

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100161380

A 405 III



ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSS:

Dr.-Ing. L. SYMPHER,
OBERBAU- UND MINISTERIALDIREKTOR.

R. UBER,
WIRKLICHER GEHEIMER OBERBAURAT.

M. KUMBIER,
GEHEIMER OBERBAURAT.

SCHRIFTFLEITER:

FRIEDRICH SCHULTZE UND RICHARD BERGIUS.

69. JAHRGANG 1919.

MIT 38 TAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT
EINGEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.



1919. 145.

BERLIN 1919

VERLAG VON WILHELM ERNST u. SOHN.



Alle Rechte vorbehalten.



Inhalt des neunundsechzigsten Jahrganges.

A. Landbau.

	Atlas Bl.-Nr.	Text Seite		Atlas Bl.-Nr.	Text Seite
Flandrische Edelsitze, mit 47 Textabbildungen, von Dr.-Ing. Hans Vogts in Merl (Mosel)	—	1, 193	Eine Alt-Nürnberger Hofarchitektur, Haus Winklerstraße 1, mit 5 Textabbildungen, von städt. Oberingenieur K. Böllinger und städt. Baumeister L. Häffner in Nürnberg	19 u. 20	397
Deutsch-Gotisches, mit 25 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat a. D. Hasak in Berlin-Grünwald	1 u. 2	27, 211	Über das Schloß in Stettin, mit 16 Textabbildungen, vom Baurat Mentz in Stettin	21—24	431
Die vorkarolingische Basilika St. Emmeram in Regensburg und ihre baulichen Änderungen im ersten Halbjahrtausend ihres Bestandes (740 bis 1200), mit 42 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Franz Schwäbl in München	3—6	49, 225 u. 405	Das Oberpräsidialdienstgebäude in Breslau, mit 8 Textabbildungen	29—31	573
Das neue Geschäftsgebäude des Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in Berlin (Bauteil I und Zwischenbau), mit 3 Textabbildungen	11	181	Die holzgedeckten Landkirchen Westflanderns, mit 109 Textabbildungen, von Geheimen Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Hugo Hartung in Berlin u. W. Hoestermann†	—	583
Entstehung und Entwicklung der osmanischen Kunst, mit 44 Textabbildungen, von Professor Dr.-Ing. Hölscher in Hannover	—	353	Der flämische Holzbau, mit 55 Textabbildungen, vom Regierungsbauführer Dr.-Ing. Ernst Grabbe in Berlin	32—34	613

B. Wasser-, Schiff-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

	Atlas Bl.-Nr.	Text Seite		Atlas Bl.-Nr.	Text Seite
Der Ausbau der Weser auf Niedrigwasser, mit 14 Textabbildungen, von Oberbaurat Muttray in Hannover und Geheimen Baurat Soldan in Berlin	7 u. 8	121, 253	Die Berechnung von Bohlwänden nach der Elastizitätslehre, mit 30 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Dr.-Ing. A. Freund in Essen	26	481
Der Ausbau des forstfiskalischen Wegenetzes in der Schlochau und Tucheler Heide nach dem Stande am 31. Dezember 1916, mit 34 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Lachtin in Duisburg-Ruhrort	9 u. 10	133	Über Sohlenwasserdruck bei Staumauern mit entwässerter Gründungsfläche, mit 11 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Link, Baudirektor d. Ruhrtalesperrenvereins in Essen	—	517
Schnellfilteranlage des städtischen Wasserwerks Altona, ein Beispiel technischen Zusammenwirkens, mit 16 Textabbildungen, vom Diplomingenieur Jürgensen in Altona	18	293	Der Abschluß der Nogat, mit 6 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Salfeld in Saalfeld (Saale)	27 u. 28	535
Berechnung der Biegemomente infolge der Eisenbahnverkehrslast für durchlaufende Träger auf drei Stützen, mit 88 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Kommerell in Berlin	—	309, 549	Die Staatswerft in Emden, mit 25 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Paulmann in Emden	35 u. 36	637
Die Beobachtungen am Pegel von Kolberg in in den 100 Abflußjahren von 1817 bis 1916, vom Baurat Musset in Kolberg	25	459	Versuche über Wasserundurchlässigkeit von Putzmörtel mit verschiedenen Dichtungsmitteln, mit 2 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Lange in Hemfurth (Waldeck)	37 u. 38	659
			Neuere Verfahren der Trink- und Gebrauchswasser-Aufbereitung, mit 29 Textabbildungen, vom Baurat P. Ziegler in Clausthal	—	741

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

	Atlas Bl. - Nr.	Text Seite		Atlas Bl. - Nr.	Text Seite
Flandrische Edelsitze, mit 47 Textabbildungen, von Dr.-Ing. Hans Vogts in Merl (Mosel)	—	1, 193	Eine Alt-Nürnberger Hofarchitektur, Haus Winklerstraße 1, mit 5 Textabbildungen, von städt. Oberingenieur K. Böllinger und städt. Baumeister L. Häffner in Nürnberg . . .	19 u. 20	397
Deutsch-Gotisches, mit 25 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat a. D. Hasak in Berlin-Grünwald	1 u. 2	27, 211	Über das Schloß in Stettin, mit 16 Textabbildungen, vom Baurat Mäntz in Stettin . .	21—24	431
Die vorkarolingische Basilika St. Emmeram in Regensburg und ihre baulichen Änderungen im ersten Halbjahrtausend ihres Bestandes (740 bis 1200), mit 42 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Franz Schwäbl in München	3—6	{ 49, 225 u. 405	Die holzgedeckten Landkirchen Westflanderns, mit 109 Textabbildungen, von Geheimen Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Hugo Hartung in Berlin und W. Hoestermann†	—	583
Entstehung und Entwicklung der osmanischen Kunst, mit 44 Textabbildungen, von Professor Dr.-Ing. Hölscher in Hannover	—	353	Der flämische Holzbau, mit 55 Textabbildungen, vom Regierungsbauführer Dr.-Ing. Ernst Grabbe in Berlin	32—34	613

D. Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

	Atlas Bl. - Nr.	Text Seite		Atlas Bl. - Nr.	Text Seite
Die elastische Linie des doppelt gekrümmten Trägers, mit 11 Textabbildungen, von Dr.-Ing. H. Marcus in Breslau	—	163	abbildungen, vom Regierungsbaumeister Link, Baudirektor des Ruhrtalsperrenvereins in Essen	—	517
Berechnung der Biegemomente infolge der Eisenbahnverkehrslast für durchlaufende Träger auf drei Stützen, mit 88 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Kommerell in Berlin	—	302, 549	Versuche über Wasserundurchlässigkeit von Putzmörtel mit verschiedenen Dichtungsmitteln, mit 2 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Lange in Hemfurth (Waldeck)	37 u. 38	659
Über Versuche mit Steinerhaltungsmitteln. V. Mitteilung, mit 6 Textabbildungen, von Professor Dr. F. Rathgen, Chemiker bei den staatl. Museen in Berlin	—	443	Beitrag zur Berechnung kreisförmig gekrümmter Träger auf drei und mehr Stützen, mit 27 Textabbildungen, vom Oberingenieur Dr.-Ing. Kaufmann in Hannover-Döhren	—	667
Die Berechnung von Bohlwänden nach der Elastizitätslehre, mit 30 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Dr.-Ing. A. Freund in Essen	26	481	Über die Beanspruchung von I-Trägern durch Drehmomente, mit 16 Textabbildungen, vom Oberingenieur A. Senft in Leipzig-Gohlis	—	683
Über Sohlenwasserdruck bei Staumauern mit entwässerter Gründungsfläche, mit 11 Text-			Die Durchbiegung der Rahmenträger, mit 35 Textabbildungen, vom Diplomingenieur E. Elwitz in Düsseldorf	—	703

E. Anderweitige Mitteilungen.

(Fehlen.)

Statistische Nachweisungen,

im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten bearbeitet, betreffend:

	Text Seite
Die in den Jahren 1916 und 1917 unter Mitwirkung der Staatsbaubeamten vollendeten Hochbauten	1—16

Flandrische Edelsitze.

Von Dr.-Ing. Hans Vogts in Merl (Mosel).

(Alle Rechte vorbehalten.)

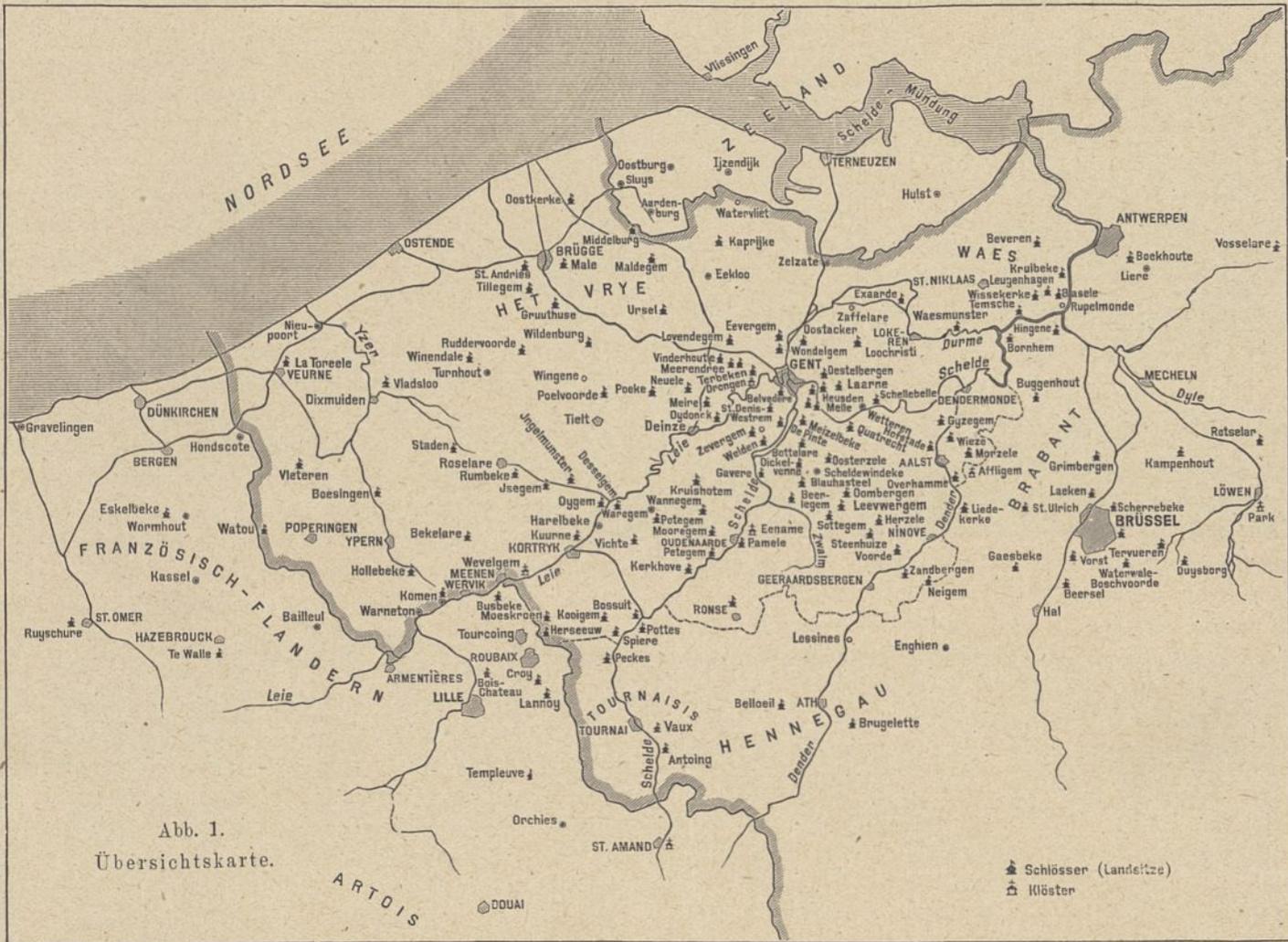


Abb. 1. Übersichtskarte.

Die weite mitteleuropäische Tiefebene von Livland bis zur Normandie ist reich an grabenumzogenen, schilf- und buschumstandenen Edelsitzen, die nicht weniger von Geschichte und Sage umwoben, und nicht weniger gegenwart- und weltentrückt erscheinen als ihre Schwestern auf grauen Bergeskuppen im Hochland, an deren meisten der Verkehr wichtiger Talstraßen vorbeiflutet. Während diese unzugänglichen und unwirtlichen Bergsitze aber zu Beginn der neuen Zeit aufgegeben und kaum noch gegen Feinde und Wetter geschützt wurden, boten die Wasserburgen der Tiefebene Gelegenheit zu baulichen Änderungen, zu Vergrößerungen, zur Anlage bequemer Zufahrten und weiter Parke und blieben, wenn auch oft in neuem Kleid, Herrensitze bis zum heutigen Tage. In ihnen verkörpert sich eine ununterbrochene Überlieferung, ebenso alt wie die der edeln Geschlechter des Landes; eine Überlieferung, die sie der Kunst- und Kulturgeschichte wertvoll macht und dem Baumeister eine Fülle von Anregungen für den Landhaus-

bau, eine der augenfälligsten Bauaufgaben der Gegenwart, bietet.

Sind auch die Grundzüge der Bauart dieser Wasserburgen in dem weiten Bezirk überall dieselben, so entbehren doch die einzelnen Gruppen nicht örtlicher Unterschiede, die vor allem auf den Verschiedenheiten der sich bietenden Baustoffe beruhen. Eine der bemerkenswertesten und wichtigsten Gruppen ist die Flanderns, nicht allein wegen ihrer ausgeprägten Eigentümlichkeiten, sondern auch weil sie im Rahmen der übrigen niederländischen Baukunst zu manchen Zeiten von weitgehendem Einfluß auf die Bauart anderer Länder war, und weil wir durch des Antonius Sanderus treffliches und einzigartiges Tafelwerk, die Flandria Illustrata (1641), auch über das Aussehen der vielen seither umgebauten oder durch die Raubkriege des Sonnenkönigs und die französische Revolution vernichteten Edelsitze unterrichtet sind. Zu den Veröffentlichungen des gelehrten Kanonikus treten die in der Brüsseler Bibliothek aufbewahrten Abbil-

dungen zum nicht veröffentlichten dritten Bande des Werks.¹⁾ Das Bild, das der flandrische Landsitzbau danach bietet, wird ergänzt durch ähnliche gleichzeitige oder wenig spätere Veröffentlichungen über die Schlösser und Edelsitze Brabants, Lüttichs und Hollands.

I.

Ein flandrischer Lehensadel mit festungsartigen Wohnsitzen tritt zum erstenmal gelegentlich der Erbfolgeföhden

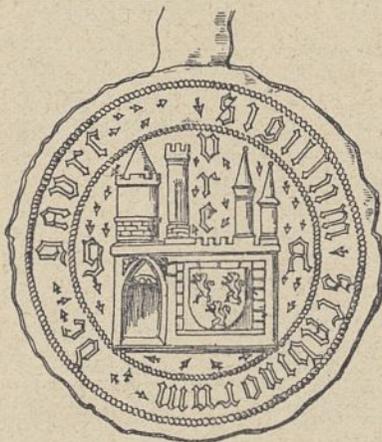


Abb. 2. Schloß Gaver.
Schöffensiegel von 1525.

nach der Ermordung des Grafen Karl des Guten (1127) in die Erscheinung. Der älteste erhaltene Baurest einer ländlichen Burganlage ist vielleicht die vier-eckige Anlage von Vaux — freilich auf dem Boden der heutigen Provinz Hennegau bei Doornijk —, eine mächtige Mauer mit vier runden Ecktürmen, die sogenannte Burg des Cäsar oder des Cicero, an deren mittelalterlichem Ursprung jedoch nicht zu zweifeln ist. Ähnlich stellten sich nach Sanderus die Trümmer der nahen Burg Herseeuw (Abb. 3) dar, eine gewaltige fast fensterlose Mauermasse mit drei Rundtürmen, von der heute nichts mehr zu sehen ist.

In der Folgezeit wirkte jedenfalls auf den Bau der Edelsitze sehr der gräfliche Schloßbau, vor allem der Bau Philipps vom Elsaß in Gent (1180), ein.²⁾ Ein Beispiel dafür ist das Bild, das Sanderus vom Schloß des Genter Burggrafengeschlechts zu Bornhem bei Dendermonde bringt (Abb. 4), desselben Geschlechts, das sich in Gent selbst zwei festungsartige Sitze, den Hof zum Walle und den Steen Gerhards des Teufels am Scheldeufer, schafft. Solche und anderer Geschlechter städtische Höfe und Steene wurden sicher auf die Bauart der Landsitze von Einfluß. Den wechselseitigen Einfluß städtischer und ländlicher Bauart können wir auch später noch wahrnehmen.

Schloß Bornhem besaß inmitten eines weitläufigen Bezirks einen runden Donjon, der wahrscheinlich älter war als die vom Grafenschloß beeinflussten Bauformen des Palas und des Mauerringes. Dies Beispiel widerlegt mithin (im Anschluß an Vaux und Herseeuw) die Annahme Schaeyes' in seiner Geschichte der belgischen Baukunst, daß der rechteckige Donjonquerschnitt älter als der runde sei; im Gegenteil ist vielleicht der später so allgemein rechteckige Querschnitt erst auf den Einfluß der gräflichen Bauten zurückzuführen. Jedenfalls kommt der runde Querschnitt später nur ausnahmsweise vor, so bei dem Schloßchen in Herzelee aus dem 14. Jahrh.³⁾, wovon eben noch dieser runde, zinnen-

bekrönte Hauptturm mit der anschließenden Palasmauer und einem weiteren runden Ecktürmchen steht, ein Trümmerrest, den man sich nach dem Bilde des Sanderus vervollständigen kann. Einen ähnlichen Rundturm finden wir auf seinem Kupferstich der Burg zu Liedekerke, das jetzt zur Provinz Brabant zählt.

Nichts Näheres bekannt ist über die Form des Turmes, der sich inmitten des Mauerringes des Schlosses Pamele in Oudenaarde erhob, und den man im 15. Jahrh. als baufällig niederlegte⁴⁾; man fand dabei außer einem guten Brunnen eine Metallplatte mit einer nicht mehr bekannten Schriftart und schloß daraus auf ein hohes Alter des Turmes, den man den „Goten“ zuschrieb; wahrscheinlich entstand er nach den Normanneneinfällen (891), die überhaupt eine wichtige Veranlassung zum Burgen- und Festungsbau gaben.

Weit häufiger als die Lage des Donjons inmitten des Mauerringes war bei den Bauten des Lehnsadels, abweichend von der Bauart der Grafensteene, die Lage am Grabenrand, die Einbeziehung des Donjons in den Mauerkranz, eine Anordnung, die wohl darauf beruhte, daß sie an Raum und Baustoffen wie an Verteidigungsmannschaft sparsamer war als die Mittellage. Ein Beispiel dafür bietet das schon genannte Herzelee. Beispiele mit rechteckigem Querschnitt des Donjons waren Gaver (Abb. 2), die später Egmondtsche Besitzung, die uns ein Siegel aus dem Jahre 1525 veranschaulicht⁵⁾, Lovendegem, der Sitz der aus so vielen späteren Genter Denkmälern bekannten Familie Triest, Exaarde, Moeskroen, Mouden, Gruuthuse bei Brügge. Mehrere dieser Türme weisen einen Zinnenkranz und Machicoulis auf, einige auch Eckerker, wie sie in Verbindung mit Machicoulis schon das Genter Grafenschloß und Bornhem brachten, aber erst das 14. und 15. Jahrh. allgemein einführte. Ein schönes Beispiel solcher Ausbildung und zugleich des Einflusses der in Brügge zur Herrschaft gelangten Bauart war der mächtige Turm des 1720 niedergelegten Schlosses Middelburg bei Brügge, den der Schatzmeister Herzog Philipps von Burgund und einer der bedeutendsten Männer seines glänzenden Hofes, Peter Bladelin, um 1450 errichtete.⁶⁾ Selten ist die achteckige Belfriedform, die Schloß Lannoy bei Roubaix zeigte.

Häufig schmiegt sich an den Donjon ein zweiter schlanker und oft um ein Geschoß höher geführter Turm, der die Wendeltreppe enthielt, wie ihn schon die Schloßkapelle des alten Grafensteen in Brügge aus dem Ende des 12. Jahrh. besitzt; die Vorliebe für runde oder — besonders später — achteckige Treppentürme ist auch der kirchlichen Baukunst des Landes eigen, vielleicht auf Grund orientalischer Vorbilder, die dem an den Kreuzzügen stark beteiligten Flandern vorschwebten. Als ausgeprägtestes Beispiel eines solchen höheren Treppenturmes neben dem Donjon bringt Sanderus die Bilder des Kastells Ter Walle bei Hazebrouck und der starken Burg von Komen am Leieufer.

Zuweilen ist der Donjon vom Schloßhof getrennt und erhebt sich inmitten des Grabens, nur durch eine Zugbrücke

1) Vgl. dazu Caillet, Teekeningen voor Sanderus' Flandria illustrata, Antwerpen 1908, ferner Voisin, Icones urbium . . ., Messenger des sciences 1834 und Messenger des sciences 1855, 98 u. 375.

2) Vgl. dazu meine Ausführungen über die gräflichen Schloßbauten im „Belfried“, 1918, 2. Jahrgang, 11. Heft.

3) Vgl. Petite Revue illustrée de l'art en Flandre 1901, 77 ff., und Bulletin de la Société d'histoire et d'archéologie de Gand VII, 312.

4) Van Cauwenberghe, Lettres sur l'histoire d'Audenarde, 1847, 353 f.

5) Messenger des sciences 1875, 137 f., Limburg-Stirum, Le château de Gaver. — Der Donjon ist erhalten.

6) Verschelde, Geschiedenis van Middelburg in Vlaanderen, Brügge 1867.

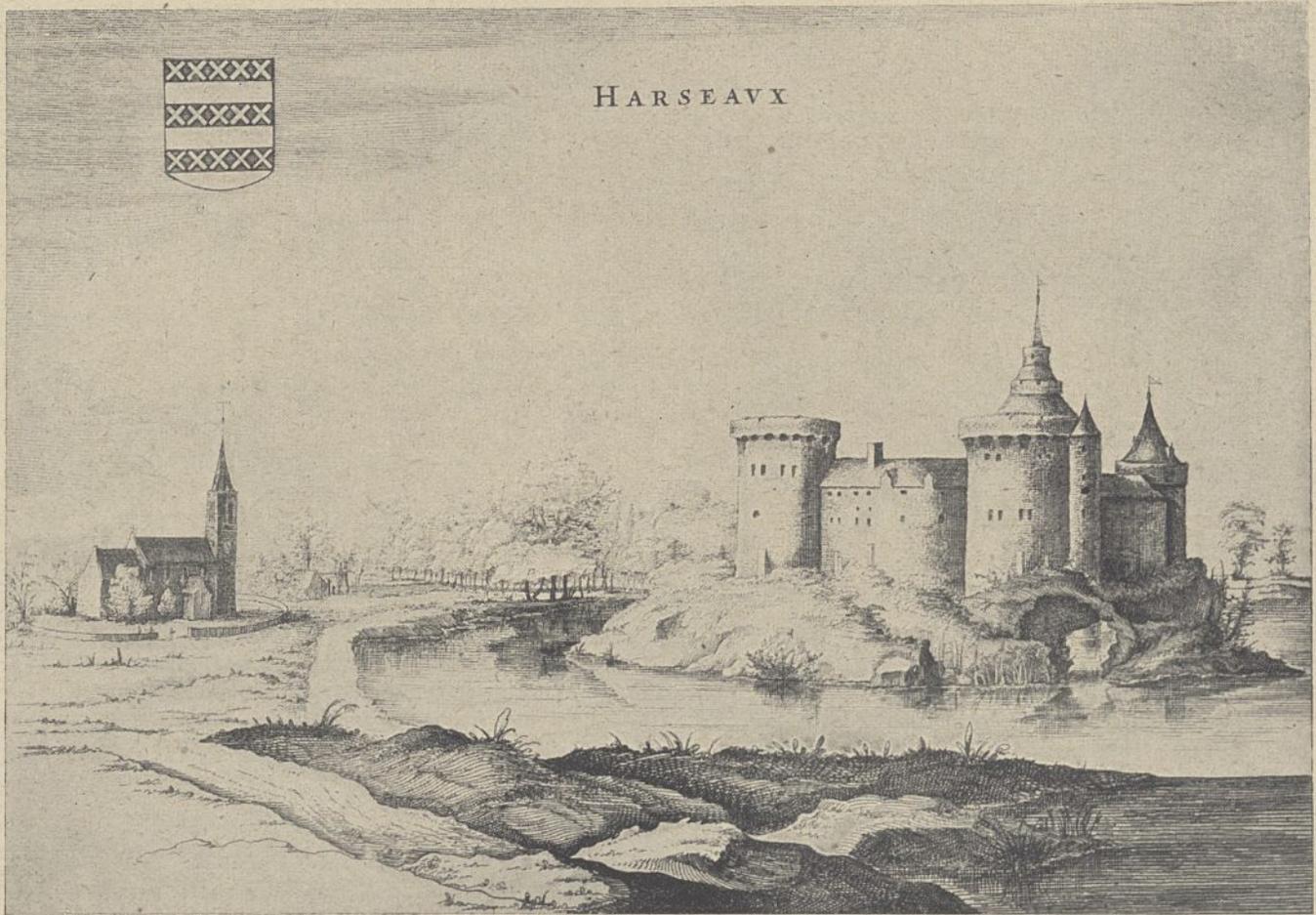


Abb. 3. Schloß Herseeuw im Hennegau.
(Nach Sanderus, Flandria illustrata II.)

