuzarm ist, ähnlich der Chorrückwand, mit drei Fenstern versehen. Der südliche Kreuzarm steht mit den anschließenden Klostergebäuden, die hier unberücksichtigt bleiben müssen, in Verbindung.

Kapitelle mögen auf englischen Einfluß zurückgehen. Diese Annahme liegt nahe, da der Erbauer der Kirche aus England stammt. Das überaus einfache Detail paßt sich übrigens den großen Formen sehr glücklich an (Abb. 55).

Was das Äußere betrifft, so ist der Eindruck der Fassade wegen der fehlenden Vorhalle heute wenig einladend. Die Vorhalle, die die ganze Breite der Fassade einnahm, hatte ein Pultdach, dessen stützende Steinkonsolen noch an der Fassade unter dem Bandgesimse sichtbar sind. Ein Hauptportal und zwei kleinere, heute vermauerte Portale führten von der Vorhalle ins Innere. Die Öffnung des Hauptportales schneidet in eigenartiger Weise in das Tympanonfeld ein. Über dem Dach der Vorhalle sind im Mittelteil zwei Reihen Fenster angeordnet, die durch ein einfaches Gesims getrennt sind. Die Giebellinie setzt, den Schiffsdächern entsprechend, etwas ab. Entgegen der üblichen Anordnung ist die Neigung der die Seitenschiffe abschließenden halben Giebel steiler als die des Hauptgiebels, welche letztere den wirklichen Dachneigungen entspricht. Die Seitenfronten sind ohne besonderes Interesse, die Ostfront wirkt mit ihren zwei hintereinander befindlichen Giebeln und den großen Dachflächen der Kreuzarme sehr malerisch. Die Vierung ist im Äußeren wie im Inneren nicht besonders betont.

### 30. Sainte Sabine (Côte d'or), (Mon. hist.).

Der Ort liegt halbwegs zwischen Dijon und Autun, etwa 40 km von beiden Städten entfernt. Seit dem Jahre 1143 war der Pfarrsprengel abhängig von dem Kapitel zu Autun. Die dreischiffige Kirche gehört dem 12. und 13. Jahrhundert an, und zwar sind das Querschiff, der Chor und Teile des Langhauses der ältere Teil der Kirche.

Die Breite im Hauptschiff ist 5,30 m und in den Seitenschiffen 3,30 m. Die Gesamtlänge der Kirche einschließlich der Vorhalle ist 41 m, die Höhe im Hauptschiff 14,50 m und in den Seitenschiffen 6,50 m. Der Grundriß hat die Form eines lateinischen Kreuzes mit drei Jochen westlich des Querschiffes und zwei kleinen quadratischen Chorkapellen, die unmittelbar an den Kreuzarmen liegen. Die nördliche Kapelle ist einer neueren Sakristei zum Opfer gefallen, während die südliche zwar erhalten, aber durch eine Mauer von der Kirche abgetrennt ist. An der Ostfassade liegt vor dem Mittelschiff eine quadratische Vorhalle, über der sich ein bedeutender Turm erhebt.

Die Gewölbe des romanischen Teiles sind spitzbogige Tonnen. Die Vierung hat ein Kreuzgewölbe auf breiten, mit zwei Eckwulsten profilierten Rippen, das dem Anfang des 13. Jahrhunderts angehören dürfte. Die Gewölbe der Seitenschiffe sind Kreuzgewölbe ohne Rippen zwischen verdoppelten Gurtbogen, während das Hauptschiff mit Kreuzgewölben auf profilierten Rippen eingewölbt ist. Die Schiffspeiler sind sehr bezeichnend für den Übergangsstil. Die noch im romanischen Sinne ornamentierten Kapitelle lassen gleichwohl das Bestreben erkennen, einheimische bekannte Blattformen darzustellen. An den Basen ist der untere Wulst, der Viertelkreisform hat, besonders betont, und die Kehle zwischen den Wulsten ganz oder fast ganz verschwunden. Der Abakus ist bereits etwas unterschritten. Die Kapitelle im Oberlichtgaden scheinen einer älteren Wiederherstellung anzugehören und sind künstlerisch wertlos. Über dem zweiten Gurtgesimse

im Inneren des Langhauses hat die Architektur den ausgesprochen gotischen Charakter vom Ende des 13. Jahrhunderts. Die Oberlichtgadenfenster sind zweiteilig und ohne erkennbaren Grund hinsichtlich der Höhe und Breite verschieden gestaltet.

Der bedeutendste Teil des Bauwerkes ist die als Turm ausgebildete Vorhalle mit der frühgotischen Fassade der Kirche. Der Turm ist auf drei Seiten von über 13 m bis zum Scheitel hohen Bogenstellungen durchbrochen, die durch kräftige Strebepeiler gestützt werden. Immerhin macht die Konstruktion einen sehr gewagten Eindruck, so daß man sich wundern muß, daß sich der Turm so gut gehalten hat. Das Glockengeschoß

hat auf jeder Seite ein kleines, zweiteiliges Fenster. Das Hauptgesims des Turmes liegt 23 m über Erdboden, und die Spitze des erneuerten achteckigen Helmes erreicht beinahe 45 m Höhe. Die Rückwand des Turmes bildet im unteren Teile die eigentliche Fassade der Kirche und ist fast ganz in Öffnungen aufgelöst, deren Anordnung aus der Abb. 56 zu ersehen ist. Das Hauptportal ist besonders stark erneuert. Es scheint jedoch nur die Umschrift eine neuere Zutat zu sein, während im übrigen der ursprüngliche Charakter gewahrt sein dürfte. Die Kapitelle haben naturalistisches Blattornament. Trotz der ausgesprochenen gotischen Profilierung ist an der ganzen Fassade der Rundbogen

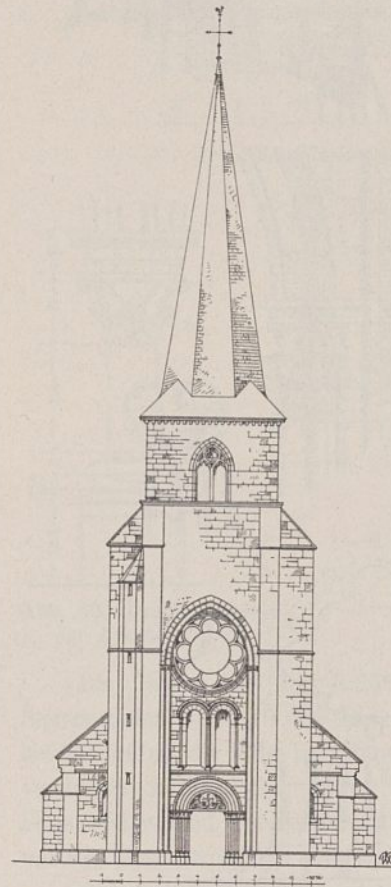


Abb. 56. Pfarrkirche in Ste. Sabine.

beibehalten. Die Fassadenöffnungen sowie die Oberlichtgadenfenster sind außen von sehr eigenartigen profilierten Wasserschlügen umrahmt, die in Kämpferhöhe auf Konsolen ansetzen.

### 31. Saint Seine-l'abbaye (Côte d'or), (Mon. hist.).

Das alte St. Sequanus, Segestrensis, Sestrensis abbatia liegt in unfruchtbarer, bergiger Landschaft 22 km nordwestlich von Dijon. Der Ort verdankt seinen Beinamen einer von St. Seine begründeten Benediktinerabtei, die im Jahre 1255 abbrannte und sofort wieder aufgebaut sein muß. Courtépées Angabe, daß ein Abt Guillaume de Vienne, der 1404 starb, die Kirche begonnen habe, kann sich nur auf den Beginn der Wiederherstellungsarbeiten im 15. Jahrhundert beziehen. Nach den Architekturformen würde man die Annahme der Erbauung in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts schon für sehr spät halten.

Die Kirche ist dreischiffig. Die Breite im Hauptschiff beträgt 8,40 m und in den Seitenschiffen 3,60 m. Die Ge-

samtlänge der Kirche ist 60 m, die Höhe im Hauptschiff 17 m und in den Seitenschiffen 8 m. Der Grundriß ist ein lateinisches Kreuz mit geradem Chorabschluß. Westlich des Querschiffes sind zwei Doppeljoche erhalten, während das dritte im 15. Jahrhundert einer Vorhalle zwischen zwei Fronttürmen Platz gemacht hat. Östlich vom Querschiff befindet sich noch ein vollständiges Doppeljoch, das den östlichen Abschluß der Seitenschiffe bildet. Ferner liegt auf jeder Seite

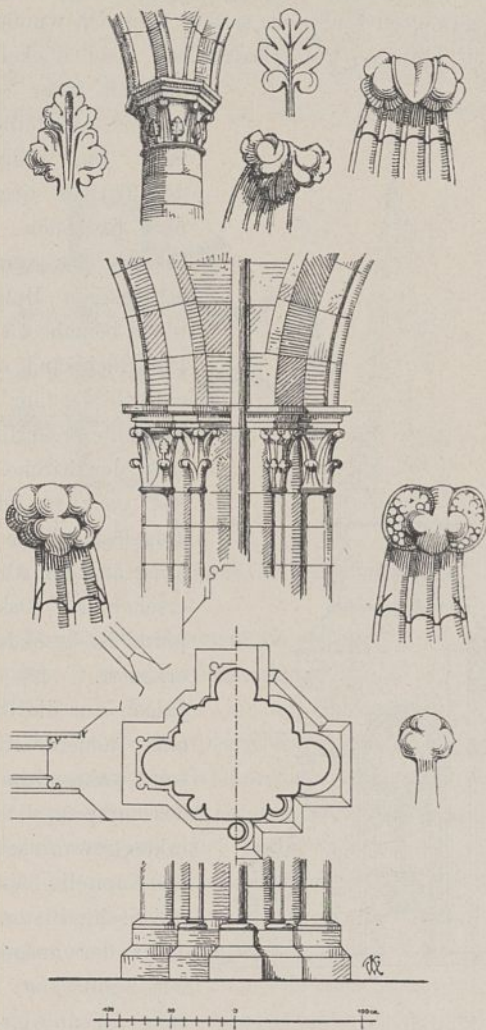


Abb. 57. Pfeiler und Säulen mit Einzelheiten der Kirche in St. Seine-l'abbaye.

östlich an dem vortretenden Teile der Kreuzarme noch eine weitere quadratische Kapelle, so daß außer dem Hochaltar vier Nebentäpfe aufgestellt werden können. Das Langhaus ist nach dem bei romanischen deutschen Kirchen sehr verbreiteten sog. gebundenen System (zwei Seitenschiffquadrate kommen auf ein Mittelschiffquadrat) mit Stützenwechsel hergestellt.

Die Gewölbe des Hauptschiffes sind sechsteilige Kreuzgewölbe auf frühgotisch profilierten Rippen. Die Schildmauern sind in der für die burgundische Gotik so eigenartigen Weise aufgelöst und bestehen aus den schmalen eigentlichen Schildbogen und der äußeren Abschlußmauer, die die Fenster enthält. Zwischen beiden läuft ein Umgang um die ganze Kirche, weshalb die Strebe Pfeiler durchbrochen sein müssen. In St. Seine sind die Schildbogen nicht mehr vorhanden. (Betreffs der ursprünglichen Anlage vgl. Viollet-de-Duc, Dict. rais.) Hier hat der Umgang eine niedrige Brüstung, die im allgemeinen fehlt. Die Fenster haben wegen der ge-

ringen Stärke der Abschlußmauern sehr flache Leibungen. Das Maßwerk derselben gehört dem 15. Jahrhundert an. Die Arkadenstützen sind abwechselnd Bündelpfeiler und Rundsäulen. Die Pfeilerkapitelle sind niedriger als die der Säulen, und die Pfeilerbasen haben noch Eckblätter, während die Säulenbasen auffallenderweise vom Fußboden ab rund sind. Die Mittelpfeiler der Ostwand der Kreuzarme sind den Gewölberippen entsprechend eigenartig ausgebildet, was aus Abb. 57 hervorgeht. Auffallend ist die stärkere Gliederung dieser sowie der östlichen Vierungspfeiler im Vergleich zu den Langhauspfeilern.

Das Blattornament der Kapitelle ist besonders schön modelliert und lehnt sich an heimische Vorbilder an. Die Ostwand des Chores ist im unteren Teile von drei profilierten Fenstern und darüber von einer beinahe 5 m i. L. großen Rose durchbrochen. Im 15. Jahrhundert wurden hinter dem Altar lettnerartig drei reiche freistehende Arkaden hinzugefügt.

Im Äußeren möge die Fassade mit dem Nordwestturm unberücksichtigt bleiben. Die Hauptschiffgewölbe sind an den Seitenfronten durch Strebebogen abgestützt. Die Strebe Pfeiler setzen in Höhe des Traufgesimses des Seitenschiffes stark ab und sind im oberen Teile auffallend schmal; nur die dem Querschiff am nächsten liegenden Strebe Pfeiler sind wegen ihrer Beanspruchung in drei Richtungen quadratisch ausgebildet. Sämtliche Fenster sind oberhalb der Kämpfer von vortretenden Profilen zur Ableitung des Wassers eingerahmt. Im übrigen ist das Äußere von geringerem Interesse. Die Klosterbauten befanden sich auf der Südseite der Kirche.

### 32. Rougemont (Côte d'or), (Mon. hist.).

Der Ort liegt 11 km nordwestlich von Montbard und besaß eine Frauenabtei des Benediktinerordens, deren Begründung Karl dem Großen oder dem Herzog Hugo II. von Burgund zugeschrieben wird. Die Kirche Nôtre-Dame von Rougemont dürfte um 1300 erbaut sein.

Das sehr großartig angelegte Bauwerk ist niemals vollendet gewesen. Die Breite im Hauptschiff ist 5,30 m und in den Seitenschiffen 4,30 m. Die Gesamtlänge des ausgeführten Teiles beträgt 29 m und die Höhe im Hauptschiff 17 m. Von dem Gebäude sind nur die Vorhalle und vier Joche des Langhauses ausgeführt. Ein hoher Turm ist über dem Mittelteil des ersten Joches hinter der Vorhalle angeordnet. Die Wölbung des Hauptschiffes ist neu und besteht aus Kreuzgewölben auf nicht profilierten Rippen. Sämtliche übrigen Gewölbe sind alt und ebenfalls Kreuzgewölbe auf Rippen. Das Profil der Langhausarkaden ist insofern eigenartig, als der Wulst der zweiten Schicht aus der Mauerflucht heraustritt und nach unten über die Lagerfuge überhängt, wodurch eine starke Schattenwirkung erzeugt wird. Die Langhauspfeiler sind rund mit 26 cm starken Diensten auf drei Seiten. Auf der dem Hauptschiff zugekehrten Seite liegen 17 cm starke alte Dienste, die von zwei 13 cm starken jungen Diensten begleitet sind. Über dem Umgang treten zu diesen drei Säulendiensten zwei weitere mit selbständiger Basis zur Aufnahme der vorgezogenen Gewölbeschildbogen hinzu. Die Auflösung der Wand im Oberlichtgaden ist die in Burgund in gotischer Zeit übliche. Die Fenster sind zweiteilig und haben frühgotisches Maßwerk. Da die Klostergebäude auf der Nordseite lagen,



so hat das nördliche Seitenschiff nur zwei kleine Fenster. Die östliche Abschlußwand stammt aus älterer Zeit und ist im Mittelschiff durch ein großes vierteiliges Fenster durchbrochen.

Die Vorhalle ist leider baulich in sehr schlechtem Zustande. Das Tympanonfeld des Hauptportales ist in waagrechte Streifen geteilt, die geschichtliche Bilder enthalten. Die Durchgangsöffnung ist durch einen Mittelpfeiler in zwei Teile geteilt. Die beiden seitlichen Portale liegen um drei Stufen höher als das Hauptportal; über denselben ist je ein kleines Rundfenster angeordnet. Die weite Mittelöffnung der Vorhalle hat einen wenig ausgesprochenen Spitzbogen, während die schmalen Seitenöffnungen beinahe lanzettförmige Bogen haben. Über dem Arkadengeschoß ist noch ein niedriger Drempe mit rechteckigen Öffnungen angeordnet. Die Endigung der Strebepfeiler in kleine Türmchen mit den seitlichen Wasserspeiern ist sehr geschickt gelöst (Abb. 58). Nördlich stand die Vorhalle ehemals mit den Klosterbaulichkeiten in Verbindung.

Der quadratische Turm ist wohl zu Verteidigungszwecken gänzlich zugemauert. Er besteht über dem Dache der Vorhalle aus einem unteren und einem bedeutend höheren oberen Geschoße. Das untere Geschoß hatte auf jeder Seite ein Fenster und an den Ecken Rundsäulchen, die im oberen Geschoße mit Krabben besetzt sind. Das obere Geschoß

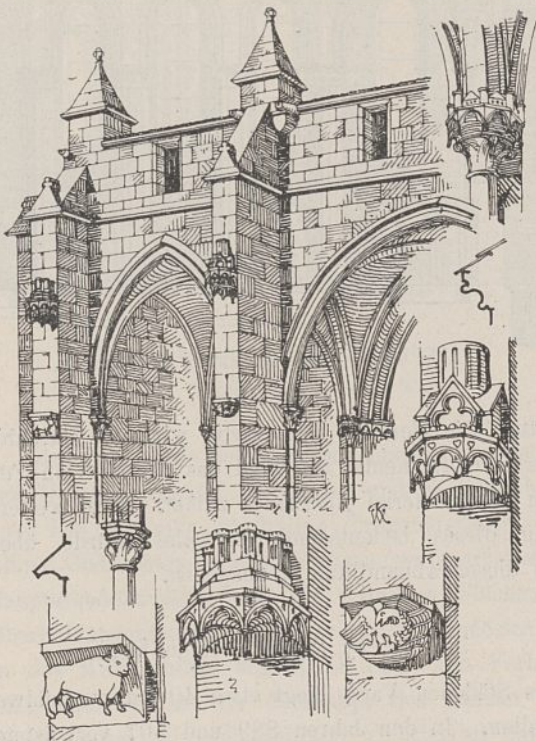


Abb. 58. Liebfrauenkirche in Rougemont. Vorhalle mit Einzelheiten.

scheint auf jeder Seite zwei gekuppelte Öffnungen gehabt zu haben. Ein achteckiger Helm bekrönt den Turm. Das Achteck des Helmes sitzt auf dem quadratischen Turme in der Weise, daß vier Grate auf die Mitte der Turmseiten und die anderen vier in gebrochener Linie auf die Ecken stoßen.

### 33. Flavigny (Côte d'or), (Mon. hist.).

Außer der oben behandelten Abtei besitzt Flavigny eine Pfarrkirche, deren Chor Quentin Menard, Erzbischof von Besançon, der im Jahre 1462 starb, erbauen ließ. Das

Langhaus ist im wesentlichen im 13. Jahrhundert, der Chor und die angebauten Kapellen sowie die Wölbung des Hauptschiffes im 15. Jahrhundert entstanden. Ein heute nicht mehr benutztes Portal des südlichen Seitenschiffes stammt aus dem 12. Jahrhundert, während die Fassade und das Dach in neuerer Zeit entstanden sind (Abb. 59).

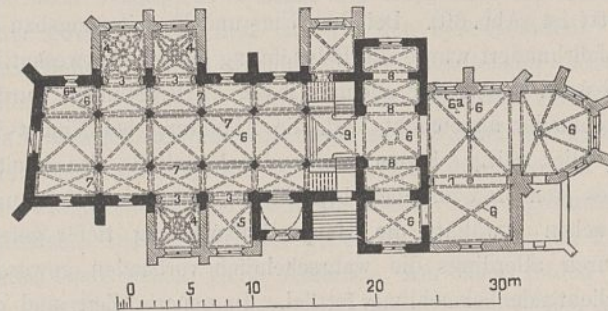


Abb. 59. Pfarrkirche in Flavigny.

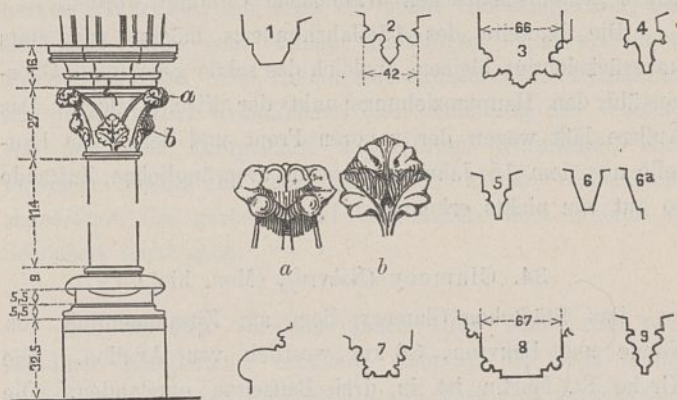


Abb. 60. Dreiviertelsäule der Arkadenstützen.

1—9 Rippen- und Bogenprofile.

Die Breite im Mittelschiff ist 3,75 m und in den Seitenschiffen nur 2,10 m. Die Gesamtlänge des Bauwerkes beträgt 46 m, die Höhe im Hauptschiff ist im 15. Jahrhundert verringert worden und betrug ehemals etwa 14 m. Die Seitenschiffe sind zweigeschossig, und die Höhe beträgt im unteren Geschoß 4,50 m und im oberen 4,25 m.

Die dreischiffige Kirche bestand ursprünglich aus einem Langhause mit sechs Jochen vor dem nicht vortretenden Querschiff. Östlich schloß an das Querschiff der sogenannte Turm des Herzogs von Burgund an, dem die schräg gestellten noch vorhandenen Strebepfeiler angehört zu haben scheinen. Dieser Turm, der übrigens auch weiter östlich gelegen haben mag, wurde von Quentin Menard der Pfarrkirche geschenkt, wodurch die Erweiterung des Chores ermöglicht wurde. Besonders zu erwähnen ist der Grundriß wegen der ganz ausnahmsweisen Anordnung von Emporen. Diese bedeckten ehemals die beiden westlichen Joche ganz und die Seitenschiffe. Der Ausgang zu den Emporen liegt westlich vom Querschiff auf beiden Seiten des Langhauses. Auf den Emporen wohnen noch heute die Männer dem Gottesdienste bei, was von altersher so gewesen sein dürfte. Vor dem Querschiffe sind die beiden Emporen durch einen schönen brückenartigen Lettner des 15. Jahrhunderts, dessen Fußboden höher als der der Emporen liegt, verbunden. Ein alter, jetzt umbauter und nicht mehr benutzter Eingang liegt unmittelbar westlich der südlichen Emporentreppe.

Die Gewölbe sind Kreuzgewölbe auf profilierten Rippen mit Stich. Die ursprünglichen Hauptschiffgewölbe lagen

höher als die heutigen, wie sich aus dem Ansatz am Vierungsturm noch erkennen läßt, so daß die schon übertrieben engen Verhältnisse im Innern noch stärker hervorgetreten sein müssen. Die jetzige Wölbung gehört dem 15. Jahrhundert an. Die Pfeiler der oberen und unteren Langhausarkaden sind gleichmäßig ausgebildet. Sie haben einen runden Kern, der mit vier Diensten in Form von Dreiviertelsäulen besetzt ist (Abb. 60). Bei dem Um- und Erweiterungsbau im 15. Jahrhundert wurde die Beleuchtung der Kirche wesentlich verbessert. Statt der ehemals massiven Brüstungen wurden Holzgeländer angebracht (vgl. die Abbildung bei Viollet-le-Duc, Dict. rais.). Ferner wurde der Mittelteil des zweiten Joches von den darüber befindlichen Emporen befreit und, wie schon erwähnt, die Hauptschiffswölbung tiefer gelegt, wodurch allerdings die wahrscheinlich vorhanden gewesene Oberlichtgadenbeleuchtung fortfiel. In neuerer Zeit sind die Seitenschiffsmauern erhöht und das ganze Langhaus unter einem gemeinschaftlichen Walmdache vereinigt worden.

Die Bauteile des 15. Jahrhunderts mögen wie stets unberücksichtigt bleiben, obgleich das schön geschnitzte Chorgestühl den Hauptziehungspunkt der Kirche bildet. Das Äußere läßt wegen der neueren Front und der vielen Bauteile aus dem 15. Jahrhundert vom ursprünglichen Zustande so gut wie nichts erkennen.

#### 34. Clamecy (Nièvre), (Mon. hist.).

Das Städtchen Clamecy liegt am Zusammenfluß von Yonne und Beuvron, 30 km westlich von Avallon. Die Kirche St. Martin ist in drei Bauzeiten entstanden. Die vier östlichsten Joche gehören dem 13. Jahrhundert, die drei folgenden dem 14. Jahrhundert und das westliche Joch mit der Fassade und dem gewaltigen Turm an der Südwestecke dem 15. und 16. Jahrhundert an.

Die Breite im Hauptschiff beträgt 6,80 m und in den Seitenschiffen 3,40 m. Die Höhe im Hauptschiff ist 15,60 m und in den Seitenschiffen 9,50 m. Die Gesamtlänge des Bauwerkes beträgt 42 m. Die Grundrißgestaltung ist durchaus abweichend. Sieben Joche bilden ein Langhaus ohne Querschiff, um dessen geraden Chor die Seitenschiffe als Umgang herumgeführt sind. Über dem sechsten Joch von Westen ist zur Versteifung der von den Seitenschiffsgewölben nach innen gedrückten Pfeiler im Mittelschiff ein brückenartiger Lettner später eingebaut worden. Die Gewölbe sind, soweit sie dem 13. und 14. Jahrhundert angehören, steigende Kreuzgewölbe auf Rippen, während die Bauteile des 15. Jahrhunderts reichere Stern- und Netzgewölbe haben. Die Pfeiler des 13. Jahrhunderts haben als Kern ein diagonal gestelltes Quadrat mit vier kräftigen, angearbeiteten Diensten an den Ecken und vier freien Diensten in den Seitenmitten. Die Pfeiler des 14. Jahrhunderts haben einen runden Kern mit angearbeiteten Diensten, die zum Teil erst über dem Säulenkapitell auf Konsolen beginnen (Abb. 61).

Im Inneren ist die Auflösung der Wandflächen aufs äußerste getrieben. Die für Burgund bezeichnende Auflösung der Oberlichtgadenwände ist hier auch auf die Seitenschiffs- und Umgangsmauern übertragen, wodurch unter den Seitenschiffsfenstern kräftige Mauerabsätze entstehen. Der untere Teil der Seitenschiffs- und Umgangsmauern ist durch eine rundbogige Blendarkadenstellung aufgelöst, die in den Jochen

des 13. Jahrhunderts vierteilig und in den übrigen fünfteilig ist. Der gemeinschaftliche Sockel derselben bildet eine um die Kirche laufende Bank von 43 cm Höhe über dem Fußboden. Die Anordnung der Ostwand des Chores, der doppelten Galerien im Oberlichtgaden, der weitgestellten Triforienarkaden und der Strebebogen ist aus Abb. 61 zu erkennen. Da das Gelände nach Nordosten stark abfällt, so haben auf der Nordseite die Strebepfeiler bedeutende Abmessungen.

Eine Abbildung der einfachen Ostfront bringen Dehio und von Bezold. Die überreiche Fassade und der Turm erwecken den Eindruck, als ob man eine Kathedrale vor

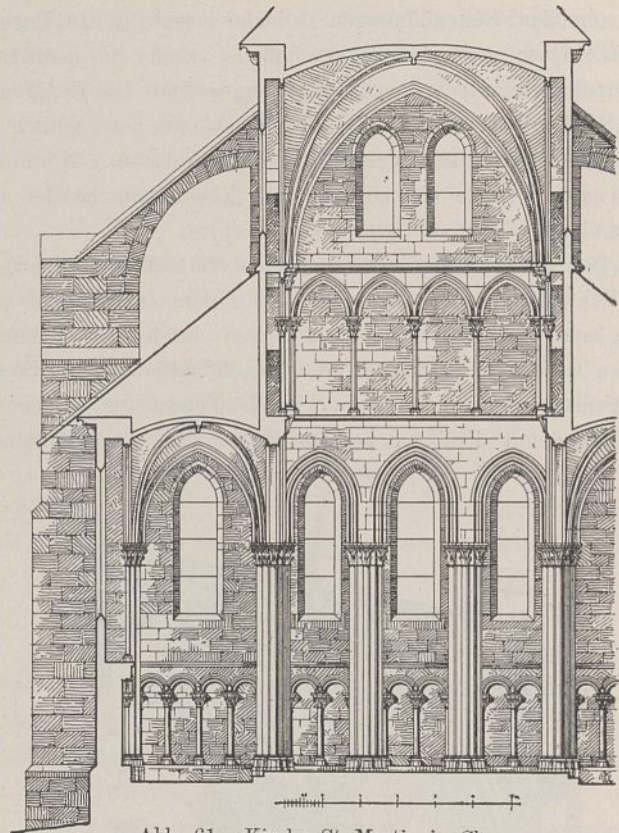


Abb. 61. Kirche St. Martin in Clamecy.

sich hätte. Die zierliche spitzentartig wirkende Durchbildung der Werksteinornamente ist wohl das äußerste an Feinheit, was ein Steinmaterial überhaupt zuläßt. Eine weitere Behandlung dieses bedeutsamen Bauteiles würde über die Grenzen dieser Abhandlung hinausgehen.

#### 35. Varzy (Nièvre), (Mon. hist.).

Das Städtchen Varzy liegt etwa 40 km westsüdwestlich von Avallon. In den Jahren 889 und 907 verwüsteten die Normannen und im Jahre 1590 plünderten die Protestanten die Stadt, um die auch sonst von den benachbarten Herren viel gestritten wurde. Mit wenigen Unterbrechungen waren jedoch die Bischöfe von Auxerre Herren der Stadt. Die Kirche St. Pierre ist ein einheitliches Bauwerk, das im wesentlichen um das Jahr 1280 entstanden ist, eine Angabe, die mit dem ausgesprochen gotischen Stile des Bauwerkes gut in Einklang steht. Der Bau ist im Jahre 1102 begonnen und im Jahre 1350 geweiht worden.

Die Breite im Hauptschiff ist 6,60 m und in den Seitenschiffen 4,70 m. Die Gesamtlänge beträgt 52 m, die Höhe im Hauptschiff 18,50 m und in den Seitenschiffen 7,50 m.



beträchtlicher Größe (St. Révérien) aus einem Stück hergestellt werden konnten.

Außer der Steinmetzkunst, die infolge eines geeigneten Baustoffs zu sehr hoher Blüte gelangt ist, verdienen besonders die Kunstschlösserarbeiten und Bleiverglasungen Beachtung, während bemerkenswerte Zimmerkonstruktionen und Kunstschmiedearbeiten selten angetroffen werden.

Der Grundriß der kleineren und mittleren Kirchen ist einschiffig oder in der Regel dreischiffig. Der zweischiffige Grundriß von Pouilly-en-Auxois ist eine Ausnahme. Der fünfschiffige Grundriß (La Charité, Abteikirche von Cluny) wird nur bei sehr großen Anlagen angewandt. Der Chorabschluß in der romanischen Zeit ist entweder gerade oder halbkreisförmig, und zwar wird der gerade Abschluß im Norden, im Bereiche von Cîteaux, und der runde im Süden, im Bereiche von Cluny, bevorzugt. Sind außer dem Hauptchor noch Kapellen vorhanden, so haben sie in der Regel die gleiche Form. Bei dreischiffigen, bedeutenderen Anlagen läuft das Seitenschiff als Umgang um den Rundchor (Bois-Ste.-Marie). Dieser Umgang ist dann häufig noch mit drei oder fünf kleinen runden Kapellen besetzt. Drei Kapellen haben St. Révérien und Paray-le-Monial, und fünf die Abteikirche von Cluny und La Charité. Daß um einen rechteckigen Chor die Seitenschiffe einen Umgang bilden, ist eine sehr große Seltenheit (Clamecy). Mit der Aufnahme der Rippenwölbung zu Beginn des 13. Jahrhunderts hört der runde Chorabschluß auf, der sich für diese Art der Wölbung schlecht eignet. Der gerade Chor bleibt in der Übergangszeit üblich und ist besonders für die Zisterzienserbauten kennzeichnend. In der ausgesprochenen Gotik tritt der polygonale Chor an die Stelle des geraden. Der östliche Abschluß der Seitenschiffe ist häufig trotz polygonalen Chores gerade (Varzy, Aignay-le-Duc, 13. Jahrh., u. Laignes, 15. Jahrh.). Der polygonale östliche Abschluß sowohl des Hauptschiffes wie der Seitenschiffe findet sich bei St. Thibault und Auxonne. Bei letzterem Bauwerk liegt eine Ecke des zehneckigen Chores in der Hauptachse der Kirche. Der polygonale gotische Chor mit Umgang und polygonalen Kapellen findet sich nur bei größeren Bauwerken, z. B. Semur-en-Auxois, und bleibt hier außer Betracht.

Das Querschiff tritt bei einschiffigen Anlagen häufig nicht vor, und die Kreuzarme bestehen nur aus den seitlich vom Vierungsturm verbleibenden schmalen Räumen (Bellenot, Bretenière, Marmagne bei Montbard, St. Marcel in Cluny und vielleicht auch St. Julien-de-Jonzy). Niemals sind die Kreuzarme bei einschiffigen Anlagen, auch wenn sie stark vorspringen, mit Kapellen versehen (Avenas nördlich von Beaujeu, Thoisy-le-Desert, Aimeugny nördlich von Cluny). Bei den dreischiffigen Bauwerken tritt das Querschiff häufig nicht vor und ist nur durch seine die Seitenschiffe überragende Höhe gekennzeichnet (Issy-l'Évêque, Farges südlich von Tournus, St. Vincent-des-Prés nordwestlich von Cluny, Chapaize, Sigyle-Châtel, beide Orte nördlich von Cluny, St. Laurent-en-Brionnais, Château-neuf, Nuits-sous-Beaune, Frolois, Vandenesse, Tannay, Aignay-le-Duc, St. Verain, St. Pierre-le-Moutier, Bois-Ste.-Marie und Varzy 13. Jahrh.). Unbedeutend tritt das Querschiff vor bei Thil-Châtel, Semur-en-Brionnais und St. Hippolyte. Ziemlich bedeutenden Vorsprung vor den Seitenschiffen haben endlich die Querschiffe von Rouvres-en-

plaine bei Dijon, Epoisse, Iguerande, Sainte-Sabine, Mont-St.-Vincent, Gourdon, Semelay, St. Laurent-l'abbaye, Fontenay, St. Seine, Varennes-l'arconce, Anzy-le-Duc, La Charité und St. Thibault. Aus dem Vorspringen des Querschiffes kann ohne weiteres kein Schluß auf das Alter der Kirche gezogen werden, da z. B. Nuits-sous-Beaune und Varzy, 13. Jahrh., kein vorspringendes Querschiff haben, während bei Gourdon Anfang des 12. Jahrh. das Querschiff beträchtlich vortritt.

Das Langhaus setzt sich bei den mittelgroßen Kirchen aus drei, meistens aber aus vier Jochen westlich des Querschiffes zusammen. Bei größeren Anlagen sind sechs bis sieben Joche (Saulieu, St. Laurent-l'abbaye), bei Fontenay sind acht und bei der Abteikirche von Cluny endlich elf Joche vorhanden. Zwischen Chor und Querschiff sind häufig ein, seltener zwei Joche (St. Seine) eingeschaltet.

Zusammenfassend lassen sich folgende drei Hauptgrundrisse der kleinen und mittelgroßen Bauwerke aufstellen (Abb. 63).