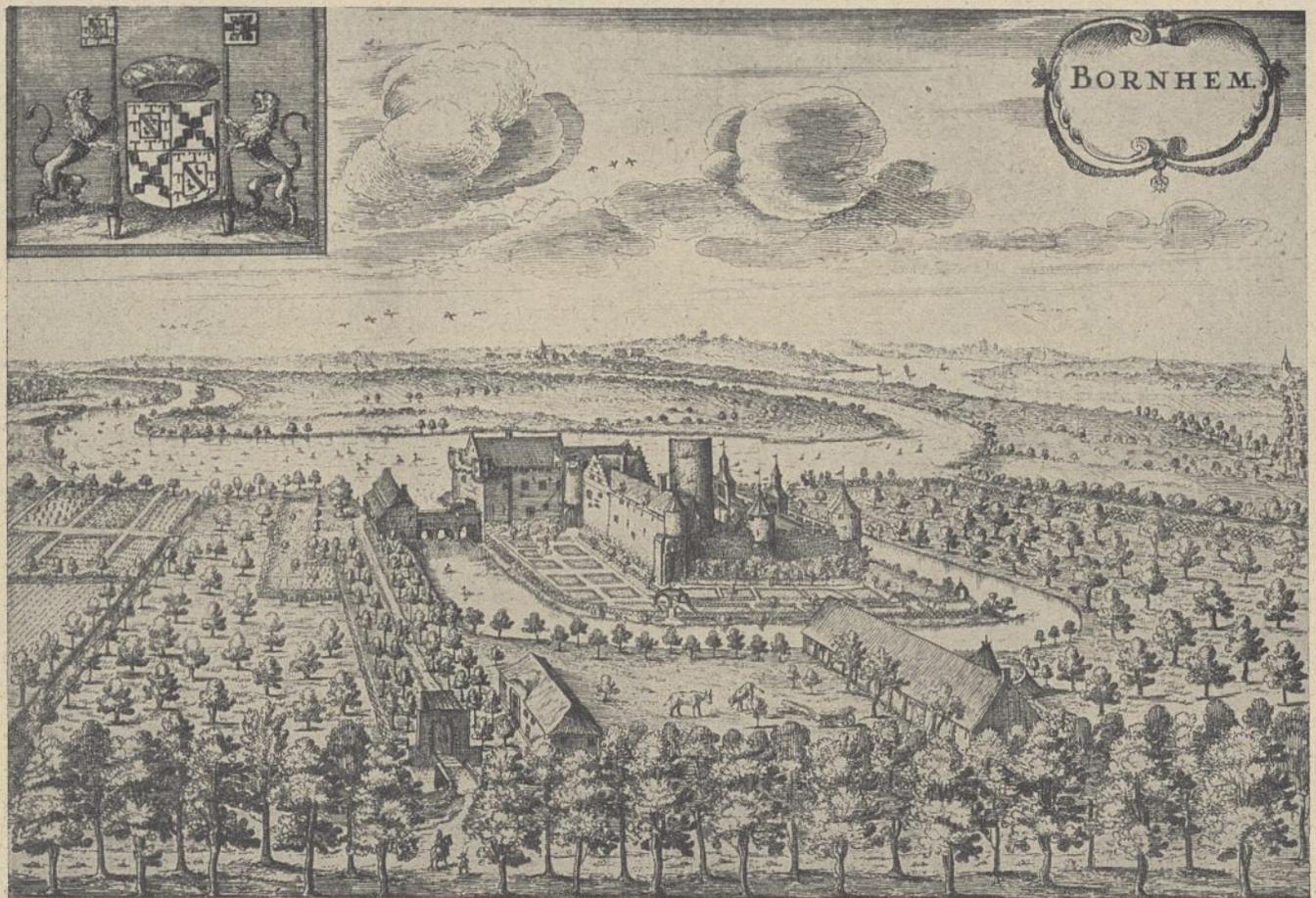


Abb. 4. Schloß Bornhem bei Dendermonde.
(Nach Sanderus II.)

mit der übrigen Burg verbunden. So war es der Fall bei Poelvoorde, einem Sitz in der Nähe von Wingene, von dem Baureste vorhanden sind, im Hofe Ten Boomgaarden bei Veurne, einer Besetzung des Zisterzienserklosters Ter Dunen, bei der außerordentlich festen Burg von Vleteren und dem später noch hervorzuhebenden Blauhof (Leughenagen) bei Rupelmonde (Abb. 21). Ein schönes Beispiel dafür bietet noch Brabant in dem vielleicht erst aus dem Anfang des 16. Jahrh. stammenden Turm von Ter Heiden in Rotselar (bei Löwen), dessen Grundriß ein griechisches Kreuz mit abgeschragten, von Machicoulis überbauten Zwickeln darstellt. Drückt sich in dieser Grundform schon die Liebhaberei und Geistesrich-

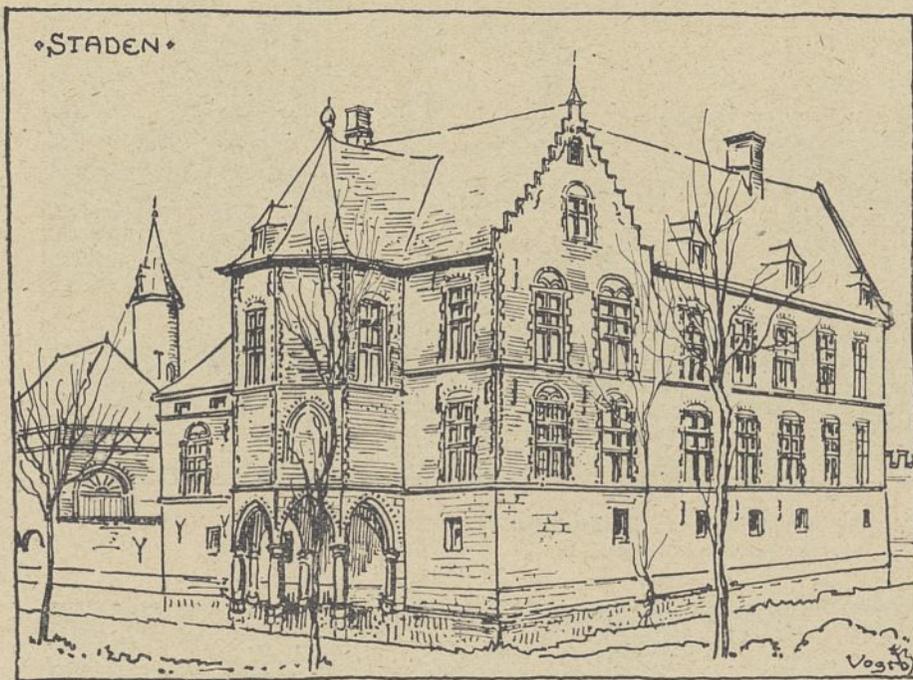


Abb. 5. Schloß Staden.

tung der Renaissance aus, wie sie in Schöpfungen des Palladio und Vignola oder der späteren niederländischen Festungsbaumeister lebt?

In Laarne enthielt der Donjon im Hauptgeschoß die Kapelle,⁷⁾ die im allgemeinen in den flandrischen Schloßbauten keine große Rolle spielt. Einen erkerartig herausgebauten Altarplatz, ein sogenanntes Chörlein, zeigte nach Sanderus die Burg in Maldegem, deren Ruinen noch anfangs des 19. Jahrh. standen (vgl. die Aquarelle davon in der Slg. Goetghebuer der Universitätsbibliothek in Gent). Am Schloßgraben des jetzt durch den Krieg vernichteten Staden (Abb. 5) baut sich der Kapellenchor wie im Patrizierhof der Sichel zu Gent über einer schmucken Erdgeschoßlaube auf und bildet mit ihr eine malerische Gruppe (ähnlich wie zu Laer in Brabant, einer Schöpfung der Barockzeit).

Besonders betont im turmbewehrten Mauerring ist immer der Torbau, dessen häufigste Art — nach dem Vorbild der Grafenschlösser und der Stadttore — zwei vortretende runde oder achteckige Türme und zwischen ihnen den Torbogen zeigt. Die Tortürme entsprechen in Form und Höhe meist den Ecktürmen (Abb. 12 u. 13). Solche Tore gibt Sanderus in Kruishoutem,

7) Vgl. über dieselbe Lage der Kapelle in Deutschland: Vogts, Westfälische Landsitze im 16., 17. und 18. Jahrhundert, Kölner Kunstkalender 1913.

Petegem, Pamele, Herzeele, Sandbergen bei Aalst, Oostkerke bei Brügge an; dieselbe Form findet man in Antoing und Solre au Sambre (Hennegau) und in der Bergfeste Bouillon an der Maas. Wie allgemein diese Torform war, lehrt ihr häufiges Vorkommen auf den Hintergründen flämischer Gemälde; so stellt auch Jan van Eyck auf einem Flügel des Triptychons vom Jahre 1445 aus Ypern die Porta Echezielis dar: zum Ausdruck der neueren schmuckfreudigen Zeit schließt er oben den wuchtigen Torbau mit einem reichen Maßwerkfries ab. Selten ist das Tor dagegen in Flandern von einem Turm überbaut, wie es in Brabant bei mittelalterlichen Bauten fast die Regel bildet (Beersel, Gaesbeke, Beveren, Boekhoute, Vosse-

laer u. a.). Eine auch in den Formen fremdartige Ausnahme zeigt Sanderus im Schloß der Montmorency zu Ruyschuere; die Aufbauten über der Plattform des Turmes lassen fast an Schloß Chambord denken, das um Jahrhunderte jünger ist. Eine weitere Ausnahme, von ebenso eigenartiger Ausbildung, stellte der dreitürmige Herrnsitz von Male bei Brügge dar. Im Zusammenhang mit diesem Unterschied der Torausbildung zwischen Flandern und Brabant steht es, wenn man das Tor in diesem oft an einer Ecke, in jenem fast immer in der Mitte einer Mauerseite, bei rechteckigen Anlagen meist einer Schmalseite, findet.

Die besprochenen Eigenheiten der flandrischen Wasserburg lehrt am besten die wohlerhaltene Anlage von Laarne (östlich von Gent, Abb. 6 bis 8)⁸⁾ kennen, in der innigen Verbindung mit der eigenartigen Landschaft das kennzeichnende Bild eines solchen Edelsitzes und innen wie außen von großem malerischen Reize. Die Burg umfaßt ein unregelmäßiges Fünfeck, dessen Ecken drei Rundtürme, der rechteckige Donjon und das Torhaus bilden; an jedes dieser fünf in den Graben vortretenden Bauwerke lehnt sich eine Wendeltreppe in einem besonderen schlanken runden Türmchen an. Zwei Seiten füllt das zweigeschossige Wohnhaus mit hohen Kreuzfenstern und steinernem Konsolengesims, das wohl aus derselben Zeit wie der Mauerring stammt, aber im 17. Jahrh. umgebaut und nach dem Hofe zu verbreitert wurde. Die dritte Seite nimmt ein damals angebaute Seitenflügel ein; die beiden anderen Seiten zeigen noch die alté Mauer mit Spuren eines hochgelegenen Wehrgangs, den man von den Wendeltreppen her betrat. Die äußere Gestalt des Donjons mit seinen vermauerten Spitzbogenöffnungen, zwei schlanken Ecktürmen (Abb. 9) und dem Treppenturm sowie die gedrungene Mittelsäule im überwölbten Sockelgeschoß erinnern an die Bauart des Geeraard-Duivels-Steens in Gent und verweisen auf eine Entstehung um die Mitte des 13. Jahrh. Für die Formenentwicklung kennzeichnend ist der Unterschied in der Zinnenausbildung gegenüber dem älteren Grafenschloß in Gent; die Zinnen wachsen nicht wie dort und in Rupelmonde aus der Mauer-

8) Vgl. Blommaert, *Messenger des sciences* 1838; Verhaegen, *Revue de l'art chrétien* 1883, 539 ff.; *Inventaire archéol. de la Province V.*

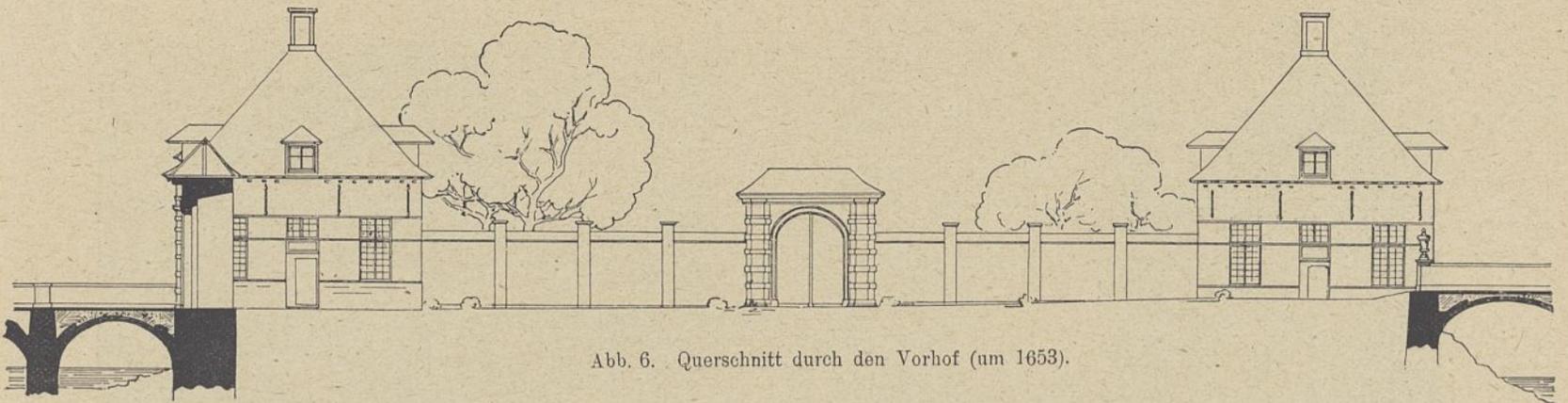


Abb. 6. Querschnitt durch den Vorhof (um 1653).

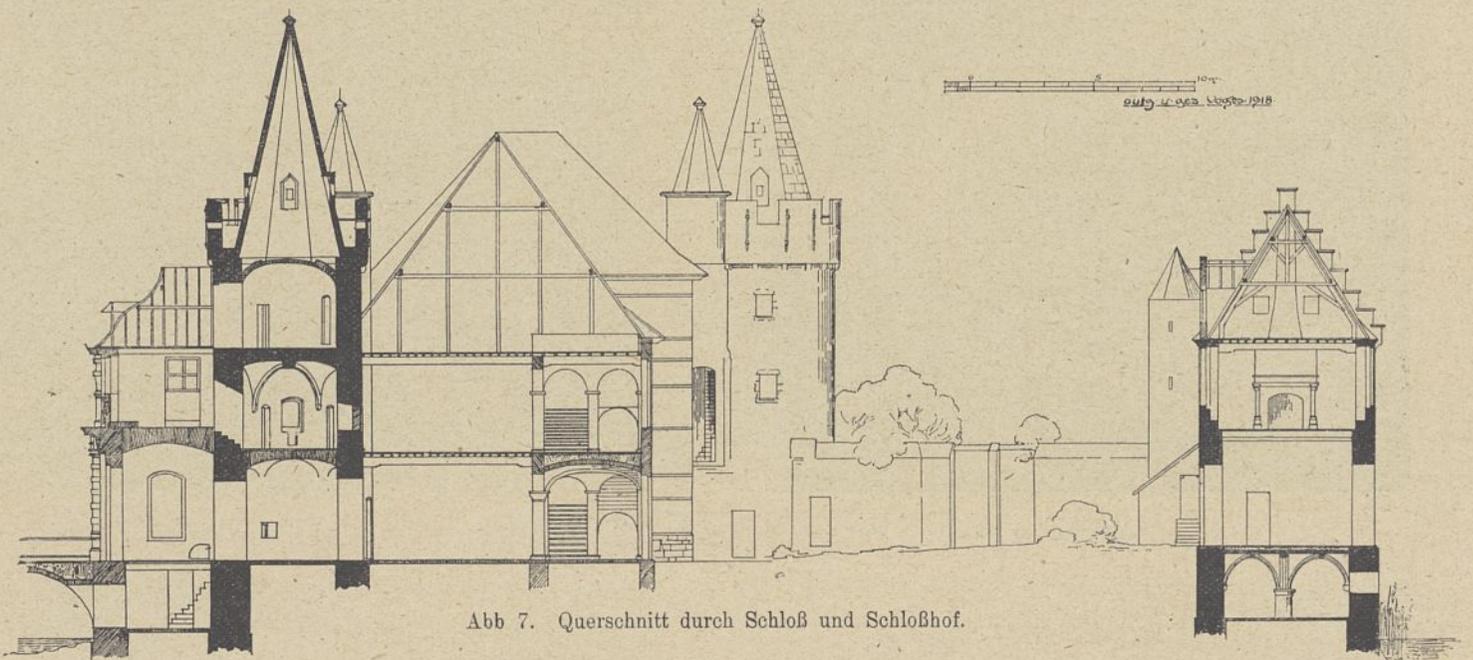


Abb 7. Querschnitt durch Schloß und Schloßhof.

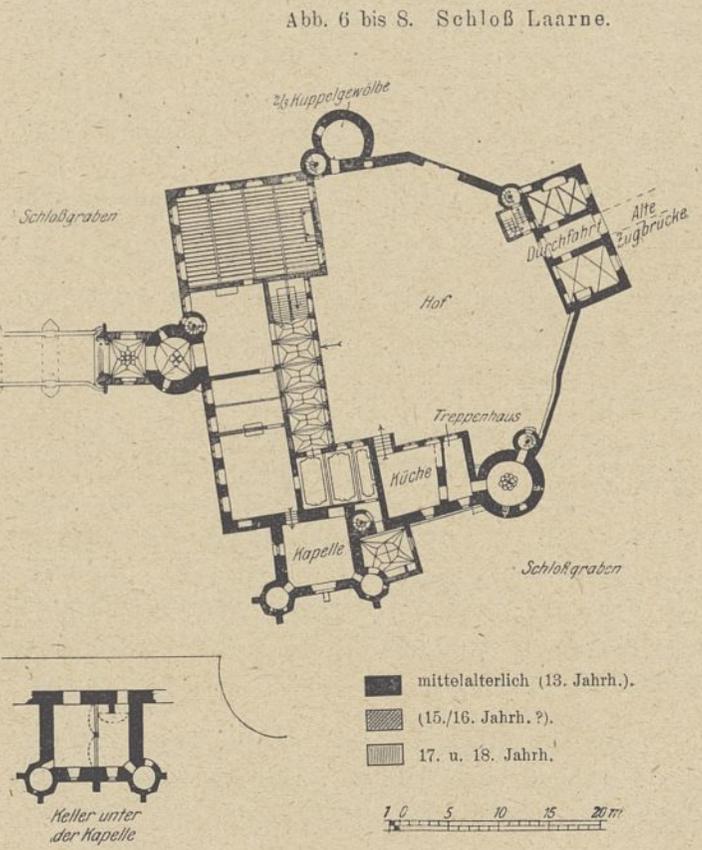
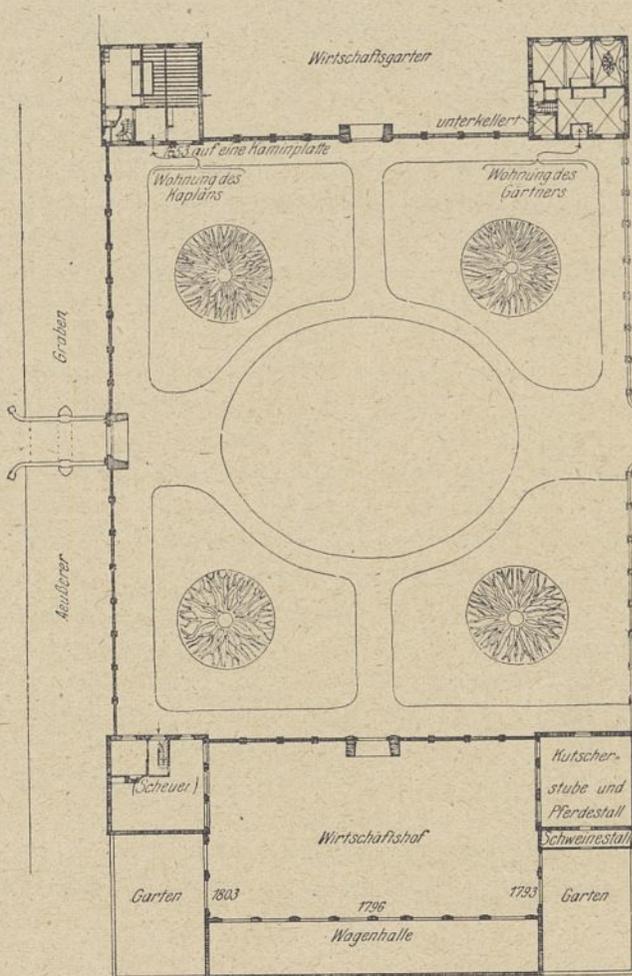


Abb. 6 bis 8. Schloß Laarne.

Abb. 8. Grundriß und Lageplan.

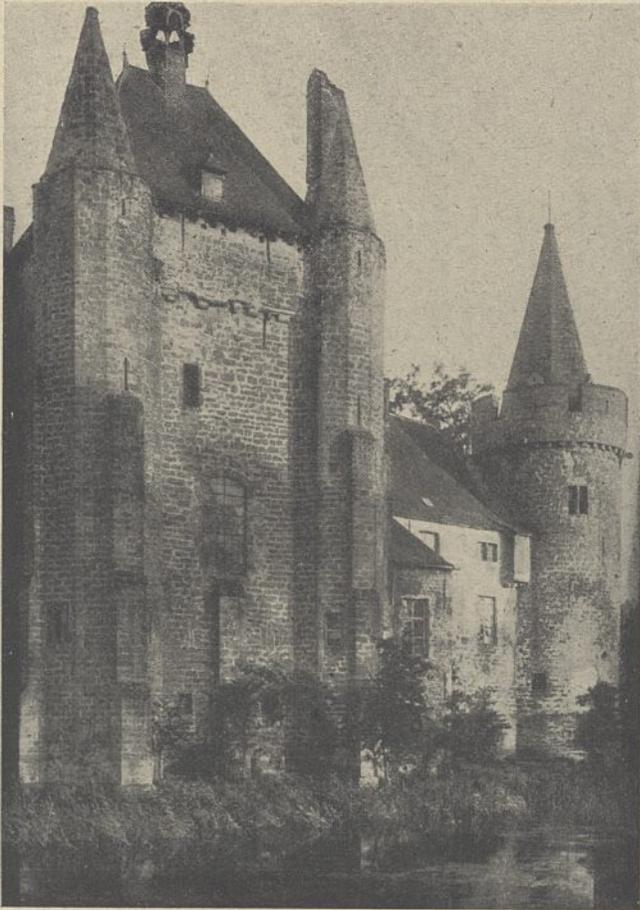


Abb. 9. Schloß Laarne. Donjon.

fläche empor, sondern bilden ein besonderes, durch ein Gurtgesims von ihr getrenntes krönendes Bauglied. Auch andere Einzelheiten sind technisch und baugeschichtlich bemerkenswert, so die achtseitigen Pyramidendächer aus Doornijkschem Stein über den Ecktürmen, die Gewölbe, Fenstersitze, Kamine und glasierten Fußbodenkacheln der Turmgemächer, endlich die Toreinfahrt mit der daneben liegenden zweijochig überwölbten Pfortnerstube. Sanderus zeigt noch die Zugbrücke und den Zugang zur Burg an dieser Stelle (1641). Bald darauf wurde der Torbau seiner ursprünglichen Dienste enthoben und an der gegenüberliegenden Seite, vor dem Rundturm des Wohngebäudes, ein neuer Zugang in barocken Formen geschaffen (Text-Abb. 10), dem ein großer, ebenfalls von Wassergräben umzogener, regelmäßig aufgeteilter Wirtschaftshof vorgelagert wurde; statt der Zugbrücke spannten sich seitdem massive Bogenbrücken über die Gräben (Abb. 6 u. 10). Gleichzeitig, unter dem Geschlecht der Vilsteren, erhielt das Wohnhaus, dem eine überwölbte Galerie mit reicher Steinmetzarbeit und zweiläufiger Steintreppe vorgebaut wurde, eine glänzende neue Ausstattung, von der besonders der große Saal mit Bildteppichen an den Wänden und zwei großen Kaminen zeugt. So nimmt der Blick auf das Laarner Schloß die spätere Entwicklung des Landsitzbaues, die Umformung der Wehrbauten zu behaglichen herrschaftlichen Wohnsitzen und Gutshäusern, in einem für beide Formen bezeichnenden Beispiel vorweg.

II.

Diese Umbildung gibt sich zunächst darin kund, daß die Wohnbauten an Größe und Bedeutung zunehmen, der Donjon im gleichen Maße abnimmt und zurücktritt. So

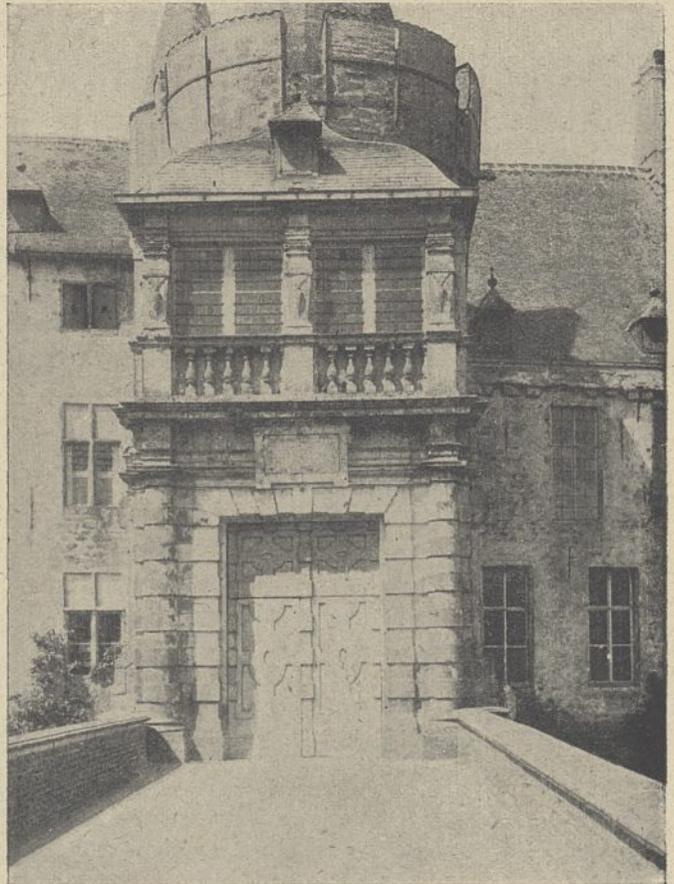


Abb. 10. Schloß Laarne. Torhaus (nach 1641).

tritt an Stelle des alten Hofes, in dessen Wehrgang und Umfassungsmauer sich der Donjon und das Wohngebäude einfügten, seit dem 14. Jahrh. häufig ein allseits von Wohngebäuden umschlossener Binnenhof; die alten, in den Graben vortretenden Ecktürme werden beibehalten, der Donjon dagegen fällt ganz fort oder geht doch in Stärke und Höhe kaum über die Ecktürme heraus (vgl. das Schloß Rumbeke der Grafen von Thiennes, Abb. 12). Sicher waren die neueren städtischen Grafenbauten, die Prinzenhöfe von Brügge, dieser noch mit ausgeprägtem Donjon, von Gent (seit 1353) und Lille (1457—62) auf die neue Bauart von Einfluß. Voran ging auf diesem Wege der gräfliche Schloßbau von Winendale bei Turnhout (1335), mit zahlreichen Rundtürmen, in dessen fast kreisrundem Hof Sanderus weitere drei schlanke Rundtürme darstellt, vermutlich die Flankentürme und Reste eines älteren, an die Bauart von Laarne anschließenden Donjons; heute ist die Burg durch eine Wiederherstellung im Geiste englischer Gotik des 19. Jahrh. ihres Reizes entkleidet. Eine ähnliche Gesamtform bot das im 14. oder 15. Jahrh. neu errichtete Schloß Pamele in Oudenaarde mit sieben Ecktürmen und dem Torbau; Sanderus zeigt es in der Gestalt, die es nach einer Wiederherstellung durch Wilhelm von Locquenghien im Jahre 1627 erhielt. Durch die Franzosen unter Ludwig XIV. in Trümmer geschossen, wurde die stolze Anlage voll geschichtlicher Erinnerungen 1783 gänzlich vernichtet. Bei mehreren Schloßbauten des 14. und 15. Jahrh. verbindet sich mit der neueren Bauart ein Streben nach Regelmäßigkeit; als beste Beispiele dafür bringt Sanderus die Abbildungen der Edelsitze Ingelmunster (Abb. 11), Eskelsbeke und Tillegem bei Brügge und des Schlosses



Abb. 11. Schloß Ingelmunster bei Roselare.
(Nach Sanderus, *Flandria illustrata* II.)

Zwijnaarde, des stolzen Abtsitzes von St. Peter in Gent, alle vier durch neuere Bauten ersetzt. Es sind rechteckige Anlagen mit Ecktürmen, wirkungsvollem Torbau, geschickter Gliederung der Außenseiten und der Hofansichten, von überraschender Großzügigkeit, der die Bautätigkeit des Lehensadels dieser Zeit im übrigen Abendland wenig Ebenbürtiges an die Seite stellen kann.

Seit dem Ende des 14. Jahrh. tritt als Baustoff neben die bisher verwandten blaugrauen und gelben Kalk- und Sandsteine des Schelde- und Dendertals (Doornijk und Balegem) der

Backstein, der in der westflandrischen Tiefebene schon seit der Mitte des 13. Jahrh. für kirchliche und weltliche Gebäude bezeugt ist. Er hat einen kleineren Maßstab in der Durchbildung der Bauformen und eine größere Regelmäßigkeit, kurz einen Wechsel der Bauart im Gefolge, der die übrige Umbildung der Edelsitze nur ergänzt und unterstreicht. Übrigens wurde der Backstein in Flandern — wie am Niederrhein, in Brabant, Holland, Nordfrankreich, im Maastal, aber im Gegensatz zu Norddeutschland — selten allein verwandt. Vielmehr finden wir ihn in Verbindung mit dem Naturstein,

der für Gesimse, Fensterkreuze, Portale, Sockel und Eckfassungen im Gebrauch bleibt, sich aber in Maßen und Profilen der Höhe der Backsteinschichten anbequemen muß. Mit dieser Verbindung zweier verschiedenfarbigen Baustoffe gewann der flämische Landsitzbau ein Mittel baulicher Gliederung von großem Reiz, der sich durch die verschiedene Abtönung eines Verputzes der Ziegelflächen noch steigern ließ; man bevorzugte dafür die Ziegelfarbe und ließ durch den dünnen Verputz die Zeichnung der Fugen gleich Masern und Adern durchschimmern. So sind zahlreiche Edelsitze auf den Hintergründen altflämischer Gemälde dargestellt, deren Künstler die feinfühligere Einfügung dieser Bauten in das Landschaftsbild mit seinem eigenartigen Baumschlag wohl empfanden. — Die Gründe für die ständig fortschreitende Umwandlung des Burggepräges sind zahlreich: Zu ihnen gehört

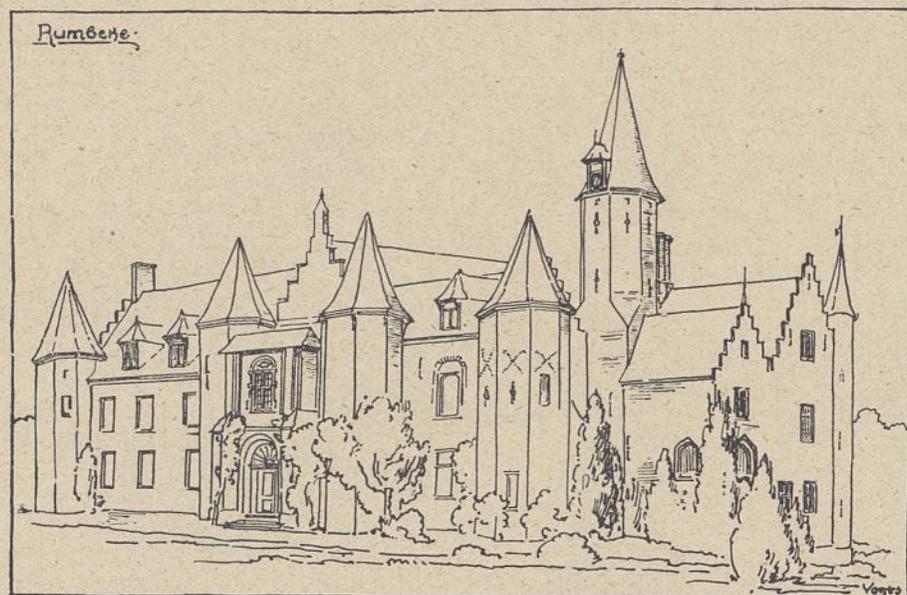


Abb. 12. Schloß Rumbeke.

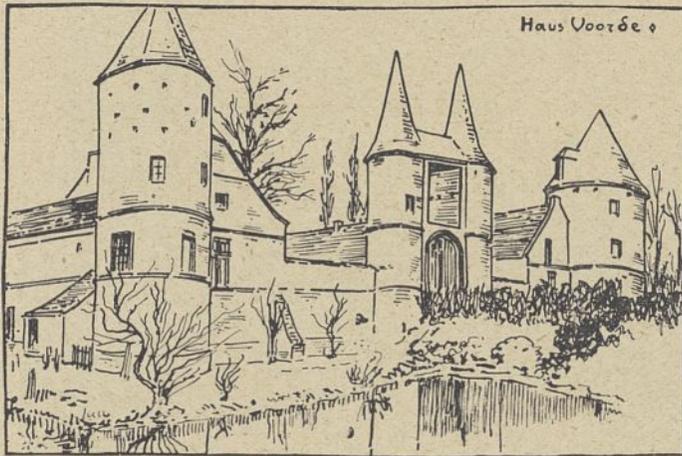


Abb. 13. Haus Voorde.

vor allem die Ausbildung der Feuerwaffen, besonders der Geschütze, denn die neuen Herren Flanderns, die Herzöge von Burgund, waren durch ihre Pflege der Artillerie berühmt, ihre Stückgießer gesucht. Damit steht im Zusammenhang die Neugestaltung des Heerwesens. Hinzu kam dann die Umbildung der Gesellschaft, die Änderung der Umgangsformen und Lebensgewohnheiten, die Steigerung der Bedürfnisse, die sich u. a. in der Vermehrung der Wohnräume und ihrer Trennung nach verschiedenen Zwecken äußert, die Blüte und Entfaltung der Kunsthandwerke und der weite Umkreis des niederländischen Handels, der die Einfuhr von Waren und Annehmlichkeiten aller Länder mit sich brachte. Der Verteidigungszweck der Gräben und Mauern wurde mehr und mehr vernachlässigt, bis beide nur noch die Aufgabe einer Einfriedigung und Begrenzung erfüllten; dem eigentlichen Schloß lagert sich ein von besonderen Gräben umzogener Wirtschaftshof vor; an die Stelle der Zugbrücken traten feste Brücken aus Holz oder Stein; die Türme sanken zu schmückenden Baugliedern herab; der Donjon wurde auf einen Treppenturm (im Winkel der Wohnflügel oder bei einflügeligen Gebäuden in der Mitte der Fassade) beschränkt, der aussichtsreiche Wehrplatz seiner Zinnenkrone wurde zum „Belvedere“, zur zierlichen Galerie oder zur lustig ausgeschmückten Laterne.

Mit dem Zinnenkranz, den ein Hauptgesims ersetzt, schwindet auch oft das frühere Walmdach und macht dem Satteldach mit seitlich abschließenden Giebeln Platz. Die schützenden Turmvorbauten neben dem Tore fallen ebenfalls fort oder leben in flankierenden Pfeilervorlagen und Ecktürmchen ohne wehrhaftes Gepräge fort (Kortewalle bei Beveren, Watou, Oydonck). Eine bezeichnende Umformung des alten Tormotivs bietet das Haus Voorde aus dem Anfang des 16. Jahrh. mit einer überdeckten Öffnung über dem Torbogen, die wohl zum Aufziehen der Zugbrücke dienen sollte (Abb. 13). Mit dieser Verwandlung nähert sich das Bild des kleineren Edelsitzes wieder dem des fränkischen Bauernhofes, von dem es ursprünglich ausgegangen war. Er besitzt ebenso einfassende Gräben und Mauern, einen besonderen Torbau, ein breit neben dem Hofplatz gelagertes Wohnhaus mit Kreuzfenstern, Stufengiebeln und luftigem Glockentürmchen, zeigt auch dieselbe Verbindung von Ziegelmauern mit Hausteineinfassungen. Bei manchem Hofe auf Bildern flämischer Maler ist es schwer zu sagen, ob man Edel- oder

Bauernsitze vor sich sieht; adlige Höfe, z. B. der von Pottes (an der Schelde) oder nach den Stichen bei Sanderus die Häuser Ruddevoorde bei Turnhout und Desselgem, unterscheiden sich kaum von den stattlichen Bauernanwesen des 17. und 18. Jahrh. in der Umgegend von Gent und Lokeren.⁹⁾ Am maßgebendsten wäre vielleicht der Unterschied, daß das Bauernhaus fast immer eingeschossig und (wenigstens im Mittelalter) mit Stroh gedeckt, das Herrenhaus zweistöckig und mit Dachpfannen oder gar dem vornehmeren Schiefer eingedeckt war.

III.

Der neue Landsitz, der so im 15. Jahrh. entsteht, ist in gewissem Sinne ebenso wie das gleichzeitige Bauern- und Bürgerhaus dieser Landstriche zeitlos, an keine Stilart gebunden; dieselbe Bauart bleibt bis zur Mitte des 17. Jahrh. vorherrschend, bis ins 18. Jahrh. im Gebrauch. Oft läßt sich nur aus Mauerankern und Wappentafeln oder aus vereinzelt Profilen an Toren, Fenstern und Kaminen die Entstehungszeit ersehen. Derartige Bauten sind die zu Oygem an der Leie, zu Berchem an der Schelde, Ter Kruyssen bei Kaprijke (1628)⁹⁾, zu Bottelare, Ter Walle, ein Sitz der Triest bei Meirelbeke, Neigem bei Ninove⁹⁾, Kruike im Waes, Potegem bei Waregem (Abb. 14). Ihre malerische Wirkung beruht auf der Verbindung verschieden gerichteter Dachfirste und Giebel, so daß sich die geschlossene Hausmasse nach oben in eine reiche Gruppe von lebhafter Schattenbildung auflöst.

Vielleicht das größte und schönste Beispiel dieser Bauart ist das Schloß zu Vichte¹⁰⁾, ein zweischiffiger und doppelgiebliger Bau mit viereckigem, niedrigem Turmausbau und einem ebenfalls durch einen Stufengiebel abgeschlossenen Seitenflügel; Maueranker verzeichnen die Baujahre 1597 und 1629. Die Schloßkapelle bewahrte ehemals als Hauptschmuck

⁹⁾ Abbildungen in A. Heins, Vieux coins en Flandre, Gent 1900/01.

¹⁰⁾ Messenger des sciences 1878, 382 ff.

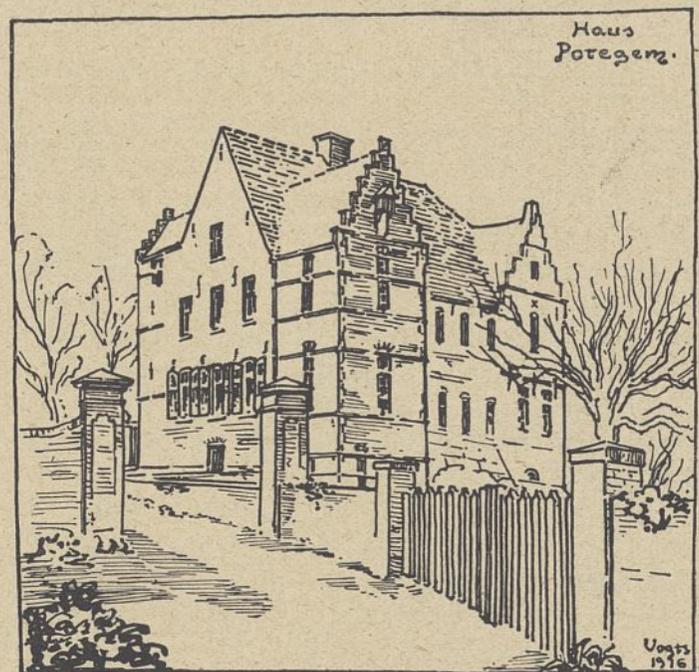


Abb. 14. Haus Potegem bei Waregem.

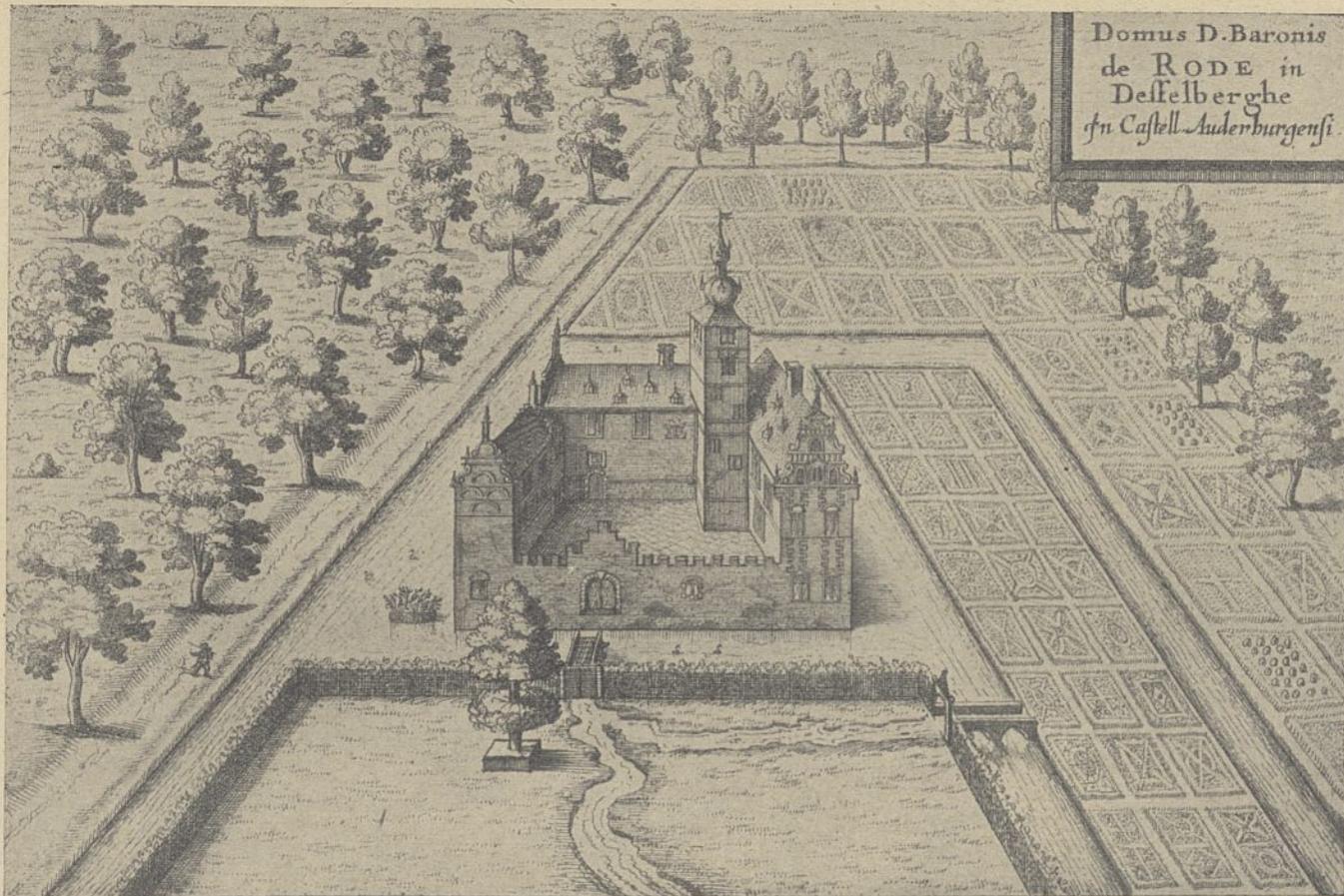


Abb. 15. Schloß Destelbergen bei Gent.
(Nach Sanderus I.)

prächtige Glasgemälde, die Karl V. genossener Gastfreundschaft wegen dem Hause geschenkt und welche die Wappen der Familien Van der Vichte und Beaufort trugen.

Anziehende Bilder derselben Art gewähren in Französisch-Flandern Beaupré, nach 1518 von dem kaiserlichen Rat Jean de Beaufrenez errichtet, und das rote zweiflüglige Bois-Château im Wiesengrund vor dem Tore Lilles mit einem besonders schlanken zierlichen Treppenturm. Ein solcher gab anscheinend dem Hause des Georg Masin, eines Verwandten des Kanonikus Sanderus, bei Veurne seinen Namen „La torelle“, wie sich anderseits das Geschlecht de la Torre bei seinem Hause in Brügge einen hohen und wohlausgebildeten Turm als Zeichen errichtete. Ein schlanker Treppenturm steigt weiterhin im Winkel der beiden Flügel des Hauses Meire bei Vosselare und vor dem Hause Vinderhoute auf (Abb. 16 u. 17), von deren späterem Umbau noch die Rede sein wird. Neben der achteckigen Form ist der quadratische Querschnitt bei Treppentürmen häufig; Beispiele bei-

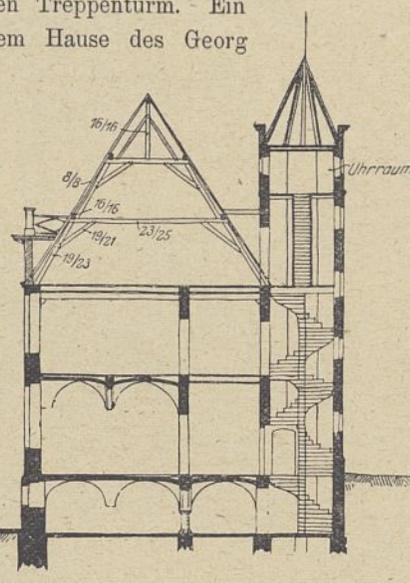


Abb. 16. Querschnitt.

ten der in stiller Beschaulichkeit am Leieufer Kortrijks liegende Hof der Abtei Wevelgem und nach des Sanderus Stich die Wildenburg bei Wingene, deren figurengeschmückter Giebel die Entstehung zur Renaissancezeit kennzeichnet.

Ausgesprochene Renaissanceformen treten bei mehreren Portalen auf, bei denen sie die vorher (zur Zeit der Spätgotik) beliebten Eselsrücken und krabbenbesetzten Kielbögen ersetzen. Statt der Stufengiebel führt der neue Stil den Volutengiebel ein, dessen lebhaft bewegte Umrisse wir auf den Sanderusschen Bildern der Häuser Blomendaele bei Brügge, Beverwaen und Destelbergen (Abb. 15) finden. Den letztgenannten Bau ließ der durch seine reichen Stiftungen und seine prächtige Grabkapelle berühmte Antwerpener Herr Simon de Rodriguez, Baron von Rhodes, erstehen. Den Einfluß der aus dem Pyrenäenlande stammenden Familien auf die Bautätigkeit der Renaissancezeit in den Niederlanden werden wir noch mehrfach spüren.

Am bezeichnendsten äußert sich der Renaissancestil und seine südliche Herkunft in den Lauben und offenen Bogen-

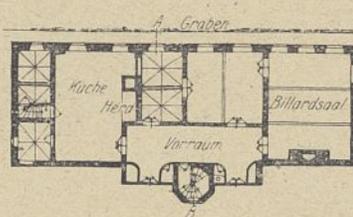


Abb. 17. Grundriß.

Abb. 16 u. 17. Haus Vinderhoute.



Abb. 18. Belvedere in Ackergem bei Gent.
(Nach einem Gemälde in der Universitätsbibliothek in Gent.)

hunderts¹¹⁾ und lediglich in der zierlichen und malerischen Form oberitalienischer Frührenaissance, vielleicht auf Anregung der Maler, die es gern bei ihren Hintergründen verwenden. Eine vereinzelte Laube schmückte das Haus Overhamme bei Aalst, das Philipp von dem Bosche erneuerte (die heutigen Bauformen werden später erwähnt); ganze Bogenreihen wies das Egmondtsche Schloßchen in Sottegem auf, zu dessen Obergeschoßgalerie eine hohe Freitreppe vom Hofe aus hinaufführte; aus seiner Erbauungszeit stammt noch ein schmucker Erker auf zwei aus Holz und Stein gebildeten Auskragungen (Abb. 19). Die Seitenflügel des Prinzenhofs in Gent, des bischöflichen Schlosses Evergem und des Edelsitzes in Oombergen zeigten zweigeschossige Lauben mit Holzstützen und wagerechter Überdeckung. Diesen Beispielen schließt sich der mehrerwähnte Hof des großen Sichel in Gent mit seinen Erdgeschoßlauben an. Er stammt wohl aus der Zeit, als der reiche Bischof Peter Damman (1560—1607) das Anwesen besaß.¹²⁾ In malerischer Weise verbinden sich leichte, auf Säulen ruhende Bogenreihen im Erdgeschoß mit den übrigen schon besprochenen Kennzeichen des flandrischen Landsitzbaues dieser Zeit, nämlich rechteckigem Treppenturm, lustig geschweifeter Laterne, schmucken Giebeln und hohen Kreuzfenstern, bei dem an der Leie gelegenen „Belvedere“ in Ackergem (Gent) (Abb. 18), das der ausgezeichnete Bischof Anton Triest um 1620 erbaute. Seinen geistvollen Kopf hat Duquesnoys Meisterhand in einem prächtigen Grabmal in der Kathedrale der Nachwelt überliefert. „Im Hause siehst Du Bildnisse und Gemälde von hervorragender Künstlerhand, in den Gärten jede Sorte von Blumen und Kräutern, was nur immer Augen

11) Selbst am Niederrhein sind die spätgotischen Lauben des Hauses Binsfeld bei Düren ein ganz einzelnes, in seinen Formen auf Süddeutschland hinweisendes Beispiel früherer Einführung des Laubenmotivs; von einzelnen Eingangs- oder Brunnenlauben — wie den schon erwähnten zu Staden und im Achter-Sichel von Gent, wie ferner im Emmäusschloßchen zu Gent — ist hierbei abgesehen.

12) *Messenger des sciences* 1882, 147 f.

und Sinne ergötzen kann.“ Über dem Eingang prangte die Aufschrift: „Vaticanae amoenitatis aemula vocor Belvedere“ und wies auf die Vorbilder hin, die dem Bischof und seinem unbekanntem Baukünstler vorschwebten. Von der ganzen Herrlichkeit zeugen heute nur ein paar Stiche und Gemälde.

Aus Zweckmäßigkeitsgründen erscheinen Erdgeschoßlauben auch häufig bei den Wirtschaftsbauten, z. B. den Schmieden und Ställen; so in Verbindung mit Torbau und schlankem Treppenturm bei den Häusern Kruishoutem, Peques und Busbeke, einem Bau des Diplomaten Ogier Ghiselin (um 1590); ähnliche Lauben aus derselben Zeit sind im Zisterzienserkloster-Park bei Löwen erhalten.

Sind bei den bisherigen Beispielen die Lauben in malerischer freier Weise dem Ganzen ein- oder zugefügt, so mußte doch schließlich gerade dieses Motiv zu einer strengeren Fassadenbildung führen, als sie bisher im Schloßbau üblich gewesen, zu einer klassizistischen Gliederung und Aufteilung der Flächen. Man näherte sich damit dem italienischen Vorbild, das zuerst Lambertus Lombardus aus Lüttich, der Lehrer eines ganzen Zeitgeschlechtes von Künstlern und Kunstfreunden, in seiner leider nicht erhaltenen „Villa“ für den Idyllendichter und Humanist Torrentius auf den niederländischen Landsitzbau anwandte. In seinem Sinne wirkte der weitberühmte Baumeister Karls V., Sebastian van Noye (1523—57), dessen Palast für den Kardinal Granvella in Brüssel ganz den Geist der italienischen Hoch-

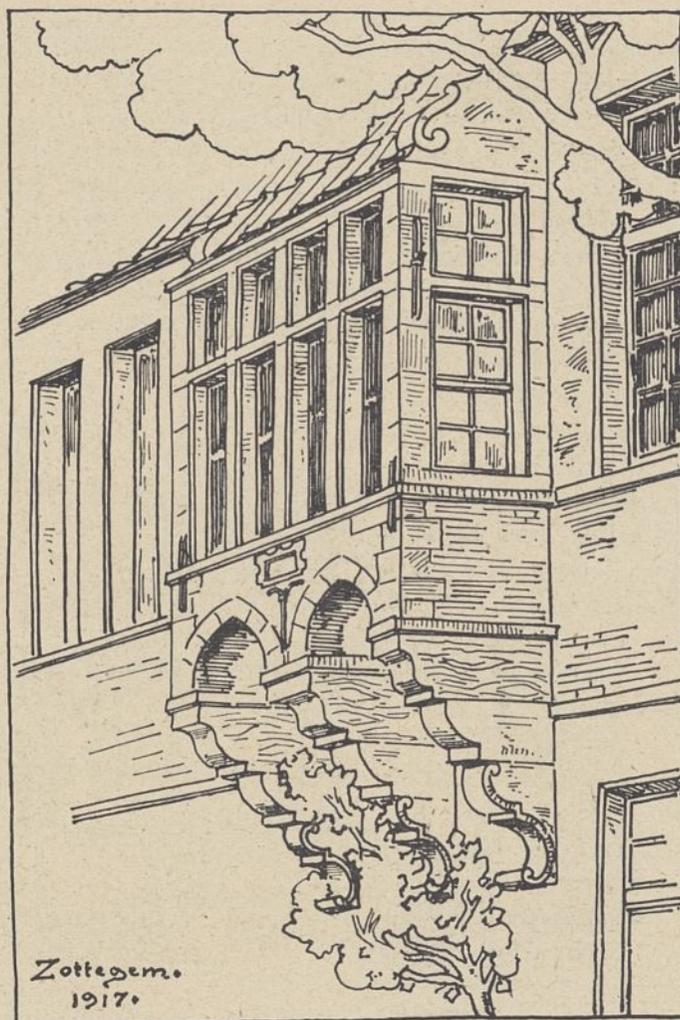


Abb. 19. Erker vom Schloß Zottegem.

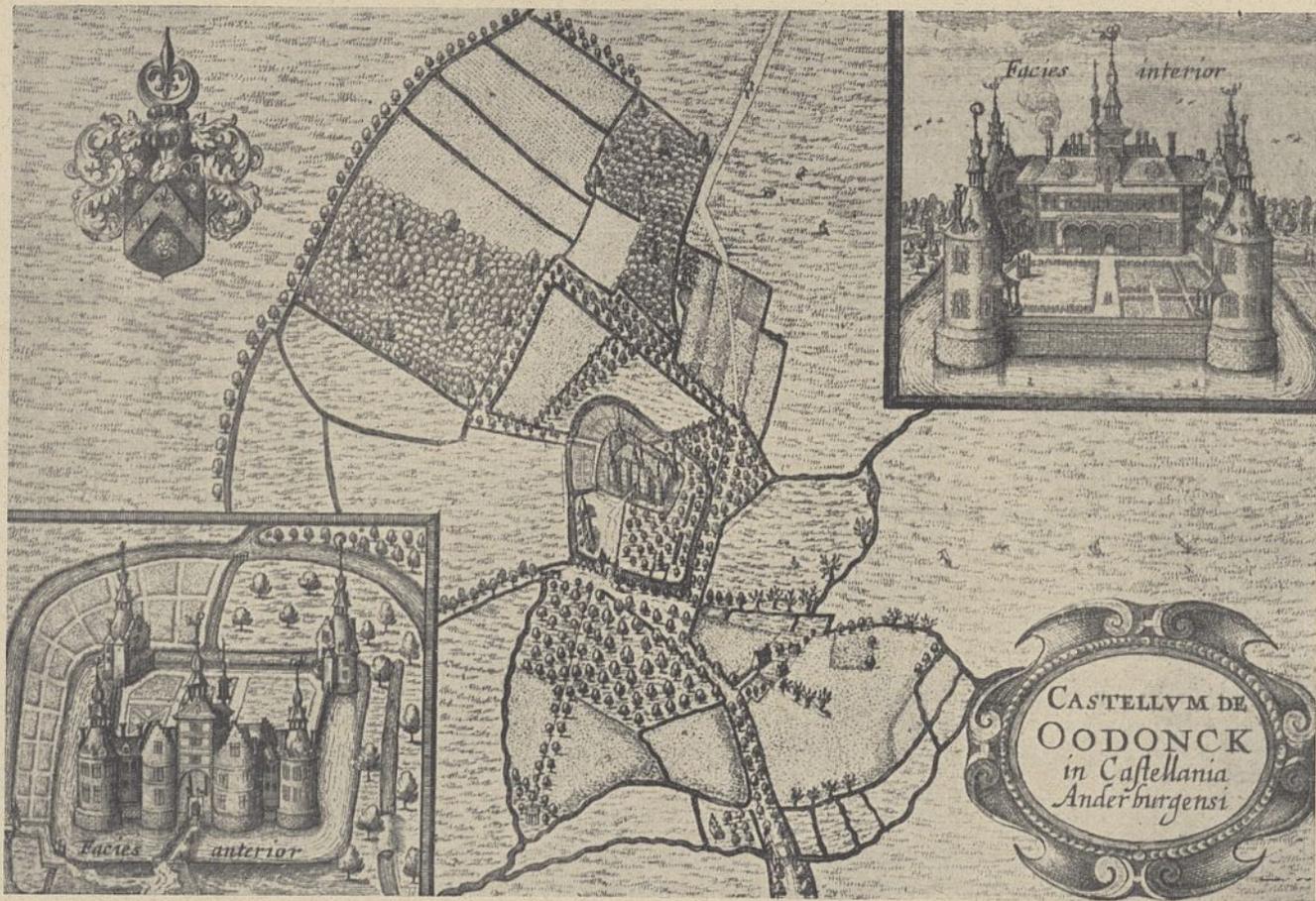


Abb. 20. Schloß Oydonck bei Deurle.
(Nach Sanderus I.)



Abb. 21. Schloß Leughagen bei Rupelmonde.
(Nach Sanderus II Austrium.)

renaissance atmet.¹³⁾ Wie weit auf die Landsitzbauten die Schöpfungen eines dritten Großmeisters niederländischer Renaissance, Jakobs Du Broeck, insbesondere seine Entwürfe für die Schwester des Kaisers, die Statthalterin Maria von Ungarn, Binche und Mariemont im Hennegau (um 1550)¹⁴⁾, von Einfluß waren, können wir nicht mehr feststellen, da die Franzosen sie in ihrem Rachedurst für die Niederlagen, die ihnen der Habsburger und seine niederländischen Edeln beigebracht, kurz nach der Vollendung zerstörten.