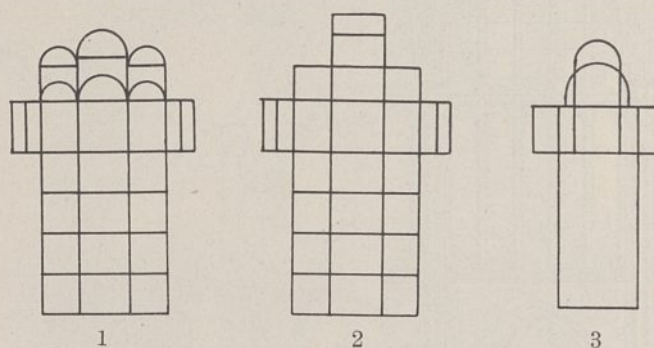


Abb. 63. Häufigste Grundrißformen.

Bei romanischen kleinen und mittelgroßen Kirchen ist eine Vorhalle selten und falls vorhanden, nur vor dem Mittelschiff angeordnet (Thil-Châtel zerstört und Mont-St. Vincent zweigeschossig). In gleicher Weise liegen die frühgotischen Vorhallen von Nuits-sous-Beaune (zerstört) und Ste. Sabine nur vor dem Mittelschiff. St. Thibault hatte eine heute zerstörte Vorhalle vor dem Portale im Querschiff. Fontenay, Rougemont und Varzy hatten eine Vorhalle von einem vollständigen Joch vor der ganzen Fassadenbreite. Donzy-les-Pré, Percy-les-Forges, Paray-le-Monial und La Charité hatten eine Vorhalle von mehreren Jochen, die zum Teil zweigeschossig, nach dem Vorbilde von Cluny, waren.

Bei den kleineren Kirchen fehlen eigentliche Treppen in der Regel. Der Vierungsturm ist nur äußerlich zugänglich, zu welchem Zwecke in der Dachfläche massive Stufen unmittelbar auf das Gewölbe gelegt sind. Bis zur Dachtraufe gelangt man mittels fester oder beweglicher Holzleitern. Diese einfache Anordnung findet sich außer bei kleineren Kirchen (Marmagne, Bellenot, Bretenière) selbst bei so bedeutenden wie Anzy-le-Duc. Da ein Dachboden in der Regel nicht vorhanden ist, so sind weitere Treppen überflüssig, solange keine Triforien und Galerien angelegt werden. Werden dennoch innere Treppen angeordnet, so sind es enge Wendeltreppen, die entweder ganz oder fast ganz in der Mauerstärke liegen. Ihre Lage ist entweder an einer Außenecke der Kreuzarme (Gourdon, St. Seine, St. Pierre-le-Moutier, Varzy) oder in der Frontmauer neben dem Hauptportal (Saulieu, Thil-Châtel) oder endlich an einer Ecke der Hauptfassade hinter der Vorhalle (Percy-les-Forges, Rougemont). Zur Ersteinigung der Türme sind zuweilen kleine massive Treppen-

türmchen an die Haupttürme angefügt (St. Sabine, Varzy, Gourdon). Gerade Treppen in der Mauerstärke finden sich in St. Thibault und Pouilly-en-Auxois. Zu erwähnen sind noch die bequemen Treppen mit Absatz in der Pfarrkirche von Flavigny, die zur Empore führen.

Die Langhauspfeiler der ältesten burgundischen Kirchen sind rund und von einem einfachen Abakus bekrönt (St. Philibert in Tournus, Chapaize, St. Vincent-des-Prés). Jedoch die größte Anzahl der Pfeiler hat quadratischen oder kreuzförmigen Grundriß mit Halbsäulen- und Pilastervorlagen. Die Vierungspfeiler haben in der Regel wegen des Vierungsturmes einen größeren Querschnitt als die Langhauspfeiler. So sind, von den Vorlagen abgesehen, bei quadratischen Langhauspfeilern die Vierungspfeiler häufig kreuzförmig (La Charité, St. Révérien, Iguerande, St. Laurent-l'abbaye, Châteauneuf u. a.), und bei kreuzförmigen Langhauspfeilern springen die Vorlagen der Vierungspfeiler stärker vor (Fontenay, Thil-Châtel, Gourdon). Gegen Ende der romanischen Zeit werden die Pfeiler stärker gegliedert; sie erhalten in den Ecken der Kreuze noch kleine rechteckige oder runde Vorlagen (St. Sabine, Epoisse, Nuits-sous-Beaune), oder der quadratische Kern erhält auf jeder Seite einen Pilaster und davor noch eine Halbsäule vorgelagert (Turmpfeiler Rougemont 13. Jahrh.). Dem Übergangsstile gehören die achteckigen Pfeiler von Rouvres-en-Plaine und von Ravières an, welche letztere vier Halbsäulenvorlagen haben. Die ältesten Pfeiler in Clamecy 13. Jahrh. haben noch quadratischen, über Eck gestellten Kern mit vier angearbeiteten und vier freien Diensten. Seit Ende des 12. Jahrhunderts ist jedoch der runde Kern mit vier kräftigen Diensten am gebräuchlichsten (Frolois, Aignay-le-Duc, St. Seine, Clamecy, Flavigny, Varzy). Dieselbe Anordnung, nur daß noch zwei junge Dienste zur Aufnahme der Diagonalrippen des Hauptgewölbes hinzutreten, zeigen Clamecy und Rougemont. Gegen Ende des 13. Jahrhunderts und im 14. Jahrhundert entspricht sowohl bei den freistehenden wie bei den Wandstützen jeder Rippe der Gewölbe ein entsprechend starker Dienst, so daß der runde Kern unsichtbar wird. (Chorwandpfeiler St. Thibault, Varzy, Pfeiler im östlichen Querschiff von St. Seine). Das 15. Jahrhundert kehrt wieder zum Rundpfeiler zurück, an den die Rippen der Gewölbe unmittelbar anlaufen (Laignes), oder an dem die Hauptrippen als Vorlagen bis zur Basis herunterlaufen (Tannay). Bei den Kirchen mit Umgang wird die Ostwand des Chores nach dem Vorbilde von Cluny von schlanken Rundsäulen getragen (St. Révérien, Paray-le-Monial, La Charité), an deren Stelle bei Bois-Ste. Marie zu vieren gruppierte kleinere Säulen treten. Stützenwechsel findet sich in den Chören von St. Révérien und La Charité und ferner bei St. Seine infolge der sechsteiligen Hauptschiffsgewölbe im Langhause.

Seit dem 11. Jahrhundert ist der Spitzbogen neben dem Rundbogen üblich, während im 12. Jahrhundert der Spitzbogen die Überhand gewinnt. Die Bogen sind zuweilen sehr stark überhöht (St. Pierre-le-Moutier), oder die Gurtbogen der Seitenschiffe haben einen höheren Kämpfer als die Arkadenbogen des Langhauses (Châteauneuf). Die Arkadenbogen, die Gurtbogen der Hauptschiffsgewölbe und die Vierungsbogen bestehen im allgemeinen aus zwei nicht profilierten Schichten. Das Seitenschiffsgewölbe sitzt häufig unmittelbar auf der unteren Wölbschicht der Bogen, wodurch an Höhe gespart wird (Châteauneuf,

Issy-l'évêque, Semelay, Gourdon, Bussy-le-Grand u. a.). Die obere Schicht der Arkadenbogen ist nach dem Hauptschiff zu mitunter profiliert (Paray-le-Monial, Issy-l'évêque, Bussy-le-Grand, die Vierungsbogen in Fontenay). Die Gurtbogen der Seitenschiffe bestehen häufig nur aus einer einfachen Schicht.

Bei den mittleren Kirchen mit rundem Chorabschluß sind fast stets die Hauptapsis, selten auch die Nebenapsiden im Inneren mit Blendarkadenstellungen versehen. In Gourdon haben auch die Nebenapsiden Blendarkaden. Die Blendarkadenbogen sind in der Regel scharfkantig ohne Profil. Profiliert sind die von Issy-l'évêque, Mussy-sous-Dun und St. Bonnet-de-Cray. Die Stützen dieser Blendarkaden bestehen aus Säulen oder abwechselnd aus Säulen und Pilastern, die stets reich ornamentiert sind. Ferner finden sich Blendarkadenstellungen bei romanischen Kirchen häufig unter dem Vierungsgewölbe. Die Arkadenbogen im Chor haben bei den Kirchen mit Umgang nach dem Schiff zu oft in der oberen Schicht reiches Perlen- oder Zahnschnittornament (Paray-le-Monial, St. Révérien, La Charité und wahrscheinlich auch die Abteikirche von Cluny). Eigentliche Triforien kommen bis zum Ende des 12. Jahrhunderts nicht vor. Dagegen sind Blendarkadennischen über den Langhausarkaden nicht selten, die zu zweien (Gourdon), zu dreien (La Charité, Paray-le-Monial, Beaune), zu vieren (Saulieu) oder zu sechsen (Semur-en-Brionnais) in jedem Joche gruppiert sind. In La Charité, Beaune und Paray-le-Monial sind die mittleren Nischen von Öffnungen durchbrochen, so daß man hier allenfalls von einem wirklichen Triforium sprechen könnte. Auffallenderweise fehlt bei den frühgotischen Bauwerken jede Andeutung eines Triforiums (Rouvres-en-Plaine, Frolois, Ravières, Epoisse, St. Vérain, Aignay-le-Duc, Nuits-sous-Beaune, St. Sabine). Selbst bei den ausgesprochen gotischen Bauwerken, wie Rougemont und St. Seine, sind nur einfache Umgänge unter den Oberlichtgadenfenstern vorhanden. Erst gegen Ende des 13. Jahrhunderts sind bei den größeren Bauwerken Triforien üblich (Clamecy, Varzy, St. Thibault, Semur-en-Auxois). Diese Triforien laufen um den Chor herum und über ihnen befindet sich zum Teil noch ein zweiter Umgang (Varzy, Clamecy, Semur-en-Auxois). Die Seitenschiffsmauern unter den Fenstern sind bei gotischen Kirchen häufig durch eine Blendarkadenstellung aufgelöst, die sich auf eine um die ganze Kirche laufende Sockelbank stützt (Chor Varzy, Clamecy, St. Thibault, Semur-en-Auxois).

Solange die Wölbung auf Rippen unbekannt war, sind bei den einschiffigen Kirchen nur die Apsis und das Querschiff gewölbt, während das Langhaus eine flache Holzdecke hat, die allerdings nirgends in ursprünglicher Form erhalten ist (Bellenot, Bretenière, Avenas, Ouges und vielleicht auch St. Julien-de-Jonzy). Bei den seltenen Beispielen einschiffiger Kirchen, die stark spitzbogige Tonnengewölbe über dem Langhause ohne Gurtbogen (Nuits-sous-Ravières) oder zwischen Gurtbogen (Ameugny, Marmagne) haben, dürften diese Gewölbe eine ursprüngliche Holzdecke ersetzt haben, was bei Marmagne deutlich zu erkennen ist. Seit Aufnahme der Rippenwölbung sind auch die einschiffigen Kirchen ganz gewölbt (Gerland, Grignon u. a.).

Die dreischiffigen Kirchen sind ohne Ausnahme ganz gewölbt, was erklärlich ist, da die verschiedenen Wölbarten

ohne Rippen durch die römische Überlieferung bekannt waren. Die Vierung hat im allgemeinen ein achtseitiges Klostergewölbe unmittelbar auf Trompen oder auf einer Arkadenstellung, die ihrerseits auf Trompen sitzt. Die Kehlen der Gewölbe sind oft so wenig ausgeprägt, daß das Klostergewölbe den Eindruck einer Halbkuppel macht. Die Apsiden sind stets mit einer Halbkuppel überwölbt, deren Anschlußbogen zuweilen schwach spitzbogig ist. Das Langhaus hat über dem Hauptschiff am häufigsten ein Tonnengewölbe und über den Seitenschiffen Kreuzgewölbe mit Graten. Auch über dem Hauptschiff haben Kreuzgewölbe mit Graten die Kirchen von Gourdon, Semelay, Issy-l'évêque und Anzy-le-Duc. In die Hauptschiffstonsen greifen über den Fenstern häufig Stichkappen ein (Bussy-le-Grand, Thil-Châtel, Châteauneuf). Dieselbe Anordnung findet sich ferner über den Kreuzarmen von St. Bonnet-de-Cray und Semur-en-Brionnais und über dem Mittelschiff der Vorhalle von Donzy-le-Pré. Eine eigenartige Wölbung haben die Seitenschiffe von Châteauneuf und zwar Längstonsen, in die Stichkappen von der ganzen Arkadenbreite eingreifen. Quertonsen über dem Hauptschiff haben die Kirchen von Tournus, Chapaize, Mont-St. Vincent und St. Laurent-en-Brionnais (zerstört), und über den Seitenschiffen die Abteikirche von Fontenay und eine Pfarrkirche in Châtillon-sur-Seine. Dreivierteltonsen kommen in den Seitenschiffen des Chores von La Charité vor.

Das Kreuzgewölbe auf Rippen findet spät Eingang in Burgund, es wird erst gegen Ende des 12. Jahrhunderts allgemeiner verwendet und zunächst auf die großen Spannweiten der Hauptschiffe beschränkt, während die Seitenschiffe noch längere Zeit die Kreuzgewölbe mit Graten beibehalten (St. Sabine, Nuits-sous-Beaune, St. Vérain und der Narthex der ehemaligen Abteikirche in Cluny). Das sechsteilige Gewölbe ist an burgundischen frühgotischen Bauwerken keine Seltenheit (Chor Tannay und Rouvres) und hat sich sehr lange gehalten (St. Seine, 1255). Der Strebebogen hat in Burgund schwer Eingang gefunden und bleibt auf die größeren Bauwerke beschränkt (St. Seine, Varzy, Semur-en-Auxois, Abteikirche von Cluny u. a.). Mit Aufnahme des Strebebogensystems wird die obere Außenwand allmählich zu einer reinen Abschlußmauer. Die Schildbögen werden schmaler und frei vor die Außenwände gelegt. Das halbe Profil des Schildbogens wiederholt sich zuweilen an der Außenwand. Der Zwischenraum zwischen beiden ist wagerecht mit Platten abgedeckt. Es zeugt von großer Sicherheit der Erbauer, daß sich die Bauwerke des 13. Jahrhunderts in Burgund, die an Kühnheit der Konstruktion und Ersparnis an Mauerwerk nicht zu übertreffen sind, sehr gut erhalten haben.

Die Dächer liegen im allgemeinen unmittelbar auf den ausgeglichenen Außenleibungen der Gewölbe. Bei geringer Überhöhung des Mittelschiffes über die Seitenschiffe wird das Langhaus häufig unter einem gemeinsamen Walmdache vereinigt (Iguerande, Varennes-l'Arconce, Farges). Die Dachneigung der romanischen Kirche ist, besonders wenn diese mit Mönch und Nonne eingedeckt sind, sehr flach. Als Deckmittel überwiegt im südlichen Gebiet um Cluny Mönch und Nonne, während im nördlichen Gebiet um Cîteaux der einfache gerade Dachziegel verbreiteter ist. Da die Giebel, wenn sie dieser flachen Neigung folgen würden, keinen befriedigenden Eindruck machen würden, so haben sie in der

Regel eine bedeutend steilere Neigung, z. B. Semur-en-Brionnais, und sogar mitunter Absätze, die im Dache nicht vorhanden sind (Varennes-l'Arconce). Die Apsiden sind zuweilen mit Steinplatten unmittelbar auf den Gewölben abgedeckt, deren Stoffugen durch halbkreisförmige Erhöhungen an den Stoffugen gegen das Eindringen von Wasser geschützt sind (St. Laurent-en-Brionnais). In gleicher Weise sind sogar auch ganze Kirchen eingedeckt (Avenas).

In der romanischen Zeit kommt für die kleineren und mittleren Bauwerke fast nur ein Turm über der Vierung in Frage. Er ist meistens quadratisch und wird von den Vierungspfeilern und Vierungsbogen gestützt. Achteckige Vierungstürme sind in der Umgebung von Cluny nicht selten (Anzy-le-Duc, La Charité, St. Marcel in Cluny, Paray-le-Monial, Perrecy-les-Forges). In gotischer Zeit breitet sich die achteckige Form weiter aus (Semur-en-Auxois, Plombières-les-Dijon, St. Philibert in Dijon, Auxonne). Die größten romanischen Bauwerke haben neben dem Vierungsturm häufig zwei die Hauptfront flankierenden Türme, die ausnahmslos quadratisch sind (La Charité, Autun, Abteikirche in Cluny, Saulieu, Tournus, Perrecy-les-Forges, Auxonne 13. Jahrh., St. Seine 15. Jahrh.). In frühgotischer und gotischer Zeit wird der Vierungsturm häufig beibehalten, aber es kommen daneben die verschiedensten Anordnungen vor, so ein Turm vor der Front, der eine Vorhalle bildet, in Ste. Sabine, ein Turm über dem ersten Joch des Hauptschiffes hinter der Vorhalle in Issy-l'évêque 12. Jahrh. und Rougemont 13. Jahrh., ein Turm über der Nordwestecke der Vorhalle in Donzy-le-Pré, zwei Türme über den Kreuzarmen des Querschiffes in Varzy, ein Turm über dem nördlichen Kreuzarme in Décize und endlich ein Turm südlich neben dem zweiten und dritten Joche des Langhauses in Clamecy, 15. und 16. Jahrh. Endlich fehlt zuweilen ein Turm überhaupt, und die Glocken sind in einem kleinen Giebelaufbau untergebracht (Fontenay, Pouilly-en-Auxois). Die Vierungstürme haben über dem Dachfirst bis zu drei Geschossen (Anzy-le-Duc, Abteikirche in Cluny, St. Marcel in Cluny, Chapaize). Die oberen Geschosse sind reichlicher durchbrochen als die unteren und zuweilen etwas zurückgesetzt (St. Laurent-en-Brionnais). Eigentliche Strebepfeiler finden sich in romanischer Zeit nur an den Fronttürmen und reichen auch nur bis unter das Glockengeschoß (Issy-l'évêque, Paray-le-Monial, Perrecy-les-Forges). Die Ecken der romanischen Vierungstürme sind zuweilen durch Lisenen verstärkt, die bis unter das Hauptgesims reichen und durch Rundbogenfriese miteinander verbunden sind (Chapaize, St. Marcel in Cluny, St. Hippolyte, La Vineuse, Anzy-le-Duc). Im Brionnais und einem Teil des Mâconnais sind die Türme häufig durch rein dekorative Halbsäulen oder Pilaster neben den Ecken und in der Mitte gegliedert (Châteauneuf, St. Julien-de-Jonzy, St. Laurent-en-Brionnais, Varennes-l'Arconce, Semur-en-Brionnais). Die große Mehrzahl der romanischen Türme ist jedoch nur durch sehr einfache wagerechte Gesimse gegliedert. Die achteckigen Vierungstürme der gotischen Zeit sind über den Vierungspfeilern mitunter von wirklichen Strebepfeilern (Plombières-les-Dijon, St. Philibert in Dijon) oder von runden Verstärkungstürmchen (Semur-en-Auxois, Auxonne) begleitet.

Die Form des Helmes ist im wesentlichen vom verwendeten Baustoff abhängig. Abgesehen von der Formgebung

sind die massiven Helme schon im 11. Jahrhundert (Bellenot, Thoisy-le-Desert) sehr steil, während bei Verwendung von Deckmitteln der Helm sehr flach ist. Die massiven Helme haben naturgemäß stets pyramidale Form (Bellenot, Thoisy-le-Désert, St. Nicolas in Beaune, La Vineuse, St. Marcel in Cluny), während bei Verwendung von Deckmitteln das einfache Walmdach zwischen zwei Giebeln die älteste Form zu sein scheint (Vic-des-Prés, Ste. Madeleine in Tournus, Quincey bei Nuits-sous-Beaune, Aigueperse, St. Emiland bei Autun u. a.). Flache Pyramiden in ursprünglicher Ausführung sind erhalten in Anzy-le-Duc, Iguerande, Semur-en-Brionnais und St. Bonnet-de-Cray. In gotischer Zeit werden diese Pyramiden etwas steiler. Die meisten nicht massiven Helme sind erneuert worden und haben aus praktischen Gründen eine steilere Dachneigung erhalten, als dem ursprünglichen Gepräge der Gebäude entspricht. Das flache Turmdach von Gourdon ist eine Ausnahme, die durch die Verwendung des Turmes als Wartturm entstanden ist.

Während im Inneren für die großen Bogenstellungen seit dem Ende des 12. Jahrhunderts der Spitzbogen allmählich den Rundbogen verdrängte, hat sich für die Tür- und Fensteröffnungen der Rundbogen sogar bis in das 14. Jahrhundert erhalten. Es ist daher unmöglich, aus der Form der Bogen das Alter der Gebäude bestimmen zu wollen. Die meisten Portale haben geraden Sturz mit einem Tympanonfeld darüber. Indessen finden sich schon im 11. Jahrhundert Portale ohne Tympanon, deren Sturz unmittelbar durch die Archivolten gebildet wird (Cosne 11. oder 12. Jahrh., Décize 12. Jahrh., Varzy 13. Jahrh., Ouges bei Dijon 13. Jahrh.). In Varzy und Ouges ist das Tympanon dreipaßförmig ausgeschnitten, während in Rouvres-en-plaine (13. Jahrh.) der Sturzbalken in der Mitte gerade und an den Ecken ausgerundet ist.

Das Tympanonfeld besteht bei kleineren Portalen aus einer Platte, die von Archivolten umrahmt ist. In diesem Falle ist dasselbe entweder glatt, mit einem einfachen Kreuz, oder endlich mit Bildwerken geschmückt. Besteht das Tympanonfeld aus einem zumeist rechteckigen Sturzbalken und einer Plattenfüllung darüber, so sind entweder beide Teile glatt, oder nur das obere Feld (Saulieu, Donzy-le-Pré), oder nur der Sturzbalken (Seitenportal Châteauneuf) oder endlich am häufigsten beide Teile verziert. Eine Ausnahme bildet das Hauptportal von Fontenay, an dem ein eigentlicher Sturzbalken fehlt, wodurch die Durchgangshöhe vergrößert wird. Bis über drei Meter lichter Weite wird der Sturz von einem Balken gebildet (Percy-les-Forges, vielleicht auch Donzy-le-Pré, 3,50 m, vielleicht sogar St. Laurent-l'abbaye, 4 m), während zum Teil schon bei geringerer Spannweite der Sturzbalken in der Mitte unterstützt wird (Saulieu, St. Thibault, Thalant bei Dijon, Rougemont).

Die ältesten Fenster sind sehr schmal, und ihre ab-geschrägte Leibung liegt fast ganz im Inneren, so daß sie äußerlich wenig hervortreten. Der Sturz wird aus einem Stein gebildet, der nach einem Rundbogen ausgeschnitten ist, oder er besteht aus vielen kleinen Wölbsteinen, deren innere und äußere Leibung halbkreisförmig ist. Derartige Fenster finden sich z. B. in Châteauneuf, Gourdon, Semelay, St. Bonnet-de-Cray und Varennes-l'Arconce. Das romanische Fenster hat jedoch am häufigsten innen und außen fast gleich tiefe Leibungen. Bei reicheren Anlagen liegen die Fenster in

Nischen, deren Bogen profiliert oder mit Perlen besetzt sind und auf Säulen ruhen. Solche Nischen können auch, abgesehen von den Blendarkaden der runden Apsiden, im Inneren liegen (La Charité, Querschiff von St. Laurent-en-Brionnais, Umgang von St. Révérien). In der Übergangszeit und selbst noch bei rein gotischen Bauwerken wird das einfache romanische Fenster häufig unverändert beibehalten, nur werden die Abmessungen bedeutender (Fontenay 12. Jahrh., Clamecy 13. Jahrh., Flavigny 13. Jahrh., Seitenschiffe in Varzy 13. Jahrh. und St. Seine, Nuits-sous-Beaune, Aignay-le-Duc, Ravières, Frolois, Rouvres-en-plaine). Das Maßwerkfenster hat in Burgund erst in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts weitere Verbreitung gefunden und ist bei den mittleren Bauwerken auf das zweiteilige Fenster beschränkt. Dreiteilige Fenster haben Varzy im Oberlichtgaden und vierteilige der Hauptchor von St. Thibault und die Hauptfassaden von Semur-en-Auxois und Auxonne u. a. Zuweilen sind die einfachen frühgotischen Fenster im 15. Jahrhundert mit Maßwerk versehen worden (St. Seine, Turm in Frolois). Von kleinen Rundfenstern macht die burgundische Schule häufigen Gebrauch; sie befinden sich entweder im Giebel der Hauptfassaden oder in den Abschlußwänden der Kreuzarme und des Chores oder in der Ostwand der Vierung über dem Choranschluß. Außerdem sind in Varzy zwei Rundfenster in der Fassade und je eins in den Türmen über den Seitenkapellen angebracht. An Stelle dieser Rundfenster sind in St. Seine, Auxonne (Querschiff), Thil-Châtel und La Bénissons-Dieu größere Rosen mit Maßwerkteilung angeordnet.

Die Schallöffnungen der Glockenstühle bestehen bei den älteren Türmen aus zwei kleinen Öffnungen auf jeder Seite, die teilweise gekuppelt und mittels Säulen gestützt sind (Bellenot, Thoisy-le-Désert, Issy-l'évêque, Gourdon). Diese Anordnung bleibt bei den kleinen und mittleren Kirchen bis ins 13. Jahrhundert hinein die gebräuchlichste, nur werden die Öffnungen allmählich größer (Semelay, St. Bonnet-de-Cray, St. Julien-de-Jonzy, Aignay-le-Duc, Nuits-sous-Beaune). Zwei gekuppelte Fenster auf jeder Seite haben Bretenièrre, Thil-Châtel, Iguerande, St. Pierre-le-Moutier, Vic-des-Prés und Gerland. Bei größeren Türmen verteilen sich die Öffnungen des Glockengeschosses auf zwei Geschosse, und zwar ist in diesem Falle in der Regel das obere stärker durchbrochen (St. Hippolyte, St. Laurent-en-Brionnais, Châteauneuf, Rougemont). Für die Schallübertragung sehr günstig ist die achteckige Turmform. Die Öffnungen dieser Türme bestehen aus je zwei gekuppelten Fenstern auf jeder Seite, die entweder eingeschossig (Semur-en-Brionnais, Semur-en-Auxois) oder zweigeschossig (St. Marcel in Cluny, Abteikirche in Cluny) oder sogar dreigeschossig (Anzy-le-Duc) angeordnet sind.

Das gesamte Detail der romanischen Zeit hat einen stark klassischen Zug. Die Kapitelle gehen auf das korinthische Kapitell zurück. Zwischen dem quadratischen Abakus und dem Kelch der Kapitelle ist fast stets als Übergang von der runden zur viereckigen Form ein eigenartiges Zwischenglied eingeschaltet. Dieses besteht aus einer niedrigen quadratischen Platte, die auf jeder Seite halbkreisförmig in der Weise ausgeschnitten ist, daß an den Ecken und in der Mitte kleine Stücke von der quadratischen Form stehen bleiben. Der Kelch besteht oft aus zwei Schichten, und der Astragal sitzt ebenso oft am Kapitell als

an dem Säulenschaft. Der Schmuck des Kelches ist sehr mannigfaltig. Es finden sich auf ihm geschichtliche Szenen, Bandverschlingungen und Blattwerk, welches letzteres seit Ende der romanischen Zeit fast ausschließlich verwendet wird und den klassischen Beispielen an Schönheit kaum nachsteht. Geometrische Verzierungen finden sich an den Kelchen nicht, und ebenfalls kommen Würfelkapitelle nur sehr selten vor (Donzy-le-Pré). Die spätromanischen Kapitelle der Schule von Charlieu sind besonders reich und durch feine Ausführung des Akanthusblattwerks und starke Unterschneidungen gekennzeichnet. In der Übergangszeit vereinfacht sich das oben gekennzeichnete Zwischenstück zwischen Abakus und Kelch, und der Blattüberfall geht allmählich in die Knospenform über. Das stilisierte Blattwerk wird nach und nach durch naturalistisches verdrängt. Für Burgund ist ein gotisches Kapitell kennzeichnend, das aus einem mit Knospen besetzten Kelch besteht, über dem an Stelle des Abakus ein Baldachin angeordnet ist (Semur-en-Auxois, St. Pierre-le-Moutier, Rougemont, Nôtre-Dame in Dijon). Im übrigen ist die Entwicklung des gotischen Kapitells in Burgund die gleiche wie in den übrigen Provinzen Frankreichs.

Die romanischen Basen sind in Burgund sehr verschieden, meistens jedoch steil profiliert und gehen zuweilen auf das jonische Profil zurück. Sie haben häufig reiches Ornament, das aus Eierstäben, Perlen, Blattwerk, menschlichen Figuren und sogar geschichtlichen Szenen besteht. In gotischer Zeit wird ausschließlich das attische Profil verwendet, das durch Eckblätter und sonstiges Beiwerk gegen Beschädigung geschützt wird. Die Eckblätter haben sich in Burgund bis in die Renaissancezeit gehalten.

Die Säulenschäfte sind, wenn sie mit anderen Bauteilen zusammengearbeitet sind, stets unverjüngt, während sie als freistehende Säulen mit wenigen Ausnahmen Verjüngung haben. Die Säulenschäfte sind niemals kanneliert, dagegen nicht selten mit geometrischen Ornamenten besetzt, z. B. Saulieu und Semur-en-Brionnais. Die Pilaster sind fast stets kanneliert oder auch seltener mit reichen Ornamenten versehen.

Die wagerechten Gesimse laufen fast stets um die Wandvorsprünge herum, was für Burgund sehr bezeichnend ist. Das Profil der Gesimse besteht häufig aus einer einfachen Sima und ist zuweilen mit Perlen, Zahnschnitt, Eierstäben und sonstigem Ornament, das der klassischen Kunst entlehnt ist, geschmückt. Die Traufgesimse am Äußeren sind in der Regel einfache Plattengesimse auf verzierten Kragsteinen. Diese Kragsteine nehmen in gotischer Zeit eine sehr eigen-

artige Form an. Im Grundriß ist die linke und die rechte Ecke jedes Kragsteins nach einem Viertelkreise ausgekehlt, einen Steg zwischen sich lassend. Da die Kragsteine ohne Zwischenraum unmittelbar nebeneinander gesetzt sind, schließen sich je zwei benachbarte Viertelkreise zu einem Halbkreise zusammen, so daß nun Halbkreis und Steg abwechseln. Im Aufriß laden die Kragsteine nach einem Viertelkreis aus, der bei älteren Bauwerken konvex (Nuits-sous-Beaune) und bei jüngeren konkav ist (Pouilly-en-Auxois). Die letzteren Kragsteine haben auf der unteren Ansichtsseite in der Mitte einen Grat.

Die Arkaden- und Gurtbögen sind in romanischer Zeit in der Regel nicht profiliert oder haben allenfalls in der oberen Schicht ein einfaches Profil. Diese einfachen Formen werden in frühgotischer Zeit noch lange beibehalten. Für die ausgesprochen gotischen Profile, die im allgemeinen dieselbe Entwicklung wie im übrigen Frankreich nehmen, ist die Vorliebe der burgundischen Architekten für krumme Linien hervorzuheben.

Bei den Bildhauerwerken des behandelten Gebietes lassen sich drei Schulen unterscheiden. Das nördliche Gebiet verwendet, wohl von Citeaux beeinflusst, Bildwerke und Reliefs sehr spärlich, wenn man von einigen größeren Bauwerken absieht. Für das mittlere Gebiet ist die Schule von Vézelay und Autun maßgebend, deren Figuren streng stilisiert und ohne viel Rücksicht auf die richtigen Verhältnisse jedesmal dem vorhandenen Platze, den sie ausfüllen, angepaßt sind. Endlich ist im südlichen Teile Charlieu und Cluny der Ausgangspunkt einer reiferen Schule, die reiche Bewegungen, richtige Verhältnisse und feinste Durchführung hat. Näher auf dieses Gebiet einzugehen, würde über den Rahmen dieser Abhandlung hinausgehen.

#### Quellennachweis.

- Enlart, Manuel d'archéologie française. Paris 1902.  
 Derselbe, Origines françaises de l'architecture gothique en Italie. Paris 1894.  
 Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI<sup>ème</sup> au XVI<sup>ème</sup> siècle. 1854—1869.  
 Archives de la Commission des Monuments historiques publiés sous le patronage de l'administration des beaux arts. Paris.  
 Dehio und von Bezold, Die kirchliche Baukunst des Abendlandes. Stuttgart 1901.  
 Jean Virey, L'architecture romane dans l'ancien diocèse de Mâcon. Paris 1892.  
 F. Thiollier, L'art roman à Charlieu et en Brionnais. Montbrison 1892.  
 M. Courtépée, Description générale et particulière du Duché de Bourgogne, deuxième édition. Dijon 1847.  
 Guides-Joanne, France, Bourgogne et Morvan. Paris 1895.

## Der Nil als Kulturträger in alter und neuer Zeit.

Von Paul Gerhardt,\*) Geheimer Oberbaurat.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Der reiche Segen der ägyptischen Felder, die blühende Kultur des Pharaonenlandes waren von alters her abhängig von den Wassermassen, welche der Nil alljährlich gegen Sommerende in das Land führte. Dankbar wurde dies von den alten Ägyptern anerkannt. Wenn der alte historische Nilpegel auf der Insel Rôda bei Kairo einen Wasserstand

von 16 Dirâ nach altarabischem Maß zeigte, dann wurde der Damm in Fum el Chalig, dem alten Stadtgraben in Kairo, mit festlichem Gepränge durchstoßen. Denn dann hatte der Nil den erwünschten und für das Landeswohl notwendigen hohen Stand erreicht.

Der alte Stadtgraben ist längst verschüttet, ein Deich wird nicht mehr durchstoßen; aber das alte Wasserfest ist

\*) Vortrag, gehalten im Ministerium der öffentl. Arb. in Berlin.



geblieben, die Freude über den hohen Nilstand herrscht im Lande nach wie vor. Und das mit gutem Grund. Denn heut ist der Nil Kulturträger des Landes mehr als früher. Dank der in den letzten Jahrzehnten eingeführten überaus geschickten Benutzung des Nilwassers haben die Ergiebigkeit des Bodens und der Wert der Ernten so zugenommen, daß der Wohlstand des Landes eine früher nie geahnte Höhe erreicht hat. Diese Zustände und ihre Ursachen werden in den Berichten geschildert, welche der Regierungsbaumeister Tholens, der im Jahre 1909 dem Generalkonsulat in Kairo beigegeben war, erstattet hat. Sie haben den folgenden Ausführungen vornehmlich als Grundlage gedient.

Das Wachstum des Nils vollzieht sich in der heißesten Jahreszeit, in den Monaten August und September. Wenn andere Flüsse nur wenig Wasser führen oder ganz versiegen, schwillt der Nil höher und höher. Sein Wasserreichtum nimmt ständig zu, trotzdem er durch die brennende Sahara fließt und auf diesem Wege weder von rechts noch von links Zuflüsse erhält. Diese Erscheinung ist lange ein ungelöstes Rätsel geblieben. Vor den Kriegszügen Alexanders des Großen glaubte man, daß der Nil und der Indus im Zusammenhange stünden und daß beide ihr Wasser aus den Gletschern Asiens bezögen. Erst die Fahrten Alexanders nach Persien und Ägypten legten die Unmöglichkeit dieser Annahme dar. Auf Anregung des Aristoteles sandte Alexander Boten zur Erforschung der Nilquellen stromaufwärts nach Äthiopien. Diese berichteten von großen Regenmassen, die im Sommer dort oben im Quellgebiet des Nils fallen, und bestätigten so die Annahme des Aristoteles, daß die Flutmengen des Nils aus hochgelegenen Gebieten Abessiniens herrührten. „Die Nilflut ist kein Problem mehr“, rief der Gelehrte.