In Flandern entstanden in solchem Sinne namentlich vier bedeutende Edelsitze von vollendeter Planmäßigkeit, in ihrer Verbindung italienischer Landhausformen mit nordischer Burgart den französischen Renaissanceschlössern vergleichbar, und alle wohl um die Wende des 16. Jahrh. entstanden. Es sind Watou, ein dreiflügliger Bau des Grafen Johann von Ydegem, Statthalters von Ypern, mit einem Innenhof, nach dem sich eine Laubenreihe öffnet. Weiter Oydonck bei Deurle (Abb. 20), nach Sanderus das prächtigste Schloß in Flandern, das, nachdem der alte dortige Sitz der Montmorency 1491 niedergebrannt worden war, Martin de la Faille neu erstehen ließ. Es ist als einziges Beispiel dieser Bauweise, wenn auch nur in einer schonungslosen Wiederherstellung des 19. Jahrh., erhalten, mit runden Ecktürmen und daran übereck angefügten Pavillons, mit einem Mittelturm und geschweiftem Turmhelm über dem von Rundtürmen flankierten Portal, mit lustig im Winde spielenden Wetterfahnen in der beliebten Form von Fischweibchen über den schweren Türmen und mit einer fünfbogigen Laube zum Hofe hin: so zeigt der Bau eine Mischung von mittelalterlichen und Renaissanceformen, die dem Wesen der Bauherren entsprach. Ferner Ter Heyden in Vladsloo, das Besitztum des Barons Wilhelm von Locquenghien, Herrn von Pamele und Oudenaarde, den wir als Bauherrn schon kennen lernten, eine schön gruppierte Anlage mit Erdgeschoßlauben und einer Rustikaarchitektur, die diesen ländlichen Wasserburgen wohl angepaßt erscheint. Endlich Leugenhagen bei Rupelmonde (Abb. 21). Dieses bis auf den Namen verschwundene Schloß wies die vollendetste Fassadengliederung durch Säulen und Pfeiler, die ausgeprägtesten Hochrenaissanceformen auf. Eben die fast nüchterne Folgerichtigkeit der Ausbildung läßt auf einen maßgebenden Einfluß des Antwerpener Rathausmeisters Cornelis Floris schließen, der selbst freilich 1576 starb, ehe der reiche Antwerpener Bank- und Kaufherr Eduard Ximenez aus aragonischem Geschlecht den Bau 1579 vollendete. Nach Sanderus nannte man den Besitz auch den „Blauhof“, weil die Säulen, Pfeiler, Fenster und Tore, also die Architekturteile, mit blauer Farbe gestrichen waren. Ein Beweis dafür, daß man die mittelalterliche Sitte der Belegung von Flächen und Bauformen durch einen kräftigen Farbengegensatz auch zur Renaissancezeit liebte.¹⁵⁾ Aus demselben Grunde führte wohl das 1578 zerstörte Landhaus des gelehrten und kunst-

sinnigen Herrn von Watervliet, Marc Laurin, des Freundes eines Erasmus von Rotterdam, bei Brügge den Namen „Blauhuis“. Wir werden später, im 18. Jahrh., eine heitere Farbengebung als Fassadenschmuck wiederfinden; dieses gerade für den Landhausbau so geeignete Mittel aus dem Auge zu verlieren, war der Nüchternheit des 19. Jahrh. vorbehalten.

Weitläufiger als diese Edelsitze, aber in ihrem Geiste ausgebildet, war das Schloß, das sich der kaiserliche Truppenführer Graf Johann von Nassau-Siegen bei Ronse erbaute (Abb. 22), dessen Baronie er 1630 käuflich erwarb.¹⁶⁾ Wie weit stand dieser Bau, dessen Außenansicht fast an süd-deutsche Schloßbauten wie den zu Aschaffenburg erinnert, von dem ungezwungenen niederländischen Landsitz ab, den wir früher kennen lernten! An die Stelle der Ecktürme sind rechteckige Pavillons getreten; außen gleichförmige zweigeschossige Bauten umschließen allseits einen Binnenhof, dessen Seitenflügel sich in Bogengängen öffnen und zu einer hinter breiten Stufen liegenden Terrasse und dem Wohnflügel hinleiten; dieser hat einen fast symmetrischen Grundriß: in der Mitte eine weiträumige Eingangshalle, von der zwei geradläufige Treppen ausgehen, zwischen denen in der Mittelachse die Kapelle mit dreiseitigem Chorausbau liegt.

Das in Ronse herrschende Streben nach einer geschlossenen, im Umriss einfachen Gesamtform, das wohl dem Studium italienischer Werke, namentlich des Palladio, entspringt, kommt im 17. Jahrh. ebenso bei kleineren Herrenhäusern zum Ausdruck, wofür die durch den Weltkrieg leider zerstörten Häuser Hollebeke und Bekelare bei Ypern, ferner Moorseele bei Aalst mit einer gegen den Binnenhof geöffneten Laubenreihe, endlich Kruishoutem (Abb. 23 bis 25) und Steenhuyse als Beispiele gelten können. Kruishoutem ist

16) Goetghebuer, *Choix de Monuments*, 23, Tafel XXXIII f.

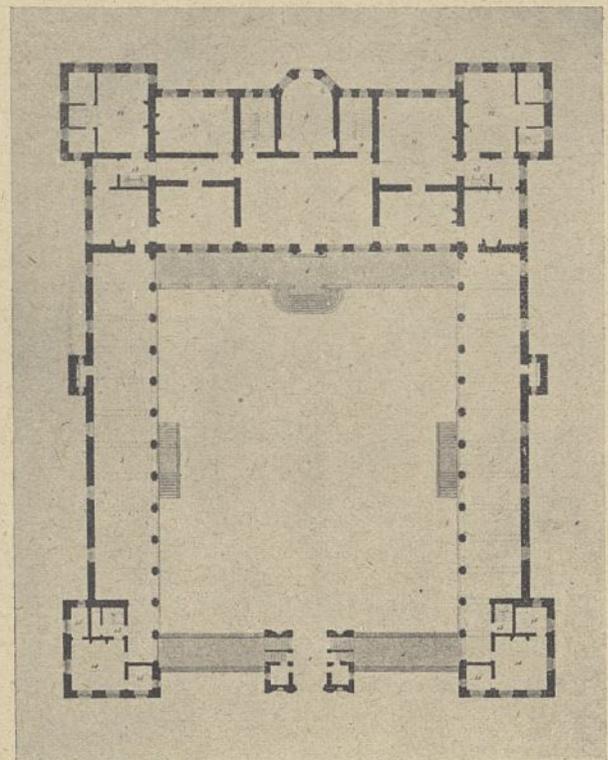


Abb. 22. Schloß Ronse.
(Nach Goetghebuer.)

13) Goetghebuer, *Choix de Monuments*, Gent 1827, S. 21, Tafel XXX ff.

14) R. Hedicke, Jacques Dubroeuq, Straßburg 1904.

15) Gerade Cornelis Floris wandte kräftige Farben auch bei seiner Rathausfassade an (vgl. eine ältere Ansicht von dieser in der Antwerpener Gemäldegalerie) und milderte dadurch die Trockenheit und Gelehrsamkeit des Werkes, die heute die Freude daran fast ertötet.

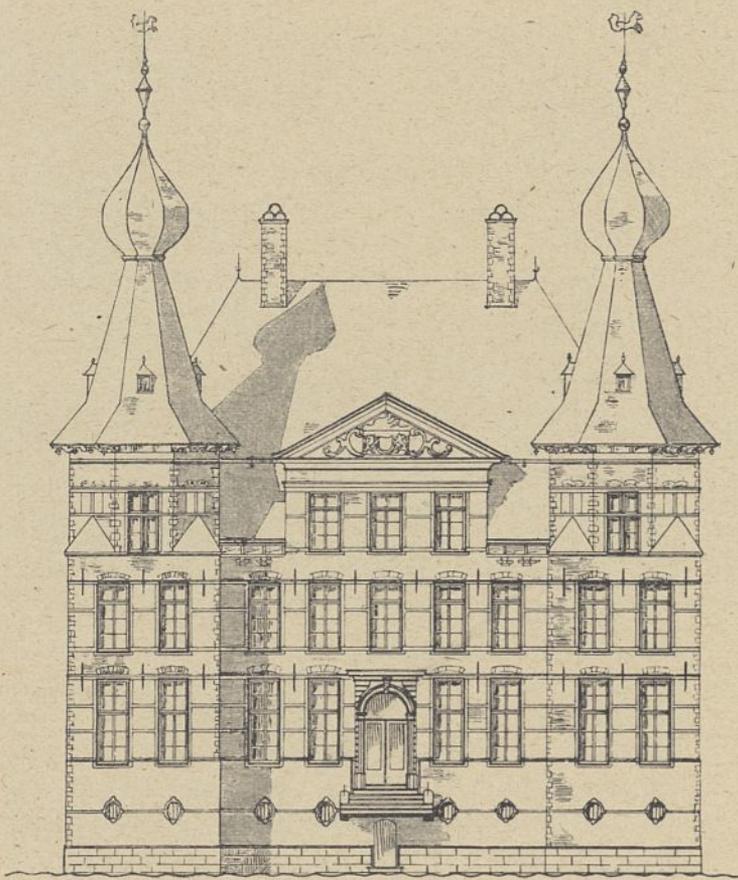


Abb. 23. Ansicht.

1 0 5 10 m.

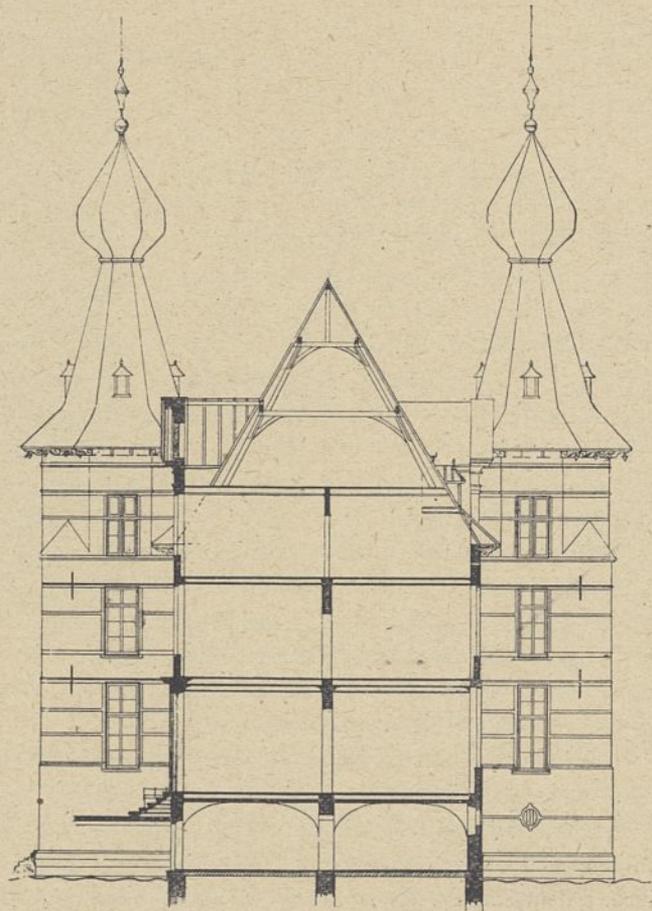


Abb. 24. Querschnitt.

Abb. 23 bis 25. Schloß Kruishoutem.

ein wohl erhaltener Bau Karls de Jausse, Herrn von Mastaing, mit vier unten rechteckigen, oben in achteckigen Grundriß übergehenden Eckbauten, die von lustigen „Zwiebeln“ bekrönt sind, während die Mitte durch das Portal und einen wappengefüllten Giebel betont ist. Die Fassade hat im 18. Jahrh. weitgehende Veränderungen erfahren. Bei Steenhuyse ist das Ganze sogar in einem Zeltdach zusammengefaßt, dessen Spitze eine wunderliche Laterne bildet. Gleichen Geistes war das verschwundene Schloßchen zu Kooigem (südlich Kortrijk), das Robert d'Esclaibes erbaute, wobei die Eckbauten auf ein Paar beschränkt sind und die turmartig höhergeführte Mitte fassen. Diesen Bauten schließt sich im benachbarten Brabant das um 1658 errichtete Haus Beaulieu des Lamorald de Tassis an.

In den Bauformen wurde die Renaissance durch das Barock abgelöst, für das Jakob Francquart in seinem Portalbuch Vorbilder lieferte. Ein Beispiel bietet der schon erwähnte neue Torbau des Schlosses in Laarne (Abb. 10). Selten erstrecken sich die neuen Formen auf die ganze Fassade, wie bei dem Schloßchen Boesingen in der Nähe von Ypern,

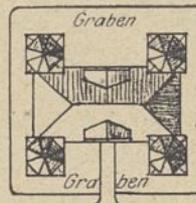


Abb. 25. Grundriß.

das Johann Kaspar von Trompes kurz vor dem Erscheinen des Sanderusschen Werkes (1641) errichtete; im 18. Jahrh. wurde sein Bau durch ein neues Haus ersetzt, das im jetzigen Krieg seinen Untergang fand. Bei der siebenachsigen Fassade Boesingens waren die Fenster beider Geschosse durch wunderliche Umrahmungen zusammengefaßt, so daß eine pfeilerartige Gliederung entstand, eine senkrechte statt der bisher durch Gurtgesimse und Hausteinbänder bewirkten wagerechten Gliederung.¹⁷⁾

In diesem Stil lebt sich die niederländische Eigenart der Formgebung aus — vom Ende des 17. Jahrh. ab sind die Bauformen wie auch die Bau- und Raumgedanken Gemeingut aller Länder des Abendlandes, das sich willig italienischer und französischer Führung unterordnet.

¹⁷⁾ Ähnliche Formen seit der Mitte des 17. Jahrh. im bürgerlichen Wohnhausbau der flandrischen Städte (vgl. Gent, Haus am Kornmarkt vom Jahre 1652). (Schluß folgt.)

Deutsch-Gotisches.

Vom Regierungs- und Baurat a. D. Hasak in Berlin-Grünwald.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 und 2 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Mit den herrlichen Münstern: Liebfrauen in Trier (1227), St. Elisabeth in Marburg (1235) und St. Peters Dom in Köln (1248) hält die Frühgotik anscheinend ganz unvermittelt ihren Einzug in Deutschland. Daß diese drei Bauten keinen plötzlichen Bruch mit bis dahin geübter romanischer Bautätigkeit darstellten, habe ich in meinem Dom zu Köln nachgewiesen.¹⁾ Schon seit rd. 1160 sieht man die deutschen Baumeister die alten romanischen Bauten mit gotischen Kreuzgewölben auf Rippen ausstatten (Speyer 1159, Mainz 1191, Worms 1181). Gotische Säulenbündel nebst Gewölben werden nachträglich eingebracht, wie in den Kölner Bauten Groß-St. Martin (1206), St. Aposteln (1220), St. Gereon (1227), St. Kunibert (1247) und in hundert anderen. Nach 1220 läßt sich kaum noch ein romanischer Neubau in Deutschland nachweisen. Alle Baumeister zeichneten damals schon früheste Gotik. Nur stellten sich keine völligen Neubauten ein, woran sie ihr gotisches Können zeigen konnten.

Während nun die nordfranzösischen Baumeister zwischen 1200 und 1240 ihr frühgotisches Äußere schufen — das Innere war zwischen 1100 und 1200 entstanden —, bemühten sich auch die deutschen Baumeister ihrerseits ihr eigenes deutschromanisches Außenbild weiter zu entwickeln. Die reizvollsten Schöpfungen sind dadurch entstanden. Man ist sich ihrer als ureigenste Schöpfungen der Deutschen nicht recht bewußt geworden. Ihnen sei daher eine zusammenhängende Darstellung gewidmet. Den Höhepunkt der Entwicklung stellt die Marienkirche in Gelnhausen dar und die Westansicht des Halberstädter Domes; den Beginn die Bauten des Baumeisters mit den zwei Mondsicheln; die dazwischenliegende Entwicklung die Bauten der Mitgenossen und Schüler dieses Meisters mit den Halbmonden in Bamberg, Seligenstadt, Nürnberg, Arnstadt und die Bauten der Zisterzienser nach 1200 in Deutschland bis Wien und in Italien bis Fossanova und Casamari. Allen diesen Bauten ist die ausgesprochene Vorliebe für den Kleeblattbogen gemeinsam — eine urdeutsche Einzelheit.

Beginnen wir mit dem Baumeister, der allen seinen Werken zwei Mondsicheln aufmeißelte.

Der Baumeister mit den zwei Halbmonden.

Das Wirken eines jener Baumeister aufhellen zu können, welche die Gotik geschaffen haben, ist von besonderem Reiz, da gerade aus der Zeit des Werdens der Gotik Nachrichten über die Baumeister kaum erhalten sind. Man weiß wenig oder nichts über die Schöpfer jener neuen Kunst, welche neben der griechischen Baukunst die einzige siegreiche Wettbewerberin um den Ruhm einer eigenartigen Kunst ist. Es gibt nur zwei selbständige Bauweisen, die griechische Antike und die Gotik, alle anderen sind abgeleitete Nachkommen der einen oder der anderen dieser beiden Weisen.

Derjenige Schriftsteller, der uns Namen und Nachrichten von Künstlern mit solch glücklicher Schöpferkraft hätte hinter-

lassen können, der Abt Suger von St. Denis²⁾, der seine Kirche in zwei Absätzen erneuerte, die er 1140 und 1144 einweihte, und die man mit Recht als den Markstein zwischen Antike und Gotik betrachtet, hat zwar viel über diesen seinen Neubau geschrieben, über seine Einweihungen, über die Inschriften, auch darüber, daß er die erforderlichen Baumriesen in seinen Wäldern aufgefunden hat, was den Bauleuten nicht gelungen wäre, aber im übrigen verschweigt er seine Künstler völlig. Er ist sich auch garnicht dessen bewußt, daß der neue Bau einen großartigen Fortschritt gegen den bisherigen alten Bau bedeutete. Er war einer jener schlimmen Bauherren, die nur ihre Tätigkeit an dem Bauwerke sehen und die armen Künstler schroff bei Seite drängen. Und doch stand er so hoch, daß ihm eine gütige Anerkennung seines Baumeisters nichts geraubt hätte. Dabei war er ein überaus tüchtiger, überragender Mann, der als Reichsverweser für seinen König jahrelang ganz Frankreich in Ruhe und Zucht hielt, ihm ungezählte Gelder in das Heilige Land zur Bestreitung des Kreuzzuges nachsandte und trotz alledem dem Zurückkehrenden volle Kassen und ein blühendes Reich übergab.

Da war der einfache Mönch Gervasius von Canterbury aus anderem Holze geschnitzt. Er beschrieb den Brand und den Wiederaufbau seiner Kirche in den Jahren 1174 bis 1180 gewissenhaft und eingehend³⁾, den Baumeister Wilhelm von Sens in seiner vollen Tätigkeit schildernd. Es ist die eingehendste und lehrreichste Baumeistergeschichte des gesamten Mittelalters, und zwar gerade aus der Zeit des Entstehens der Gotik. Leider ist sie viel zu wenig bekannt. Eine derartige Aufzeichnung über unseren Baumeister mit den zwei Halbmonden besitzen wir nun nicht. Nicht einmal sein Name ist uns überliefert. Ja keiner seiner Bauten ist durch eine Urkunde oder Inschrift sicher der Entstehungszeit nach festgelegt. Und dennoch haben wir ihn scharf umrissen in seinem künstlerischen Können vor uns. Eine große Anzahl

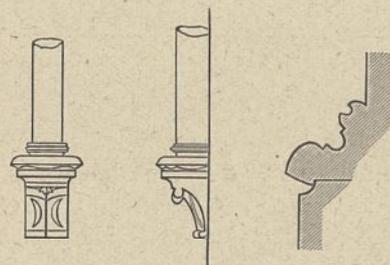


Abb. 1. Kragstein und Base im Südflügel des Kreuzgangs in Maulbronn.

Bauten und Bauteile im Süden wie im Norden Deutschlands zeigen ihn uns unzweifelhaft als Urheber und Mitarbeiter sowohl durch die unverkennbaren Einzelheiten seiner Kunst, wie durch die beiden Halbmonde, welche er überall geradezu verschwenderisch und fast ausschließlich auf einem besonders geförmten Kragstein anbringt von nebenstehender Gestalt (Text-Abb. 1).

Im Süden unseres Vaterlandes, in Maulbronn, in dem weitberühmten Zisterzienserkloster Württembergs, war man

2) Sugerius, Libellus de consecratione ecclesiae Sancti Dionysii und Liber de rebus in administratione sua gestis.

3) Chronica Gervasii in Historiae Anglicanae scriptores antiqui. London 1652. Bd. 1, S. 1289 ff.

1) Hasak, Der Dom zu Köln. Berlin 1911.

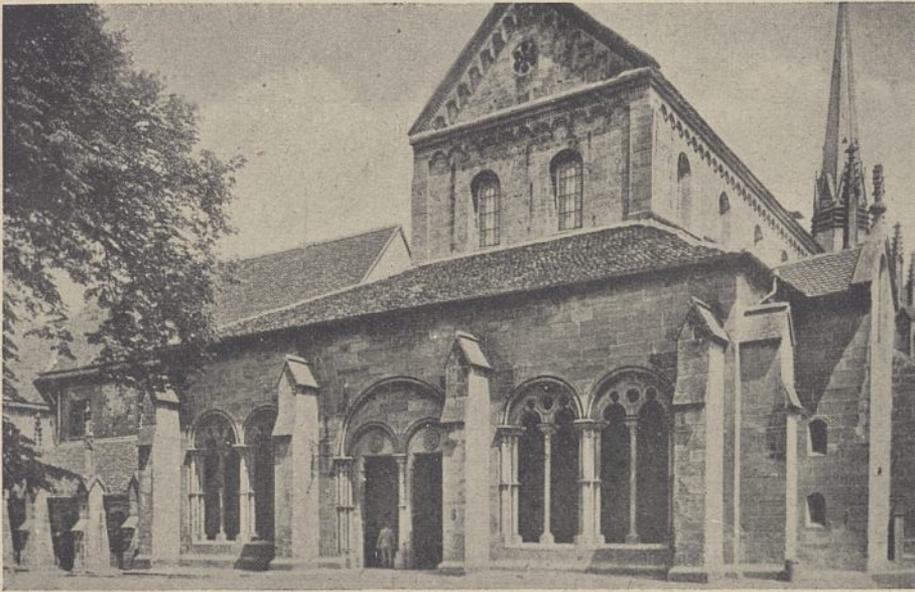


Abb. 2. Kloster Maulbronn. Vorhalle.

sich seiner Tätigkeit zuerst bewußt geworden und hatte dies in den Abhandlungen über Maulbronn dargelegt. In der Tat sind dort die Halbmonde so zahlreich vorhanden — gegen 200 Kragsteine sind mit diesen Halbmonden geschmückt — und die Bauteile, die von diesem Baumeister herrühren, sind so meisterhaft und unterscheiden sich derart sicher und unverkennbar von all den übrigen Teilen, die uns die romanische wie die gotische Zeit in den verschiedensten Stilabwandlungen in Maulbronn hinterlassen hat, daß ein Verkennen oder Übersehen dieses Baumeisters in Maulbronn ganz ausgeschlossen war. Dazu bietet sich aber noch eine dritte Möglichkeit in Maulbronn, diesem Baumeister näher zu treten. In Maulbronn sind die beiden mit dem Rücken gegeneinander gekehrten Mondsicheln als das Wappen des benachbarten Rittergeschlechtes von Magenheim bekannt. Sie drängen sich auch sogleich auf einer Grabplatte im Fußboden des südlichen Kreuzgangflügels dem Beschauer entgegen, der sie soeben an den Kragsteinen dieses Bauteiles sowohl innen wie außen entdeckt hat (Abb. 7). Auf dieser Grabplatte sind zwei Schilde



Abb. 3. Kloster Maulbronn. Blick auf den Südflügel des Kreuzganges.

eingegraben. In dem einen die beiden Halbmonde, in dem anderen drei Hüfthörner. Dies letztere ist das Wappen der Herren von Neuffen, die ebenfalls in der Nachbarschaft begütert waren. Eine Inschrift ist nicht vorhanden. So läßt sich über die Zeit des Grabsteines nichts sagen. Aber die Gestalt der Schilde entspricht der des 13. Jahrhunderts.

Daß mit dem Halbmondschild die Herren v. Magenheim gemeint sind, dürfte das in Farben gemalte Wappen der Herren in der Kirche selbst auf der Nordseite erweisen.

Klunzinger⁴⁾ bemerkt zu dieser Grabplatte: „Hier ist entweder Ulrich von Magenheim und seine Frau Maria von Neuffen, welche 1293 lebten, oder Zaisolf von Magenheim und seine Frau Elisabeth von Neuffen, welche 1320 lebten, begraben.“

Die Bauten unseres Halbmondebaumeisters stammen jedoch aus früherer Zeit, aus dem Anfang des 13. Jahrhunderts, wie wir sehen werden. Klunzinger hält diese Halbmonde für ein Steinmetzzeichen (S. 52). Darin irrt er. Steinmetzzeichen in dieser Größe und Art kommen nicht vor. Nur die Zeichen der Baumeister in späterer Zeit erreichen diese Größe, stehen aber wohl ausschließlich auf Schilden. Mit einem Schild sind die Halbmonde unseres Baumeisters jedoch nie umrissen. In Maulbronn läge außerdem die Vermutung nahe, die Magenheimer hätten diese Bauteile gestiftet, und so habe man ihnen zu Ehren diese Halbmonde derart ausgiebig angebracht. Diese Annahme dürfte aber für die gleichen Bauten in Norddeutschland ausgeschlossen sein, und so muß man sich nach einer anderen Erklärung umsehen. Entweder war der Baumeister selbst ein Magenheimer — und das ist wohl das Nächstliegende — oder er stammte von ihren Gütern. Gewißheit ist nicht zu erlangen. Wir kommen noch bei Magdeburg darauf zurück. Hier in Maulbronn (vgl. Grundriß Abb. 2 Bl. 41 Jahrg. 1914 d. Z.) sind folgende Bauteile von seiner Hand: 1. das sog. Paradies, nämlich die Vorhalle vor der Westansicht der Kirche (Text-Abb. 2 und 6 sowie Bl. 1), 2. der Südflügel des Kreuzganges an der Kirche entlang mit den beiden ersten daranstoßenden Jochen im Ost- und Westflügel (Text-Abb. 3 u. 7), 3. das Laienrefektorium (Text-Abb. 4), 4. das Mönchsrefektorium (Text-Abb. 5), vielleicht auch einige Mauern des daranstoßenden Vorratskellers, 5. das Frühmesserhaus. Die Einzelheiten wie die Gesamtanordnung dieser Bauteile sind derart übereinstimmend und scharf umrissen, daß gar kein Zweifel darüber obwalten kann: Sie stammen von ein und derselben Baumeisterhand.

Betrachten wir zuerst die Gewölbe. Der Baumeister schwelgt in Rippen, Gurten,

Der Baumeister schwelgt in Rippen, Gurten,

4) Klunzinger, Artistische Beschreibung der vormaligen Zisterzienserabtei Maulbronn. Stuttgart 1856. 3. Aufl., S. 34.

Schildbögen und deren saftigen Wulsten von ganz feststehender Art (Text-Abb. 4 bis 15). Große geviertförmige Kreuzgewölbe über der Vorhalle, deren Kreuzrippen tief heruntergreifen; sechsteilige Kreuzgewölbe über dem Kreuzgang, bei denen Gurte wie Kreuzrippen auf derselben Kämpferhöhe aufsetzen. In den Ecken sind sogar siebenkappige Gewölbe entstanden. Die Schildbögen sind hoch gestelzt auf besonderen Säulchen. Diese Gewölbe finden sich über dem herrlichen Mönchsrefektorium wieder, der großartigsten Schöpfung unseres Meisters in Maulbronn. Sind auch die sechs- und siebenkappigen Gewölbe über Kreuzgang und Refektorium dieselben, so doch nicht deren Rippenquerschnitte. In diesen gleichen sich dagegen die Vorhalle und das Refektorium (Text-Abb. 11, 14 u. 15). Man glaubt die bewußte Absicht des Meisters zu ersehen, Eintönigkeit zu vermeiden. Sämtliche Gewölbe zeigen überdies Schlußsteine, deren strenges, bescheidenes Blattwerk sich unvergeßlich dem Auge einprägt. Sie sind auch außen über dem Eingang der Vorhalle als Zierden der Spitzbogenfelder verwendet (Abb. 1 Bl. 1).

Alle diese Gewölbe stehen auf Kapitellen, die zur Hauptsache zweierlei Gestalt aufweisen. Kelchkapitelle mit frühfranzösischen Hörnern oder Wasserblättern (Text-Abb. 6) und eine süddeutsche Abart romanischer Würfelkapitelle mit deutsch-romanischem Laub (Text-Abb. 7). Die süddeutschen romanischen Kapitelle dürften den Baumeister eindringlich als Deutschen verraten.

Eine weitere Zeichenweise kennzeichnet ihn als Deutschen: Nämlich wie er die Kleeblattbögen der Vorhalle herstellt. Ganz wie am Niederrhein, besonders an den Hausansichten in Köln und Trier ist der Kleeblattbogen dadurch entstanden, daß auf einen unteren Halbkreis ein Dreiviertelskreis daraufgesetzt ist. Ist schon der Kleeblattbogen der frühesten französischen Gotik fast völlig fremd, so insbesondere diese kölnische Abart. Wir sehen in diesen Vorhallenfenstern den Meister auch schon auf dem Wege zum Maßwerk mittels des durchbrochenen Kreises zwischen den Kleeblattbogen (Abb. 1 Bl. 1).