Aber noch Jahrhunderte vergingen, bis der Nil und sein weitverzweigtes Flußgebiet vollständig erforscht und die Ursachen des regelmäßigen Steigens und Fallens genau erkannt wurden. Erst im Jahre 1862 stellten die Engländer Speke und Grant auf einer Reise von der Ostküste Afrikas aus fest, daß der Viktoria-Nianza der wahre Quellsee des Nils sei, und Sir Samuel Baker entdeckte im Jahre 1863, den Nil aufwärts fahrend, den Albert-Nianza. Als weit entlegenster Zufluß, also als Quellfluß des Nils, wurde später der auf deutschem Gebiet fließende Kagera erkannt. Er entspringt, wie die Übersichtskarte (Abb. 1) zeigt, in der Nähe des Tanganyika-Sees ungefähr 4° südlich vom Äquator und mündet nach einem Lauf von 600 km in den Viktoria-See. Am Nordende dieses Sees, bei den Riponfällen, verläßt der Wasserlauf den See, berührt den Albert-Nianza und tritt dann bei Bor in ein 600 km langes Sumpfland, das Suddgebiet. Unterhalb dieses Gebiets führt er den Namen Weißer Nil und nimmt von der rechten Seite den Sobat, später den Blauen Nil und den Atbara auf. Diese drei Nebenflüsse sind von hervorragender Bedeutung für die Wasserführung des Nils. Sie entspringen sämtlich auf dem Hochlande von Abessinien und haben alle drei die gleiche Richtung von Südosten nach Nordwesten. Unterhalb der Einmündung des Blauen Nils bei Khartum durchschneidet der Fluß ein felsiges Gebiet und bildet bis Assuan sechs große Katarakte. Er durchfließt Ägypten und mündet am Delta mit dem Rosetta- und Damietta-Arm in das Meer. Die Gesamtlänge des Nils

beträgt 6350 km. Wie groß diese Länge ist, erhellt aus der vergleichenden Übersicht einiger Flüsse, die auf Abb. 1 in Linien dargestellt ist. Rhein und Weser bleiben weit hinter dem Nil zurück. Sogar die Länge des Amazonasstromes wird um 780 km übertroffen. Nur Mississippi und Missouri zusammen gerechnet, ergeben eine größere Länge als der Nil. Eine Vorstellung von dem Umfang des Niederschlags-

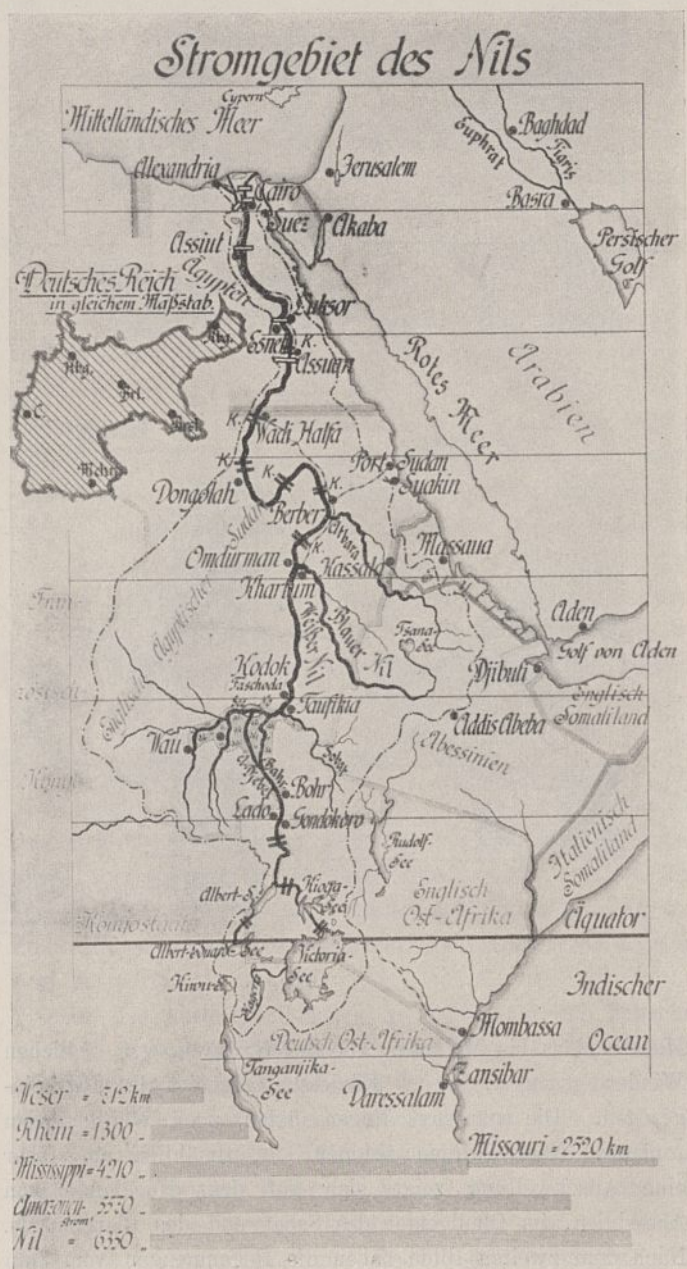


Abb. 1.

gebiets gibt ein Vergleich mit der Karte Deutschlands, die in demselben Maßstabe aufgetragen wurde.

Die Ursachen für das Steigen und Fallen des Nils sind durch die in neuerer Zeit ausgeführten meteorologischen Untersuchungen und Regenmessungen, die sich über den Sudan, Abessinien, Britisch- und Deutsch-Ostafrika und Zentralafrika erstrecken, festgelegt worden. Es wurde auf wissenschaftlicher Grundlage die Annahme des Aristoteles bestätigt, daß die Nilflut durch die tropischen Regen erzeugt wird, die vom Mai bis Oktober auf dem Hochlande Abessiniens fallen.

Die Verteilung der Regenmengen im Osten Afrikas zeigt Abb. 2. Das erste Bild stellt den Regenfall während der



aber die Anschwellung, welche demnächst der Blaue Nil bei Khartum erzeugt. Sie ist so groß, daß sie durch den Zufluß des Atbara nach den Messungen bei Berber nur noch wenig verstärkt wird. Sie hält an bis Assuan, durchzieht Ägypten und tritt auch im Delta bei Kairo auf.

Die Einwirkung der Zuflüsse auf diesen Wasserschatz zeigen die darunter dargestellten Kurven. Der Blaue Nil — dargestellt durch die punktierte Linie — schwillt im Juli und August, wenn die Regenzeit in Abessinien herrscht, hoch an; er erreicht im September die stärkste Wasserführung mit 8500 cbm in der Sekunde. Der Atbara hat im August sein Maximum und ist vom Oktober an vollständig trocken. Ganz abweichend verhält sich aber der Weiße Nil: Er führt im Mai und Juni, unterstützt vom Sobat, noch geringe Wassermengen. Dann aber schwillt sein Nebenbuhler, der Blaue Nil, so mächtig an, daß der Abfluß des Weißen Nils aufgehalten wird. Der Blaue Nil dringt in den Weißen Nil, bildet oberhalb Khartums einen großen See und drängt den Weißen Nil zurück — das Fallen der gestrichelten Kurve zeigt dies an. Aber im Oktober, wenn Atbara und Blauer Nil sinken, schwillt der Weiße Nil an, vom November ab führt er mehr Wasser als der Blaue Nil; die gestrichelte Linie bleibt in unserer Darstellung über der punktierten. Hieraus ergibt sich: Der Blaue Nil und der Atbara erzeugen die Flut, der Weiße Nil verhindert durch seinen stetigen Zufluß das Austrocknen des Stromes.

Das Zusammenwirken der drei Flüsse drückt sich auch in der Färbung des Nilwassers aus. Zu Anfang des Jahres

hat das Wasser eine gelblichbraune Farbe. Bei Beginn des Hochwassers im Juni wird das Wasser grün, bleibt so einige Wochen und nimmt dann einen unangenehmen Geruch an: es sind die chlorophyllhaltigen Algen, die in großen Mengen den Weißen Nil herabkommen und in Fäulnis übergehen. Im Juli beginnt das Nilwasser sich rot zu färben. Das ist die große, mit Dungstoffen reich durchsetzte Flut, welche den Blauen Nil und den Atbara aus dem Hochlande von Abessinien herabkommt. Sie ist Mitte Juli in Assuan und Ende Juli in Kairo. Diese Färbung ist dem Fellachen willkommen. Begierig trinkt er das rote Wasser, denn er meint, was seinen Pflanzen gut ist, das muß auch für ihn selbst gesund sein. Ende Oktober läßt mit der Flut auch die rote Farbe nach. Das Wasser des Weißen Nils gewinnt die Oberhand. Der Nil nimmt wieder seine übliche schmutzig gelblichbraune und graue Farbe an.

Auf der Grundlage dieses regelmäßigen Steigens und Fallens bauten die alten Ägypter ihr Bewässerungsverfahren. Sie faßten den Strom durch Dämme ein und führten vom Ufer andere Dämme senkrecht zum Fluß nach der Wüste zu, so daß das Land in große Abschnitte, Becken, eingeteilt wurde. Da das kulturfähige Land in Ägypten sich nur als ein schmaler Landstreifen längs des Flusses zwischen lybischer und arabischer Wüste hinzieht, so ließ sich diese Teilung leicht ausführen. War das Tal sehr eng, so wurden die Becken klein, etwa 1000 ha groß; war es breiter, so wurden die Becken größer, bis 10 000 ha. Alsdann wurden Kanäle gegraben, die das Wasser vom Nil ableiteten und nach den eingedeichten Flächen führten. Die Kanäle füllten die Becken etwa 1 bis 2 m hoch und wurden, sobald die erforderliche Höhe erreicht war, an der Einlaufstelle zugehämmert. Das Wasser kam in den Becken zur Ruhe, setzte seine Sinkstoffe ab und durchtränkte den Boden. Wenn später der Nil fiel, wurde die Durchdämmung im Zuflußgraben wieder beseitigt, und das Wasser strömte nach dem Nil zurück.

In den zurückgebliebenen Schlamm säte der Fellache Weizen, Gerste, Mais, Erbsen, Bohnen, Klee und dergleichen. Während des milden ägyptischen Winters wurden diese reif, ohne weiter Wasser zu beanspruchen, und nach zwei bis drei Monaten, etwa im März oder April, konnte die Ernte beginnen. Für den Rest des Jahres blieb der Boden im Brande der Sonne unbenutzt liegen. Er war, da Regen fehlte, zu trocken, um weiter Frucht hervorzubringen. Infolge dieses sehr einfachen Bewässerungsverfahrens ist der Boden im Beckenland Ägyptens heute noch ebenso fruchtbar wie vor 7000 Jahren. Auch die Griechen und Römer, Araber und Türken, die in der Herrschaft des Landes folgten, sind von der Beckenwirtschaft nicht abgewichen. Sie ist noch immer in Ägypten, vornehmlich in Oberägypten, üblich. Nur hat man jetzt an den Mündungsstellen der Gräben, da, wo früher Dämme geschüttet wurden, Einlaßschleusen erbaut, und man hat für das Ablassen des Wassers die tiefsten Stellen der Becken aufgesucht und hier andere, Auslaßschleusen, angelegt.

Aber der spekulative Sinn der alten Bewohner hatte gefunden, daß nach dem Zurücktreten des Nils viel Wasser im Boden zurückgeblieben war, welches leicht gehoben werden konnte. Man tat dies mit einfachen Mitteln, mit Schöpf-

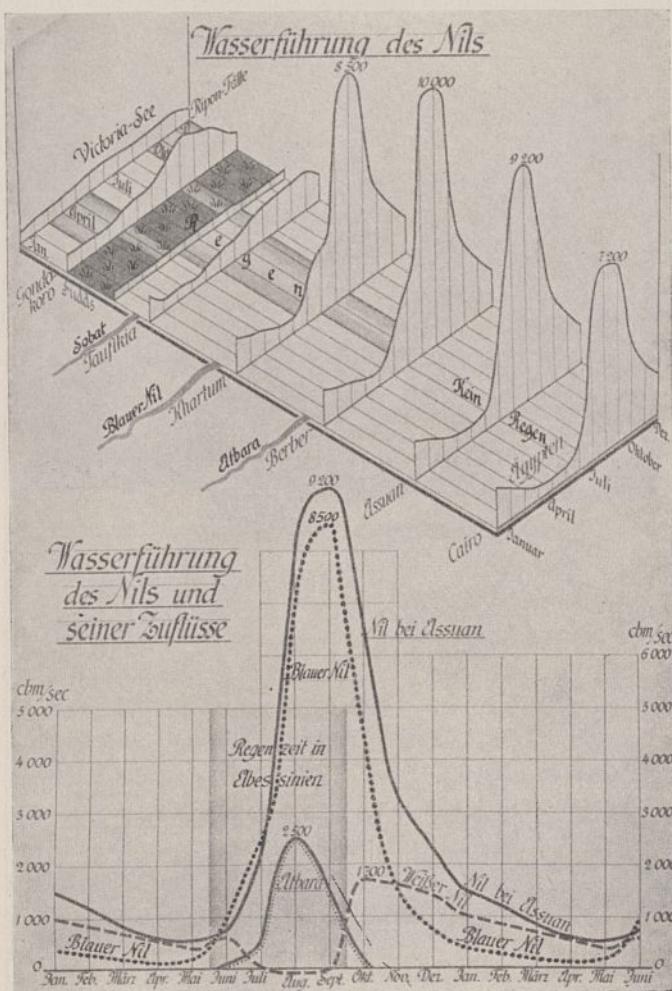


Abb. 4.

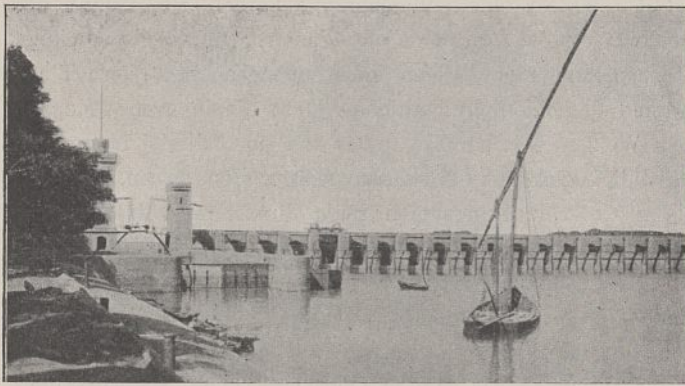


Abb. 5. Deltawehr im Rosettaarm.

rädern, die man Sakijen, oder Schöpfeimern, die man Schafufs nannte. Da, wo dies geschah, konnte auch im Sommer Frucht gebaut werden, so daß man eine zweite Ernte gewann.

Diese alte einfache Art der Befeuchtung durch Schöpfwerke ist das Bindeglied mit einem neuen höchst erfolgreichen Bewässerungsverfahren, der dauernden Bewässerung. Sie wurde durch Muhamet Ali, dem Begründer der jetzigen Dynastie, eingeführt. Er ließ im Jahre 1843 den Bau eines Stauwerkes an der Deltaspitze beginnen, um das Nilwasser zu heben. Das Werk war aber so schlecht gegründet, daß es erst nach wiederholten Umbauten 1901 betriebssicher genug wurde. Abb. 5 stellt das Deltawehr im Rosettaarm dar. Es staut das Wasser um 6 m. Abb. 6 zeigt die Abzweigung des Menufia-Kanals, des Kanals, der unter Benutzung dieses Stauwerkes das Land zwischen den beiden großen Deltaarmen bewässert.

Unter der englischen Verwaltung wurde die dauernde Bewässerung zu ihrer jetzigen Bedeutung ausgedehnt und vervollkommen. Sie hat ermöglicht, den Boden in viel wirksamerer Weise als bisher auszunutzen, und hat dazu geführt, daß Ägypten, welches jahrtausendlang Körnerfrüchte und Gemüse hervorgebracht hat, ohne seine Bodenkräfte zu erschöpfen, ein Land für Baumwolle geworden ist, und zwar der besten Baumwolle der Welt. Vorbedingung für den Baumwollbau ist aber die dauernde Bewässerung. Sie verlangt Kanäle, die das ganze Jahr hindurch Wasser führen und namentlich im Vorsommer den Boden tränken. Der Nil aber hat seine größte Wassermenge zur Flutzeit im September und Oktober, überschüssiges Wasser noch im Winter, aber sehr wenig Wasser im Sommer, wo die Baumwollpflanzen in vollem Wachstum sind. Die dauernde Bewässerung erfordert am meisten Wasser zur Flutzeit, wo der Nil hoch ist, reichliche Wassermengen im Sommer, wo der Nil am wenigsten hat, aber sehr wenig Wasser im Winter. Die Aufgabe der Wasserbauingenieure war daher, das Winterwasser des Nils zurückzuhalten und es für den Sommerbedarf des Landes aufzuspeichern.

Diesem Zwecke dienen die in den letzten Jahren ausgeführten großen Bauten im Niltal, in erster Linie der Staudamm von Assuan (Abb. 7). Ein kühnes Werk. Es durchschneidet das Niltal in seiner vollen Breite von 1950 m mit einer jetzt 21,50, künftig 26,50 m hohen Mauer. Sie ist mit breitem Fuß fest auf dem gewachsenen Granit gegründet und enthält in der Höhe der Nilsohle 180 Öffnungen von 2 m Breite und 3,50 bis 7 m Höhe. Sind diese Öffnungen

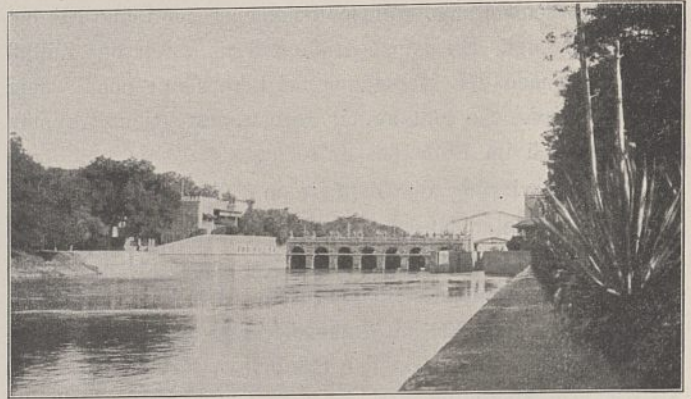


Abb. 6. Abzweigung des Menufia-Kanals.

geschlossen, so wird der Nil hoch angestaut. Es werden dann 1000 Millionen cbm Wasser aufgespeichert. Das Werk wurde 1898 begonnen und 1902 vollendet. Es hat fast 49 Millionen Mark gekostet.

Die Größe der Öffnungen ist so bemessen, daß die höchsten Nilfluten ohne Einschränkung abfließen können. Da die Öffnungen nahe der Nilsohle liegen, so werden alle Sinkstoffe des Flusses mitgeführt, und es wird vermieden, daß sich das Staubecken durch Absetzen der Schlammassen verkleinert oder die Sinkstoffe der Befruchtung des Landes entzogen werden. Sonach ist während der großen Nilflut der Staudamm außer Wirksamkeit. Er kommt erst dann zur Geltung, wenn das rote Wasser sich verlaufen hat, die Flut sinkt, der Nil die gewöhnliche schmutzig gelblichbraune Farbe angenommen hat. Dann werden die Schützen im Assuan-Damm nach und nach geschlossen, und das Becken

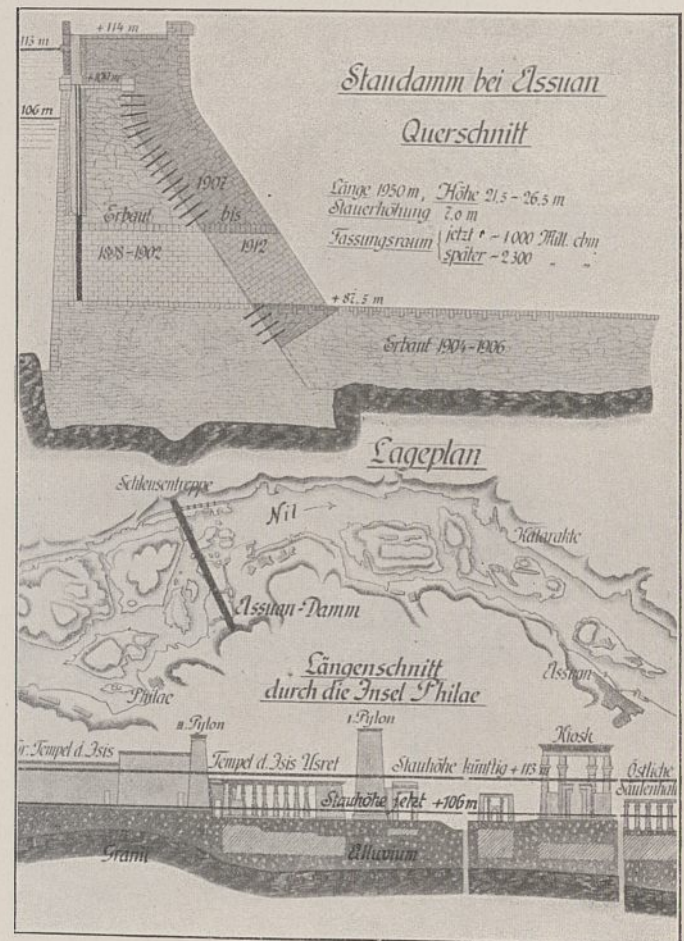


Abb. 7.

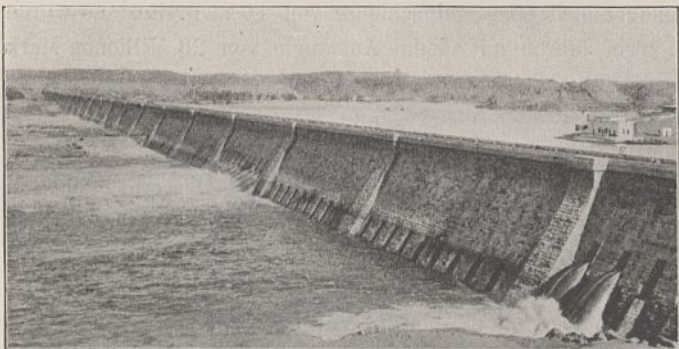


Abb. 8. Der Damm von Assuan. Blick nach dem Unterwasser.

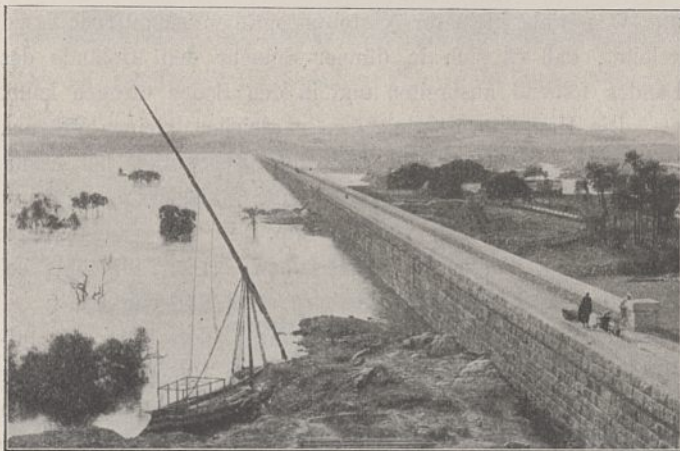


Abb. 9. Der Damm von Assuan. Blick auf das Staubecken.



Abb. 10. Verstärkungsarbeiten am Assuandamm.

füllt sich. Dies geschieht in den Monaten November, Dezember und Januar. Wenn dann einige Monate später der Nil nicht mehr so viel Wasser führt, wie die Pflanzen zur guten Entwicklung gebrauchen, so wird der Wasservorrat in Anspruch genommen, erst langsam durch Ziehen einiger Schützen etwa Anfang April, später der übrigen, so daß Ende Juli der Wasservorrat erschöpft, das Becken leer ist. Abb. 9 zeigt den Damm von Assuan und das Staubecken. Der Wasserspiegel hat aber noch nicht die volle Höhe erreicht. In Abb. 8 sehen wir den Damm vom Unterwasser aus. Das Becken ist gefüllt und das zur Bewässerung erforderliche Wasser wird durch den Damm abgelassen. Wie die Darstellung zeigt, sind nicht alle Schützen geöffnet,

sondern nur gerade so viel, wie zum Durchlassen des nötigen Wassers gebraucht werden.

Es kommt vor, daß das Wasser für die Bedürfnisse nicht ausreicht. Dann muß eine Sharaki-Verfügung erlassen werden, d. h. es wird angeordnet, daß bestimmte Landflächen der höheren Gebiete von der Sommerbewässerung ausgeschlossen werden. In diesem sogenannten Sharakilande können sich die Besitzer dann nur durch Aufpumpen des Grundwassers helfen. Um den Erlaß solcher Zwangsverfügungen beschränken, auch die Baumwollfelder durch Erweiterung der dauernden Bewässerung vergrößern zu können, ist man gegenwärtig mit einer Erhöhung des Assuandammes beschäftigt. Abb. 10 zeigt die Ausführung der Arbeiten; in Abb. 7 ist die Erhöhung und Verstärkung des Dammes angegeben. Dadurch wird der Wasserspiegel um 7 m gehoben und der Wasservorrat von 1000 Millionen cbm auf 2300 Millionen cbm gebracht. Diese Arbeiten sollen 1912 vollendet sein. Sie werden etwa 30 Millionen Mark kosten, so daß die Gesamtkosten des Dammes dann 79 Millionen Mark betragen werden.

Es war der Plan der englischen Ingenieure, den Damm zu Assuan von vornherein, schon im Jahre 1898, in größerer Höhe auszuführen. Aber da die oberhalb des Dammes befindliche Insel Philae (vgl. den Lageplan auf Abb. 7) mit ihren reizvollen Tempelruinen hierdurch überstaut werden würde, und die Kunstfreunde aller Kulturländer dagegen auf das lebhafteste Einspruch erhoben, so sah man von der größeren Stauhöhe ab und begnügte sich mit dem geringeren Maß. Jetzt aber haben sich die Vorteile und Segnungen, die dem Lande zur Sommerzeit aus dem angesammelten Wasservorrat erwachsen, so groß erwiesen, sie machen sich im ganzen Lande so fühlbar, daß man glaubt, die Erhöhung des Dammes nicht mehr entbehren zu können, zumal alle Versuche, die erforderliche Wassermenge an anderen Stellen aufzuspeichern, sich als nicht zweckmäßig oder unausführbar erwiesen haben. Nach dem Urteil der maßgebenden Männer würde es nicht zu rechtfertigen sein, das zukünftige Wohl des ägyptischen Volkes zu opfern, um die Tempelruinen vor der Überflutung zu bewahren. Nun ist schon jetzt die Stauhöhe des Nildammes nicht ohne nachteiligen Einfluß auf die Tempelruinen. Unsere Abb. 13 gibt eine Vorstellung von der Insel Philae vor der Füllung des Assuanbeckens. Im Vordergrund sind die Kolonnaden und die beiden ersten großen Pylonen sichtbar, rechts am Rande der Insel der Tempel des Trajan, der Kiosk. Die Abb. 14 zeigt die Insel während der Überschwemmung. Das Wasser hat noch nicht die größte Höhe erreicht. Wie aber der Längenschnitt durch die Insel auf Abb. 7 zeigt, werden auch bei der jetzt möglichen Füllung des Assuanbeckens alle Bauwerke mehr oder weniger tief unter Wasser gesetzt. Die Fundamente freilich werden durch diese Überstauung nicht leiden, sie würden auch eine höhere Wasserschicht ertragen können, denn die englische Verwaltung hat nach unserer Darstellung umfangreiche Gründungsarbeiten fast bei allen Tempeln ausführen lassen. Aber in welchem Maße das Wasser künftig, wenn die Überstauung um 7 m erhöht wird, an den Außenseiten der Sandsteinmauern wirken wird, wie lange die Inschriften und Bildwerke dem Wechsel von Naß und Trocken, den Wirkungen der auswitternden Salze und dem Lecken

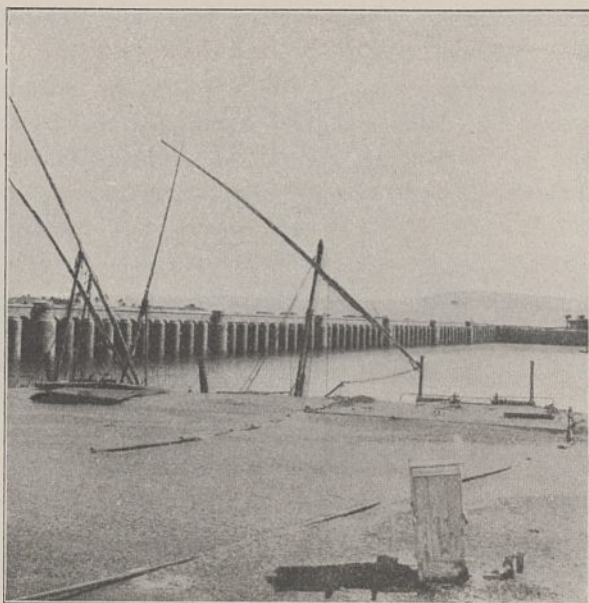


Abb. 11. Wehr von Esneh.

der Wellen widerstehen werden, muß die Zeit lehren. Nach Abb. 15 haben schon die bisher ausgeführten jährlichen Überschwemmungen ihre Spuren in schwarzen Bändern am Kiosk, den beiden Pylonen und an allen übrigen Werken hinterlassen. Später, nach der Erhöhung des Assuandammes, nach 1912, wird das Wasser bis zu der Linie ansteigen, die auf Abb. 15 unter den Kapitellen angegeben ist. Von den Bauwerken der Insel werden dann nur noch die beiden Pylonen, der Große Tempel der Isis und der Tempel des Trajan (der Kiosk) wenig aus dem Wasser emporragen. Alle übrigen Werke werden unter dem Wasserspiegel verschwunden sein. Mit einem Boot wird man über sie hinwegfahren können.

Unterhalb des Assuandammes sind noch andere Werke im Nil erbaut worden, nämlich Wehre bei Esneh, Assiut, an der Deltaspitze und bei Zifta. Die Werke haben einen anderen Zweck als der Damm von Assuan. Während dieser zur Aufspeicherung der Wassermengen dient, also als Talsperre wirkt, sollen die Wehre nur den Wasserspiegel im Fluß heben und zwar soweit heben, daß das Wasser in seitlich neu angelegte Bewässerungskanäle dringen kann. Diese Seitenkanäle liegen hoch genug, um alles bewässerbare Land zu beherrschen. Das älteste unter diesen Wehren ist das Werk an der Deltaspitze bei der Gabelung des Rosetta- und Damietta-Armes. Die Wehre bei Assiut und bei Zifta sind im Jahre 1902 zusammen mit dem Assuandamm fertig geworden. Das Wehr von Esneh, das südlichste, ist ganz neu und erst im Frühjahr 1909 dem Betriebe übergeben. Abb. 12 erläutert die Bauweise. Abb. 11 zeigt das Wehr vom rechten Ufer des Oberwassers aus. Es ist ebenso gebaut wie die anderen Nilstauwerke bei Assiut und Zifta.

Auf durchgehender Betonplatte sind in Abständen von 5 m Pfeiler errichtet, die durch Bogen verbunden sind. In den so geschaffenen Öffnungen befinden sich Schützen, die durch Winden gehoben und gesenkt werden können. Die Anstauung erfolgt bis zur Höhe 77 m, das Hochwasser erreicht 82,50 m Höhe. Das Bauwerk hat bei 862 m Länge 120 derartige Öffnungen. An der Westseite

befindet sich eine Schiffschleuse von 16 m Breite. Es wurde in zwei Jahren mit einem Aufwande von 20 Millionen Mark hergestellt. Bewässerungskanäle führen oberhalb des Wehres auf beiden Seiten das gestaute Wasser auf das Land (siehe den Lageplan in Abb. 12).

Im Zusammenhange mit diesen Werken ermöglicht ein ausgedehntes Kanalnetz die dauernde Bewässerung. Das ganze Land gewinnt jetzt ein anderes Aussehen. Während bei der Beckenbewässerung der Nil zur Flutzeit die Länder weithin überschwemmte, große Seen bildete, aus denen nur die hochgelegenen Dörfer, die Palmenwälder und die Deiche hervorragten, wird bei der dauernden Bewässerung das Wasser in Kanälen und zwischen Dämmen zusammengehalten und vermittels kleinerer Verteilungsgräben so auf das Land geleitet, daß es sich in dünner Schicht dem Gelände des Landes folgend ausbreiten und in den Boden dringen kann.

Die Hauptbewässerungskanäle gleichen kleinen Flüssen. Der größte Kanal, der oberhalb des Stauwerkes bei Assiut abzweigende Ibrahamia-Kanal hat eine Sohlenbreite von 50 m und eine Gesamtlänge von 318 km. Er führt zur Flutzeit bis 700 cbm Wasser in der Sekunde. (Die Elbe führt bei M.W. in der Nähe von Lauenburg etwa 640 cbm.)

Und nun zu den Erfolgen! Nach der Höhe der aufgewendeten Kosten — sie haben bis jetzt 400 Millionen Mark betragen — dürfen wir Großes erwarten. Unsere Erwartungen werden übertroffen. In erster Linie sind die früher sehr

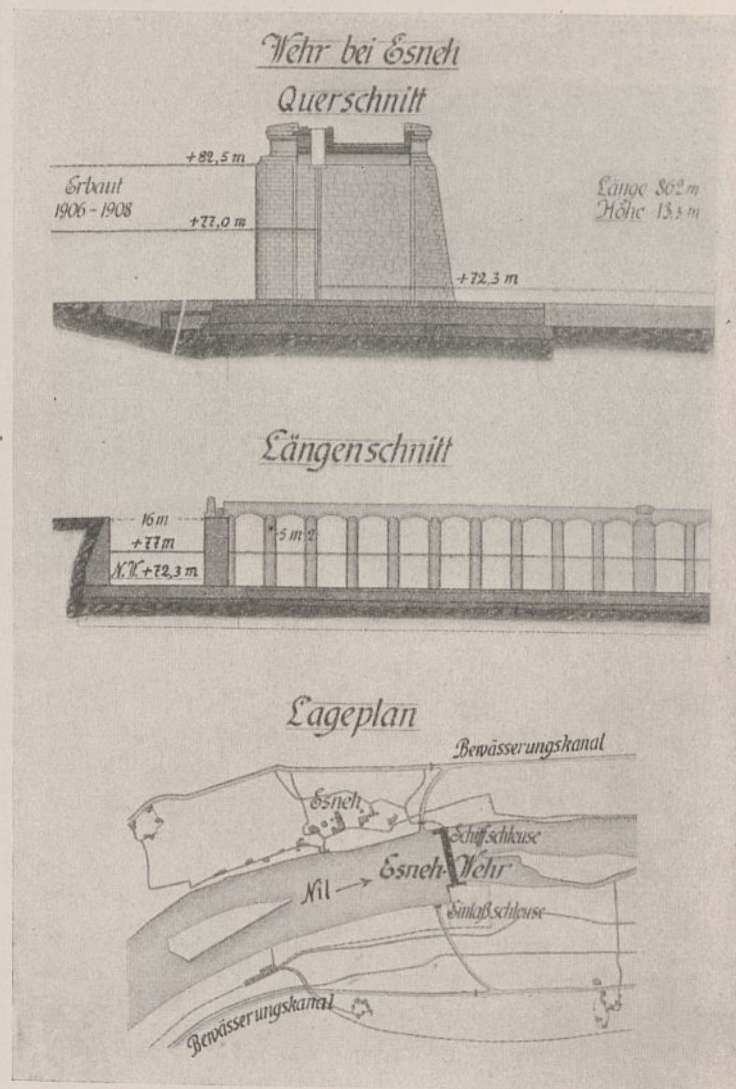


Abb. 12.

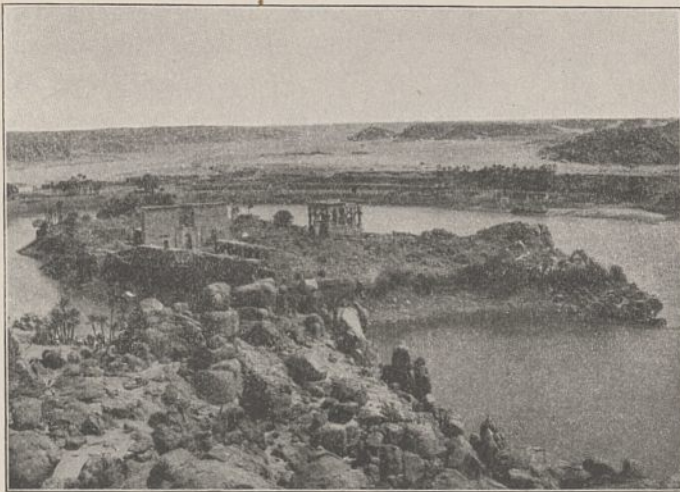


Abb. 13. Die Tempel von Philae vor Füllung des Sammelbeckens.

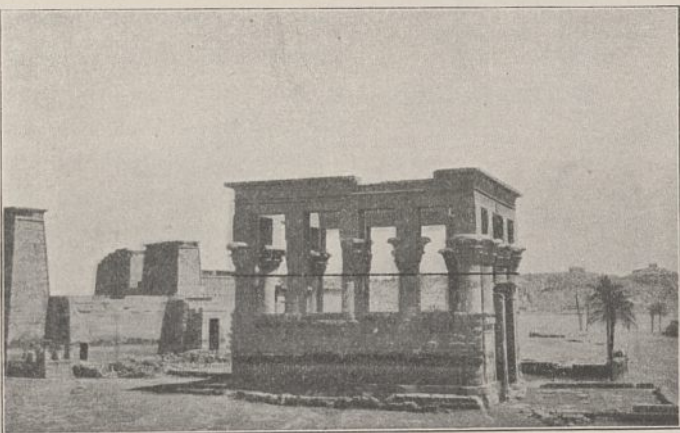


Abb. 15. Tempel des Trajan (der Kiosk) auf Philae.

gefürchteten Folgen niedriger Nilfluten beseitigt. Wenn in früheren Jahren der Nil nicht hoch genug gestiegen war, so blieben die Ländereien unbewässert, Korn konnte nicht gebaut werden, Hungersnot und großes Sterben waren die Folgen.

Die niedrigen Zahlen am alten Nilpegel der Insel Roda bei Kairo wurden daher von den Arabern die „Engel des Todes“ genannt. Heute haben diese Zahlen ihre Schrecken verloren. Unsere Abb. 16 zeigt, wie wenig gefährlich die trockenen Jahre jetzt in Ägypten sind. Die vier Jahre 1877, 1888, 1899 und 1907 waren solche Todesjahre mit niedrigen Nilfluten. Die höchsten Wasserstände blieben bis 1,60 m unter der mittleren Fluthöhe. Aber während noch 1877 die nicht bewässerten Landflächen 317 000 ha umfaßten, haben diese Flächen nach und nach abgenommen und 1907 nur noch 33 600 ha, d. i. nur den zehnten Teil des früheren Umfanges, betragen: die Todesengel haben ihre Schrecken eingebüßt.

Aber die so gewonnene Sicherheit der Bestellung ist nicht der einzige Vorteil. Die Bestellung ist auch ergiebiger und bequemer geworden, als sie früher war. Während der Fellache früher nur einmal im Jahre, im Winter nach der größten Flut, sein Feld bebaute oder — um mehr zu erzielen — durch harte Arbeit das Wasser aus dem Nil oder aus Brunnen heben mußte, fließt es ihm jetzt von selbst zu, und er hat nur das Wasser von einem Acker auf den anderen, von einer Rille in die andere zu leiten. Während

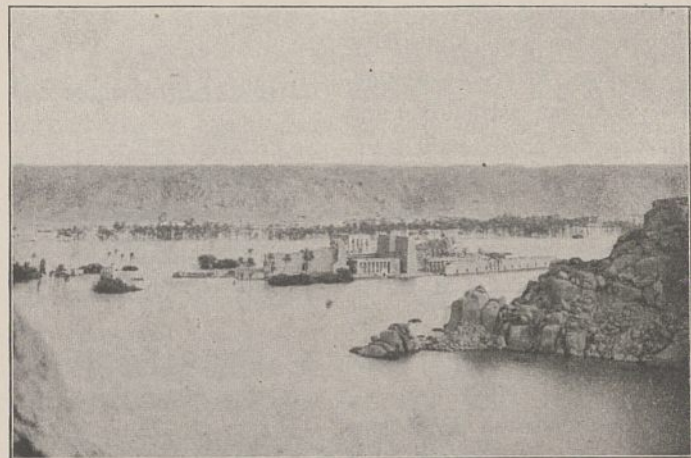


Abb. 14. Die Tempel von Philae nach Füllung des Sammelbeckens.

der Boden früher nur im Winter Körnerfrüchte, Gemüse und Klee trug und während des Sommers im Brande der sengenden Sonne dörnte, trägt er jetzt während des ganzen Jahres im Sommer und im Winter Frucht. Die ergiebigste Sommerfrucht, die Baumwolle, kann jedes dritte Jahr gewonnen werden.

Daß bei einer so intensiven Bewirtschaftung der Wert des Bodens steigt, liegt auf der Hand. Ein Beispiel aus Mittelägypten wird dies näher zeigen. Es ist hier — die Arbeiten sind im vergangenen Jahre zum Abschluß gekommen — eine Fläche von 170 000 ha guten Beckenlandes zwischen Assiut und Kairo mit einem Kostenaufwande von 85 Millionen Mark in Land mit dauernder Bewässerung umgewandelt worden. Der Preis des Landes vor Inangriffnahme der Arbeiten betrug etwa 3000 Mark für 1 ha, nach Ausführung der Bewässerung ist er auf 6000 bis 7000 Mark gestiegen; er hat sich also mehr als verdoppelt. Der Pachtwert betrug früher 250 Mark für 1 ha, jetzt 500 Mark und mehr. Der Bodenwert der 170 000 ha großen Fläche hat um 600 Mill. Mark, der jährliche Ertrag aus der Pacht um 42,5 Mill. Mark zugenommen.

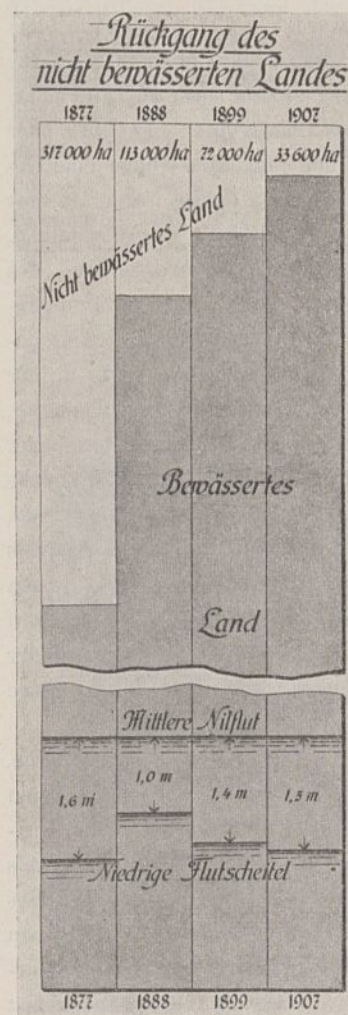


Abb. 16.

Ein anderes Beispiel aus Unterägypten: Hier ist von einer englisch-belgischen

Gesellschaft der 12 600 ha große Aboukirsee — der kleinste der Seen im unteren Deltagebiet, nahe bei Alexandria — trockengelegt worden. Die Seefläche war der Gesellschaft vom

Staate kostenlos unter der Bedingung, den Boden kulturfähig zu machen, übergeben worden. Der See war salzhaltig, und das Ufer bei niedrigem Wasserstande mit einer 7 bis 10 cm dicken Salzschrift bedeckt. Demgemäß war auch Salz im Boden. Es betrug i. M. 10 vH. Nachdem der See, dessen Wasserspiegel auf Meereshöhe lag, durch Verbindung mit dem benachbarten Marioutsee und durch mächtige Pumpenanlagen trockengelegt worden war, wurden Be- und Entwässerungskanäle in diesem neu erschlossenen Gebiet angelegt. Durch wiederholte Überstauung mit frischem sinkstoffhaltigem Wasser wurde der Boden ausgewaschen und von seinem Salzgehalt befreit. Das salzhaltige Wasser floß in den Entwässerungsgräben ab. Nach zwei bis drei Jahren konnte der erste Winterklee gebaut werden. Der Pächtertrag aus dem früheren Ödland betrug im ersten Jahre etwa 50 Mark für 1 ha, im zweiten 100 und stieg später sogar auf 300 Mark.

Ein drittes Beispiel sei aus Oberägypten erwähnt. Hier hat in der Nähe der alten Ruinen von Kom-Ombo eine Gesellschaft, an deren Spitze Sir Ernest Cassel steht, in der aber auch deutsches Geld arbeitet, 12 000 ha Wüstenland, das 18 bis 20 m über dem gewöhnlichen Wasserstand des Nils liegt, in Kultur genommen. Durch mächtige Pumpenanlagen wird das Wasser aus dem Nil in einen Kanal gehoben und fließt von diesem dem Lande zu. Wo früher gelber, heißer Wüstensand war, sind jetzt Getreidefelder, grüne Kleewiesen, Gemüse- und Baumwollpflanzungen. Hier wie überall in Ägypten dieselbe Wahrnehmung: man gebe dem Boden — sei er salzhaltig oder Wüstensand — Wasser, er wird zu fruchtbarem Ackerboden. Ein anderes günstiges Moment kommt hinzu: Der Fellache hat Landhunger. Seinen Gewinnst und seine Ersparnisse, die er durch guten Verkauf von Baumwolle und Getreide erzielt hat, legt er wieder in Land an. Daher findet man für neu aufgeschlossene Flächen auch gleich Käufer.

Diesen Zuständen entspricht die Bevölkerungszunahme. In den alten Zeiten der höchsten Blüte soll Ägypten 17 Millionen Einwohner gehabt haben. Unter türkischer Herrschaft fiel die Bevölkerungsziffer auf 3 Millionen herab. Als die Engländer im Jahre 1882 die Verwaltung des Landes übernahmen, war die Bevölkerung wieder auf 6,8 Millionen gestiegen. Im Jahre 1907, nach 25 Jahren geordneter Verwaltung, betrug sie bereits 11,2 Millionen, hatte sonach fast um 4,5 Millionen zugenommen.

Wie die Kulturfleichen in ganz Ägypten sich gegenwärtig gegenüber den Zuständen vor Einführung der dauernden Bewässerung verhalten, wird durch Abb. 17 erläutert. Es sind die Verhältnisse von 1883 gegenübergestellt denjenigen von



Abb. 17.  
Kulturland in Ägypten.



Abb. 18.  
Wirtschaftliche Ergebnisse.

1909. Die Seeflächen im Norden des Landes sind fast die gleichen geblieben. Aber das Ödland hat abgenommen und ebenso das Land unter Beckenbewässerung. Auf deren Kosten hat das Land mit dauernder Bewässerung zugenommen, nämlich von 430 000 ha auf 1 771 000 ha, also um mehr als das Vierfache. Es wird um weitere 400 000 ha zunehmen, sobald die Erhöhung des Assuandammes vollendet sein wird.

Die wirtschaftlichen Ergebnisse dieser Änderungen sind in Abb. 18 anschaulich dargestellt. In den 27 Jahren von 1880 bis 1907 nahm das Baumwollland nach dem Verhältnis der Baumwollstauden von 172 000 auf 673 000 ha, die Baumwollernte etwa nach dem Inhalt der dargestellten Baumwollballen nämlich von 101 Millionen kg auf 320 Mill. kg zu, sie wuchsen etwa um das Dreifache. Ungefähr in demselben Verhältnis stieg der Wert der Baumwollernten, wie die gezeichneten Geldbeutel andeuten. Die gesamten Staatseinkünfte, welche durch die Goldrollen dargestellt werden, betrugen 1883 = 180 Millionen Mark und erreichten in 24 Jahren bis 1907 die Höhe von 330 Millionen Mark.

Ein eigentümliches Ergebnis der dauernden Bewässerung darf allerdings nicht verschwiegen werden, nämlich der Rückgang der Erträge auf die Flächeneinheit bezogen. In der Zeit von 1895 bis 1907 haben die mit Baumwolle bestandenen Flächen zwar um 65 vH. zugenommen, aber der Ertrag der Flächeneinheit hat in derselben Zeit um 16 vH. abgenommen. Diese Erscheinung beunruhigt gegenwärtig die ägyptischen Kreise. Sie ist aber erklärlich, denn die Düngung mit Nilschlamm findet bei der dauernden Bewässerung nicht mehr in so ausgiebiger Weise statt wie bei der Beckenbewässerung; der intensive Wirtschaftsbetrieb erfordert aber Nährstoffe für zwei volle Ernten, nicht nur für eine Ernte wie bei der Beckenbewässerung; auch ist ein hoher Grundwasserstand im Sommer den Baumwollpflanzen schädlich. Man sucht jetzt durch Beigabe von künstlichem Dung, durch eine geeignete Fruchtfolge und durch gründliche Entwässerung dem Übel zu begegnen.

Die Erhöhung des Assuandammes ist noch nicht fertig. Aber vorausschauend hat man bereits erkannt, daß die dann aufgespeicherten Wassermassen noch nicht ausreichen werden, um ganz Ägypten in ein Baumwollland zu verwandeln. Hierzu sind nach Sir William Garstin 4000, nach Sir William Willcocks 6000 Millionen cbm Wasser erforderlich, während der Assuandamm künftig nur 2300 Millionen aufspeichern können. Die fehlende Wassermenge sucht man in den oberen Gebieten des Nils zu gewinnen, weil sie dann nicht allein Ägypten, sondern auch dem Sudan zugute kommen würde. Im Sudan sind aber vor Inangriffnahme der Bewässerungs-





Abb. 19.

anlagen andere Unternehmungen auszuführen. Lord Cromer sagt in seinem Bericht über das Jahr 1906: „Was dem Sudan hauptsächlich fehlt, ist die Ausbildung seiner Verkehrswege. Wenn diese erst besser ausgebaut sein werden, müssen die Bewässerungsanlagen folgen.“ Nun ist von den Engländern bereits viel für den Verkehr im Sudan geschehen. Man kann von Alexandrien bis Gondokoro, d. i. eine Länge von 4000 km, in 18 Tagen befahren. Eisenbahnen und Wasserstraßen wirken zusammen zur Überwindung der Entfernungen. Die Übersichtskarte des Sudan (Abb. 19) zeigt die jetzt vorhandenen Eisenbahnen, Wasserstraßen und Telegraphenlinien. Bei Wadi-Halfa wird die große Nilschleife mit ihren Katarakten durch die Bahnlinie abgeschnitten, bei Berber zweigt die vor einigen Jahren hergestellte Bahn nach Port Sudan ab, und von Khartum, dem jetzigen Endpunkt der Bahn, ist eine Fortsetzung über Singa nach El-Obeid im Bau.

Die Schiffbarkeit der Wasserstraßen reicht im Blauen Nil bis Roseires, im Weißen Nil bis Gondokoro. Sie findet viel Schwierigkeiten. Der Blaue Nil kann nur während der Flutzeit, vom Juni bis Dezember, mit Dampfern befahren werden, in den übrigen Monaten fehlt es an Wassertiefe. Im Weißen Nil haben die Dampfer mit dem Mangel an Brennstoffen zu kämpfen. Kohle und Petroleum sind im

Sudan bisher nicht gefunden; es muß daher mit Holz geheizt werden. Nun hat leider der Weiße Nil sehr wenig Baumwuchs. Der schmale Waldstreifen, der sich in einigen hundert Metern Breite zwischen Fluß und Steppe hinzieht, schwindet schnell. Lange Strecken am Ufer sind schon abgeholzt. Von weither müssen die Holzbestände herbeigebracht und an den Stationen aufgestapelt werden (siehe Abb. 20). Die Vorräte müssen groß genug sein, um den Dampfer bis zur nächsten Station zu bringen. Im Süden von Khartum steht nur noch ein einsamer Baum, „Gordons tree“ genannt. Zu diesem Baum wanderte Gordon täglich in der schweren Zeit vor dem Falle Khartums. Der Baum wird erhalten zur Erinnerung an den ritterlichen Helden.

Das dritte Hindernis für die Schifffahrt sind die Sudds, die schwimmenden Pflanzenmassen in den Sumpfstrecken des Weißen Nils. Der Nil teilt sich hier in mehrere Arme. Der Hauptstrom ist der Bahr el Djebel, der zweite der Bahr el Zeraf. Beide vereinigen sich mit dem von Westen nach Osten fließenden Bahr el Ghazal, dem Gazellenstrom, zum Weißen Nil. Dies ganze Gebiet, von Bor bis zur Mündung des Sobat, etwa 60 000 qkm, besteht, soweit das Auge reicht, aus Papyrus- und Schilffeldern, die nur an wenigen Stellen von Wasserflächen unterbrochen sind. Abb. 21, die Mündungsstelle des Sobat in den Weißen Nil, gibt eine Vorstellung von der landschaftlichen Wirkung der Sudds. Landende Schillucken kommen vom Fischfang zurück. Der aus Ambatsch, einem leichten Holz, zusammen geflochtene Schilluckenkahn liegt noch auf dem Sobat. Im Hintergrunde sieht man den Weißen Nil. Hier und da ragen im Suddgebiet feste Inseln hervor, die dann von Bäumen, Akazienarten oder Kakteen, bewachsen sind. Der Papyrus wird 5—6 m hoch und steht ebenso tief im Wasser; das Schilf ist im allgemeinen 1,50

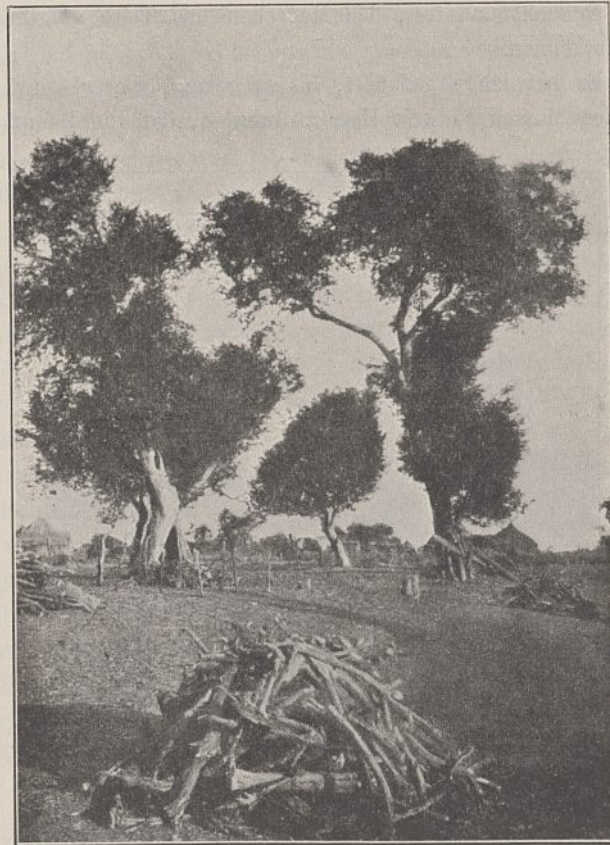


Abb. 20. Holzstation am Weißen Nil.

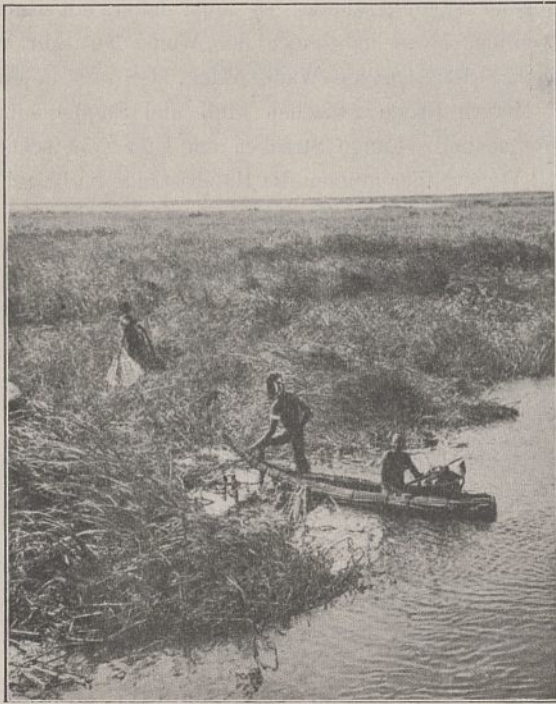


Abb. 21. Der Sobat nahe der Mündung in den Weißen Nil.

bis 2 m hoch. Den dichten Stand des Papyrus zeigt Abb. 23, eine Aufnahme der Ufer des Gazellenstromes oberhalb des No-Sees. Durch kleinere, auf dem Wasser wuchernde Pflanzen werden die Stauden eng und fest miteinander verbunden. Die fest verfilzten Pflanzenmassen werden nun durch Wind und Strom, in der Regel bei steigendem Wasser, in Stromerweiterungen und auf den Seen von den Ufern losgerissen, kommen in Bewegung und versetzen an engen Stellen den Fluß. Neue Massen kommen von oben hinzu. Sie schieben sich wie bei uns die Eisschollen unter- und übereinander und erreichen oft eine Stärke bis zu 7 m. Sie sind so dicht und fest, daß Menschen und Tiere auf ihnen gehen können.

Es hat lange gedauert, bis es gelang, dieser schwimmenden Massen so weit Herr zu werden, daß die Dampfer,



Abb. 22. Dampfer und Anhangschiff in den Sudds.

wenn auch mit großer Mühe und mit vielem Zeitaufwand, sie durchdringen können. Abb. 22 stellt die Fahrt eines Dampfers mit Anhangschiff mitten durch die gefürchteten Sudds dar. Der Dampfer füllt die linke untere Ecke des Bildes aus, das Anhangschiff steht in der Mitte, die Fahrt geht stromab. Vorn ist der Zusammenhang der Massen durch den Dampfer bereits zerstört, aber am Heck schließen sich die schiebenden Pflanzenmassen wieder dicht zusammen. Oft genug findet man die Schiffsstraße durch einen Suddblock vollständig gesperrt. Dann muß der schwere Block durch den leichten Dampfer gelöst und abgetrieben werden. Der Dampfer legt dazu Anker auf dem Block aus und sucht durch kräftiges Rückwärtsfahren einen Teil des Blockes abzureißen. Mit Staken wird hierbei nachgeholfen. Beim Auslegen und Befestigen des Ankers auf dem schwimmenden Block kommt es vor, daß ein Matrose plötzlich durch das Pflanzengewirr hindurch in die Tiefe sinkt. Eine Rettung ist unmöglich. Der zweite Mann kehrt zurück, meldet kurz „he has finished, Sir“ und geht gleichmütig an seine Arbeit. Die drei Abbildungen 24 bis 26 zeigen dies Manövrieren der Dampfer zum Durchbrechen der Sudds. Der Dampfer ist auf den Bildern nur an der Flaggenstange zu erkennen. Er steht in Abb. 24 vor einem Suddblock. Dahinter liegt der offene Strom. Der Dampfer fährt an den Block heran und wirft einen Anker aus. Auf Abb. 25 ist der Anker befestigt. Das Schiff ist mit voller Kraft zurückgefahren und hat mit Hilfe des Ankers ein Stück vom Sudd abgerissen. Auf Abb. 26 wird der abgerissene Suddblock vom Dampfer so weit verfahren, daß er nicht mehr zurücktreiben und die Fahrt sperren kann.

An landwirtschaftlichen Erzeugnissen bringt der Sudan bis jetzt wenig hervor. Von dem ungeheuren 950 000 englische Quadratmeilen umfassenden Gebiet werden jetzt etwa 2000 Quadratmeilen (oder 500 000 ha) bestellt, aber weitaus der größte Teil nur zur Regenzeit mit Durra, einer Maisart, die das Brot und Bier der Eingeborenen liefert. Der künstlich bewässerte Teil ist nur ein Zehntel der bebauten Fläche

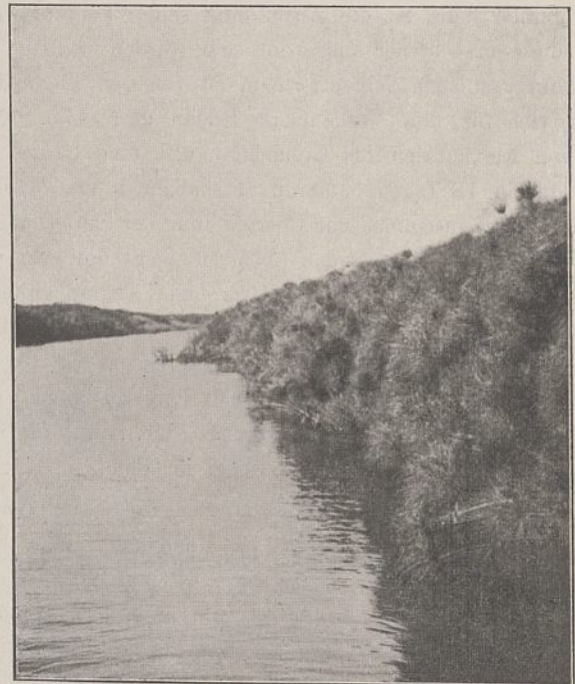


Abb. 23. Papyrus am Ufer des Gazellenstromes.

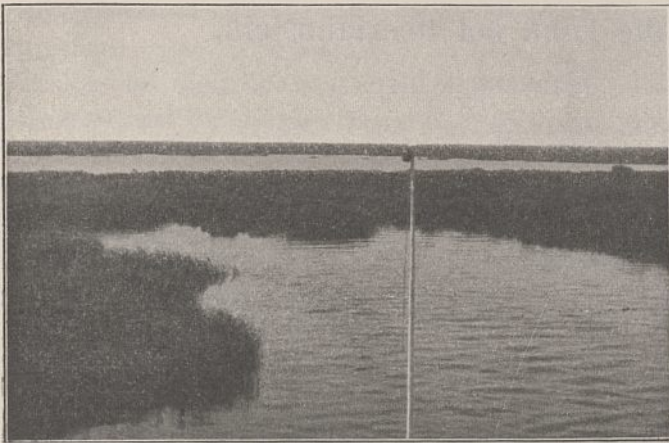


Abb. 24. Sperrung der Schifffahrtstraße durch die Sudds.

= 50 000 ha. Alles übrige Land ist noch Wüste, Steppe, Sumpf und zum Teil Urwald. In diesem aber befinden sich die wertvollen Gummi liefernden Akazienarten.

Bewässerungsanlagen von kleinem Umfange werden jetzt überall auf beiden Seiten des Nils von Wadi-Halfa bis Gondokoro hergestellt. Ein größerer Entwurf wird für die Bewässerung der Gesireh, des Landes zwischen Weißem und Blauem Nil (s. Abb. 19), bearbeitet. Hierbei ist die Anlage eines Wehres bei Sennar in Aussicht genommen.

Im Weißen Nil ist die Regulierung der Sudds geplant. Hierdurch wird nicht allein die Schifffahrt erleichtert werden, sondern man wird auch der Verdunstung des Wassers begegnen und dadurch Wassermengen gewinnen, welche für Ägypten von Nutzen sein werden. Durch Beschränkung des Nilwassers auf einen Lauf, durch Abdämmungen der anderen Wasserzüge, Verhütung der Überflutung und mechanische Vernichtung der Sudds soll dies erreicht werden. Ob als künftiger Hauptlauf der Bahr el Djebel oder der Bahr el



Abb. 26. Verfahren des Suddblocks.

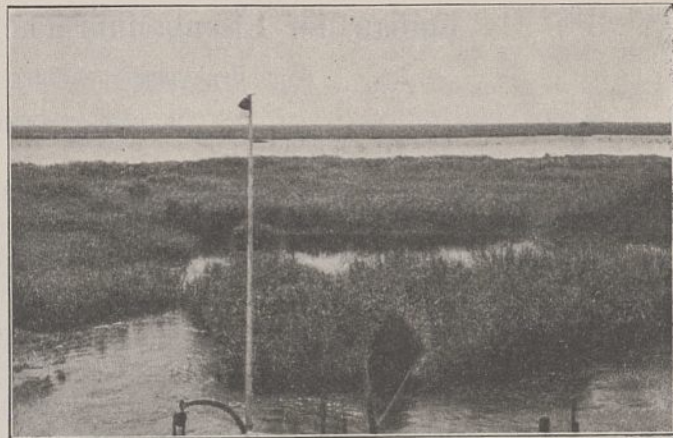


Abb. 25. Abreißen eines Suddblocks.

Zeraf benutzt werden wird, oder ob ein neuer Kanal von Bor nach der Sobatmündung, wie auf der Karte Abb. 19 angedeutet, zur Ausführung kommen wird, ist noch nicht festgestellt. Zur weiteren Vergrößerung der Wasservorräte soll später der Viktoria-Nianza durch Bauwerke in den Riponfällen zum Vorratsbecken ausgebildet werden. Dies kann aber erst nach Ausführung der Arbeiten in den Sudds geschehen.

Die Hauptschwierigkeit bei der Entwicklung des Landes liegt in der Bevölkerungsfrage. Der Sudan hatte vor den Kämpfen des Mahdi etwa 8 Millionen Einwohner, jetzt soll er wenig mehr als 2 Millionen haben. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Kulturaufgaben nicht zu überstürzen, langsam mit ihnen vorzugehen, alle Arbeiten so zu leiten, daß sie aus kleinen Anfängen mit der zunehmenden Bevölkerung sich zu großen Werken entwickeln, zu umfangreichen Meliorationen ausdehnen können. Nach diesem Grundsatz wird gegenwärtig im Sudan gearbeitet.

Fassen wir mit wenigen Worten die Entwicklung des Landes zusammen: Man hatte im Laufe der Zeit die Benutzung des Nilwassers so sehr vernachlässigt, daß nicht der Nil die Wüste beherrschte, sondern die Wüste oder das ertraglose Land den Nil. Die Folge war, daß im Jahre 1879 der ägyptische Staat seinen wirtschaftlich tiefsten Stand erreichte. Da übernahmen 1882, als ein zweiter Staatsbankrott drohte, die Engländer die Verwaltung des Landes. Sie stand anfangs unter dem Zeichen des Kampfes gegen den zweiten Bankrott. Im Jahre 1888 war der Kampf gewonnen, und es begann nun die Zeit der Gesundung des Landes, die Zeit der notwendigsten Reformen. Eine Flut von Wünschen trat an die Regierung heran, als es bekannt wurde, daß der ägyptische Staatsschatz einen jährlichen Überschuß erzielte. Man bat um Ermäßigung der Landtaxe, der Verbrauchsteuern, der Viehsteuer, um Minderung der Einheitssätze für die Benutzung von Post, Eisenbahnen und Telegraphen. All diese Wünsche sind nach und nach erfüllt worden. Das Wachsen der Staatseinkünfte ließ ihre Befriedigung zu. Der Wohlstand des Landes, die Gesundung der Finanzen sind zurückzuführen auf Ordnung und Ehrlichkeit in der Verwaltung und auf eine zielbewußte großzügige Wirtschaftspolitik, die sich darauf stützte, den Nil als Kulturträger des Landes auszubilden.

## Umbau der Eisenbahnbrücke über die Lahn bei Oberlahnstein.

Vom Regierungsbaumeister Heinrich Tecklenburg in Mainz.

(Mit Abbildungen auf Blatt 45 bis 48 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Eisenbahnbrücke über die Lahn im Zuge der rechtsrheinischen Strecke Frankfurt a. M.—Niederlahnstein—Köln war in den Jahren 1863/64 bei dem Bau der Strecke Koblenz—Oberlahnstein von der damaligen Rheinischen Eisenbahngesellschaft erbaut und in Betrieb genommen worden. Infolge des fortwährenden Anwachsens der Betriebslasten genügten die eisernen Überbauten auf die Dauer nicht mehr den an sie zu stellenden Anforderungen. Bei der Prüfung der Frage, ob eine Verstärkung oder eine vollständige Erneuerung der Überbauten ins Auge zu fassen sei, fiel die Entscheidung, welche nicht allein von einer vergleichenden Kostenberechnung, sondern wesentlich von dem Grade der technischen Durchführbarkeit der erforderlichen Verstärkungen abhängig war, zugunsten der Erneuerung der Überbauten aus. Die Mittel hierzu im Gesamtbetrage von 320 000 Mark waren von 1908 ab im Extraordinarium des Staatshaushalts bereitgestellt. Die Überbauten sollten ohne Störung des Betriebes, ähnlich wie bei der Elbbrücke bei Magdeburg, erneuert werden. Diese Arbeiten hätten an und für sich nichts Außergewöhnliches mehr geboten. Das Geschick jedoch, welchem die Brücke nach einem 45jährigen Betriebe zu dem Zeitpunkte erlag, als die Werkstattarbeiten für die neuen Überbauten eben aufgenommen waren, gab dem vollzogenen Umbau so viel des Bemerkenswerten, daß diesem eine kurze Beschreibung gewidmet sei.

Die Brücke bestand aus drei Öffnungen (Abb. 11 Bl. 45). Die Überbauten, für deren Hauptträger Parallelfachwerke mit doppeltem Netzwerk mit und ohne Pfosten gewählt waren, hatten eine Stützweite von 33,60 m bei den Seitenöffnungen und 44,20 m in der Mittelöffnung. Die Berechnungshöhe betrug 3,40 m und 4,64 m; die Entfernung der Hauptträger 8,11 m (Abb. 5 und 6 Bl. 45). Während die Überbauten der Seitenöffnungen die heute noch übliche feste Verbindung der Querträger mit den Hauptträgern zeigten (Abb. 7 Bl. 45), waren bei dem Überbau der Mittelöffnung die Querträger unterhalb des Untergurtes aufgehängt (Abb. 8 und 9 Bl. 45). Diese Art der Verbindung des Fahrbahngerippes mit den Hauptträgern, die ihre hauptsächlichsten Vertreter in Amerika gefunden hat, ist in Deutschland höchst selten zur Ausführung gekommen. Bei der für eine Stützweite von 44,20 m als zweckmäßig erachteten Berechnungshöhe von 4,64 m mußten hier die Hauptträger gegen die Fahrbahn so gehoben werden, daß beim Einbau eines Windverbandes in der Höhe des Obergurtes die Umgrenzung des lichten Raumes frei blieb.

Für die Bauweise der neuen Brücke war nicht viel Freiheit gegeben, da der vorhandene Unterbau möglichst unverändert bleiben sollte. Die Abb. 1 u. 2 Bl. 45 zeigen die Anordnung der ursprünglich geplanten neuen Überbauten. Die Stützweiten betragen 33,80 m und 44,20 m, die Berechnungshöhen 4,80 m und 6,70 m. Die Entfernung der Hauptträger wurde auf 8,60 m vergrößert. Zur Erzielung einer zweckmäßigen Bauhöhe wurde die Schienenoberkante um 5 cm gehoben und die Trägerunterkante im Einver-

ständnis mit der zuständigen Wasserbauverwaltung um 20 cm gesenkt.

Auf Grund des von der Eisenbahnverwaltung ausgearbeiteten ausführlichen Entwurfes wurde die Arbeit im Juni 1908 im engeren Wettbewerb unter fünf Brückenbauanstalten ausgeschrieben und dem Eisenwerk Kaiserslautern als Mindestfordernden die Ausführung übertragen. Die Auswechslungsarbeiten sollten vertragsmäßig am 31. Juli 1909 beendet sein.

### Das Februarhochwasser 1909.

Die Werkstattarbeiten waren eben aufgenommen, als das Februarhochwasser die alte Brücke teilweise zerstörte.