In den Deckplatten der Kapitelle wechselt unser Baumeister mit zwei Simsen ab. In der Vorhalle und im Kreuzgang sind es die gleichen. Im Refektorium ein besonderes. Beide Deckplatten verwendet er auch als Säulenringe, wenn die Kapitelle weit hinunterverlegt sind. Auch die Basen haben eine besondere Eigenart in der eingekerbten Kehle des oberen Wulstes (Text-Abb. 1 u. 14).



Abb. 4. Kloster Maulbronn. Laienrefektorium.



Abb. 5. Kloster Maulbronn. Mönchsrefektorium.



Abb. 6. Kloster Maulbronn. Vorhalle, Innenansicht.

Hierzu tritt die ganz besondere Gestalt der Strebepfeiler. Von der Lilienbekrönung des oberen Satteldaches und der großen Schrägen darunter mit ihrer einfachen Wassernase

überdies in den Kragsteinen mit zwei Halbmonden seine Unterschrift geschaffen, die seine Urheberschaft feststellt, selbst wenn sonst wenige oder gar keine Kunsteinzelheiten der vorher

beschriebenen Art vorhanden sind.

Derart verhält es sich mit dem Frühmesserhaus vorn am Eingang in den Klosterhof Maulbronn. Da es in seinen Wohnfenstern, Türen, Giebeln und Schornsteintürmchen Einzelheiten besitzt, welche den übrigen Bauteilen fremd sind, weil sie ihnen nicht nötig waren, so hätten wir keine Vergleichspunkte. Da springt der Kragstein des Kamins mit seinen zwei Halbmonden in die Bresche und verkündet: Auch dieser Bau gehört unserem Baumeister mit den Magenheimschen Halbmonden an und zeigt die Kunsteinzelheiten des Meisters im Wohnbau (Text-Abb. 9). Dies ist dann ein so früher bürgerlicher Hausbau, wie er



Abb. 7. Kloster Maulbronn. Südflügel des Kreuzganges.

Abb. 14 Maulbronn. Herrenrefektorium.

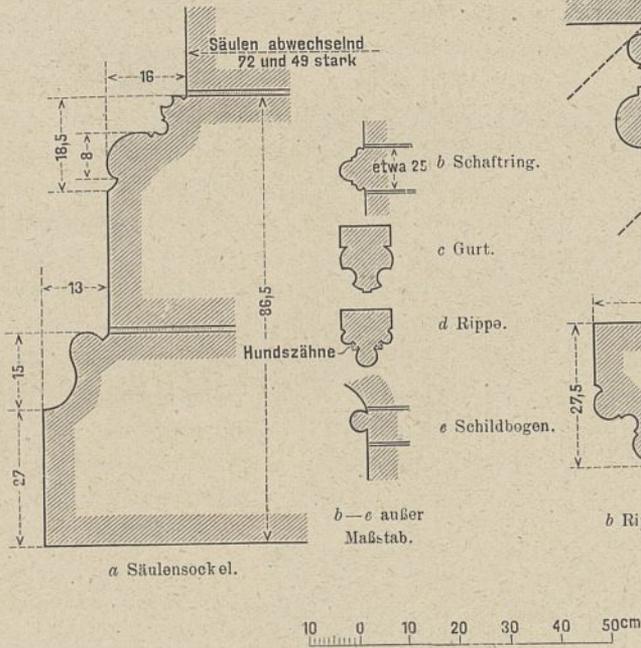


Abb. 15. a—d. Maulbronn. Südlicher Kreuzgangflügel.

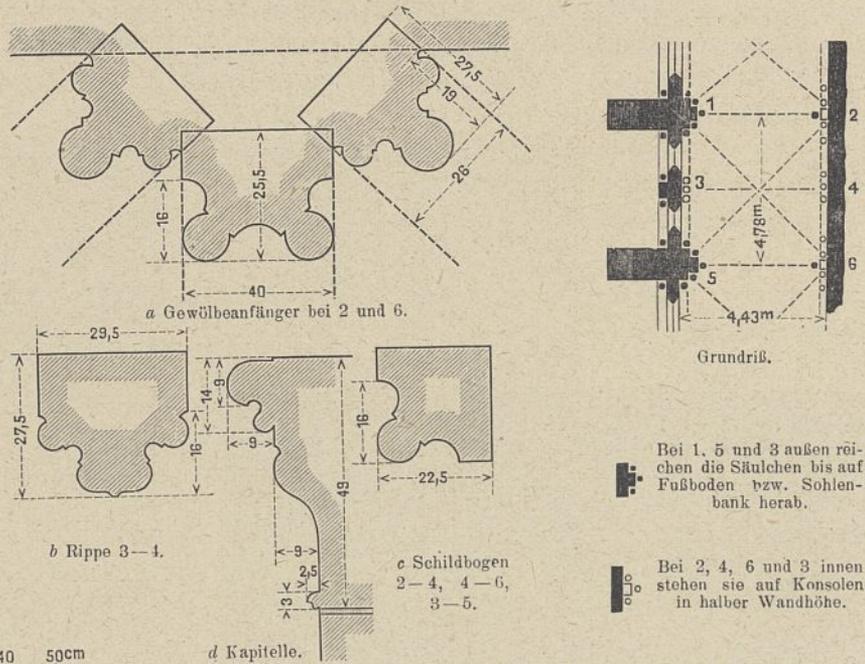


Abb. 8 bis 15 nach Zeichnungen von Clingstein.

ragt ein Halbmondkragstein in die Luft, der ersichtlich ein Bildwerk tragen sollte. Gehört die Sakristei unserem Meister an, dann rührt sie, so macht es den Eindruck, aus seinen letzten Jahren her.

Bei keinem dieser schwäbischen Bauten läßt sich eine Jahreszahl auffinden. Auch keinerlei Urkunden sind vorhanden. So war außer der Bewunderung für die meisterhaften Maulbronner Schöpfungen der Künstler selbst nicht weiter beachtet worden. Man hatte bis dahin auch nicht gesehen, daß unter den 200 Kragsteinen von Maulbronn einer im Ostende des Kreuzganges mit zwei Lilien verziert ist, deren Felder abweichend von denen der Halbmonde noch mit einer umrahmenden Linie umrissen sind (Text-Abb. 8).

Als auch ich 1895 diese herrlichen Schöpfungen in

Maulbronn bewunderte, wurde ich die rätselhafte Empfindung nicht los, daß ich das alles schon einmal gesehen hatte, sämtliche Einzelheiten in Rippen, Schlußsteinen, Säulchen, Kapitellen, Fenstern und Strebepfeilerchen wie deren absonderliche Gesamtanordnung. Ja selbst die Halbmonde auf diesen selben Kragsteinen kamen mir als alte Bekannte vor. Wo waren mir diese Einzelheiten schon begegnet?

Das konnte nur im Bischofsgange des Magdeburger Domes der Fall gewesen sein, dessen Baugeschichte ich seit langer Zeit zu ergründen bemüht war. Und in der Tat, der Bischofsgang in Magdeburg war Strich für Strich der Kreuzgang und die Vorhalle von Maulbronn. Ich habe diese Ergebnisse dann zum erstenmal in dieser Zeitschrift 1896 in meiner Abhandlung: „Zur Geschichte des Magdeburger Dombaues“ veröffentlicht.

In Magdeburg konnten die Magenheimer wohl kaum die Stifter des Bischofsganges sein, so bleibt nur die Erklärung möglich, daß der Baumeister selbst ein Magenheimer war oder in den engsten Beziehungen zu ihnen stand, so daß er ihr Wappen dermaßen als seine künstlerische Unterschrift verwendete.

Seit dieser meiner Abhandlung ist er auch zu dem Namen Bohnensack gekommen. Auf folgende Weise: In Magdeburg wird seit alters den Besuchern die Gestalt unter einem Kragstein am südwestlichen Vierungspfeiler als der Dombaumeister gezeigt, welcher Bohnensack geheißen habe. Da es mir zum erstenmal gelang, die Baugeschichte des Domes seinen Steinen abzulesen, so konnte ich bald nachweisen, daß diese Gestalt nicht den ursprünglichen Dombau-

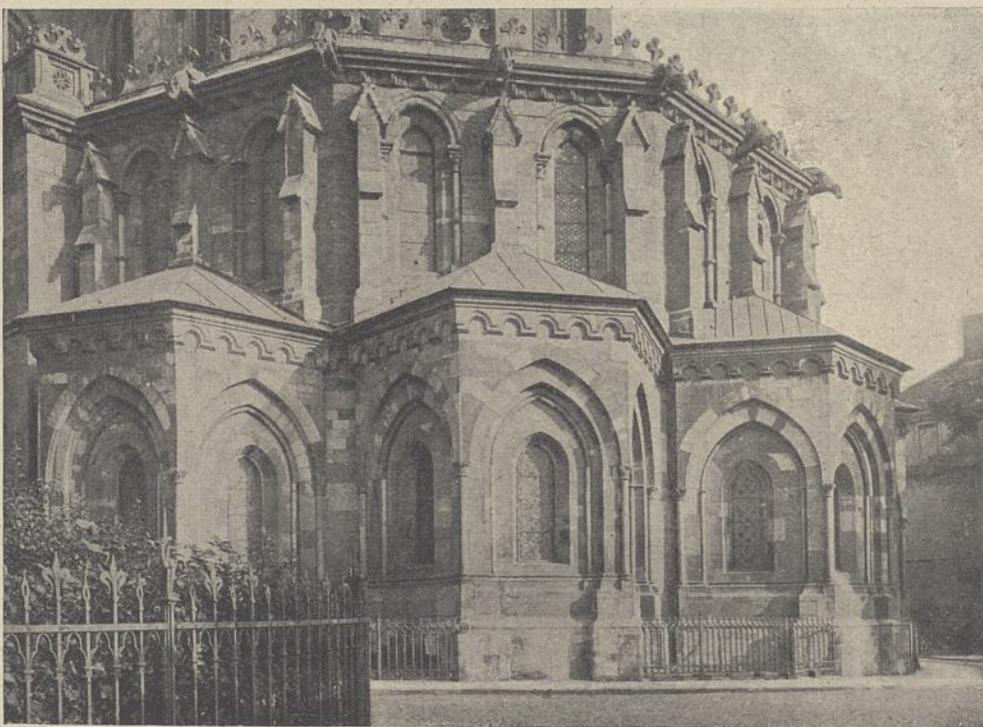


Abb. 16. Magdeburg. Dom. Oben der Bischofsgang. Phot. von Prof. Kettner.

meister darstellen konnte, nicht denjenigen, welcher den Dom entworfen und seinen Unterbau vom Kapellenkranz ab bis zum Nordwestturm ausgeführt hatte, dann aber am Bau nicht mehr nachzuweisen ist, sondern einen seiner Nachfolger und zwar wahrscheinlich den Baumeister des Bischofsganges, d. h. des oberen Umganges um den Chor, welcher aber genau in sämtlichen Einzelheiten wie in den Halbmondkragsteinen den entsprechenden Bauten in Maulbronn gleicht.

Da hier in Magdeburg der alte Dom am Karfreitag 1207 abbrennt und der Neubau sofort begonnen wird, wie



Abb. 17. Magdeburg. Dom, Bischofsgang. Norden.
(Unter dem Querbalken Kragstein mit Halbmond.)
Phot. von Prof. Kettner.

wir gleich sehen werden, so gelangt man nun auch zu einer Zeitbestimmung für unseren Halbmondebaumeister. Man erinnert sich nun überdies, daß am Sockelsims des spätromanischen Kellergebäudes in Maulbronn eine Inschrift eingemeißelt ist: „ANNO·AB·ĪCARNACIONE·DNI·M·CC·I“ (Im Jahr von der Fleischwerdung 1201). Da diese Außenansicht des Kellergebäudes die gleiche ist, wie die des Laienrefektoriums daneben, und da die gekuppelten Säulchen, welche das Gewölbe tragen (das wohl seinerseits einer Erneuerung entstammt), schon die Einzelheiten unseres Halbmondmeisters zeigen, so liegt nun der Schluß nahe, daß derselbe bald nach 1201 in Maulbronn tätig gewesen ist, um dann zehn Jahr später in Magdeburg den Bischofsgang aufzuführen.

Wir müssen daher einen kurzen Blick auf die Bauvorgänge in Magdeburg werfen.

Die Schöppenchronik berichtet⁷⁾: „Dar na in dem 1207 jare . . . in dem stillen fridage to middage als men dat cruz erede, erhof sik ein vuer up dem Breden Wege, und de vlammen vlogen up den dom, und vorbranden munster tornè reventer und dat closter to male . . . in dem sulven sommer leit de custer van Opin de wende nedder nemen, wo wol dat ed velen luden wedder was, wente se noch wol stan hedden . . . Bischof Albrecht began und lede dat fulment disses domes, die noch is . . . In dem 1208 jare sande pawes Innocencius hir in dusesche lant den bischof Hugelimum Hostiensem und Leonem, den cardinal des hilgen cruzes, dat se scholden versonen den krich twischen koning Philippo unde koning Otten van Brunswik. de quemen hir in de stad, und mit orer hulpe leide bischof Albrecht dat fulment (Fundament) des nien domes den wi noch hebben.“

Seit 1207 war also der Bau rüstig im Gange und zwar auf Grund reicher Spenden. Die Grundsteinlegung unter

Anwesenheit der päpstlichen Abgesandten bedeutet nicht den Anfang der Arbeiten, ob dieselben 1208 oder schon 1207 in Magdeburg waren. Ihre Anwesenheit ist etwas Zufälliges. Es ist daher völlig im Bereich der Möglichkeit, daß nach vier Jahren schon der Kapellenkranz einschließlich des Umganges fertig war. Denn wie ich schon 1896 in der Abhandlung: „Zur Geschichte des Magdeburger Dombaues“ darauf hingewiesen hatte, wird 1211 „presente et affa-vente capitulo ipso in capella maioris ecclesie nostre Magdeburch“ (in Gegenwart und unter Zustimmung des Kapitels selbst in einer Kapelle unseres Domes zu Magdeburg) verhandelt.⁸⁾

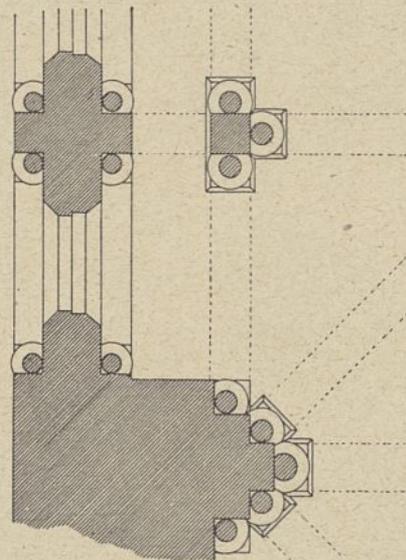
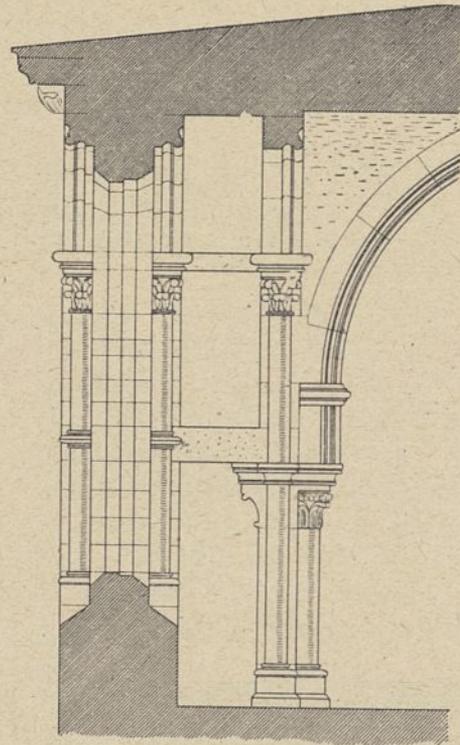


Abb. 18. Magdeburg. Dom, Bischofsgang.
(Nach Zeichnung von Clingstein.)

7) Die Chroniken der deutschen Städte. Leipzig 1869. Bd. 7, S. 131 ff.

8) Staatsarchiv Magdeburg. Urkunden: Erzstift Magdeburg. Anhang: Langenweddingen, Reg. 1.

Ebenso wird 1212 am 21. März ein Verzicht angeführt: „quem ipse in capella maioris ecclesie Magdeburgensis resignavit in manus nostras coram capitulo ipsius ecclesie Novi operis“ (auf welchen er selbst in einer Kapelle des Magdeburger Domes in unsere Hände verzichtet hat in Gegenwart des Kapitels dieser Neuwerkkirche . . .)⁹⁾. Ebenso schließt eine Urkunde des Erzbischofes Albrecht vom 13. Juli 1212: „Actum Magdeburg in capella St. Mauricii, III. Idus Julii, anno domini M^oCC^oXII^o“ (Verhandelt zu Magdeburg in der [oder in einer] Kapelle des hl. Mauritius am 13. Juli, im Jahre des Herrn 1212.) Der Einwurf Rosenfelds, daß eine Kapelle für solche Verhandlungen zu klein sei und daß unter dieser *capella* eine vorläufige Kapelle gemeint sei, ist nicht stichhaltig, weil eben der Kapellenkranz nebst Umgang fertig war, also Raum genug vorhanden gewesen ist. Andererseits hätte aber selbst eine Kapelle allein hingereicht — der Zugang mußte übrigens doch vorhanden sein —, da z. B. in Trier 1233 verhandelt wird „in claustro maioris ecclesie Trevirensis ante ostium

B. Marie“ (im Kreuzgang des Trierer Domes vor der Tür der hl. Maria).¹⁰⁾ Dieses Kreuzgangjoch ist aber noch kleiner als eine Magdeburger Kapelle! — Warum hätte man auch erst eine Aushilfskapelle aufführen sollen, wenn man die endgültigen Kapellen fast gerade so schnell haben konnte? Dieser Einwurf ist also hinfällig. Überdies findet sich 1221 derselbe Verhandlungsort angegeben¹¹⁾: „Acta sunt hec Magdeburg in capella maioris ecclesie nostre . . .“ (Verhandelt ist dies zu Magdeburg in einer Kapelle unserer Domkirche . . .) und im selben Jahr 1221 wird schon im Dom selbst verhandelt¹²⁾: „Acta sunt hec in maiori ecclesie anno In-

carnationis domini M^oCC^oXX^oI“ (Verhandelt ist dies im Dom im Jahre der Fleischwerdung des Herrn 1221).

Folglich war 1221 sogar schon das Kreuzschiff fertig, sonst hätte die Verhandlung in choro stattgefunden. Dazu

stimmt es auch, daß in demselben Jahre 1221 im Bischofsgang verhandelt wird „in Porticu superiori maioris ecclesie.“¹³⁾ Von diesem oberen Umgang des Domes wird genau unterschieden bei einer anderen Verhandlung im gleichen Jahre 1221 „in porticu superiori claustrimajoris ecclesie Magdeburg“ (im oberen Umgang des Kreuzganges des Domes Magdeburg)¹⁴⁾. Von da ab wird immer in ecclesia nostra (1232) und in maiori ecclesia Magdeburgense (1235) verhandelt.

Meine frühe Ansetzung des Bischofsganges zwischen 1210 bis 1220 ist also völlig berechtigt. Irgend etwas Stichhaltiges ist dagegen bisher nicht vorgebracht worden. Das stimmt gut zu den Maulbronner Arbeiten unseres Meisters bald nach 1201, da ersichtlich die Maulbronner Bauten Vorgänger vom Bischofsgang sind aus folgenden Gründen:

Wir finden die Einzelheiten der Maulbronner Bauten sämtlich im Magdeburger Bischofsgang wieder, jedoch vermehrt um einige Kapitelle. Antike Kompositkapitelle einerseits (Abb. 17) und solche mit frühestgotischem Naturlaub andererseits (Abb. 21). Für beide Arten läßt sich der Magdeburger Ursprung nachweisen. Würden die Maulbronner Bauten erst nach dem Bischofsgang entstanden sein, so könnte man nicht einsehen, warum sich zum mindesten die Kelchkapitelle mit dem frühestgotischen Laub nicht auch in Maulbronn vorfinden sollten. Aber dieses Laub hatte unser Baumeister mit den zwei Halbmonden erst in Magdeburg kennen gelernt. Das läßt sich beweisen.

Dieses Laub schmückt nämlich schon das Bogenfeld der Tür des nördlichen Ostturmes im unteren Chorumgang. Dieses

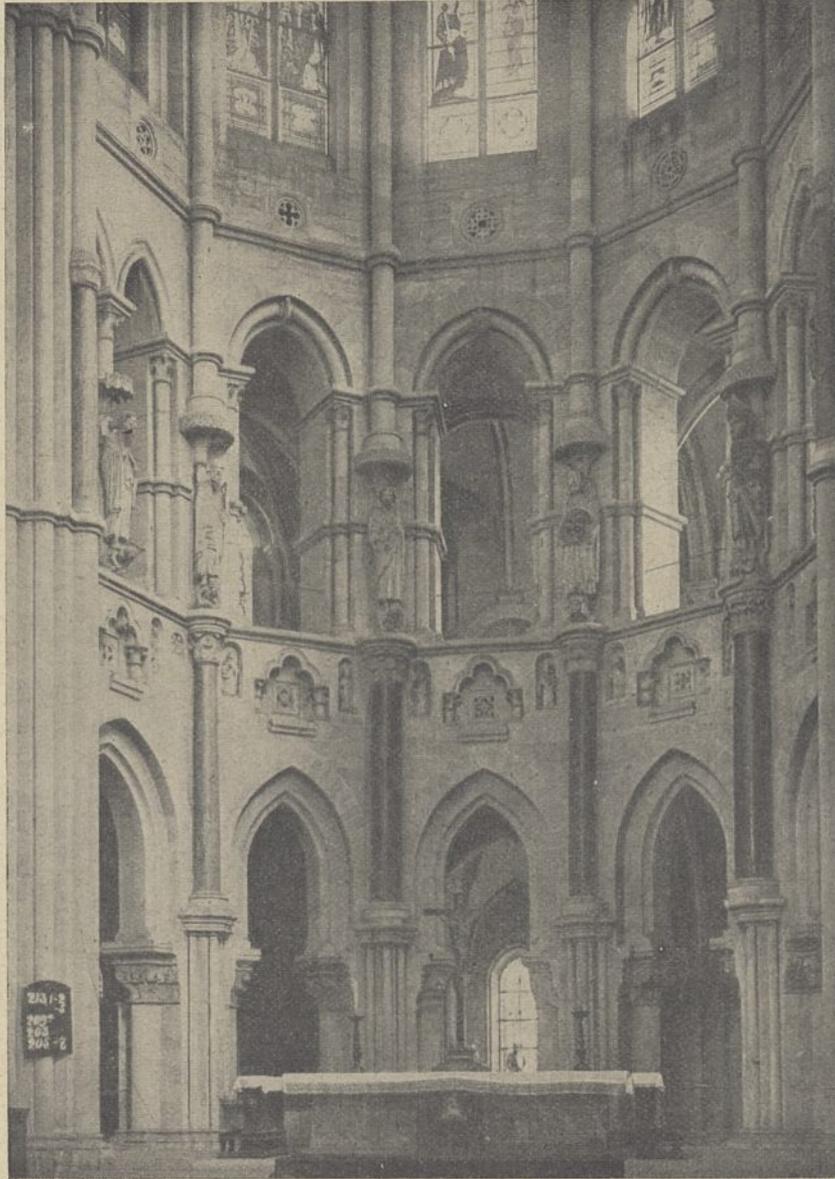


Abb. 19. Magdeburg. Dom. Oben der Bischofsgang.
Phot. von Prof. Kettner.

9) Staatsarchiv Magdeburg. Copiar 398, Fol. 8.

10) Eltester und Görz, Urkundenbuch . . . der mittelhheinischen Territorien. 1874. Bd. 3, S. 379.

11) v. Mülverstedt, Regesta Archiepiscopatus Magd. Teil 2. S. 298.

12) Ebenda S. 293.

13) Ebenda S. 297.

14) Ebenda S. 292.

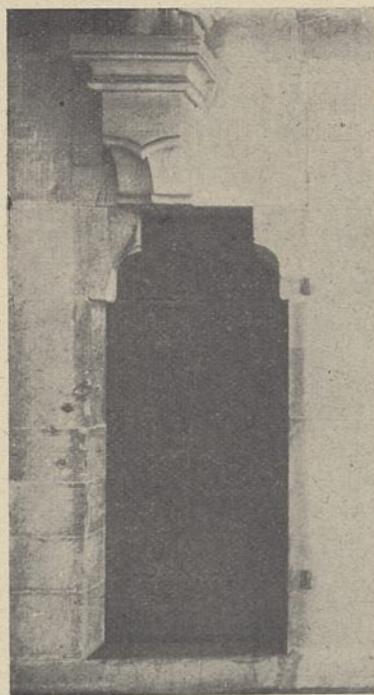
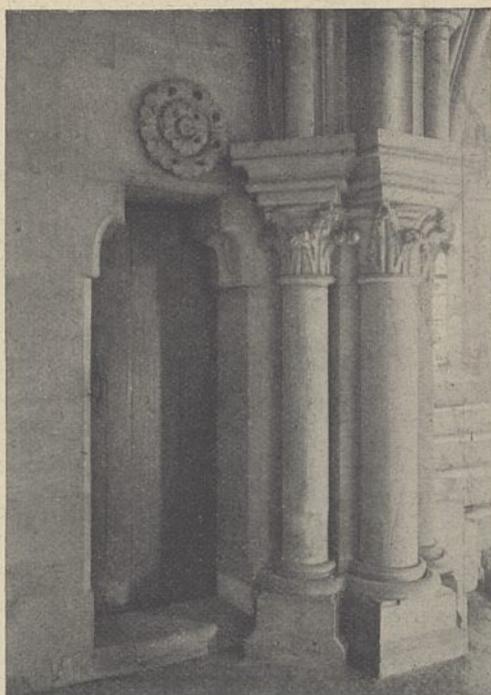


Abb. 20. Magdeburg. Dom, Bischofsgang. Abb. 21.
Phot. von Prof. Kettner.



Bogenfeld dürfte also noch von einem Bildhauer herrühren, der schon für den ersten Magdeburger Baumeister gearbeitet hatte. Allerdings gibt dieses Laub in Magdeburg selbst die größten Rätsel auf. Denn es findet sich ebenfalls an den Kapitellen der kleinen Bildwerke, welche innen im Chor unter dem Bischofsgange eingekapselt sind (Text-Abb. 19), wie auch an dem reichen Kapitell des südlichen Seitenschiffes, wo dieses in das Südkreuz einschneidet. Wir haben es also hier anscheinend mit einem Bildhauer zu tun, der schon vor unserem Halbmondemeister am Dombau tätig war. Wir kommen noch auf ihn zurück.

Auch für die „antikischen“ Kapitelle läßt sich in Magdeburg ein Grund anführen. Daß die antiken Säulenschäfte im Chor des Domes dem alten Dom entstammen werden, dürfte unbestreitbar sein. Sie gehören zu dem Marmor, den Otto der Große aus Italien herbeigebracht hat.

„(956). In diesem Jahr sandte Kaiser Otto den Marmorstein nach Magdeburg, der zu dem Dom kam und großes Geld dazu.“¹⁵⁾ — Diesen antiken Schäften zu Ehren hat unser Baumeister ersichtlich die griechisch-syrischen Kapitelle modelliert. Die Kreuzzüge hatten diese Kenntnisse den damaligen Baumeistern vermittelt. Den Nachweis habe ich im Handbuch der Architektur geführt.¹⁶⁾

Würden die entsprechenden Bauteile in Maulbronn nach dem Magdeburger Bischofsgang erst entstanden sein, dann würde an den unzähligen Maulbronner Kapitellen sicherlich auch einmal die antike Art und das frühestgotische Laubwerk des Hahnenfußes aufgetaucht sein.

Es bleibt also nach Abwägen aller Wahrscheinlichkeiten dabei, daß unser Baumeister bald nach 1201 in Maulbronn gearbeitet hat. Die entsprechenden Bauteile hat er vielleicht bis 1206 fertiggestellt. Denn 1207 begegnen wir ihm

15) Magdeburger Schöppenchronik, herausgeg. v. Janicke, S. 49.