In den letzten Tagen des Januar und ersten Tagen des Februar 1909 waren nach vorhergegangenen Froste reichliche Schneemassen gefallen. Am 3. Februar setzte bei starken West- und Südwestwinden plötzlich anhaltender Regen ein, der das Abschmelzen des Schnees und bei dem hart gefrorenen Boden die Zuführung der Wassermengen zu den Flußläufen beschleunigte. So wurde außer den anderen rechten Seitentälern des Rheins auch das Lahntal von einem gewaltigen Hochwasser heimgesucht. Die Flutwelle, welche am Nassauer Pegel (20 km oberhalb der Lahnbrücke) von 0,96 m am 3. Februar auf 5,04 m am 4. und 6,20 m am 5. Februar stieg und hiermit den Hochwasserstand des Jahres 1841 um 52 cm überschritt, erreichte die Brückenstelle an der Flußmündung, als die Flutwelle des Rheins hier noch nicht eingetroffen war. Die sonst durch den Rückstau des Rheins kaum merklich fließende Lahn wurde zu einem reißenden Strome, der die Uferbefestigungen mit sich fortriß und den Flußpfeiler unterspülte. Da sich letzterer an der Oberstromseite um 0,80 m senkte und um 1,80 m nach vorn überneigte (Text-Abb. 1 u. 2), mußte der Verkehr über die Brücke am 5. Februar, morgens kurz nach Durchfahrt des Luxuszuges, eingestellt werden. Obwohl der Durchgangsverkehr über die Verbindungsbahn Oberlahnstein—Block Hohenrhein—Lahnbahn nach Niederlahnstein geleitet werden konnte, galt es doch, schnell Maßnahmen zur Beseitigung der Betriebsstörungen zu treffen. Zu diesem Zweck wurde der sofortige Bau einer eingleisigen Notbrücke unterhalb der bestehenden Brücke beschlossen (Abb. 11 Bl. 45).

### Die eingleisige Notbrücke.

Für den Unterbau der Notbrücke konnte mit Rücksicht auf den bedeutenden Höhenunterschied zwischen Flußsohle und Schienenoberkante und die Dringlichkeit der Herstellung nur Holz in Frage kommen. Der Vorentwurf wurde von der Eisenbahndirektion Mainz aufgestellt und schon am 9. Februar 1909 den zuständigen Behörden zur Genehmigung vorgelegt. Mit dem Bau der Brücke wurde das Eisenbahn-Regiment No. 2, Berlin, betraut. Die Eisenbahnverwaltung selbst übernahm die Herstellung der Anschlüsse an den zweigleisigen Bahnkörper und die Einrichtung der Signal- und Sicherungsanlagen. Am 18. Februar 1909 traf unter Führung des Hauptmanns Kopp den Vorkommando von 5 Offizieren,

17 Unteroffizieren und 160 Mann an der Baustelle ein; am 23. Februar folgte das Nachkommando von weiteren 70 Mann. Nachdem der Werkplatz einschließlich der Schmiede, der Schlosserei und der Magazine eingerichtet, die erforderlichen

zu je 24 Pfählen, ein doppeltes Joch zu 16 Pfählen und zwei einfache Joche zu je 8 Pfählen bis zu einer durchschnittlichen Tiefe von 2,50 m unter Flußsohle zu schlagen. Die Versteifung in der Längs- und Querachse erfolgte durch

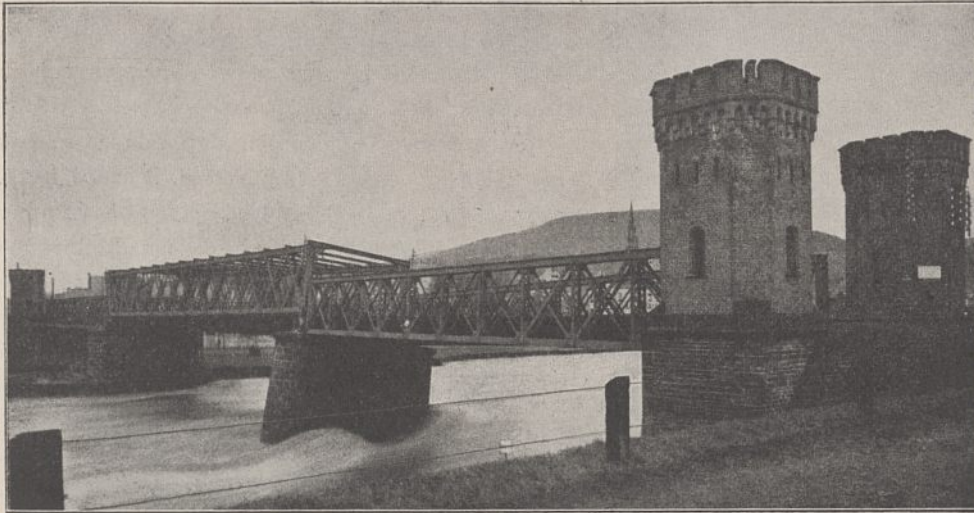


Abb. 1. Alte Lahnbrücke während des Februarhochwassers 1909 (Mitte Februar).

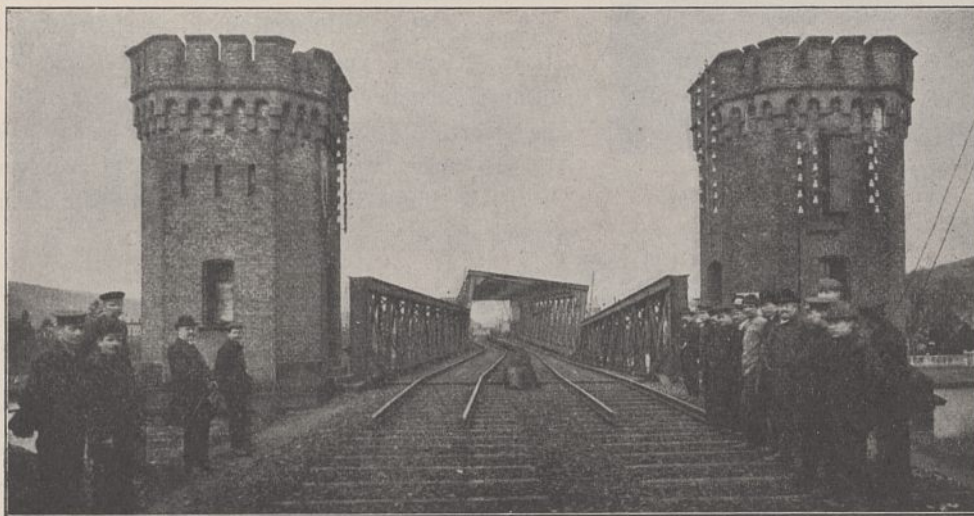


Abb. 2. Alte Lahnbrücke nach dem Februarhochwasser 1909.

Hölzer angeliefert und die von der Eisenbahnverwaltung leihweise beschafften beiden Dampfkrannen betriebsfertig aufgestellt waren, wurde am 23. Februar der Bau in Angriff genommen und bereits am 21. März 1909 beendet. Nach erfolgter Probelastung wurde am 23. März der Betrieb über die Notbrücke geleitet.

Die Notbrücke bestand bei einer Gesamtlänge von 124,85 m aus drei selbständigen Teilen (Abb. 1 u. 2 Bl. 47). Diese Dreiteilung ergab sich aus der Forderung der Wasserbauverwaltung, in der Nähe der beiden Flußufer für die Schifffahrt Öffnungen von 12 m freizuhalten. Für die Fahrbahn-Tragebalken wurden Walzträger verwendet, und zwar für die beiden Schifffahrtsöffnungen je vier Differdinger H-Träger Nr. 60 von 14 m Länge und für die übrigen Öffnungen gleichfalls 14 m lange H-Träger, N. P. 45 des Eisenwerks Kaiserslautern. Hierdurch ergab sich für die Unterstützung der verschiedenen Tragebalken die Anordnung von dreifachen, doppelten und einfachen Jochen (Abb. 3 bis 5 Bl. 47). Im Flußbette selbst waren vier dreifache Joche

Zangen und Streben. Die Träger wurden unmittelbar auf den Kopfhölzern gelagert und durch Schrauben befestigt. Die Überbauten der Schifffahrtsöffnungen (Abb. 6 bis 9 Bl. 47) erhielten mit Rücksicht auf die große Stützweite einen regelrechten Wind- und Querverband. Bei den H.N.P. 45 mußte die Versteifung nach Abb. 11 u. 12 Bl. 47 ausgeführt werden, da die Träger unversehrt zurückgegeben werden mußten.

Zu erwähnen ist noch, daß alle Fahrbahnträger, von denen die Differdinger eigens für diesen Zweck noch zu walzen und zu bearbeiten waren, so frühzeitig durch das Eisenwerk Kaiserslautern angeliefert wurden, daß der Notbrückenbau dem Arbeitsplan gemäß durchgeführt werden konnte.

Zum Bau der Brücke sind etwa 450 cbm Holz verzimmert. Obgleich teilweise nasses Floßholz Verwendung finden mußte, haben die im Laufe des Sommers vorgenommenen Untersuchungen keinerlei Schäden oder Nachteile in bezug auf die Festigkeit der Verbindungen und die Standsicherheit der Joche ergeben. Um einem durch Schlackenauswurf der Lokomotiven etwa verursachten Brande der Holzteile wirksam begegnen zu können, waren an der vorübergehend über die Brücke gelegten Wasserleitung mehrere Zapfstellen angebracht.

Der fünfmonatige lebhaft Eisenbahnbetrieb auf der Notbrücke ist ohne jeglichen Unfall vor sich gegangen.

#### Die Auswechslung der Überbauten.

Um über die weitere Gestaltung der Brücke nach Ablauf des Hochwassers freie Hand zu haben, war die von dem Eisenwerk Kaiserslautern bereits aufgenommene Werkstattarbeit auf Veranlassung der Eisenbahndirektion Mainz sofort eingestellt worden.

Mit Rücksicht darauf, daß ein Abbrechen und Wiederaufbauen des unterspülten Pfeilers nicht allein bedeutende Kosten, sondern auch eine wesentlich längere Bauzeit, als für den Umbau vorgesehen, beansprucht haben würde, entschloß man sich, den Fluß mit nur einer Öffnung zu überbrücken, um so mehr, als eine Untersuchung des Vorlandpfeilers und der Widerlager ergeben hatte, daß diese nicht gelitten und für die Aufnahme einer größeren Last ausreichend bemessen waren. Für die Überbrückung des rechtsufrigen Vorlandes wurde der schon bei dem ersten Entwurf

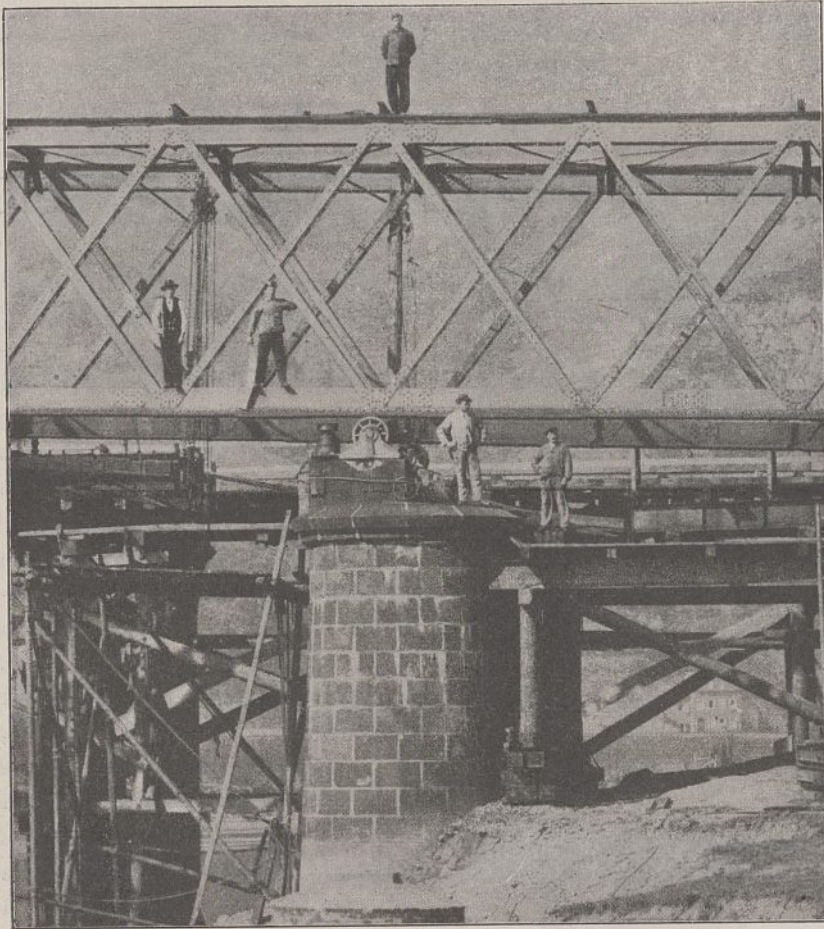


Abb. 3. Zurückfahren des mittleren Überbaues über den Vorlandpfeiler auf Rollenlagern.

in Aussicht genommene Parallelträger mit Schrägstreben und Pfosten von 33,80 m Stützweite und 4,225 m Feldweite beibehalten, so daß die Werkarbeiten hierfür weiter gefördert werden konnten. Für den Überbau der neuen Hauptöffnung wurde ein Halbparabelträger mit gleichen Füllungsgliedern von 79,80 m Stützweite und 5,70 m Felderteilung gewählt (Abb. 3 u. 4 Bl. 45). Mit der Ausführung der Arbeiten nach dem abgeänderten Entwurf wurde wiederum das Eisenwerk Kaiserslautern betraut, dem auch die Anarbeitung der Festigkeitsberechnung und des ausführlichen Entwurfs oblag. Als Endfrist für die Aufstellung der Überbauten wurde der 25. September 1909 festgesetzt. Die Entwurfsarbeiten wurden so gefördert, daß auf Grund der von der Direktion geprüften und vom Minister genehmigten Pläne schon am 1. Mai 1909 die Eisenteile bei den Walzwerken in Bestellung gegeben werden konnten.

Inzwischen war der unbeschädigt gebliebene alte Überbau der rechtsufrigen Seitenöffnung unterstützt und abgetragen worden. Für die Überbauten der beiden anderen Öffnungen, besonders für den der Mittelöffnung, lagen die Abbruchverhältnisse sehr ungünstig. Infolge des Fehlens eines festen Verbandes in der Ebene der Fahrbahn, der Zerstörung des oberen Windverbandes — sämtliche Diagonalen waren durch die Verdrehung des Überbaues abgesprengt (Text-Abb. 4) — und des Aufkippens der Auflagersteine am unterspülten Pfeiler (Text-Abb. 5), war ein Abstürzen des mittleren Überbaues zu befürchten. Um beim Abbruch gegen Unfälle geschützt zu sein, wurden beide Überbauten durch Rückverankerung gegen Abstürzen gesichert und sodann mit Hilfe

eines schwimmenden Gerüsts in ihre alte Lage zurückgebracht. Der mittlere Überbau wurde auf zwei besonders zu diesem Zwecke gefertigten und auf dem Vorlandpfeiler aufgestellten Rollenlagern (Text-Abb. 3) über diesen nach der rechtsufrigen Seitenöffnung zurückgefahren und in dieser abgebrochen (Abb. 1 Bl. 48). Dem Zurückfahren stellte sich die angehängte Fahrbahn sehr hinderlich in den Weg; Feld um Feld mußte ihre Beseitigung unter Anwendung des Schneidverfahrens mittels Sauerstoffstromes (s. Zentralblatt d. Bauverwaltung, Jahrg. 1909, S. 148) erfolgen. Der Überbau der linksufrigen Seitenöffnung wurde unmittelbar von dem schwimmenden Gerüste aus abgetragen. Die Arbeiten, welche durch ein zweites Hochwasser eine unliebsame Störung erfuhren, vollzogen sich dank der getroffenen Maßnahmen glatt und ohne Unfall innerhalb acht Wochen.

Am 1. Juni wurden die umfangreichen Änderungen an dem Mittelpfeiler und an den Widerlagern zur Aufnahme der neuen Überbauten in Angriff genommen. Der Abbruch der Widerlager- und Pfeilerköpfe, das Verlegen der absichtlich groß gewählten Auflagerquadern, der Druckverteilungsquadern und Abdeckplatten erfolgte in überaus schneller Weise, zum Teil noch während der Aufstellung des neuen Eisenwerks für die Seitenöffnung, innerhalb sechs Wochen durch die Firma R. Schneider, Berlin (Baubureau Darmstadt).

#### Die neuen eisernen Überbauten.

a) Hauptöffnung. Über die Form der Hauptträger ist schon vorher das Nähere gesagt. Die Knotenpunkte des Obergurtes liegen auf einer Parabel von der Pfeilhöhe  $f = 4,80$  m. Die Endknotenpunkte sind so hoch über der Fahrbahn angeordnet, daß sich die Ausbildung eines geschlossenen Endrahmens und die Durchführung des oberen Windverbandes auf die ganze Hauptträgerlänge ermöglichen ließ. Die Berechnungshöhe in Brückenmitte mit 11,50 m beträgt rd.  $\frac{1}{6,5}$  der Stützweite. Für die Hauptträger sind möglichst einfache und für die Unterhaltung gut zugängliche Querschnitte gewählt. Auf eine sachgemäße Durchbildung der Stöße und Anschlüsse ist besonders Wert gelegt. Die Wandbleche der Obergurte sind in den Knickpunkten, die der Untergurte seitlich der Knotenpunkte gestoßen. Besondere Einzelheiten der Hauptträger zeigen die Abb. 8 und 10 Bl. 46 sowie Abb. 10 Bl. 45. Für die Schwellenträger sind gewalzte H-Profile No. 60, in den beiden mittleren Feldern zum Anschluß des Bremsverbandes dagegen Blechträger gewählt. Je ein Schwellenträgerpaar ist durch einen entsprechenden Längs- und Querverband miteinander verbunden (Abb. 1 bis 3 Bl. 46). Die Querträger sind vollwandige Blechträger und mit einer kräftigen Eckaussteifung an die Hauptträger angeschlossen (Abb. 6 u. 7 Bl. 46).

Der obere Windverband zeigt die Form eines doppelten Netzwerkes ohne Steifen und folgt der Krümmung des Obergurtes. Für die Zwischenglieder ist ein gespreizter  $\equiv$ -Eisenquerschnitt zur Ausführung gekommen, der an den Knoten-

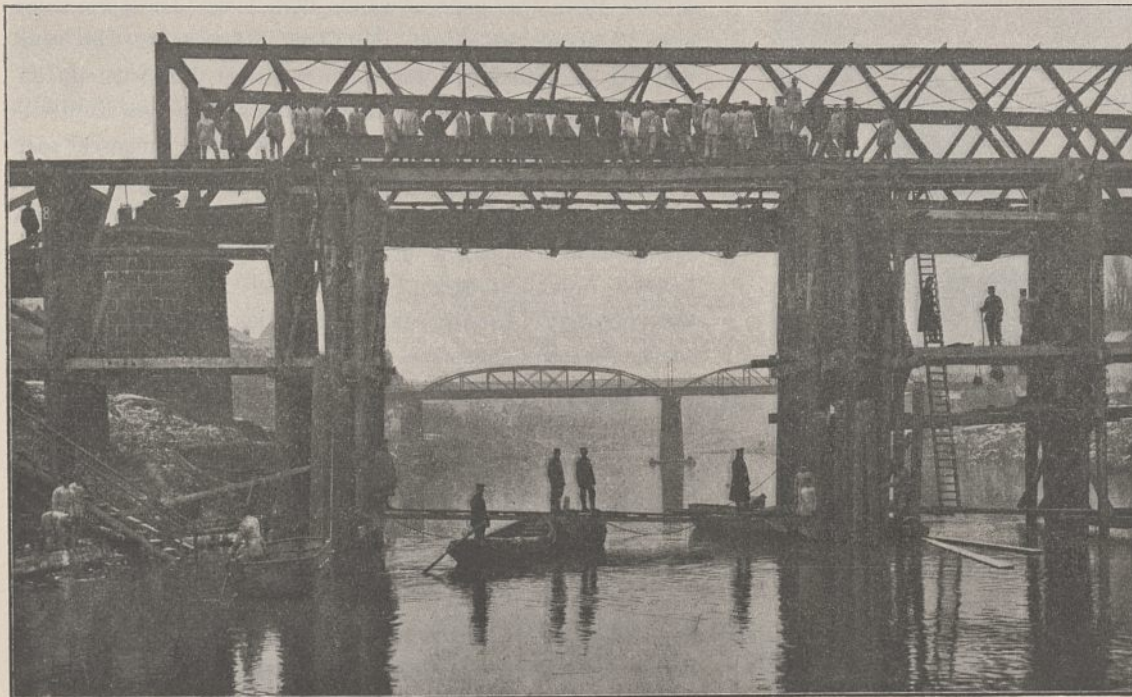


Abb. 4. Bau der Notbrücke durch das Eisenbahn-Regiment Nr. 2.



Abb. 5. Flußpfeiler und Überbauten der alten Lahnbrücke nach dem Februarhochwasser 1909.

punkten zusammengezogen ist. Die Gurte werden durch die Obergurte der Hauptträger gebildet. Die Form des unteren Windverbandes und Bremsverbandes ist aus Abb. 4 Bl. 45 ersichtlich. Als Gurte dienen die Untergurte der Hauptträger. Eine Querschnittausbildung wie bei den Gliedern des oberen Windverbandes war hier nicht möglich, da unter der Hauptträgerunterkante Teile anderer Konstruktionen nicht vorspringen durften. Die Forderung günstiger Stablängen und einfacher Druckquerschnitte führte zur Wahl des K-Verbandes. Sämtliche Stäbe konnten somit aus zwei zusammengesetzten Winkelleisen gebildet werden. Der Bremsverband (Abb. 10 Bl. 45) in den

beiden mittleren Feldern liegt in der Ebene des unteren Windverbandes, wodurch die schon vorhin erwähnte abweichende Form der Längsträger bedingt war. Den Endrahmen zeigt die Abb. 6 Bl. 46.

Die festen wie die beweglichen Auflager sind Zylinderzapfenkipplager aus Flußstahlguß. Alle oberen Lagerkörper sowie die unteren Lagerkörper und Grundplatten der beweglichen Auflager sind als volle gedrungene Gußstücke, die Lagerstühle der festen Auflager dagegen als Rippenkörperausgeführt. Den Ausdehnungen in der Längsrichtung wird durch eine Gruppe von vier Rollen Rechnung getragen.

b) Seitenöffnung. Der Überbau der Seitenöffnung ist oben offen, da bei der geringen Stützweite von der Anbringung eines Windverbandes in Höhe des Obergurtes abgesehen werden konnte. Die Berechnungshöhe mit 4,80 m beträgt rund  $\frac{1}{7}$  der Stützweite. Die konstruktive Ausbildung der Fahrbahn, Hauptträger, Verbände und Auflager erfolgte nach den gleichen Gesichtspunkten wie bei der Hauptöffnung. Die Einzelheiten sind aus den Abb. 4, 5, 9 u. 11 Bl. 46 ersichtlich.

#### Aufstellung der Überbauten.

Für die Aufstellung der neuen Überbauten waren von dem Eisenwerk Kaiserslautern sowohl für die Einteilung der Arbeiten im Werk wie an der Baustelle solche Vorkehrungen getroffen, daß diese in schnellster Weise und ohne Unterbrechung dem neuen Arbeitsplan gemäß durchgeführt werden konnten.

An der Baustelle selbst war ein Kraftwerk, bestehend aus einer Lokomobile von 25 PS, einem Gleichstrommotor (220 Volt) zur Erzeugung des elektrischen Stromes für den



Abb. 6. Südansicht der neuen Brücke.

Baukran und einer Preßluftanlage für die Nietung eingerichtet.

Nachdem bis 25. Juni das Baugerüst für die große Öffnung im Flußbette unter Benutzung des z. T. abgetragenen Flußpfeilers fertiggestellt war, wurde mit dem Einbau der Eisenkonstruktionen am 28. Juni 1909 begonnen. Der 159 t schwere Überbau der Seitenöffnung einschließlich des Baukrans war innerhalb vier Wochen aufgestellt, nach weiteren sechs Wochen der 667 t schwere Überbau der Hauptöffnung. Die vertraglich vorgesehene Endfrist wurde um volle 14 Tage unterschritten. Für die Arbeiten an der Hauptöffnung war von großem Vorteil, daß sämtliche Eisenteile durch den 13 m hohen, mit drei Antriebsmotoren ausgerüsteten Baukran von 10 t Tragfähigkeit unmittelbar von den auf die Seitenöffnung vorgeschobenen Eisenbahnwagen abgenommen, sofort an ihre richtige Stelle gebracht und dort eingesetzt werden konnten (Abb. 3 Bl. 48). Für die Nietung wurde, soweit nur möglich, Preßluft verwendet. An dem Überbau arbeiteten teilweise fünf Nietgruppen zu

je vier Mann, im ganzen waren täglich bei der Aufstellung etwa 25 Mann beschäftigt. Mit dem Verlegen des Oberbaues und des Bohlenbelages war schon während der Aufstellungsarbeiten begonnen. Nachdem die Brücke auf der Nordseite an die bestehende Strecke mittels Weichen angeschlossen war, erfolgte am 24. September die Belastungsprobe mit zwei den Vorschriften vom Jahre 1903 möglichst entsprechenden Lastzügen in ruhender Stellung. Die wirklichen Durchbiegungen ergaben bei beiden Öffnungen eine günstige Übereinstimmung mit den mit Hilfe Williot'scher Verschiebungspläne ermittelten theoretischen Durchbiegungen.

Am 26. September früh wurden die Gleisverbindungen nach der Notbrücke gelöst, die Weichen ausgebaut und die Gleise der neuen Brücke endgültig an die Streckengleise wieder angeschlossen. Somit konnte vier Tage früher als vorgesehen der zweigleisige Betrieb zwischen Ober- und Niederlahnstein wieder aufgenommen werden.

In einer entsprechenden Zugpause am 27. September wurde die Belastungsprobe für bewegliche Last mit den gleichen Lastzügen vorgenommen, wobei im wesentlichen die gleichen Durchbiegungen und Längsverschiebungen wie am 24. September festgestellt wurden. Nach Wiederaufnahme des vollen Betriebes wurden die beiderseitigen Türme entsprechend der neuen Form der Brücke umgebaut (Text-Abb. 6 und Abb. 2 Bl. 48).

Die Bearbeitung und Prüfung aller allgemeinen und ausführlichen Entwürfe erfolgte unter Leitung des zuständigen Dezernenten, Ober- und Geheimen Baurats Schoberth, bis Ende März 1909 durch den Regierungsbaumeister, jetzigen Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor Goldschmidt und vom 22. März ab durch den Verfasser dieser Mitteilungen. Die örtliche Bauleitung für die eingleisige Notbrücke lag in den Händen des Regierungsbaumeisters Goldschmidt, die für die zweigleisige Eisenbahnbrücke in den Händen des Verfassers und des Vorstandes der Betriebsinspektion Oberlahnstein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor Wolfhagen.

## Die künstliche Dichtung des Kanalbettes in der Scheitelhaltung des Großschiffahrtsweges Berlin-Stettin.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Scheitelhaltung des Großschiffahrtsweges Berlin-Stettin liegt zum großen Teil so hoch über dem Grundwasserspiegel, ja stellenweise über dem Gelände, daß sie auf eine Länge von rd. 22 km künstliche Dichtung erhalten muß. Durch den Aushub wird fast durchweg ganz reiner feiner und mittelkörniger Sand gewonnen. Somit war es unmöglich, etwa nach Art der französischen Kanäle hier den Kanal dicht zu bekommen, indem man durch geeignete Mischung und Verdichtung — Festwalzen — der gewonnenen Aushubmassen undurchlässige Dämme herstellte (Zentralblatt der Bauverwaltung Jahrg. 1910 S. 4). Man hat sich trotz des bedeutenden Mehraushubs dazu entschließen müssen, den Wasserquerschnitt durch eine ganz umfassende Tonschale einzuschließen. Diese wird durch eine Überdeckungsschicht gegen Beschädigungen aller Art geschützt. Abb. 1 zeigt den

Querschnitt des Kanals, links mit der schwächsten, rechts mit der stärksten zur Ausführung kommenden Dichtungsschicht.

Hierfür fand sich in erreichbarer Nähe der zu dichten Kanalstrecke nur Geschiebemergel, dessen Verwendung nach dem Urteil der zuständigen Geologen nicht unbedingte Gewähr für die Dichtigkeit bot, die wohl nur mit tertiärem Ton zu erreichen sei. Entscheidung über die Frage konnte nur ein Versuch in natürlichem Maßstab mit der zur Verfügung stehenden Bodenart bringen. Der Versuch erschien deshalb nicht aussichtslos, weil der Geschiebemergel sich in ganz vorzüglicher Beschaffenheit vorfand. Er ist beinahe als Ton anzusprechen und soll der Kürze halber auch im folgenden so bezeichnet werden.

Ein kreisrundes Becken (Becken I) ungefähr mit dem normalen Kanalquerschnitt wurde nach Abb. 2 in vollkommen



durchlässigem Boden teils ausgehoben, teils angeschüttet. Die Dichtungsschicht wurde durch Einwalzen mit einer kleinen eisernen Gartenwalze hergestellt, deren Gewicht (500 kg) auf 1 qcm Mantelfläche bezogen nur 0,045 kg/qcm

war, wurde ein zweites Becken (Becken II) mit rohen Tonblöcken, die man aus einer benachbarten Ziegelei bezog, ausgekleidet. Diese Rohziegel wurden in Verband neben und übereinander versetzt und festgeschlagen. In der oberen

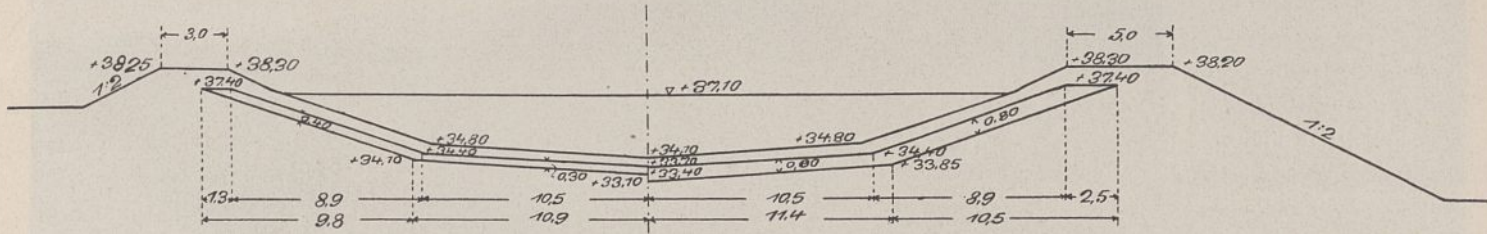


Abb. 1. Querschnitt des Kanals mit der schwächsten mit der stärksten zur Ausführung kommenden Dichtungsschicht. 1:350.

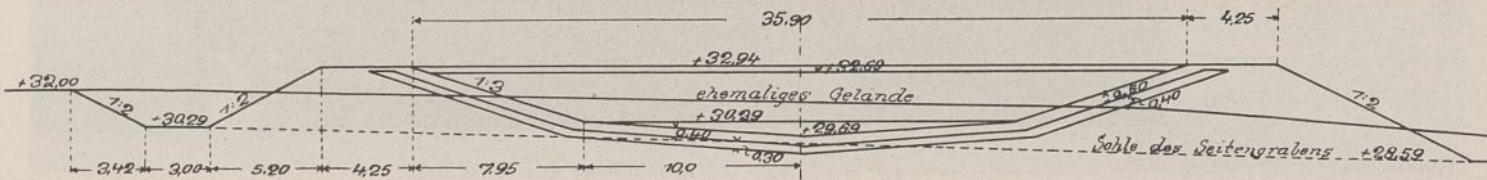


Abb. 2. Schnitt durch Becken I. 1:350.

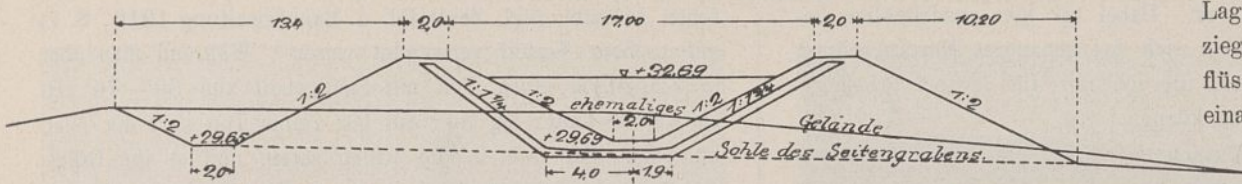


Abb. 3. Schnitt AB.

Lage wurden die Rohziegel mit einem leicht flüssigen Tonbrei aneinander geklebt. Das Becken II erhielt Gestalt und Abmessungen nach

Abb. 3 bis 5, um gleichzeitig Aufschluß darüber zu bekommen, ob sich steiler angelegte Böschungen der Dichtungsschicht unter Wasser halten würden. Diese Art der Einbringung des Tons im Becken II hat gegen die zuerst angewendete Art den außerordentlichen Vorteil, daß die Arbeiten auch bei Regenwetter solange fortgesetzt werden können, als die Leute im Freien überhaupt arbeiten.

Beide Becken wurden dann mit Wasser gefüllt, der Wasserspiegel darin dauernd mehr oder weniger hoch angespannt erhalten und seine Schwankungen regelmäßig aufgezeichnet. Becken II wurde vom 3. November 1906 bis zum 13. April 1908, Becken I vom 3. Dezember 1906 bis 16. Juli 1908 beobachtet. Aus dieser Zeit liegt ein außerordentlich reicher Beobachtungsstoff über Gesamtverluste, Verdunstung und Versickerung vor, der noch

einer eingehenden Bearbeitung harret. Es sei hier eingeschaltet, daß außer den Beobachtungen über die Verdunstung an freier Oberfläche versucht wurde, näherungsweise zu ermitteln, wie viel Wasser in der Überdeckungsschicht durch Kapillarwirkung emporgesaugt wurde und dann auf der rauhen Kiesoberfläche verdunstete. Die hierdurch entstehenden Verluste waren überraschend groß. — Für jetzt genüge die Mitteilung des Endergebnisses, daß die mitt-

betrug. Teilweise wurde eine noch leichtere Walze verwendet, aber schon das angegebene Gewicht ist für eine Verwendung bei der Ausführung im großen zu gering, weil der Ton dabei nur in ganz dünnen Schichten aufgebracht werden mußte, um ihn genügend fest zusammenwalzen zu können.