16) Hasak, Die romanische und die gotische Baukunst. Stuttgart 1903. Bd. 2, S. 288 ff.

ersichtlich in Ebrach bei Schweinfurt wieder. Als ich den Zusammenhang zwischen Maulbronn und Magdeburg aufgefunden hatte, sah ich bei dem Durchblättern der „Kirchlichen Baukunst des Abendlandes von Dehio und v. Bezold“ (Tafel 200), daß dem Baumeister, welcher die Michaelskapelle in Ebrach gezeichnet hat, der Kragstein mit den zwei Halbmonden aufgefallen war. Die Herausgeber hatten dies übersehen. Ein Besuch in Ebrach zeigte, daß die untere Hälfte der Kapelle (der westliche Teil) ebenfalls von dem Baumeister mit den zwei Halbmonden herrührt (Bl. 2). Die Chronik des Abtes Albericus Degen (Handschrift im Kgl. Kreisarchiv Würzburg vom Jahre 1659—60, fol. 30 f.) berichtet¹⁷⁾: „daß am 25. August 1207 (VII. cal. Sept.) Bischof Malachias (Lesmorensis) die St. Michaeliskapelle nach vollendeter Erbauung feierlich eingeweiht habe, und zwar den ersten Altar zu Ehren der hl. Jungfrau Maria, des hl. Michael und aller Heiligen, den

zweiten zu Ehren der hl. Jungfrau Maria, der hl. Maria Magdalena und des hl. Evangelisten und Apostels Johannes und den dritten zu Ehren der hl. Jungfrau Maria, des hl. Martyrers Georg und des hl. Bekenner Heinrich ... Die auf St. Michaels Heiligtum folgende Kapelle wurde mit ihrem Altar von dem hochwürdigen Bischof Conrad von Halberstadt am 5. November (Non. Nov. indictione XIV) 1211 geweiht zu Ehren der heiligen Jungfrau Maria ...“

Die Michaelskapelle war also 1207 fertig. Darauf ist man an die Herstellung des Ostteiles der Kirche gegangen, welche außen keine Einzelheiten von der Hand unseres Baumeisters zeigt, obgleich sie derselben Schule entsprossen ist. Auf diese Bauschule kommen wir noch. Im Inneren ist die Kirche gegen 1780 völlig überstuckt worden, so daß Einzelheiten nicht zu sehen sind. Der Baumeister dieser Ebracher Kirche hat ersichtlich auch die Ostteile der Stadtpfarrkirche in Schweinfurt¹⁸⁾ gezeichnet, soweit sie sich erhalten haben, aber unser Baumeister mit den zwei Halbmonden ist es nicht. Jedenfalls war unser Baumeister aber vor dem 25. August 1207 in Ebrach an der Michaelskapelle tätig, wenn es auch den Anschein hat, als ob er hierhin nur einen kurzen Abstecher gemacht habe. Hier will überdies in das Dämmerlicht, welches ihn umgibt, ein Lichtstrahl fallen. Niedermayer schreibt in seiner Kunstgeschichte der Stadt Würzburg, 1860, S. 152: „So haben auch die Brüder Jordan und Berthold 1207 als lapicidae den Plan zum Kloster in Ebrach entworfen.“ Leider gibt Niedermayer nicht an, woher er diese Kenntnis hat. Das Kgl. Kreisarchiv in Würzburg konnte ebenfalls keine Unterlagen auffinden. Vielleicht gelingt es, auf Grund dieses Hinweises Aufklärung zu schaffen. Unwahrscheinlich klingt diese Nachricht insofern nicht, als auch in Walkenried dieselben beiden Namen erhalten sind, allerdings anscheinend für die Zeit um 1127, dem Gründungs-

17) Dr. J. Jäger, Die Klosterkirche zu Ebrach. Würzburg 1903. S. 23.

18) Die Denkmalpflege. 1906. S. 65 ff. [Ölenheinz, Alt-Schweinfurt].

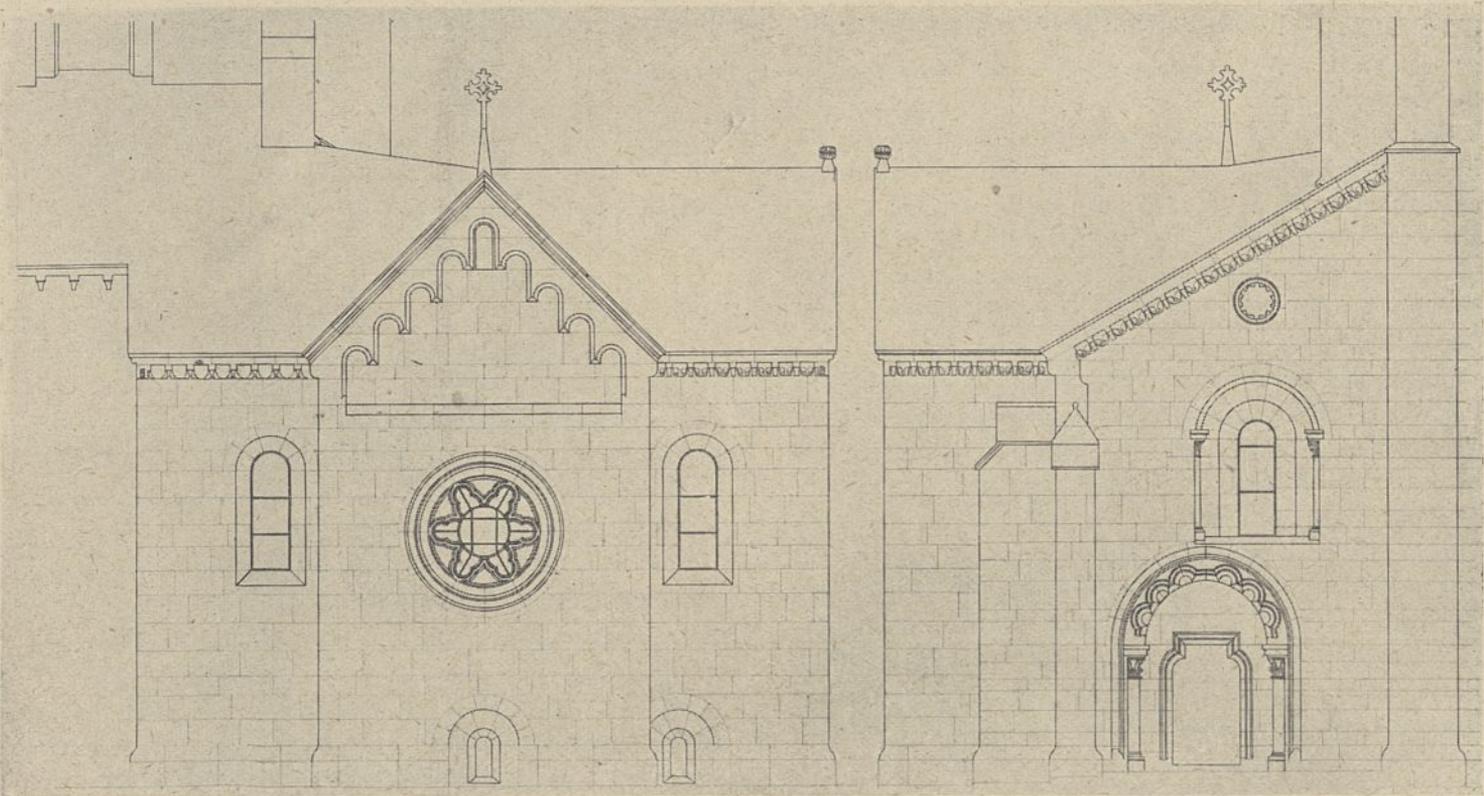


Abb. 22. Ostseite.

St. Michaelskapelle in Ebrach.

Abb. 23. Westseite.

Nach Zeichnungen vom Regierungsbaumeister Hermann Schäfer +.

1 0 5 10m

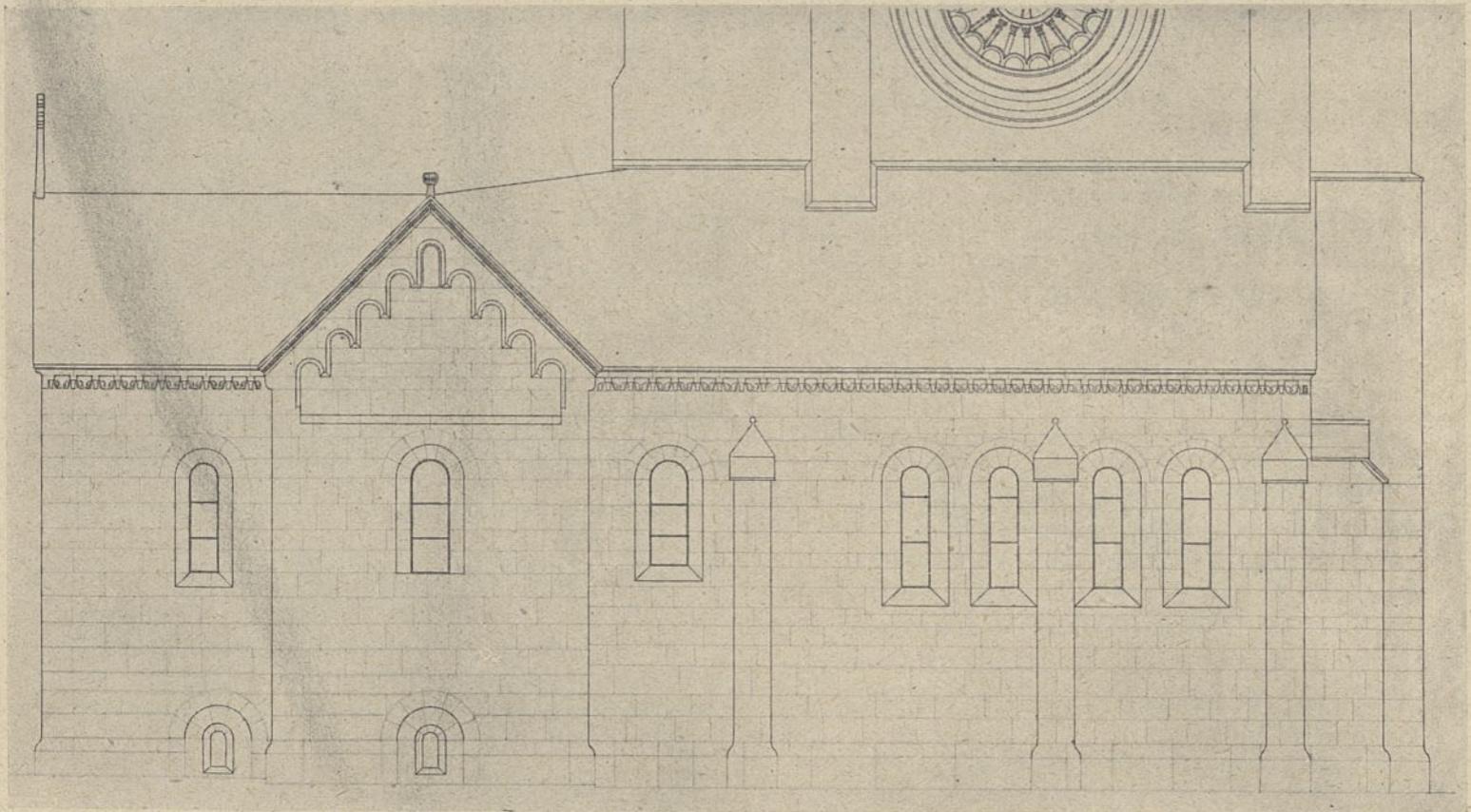


Abb. 24. St. Michaelskapelle in Ebrach. Nordseite.

jahre Walkenrieds, aber das ist irrig. Leuckfeld schreibt¹⁹⁾: „Hier gaben nun die zwey Closter Fraters Jordan und Berthold als wohlgeübte Baumeister den Leuthen also bald Ordres, daß sie die dastehenden Dornen und Sträuche ausrotten, die

19) Leuckfeld, Antiquitates Walkenredenses. Leipzig und Nordhausen 1706. S. 82.

sumpfigten Örter ausfüllen und das Wasser in besonders gemachte Teich-Stellen führen musten. Worauf sie den ausgesonderten Platz zu Wohn- und Kirch-Gebäuden abtheilten, und zugleich zu Aufführung derselben alle zugehörigen Materialien anschafften. Es fand sich aber etwa eine kleine Meilweges davon gegen Abend in der alten Grafschaft

Schartzfeld über der nun wüst liegenden Dorf-Stelle Wieda-gerode, nicht weit von der itzigen Nüchsey ein besonderer Steinbruch, darinnen die schönsten und grössten Werkstücke zum Bau erbrochen werden konnten, damit nur die Mönche dergleichen Steine zu ihren vorhabenden Bauwerke erhalten möchten, so schickten sie einige aus ihren Mitteln zu denen damahls lebenden Schartzfeldischen Grafen auf Schloß Schartzfeld und Butterberg, und ließen dieselbe darum ersuchen, welche auch aus Hofnung eines reichlich zu erhaltenden Ablasses, alles, was die Abgeredenten begehrten einwilligten, und ihren gantzen Stein-Bruch zum neuen Kloster-Bau widmeten. Die grosse Kloster-Kirche war aber eines von denen ersten Gebäuden, so sie von diesen überkommenen und wohl ausgearbeiteten Quaterstücken aufzuführen anfiengen.“

Daß diese Angaben nicht aus der Luft gegriffen sind, bezeugen 2 Urkunden. Diejenige über den Steinbruch habe ich im Handbuch der Architektur veröffentlicht²⁰⁾. Und über den Bruder Jordan hat sich folgende Urkunde erhalten²¹⁾:

„Im Namen der heiligen und ungeteilten Dreieinigkeit. Durch Gottes Gnade Otto IV., Kaiser der Römer und immer Augustus. Da es die Kaiserliche Majestät erfordert, daß das, was durch die Gerechtigkeit der Vernunft angegeben wird, keine Gewalt rückgängig machen kann und sich dennoch niemand mit der Tatsache des Nichtwissens entschuldigen möge, so hat es uns beliebt schriftlich aufzusetzen, in welchen Dingen ihm zu gehorchen ist. Deshalb sei allen Christgläubigen bekannt, daß unser Vorgänger frommen Angedenkens, Friedrich, der Kaiser der Römer, überzeugt war von dem Nutzen für das Reich, daß der untere Schilfsumpf durch einen Bruder von Walkenried mit Namen Jordan aus der Überschwemmung der Gewässer fest zur Wohnung der Menschen und zum Ackerbau gemacht worden ist. Daher als Gnade für die Kosten der Arbeit zum Nutzen des ausgiebigeren Unterhalts der Kirche von Walkenried schenkte er daselbst das Land des Hofes, welcher Kaldenhusen genannt wird und 2 Morgen mit allem Rechte, sowohl der Steuern wie des Zehnten, von nun ab frei zu besitzen . . . Verhandelt ist das bei Interamnes im Gebiete von Spoleto, im Jahre der Fleischwerdung des Herrn 1209, im 11. Jahr unserer Herrschaft. Im ersten aber unseres Kaisertums am 24. Dezember. In der 12. Indiktion.“

Wenn hiernach der Bruder Jordan auch schon unter Friedrich Rotbart († 1189) tätig gewesen ist, so könnte er 1207 in Ebrach noch gearbeitet haben und unser Baumeister mit den zwei Halbmonden sein, besonders da Walkenried ebenfalls von der Hand unseres Baumeisters herrührt. Denn auch dort findet man am Ostende dieselben Baueinzelheiten wie in Maulbronn und Magdeburg und einen Kragstein mit den zwei Halbmonden.

Wie steht es denn aber mit dem Namen Bohnensack? — Es ist indessen gelungen ihn in Magdeburg bis 1582 zurück festzustellen. Ein Domprediger Sack hat damals seine Predigten herausgegeben²²⁾. In einer derselben sagt er folgendes

20) Hasak, Die romanische und die gotische Baukunst. Stuttgart 1903. Bd. 2, S. 9 ff.

21) Origines Guelficae . . . curante Christ. Lud. Scheidio. Hannover 1752. Bd. 3, S. 793.

22) Geschichtsblätter für Stadt und Land Magdeburg. 189?. (Hertel, Einige Nachrichten über den Dom in seinem früheren Zustande), S. 365.

über den Dom²³⁾: „Ist von eiteln Werckstücken erbawet und hat der meister der die pfeiler gebawet Bone Sack geheißē, wie er sein bild am ersten pfeiler vürm Chor, do der Herren Bohrkirche gebawet in einen stein ausgehawen, als der auff einem stein nieder kniet vnnd einen kleinen runden pfeiler auffn nacken als eine schwere last tregt.“

Vielleicht hat dieser Name Bone Sack auf dem Kragstein selbst gestanden, da „Bonens.“ noch vor einigen Jahrzehnten daselbst sichtbar gewesen sein soll. Weiteres läßt sich über Bohnensack oder eigentlich Bone Sack nicht feststellen. Aber das Folgende bleibt bestehen:

1. An ähnlichen Stellen und in gleicher Haltung sind anderwärts die Baumeister mit Inschrift abgebildet. So z. B. in Oberwölz und in St. Marein bei Seckau die Baumeister: Hanns Jersleben und Niclas von Aduna.

2. Das Laub an seinem Kragstein ist frühgotisch und findet sich auch an den Kapitellkelchen im Bischofsgang hinter den großen Gestalten des hl. Innozenz und Moritz. Allerdings blickt Bone Sack nicht in den Chor nach dem Bischofsgang hin, sondern in das Schiff hinein, wohl um die Hoffnung auf dessen baldigen Weiterbau auszudrücken. Er ist überdies in Laientracht dargestellt.

In Ebrach fallen noch drei Einzelheiten in die Augen, welche in Maulbronn nicht zu finden sind, denen wir aber in Magdeburg begegnen. 1. Die Deckplatten der Kapitelle unter den Kleeblattbogen zeigen ein ähnliches Ornament wie der Baldachin über dem Standbild des hl. Moritz im Chor in Magdeburg. Ja man kann selbst die Kleeblattbogen in Ebrach als Überleitung zu denen in Magdeburg betrachten, da sie in Maulbronn wohl vorkommen, aber nur als Fensterbögen nicht als Nischen und in Art der Zwerggalerien. 2. Die Schäfte einzelner Säulchen sind mit starker Schwellung und Verjüngung gearbeitet, eine antike Erinnerung, die zu den antiken Kapitellen in Magdeburg wie in Walkenried paßt. Solche antiken Nachahmungen gehören zum damaligen Formenschatz der Zisterzienser-Baumeister. In S. Martino bei Viterbo zeigen selbst die großen Schiffssäulen diese Schwellung. 3. Das Hauptgesims endlich ist in jener besonders auffallenden Art über dem Kreuzschiff von Ebrach gebildet, wie es ähnlich über dem Bischofsgang in Magdeburg gestaltet ist. Man könnte es einen wagerechten Rundbogenfries nennen. In Magdeburg ist es überdies noch mit den antiken Akanthusblättern der Kapitelle des Innern verziert. Diese Akanthusblätter hat unser Baumeister auch noch an einem Baldachin über dem hl. Innozenz und als Bogensteine über der Nische in der Mittelachse des Domes verwendet. Akanthus und antike Einzelheiten waren den deutschen Baumeistern damals nicht fremd. So sehen wir Akanthusblätter im Vorhof von Laach, in der Liebfrauenkirche in Trier, in Münstermaifeld und im Dom in Speyer auf das meisterhafteste gehandhabt. Jedenfalls bildet die Michaelskapelle in Ebrach, was den Formenschatz unseres Baumeisters anbelangt, die Überleitung von Maulbronn zu Magdeburg. Die Jahreszahlen schieben Ebrach ebenfalls zwischen Maulbronn und Magdeburg. So dürfen wir diese Reihenfolge mit großer Wahrscheinlichkeit als gesichert betrachten. (Schluß folgt.)

23) Siegfried Sack, Predigten über die Sonntagsevangelien. IV. Blatt 197 ff. 1. Aufl. 1591, 2. Aufl. 1597.

Die vorkarolingische Basilika St. Emmeram in Regensburg und ihre baulichen Änderungen im ersten Halbjahrtausend ihres Bestandes (740 bis 1200).

Vom Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Franz Schwäbl in München.

(Mit Abbildungen auf Blatt 3 bis 6 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Inhaltsverzeichnis.

Quellenangabe.

Einleitung.

Einführung.

1. Heutiger Baubestand.
2. Bisheriges Ergebnis der Baugeschichte.

I. Teil. Die Gründungsanlage.

A. Entwicklung des Baubestandes.

1. Apsis und Emmeramskrypta.
2. Östlicher Querbau, Mittelsturm und Sakristei.
3. Langhaus.
4. Vorhof, Torhalle und Türme.
5. Kloster und Georgkapelle.
6. Gesamtanlage und Gründungszeit.

B. Kunstgeschichtliche Stellung.

I. Entwicklungsfragen der altchristlich-romanischen Übergangszeit.

1. Vorbemerkungen und minder wichtige Einzelheiten der Kirche St. Emmeram.
2. Die Emmeramskrypta und die Ursprungsfrage des Chorumganges und Kapellenkranzes.

a) Verwandte Krypten.

- b) Die Herleitung des Chorumganges. — Die Theorien von G. v. Bezold und von G. Dehio. — St. Martin in Tours. — Neuer Herleitungsversuch. — Chorumgang und Verwandtes in Deutschland. — St. Godehard und St. Michael in Hildesheim. — Die Wipertikrypta in Quedlinburg. — Die St. Magnuskrypta in Füssen.

3. Der Mittelsturm und die Ursprungsfrage des lateinischen Kreuzes.

a) Verwandte Anlagen.

- α) Allgemeiner Überblick. — St. Rupert in Salzburg. — St. Michael in Hildesheim. — Der Dom in Aquileja. S. Lorenzo zu Verona. — Die Abteikirche in Werden a. d. Ruhr. — Die Peterskirche in Werden a. d. Ruhr. — Der Dom in Mainz. — Maria Laach. — St. Burkard in Würzburg. — St. Pantaleon in Köln. — St. Quirin in Neuß. — Karolingische Basiliken. — Normänische Abteikirchen. — St. Martin in Tours.

- β) Verwandte Gründungen des 8. Jahrhunderts in Bayern. — St. Zeno in Reichenhall. — St. Quirin in Tegernsee. — St. Mauritius in Niederaltach. — Frauenchiemsee.

- γ) Verwandte benachbarte Anlagen späterer Zeit. — Der Dom in Gurk. — St. Nikolaus in Reichenhall. — St. Lampert in Seon. — St. Ulrich in Regensburg. — Niedermünster in Regensburg. — Der gotische Dom in Regensburg.

- δ) Der ehemalige vorgotische Dom in Regensburg.

- b) Folgerungen. — Die Theorien von H. Graf und von G. Dehio; neuer Herleitungsversuch; konstruktive Zusammenhänge; die auvergnatische Schule; das Wesentliche der Neuerung.

II. Das Einzeldenkmal St. Emmeram.

Kunstgeschichtliche Einreihung.

- Herkunft der Anlage und Nachahmung im einzelnen und im allgemeinen.

II. Teil. Spätere Entwicklung der Kirche St. Emmeram bis zum Jahre 1200.

I. Die Bauvornahme Tutos.

1. Der Bauvorgang.
2. Kunstgeschichtliche Stellung.
 - a) Die Altarkonfessio.
 - b) Die Nebenchöre.
3. Reliquiengeschichte.

II. Die Bauvornahme Ramwolds.

1. Der Bauvorgang.
2. Kunstgeschichtliche Stellung.

III. Die Bauvornahme Kaiser Heinrichs II.

1. Die Überlieferung.
2. Die Portalnischen.
 - a) Der Baubefund.
 - b) Die Herleitung.

IV. Die Bauvornahme Reginwards.

1. Der Bauvorgang.
 - a) Bauanlaß, Baubedingungen und Grundrißlösung.
 - b) Die Einzelräume: Westliches Querschiff und Westchor. — Die Wolfgangskrypta. — Der Nebenraum der Wolfgangskrypta. — Die Magdalenenkapelle. — Die Turmanlage. — Der Portalumbau und die Vorhalle.
2. Kunstgeschichtliche Stellung.
 - a) Die Gesamtanordnung.
 - b) Die Formensprache.
 - α) Verwandte Bauten: Die Staufer Burgkapelle. — St. Stephan. — Das Nordostjoch des Kreuzganges von St. Emmeram.
 - β) Die bisherige Beurteilung.
 - γ) Die Renaissancebewegung im 11. Jahrhundert.

V. Die Kirche St. Emmeram und die Hirsauer Schule.

1. Allgemeines.
2. Ähnlichkeit der Kirche St. Emmeram vor der Bauvornahme Reginwards mit der Kirchenart der Hirsauer Bauschule.
3. Abt Wilhelm von Hirsau.
4. Folgerungen.

VI. Die Bauvornahme Eberhards.

VII. Die Bauvornahme Adalberts und Peringers.

1. Der Bauanlaß.
2. Der Bauvorgang. — Die Ostteile. — Das Langhaus. — Westturm, Giebel, Erhöhung des Fußbodens. — Der Gemäldeschmuck. — Die Vorhalle.
3. Kunstgeschichtliche Stellung.

Schlußwort.

Verzeichnis der hauptsächlich benutzten Quellen.

(Soweit für ihre Verweisungen Abkürzungen gewählt wurden, sind sie hier in Klammern beigefügt. Auf die außerdem benutzten Unterlagen ist jeweils durch Fußnoten hingewiesen.)

1. Ältere Werke.

P. Jac. Paßler (Paßler), Hierosophia a P. Jac. Paßler, monacho ad S. Emmeram anno 174. (die letzte Ziffer fehlt) conscripta tom. II. Umfangreiche Handschrift über die Klostersgeschichte von St. Emmeram, heute im Pfarrarchiv der oberen Stadt. Ein weiterer Band in der Kreisbibliothek in Regensburg (Rat. Ep. et Cler. No. 250). Die übrigen Teile des Manuskriptes, auf die in diesen beiden Bänden öfters verwiesen wird, sind wahrscheinlich verloren.

Abt Coelestin Vogl (Mausoleum 3 bzw. 4), „Mausoleum oder Herrliches Grab . . . St. Emmerami . . .“ — Eine ausführliche Geschichte der Abtei und der Ereignisse in Regensburg bis zum Jahre 1650. — 3. Auflage, Regensburg 1680; 4. Auflage, Regens-

burg 1729; letztere besorgt durch Abt Anselm Godin, der das Werk in vier Bände unterteilt und erweiterte: „Das Staatlich-Klösterlich-kirchisch und Heilige Regensburg“; hievon benützt: Band I (Ratisbona Politica, 1729) und Band II (Ratisbona Monastica, 1752); letzterer enthält die von Abt Joh. Bapt. Kraus beigefügte Ergänzung der Klostersgeschichte bis 1752.

2. Geschichte und Baugeschichte im allgemeinen.

M. Doeberl (Doeberl), Entwicklungsgeschichte Bayerns. München 1906, Band I.

G. Dehio und G. v. Bezold (Dehio u. v. Bezold), Die kirchliche Baukunst des Abendlandes. Stuttgart 1892.

Berth. Riehl, Denkmale frühmittelalterlicher Baukunst in Bayern. 1888.

Ders., Zur Geschichte der frühmittelalterlichen Basilika in Deutschland; Sitzungsberichte der königl. bayer. Akademie zu München. 1899, Band 1.

Ders., Bayerns Donautal. München-Leipzig 1912.

W. Effmann (Effmann), Die karolingisch-ottonische Baukunst in Werden. Straßburg 1899.

G. Hager, Die Kunstdenkmale des Königreichs Bayern. Band I, 1, 2, 3; XX.

G. Dehio, Handbuch der deutschen Kunstdenkmäler, Band III. Berlin 1908.

3. Lokalgeschichte.

H. Graf v. Walderdorff (Walderdorff), Regensburg in seiner Vergangenheit und Gegenwart. Regensburg, 4. Auflage 1896.

J. A. Endres (Endres), Die neu entdeckte Confessio des hl. Emmeram zu Regensburg. Regensburg 1895.

F. Janner (Janner), Geschichte der Bischöfe von Regensburg, Regensburg 1883.

F. v. Quast, Reihenfolge und Charakteristik der vorzüglichsten Bauwerke des Mittelalters in Regensburg. Berlin 1852.

Berth. Riehl, Deutsche und italienische Kunstcharaktere. Frankfurt 1893.

G. Hager (Hager), Text zu Otto Aufleger, Mittelalterliche Bauten Regensburgs. München 1896.

C. Th. Pohlig (Pohlig), Die romanische Baukunst in Regensburg. Regensburg 1895.

H. Wagner (Wagner), Studien über die romanische Baukunst in Regensburg. München 1908.

H. Hildebrandt (Hildebrandt), Regensburg (Berühmte Kunststätten, Band 52). Leipzig 1910.

Verhandlungen des historischen Vereines von Oberpfalz und von Regensburg, Band 25, 28, 34.