Da das Einwalzen des Tons bei Regen, ja selbst bei starkem Tau wegen des Anhaftens an den Walzen unmöglich

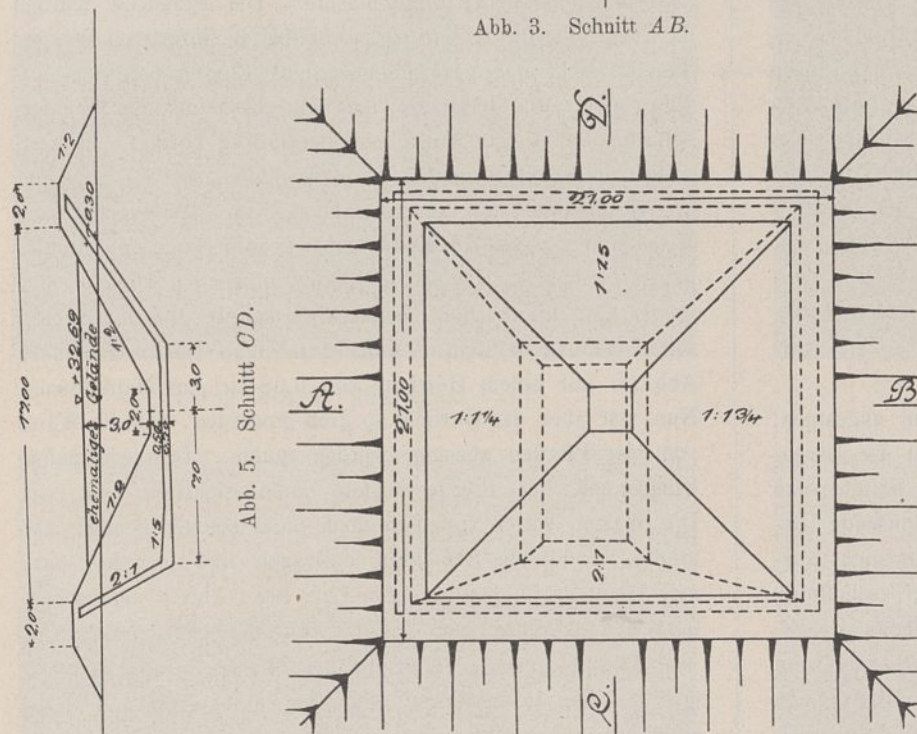
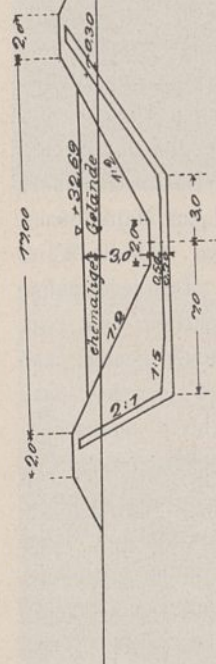


Abb. 4. Grundriß.

Abb. 3 bis 5. Becken II. 1:350.

Abb. 5. Schnitt CD.



leren jährlichen Gesamtverluste im Becken I etwa 2,5 mal so stark waren als im Becken II. Bei 22 km Dichtungsstrecke des Kanals von 33 m Wasserspiegelsbreite muß man nach den angestellten Beobachtungen mit einem mittleren sekundlichen Wasserverlust durch Versickerung und Verdunstung von 147,9 Liter bei eingewalzter Dichtung rechnen gegen 59,0 Liter bei Dichtung durch Pflasterung mit Rohziegeln. Im Hochsommer sind die entsprechenden Zahlen

212,6 bzw. 100,0 l/Sek. Dabei sei hier ausdrücklich bemerkt, daß diese Zahlen sich bei genauerer Durcharbeitung der Versuchsergebnisse, die ich mir für später vorbehalte, noch ein wenig ändern können.

Diese zu erwartenden Verluste sind verhältnismäßig gering im Vergleich zu dem sonstigen Wasserverbrauch des Kanals, und daher fiel die Entscheidung zwischen den Dichtungsverfahren zugunsten des Einwalzens. Einmal nahm man nach den angestellten Vorermittlungen an, daß sich die Kosten nicht so hoch belaufen würden, wie bei der Auspflasterung, und zweitens fürchtete man, daß letztere Arbeit bei der wirklichen Ausführung nicht mit der genügenden Sorgfalt hergestellt werden könne.

Nun galt es weiter, Verfahren zu finden,

- a) die das Einwalzen des Tons auch bei feuchter Witterung und
- b) dann in großen Mengen gestatteten.

Zunächst wurden Versuche mit Gipswalzen angestellt; sie zeigten, daß bei einer gewissen Feuchtigkeit des Gipses tatsächlich der feuchte Ton nicht an der Walze haftete, daß aber um diesen Zustand zu erhalten, eine dauernde Berieselung der Walzen erforderlich sei. Dies war nicht ausführbar, einmal wegen der Schwierigkeit der Wasserbeschaffung, dann aber besonders deshalb, weil das abfließende Rieselwasser auf dem bereits eingewalzten Ton stehen bleiben und weitere Durchfeuchtung hätte hervorrufen müssen. Das gleiche Ergebnis hatten die Versuche mit Walzen, denen man einen Filzüberzug gegeben hatte. Man mußte sich daher mit der Tatsache abfinden, daß an vielen Tagen im Jahr das Einwalzen des Tons wegen der Witterungseinflüsse unmöglich ist. Um so mehr mußte man darauf bedacht sein, Walzen mit großer Leistungsfähigkeit zu beschaffen. Waren die ersten Walzen durch Menschen fortbewegt, so ging man jetzt zum Pferdebetrieb über und kam schließlich zum Maschinenantrieb. Dabei stiegen die Einheitsgewichte für 1 qcm Mantelfläche von 0,045 auf schließlich 0,122 kg/qcm. Außer Schlichtwalzen nahm man teils allein, teils mit ersteren in Verbindung Riffelwalzen in Gebrauch, da solche bei den französi-



Abb. 6. Pferdebetrieb mit Holzwalzen.

schen Arbeiten (vgl. Zentralbl. d. Bauverwaltung 1910, S. 7) mit großem Vorteil verwendet waren. Während man aber in Frankreich einen Ton mit Sandgehalt von 30—70 vH. zu walzen hatte, lag hier ein fast reiner Ton vor, der nach kürzester Zeit sich in die Rillen setzte und so die Riffelwalzen zu Schlichtwalzen machte. Die Versuche wurden dann eingestellt. Abb. 8 zeigt die ersten derartigen Walzen, die jetzt nicht mehr verwendet werden. Eine größere Schlichtwalze (Abb. 9), deren Gewicht einschließlich des Wasserballastes für 1 qcm Mantelfläche 0,052 kg beträgt, ist zeitweilig noch in Gebrauch. Sehr zweckmäßig bei ihr erscheint die Drehbarkeit des Deichselrahmens für das Wenden auf weichem Ton, weil die Walze dabei in ihrer Lage unverändert liegen bleiben kann und die Pferde umwenden können ohne umgespannt zu werden. Tatsächlich konnte dies jedoch nur selten benutzt werden. Man baute dann Holzwalzen nach Abb. 10 mit einem Gewicht von 0,08 kg/qcm Mantelfläche. Nun war aber das Gewicht so groß geworden, daß die Walze von vier Pferden gezogen werden mußte. Das jedesmalige Umspannen der Pferde kostete außerordentlich viel Zeit. Die Walzen waren trotzdem noch nicht schwer genug; man mußte in dünnen Schichten auftragen und brauchte dazu viel Arbeitskräfte bei geringer Leistung. Abb. 6 veranschaulicht den Arbeitsvorgang.

Wollte man das Gewicht der Walzen weiter steigern, um den Ton in stärkeren Schichten aufbringen und daher an Verteilungskosten sparen zu können, so mußte man zum Maschinenbetrieb übergehen. Man versuchte eine leichte Dampfwalze von 5 t Betriebsgewicht mit Ballast, deren Vorderrad mit 0,087 und deren Hinterrad mit 0,09 kg/qcm Mantelfläche belastet war. Diese Walze konnte wegen mangelnder Standsicherheit nicht verwendet werden. Bei der geringen Neigung der Kanalsohle von rd. 1:14 stand die Dampfwalze, deren Schwerpunkt wegen des oben aufgetragenen Kessels mit Maschine sehr hoch liegt, bereits recht unsicher, und wenn dann zufällig die tiefer stehende Seite der Walze auf eine weichere Stelle des Tons kam, bestand ernstlichste Kippgefahr. Die Schwierigkeiten und



Abb. 7. Einwalzen des Tons auf den Böschungen mit den Petroleummotorwalzen.

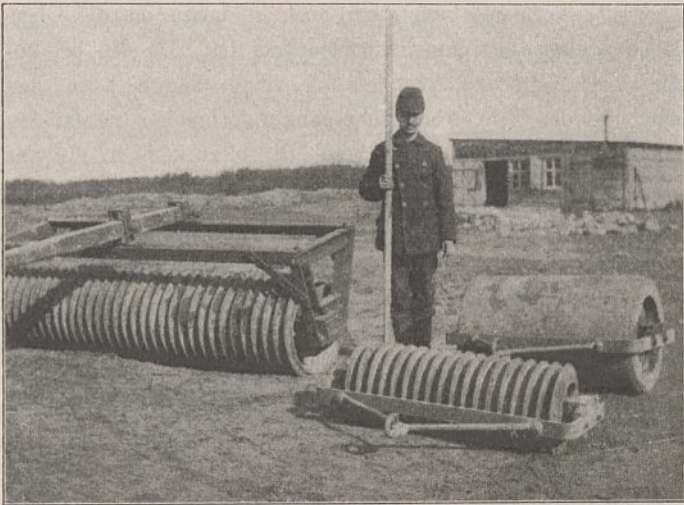


Abb. 8. Riffelwalze.

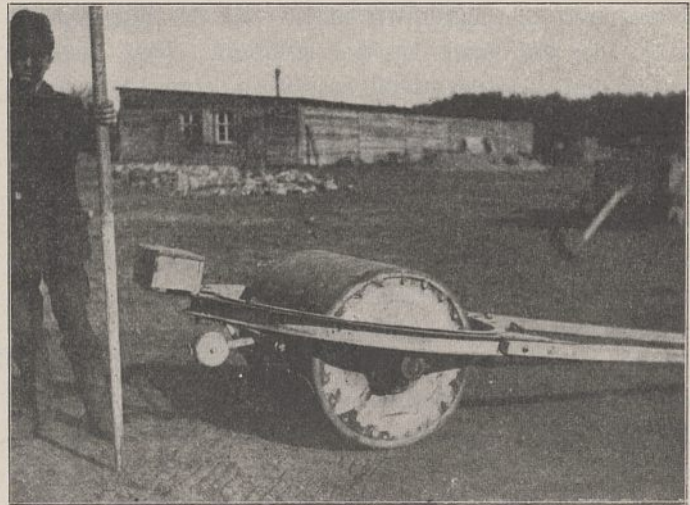


Abb. 9. Schlichtwalze.

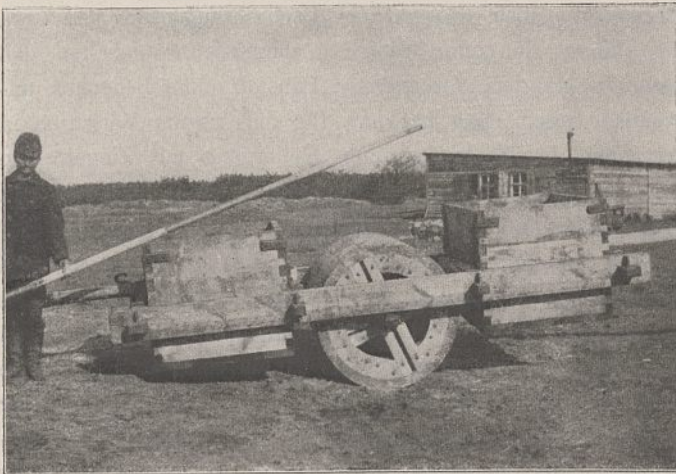


Abb. 10. Holzwalze.

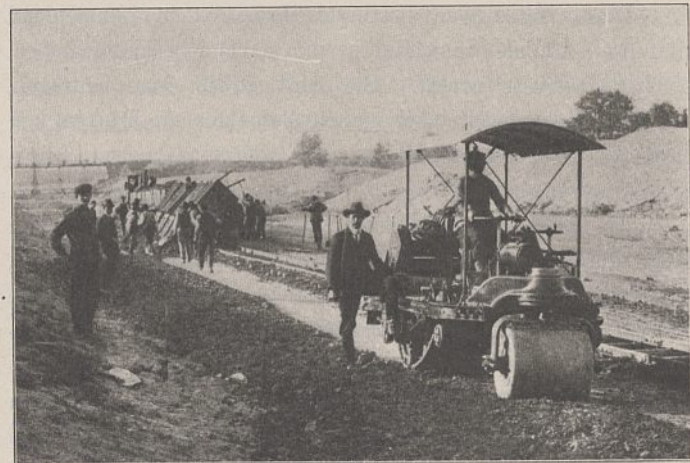


Abb. 11. Petroleummotorwalze.

Kosten der Wasserbeschaffung und Kohlenzufuhr sprachen außerdem sehr gegen die Verwendung von Dampfwalzen, und daher war es mit Freuden zu begrüßen, als es endlich gelang, Motorwalzen von zweckmäßigem Gewicht und Ab-

messungen zu ermitteln. Zunächst wurde leihweise eine Petroleummotorwalze der Firma Barford u. Perkins in Peterborough, England beschafft. Die Versuche waren so überaus günstig, daß in kürzester Frist vier Walzen dieser Art an-

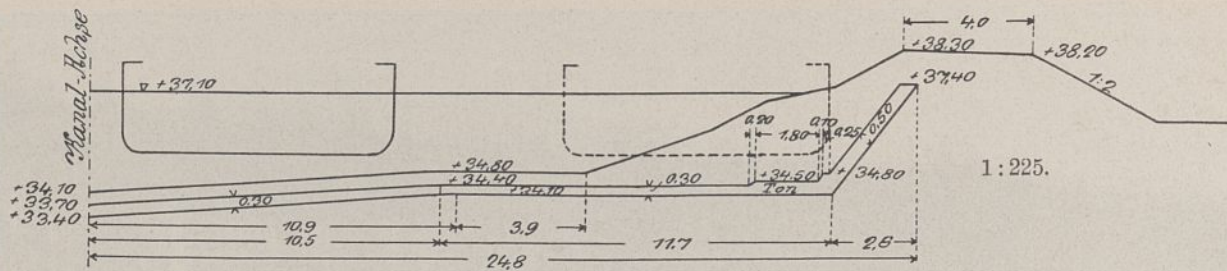


Abb. 12. Normalschnitt durch eine vorbereitete Liegestelle.

gekauft wurden, wie sie Abb. 11 im Betrieb zeigt. Die Firma Barford u. Perkins hat diese Walzen schon im Jahre 1905 in den Handel gebracht und daher genügend Erfahrungen im Bau dieser Maschinen gesammelt, die in England zum Walzen von Sportplätzen jeder Art und auch als Straßenwalzen schon vielfach Verwendung finden. Erst mit Einstellung dieser Maschinen konnte das Einwalzen im großen beginnen. Der Ton wird mit Trockenbaggern, die ihn nur in dünnen Schalen kratzen können, gewonnen und in krümeligem Zustande mit Arbeitszügen in die Sohle eingefahren, längs des Gleises ausgekippt und in Lagen von etwa 20 cm Stärke ausgebreitet. Sofort fährt die Walze hinein, und schon nach einmaligem Walzen ist, wie das Bild Abb. 11 zeigt, der Ton stark zusammengedrückt. Nach vier- bis sechsmaligem Walzen ist die Schicht auf etwa 15 cm Stärke zusammengewalzt und hat die erforderliche Festigkeit und Dichtigkeit. So sind an Tagen ohne Betriebsstörungen in elfstündiger Arbeitszeit bis zu 350 cbm Ton von einer Walze eingewalzt worden. Dabei sind die Betriebskosten außerordentlich gering, denn die Walze hat am Tage durchschnittlich nur 30 l Petroleum, 3 l Benzin und nur geringe Mengen Schmierstoffe verbraucht. Besonders zweckmäßig bei der Maschine ist a) die Möglichkeit der Beschwerung durch Wasserballast, b) die vorzügliche, allseitig drehbare Lagerung der Vorderachse, c) die tiefe Lage des Gesamtschwerpunktes und d) der freie Stand des Führers und dadurch die sichere Steuerung sowohl beim Vorwärts-, wie Rückwärtsfahren. Hervorzuheben ist ferner der vorzügliche und sichere Gang des Motors.

Diese Walze war die erste ihrer Art in Deutschland und hat bei allen Fachmännern, die sie hier besichtigt haben, größtes Interesse erregt. Sie wird gewiß dazu beitragen, die Motorwalzen weiter bei uns in Aufnahme zu bringen und auch die deutschen Fabriken zum weiteren Ausbau dieses Industriezweiges anzuregen.

Die große Standsicherheit der Walze gestattete nun sogar auch das Einwalzen des Tons auf den Böschungen, woran bei den Dampfwalzen gar nicht zu denken war. Die Walze stellte sich hierfür, immer nahezu parallel zur Kanalachse fahrend, allmählich eine flache Rampe von der Kanalsole bis zur Oberkante Tondichtung her und zwar von doppelter Länge der Tonzüge, so daß auf der einen Hälfte gewalzt wurde, während man auf der anderen Hälfte den Rohton aufbrachte. Abb. 7 veranschaulicht den Arbeitsvorgang.

Hatte man so für den normalen Querschnitt bei günstiger Witterung ein allen Erwartungen entsprechendes Dichtungsverfahren gefunden, so war man doch für die unregelmäßigen Ausbildungen der Tonschicht beim Anschluß an Bauwerke jeder Art, bei den Wendepunkten und Liegestellen und für

die Tage mit mehr oder weniger starken Niederschlägen zu einem befriedigenden Ergebnis noch nicht gelangt.

Bei gewissen Feuchtigkeitsgraden, die an sich noch nicht zur Einstellung des Walzenbetriebes nötigen, da der Ton noch nicht an den Walzen haftet, kann die Motorwalze wegen mangelnder Reibung nicht mehr arbeiten. Es ist dann erforderlich, die Oberfläche des roh eingebrachten Tones erst durch Walzen vorzubereiten, die von Pferden gezogen werden. Hierzu benutzt man je nach den Umständen die Walzen nach Abb. 9 oder 10. Danach kann die Motorwalze noch weiter arbeiten, bis schließlich zunehmende Nässe das Arbeiten verbietet.

Dies verbietet sich auch noch so lange bis die Oberfläche wieder vollkommen abgetrocknet ist. Da das bei ungünstiger Witterung oft ziemlich lange dauern kann, hat man, um den Tonbetrieb nicht ganz unterbrechen zu müssen und die zahlreichen Arbeiter beschäftigen zu können, auf das bei den ersten Versuchen im Becken II verwendete Verfahren zurückgegriffen. Diese Art der Dichtung war auch besonders notwendig für die zahlreichen Liegestellen, die als Ausbuchtungen mit steilen Böschungen hergestellt werden. Weil es nämlich in der Dichtungsstrecke sehr schwer, fast unmöglich, ist, später während des Betriebes im Kanal Verbreiterungen zu Liegestellen vorzunehmen, werden schon jetzt beim Bau überall dort, wo man das Einsetzen einer gewerblichen Entwicklung annehmen zu dürfen glaubt, teils von der Staatsbauverwaltung oder von Kommunalverwaltungen, teils von Privaten Liegestellen nach Abb. 12 vorbereitet.

Die im Anfang beschriebenen steilen Böschungen im Becken II haben während der Beobachtungsdauer von etwa 1½ Jahren sich unter Wasser so ausgezeichnet gehalten, daß man sie bei dem vorhandenen Baustoff ohne Bedenken anwenden kann. Man hat nun für dies zweite Verfahren in der Nähe des Tonlagers einen Kollergang mit Ziegelpresse für eine stündliche Leistung von etwa 10 cbm Ton aufgestellt. Hier werden die Rohziegel aus normalen Ziegeleimundstücken gepreßt und in wechselnder Dicke bis zu 20 cm je nach dem Querschnitt der Tonschicht abgeschnitten. Dann werden sie an die Arbeitsstellen herangefahren und dort eingebaut. Die Stärke darf kaum größer als 20 cm sein, weil sonst die einzelnen Stücke zum Handhaben für einen Mann zu schwer werden. Die Dichtungsschicht wird auf den flachen Böschungen aus mindestens drei, in den Liegestellen aus mindestens vier Lagen bestehen, die mit versetzten Fugen übereinander verlegt werden.

Die vorstehenden Ausführungen sollten ein Bild davon geben, wie die Staatsbauverwaltung im vorliegenden Falle die überaus wichtige Frage der Kanaldichtung gelöst und sich für den weiteren Verlauf der Bauausführung vorbereitet hat.

Handelt es sich doch für die nächsten beiden Baujahre noch um die tägliche Verarbeitung von etwa 1200 cbm Ton. Es steht zu hoffen, daß die gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen nicht nur einen vollen Erfolg für das vorliegende Werk sichern, sondern auch für andere und spätere Kanalbauten nutzbar gemacht werden.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß man das Becken I, dessen Ufer in der Wasserspiegellinie bepflanzt sind, z. Z. noch beobachtet (allerdings ohne Wasserfüllung), um Aufschluß darüber zu bekommen, ob die Wurzeln der üblichen Uferpflanzen (Rohr, Schilf, Kalmus, Binsen usw.) der Dichtungsschicht gefährlich werden können. Die Beobachtungen sind noch nicht abgeschlossen, doch steht jetzt schon fest,

daß die Rohrwurzeln sehr leicht und tief in den Ton eindringen. Rohrplantagen wird man an diesen Ufern jedenfalls nicht ausführen dürfen. Ja es erscheint angebracht, daß man überhaupt jegliche Pflanzung hier vermeidet, weil vielleicht auch alle anderen in Betracht kommenden Pflanzen in kürzerer oder längerer Frist den Ton mit ihren Wurzeln mehr oder weniger durchziehen werden. Jedenfalls verdient auch diese Frage gründliche Beachtung, und die Staatsbauverwaltung wird infolge dieser Beobachtungen auf der Scheitelhaltung des Großschiffahrtweges in den Dichtungsstrecken Pflanzungen zum Schutz der wasserseitigen Dammböschungen vermeiden.

Eberswalde. Schliemann, Kgl. Wasserbauinspektor.

## Über die Abhängigkeit der Formen der Riffeln und Geschiebebänke vom Gefälle.

Von H. Blasius.

(Mit Abbildungen auf Blatt 49 und 50 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

In gekrümmten Flußstrecken folgt die Geschiebebewegung den bekannten Fargueschen Gesetzen, daß an der hohlen Seite der Krümmungen ein Kolk liegt, das innere Ufer flach ist, und auf den Übergängen sich Geschiebe ablagert. Diese Erscheinungen sind wohlbegründet durch die Art der Strömung, da in den Krümmungen das schneller fließende Wasser durch seine Fliehkraft nach außen und dort abwärts gedrückt wird; die Sohle wird also außen stärker angegriffen und das fortgerissene Geschiebe lagert sich auf den Über-

hat. Eine Durchrechnung dieser Vorgänge auf Grund der Bewegungsgesetze des Wassers scheidet freilich an den auftretenden Wirbelbildungen; immerhin wird uns dieser Gesichtspunkt der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen Sandbewegung und Stromverteilung zu einer Erklärung für die Verschiedenheit der auftretenden Formen führen.

Versuche, die ich in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin zur Aufklärung der Frage der wandernden Geschiebebänke unternahm, führten zu einer Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten der Formen von Geschiebebänken. Ein grundlegendes Ergebnis war: Die Formen, in denen der Sand sich unter der Strömung

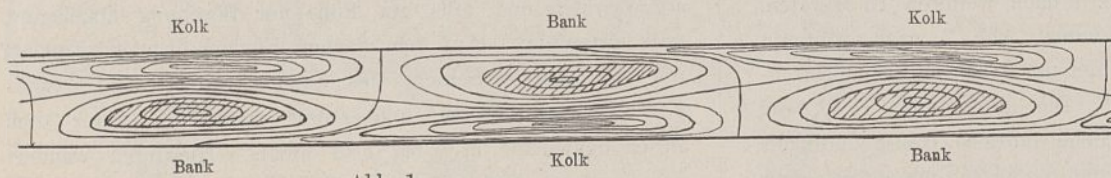


Abb. 1.

gängen ab. Aber auch in geraden Flußläufen bilden sich Kolke und Bänke, obwohl man hier eine ebene Sohle und gleichmäßige Wanderung des Geschiebes erwarten sollte, da kein Punkt der Sohle vor dem anderen bevorzugt erscheint. Hierher gehören die bekannten Riffel und die von Engels beschriebenen<sup>1)</sup> schrägen Bänke. Eine Erscheinung von auffallender Regelmäßigkeit sind auch die wandernden Geschiebebänke (Text-Abb. 1<sup>2)</sup>, die in geraden Flußläufen in der Weise auftreten, daß abwechselnd am rechten und linken Ufer eine Kiesbank liegt, neben der sich auf der anderen Seite ein tiefer Kolk erstreckt. Solche Erscheinungen müssen, mathematisch gesprochen, durch Instabilität der ebenen Sohlenform erklärt werden: d. h. eine zufällige Störung der ebenen Sohle muß eine derartige Störung der gleichmäßigen Strömung hervorbringen, daß die von deren Geschwindigkeitsverteilung abhängige Sandbewegung eine Vergrößerung, Ausbreitung und auch Wanderung der ursprünglichen Störung zur Folge

anordnet, sind bei großem und bei kleinem Gefälle wesentlich verschieden. Beim Gefälle 1:1000 erhielt ich Parallelriffel (Abb. 1 u. 2 Bl. 50) und unregelmäßigere Anordnungen von Bänken und Kolken (Abb. 3 bis 7 Bl. 50), über die unten näheres gesagt werden wird. Der Pfeil gibt die Richtung der Strömung an. Bei größerem Gefälle 1:100 und auch noch 1:300 traten schräge Linien in mannigfaltigen Anordnungen (Abb. 1 bis 11 Bl. 49), zum Teil zusammen mit Parallelriffelung auf.

Zur Erklärung dieser Verschiedenheiten der Formen weise ich darauf hin, daß man schon in der bisherigen Flußtheorie<sup>3)</sup> zwei Arten von Strömungen unterscheidet: die „Flüsse“, bei denen die Geschwindigkeit  $v$  der Strömung kleiner als die Wellengeschwindigkeit  $\sqrt{gh}$  ist, und die „Wildbäche“, bei denen  $v$  größer als  $\sqrt{gh}$  ist.  $h$  bedeutet hier die Tiefe. Im ersten Falle vermögen also Wellen oder Anschwellungen sich aufwärts fortzupflanzen, im zweiten dagegen kann eine kleine Störung im Unterlauf nicht nach oben hin wirken. Diese Verschiedenheit zeigt sich u. a. in der

1) Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1905, S. 663.

2) Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Dritter Teil: Wasserbau; erster Band, zweites Kapitel: R. Jasmund, Fließende Gewässer, S. 350. — Vgl. auch Zeitschr. f. Bauw. 1905, Bl. 63 u. 64 im Atlas.

3) Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften, Band IV, Teil 3, Artikel 20: Forchheimer Hydraulik, S. 357, 358 u. 363.

Form der Staulinien und im Verlauf der Strömung über unebenem Boden. Da nun letzteres maßgebend für die Sandbewegung unter der Strömung ist, so muß sich der Unterschied der beiden Strömungsarten auch in den Riffelformen ausprägen.

Das wichtige Verhältnis  $V = \frac{v}{\sqrt{gh}}$ , das für „Flüsse“ kleiner und für „Wildbäche“ größer als 1 ist, hängt annähernd nur vom Gefälle  $J$  ab, soweit die Formel

$$v = c \cdot \sqrt{hJ}$$

für die Geschwindigkeit  $v$  gilt. Es ist dann nämlich

$$V = c \cdot \sqrt{\frac{J}{g}}$$

Mit dem üblichen Wert von  $c$ , etwa  $c = 500 \cdot \frac{\sqrt{\text{cm}}}{\text{Sek.}}$ , tritt der unterscheidende Wert  $V = 1$  beim Gefälle  $J = 1:255$  ein. Diese unterscheidende Grenze, die die beiden Strömungsarten trennt, ändert sich mit der Reibungszahl  $c$ . Außerdem ist auch die Möglichkeit nicht abzuweisen, daß bei einem so verwickelten Vorgang die Grenze nicht mehr genau nach  $V = 1$  fällt, sondern durch die Mitwirkung der Geschiebewegung etwas verschoben wird. Jedenfalls erhielt ich bei größerem Korn von etwa 1 mm Durchmesser noch bei 1:300 Formen, die „großem“ Gefälle angehören, bei einem anderen Sand (0,4 mm Durchmesser) fiel die Grenze etwa nach 1:200. Zu genauen Angaben waren die Messungsverfahren noch nicht genug ausgebildet.

Zur Veranschaulichung der Formen, die sich bei großem Gefälle entwickeln, zeigt die Reihe der Abb. 4 bis 7 Bl. 49 die Ausbildung der Sohle zu verschiedenen Zeiten, nämlich Abb. 4 nach 10 Minuten, Abb. 5 nach weiteren 15 Minuten, Abb. 6 nach weiteren 30 Minuten, Abb. 7 nach weiteren 62 Minuten. Es handelt sich hier um Sand von 1 mm Durchmesser beim Gefälle 1:100. Die anfängliche Tiefe war  $h = 1,65$  cm und die anfängliche mittlere Geschwindigkeit  $v = 42,5$  cm/Sek. Man sieht, daß die anfänglich auftretenden Parallelriffeln von einer schrägen Zeichnung überdeckt werden, die allmählich immer mehr hervortritt, rundliche Formen und Zungenform annimmt und immer tiefere Rinnen gräbt. Die Geschwindigkeit des Wanderns dieser Schrägbänke wurde zu 5 bis 20 cm/Minute festgestellt. Der Vorgang führt schließlich zur Trockenlegung großer Teile der Sohle. Abb. 8 Bl. 49, bei anderer Wassermenge und demgemäß etwas anderem  $h$  und  $v$ , zeigt diesen Zustand völliger Verwilderung nach etwa 10 Stunden. Weitere Beispiele solcher Schrägbänke außer den Abb. 1 bis 9 Bl. 49, die sämtlich Sand von 1 mm Durchmesser betreffen, sind in den Abb. 10 u. 11 Bl. 49 für Sand von 0,4 mm Durchmesser gegeben. Solche Formen, wie sie etwa der Abb. 5 Bl. 49 entsprechen, sind bereits von Engels beschrieben, der ihre Verwandtschaft mit den wandernden Geschiebebänken der Text-Abb. 1 hervorhebt. Nach dem jetzigen Stande meiner Untersuchungen und nach den obigen theoretischen Hinweisen möchte ich die wandernden Geschiebebänke, die im Oberrhein beim Gefälle 1:2000, in der Weichsel bei 1:17500 auftreten, nicht in eine Formenklasse mit den Schrägbänken einreihen. Die Schrägbänke gehören den „Wildbächen“ an, in denen das Wasser mit Überwellengeschwindigkeit strömt. Sie sind vielleicht vergleichbar mit

dem Wellenkegel um den Kopf eines Geschosses, das mit Überschallgeschwindigkeit fliegt. (Allerdings folgt der Winkel der Schrägbänke nicht demselben Gesetz, wie dieser „Machsche Winkel“ der Bugwelle des Geschosses.) Die wandernden Geschiebebänke werden wir dagegen mit den Riffelformen bei kleinem Gefälle in Verbindung bringen müssen.

Die Parallelriffelbildung, die auf einigen unserer Bilder sichtbar ist, zeigt sich bei diesen Wildbächen häufig in der Weise (Abb. 9 Bl. 49), daß die Höhen und Tiefen in manchen Längsstrichen besonders ausgeprägt sind. Auch haben diese Riffeln rundere Formen, wirklich Wellenform, während sie sonst (s. unten) mit scharfen Böschungen ausgebildet sind.

Bei kleinem Gefälle, in Flüssen, bilden sich zunächst die bekannten Parallelriffeln (Abb. 1 u. 2 Bl. 50). Sie haben im Anfang ihrer Entstehung (rechts in Abb. 2 Bl. 50) eine Wellenlänge, die etwa gleich dem vier- bis fünffachen der Tiefe ist, und werden mit wachsender Ausbildung über doppelt so lang. Ihr Längsschnitt ist in Text-Abb. 2 ohne Überhöhung gezeichnet. Sie bestehen aus einem tiefen Kolk mit

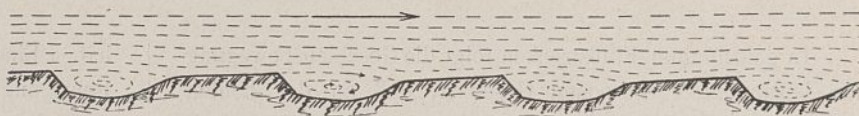


Abb. 2.

anschließendem flachem, ansteigendem Rücken, der schließlich durch eine Böschung zum nächsten Kolk abfällt. Die Strömung bildet in den Kolken starke Wirbel und erreicht die Sohle erst wieder in der Ecke auf dem Rücken der Riffel. Der Sand in der Tiefe des Kolkes wird oft stark aufgewirbelt und teils am Fuße der Böschung abgelagert, teils mitgeführt. Auf dem flachen Rücken dagegen wandert nur die oberste Schicht des Sandes ruhig, ohne emporgewirbelt zu werden, und stürzt schließlich unter dem Böschungswinkel 1:1 bis 1:2 hinab. Hierdurch wandert der Kopf der Riffel abwärts mit einer Geschwindigkeit von mehreren Millimetern in der Minute (beobachtet bei Sand von 0,2 mm Durchmesser).