Correspondenzblatt des Gesamtvereins der deutschen Geschichts- und Altertumsvereine. Jahrgang 1859/60 (8) und 1870 (18).

Einleitung.

Die gesicherte Kenntnis von Werken der Frühzeit mittelalterlicher Baukunst in Regensburg entspricht noch bei weitem nicht der vielen darauf schon verwendeten Forschermühe. Zu den rätselvollsten Anlagen zählte bis heute auch eines der wichtigsten Baudenkmale jener Zeiten überhaupt: St. Emmeram, das Münster des ehemaligen berühmten, gleichnamigen Benediktinerklosters, die heutige Pfarrkirche der oberen Stadt. Man hat zwar seit langem die Bedeutung dieses Bauwerkes dunkel geahnt; über einzelne Teile hat man auch in der jüngeren Vergangenheit wertvollen Aufschluß gewonnen; von der Gesamtanlage aber galt immer noch, was Walderdorff 1896 beklagt hat: „Durch die vorhandene Literatur wird man wenig unterstützt, da das meiste, was bisher über St. Emmeram geschrieben wurde, unrichtig ist“ (Walderdorff S. 303).

Bei der Fülle der mit diesem Denkmal aufgeworfenen Fragen will auch diese Arbeit nicht eine erschöpfende Darstellung geben, wohl aber den Weg für eine solche bahnen. Als unmittelbares Ziel ist die Aufgabe betrachtet, die Gestalt der ursprünglichen Emmeramskirche und ihre kunstgeschichtliche Bedeutung nachzuweisen; im zweiten Teile sollen die grundlegenden baulichen Änderungen bis rund zum Jahre 1200 im einzelnen dargelegt werden. Innerhalb des derart umgrenzten Rahmens werden nur jene Fragen behandelt, die hiermit in unlösbarem Zusammenhang stehen, und wiederum nur so weit, als sie sich ohne tiefere Nachschürfungen aus dem bis heute bekannt gewordenen Baubestand beurteilen lassen.

Nachdem das Ergebnis der Untersuchungen trotz solcher Beschränkung alle bisherigen Mutmaßungen über die Bedeutung dieser Kirche so weit überragt, wird freilich auch eine eingehende Beantwortung der übrigen, hierbei berührten, jedoch mehr oder minder vernachlässigten Einzelfragen als bald als eine vordringliche Aufgabe der Wissenschaft erkannt werden. Auch ihre Lösung und damit eine dem Gegenstand restlos würdige Darstellung zu geben, wird aber erst auf Grund sehr viel umfassenderer Forschungen möglich werden, teilweise auch erst mit Hilfe von Grabungen. Diesem größeren Werke möge die vorliegende Arbeit als Weckruf und Vorläufer dienen; für sein tunlichst baldiges Zustandekommen wird ihr Ergebnis von selber werben.

Einführung.

1. Heutiger Bestand.

Lage und Gestalt der heutigen Kirche St. Emmeram sind nicht geeignet, Aufmerksamkeit schon von weitem darauf zu lenken. Wie das erste Kirchlein des nachmaligen Klosters außerhalb der Mauern des alten Regensburg gestanden war, so sind auch heute noch die im Laufe der Jahrhunderte weitläufig entwickelten Bauten nur locker mit der inneren Stadt verknüpft. Nur der in seiner heutigen Form dem 16. Jahrhundert entstammende Glockenturm taucht mitunter in ihren Straßenbildern auf. Folgen wir seiner Spur, so finden wir auch am heutigen Emmeramsplatz noch kein sonderlich einladendes Bild. Außer dem nicht gerade sehr wertvollen Glockenturm und dem weit zurück liegenden Kirchendach und Querschiffgiebel ist eine frühgotische Doppeltoranlage, ehemals zwischen zwei Kirchlein einge-

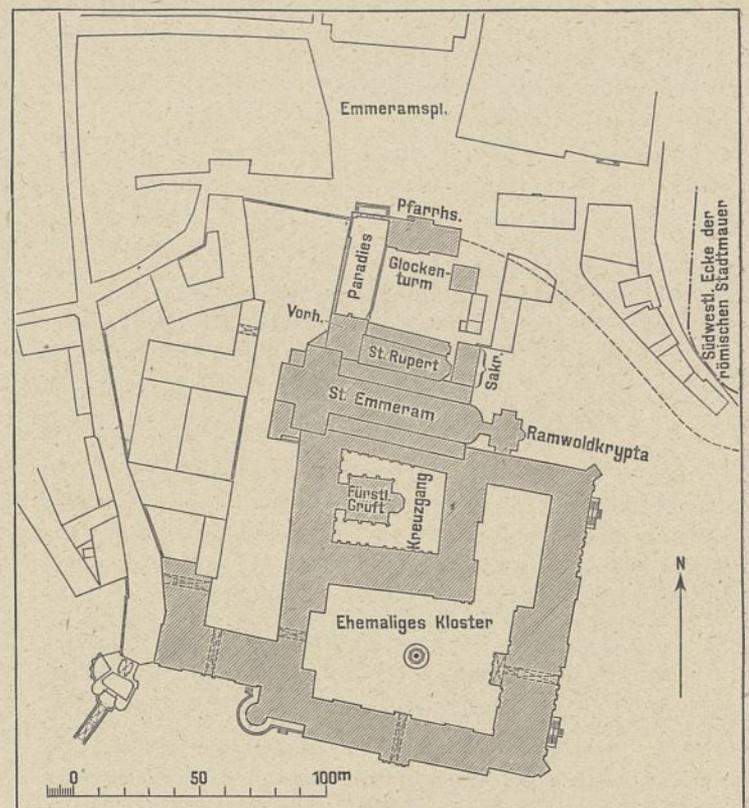


Abb. 1. Lageplan der Kirche St. Emmeram.

spannt¹⁾, heute der einzige Überrest besserer Zeiten (Text-Abb. 1 u. 2 sowie Abb. 3 Bl. 3). Erst wenn wir über ein paar Stufen empor durch das Zwillingsstor in den Kirchenbezirk eintreten, empfängt uns ein überraschendes, ja ein überaus reizvolles Bild. Wir stehen im „Paradies“ und vor dem Reste einer romanischen Vorhalle. Lange Jahrhunderte haben zum Schmucke dieses Bildes beigetragen; so erfreutes uns denn mit einer Fülle malerischer Schönheit von Architektur, Skulptur und Grabmalkunst, verstreut zwischen alte Bäume und üppiges Strauchwerk. Gehen wir weiter und diesmal über einige Stufen hinab, so finden wir in der mächtigen, von vier Kreuzgewölben überspannten Eingangshalle erst recht eine Menge wertvollster Denkmale. In der Rückwand der Vorhalle öffnen sich endlich zwei gleichgestaltete Portale in die Kirche; sie sind in große, mit Viertelskugeln überwölbte Halbkreisnischen eingebaut; das östliche führt ins nördliche Seitenschiff, das westliche ins Querschiff St. Emmerams. Wir wenden uns vorerst diesem zu; über zwei Stufen, wiederum nach abwärts, treten wir ein. Da entfaltet sich ein überaus wirkungsvoller, in seinem Gepräge noch romanischer Raum. Wir beachten gar nicht, daß unter dem großen Schwibbogen, der allein einst Querschiff und Langhaus getrennt hat, sich heute auf einer Empore eine

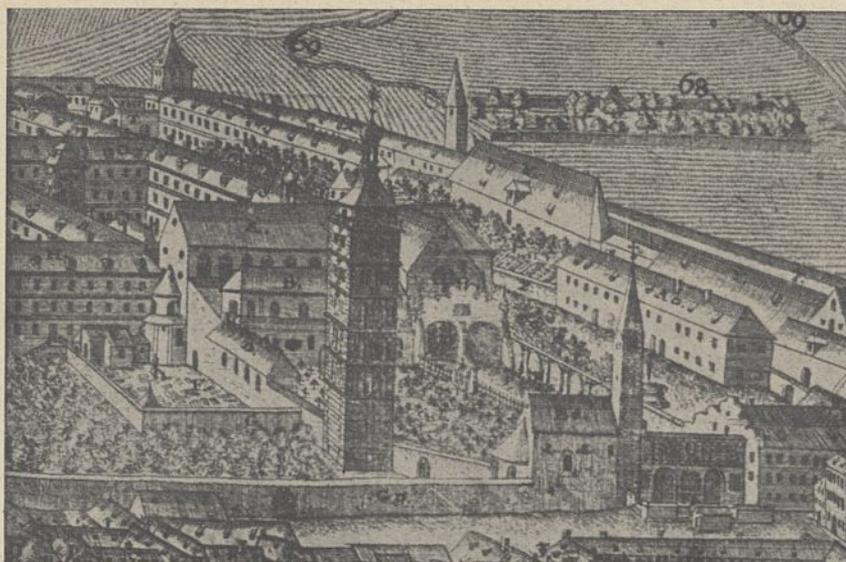


Abb. 2. Nordostansicht von St. Emmeram 1721.

(Ausschnitt aus einem Kupferstich der Sammlungen des histor. Vereines der Oberpfalz und von Regensburg.)

übergroße, barocke Orgel erhebt, die dem Westteil eine schmucklose Rückwand zukehrt und die alte Verbindung völlig aufhebt. Uns nimmt ganz der Eindruck allein dieses Westteils gefangen. Das Querschiff öffnet sich unter einem Bogen gegen den erhöhten, rechteckigen Westchor; beide Räume sind flach gedeckt. Unterm Westchor und noch bis etwa zur Mitte des Querschiffs vorgebaut, tritt der Raumkörper der Wolfgangkrypta in halber Höhe über den Boden empor (Abb. 2 Bl. 3 u. Abb. 3 Bl. 4). Stufen führen beiderseits zur Krypta hinab, Treppen längs der Querschiffwand darüber hinauf. So einfach diese Raumgebilde an sich sind, die Art, wie sie seltsam ineinandergeschoben sich gegenseitig in der Wirkung steigern, ist ganz außerordentlich. Wir kommen später auf die Einzelräume zurück; so können wir uns hier mit flüchtiger Aufzählung begnügen. Da finden wir ferner nördlich vom Westchor, und von diesem aus zugänglich, im Winkel zwischen ihm und dem Querschiff, noch die Reste der Magdalenenkapelle; durch ihr zerstörtes Deckengewölbe führt heute die Turmtreppe ins Kirchendach. Auch unter dieser Kapelle treffen wir noch, von der erfreulich gut erhaltenen Wolfgangkrypta aus zu betreten, einen altertümlichen, kleinen Raum. Endlich seien noch zwei, erst im 18. Jahrhundert

im Nordflügel des Querschiffes angelegte Gräfte genannt (Abb. 3 Bl. 4), über denen sich bis vor kurzem eine Ölberggruppe erhob. Gegenüber in der Südwestecke war gleichfalls bis in die jüngste Zeit ein hölzernes Tempelchen, eine barocke Nachbildung des heiligen Grabes, erhalten gewesen.

Wenden wir uns nunmehr zum Langhaus und zu den Ostteilen. Hier erfuhren die Haupträume ihre letzte Umgestaltung in den Jahren 1731 bis 1733 durch das bekannte Brüderpaar Asam. Leider sind dabei über den Reichtum barocker, üppiger Einzelformen ältere, große Gedanken verloren gegangen; insbesondere war die Abtrennung des Westteils ein Rückschritt. Seither ist das Langhaus, das bis dahin eine Balkendecke getragen, mit einem Holzgewölbe überspannt; in seinen Stiehkappen wechseln Ovale mit Baß-

geigenfenstern; Scheingewölbe und Wände weisen reiche Stuckzier und Gemälde auf, die letzteren auch vollrunde Heiligenstandbilder. In den Seitenschiffen wurden die alten romanischen Gewölbe, so gut es ging, umgemodelt; ihr Schmuck ist meist Schülerarbeit. Im Langhaus sind die Schiffe durch Pfeilerarkaden geschieden, in den Ostteilen durch geschlossene Wände (Text-Abb. 3 u. 4).

Der Mittelschiffchor, zweimal um je eine Stufe erhöht, schließt

seit der Barockzeit hinter einem übergroßen Altar mit einer geraden Wand. Östlich dieser Abschlußmauer finden wir im Erdgeschoß einen Nebenraum, die sogenannte „zweite Sakristei“ (Abb. 2 u. 3 Bl. 3, Abb. 15 bis 22 Bl. 5 u. Abb. 3 Bl. 6). Sie ist vom Mittelschiffchor aus links in der Ostwand über einige Stufen zugänglich, ist im Grundriß halbkreisförmig über der vollen Breite des Mittelschiffchores entwickelt und bei 4 m lichter Scheitelhöhe echt überwölbt. Östlich, im Mittel des Halbrunds schließt als weiterer Nebenraum die ehemalige Schatzkammer an. Oberhalb der vorbeschriebenen „zweiten Sakristei“ baut sich der frühere Winterchor auf. Bei dem Barockumbau angelegt, ist er, wie das Langhaus, von einem Holzgewölbe überdeckt, jedoch viel gefälliger ausgestattet. Dieser Raum, mit drei Fenstern des Halbrunds ins Freie, mit zweien in der Westwand gegen die Kirche geöffnet, gehört heute nicht zu ihr wie der Raum darunter und das Dach darüber. Seit der Säkularisierung ist er samt dem Klostergebäude, von dem allein aus er zugänglich ist, abgetrennt und gleich diesem im Besitz des fürstlichen Hauses von Thurn und Taxis. In den Ostteilen der Seitenschiffe fallen je drei mächtige Pfeilerpaare auf, die offensichtlich nicht ursprünglich zugehörige Gewölbe tragen. Je zwischen den zwei westlichen Pfeilern an der Mittelwand finden wir heute Treppen zu barocken, freischwebend ins Mittelschiff vorgebauten Em-

1) St. Michael und St. Zeno; vgl. Paßler S. 1037 ff.

poren²⁾; zwischen den östlichen kleine Verbindungstüren. Das linke Seitenschiff schließt gerade, das rechte mit stark gestelzter Apsis. Dieser Ostteil des rechten Nebenchores ist fast ganz vom Kloster überbaut; nur ein schmaler Teil der Rundung bleibt für ein Fenster in ein kleines Höfchen frei. Gegen diesen Hofraum öffnet sich auch der Lichtschacht einer kleinen Gruft unter der Apsis dieses Nebenchores.

Noch bleibt jene hochaltertümliche Anlage zu erwähnen, die auch zuerst wieder als Bestandteil der ältesten Emmeramskirche erkannt wurde, die Confessio des Kirchenpatrons mit ihren Nachbarräumen, den östlichen Krypten. Von den Nebenchören führen Stufen zu einem tonnenüberwölbten, halbringförmigen Gang hinab. Die schmälere und niedrigeren Anfangsstücke liegen noch unter dem Mittelschiffchor oder ragen vielmehr, durch Stufen verdeckt, in diesen noch etwas empor; sie sind durch einen kanalartigen Schacht in Augenhöhe, der unmittelbar unter dem heutigen Fußboden des Mittelschiffchors bzw. unter dem Hochaltar hindurch läuft, mitsammen verbunden; man kann frei hindurchsehen. Der etwas geräumigere übrige Teil des Umgangs liegt unterhalb der „zweiten Sakristei“ und läuft halbringförmig an der Innenseite der Grundmauer ihrer Außenwand entlang. Im Scheitel, der Kirche zugewendet, findet sich in einer Nische ein Altar. Die Ähnlichkeit dieser Anordnung mit altchristlichen Anlagen hat 1894 Nachforschungen veranlaßt. Sie brachten die Entdeckung eines Steinsarges in einer engen Kammer, der Confessio des heiligen Emmeram, aus der ersten Hälfte des 8. Jahrh. (Endres S. 2). Der Sarkophag ist seither von oben freigelegt und durch ein Gitter von der „zweiten Sakristei“ aus sichtbar. Gegenüber dem genannten Altare des halbringförmigen Ganges, den man damals richtig als „Emmeramkrypta“ erkannt hat, zweigt nach Osten ein gleichfalls tonnenüberwölbter, etwas breiterer Gang ab. Er liegt unter der ehemaligen Schatzkammer und ist Durchgangsraum zur sogenannten „Ramwölkrypta“, einer ziemlich großen Kapelle, die nur in schlimmer Umgestaltung auf uns gekommen ist.

Bei kurzer Betrachtung der nächsten Umgebung der Emmeramskirche wenden wir uns zunächst nach Norden. Hier stößt an die Vorhalle, teilweise auf ihr Mauerwerk und das des nördlichen Seitenschiffes aufgesetzt, St. Rupert, die ehemalige Pfarrkirche des Klosters. Mit St. Emmeram ist sie durch ein Türchen im Chor verbunden; eine weitere Verbindung besteht zwischen den Orgelemporen; östlich von St. Rupert lehnt sich die geräumige „erste Sakristei“ als selbständiger Bau an den nördlichen Nebenchor. Völlig getrennt erhebt sich der eingangs genannte Glockenturm. An der Südseite finden wir die weitläufigen Klosterbauten, die wir hier nur ganz kurz berühren. Zwei Türen führen in den mit Recht so berühmten Kreuzgang, dessen Nordflügel sich unmittelbar an die Kirche lehnt. Er trägt als Obergeschoß noch einen schmälere Gang, der durch Fenster ins südliche Seitenschiff und durch eine Tür zur Orgelempore mit der Kirche verbunden ist; von diesem Gang aus führt auch eine Treppe über die Apsis des südlichen Seitenschiffes hinweg zum Winterchor (Abb. 1 u. 2 Bl. 4). Der Westflügel des alten Klosters stößt ans Querschiff, noch weiter westlich sind jüngere Nutzbauten an die Kirche angefügt.

2) Vgl. Abb. 15 bis 22 Bl. 5; auf Abb. 3 Bl. 6 der Übersichtlichkeit halber weggelassen.

2. Bisheriges Ergebnis der Baugeschichte.

Als älteste Anlage wird uns die „Georgkapelle“ genannt, die schon vor der Gründung des ersten Klosters bestand. Die Überlieferung hielt stets daran fest, den Platz dieser Kapelle im heutigen südlichen Nebenschiffchor zu suchen. Hier steht das gotische Hochgrab des hl. Emmeram; seine Inschrift besagt, dies sei die Stätte, wo der Heilige ursprünglich beigesetzt wurde³⁾. Und Gleiches erzählt auch die älteste Nachricht, der Bericht Bischof Aribos von Freising († 783 oder 784): Der hl. Emmeram wurde, nachdem er in Regensburg das Christentum neu befestigt hatte, auf einer Reise nach Rom in Kleinhelfendorf im bayerischen Alpenvorlande infolge schwerer Verleumdung von Landbert, dem Sohne Herzog Theodos, grausam ermordet. Nach Klärung seiner Unschuld wurde schon 40 Tage hernach sein Leib feierlich nach Regensburg eingeholt und außerhalb der Stadt in der Kirche des Märtyrers Georg, die schon lange bestand und in der der Heilige einst gerne gebetet hatte, mit höchster Ehre beigesetzt. Zur Sühne wurden Mönche daneben angesiedelt⁴⁾. Wir können beiseite lassen, ob 652 als Todesjahr des Heiligen anzusehen ist, wie die Überlieferung will, oder 697 nach der neueren Forschung. Auch die vielfach erörterte Gründungszeit der Georgkapelle berührt unsere Frage zunächst nur insofern, als sie vor jene aller benachbarten Bauten zu setzen ist. Als Georgkapelle gilt dann auch der heutige, südliche Nebenschiffchor als älteste, geschichtlich nachweisbare, christliche Kultstätte in Regensburg. Bedenken wir aber, daß das Hochgrab des Heiligen erst der Gotik entstammt und daß die Überlieferung gerade bezüglich des späteren Verbleibes der Reliquien des Kirchenpatrons arg in Unklarheit und Irrtum war, so kann eine Bestätigung der Überlieferung durch baulichen Nachweis einer einst selbständigen Kirche an Stelle des heutigen Nebenchores keineswegs als überflüssig erachtet werden. Hierauf können wir aber erst später eingehen.

In einer anderen Stelle des Berichtes von Bischof Aribos von Freising erblicken wir auch die Nachricht vom Ursprung der ältesten Emmeramskirche. Es ist die Schilderung der Erhebung der Gebeine des hl. Emmeram durch Bischof Gaubald und ihre Beisetzung in einem neu bereiteten Grabe: „... Et sublato Dei martyris corpore . . . in locum alium, quem construxerant, posuerunt.“ Gaubald war der erste, vom hl. Bonifatius im Jahre 739 eingesetzte Diözesanbischof von Regensburg. Nach den Flores temporum, einer Quelle aus dem Ende des 13. Jahrhunderts, war der hl. Bonifatius im Jahre 740 an der Übertragung der Reliquien des hl. Emmeram beteiligt⁵⁾. Die Berichte sagen leider nicht, ob das neue Grab innerhalb oder außerhalb der Georgkapelle errichtet wurde; eine Reihe von Tatsachen aber spricht für die letztere Annahme. Und Endres hat mit ihnen den Beweis erbracht, daß Bischof Gaubald dem hl. Emmeram nicht nur ein neues Grab, sondern eine besondere Kirche erbaut haben muß, die

3) St. Emmeramus Pictaviensis episcopus praedicando verbum Dei venit in Bavariam et ibidem in Helfendorf pro Christo passus est anno domini DCLII et hic primo tumulatus est.

4) B. Sepp, Arbeonis vita S. Emmerami authentica in „Analecta Bollandina“, t. VIII (1889).

5) Eo tempore (740) translatum est corpus sancti Emmerami . . . per eundem Bonifacum. Mon. Germ. Hist. Scr. XXIV, 242.



Abb. 3. St. Emmeram in Regensburg. Blick gegen den Altar. Heutiger Bestand. (Phot. Laifle.)

gleichzeitig neben der älteren Georgkirche bestand; das Grab aber ist eben jene erst 1894 wieder aufgefundene Anlage. Bei der Aufdeckung fand man nun auch die Innenseite der inneren Mauer der Emmeramskrypta, an die unmittelbar der Steinsarg anstößt, oberhalb desselben verputzt und daran noch die deutlichen Spuren der Sockelbemalung eines Fußbodens knapp über dem Grabe. Man sah hierin mit Recht Reste der ältesten Emmeramskirche und erkannte den inneren Mauerzug der Krypta als Grundmauer der ursprünglichen Apsis. Diese älteste Kirche, den Bau Bischof Gaubalds, nahm Endres damals als einschiffig an; Hager (Hager S. 3) hat sich, allerdings auf Grund reiner Vergleichsfolgerungen,

bisher folgendermaßen zurechtgelegt: Sindbert hat die Kirche Gaubalds niedergelegt und darüber einen größeren Neubau derart errichtet, daß die neue Apsis die Grundmauer der alten völlig umfaßte und dazwischen noch den halbringförmigen Gang der Emmeramskrypta freiließe (vgl. Abb. 3 Bl. 4). Die Mauern der Sindbertapsis hätten sich über dem äußeren Mauerzug des Umganges erhoben; dieser selbst sei vielleicht erst damals angelegt worden (vgl. Hager, Endres, Wagner, Hildebrandt a. a. O); in seinen Vorsprüngen beim Übergang vom breiteren in den engeren Teil glaubte man noch Spuren des ehemaligen Langhauses der Gaubaldkirche vermuten zu dürfen. Diese Ansichten waren irrig. — Im übrigen hat man die Sindbert-



Abb. 4. St. Emmeram in Regensburg. Blick nach Westen. Heutiger Bestand. (Phot. Laifle.)

sehr bestimmt für eine schon dreischiffige Gaubaldkirche ausgesprochen. Gewißheit hierüber bestand bisher nicht, nicht zu mindest infolge der irrtümlichen Auslegung der nächstfolgenden Nachricht vom Erweiterungsbau Bischof Sindberts zur Zeit Karls d. Gr.: „Sindbert erbaute dem hl. Emmeram eine neue Kirche von stattlicheren Abmessungen und mit erhöhtem Aufwand und schmückte sie.“ So Arnoldus, der zu St. Emmeram in der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts schrieb⁶⁾. Man hat sich diese Nachricht

hat sich diese Nachricht stets als dreischiffige Basilika aufgefaßt. Man hat auch stets angenommen, daß mindestens Teile dieser Anlage bis 1166 bestanden, in welchem Jahre uns ihr Einsturz berichtet wird⁷⁾. Bis zum Bauabschnitt des 11. Jahrhunderts unter Abt Reinward mußte man

6) (Sinpertus) b. Emmerammo basilicam novam amplioribus spatiis et propensiore sumptu construxit atque ornavit. Mon. Germ. Hist. Scr. IV, 565.

7) A. domini 1166 monasterium S. Emmerami combustum est et muri, qui ante quadringentos annos iussu Karoli Magni a Sinperto episcopo edificata erant, collapsi sunt. Mon. Germ. Hist. Scr. 17, p. 588 (Annal. Ratisb.).

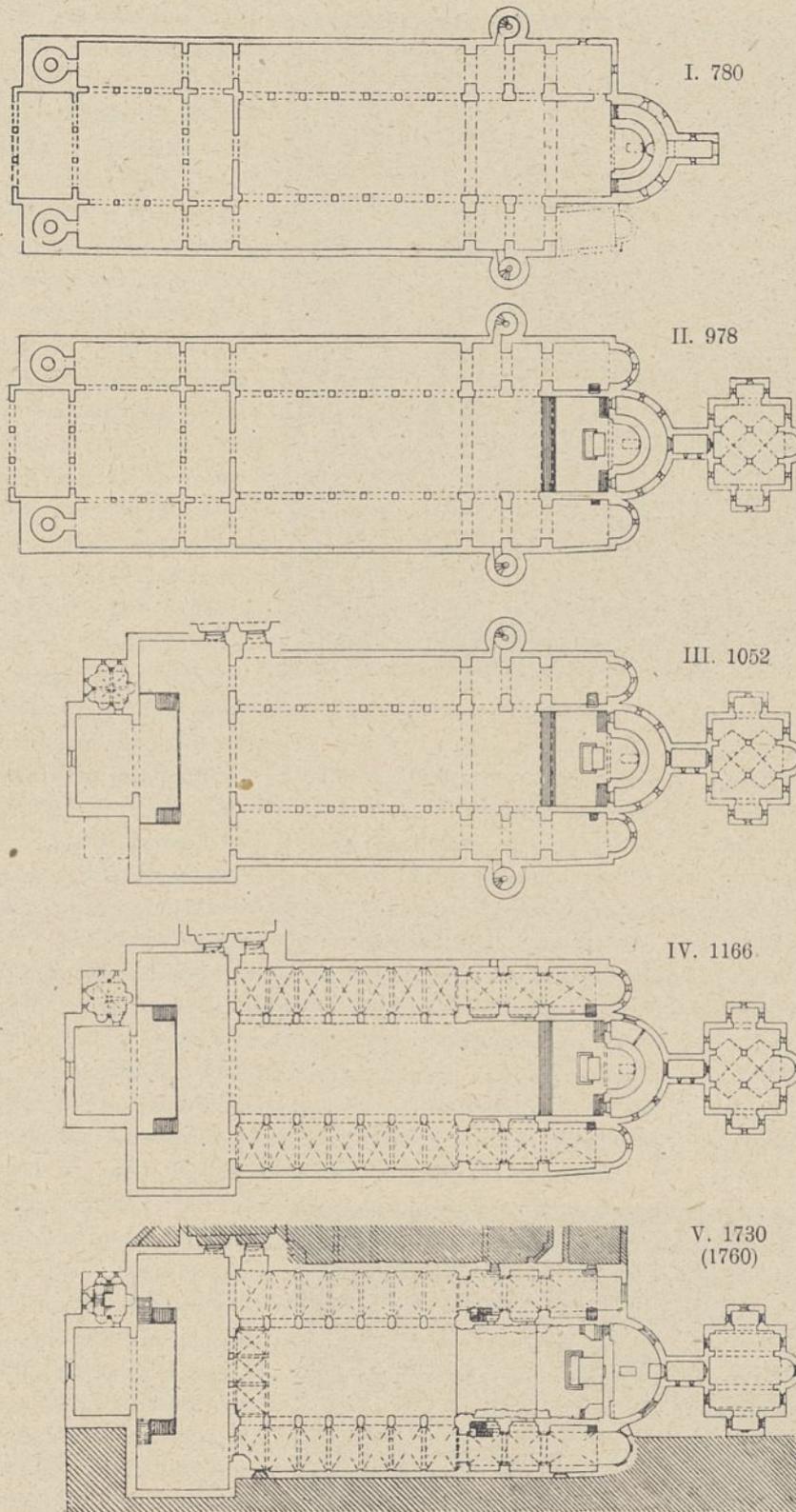


Abb. 5. Übersicht der Gesamtentwicklung.