Diese Form der reinen Parallelriffel erhält sich nicht dauernd. Wie die Aufnahmen Abb. 4 bis 7 Bl. 50 zeigen, wird jede Riffel in eine Reihe von Kolken und Bänken aufgelöst. Die Bildungen an den verschiedenen Stellen stören sich in mannigfacher Weise; auch zeigen sich in der Größe der Riffeln starke Verschiedenheiten. Jedoch vermag man bei genauerer Betrachtung eine gewisse Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Wie Abb. 3 Bl. 50 besonders an zwei Stellen des Vordergrundes erkennen läßt, wird das Wasser durch eine einzelne Sandbank zum Ausweichen genötigt und bildet nun beim Herumströmen an den beiden Ecken der Bank zwei Kolke, die ihrerseits den Sand vor sich zu zwei neuen Bänken aufwerfen. Denkt man sich die Bildung dieser Pilzformen fortgesetzt, so gelangt man zu dem in Text-Abb. 3 in Höhenlinien dargestellten Entwurf einer Anordnung von Kolken und Bänken, die in parallelen Reihen staffelförmig hintereinander liegen. Mit einiger Mühe wird man auch auf den Abb. 4 bis 7 Bl. 50 mehrere solcher Anordnungen feststellen können. Die ungleichmäßige Ausbildung der einzelnen Bänke, die auch in Text-Abb. 3

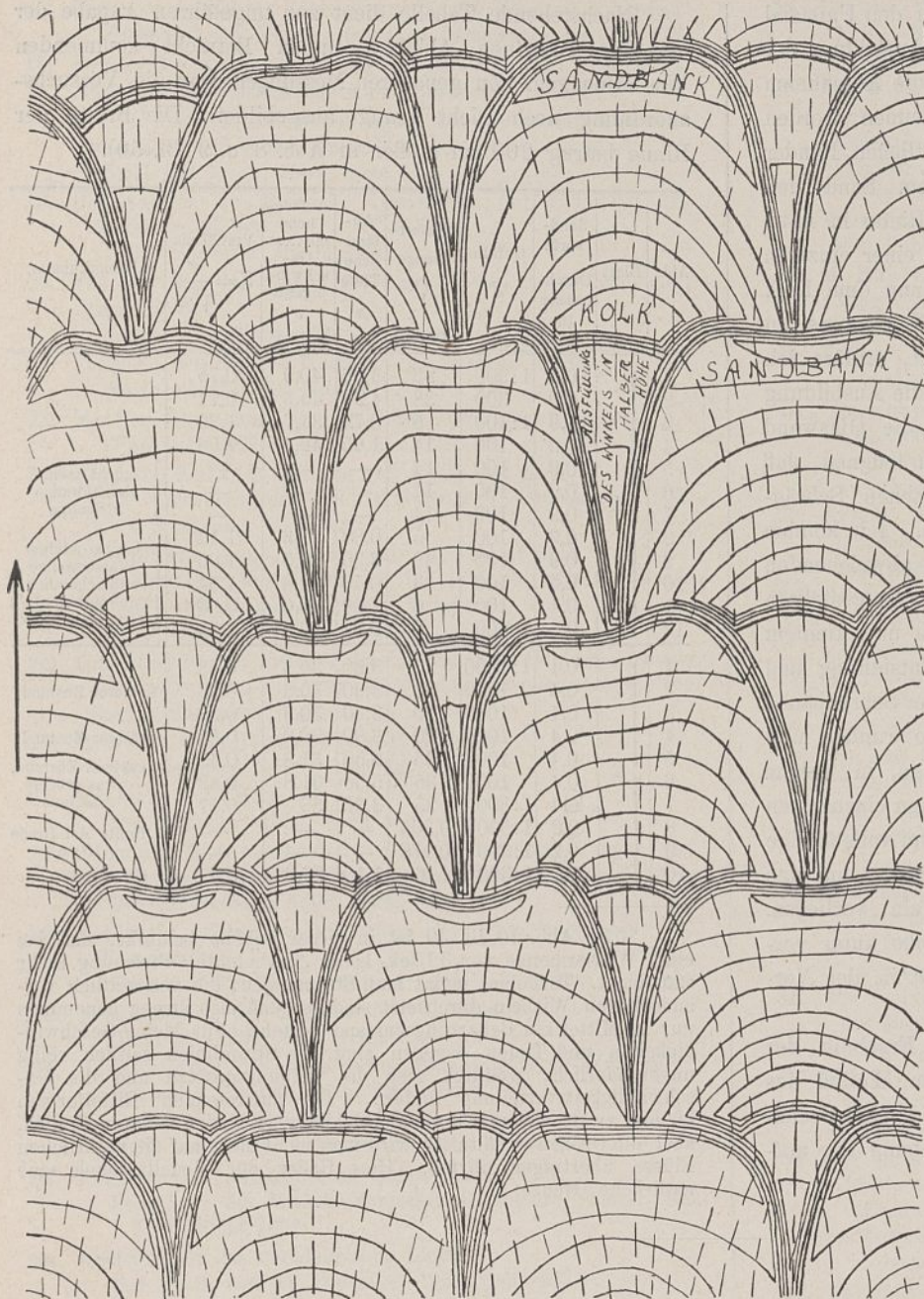


Abb. 3.

zum Ausdruck gebracht ist, stört die Regelmäßigkeit der Anordnung, so daß die Erscheinung selten ganz rein auftritt. Ständig wiederkehrende Eigentümlichkeiten sind dagegen das Zurücktreten der höchsten Böschungskante und die Ausfüllung des Winkels zwischen den seitlichen Rändern benachbarter Kolke durch eine niedrigere Bank in halber Höhe

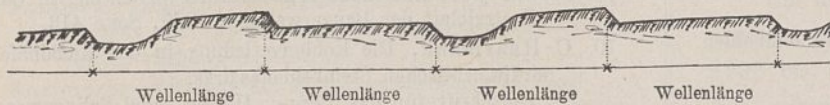


Abb. 4.

mit einer Böschung nach dem nächsten Kolk hin. Das Wasser strömt, wie die gestrichelten Linien der Text-Abb. 3 zeigen, über die Seitenkanten einer solchen Bank hinweg und bildet sich so in dem Winkel zwischen zwei Bänken zu einem starken Strom aus, der über dem vorliegenden Kolk austritt. Hier wird, wie oben bei den Parallelriffeln beschrieben ist, der Sand durch Wirbel, die unter der eigentlichen Strömung liegen, aufgerührt und dann nach allen

Seiten hin zu den umgebenden Böschungskanten getragen, wo er vorläufig niedersinkt. Wahrscheinlich wird ein Teil des über den Winkel austretenden Wassers in den Wirbel des Kolkes hineingezogen, soweit dieser Wirbel schräg vor den Ecken der Bänke liegt. Diese Unterströmungen kommen auf dem Bilde nicht zum Ausdruck. Der in Abb. 10 Bl. 50 abgebildete Gipsabguß einer besonders gut ausgebildeten Anordnung von Staffelbänken bestätigt das Gesagte nochmals. Abb. 11 Bl. 50 hebt die Lage der Böschungskanten und Kolke des Gipsabgusses hervor.

Die Übergangsformen, die in der Nähe des unterscheidenden Gefälles auftreten und teils einzelne Kolke und Bänke, teils schräge Linien erkennen lassen, sind in Abb. 12 Bl. 49 für Sand von 0,4 mm Durchmesser beim Gefälle 1:200 dargestellt.

Betrachtet man die in Text-Abb. 3 gegebene Darstellung der Wasserströmung über die Staffelfriffel, so sieht man, daß in den Symmetrielinien das Wasser gerade fließt. Ein Streifen zwischen zwei solchen Geraden entspricht also einer Flußströmung von dieser Breite mit geraden Ufern. Man erkennt so, daß in dem Bilde der Staffelfriffel auch das Bild einer Flußströmung enthalten ist, bei der die Bänke abwechselnd am rechten und linken Ufer liegen. Das ist aber das Bild, das uns die wandernden Geschiebeebänke bieten. Einen solchen einzelnen Streifen habe ich mit Sand von 0,2 mm Durchmesser in einer 10 cm breiten Rinne mit Glaswänden dargestellt. Die Abb. 8 u. 9 Bl. 50 sind von oben aufgenommen. Seitlich stehen zwei unter 45° geneigte Spiegel, die durch die Glaswände hin-

durch den Längsschnitt erkennen lassen. Die Riffel haben eine Wellenlänge von etwa 20 cm. Deutlich erkennt man in Übereinstimmung mit Text-Abb. 3 die abwechselnde Lage der Kolke, die nach vorn und nach der Seite hin von ihrer Sandbank umgeben sind. Die am anderen Ufer verlaufende schmale Rinne, dem oben genannten Winkel zwischen benach-

barten Bänken entsprechend, liegt in mittlerer Höhe und fällt nach dem nächsten Kolk hin mit einer neuen Böschung ab. Der Längsschnitt hinter der Glaswand hat die in Text-Abb. 4 gezeichnete Form: Man sieht, ebenso wie bei den Parallelriffeln, Kolk und Bank; aber in der nächsten Wellenlänge erscheint die Rinne in mittlerer Höhenlage und der Kolk liegt am anderen Ufer. Das Gefälle ließ sich in der kurzen Rinne nicht mit Sicherheit feststellen. Es war vielleicht 1:500.

In diesen hier beschriebenen Bankformen sehe ich die schon oben erwähnten wandernden Geschiebeebänke. Die Unterschiede zwischen Abb. 8 u. 9 Bl. 50 und Text-Abb. 1, die

immerhin bestehen bleiben, werden wohl durch den Umstand erklärt, daß die hier gewonnenen Formen der Ausbildung der Sohle unter Hochwasser entsprechen, während die Aufnahmen in der Natur nur bei Niedrigwasser vorgenommen werden können. Fallendes Wasser dürfte aber die seitlichen Ränder der Staffelbänke auswaschen und mit diesem Sand den tiefen Kolk teilweise zuschütten, so daß die Rinne in mittlerer Höhenlage und der anschließende Kolk zu einer einzigen langgestreckten Rinne vereinigt werden, die dann dem Kolk der Text-Abb. 1 entspricht. Die schmale Nebenrinne an der Seite, wo bei uns die höchste Spitze liegt, erkläre ich mir durch den Einfluß des flachen Ufers, das die Ausbildung der hohen Bänke hindert, während bei uns die Glaswand wenig Reibung bot. Es ist übrigens nicht zu leugnen, daß die so entstehenden Formen mit den Engelschen Schrägbänken (Abb. 5 Bl. 49) viel Ähnlichkeit haben. Ich komme hauptsächlich dadurch zu einer von Engels abweichenden Auffassung, weil ich den in dieser Abhandlung festgestellten Unterschied zwischen den Formen bei großem und kleinem Gefälle festhalten möchte, die sich in der Entstehung und in den Größenverhältnissen unterscheiden: die Schrägbänke sind flacher, die Formen bei kleinem Gefälle runder und höher. Eine endgültige Entscheidung der Frage, in welche Klasse wir die in der Natur auftretenden Formen einzureihen haben, wird sich wohl erst erzielen lassen, wenn vollständige Messungsreihen der sich ausbildenden Wellenlängen und eine einwandfreie Bestätigung der Ähnlichkeitsregeln vorliegen. Diese Fragen, sowie die Umgestaltung der Bänke unter veränderlichen Wasserständen, werden demnächst in der Versuchsanstalt in Angriff genommen.

Einstweilen besteht das abgeschlossene Ergebnis der vorliegenden Arbeit in dem Hinweis auf den Einfluß des Gefälles und das Vorhandensein eines unterscheidenden Grenzwertes, sowie in einer Einteilung und Beschreibung der auftretenden Formen.

Nachstehende Tabelle dient zur ungefähren Angabe der bei den einzelnen Abbildungen in Betracht kommenden Wassermengen. Zu genaueren Messungen war die Versuchsanordnung noch nicht genug ausgebildet. Die Breite der Rinne betrug 200 cm (außer in Abb. 8 u. 9 Bl. 50).

Abb.	Blatt	Sand- sorte	Gefälle $J$	Wasser- menge $Q$	An- fäng- liche Tiefe $h$	Anfäng- liche mittlere Ge- schwin- digkeit $v$	Verhältnis $V = \frac{v}{\sqrt{gh}}$	Bemerkungen
		Durch- messer in mm		l/Sek.	cm	cm/Sek.		
1	1	0,9	1:300	25	3,06	40,9	0,75	nicht mehr gleichförmige Strömung
2		0,9	300	38	4,20	45,3	0,71	
3		0,9	1:100	5	0,72	34,7	1,30	
4		0,9	100	14	1,65	42,5	1,06	
5		0,9	100	14	—	—	—	
6		0,9	100	14	—	—	—	
7		0,9	100	14	—	—	—	
8		0,9	100	5	0,80	31,3	1,12	
9		0,9	100	40	3,30	60,5	1,06	
10		0,4	100	3	0,46	32,6	1,54	
11		0,4	100	6	1,00	30,0	0,96	
12		0,4	1:200	6	0,92	32,6	1,09	
1	2	0,4	1:1000	20	3,30	30,3	0,53	späterer Zustand
2		0,4	1000	20	3,30	30,3	0,53	
3		0,4	1000	20	3,30	30,3	0,53	
4		0,4	1000	20	3,30	30,3	0,53	
5		0,4	1000	35	5,50	31,8	0,43	
6		0,4	1000	35	5,50	31,8	0,43	
7		0,4	1:300	25	3,30	38	0,67	
8		0,2	1:500?	0,305	—	—	—	
9		0,2	1:300?	0,178	—	—	—	
10		0,2	1:300	6	1,10	27,3	0,83	

\*) Zu Abb. 10 Bl. 49 ist in dieser Tabelle bemerkt, daß bei einer Wassermenge von 3 l/sek. keine „turbulente“ Strömung mehr stattfindet. Turbulent nennt man Strömungen, die von zeitlich veränderlichen Wirbeln durchsetzt sind, so daß also streng genommen nur im Mittel ein Beharrungszustand besteht. Für kleine Geschwindigkeiten und Tiefen dagegen sind die Stromlinien zeitlich völlig unveränderlich, wodurch sich die Reibungsgesetze und die Geschwindigkeitsverteilung ändern. Die auftretenden Riffelformen bleiben zwar, wie man an der Abbildung sieht, den anderen ähnlich, aber die Größenverhältnisse wird man nicht mehr auf die natürlichen Flüsse übertragen dürfen. Hier findet der Modellversuch eine natürliche Grenze.

## Die Kohlenkipper der neuen Hafenteile in Duisburg-Ruhrort.

Von Oberbaurat Ottmann und Wasserbauinspektor Loebell.

(Mit Abbildungen auf Blatt 51 bis 54 im Atlas.)

Inhaltsangabe am Schluß.

(Alle Rechte vorbehalten.)

### I. Quellennachweis.

- a) Im Berichte erwähnte Quellen.
- L. Hagen, Die Kanalisierung der oberen Saar. Zeitschrift für Bauwesen, 1866, Seite 34.
  - Kayser, Absturzvorrichtung zum Verladen von Steinkohlen im Hafen zu Ruhrort. Zeitschrift für Bauwesen, 1870, Seite 230.
  - v. Doemming, Die Kohlenverladevorrichtungen in den englischen Kohlenhäfen. Zeitschrift für Bauwesen, 1878, Seite 273.
  - F. Baltzer, Eine eigentümliche Kohlenverschiffung. Zentralblatt der Bauverwaltung, 1884, Seite 408.
  - Das neue Alexandra-Dock in Hull. Zentralblatt der Bauverwaltung, 1885, Seite 135.
  - Gerhardt, Die selbsttätigen Kohlenkipper und ihre Anlage. Zeitschrift für Bauwesen, 1886, Seite 251.
  - J. Frahm, Über den Transport und das Verladen der Steinkohlen. Zeitschrift für Bauwesen, 1887, Seite 111.
  - A. Franke, Selbsttätiger Kohlenkipper im Kaiserhafen zu Ruhrort. Zeitschrift für Bauwesen, 1888, Seite 582.
  - Stromeyer, Eine neue Kohlenverladevorrichtung in Cardiff. Zentralblatt der Bauverwaltung, 1889, Seite 413.
  - C. Haarmann, Die Kohlenverladung in den Kanalhäfen des nordfranzösischen Steinkohlenbezirks. Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preußischen Staate, Band 41. Sonderabdruck, Berlin, Wilhelm Ernst u. Sohn, 1893.
  - Selbsttätiger Druckwasser-Kohlenkipper. Zentralblatt der Bauverwaltung, 1896, Seite 245.
  - Mohr, Die Kanalisierung der Oder von Kosel bis zur Neißemündung. Zeitschrift für Bauwesen, 1896, Seite 362.
  - Frahm, Über Kohlenverladevorrichtungen im Gebiete der großen Seen in Nordamerika. Stahl und Eisen, 1898, Seite 175.
  - Eisenbahntechn. Mitteilungen aus den englischen Kohlengebieten. Zentralblatt der Bauverwaltung, 1899, Seite 136.



15. Elektrisch betriebene Kohlenkipper für den Hafen zu Rotterdam. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1901, S. 793.
16. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1901, Seite 1041.
17. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1901, Seite 1471.
18. A. C. Johnston, Die neuen Erz- und Kohlenverladevorrichtungen an den großen amerikanischen Seen. Stahl und Eisen, 1901, Seite 14.
19. Hafenanlagen zu Breslau. Denkschrift zur Eröffnung des städtischen Hafens. Julius Springer, Berlin 1902.
20. The new shipping pier of the dominion coal Co. at Louisburg, Cape Breton. Engineering News, 1902, Seite 428.
21. Coaling Crane for the Wallsend and Herbrun Colliery Co. Ltd. Engineering, 1902, Seite 412.
22. Mellin, Über einige amerikanische Umladevorrichtungen. Glückauf, 1902, Seite 1213.
23. Zörner, Wertverminderung von Kohle und Koke. IX. Internationaler Schifffahrtkongreß, Düsseldorf 1902, I. Abteilung, 3. Frage.
24. E. Herbert Stone, Mechanical Shipment of Coal. A brief account of some of the principal systems in use in Great Britain and other Countries. A. Twiestmeyer, Leipzig 1903.
25. Ungedruckter Bericht über eine im Sommer 1903 im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten ausgeführte Studienreise nach Nordamerika.
26. Hydraulic Coal Hoist at Glasgow Harbour. The Engineer, 1903, Seite 380.
27. Hydraulic Coal Hoist. The Engineer, 1903, Seite 503.
28. Schnell, Über mechanische Kohlenumladevorrichtungen und die Bewegung der Kohle in den neuen niederrheinischen Häfen. Der Niederrhein, 1903, Seite 400.
29. J. Pohlige, Umladevorrichtungen für Eisenbahnwagen und Wasserwege. Zeitschrift für Binnenschifffahrt, 1905, Seite 259.
30. Neuerungen in der mechanischen Kohlenverladung. Glückauf, 1905, Seite 1630.
31. Berkenkamp, Die neubauten Hafenanlagen in Walsum. Zeitschrift für Bauwesen, 1906, Seite 481.
32. Berkenkamp, Die niederrheinischen Industrieböfen. Stahl und Eisen, 1906, Seite 1033.
33. Kohlenumladevorrichtung im Hafen von Breslau. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 7. Juli 1906, Seite 1057.
34. Kohlenkipper des norddeutschen Lloyd. Der Rhein vom 28. Dezember 1906, Seite 547.
35. Die vereinigten Duisburg-Ruhrorter Häfen. Zentralblatt der Bauverwaltung vom 16. Febr. 1907, S. 103.
36. Georg v. Hanfstengel, Neuere Wagenkipper. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 28. September 1907, Seite 1525.
37. Kohlenkipper im Hafen von Newport. Engineering vom 6. März 1908, Seite 306.
38. W. Schlechter, Elektrisch betriebene Kohlenkipperanlage am Rothesaydock bei Glasgow. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 7. August 1909, Seite 1255.
39. Aumund, Verladung von Massengütern im Eisenbahnbetrieb. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 4. September 1909, Seite 1437.
40. Kammerer, Versuche der Kohlenumladeanlage in Kosel. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 2. Oktober 1909, Seite 1623.
41. Willmannsche Gleisbremse. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 9. Oktober 1909, Seite 1694.
- b) Sonstige Abhandlungen.
42. Schnitger, Die Vorrichtungen zum Überladen von Steinkohlen in den Häfen Englands. Zeitschrift für Baukunde, 1878, Seite 235.
43. Frahm, Mechanische Handhabung von Erzen und Kohlen. Stahl und Eisen, 1900, Nr. 10 bis 15. Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. LX.
44. Frahm, Einrichtungen für die mechanische Handhabung von Erzen, Kohlen und Koks auf der Pariser Weltausstellung. Stahl und Eisen, 1901, Nr. 11 bis 13.
45. Kipper für Eisenbahnwagen für die Zuckerraffinerie Aschersleben. Erbaut von der Penniger Maschinenfabrik und Eisengießerei, A.-G., Abteilung Unruh u. Liebig zu Leipzig. (Täglich 40 Wagen.) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1902, S. 1328.
46. M. Buhle, Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle. Berlin 1899.
47. M. Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Kohlen und Erzen. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1899.
48. Frahm, Mechanische Handhabung von Erzen und Kohlen. Stahl und Eisen, 1900, Seite 513.
49. Glasenapp, Handschriftlicher, an den Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten erstatteter Bericht über „Neuere Kohlenverladevorrichtungen und bewegliche Brücken in Nordamerika“, aus Neuyork vom 3. Januar 1903.
50. Frahm, Handschriftlicher, an den Herrn Minister der öffentl. Arbeiten erstatteter Bericht über „Neuere Kohlenverladevorrichtungen in England“, aus London vom 24. Januar 1903.
51. Kaimauer zur Kohlenverladung. (Bodenklappenwagen; zwei röhrenförmige Rinnen übereinander.) Nouvelles Annales de la construction, 1903, Seite 127.
52. H. Aumund, Anlage und Wirtschaftlichkeit moderner Transportanlagen. Schillings Journal für Gasbeleuchtung, 1903, Seite 427.
53. Bau und Betrieb der Kohlenlöschplätze. Engineering News vom 17. März 1904, Seite 265.
54. Kohlenverladeanlagen in Lorain, Ohio. (Bodenklappwagen, Hopperraum und Transportband.) Engineering News vom 20. April 1905, Seite 410.
55. Kohlenelevator auf Bahnhof Grunewald bei Berlin. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 13. Mai 1905, Seite 783. Génie civil vom 17. Juni 1905, Seite 117.
56. Die hydraulischen Kohlenkipper und die elektrischen Krane des Bahnhofs Amsterdam-Doklaan. De Ingenieur vom 1. Juli 1905, Seite 420.
57. Kohlenverladung bei einem Kraftwerk in Syracuse, Neuyork. (Boden- oder Seitenkipper; Hopperraum; Transportband.) Engineering News, vom 19. Oktober 1905, Seite 397.
58. Die neue Kohlenstation an der Narragansettbai bei Bradford, Rhode Island. Engineering Record vom 25. November 1905, Seite 599. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 17. Februar 1906, Seite 266.
59. Zur Bekohlung der Kriegsschiffe (Marine-Oberbaurat Schwarz). Schiffbau vom 28. Februar 1906, Seite 422.
60. Die neuen Kohlenverladeeinrichtungen in den Industrieböfen am Niederrhein. Niederrhein vom 8. und 15. März 1906, Seite 87.
61. Ottmann, Die Duisburg-Ruhrorter Häfen. Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten bearbeitete Denkschrift zur Vollendung der in den Jahren 1903 bis 1908 ausgeführten Hafenerweiterungen.

## II. Einleitung.

Um den sich von Jahr zu Jahr steigernden Verkehr zu genügen, sind die Duisburg-Ruhrorter Häfen<sup>35)</sup>\*) in den Jahren 1903 bis 1908 mit einem Kostenaufwande von 21 Millionen Mark durch drei neue Becken vergrößert worden, die durch einen besonderen 2,5 km langen Hafenskanal mit dem Rhein in Verbindung stehen. Zu diesen Anlagen hat die Eisenbahnverwaltung einen neuen Hafenbahnhof Meiderich-Stüd erbaut, der acht Millionen Mark erforderte und täglich 5000 Wagen abfertigen kann. Zum überwiegenden Teil dienen die neuen ebenso wie die alten Anlagen dem Umschlag westfälischer Kohle, die in zahlreichen Arten und Körnungen mit

\*) Diese Zahlen beziehen sich auf die Quellenangaben Seite 471.

der Eisenbahn ankommt und zum größten Teil unmittelbar in die Schiffe verladen wird. Im Jahre 1909 wurden 11,94 Millionen Tonnen Kohlen aus den Duisburg-Ruhrorter Häfen abgefahren. Der Bau zweckentsprechender Vorrichtungen für den Umschlag der Kohlen war daher von ausschlaggebender Bedeutung für die wirtschaftliche Ausnutzung der neuen Häfen.

Die Grundlagen für die Konstruktion ergaben sich aus den Erfahrungen mit den bestehenden Einrichtungen (Text-Abb. 1), welche den Inhalt der Eisenbahnwagen in die Schiffe auskippen und daher kurz Kipper genannt werden. Ferner wurden von Reedern und Kaufleuten, welche an dem Hafenverkehr beteiligt sind, von Vertretern der Königlichen Eisenbahndirektion Essen und von Beamten der Ruhrhafenverwaltung Reisen in Deutschland, England und Nordamerika unternommen, um zu ermitteln, ob sich die Kipper anderer Häfen für die besonderen Verhältnisse der Ruhrorter Hafenanlagen eignen. Die Ergebnisse dieser Reisen sowie der vorhergegangenen und anschließenden Verhandlungen sind unter Berücksichtigung der Fachschriften in den folgenden Erörterungen der verschiedenen Kipperarten und Kipperformen berücksichtigt.

### III. Die bisherigen Kohlenumschlagsvorrichtungen.

Die Kohlenumschlagsvorrichtungen werden nach vier Grundarten<sup>3)</sup> ausgeführt, nämlich:

1. Die Kohlen gelangen mittels Schüttrinnen aus dem Eisenbahnwagen in das Schiff — Schüttrinnen-(spout-)art.
2. Der Eisenbahnwagen wird durch ein Hebezeug dicht über die Schiffluke gebracht und entleert — Wagenkran-(drop-)art.
3. Der Eisenbahnwagen wird auf einer Plattform um deren wagerechte Achse gekippt — Kipper-(tip-)art.
4. Die Kohlen befinden sich in Kästen, welche durch Krane in das Schiff hinabgelassen und entleert werden — Kasten-(box-)art.

Außerdem kommen Vereinigungen dieser Grundarten vor.

#### 1. Die Schüttrinnenart.

Die Sturzgerüste mit Kohlentrichtern und Schüttrinnen sind die ältesten Umschlagsvorrichtungen. In ausgedehntestem Maße befinden sich derartige Anlagen in Großbritannien<sup>3)</sup>, von denen besonders erwähnenswert sind die Seehäfen von Blyth, Newcastle, Shields und Sunderland (Abb. 4 Bl. 51). In diesen Fällen liegen die Gleisanlagen am zweckmäßigsten parallel zum Ladeufer. In Deutschland ist diese Form lediglich in den Saarhäfen bei Saarbrücken<sup>1)</sup> (Abb. 7 u. 8 Bl. 51) vertreten, da ausschließlich dort Kohlenwagen mit Bodenklappen vorhanden sind. Wie wenig leistungsfähig diese Art mit den üblichen Wagen der preußischen Staatsbahnen arbeitet, ist bei den veralteten Trichteranlagen<sup>2)</sup> des Ruhrorter Hafens (Abb. 5 u. 6 Bl. 51) ersichtlich.

Die Leistung der Schüttrinnenanlagen ist bei geringen Betriebskosten eine außerordentlich hohe, wenn die Wagen Bodenklappen haben oder Selbstentlader sind, und wenn die Gleise parallel zum Ladeufer liegen. Sobald aber die Kohle aus den Wagen mit Schaufeln herausgenommen werden muß, ist die Leistung bei sehr hohem Lohnaufwand recht geringfügig. Die Kohle wird durch den freien Fall von der Schüttrinne

in das Schiff stark entwertet, wenn nicht die Sturzhöhe eine gleichförmig geringe ist, was nur bei unveränderlichen Wasserständen und flachbordigen Binnenschiffen erreichbar ist. Die für die Kohlenschonung getroffene Anordnung mehrerer übereinander liegender Schüttrinnen erreicht den erstrebten Zweck nur in geringem Maße.

Nachdem in dem Northumberland Dock am Tyne die Verbindung eines Sturzgerüsts mit einem wagerechten Förderband (antibreakage chain) nebst einem in den Schiffsraum hinabreichenden Becherwerk<sup>24)</sup> (Abb. 12 u. 13 Bl. 51) ein wenig befriedigendes Ergebnis hatte, ist die Schüttrinnenart in England seit Jahrzehnten nicht weiter ausgebildet worden. Dagegen haben die Amerikaner in Louisburg<sup>20)</sup> (Abb. 9 bis 11 Bl. 51) eine Anlage geschaffen, in welcher ein ganzer Zug von Selbstentladern von der Lokomotive aus auf der Strecke *a—b* geöffnet wird, so daß die Kohlen in Taschen von 10000 t Gesamtfassungsraum fallen. Daraus werden die Kohlen durch Öffnen der weiteren Verschlüsse nach Bedarf auf ein Förderband gegeben. Durch dieses und durch anschließende Förderbänder werden die Kohlen unter gleichzeitiger Hebung auf die ganze Länge des Hafendamms verteilt und von dem Bande in Schüttrinnen abgeworfen, aus denen sie in die Schiffe gelangen.

Bei dem Bartlett-Verlader<sup>25)</sup> (Abb. 1 bis 3 Bl. 51) fallen die Kohlen aus Wagen mit Bodenklappen von einer parallel zum Ladeufer liegenden Hochbahn in einen Füllrumpf. Dieser ist an seinem unteren Ende trichterförmig zusammengezogen und gibt die Kohlen auf eine senkrecht zum Ladeufer angeordnete Förderkette ab. Mittels dieser werden die Kohlen hochgehoben und dann durch eine zweite Förderkette über das Schiff gebracht. Durch ein pendelndes Ausziehrrohr fallen die Kohlen frei in das Schiff hinab. Die Förderketten schleifen die Kohlen auf einem festliegenden glatten Blech vorwärts und aufwärts. Die höchste Leistung wird zu 20 Wagen von 40 t, also zu 800 t in der Stunde angegeben. Die Anlage bietet den Vorteil, daß das Entladen der Wagen und das Beladen des Schiffes durch den Zwischenbehälter in mäßigen Grenzen voneinander unabhängig wird. Dagegen sind die Nachteile eines großen verlorenen Gefälles, des freien Falles im Ausziehrrohr und der Wertverminderung der Kohle durch Zerreibung auf den Förderblechen vorhanden.

#### 2. Die Wagenkranart.

Bei den älteren Wagenkran-Anlagen<sup>3 u. 24)</sup> z. B. in South Shields am Tyne und in Sunderland, fahren die Wagen auf eine Plattform (cradle). Diese wird mittels Schwinghebels über das Schiff geführt und gesenkt und dann entleert. An Stelle der Schwinghebel wurden feststehende Krane verwendet in dem Humber-, dem Eisenbahn- und dem Albert-Dock in Hull sowie in dem Wellington-Dock in Liverpool.

Bei den neueren Anlagen dieser Art wird die Wagenplattform von Kranen bewegt. Solche Anlagen (Abb. 15 Bl. 51) befinden sich in dem Herkulaneum-Dock in Liverpool, in Shields, in Glasgow, im Roath Dock in Cardiff<sup>7, 9 u. 24)</sup> und in Methil. An letzteren Orten ist diese Kohlenumschlagsvorrichtung im Jahre 1899 errichtet worden und wird seit dem Jahre 1902 wegen schlechter Bewährung nicht mehr benutzt. Auch in Glasgow wird diese Art stark getadelt. Die Krane sind fest oder derart fahrbar, daß sie

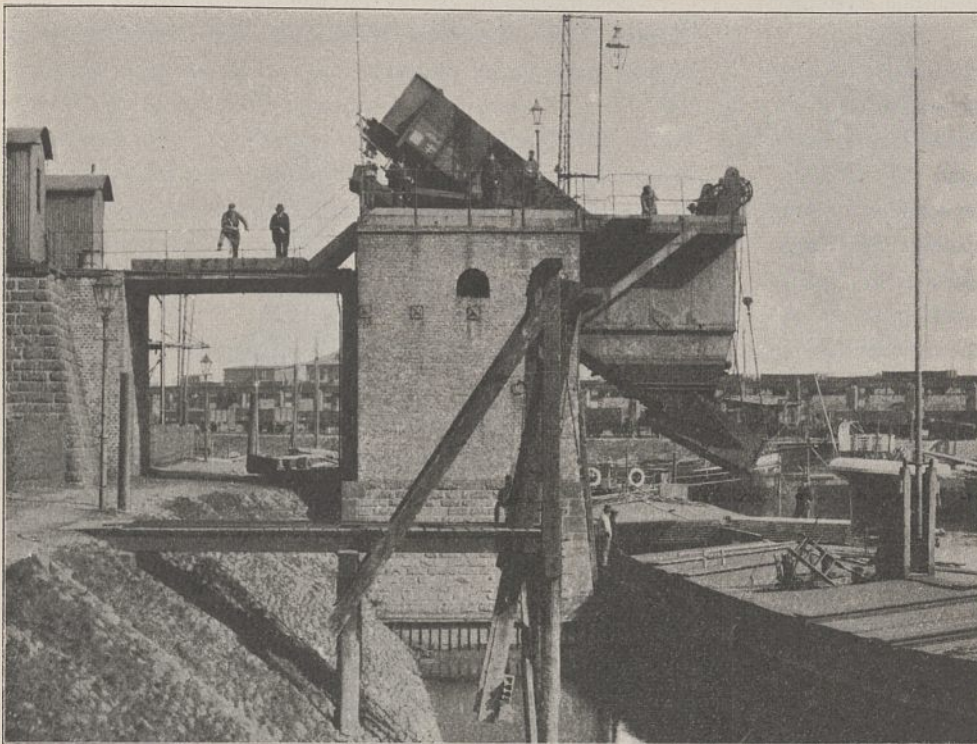


Abb. 1. Mechanischer Kopfkipper im Kaiserhafen von Duisburg-Ruhrort.

(Vgl. Abb. 1 Bl. 53.)

ihre Arbeitsstelle zu wechseln vermögen. Sie sind mit oder ohne Portal hergestellt. Die Wagen werden senkrecht oder parallel zum Ufer herangeführt. Die Bewegung der Plattform mit dem Wagen darf nur langsam ausgeführt werden, da sonst die freischwebende Masse von etwa 15 bis 20 t in störende Schwingungen gerät. Dadurch wird das Schiff leicht beschädigt, und es muß der Eintritt völliger Ruhe abgewartet werden, bevor durch Anziehen der hinteren Plattformketten die Auskipfung des Eisenbahnwagens erfolgen kann. Da die Plattform mit dem Wagen zu groß ist, um durch die Luken des Schiffes in dieses hinabgelassen zu werden, erleiden die Kohlen einen hohen freien Fall, wenn nicht, wie auf Abb. 15 Bl. 51 dargestellt ist, noch ein Füllrumpf eingeschaltet wird. Um Verletzungen des Schiffes durch die schwingende Plattform zu vermeiden, und um einen sicheren Standort für den Arbeiter zum Öffnen der Kopfbracken und zum Entleeren des Wagens zu schaffen, wird in Birkenhead (Abb. 14 Bl. 51) die Plattform nicht über das Schiff geschwenkt, sondern innerhalb eines Portalkranes so hochgehoben, daß die Entleerung zum Schiff mittels einer verstellbaren Schüttrinne erfolgt. Durch die Anlage eines — erforderlichenfalls drehbaren — Aufzuges würde ein Betrieb von größerer Sicherheit und Schnelligkeit erzielt werden können. Die Leistung beträgt etwa 120 t je Stunde, ist also geringer als bei den übrigen englischen Anlagen. Die Schonung der Kohle ist eine sehr mäßige.

### 3. Die Kipperart.

Bei der Kipperart werden die Kohlenwagen auf eine Plattform gefahren, welche um die Längs- oder die Querachse soweit gekippt wird, daß die Kohlen aus den Wagen herausfallen.

Liegen die Gleise parallel zum Ladeufer, so werden bei dem Seitenkipper jegliche rückläufige Wagenbewegungen

vermieden, und es ist nicht erforderlich, die schweren Wagen auf einem bestimmten Punkt, also mit einem Ruck, anzuhalten.

Überdies wird der entleerte Wagen von dem ankommenden vollen Wagen ohne weiteres aus der Kipp-einrichtung hinausgeschoben. Da die Längswände eines offenen Wagens der Festigkeit wegen Öffnungen ausreichender Größe nicht erhalten können, ist das Kippen der Wagen nur möglich, wenn die Wagen so kurz sind, daß ein durchlaufender oberer Rahmen eine ausreichende Längsverbinding schafft, oder wenn die Wagen bei gleichförmiger und starker Bauart genügend sicher festgestellt und soweit umgekippt werden können, daß die Entleerung über die feststehende Seitenwand hinweg erfolgen kann. Hierbei müssen entweder die Wagenkasten abhebbar sein, oder es muß für das Nichtauslaufen der Wagenschmiermittel Sorge getragen werden.

Bei Kopfkippern sind rückläufige Wagenbewegungen unvermeidbar. Der Wagen muß zudem genau in der Grenzstellung angehalten werden. Die Bremswagen müssen so geführt werden, daß sich das Bremserhäuschen beim Kippen hinten befindet. Trotz dieser drei Mängel ist die Kopfkipperart in Großbritannien und Deutschland am verbreitetsten, weil bei ihm alle Kohlenwagen mit beweglicher Kopfbracke gekippt werden können.

a) Die Seitenkipper. Ein Seitenkipper mit abheb-barem Wagenkasten befindet sich in Liévin<sup>10 u. 24)</sup> in Nordfrankreich (Abb. 4 u. 5 Bl. 52). Die eisernen Wagen fassen 5 t bei 7,1 t Eigengewicht. Aus dem Wagen gelangt die Kohle in eine taschenförmige Schüttrinne, welche an der Wasserseite durch ein senkrechtes Schütz geschlossen ist. Außerhalb der Kaimauer befindet sich unter einem Schütz eine verstellbare Schüttrinne. Bemerkenswert ist dabei eine Gegenschüttrinne, welche es ermöglicht, auch die auf der Uferseite belegene Schiffsseite mit Kohlen zu füllen. Eine solche Gegenschüttrinne hat sich bei den in Duisburg-Ruhrort angestellten Versuchen nicht bewährt. Die gewöhnliche tägliche Leistung beträgt 800 t.

In den Häfen von Marles<sup>10 u. 24)</sup> und Bruay<sup>10 u. 24)</sup> (Abb. 1 bis 3 Bl. 52) sind die Wagenkasten nicht abhebbar. Vielmehr wird die Plattform mit dem Wagen durch Anheben wasserwärts geneigt. Dabei legt sich der Wagen gegen eine senkrecht zur Plattform stehende Wand. Die durchschnittliche Tagesleistung jeder dieser Anlagen wird zu 1000 t angegeben.

In Lens<sup>10, 24 u. 28)</sup> (Abb. 12 u. 13 Bl. 52) sind in der Kaimauer 47 Schüttrümpfe vorgesehen, deren jeder einer Wagenlänge entspricht und den Wageninhalt von 10 t aufnimmt. Auf einem landseitig des Zuges befindlichen Gleis bewegt sich eine Lokomotive, welche jeden einzelnen Wagenkasten abkippt. Die angegebene Leistung von 6000 t in

zwölfstündiger Arbeitszeit dürfte leicht wesentlich gesteigert werden können.

In dem Poplar Dock<sup>24</sup>) in London wird eine den Anlagen in Marles und Bruay gleiche Plattform gehoben, gekippt und demnächst wieder gesenkt. Die 6,5 t haltenden Wagen haben jedoch nur Türen von etwa 0,70 m Höhe und 1,50 m Breite, so daß der größte Teil des Wageninhalts in der schiefen Stellung ausgeschaufelt werden muß. Die Leistung beträgt vier Wagen in der Stunde. Werden Wagen mit beweglicher Kopfbracke auf denselben Anlagen abgekippt — was ausführbar ist und tatsächlich geschieht —, so steigert sich die Stundenleistung auf 12 Wagen.

Eine ausgedehnte Verwendung haben die Seitenkipper in Nordamerika<sup>13, 18, 24 u. 25</sup>) gefunden, wo gleich gebaute und hierfür eigens konstruierte Wagen großer Tragfähigkeit zu entladen sind.

Der Trommelkipper<sup>13, 18 u. 24</sup>) (the long Dump) in Kleve-land (Abb. 10 Bl. 52) besteht aus einem zylindrischen eisernen Gerippe, in welchem der beladene Wagen durch Wasserdruckstempel festgeklemmt wird. Die Trommel wird dann senkrecht zum Ufer hingewälzt und dadurch um nahezu 180° gedreht. Die Kohlen fallen durch das Gerippe der Trommel in eine breite, sich nach unten hin verengende Schüttrinne, von wo aus sie durch ein senkrecht Ausziehrrohr in das Schiff hinein frei fallen. Die Stundenleistung beträgt 18 Wagen. Die Kohle wird schonungslos behandelt. Die im Wagen verbliebene Kohle kann nicht in der gekippten Wagenstellung entfernt werden, sondern sie muß ausgeschaufelt werden, nachdem der Wagen die Kippanlage verlassen hat.

Bei dem Mc. Myler-Seitenkipper<sup>18, 24 u. 28</sup>) in Ashtabula (Abb. 14 Bl. 52) fährt der Wagen auf eine Plattform. Diese wird senkrecht gehoben und dann mit dem Wagen zum Wasser hin gekippt, wobei sich der Wagen gegen eine senkrecht zur Plattform stehende Wand lehnt. Durch eine Schüttrinne und ein senkrecht Ausziehrrohr fällt die Kohle in das Schiff. Die Stundenleistung beträgt zwölf Wagen von 40 t Tragfähigkeit. Da die Kohle bei dieser Anlage hoch gehoben werden muß, ist die Leistungsfähigkeit gering; durch den hohen freien Fall wird die Kohle überdies nicht unerheblich entwertet.

Bei dem Mc Myler-Seitenkipper mit Zwischen-tasche<sup>18 u. 24</sup>) (Abb. 15 Bl. 52) wird die Plattform mit dem Wagen ohne senkrechte Hebung so gekippt, daß der Inhalt in ein Zwischengefäß entleert wird. Dieses wird senkrecht gehoben und zu einer Schüttrinne hin umgekippt, von wo die Kohle durch ein senkrecht Ausziehrrohr in das Schiff fällt. Die Einführung des Zwischengefäßes kann als Verbesserung nicht gelten, da die Kohle zweimal gekippt wird, während der eintretende Zeitgewinn, der dadurch erreicht wird, daß sich der Wagenwechsel während der Bewegungen des Zwischengefäßes vollzieht, nur gering ist.

Als eine wesentliche Verbesserung ist der Wellmann-Seaver-Seitenkipper<sup>18, 22 u. 24</sup>) (Abb. 11 Bl. 52) anzusehen, welcher von der Rochester and Pittsburg Coal Co. ausgeführt ist. Der Wageninhalt wird in zwei Zwischengefäße von je 20 t Fassungsraum und 35 t Gesamtgewicht gekippt. Die Zwischengefäße werden gehoben, seitlich über das Schiff bewegt, in dieses abgesenkt und durch Öffnen des Bodens entleert.

Bemerkenswert ist die mechanische Zuführung der beladenen Wagen. In einem zwischen den Schienen befindlichen offenen Kanal (man vergleiche die zum Brownkipper gehörige Abb. 7 Bl. 52) wird auf ansteigender Bahn ein kleiner Wagen durch ein Drahtseil hin- und herbewegt. Die beladenen Wagen laufen auf geneigtem Gleise über den Punkt hinweg, in welchem der Triebwagen zwischen den Schienen auftaucht. Der Triebwagen gelangt dadurch hinter den beladenen Wagen und schiebt ihn weiter auf den Kipper. Die Stundenleistung beträgt bis zu 700 t.

Der Wellmann-Seaver-Seitenkipper bietet zum ersten Male die Teilung des Wageninhaltes. Sie erfolgt in zwei Teile und ist bei der Verwendung von 40 t-Wagen von großer Bedeutung. Die Entleerung der Zwischengefäße erfolgt sanft und ohne jeden freien Fall.

Als vollkommenste der Seitenkipper-Anlagen hat der Brown-Kipper<sup>13, 18, 25 u. 28</sup>) zu gelten (Abb. 6 bis 9 Bl. 52). Der 40 t-Wagen läuft mit Gefälle in das Kippgleis und wird durch Bremsen festgestellt. Aus einer Versenkung kommt — ähnlich wie bei dem Wellmann-Seaver-Seitenkipper — ein Schubwagen auf geneigter Ebene hoch, der den Kohlenwagen auf die erhöhte Kipperplattform schiebt, wobei der vorher entleerte Wagen fortgedrückt wird. Auf der Kipperplattform wird der Wagen mittels Druckwasserklammern festgemacht.

Die unten U-förmig gestaltete Kipperplattform hat hochgebogene Wände, von denen die wasserseitige in sechs trichterförmige Taschen endet. Bei der Drehung des Kippers um 135° wird der Wageninhalt in sechs Teile zerlegt, indem die Kohlen in Krangefäße hinübergleiten, welche auf niedrigen Plattformwagen stehen. Die Kippmaschine ist nicht fahrbar. Zwei vom Kipper unabhängige fahrbare Portalkrane geben die einzelnen mit Bodenklappen versehenen Umschlagkasten in das Schiff hinunter. Der Kranausleger ist zurückziehbar eingerichtet, damit er an den Masten vorbeikommt. Die Stundenleistung beträgt bis zu 700 t. In vorteilhafter Weise wird der Wageninhalt in handliche Kasten geteilt. Das Beladen des Schiffes erfolgt, ohne daß es zu verholten braucht. Die Kohle wird außerordentlich schonend behandelt. Durch Einstellen mehrerer Plattformwagen mit den Zwischengefäßen kann ein Vorrat aufgesammelt werden, welcher die Entladung der Eisenbahnwagen von der Beladung des Schiffes innerhalb gewisser Grenzen unabhängig macht.

b) Die Kopfkipper. Alle in Großbritannien und Deutschland vorhandenen Kipperanlagen sind Kopfkipper. Bei den älteren Ausführungen<sup>3</sup>) wurde die Zu- und Abführung der Wagen in derselben Höhe bewerkstelligt. Die Kippbewegung wurde durch Handwindwerke bewirkt oder erfolgte selbsttätig durch das Gewicht der Kohlen, wobei während des Abkippens des Wagens ein Gegengewicht gehoben wurde, welches den entleerten Wagen zurückkippte. Dieses Kippen der Wagen erfolgt bei durchweg gleichen Wagen schnell und sicher. Um eine hohe Leistungsfähigkeit zu erzielen, muß für einen möglichst schnellen Wagenwechsel gesorgt werden. Die Wagen müssen sich rasch bewegen, und die Wege der leeren und der vollen Wagen müssen so wenig wie möglich zusammenfallen.

Liegen die Zu- und Ablaufgleise, was in Großbritannien der selteneren Fall ist, in gleicher Höhe, so ist die Kipp-



Abb. 2. Kipper mit Zwischengefäß und Kran in Cardiff.  
(Vgl. Abb. 9 u. 10 Bl. 54.)

plattform den zulaufenden Wagen entgegengesetzt geneigt. Dadurch wird die lebendige Kraft des Wagens in zweckentsprechender Form vernichtet, und der entleerte Wagen läuft dann selbsttätig nach den Ablaufgleisen. Um bei gleicher Höhe der Zu- und Ablaufgleise den gemeinsamen Weg der vollen und leeren Wagen auf ein Mindestmaß zu beschränken, laufen die Gleise hinter der Kippbühne in dem Winkel von etwa 1:4 auseinander. Statt eines Herzstückes wird ein drehbares Schienenstück nach Abb. 11 Bl. 53 verwendet.

Wenn die Zu- und Abführung der Wagen in verschiedenen Höhen erfolgt, so muß die Kipperplattform als Aufzug hergestellt werden. Es ist dies aber auch dann vorteilhaft und fast ausnahmslos angewandt, wenn der Wagenwechsel sich in derselben Höhe vollzieht, weil sich andernfalls bei den verschiedenen Wasserständen und Schiffshöhen zu große Sturzhöhen ergeben würden. Die Grundkonstruktion aller großbritannischen Kipper, welche die Kohle unmittelbar in das Schiff abgeben, ist daher eine gleichförmige. Derartige Anlagen befinden sich unter anderen

in Penarth<sup>17</sup>) (Abb. 9 u. 10 Bl. 53), im Alexandria-Dock in Newport<sup>37</sup>), in Barry, Swansea<sup>7</sup>), Partington, Methil, Burntisland, Middlesborough<sup>7</sup>), Hull<sup>5 u. 7</sup>), Dundee und Glasgow<sup>27</sup>). Der Betrieb erfolgt fast durchweg mit Druckwasser; erst in neuester Zeit findet der elektrische Antrieb vereinzelt, z. B. in Glasgow, Verwendung. Um die großen Seeschiffe schnell mit Kohlen beladen zu können, arbeiten vielfach zwei Kipper auf ein Schiff. Der eine hat einen festen Standort, während der andere so weit beweglich ist, daß die beiden Kipper auf je eine Schiffsluke eingestellt werden können. Die Zu- und Abführung der Wagen zu dem fahrbaren Kipper erfolgt mittels Schiebepöhlen — z. B. in Grangemouth — oder durch strahlenförmige Anordnung der Gleise.

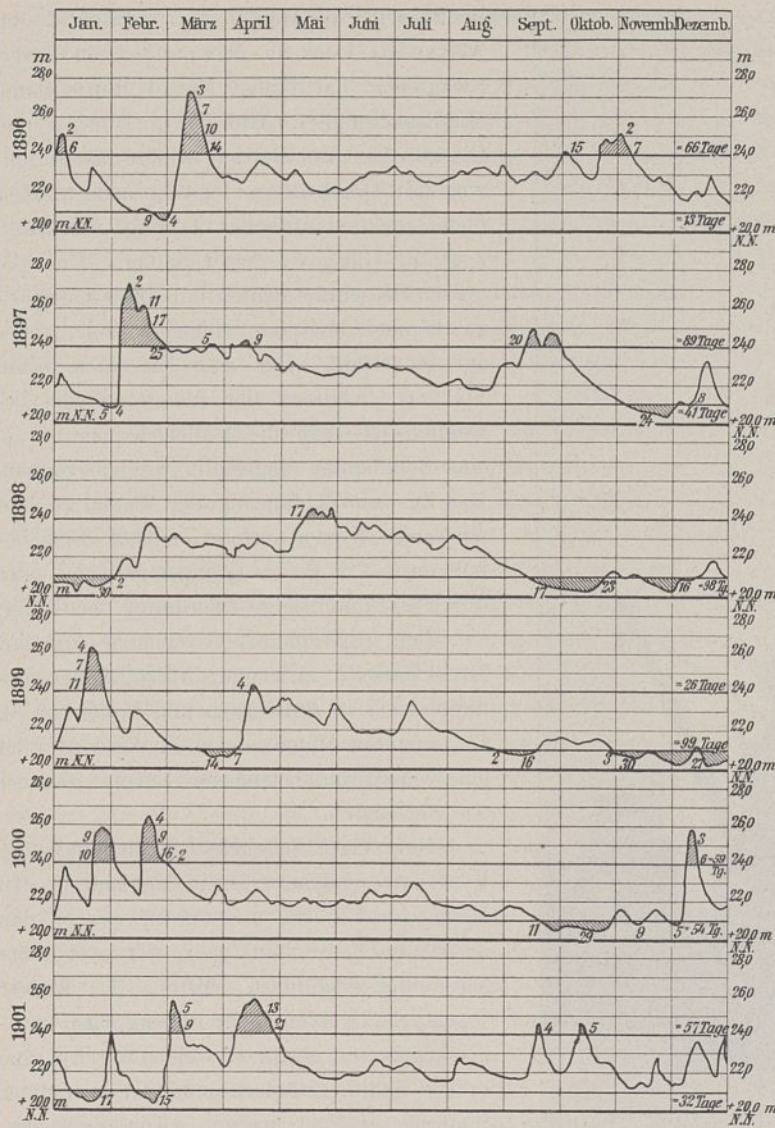
Den großbritannischen gleiche und mit Druckwasser betriebene Aufzugkipper befinden sich in Antwerpen und Rotterdam<sup>15</sup>). Im letzteren Hafen sowie in Emden<sup>16</sup>) ist eine elektrisch betriebene Anlage gleicher Art vorhanden.

Um eine möglichstste Schonung der Kohle zu erreichen, ist in England in den Häfen von Penarth und Cardiff wie bei den amerikanischen Seitenkippern die zweistufige Verladung eingeführt. Mittels der Kipper werden die Kohlen in Zwischengefäße (antibreakageboxes) gestürzt, welche durch Krane in das Schiff befördert und dort in tiefster Stellung geöffnet werden. Die Zwischengefäße in Penarth<sup>17</sup>) ähneln den in den Rheinhäfen üblichen halbzyklindrischen und aufklappbaren Krangefäßen; eine größere Schonung möchte die Kohle bei den in Cardiff<sup>9, 14 u. 24</sup>) (Abb. 9 u. 10 Bl. 54 und Text-Abb. 2) verwendeten Gefäßen erfahren,

welche geviertförmigen Grundriß und einen unteren pyramidenförmigen Verschluß haben.

In den Häfen von Ruhrort<sup>6 u. 8</sup>), Duisburg und Kosel<sup>12</sup>) ist nach einem früheren Patente der Gutehoffnungshütte in Oberhausen eine größere Anzahl von Kopfkippern (Text-Abb. 1 und Abb. 1 Bl. 53) im Betriebe. Der gemeinsame Schwerpunkt der Kippbühne und des beladenen Kohlenwagens liegt wasserseitig der Drehachse. Die Kippbewegung beginnt, sobald eine an dem Räderwerk der Kippbühne befindliche Bremse gelüftet wird. Durch die Entleerung des Wagens legt sich der Schwerpunkt auf die andere Seite der Drehachse. Die Kippbühne mit dem leeren Wagen richtet sich wieder auf, sobald die nach der ersten Bewegung sofort wieder festgesetzte Bremse von neuem gelüftet wird. Die Stundenleistung dieses mit Drehscheiben angeschlossenen Kippers beträgt durchschnittlich 10 Wagen, also 10·10·15 = 1500 t am Tage.

Bei niedrigen Wasserständen erleiden die Kohlen durch den großen freien Fall eine nicht unerhebliche Wertverminderung. Die Querbestreichung des Schiffes ist nament-



Maßstab für die Höhen 1:400, für die Längen 1 mm = 4 Tage.

Abb. 3. Die Wasserstände am Ruhrorter Pegel in den Jahren 1891 bis 1901.

lich bei Wasserständen von mehr als Mittelwasserhöhe (Text-Abb. 3) unzureichend, zumal wenn die Schüttrinne und demnächst der untere Trichter bei steigendem Wasser abgenommen werden müssen. Bei höheren Wasserständen wird das Verladegeschäft dadurch behindert, daß das Schiff nur schwer unter den Kipper gebracht werden kann, zunächst einseitig beladen und dann erst zur Beladung der anderen Seite um 180° gedreht werden muß.

Nicht ganz so günstig als der mechanische Kipper arbeitet der Druckwasserkipper nach der Bauart Schmitz-Rohde<sup>3 u. 11</sup>) (Text-Abb. 4). Das Arbeitsvermögen der abwärts zu bewegenden Kohlenmassen wird durch einen Wasserdrucksammler aufgespeichert; das hierbei gehobene Belastungsgewicht richtet den entleerten Wagen wieder auf. Da die Schüttrinne mit der Kippplattform fest verbunden ist, muß der Wagen in der Schrägstellung verbleiben, bis alle Kohlen in das Schiff gelangt sind. Die Kippgeschwindigkeit muß überdies niedrig gehalten werden, weil sonst die beiden an der Bewegung teilnehmenden Bedienungsleute gefährdet werden. Die Stundenleistung ist zu etwa acht Wagen, also zu 8 · 15 = 120 t anzunehmen.

Das Bestreben, Kopfkipper herzustellen, bei deren Betrieb die Kohlen geschont werden, hat die neuerdings in

Breslau, Hamburg und Kosel ausgeführten Bauarten veranlaßt.

Im Hafen in Breslau<sup>19 u. 28</sup>) (Abb. 1 bis 3 Bl. 54) ist ein elektrisch betriebener Kipper mit Zwischengefaß und Kran durch das Krupp-Grusonwerk in Magdeburg erbaut worden. Der Kipper liegt in einem zu den beiden Ufern parallelen Gleise in der Mitte der Hafenzunge und stürzt die Kohlen in ein Gefäß von 15 t Inhalt. Dieses Zwischengefaß wird durch einen Laufkran aus seiner Grube gehoben, über das Schiff gebracht, herabgelassen und durch Drehen um seine wagerechte Schwerachse entleert. Da das große Gefäß nicht durch Bodenklappen entleert, sondern umgekippt wird, wird eine Kohlenschonung nicht erzielt. Die Leistung dürfte zehn Wagen in der Stunde nicht erreichen. Daß unter Aufwendung großer Mittel keine vollkommenere Kohlenverladevorrichtung erreicht worden ist, erklärt sich aus der tatsächlich erfüllten Forderung des Entwurfsprogrammes, daß die Anlage auch als Ladekran von 30 t Tragfähigkeit benutzt werden kann.

Im Kuhwärderhafen in Hamburg sind im Jahre 1904 von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Augsburg-Nürnberg zwei Kohlenkipper errichtet worden (Abb. 13 u. 14 Bl. 53). Um dem Wasserwechsel des Tidehafens mit Bezug auf die Sturzhöhe der Kohlen Rechnung zu tragen, sind für Niedrigwasser und Hochwasser besondere Kippvorrichtungen vorhanden. In eine an Seilen hängende Plattform ist eine Kippbühne mit Räderwerk und Bremse nach Art des Gutehoffnungshütte-Kippers eingebaut. Diese Einrichtung soll bei Niedrigwasser gebraucht werden. Bei Hochwasser wird die Hauptbühne um ihren vorderen Auf-

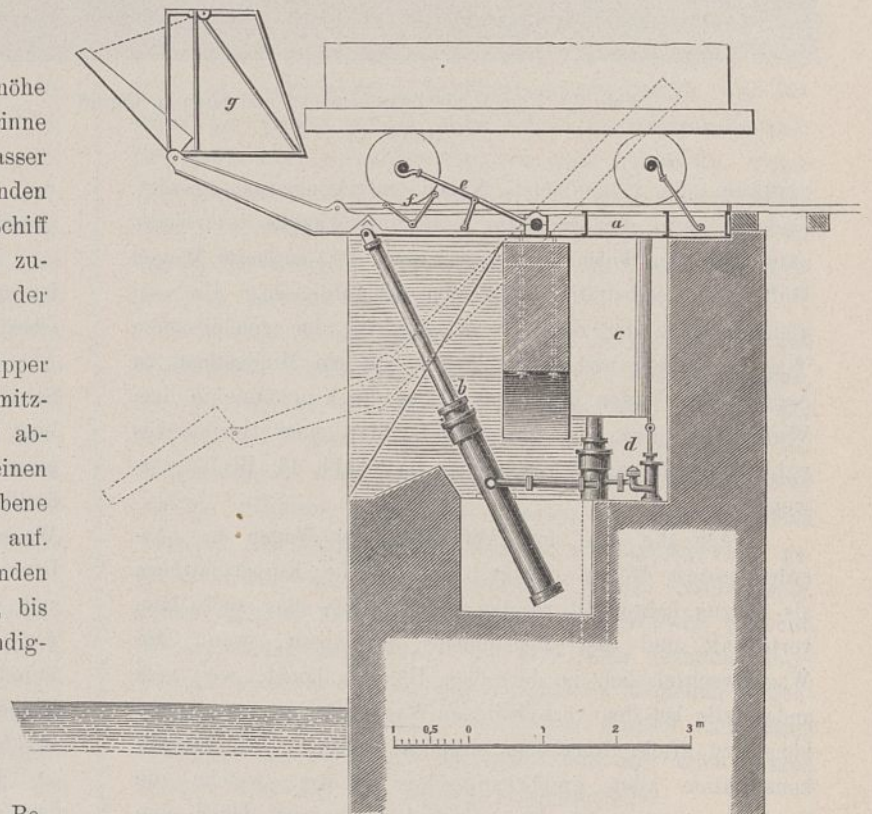


Abb. 4. Druckwasser-Kopfkipper im Kaiserhafen von Duisburg-Ruhrort.

lagerpunkt durch ein Windwerk hinten angehoben. Tatsächlich wird fast nur mit der letzteren Einrichtung gearbeitet, da das Umstellen für die beiden Kipparten, sowie das bei dem selbsttätigen Kippen notwendige Einstellen des Fanggeschirres für die verschiedenen Wagen gescheut wird. Eine Kohlenschonung und eine gesteigerte Leistung gegenüber den üblichen mechanischen Kopfkippern wird kaum erreicht.

In dem Hafen von Kosel<sup>33 u. 40</sup>) (Abb. 12 Bl. 53) sind zwei Kohlenkipper von dem Krupp-Grusonwerk in Magdeburg ausgeführt worden. Die Kipper sollen bei den verschiedenen Wasserständen die Kohlen stets mit gleicher Sturzhöhe in das Schiff fallen lassen. Zu diesem Zweck ist der am Vorderende der Kippbühne befindliche Drehpunkt auf das Ende eines Schwinghebels verlegt, welcher durch eine Seil-

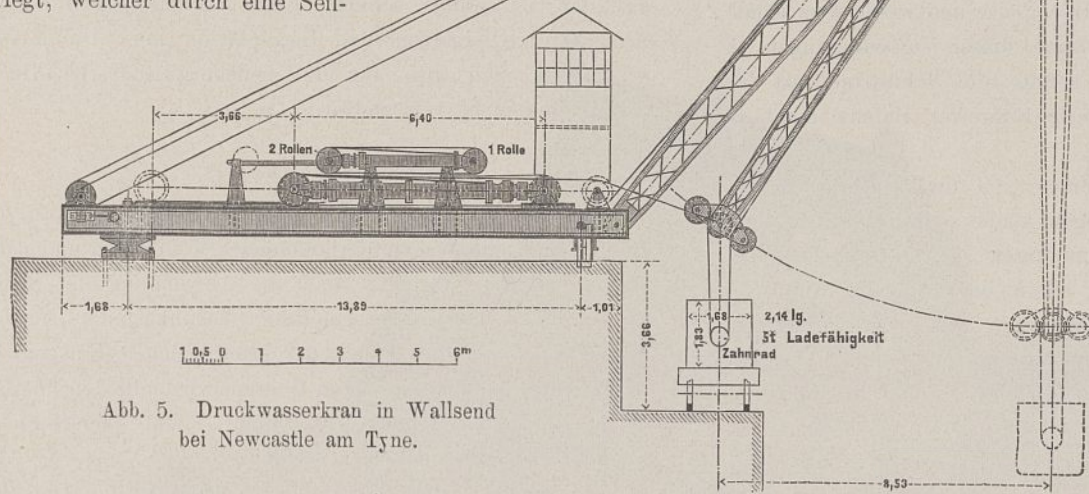
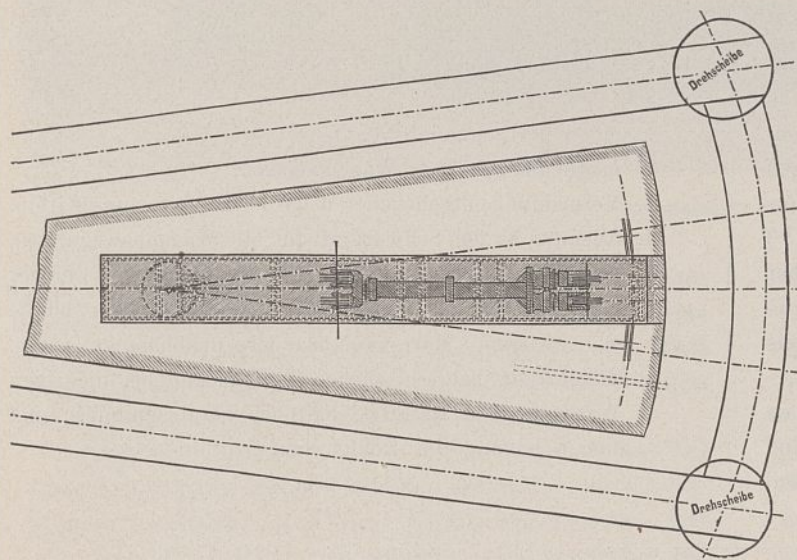


Abb. 5. Druckwasserkran in WallSEND bei Newcastle am Tyne.



winde nach Bedarf gesenkt wird. Wie bei dem Druckwasserkipper nach der Bauweise Schmitz-Rohde ist die Schüttrinne mit der Plattform fest verbunden. Es muß also der Wagen in der Schrägstellung verbleiben, bis alle Kohlen in das Schiff gelangt sind. Die zum Auskratzen des Wagens erforderlichen Leute müssen an der Kippbewegung teilnehmen. Der Schwinghebel kann nicht für einen Tageswasserstand abgesenkt stehen bleiben, sondern muß mit jedem Wagen in die hohe Endstellung zurückkehren. Die Kipper sind für eine — tatsächlich auch erreichte — normale Leistung von 7,5 Wagen in der Stunde gebaut.

Einen fahrbaren Kopfkipper hat die Firma Pohlig in Köln<sup>29</sup>) für das Gaswerk im Haag (Abb. 5 u. 6 Bl. 53) aus-

geführt. Der Kipper besteht aus einem, auf einem normalen Eisenbahngleis fahrbaren Gestell mit einer gekrümmten Bahn. Auf diesem werden die zu entladenden Eisenbahnwagen mittels eines kleinen Unterwagens hochgezogen. Die Fangvorrichtung greift an die hochliegenden Wagenachsen an.

Der Vorteil dieser für kleinere Betriebe wohl empfehlenswerten Form dürfte mehr in der Ersparung jeglicher Unterbauten liegen, als in der Verfahrbarkeit auf dem Ufergleis, da eine zweckmäßige Anlage für die Zu- und Abführung der Wagen doch nur für einen oder einige wenige Verladepunkte möglich ist.

Dieselbe Bauart ist in Bremerhaven<sup>29, 36 u. 39</sup>) (Abb. 2 bis 4 Bl. 53) als feststehender Kipper mit Becherwerk ausgeführt.

Im Amerika ist der Kopfkipper nur durch den Mc Myler-Endkipper<sup>24</sup>) (Abb. 7 u. 8 Bl. 53) vertreten. Eine große, senkrecht zum Ufer liegende Kippbrücke ist an diesem verfahrbar. Die Anlage

ist ihrer augenfälligen Nachteile halber außer Betrieb gesetzt.

#### 4. Die Kastenart.

Bei der Kastenart werden unmittelbar aus den Grubenwagen gefüllte Kohlenbehälter zur Umschlagsstelle gefahren. In dem Bramley Moore-Dock in Liverpool<sup>3</sup>) befinden sich auf Plattformwagen drei Kohlenkästen von je 3 t Inhalt, welche mittels Kranen durch ihre Bodenklappen in die Schiffe entleert werden. Die Anlage ist als veraltet zu betrachten. Ein beachtenswerter Umschlag findet in WallSEND<sup>14, 21 u. 24</sup>) am Tyne (Text-Abb. 5) statt. Dort werden Wagen mit je einem Gefäße von 5 t Inhalt an den Kran herangefahren und — da Bodenklappen auffälligerweise nicht vorhanden sind — in dem Schiffe umgekippt.

In Goole<sup>4 u. 7</sup>) (Abb. 4 bis 6 Bl. 54) kommen von den Bergwerken zu einem Zug gebildete Gliederschiffe angeschwommen. Sie werden in einem Aufzug festgekeilt, gehoben und umgekippt. Die Gefäße haben 35 t Inhalt bei 8 t Eigengewicht. Die tatsächliche Leistung wird zu 15 t für die Stunde angegeben.

#### IV. Auswahl der für die neuen Teile des Duisburg-Ruhrorter Hafens geeigneten Art.

##### 1. Wagenkranart.

Als allgemein nicht empfehlenswert ist zunächst die Wagenkranart auszuschneiden. Die geschilderten Nachteile

machen sich bei den verhältnismäßig leicht gebauten Binnenschiffen in verstärktem Maße geltend. Bei der Ruhrkohle jedoch ist — insbesondere bei den Waschprodukten — die Entleerung der Eisenbahnwagen mittels Schaufeln und im Winter auch mittels Picken so häufig erforderlich, daß der Mangel eines sicheren Standortes für die hierzu erforderlichen Arbeiter ausschlaggebende Bedeutung hat. Zudem konnte die Wagenkranart für die Ruhrorter Verhältnisse um so weniger in Frage kommen, als mit dem Feststellen der verschiedenartig gebauten Wagen erhebliche Zeitverluste und Betriebsunsicherheiten verbunden sein würden.

## 2. Die Schüttrinnenart.

Die vorteilhafte Anwendung der Schüttrinnenart setzt Bodenklappen oder Selbstentlader, parallel zum Ufer und hart an demselben liegende Hochgleise und wenig wechselnde Wasserstände voraus. Da keine dieser Vorbedingungen in den Ruhrhäfen erfüllt ist, konnte die Schüttrinnenart für die neuen Teile des Duisburg-Ruhrorter Hafens nicht in Betracht kommen.

Bei Beurteilung der Frage, ob die Einführung von Selbstentladern so bald erfolgen könne, daß bei der Kohlenkipperwahl darauf zu rücksichtigen sei, darf nicht außer acht gelassen werden, daß allein der Duisburg-Ruhrorter Hafen 3000 Wagen täglich abfertigt, wozu bei viertägigem Wagenumlauf 12000 Wagen erforderlich sind. Die Beschaffung des Wagenparkes würde also, wenn der Stückpreis zu 6000 Mark angenommen wird, 72 Millionen Mark erheischen.

## 3. Die Kastenart.

Die Kastenart ist in bezug auf Schnelligkeit, Billigkeit und Schonung der Kohle als das vollkommenste zu erachten, wenn das Ufer ausschließlich diesem Kohlenumschlagverkehr dient, und wenn ausschließlich Plattformwagen mit geeigneten Gefäßen herangeführt werden. Diese Voraussetzungen treffen zu in den neuen Industriehäfen<sup>31 u. 32)</sup> des Niederrheins bei Schwelgern (Gewerkschaft Deutscher Kaiser), Walsum (Gutehoffnungshütte) und Homberg (Zeche Rheinpreußen), woselbst der Inhalt der Krangefäße 6 bis 8 t beträgt.

In den Ruhrhäfen dagegen müssen sämtliche vorhandenen Wagen der deutschen Vollbahnen umgeladen werden, und die Ufer müssen gleichzeitig mit dem Kippgeschäft auch dem

Kleinverkehr (Uferladegleise und Liegeplätze) dienen. Bei den besonderen Vorzügen der Kastenart ist deren Anwendung für die neuen Teile der Duisburg-Ruhrorter Häfen in der in Abb. 11 Bl. 54 dargestellten Entwurfsskizze versucht worden. Die Kohlen werden aus den Eisenbahnwagen mittels eines Kopfkippers und eines vorgelagerten Füllrumpfes in Krangefäße von etwa 5 t Inhalt befördert. Diese Gefäße werden von den sie tragenden Plattformwagen durch Krane abgehoben, in die Schiffe hineingebracht und dort entleert. Da der Füllrumpf wegen der verschiedenen Größe der Eisenbahnwagen nicht entleert werden kann, und da eine große Anzahl von Zwischengefäßen erforderlich ist, um das Kippgeschäft von dem eigentlichen Beladen der Schiffe einigermaßen unabhängig zu machen, würde sich der Betrieb weder billig, noch schnell, noch die Kohlen schonend gestalten. Überdies schließt diese Verladevorrichtung die Anlage von Ufergleisen und Liegeplätzen aus. Die Kastenart erwies sich also für die Duisburg-Ruhrorter Hafenanlagen als nicht verwendbar.

## 4. Die Kipperart.

a) Seitenkipper. Der Umstand, daß im Ruhrorter Hafen sämtliche Wagen der deutschen Vollbahnen umgeladen werden müssen, verbietet auch die Anwendung der Seitenkipper, da die verschieden geformten Wagenkasten zu schwach gebaut sind, um den Druck der erforderlichen Einspannung auszuhalten, und weil die im Gebrauch befindlichen flüssigen Wagenschmiermittel aus den nicht dicht verschraubten Schmierbehältern ausfließen würden.

b) Kopfkipper. Hiernach blieb für die Duisburg-Ruhrorter Hafenanlagen nur die Kopfkipperart verwendbar. Um sie leistungsfähig und die Kohlen schonend zu gestalten, mußte erreicht werden:

1. möglichst schneller Schiffswechsel,
2. möglichst schneller Wagenwechsel,
3. Vermeidung entbehrlicher Wege der Kippermannschaften,
4. Ausnutzung der Schwerkraft für alle Wagenbewegungen,
5. Schaffung eines größeren Zwischenbehälters, welcher die Entladung der Wagen und die Beladung der Schiffe in gewissem Maße voneinander unabhängig macht. Gleichzeitig hat ein solcher Trichter die bei niedrigen Wasserständen zu große Fallhöhe herabzumindern und eine Schonung der Kohlen herbeizuführen.

(Schluß folgt.)

## Über die Berechnung mehrfach statisch unbestimmter Systeme und verwandte Aufgaben in der Statik der Baukonstruktion.

Herr Regierungsbauführer Gaede in Ruhrort hat mich in dankenswerter Weise auf einen Irrtum in meiner Arbeit „Über die Berechnung statisch unbestimmter Systeme“ im Heft I bis III des laufenden Jahrganges der Zeitschrift für Bauwesen (Sp. 109) aufmerksam gemacht. In Spalte 110,

Zeile 15 u. 16 von unten, muß es heißen: „ $\epsilon_{kk}$  die virtuelle Arbeit der Belastung  $Y_k$  auf ihrem Wege infolge der Belastung

$$Y_k = \frac{1}{b_{kk}} \text{“ wird, nicht } Y_k = 1.$$

Aachen, den 6. Mai 1910.

A. Hertwig.