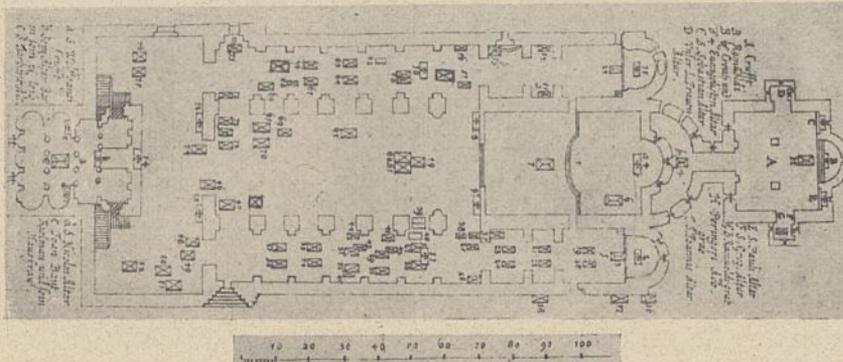


Abb. 6. Grundriß von St. Emmeram aus dem Mausoleum von 1680 (3. Aufl.).

aber überhaupt den im ganzen unveränderten Baubestand der von Sindbert vollendeten Anlage voraussetzen; denn aus der Zwischenzeit hören wir nur von der Errichtung eines kostbaren Hochaltars durch Bischof Tuto (890 bis 930)⁸⁾; von einer bisher nicht deutlich ersichtlich gewesenen Bauvornahme in der Georgkapelle⁹⁾, vom Bau der Ramwoldkrypta¹⁰⁾ und endlich von einer Bautätigkeit Kaiser Heinrichs des Heiligen, die man jedoch nach der jüngsten Auffassung nur als die Behebung von Brandschäden vermutete (vgl. Endres S. 11).

Unter Abt Reginward aber entstanden jene Umbauten und Neuanlagen im Westteil der Kirche, die in der Hauptsache unverändert noch bis heute erhalten sind¹¹⁾. Über die Zugehörigkeit der übrigen heutigen Teile der Kirche zu den genannten oder noch späteren Bauabschnitten ist man sich bisher jedoch nicht einig geworden. Seit 1894 besitzen wir zwar, wenn auch nicht unbestritten (vgl. II. Teil I. 3), Klarheit über das Alter der Confessio, aber schon bezüglich der Entstehungszeit der Emmeramskrypta gehen die Ansichten auseinander, noch mehr bezüglich des hochragenden Mauerwerks.

Der Grundriß verrät zunächst nur, daß Ostteile und Langhaus recht verschiedenartig sind. Auch Dehio und v. Bezold erkannten das; sie hielten aber merkwürdigerweise den Ostteil für jünger, ein Irrtum, den schon Walderdorff aufgedeckt hat. Dieser Forscher schreibt beide Teile dem Aufbau nach dem Brande von 1166 zu, meint aber, der östliche sei „selbständig“ wieder errichtet worden (Walderdorff S. 310). Hager führt auf diesen Zeitpunkt nur die Mittelmauern des Langhauses zurück und hält das Mauerwerk über den Gewölben der Ostteile noch für einen Rest der Sindbertkirche (Hager S. 3). So weist die Baugeschichte St. Emmerams bis heute noch reichliche Lücken auf und zwar gerade auch bezüglich der wichtigsten Bauteile. Die viel erörterten Fragen bezüglich des Doppelportales und der Vorhalle sind gleichfalls immer noch strittig, erscheinen aber im Vergleich zu den übrigen Rätseln fast weniger wichtig¹²⁾.

8) Mausoleum (IV) S. 94: „Ein sonderbares Andenken hat dieser selige Tutto unserem Closter hinterlassen, dann er einen Hochaltar von lauter Gold, und mit vielen guten Steinen übersetzt, in der Mitte ein Creutz aus Gold von dreyen Kayserlichen Cronen des Caroli Magni, Carolomani, und Arnolphi gemacht, unserem Closter verehrt, welcher Altar von selbiger Zeit an biss auf das Jahr 1633 erhalten worden . . .“

9) „... hanc aulam construxerat Irinc . . .“ aus Ried, Codex dipl. Episc. Ratisbonensis I, 1. Graf Iring war ein einflußreicher Hofbeamter Kaiser Arnulfs, vgl. Walderdorff S. 303.

10) Eine größere 978 vom hl. Wolfgang geweihte Kapelle östlich und unabhängig von der Hauptkirche, vgl. II. Teil II.

11) Vgl. meinen Aufsatz: Die Magdalenenkapelle zu St. Emmeram in Regensburg in „Die christliche Kunst“. München 1917, S. 319 ff.

12) Die Ausführungen bei Dehio: Handbuch der deutschen Kunstdenkmäler III, 404 ff. (1908) sind in vielen Punkten unrichtig.

I. Teil. Die Gründungsanlage.

A. Entwicklung des Baubestandes.

1. Apsis und Emmeramskrypta. Bei dem geschilderten Zwiespalt der Ansichten kann nur eingehende Prüfung aller erreichbaren Quellen, insbesondere möglichst genaue bauliche Untersuchung ein einwandfreies Ergebnis sichern. Wir beginnen solche Forschungen in der Nachbarschaft der trotz mancher Einwände unzweifelhaft als ursprünglich, d. h. der ältesten Emmeramskirche zugehörig erwiesenen Confessio. Dabei gelangen wir auf den rechten Weg durch Beachtung bisher übersehener Bogen im Südteil der Emmeramskrypta (Abb. 3 Bl. 4 u. Abb. 17 Bl. 5). Noch in ihrem breiteren Teil, jedoch unmittelbar vor der Verengung, ist hier das Gewölbe stufenweise sozusagen emporgehoben. Dabei sind die

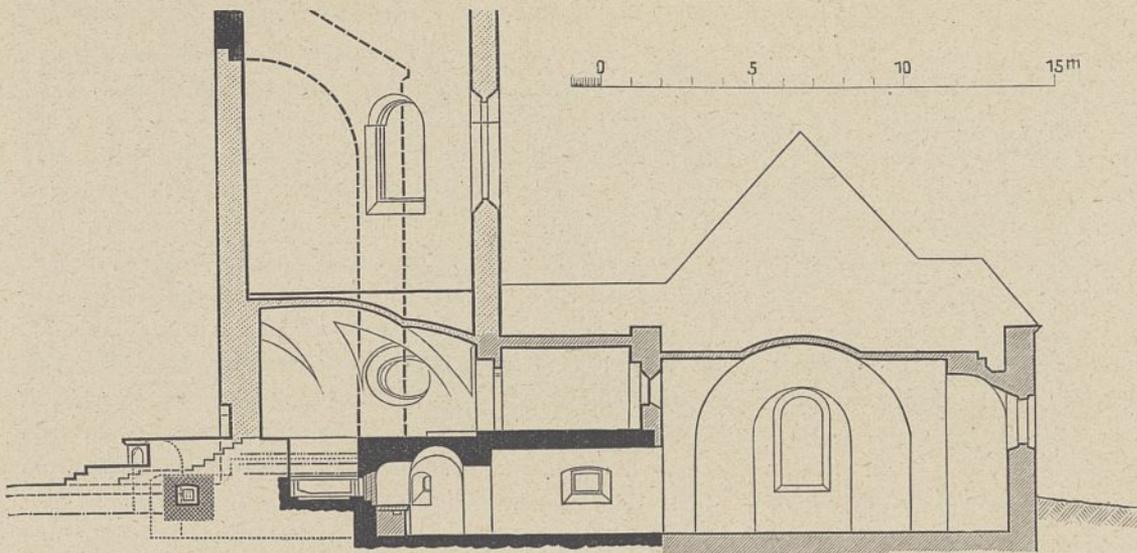


Abb. 7. Längenschnitt durch die Krypta von St. Emmeram.

derart entstehenden Bogen unter einander so abgetrept, daß der Scheitel des westlichsten am höchsten liegt, der Gewölbescheitel des östlich anschließenden Umgangs am tiefsten. Die Westflucht des höchsten trifft fast genau mit der Verengung des Ganges zusammen; genau über diesen Bogen erhebt sich die östliche Abschlußwand des Mittelschiffchores, die heute noch — im Dach versteckt — einen hohen, romanischen Giebel trägt (Abb. 2 Bl. 3 u. Abb. 3 Bl. 6).

Wir kommen zu überraschenden Schlüssen: Diese abgetrepten Bogen verraten uns noch die Neigung längst verschwundener Stufen, über die man einst hier, unter der Ostwand der alten Kirche aus dem Mittelschiff in die Krypta hinabstieg. Die engeren, niedrigeren Teile des Umgangs, die heute zu den Zugängen aus den Seitenschiffen führen, sind spätere Zutat. Andererseits ist die Abschlußwand des heutigen Mittelschiffchores nicht, wie man bisher allgemein angenommen, vollständig neu erst zur Barockzeit entstanden. Aus dieser Zeit stammt nur der mittlere Teil, der die bis dahin bestehende, ursprüngliche, über der inneren Mauer des Umgangs aufragende Apsis verbaute. Die heute den Winterchor mit dem Mittelschiffchor verbindenden Fenster wurden zur Barockzeit noch in die alten seitlichen Teile der Ostwand gebrochen. Auf diese seitlichen Teile stützte sich der Bogen über der Apsis und darüber baut sich noch heute der Ostgiebel auf. Erst beim Barockumbau (1731 bis 33) wurde die ursprüngliche Apsis niedergelegt und die äußere Mauer des Umgangs bis zum Hauptgesims der Kirche hochgeführt,

eine Maßnahme, die man bisher rund ein Jahrtausend zu früh angesetzt hat!

Mancherlei Beobachtungen hätten längst das lehren können. So war höchst auffällig, daß die vermeintliche Sindbertapsis ohne jeden Absatz sich aus der vollen Mittelschiffbreite entwickelt hätte (Abb. 3 Bl. 3); aber nur Walderdorff ist das aufgefallen (Walderdorff, S. 310). Überdies haben alle bisherigen Erklärungen, die die ganze heutige Chorabschlußwand erst der Barockzeit zuschrieben, den noch in voller Schwere bestehenden Ostgiebel schlechterdings in die Luft gesetzt; denn niemals hätte, zumal beim Fehlen jeglicher Strebepfeiler, etwa ein so weit gespannter Triumphbogen den mächtigen Aufbau getragen; auch nicht die Viertelskugel einer Sindbertapsis. Eine solche bestand ja überhaupt

niemals, und auch der heutige Winterchor besitzt nur ein Holzgewölbe! Wir erkennen: Die Emmeramskrypta gehört der ältesten Anlage an; Gaubald- und Sindbertkirche verschmelzen überhaupt zu ein und demselben Gedanken. Wir dürfen sie nicht mehr als zwei selbständige Bauten betrachten, sie offenbaren sich vielmehr als Bauabschnitte einer von Anfang an großzügig entworfenen und großzügig begonnenen Anlage. Gaubald begann mit den östlichen Teilen; erst mit Hilfe Karls des Großen

konnte Sindbert das mächtige Gotteshaus nach etwa 40-jähriger Bauzeit vollenden. In diesem Sinne haben wir die oben genannte Stelle des Arnoldus auszulegen.

Ehe wir auf die Bedeutung dieser Erkenntnis eingehen, wollen wir noch weitere Beweise für ihre Richtigkeit bringen. Einen solchen besitzen wir auch in Endres' genauem Fundbericht vom Jahre 1894. Bei der Schilderung der Freilegung des Steinsarges wird dort ausführlich erzählt, daß man zwischen dem Fußboden der heutigen „zweiten Sakristei“ und dem Sargdeckel nicht weniger als — die oberste mitgerechnet — vier unabhängige Fußbodenlagen durchstieß. Unter der gegenwärtigen fand man in 50 cm Tiefe eine Pflasterung mit größeren und kleineren Ziegelsteinen; weitere 30 cm tiefer einen unversehrten Belag aus Mörtelguß auf Bruchsteinbettung, endlich 10 cm über dem Grabe den ursprünglichen Fußboden. Betrachten wir die beigegebene Schnittfigur oder unseren hiernach ergänzten Längenschnitt (Abb. 2 Bl. 3 u. Text-Abb. 7), so sehen wir, daß erst der oberste, heutige Fußboden über die Emmeramskrypta hinwegreicht, während die drei tieferen Lagen an der Innenwand der alten Apsis totlaufen. Die Fortsetzung ihrer Ebene durchschneidet ja den freien Raum des Umganges. Wäre, wie man bisher meinte, die Apsis schon von Sindbert erweitert worden, so hätte offenbar schon der Apsisfußboden der Sindbertkirche so hoch wie das heutige Pflaster liegen müssen. Zwischen Gaubald und Sindbert, binnen etwa 40 Jahren, sind die beiden Zwischenlagen unerklärlich. Sie verstehen sich hingegen leicht bei

Annahme einer 1000jährigen Zwischenzeit, und wir werden auch später noch sehen, auf welche Weise.

Ein weiterer Beweis ergibt sich aus der Lösung einer Schwierigkeit, die der bisherigen Auffassung — obgleich unvermerkt — angehaftet hatte. Zu St. Emmeram wird nämlich noch heute der gegenwärtig in der Wolfgangkrypta untergebrachte sogenannte „Heinrichstuhl“ gezeigt, ein höchst altertümlicher Steinsitz, auf den wir noch eingehend zurückkommen werden. Bis vor wenigen Jahren war er vor dem Doppelportal in der Vorhalle gestanden. Man vermutete in diesem Stück einen alten Bischofstuhl, der aus unbekanntem Anlaß einst vor die Kirchentüre versetzt worden wäre. Als sein ursprünglicher Platz wäre nach altchristlichem Brauch dann der Scheitel der vermeintlichen Sindbertapsis anzusehen gewesen. Dann hätte der Steinsitz aber den Eingang zu der doch sicherlich auch sehr alten Schatzkammer verstellt! Nun stand der Bischofstuhl zu St. Emmeram wohl überhaupt nie am gewöhnlichen Platze, er wäre im Scheitel der wirklichen Apsis ja über dem Märtyrergrab zu stehen gekommen; ebensowenig aber wäre er vor dem Eingang zur Schatzkammer möglich gewesen. Diese war denn auch gar nicht von der Apsis aus zugänglich gewesen, sondern erst durch einen besonderen Gang, der als oberes Stockwerk über dem Halbring der Krypta um die Apsis herumgelegt war und rechts und links in der Ostwand ähnlich wie die heutige Sakristei seine Zugänge hatte (Abb. 7 bis 14 Bl. 5 u. Abb. 2 Bl. 6). Doch wir sind hier vorausgeeilt; die Schatzkammer gehört ja erst einem Umbau des 10. Jahrhunderts an.

Hatte somit der Bau selbst untrügliche Beweise für seine frühere Gestalt geliefert und war die Gewißheit erlangt, daß der alte Zustand sogar bis 1731 erhalten gewesen, so war nun auch von der Suche nach Abbildungen Erfolg zu hoffen. Tatsächlich fand sich auch in den Sammlungen des Historischen Vereines von Oberpfalz und von Regensburg eine sehr hübsche, getuschte Federzeichnung vom Jahre 1721 und ebendort und in der Rathaussammlung auch noch je ein Blatt des nach dieser Vorlage gefertigten Kupferstiches als deutlichste Bestätigung. Während die zahlreichen, mir sonst bekannt gewordenen Ansichten das Kloster entweder von anderer Seite oder so zeigen, daß die entscheidenden Teile durch den freistehenden Glockenturm verdeckt werden, finden wir auf dem in Text-Abb. 2 im Ausschnitt wiedergegebenen Stiche genau den beschriebenen Zustand vor und überdies manche wertvolle Ergänzung. Ein weiterer Beweis ist der Grundriß in der dritten Auflage des Mausoleums (1680), den Text-Abb. 6 zeigt. Eingehende, weitere Untersuchungen hinter dem Aufbau des heutigen Hochaltars brachten neue Bestätigungen und sogar noch die lichten Breiten- und Höhenmaße der einstigen Apsis, bzw. des ihr vorgelagerten Bogens (Abb. 1 Bl. 4 u. Abb. 16 u. 20 Bl. 5). Denn ein rückspringender Absatz ist vorläufig dadurch erwiesen, daß die lichte Weite der Apsisrundung schmaler ist als das hinter dem Hochaltar unverputzte Barockmauerwerk, das zwischen die alten Seitenteile der Ostwand eingebaut ist. Abb. 1 Bl. 4 zeigt den barocken Entlastungsbogen dieser Apsisvermauerung, der sehr geschickt die Last auf das alte Mauerwerk überträgt und dadurch Setzrisse vermeidet. Die Apsis war sehr hoch und schmal in einer ziemlich breiten Wand; sie hatte hoch oben drei Fensterchen. In den Zwickeln der Ostwand öffnete

sich beiderseits ein Kreisfenster¹³⁾. Links und rechts der Apsis aber stieg man unter abgetreppten Bogen über einige Stufen zur Emmeramskrypta hinab, die als niederer Gang außen um die Apsis herumgeführt war.

Höchst wahrscheinlich besaß diese Krypta ursprünglich auch im Scheitel von Osten her einen Eingang, der uns wohl größtenteils im heutigen Durchgangsraum zur Ramwoldkrypta noch erhalten ist. Auch dieser Raum ist wie der Umgang mit einer etwas gedrückten Tonne überwölbt. Doch das würde nichts beweisen. Hingegen läßt die Austeilung der Fenster des Umgangs auf eine ursprüngliche Besonderheit in der Scheitelgegend schließen. Die heutigen Fenster haben uns ja sicherlich die Austeilung der früheren, kleineren noch bewahrt. Nimmt man nun auch im Scheitel nur ein Fenster an, so ergeben sich unberechtigt ungleiche Zwischenräume. Unsere obige Annahme gewinnt aber höchste Wahrscheinlichkeit, wenn wir Ähnliches zum Vergleich heranziehen, nämlich die Krypta des hl. Liudger in Werden an der Ruhr. Für diese Anlage, die neben St. Emmeram bis heute als einziges noch erhaltenes Beispiel der halbringförmigen Krypta in Deutschland bekannt geworden, ist in Efficmanns ausführlicher Darlegung (Efficmann S. 34) ein im Scheitel nach Osten abzweigender Eingangsraum nachgewiesen. Es scheint geradezu außer Zweifel, daß der dort auch literarisch als ingressus belegte Bauteil in St. Emmeram noch aufrechtstehend auf uns gekommen ist. In Werden wurde er durch Grabungen nachgewiesen; über seinem Grundriß steht dort heute die größere, unmittelbar an die Apsis herangerückte Ludgeridenkrypta. Weit glücklicher war der Entwurf Abt Ramwolds zu St. Emmeram, der bei Anlage der nach ihm benannten Krypta den alten Eingang der Emmeramskrypta gleich als Zugang in seinen Neubau mit einbezog (Text-Abb. 5, I u. II). Doch hierüber später, wir wollen ja vorerst nur den ältesten Bestand der Emmeramskirche verfolgen.

2. Östlicher Querbau, Mittelturm und Sakristei. Wenden wir uns den nächst angrenzenden Bauteilen zu, die wir schon oben als vom Langhaus verschieden erkannt haben, so fallen uns besonders die starken, in die heutigen Nebenchöre vortretenden Pfeiler auf. Merkwürdigerweise sind diese bis heute überhaupt nicht erörtert worden. Mit den jetzigen Gewölben, gratigen Kreuzgewölben, nach ihrem Aussehen — zumal von oben — aus recht früher, romanischer Zeit haben sie offensichtlich keinen ursprünglichen Zusammenhang. Später Stuckzierat verbirgt nicht, daß die Gewölbe erst weit hinter den Fluchtlinien der Pfeiler ansetzen (Abb. 3 Bl. 6); nur bei den östlichen Pfeilern, die sich an die Altarnischen lehnen, beobachten wir Übereinstimmung. Aber gerade diese Pfeiler scheinen auch jünger als die anderen zu sein; sie sind geringer in den Ausmaßen und anscheinend nicht mit dem anstoßenden Mauerwerk verwachsen wie die übrigen. Hingegen ist zwischen den anderen Pfeilern die Mittelschiffwand selbst nicht aus einem Guß. Gegen die Nebenchöre zu beobachten wir hier im Grundriß rechteckige, mit nicht ganz reinem Halbkreis geschlossene, flache Nischen. Es sind

13) Nach dem Stich von 1721 hätten sich vier von den damaligen fünf Kreisfenstern ins Langhaus geöffnet. Dieser Zeichenfehler ist klar dadurch erwiesen, daß heute noch drei Kreisfenster im Giebel oberhalb des Gebälkes erhalten sind.

die Reste einst offener Bogen ins Mittelschiff (Pohlig, S. 20). Völlig schmucklos, ohne jede Gliederung erhebt und senkt sich ihre Umrißlinie. Wir beobachten ferner die ungleiche Stärke auch jener Pfeiler, die wir für ursprünglich halten: Das mittlere Paar, dem Pfeiler der genannten Bogen zugeordnet, ist etwas schwächer als die äußeren.

Über dem Seitenschiffgewölbe finden wir vor allem an der Nordwand des Mittelschiffes Besonderheiten (Abb. 2 Bl. 4 u. Abb. 3 Bl. 6). Wir sehen hier die drei Pfeiler des Erdgeschoßes, wenn auch verschwächt, noch ein Stück weit sich fortsetzen; wir sehen den westlichen noch in den Rest einer Querwand eingebunden; oberhalb zeigt hier auch die Außenwand über dem Seitenschiffdach noch eine schmale Vorlage; sonst aber brechen die Pfeiler unter dem heutigen Dache ab.

An der Mittelschiffwand zwischen ihnen, und zwar lediglich hier, beobachten wir auch noch Balkenlöcher, die nur von einem Fußboden über dem heutigen Gewölbe herrühren können. Das Mauerwerk ist sauber, lagerhaftes Bruchsteinmauerwerk, aber nicht verputzt. Das östlich anstoßende Feld überm Nebenchor ist hingegen verputzt und verrät auch noch eine alte Lisenengliederung. Über dem südlichen Seitenschiffgewölbe finden wir in einem wagerechten, verhältnismäßig schmalen Streifen dieselbe Lisenengliederung über die ganze Länge des Nebenchores hinweggeführt, aber keine Pfeiler (Abb. 2 Bl. 4).

Überblicken wir diesen Befund, so wird uns klar, daß hier verschiedene Bauabschnitte ineinander greifen; ebenso klar aber auch, daß diese alten Pfeiler des Erdgeschoßes ursprünglich irgendeine Art Emporen getragen haben. So spärlich die Reste auch sind, sie weisen eindeutig auf einen ursprünglich über diesen Teilen befindlichen Hochbau. Das alte St. Emmeram besaß einen östlichen Querbau, eine Art Querschiff, und zwischen diesem Querbau und die Apsis sehen wir einen besonderen Chorraum eingeschaltet. Diese Kirche ist somit das älteste erhaltene, ja bisher überhaupt einwandfrei nachweisbare älteste Beispiel einer Grundrißlösung des lateinischen Kreuzes! Vom ältesten Bestande rühren nur noch die Pfeiler unter den Gewölben her und die ganz schmucklosen Bogen ins Mittelschiff. Wir ergänzen die alte Anlage wohl richtig, wenn wir die einzelnen Pfeilerpaare durch ebensolche Bogen uns verbunden denken und als Decke und Emporenfußboden eine in west-östlicher Richtung verlegte Balkenlage und Bretterung annehmen; der mittlere Bogen blieb in dieser Höhe vermutlich liegen, über den äußeren Bogen aber stiegen die Mauern des Querbaues auf, um — wohl in gleicher Höhe wie das Langhaus — den Dachstuhl zu tragen. Die Querbauflügel treten nicht über die Seitenschiffe vor.

Später verkümmerte allmählich der Querbau. Doch seine Reste aus jüngerer Zeit sind darum nicht weniger wichtig, wir können mit ihnen noch frühe, inzwischen auch längst

verschwundene Wiederholungen der ersten Anlage nachweisen und haben damit Beweise für diese selbst. Nach Einsturz des ursprünglichen Baues — wir lassen das Jahr vorerst offen — erfolgte auf den Resten der alten Pfeiler und unter Einbeziehung der später zu besprechenden Ostteile der heutigen Nebenchöre die noch jetzt erhaltene Überwölbung. Daß man damals ein Obergeschoß am Platz der alten Emporen wiederholte, ist durch die noch heute erhaltenen Balkenlöcher in der Mittelschiffwand sichergestellt. Gerade über den „östlichen Gewölben“ wurden beim Abraum des Schuttes seinerzeit aber auch Reste von romanischen, schön ornamentierten Tonfliesen gefunden. Aus den zahlreichen Bruchstücken konnten vier Tafeln noch ganz zusammengesetzt werden (Text-Abb. 8); sie finden sich heute in den Sammlungen des historischen

Vereines d. O. u. v. R.¹⁴⁾. Als Verkleidung der hochliegenden Fensterleibungen im Mittelschiff, wie man bisher meinte, hätte dieser maßstäblich sehr kleine Zierat kaum viel Zweck gehabt. Offenbar gehörte er zum Schmuck der wiederaufgebauten Emporen. In Schuttresten überm nördlichen Seitenschiff konnte ich denn auch selbst gerade an der Stelle des behaupteten Querbaues noch einzelne derartige Scherben finden. Auch der Rest einer Quermauer unterm



Abb. 8. Fliesen aus St. Emmeram.
(Phot. aus H. Hildebrandt, Regensburg, S. 43.)

Seitenschiffdach, desgleichen die schmale Mauervorlage darüber sprechen für einen nochmals wiederholten Querbau. An einen Strebepfeiler für einen Triumphbogen kann zu jener Zeit nicht gedacht werden; dem widerspricht, wie wir noch sehen werden, auch der Anschluß des heutigen Langhauses. Der Zweck der oberhalb der Gewölbe des nördlichen Nebenchores noch erhaltenen schweren Pfeiler ist aus dem heutigen Bestande nicht ersichtlich. Da die Zwischenstücke der Mittelschiffwand keinerlei Spur von Emporenöffnungen zeigen, wird es wahrscheinlich, daß diese Bauteile nicht mehr den ersten Ersatz der ursprünglichen darstellen. Sie scheinen einem dritten Bauabschnitt anzugehören, während dessen Durchführung eine Änderung im Bauvorhaben eingetreten sein mag; hierauf werden wir noch zurückkommen¹⁵⁾.

So sind wir bezüglich der Art der Emporenöffnungen ins Mittelschiff auf Vermutungen angewiesen. Die Spur einer Emporentreppe scheint aber noch vorhanden zu sein. Suchen wir nämlich nach verwandten Anlagen, so finden wir frühe Emporen in einem Querschiffbau noch in St. Michael in Hildesheim. Dort sind Wendeltreppen den Querschiffgiebelseiten in Achtecktürmen nach außen vorgelegt (Text-Abb. 29, S. 91). Die gleiche Treppenanlage wiederholt in späterer Zeit der Westbau von Maria Laach; Rundtürme vor

14) Walderdorff S. 313; ausführlicher C. Ziegler, Thonreliefs von der Stiftskirche St. Emmeram in R., 25. Bd. der Verhandl. d. hist. Ver. d. O. und v. R. und Walderdorff im 34. Bd. ebendort.

15) Am Westteil der Nordwand über den Gewölben des nördlichen Querbauflügels findet sich bis jetzt ungeklärtes Mauerwerk; vielleicht gehört dieses zu einem ehemaligen Gebäude an Stelle des Chores der heutigen Rupertuskirche. Mit dem Querbau der Emmeramskirche hat es allem Anschein nach nichts zu tun (Abb. 2 Bl. 4).

den Giebeln eines Querbaues, dessen Emporen in der heutigen Anlage allerdings gesonderten Zugang haben, zeigt ferner der Dom in Mainz. Ganz dieselbe Anordnung, wie wir sie für St. Emmeram vermuten, besaß endlich sehr wahrscheinlich der ehemalige Dom in Salzburg (Text-Abb. 9)¹⁶⁾. Den gleichen Gedanken finden wir aber auch in Regensburg selbst noch in späterer Zeit wiederholt und zwar bei St. Ulrich (Text-Abb. 18), wenn er hier auch nicht ebenso klar entwickelt ist. Dieser seltsame, seinem Wesen nach bisher rätselhaft, schon dem Übergangsstil angehörige Bau besitzt zwar ringsum Emporen; um so auffälliger ist es, daß die nach der Kirche geöffneten Aufgänge nicht etwa nahe dem westlichen Haupteingang liegen, sondern in Wendeltreppen, die einem freilich ziemlich verkümmerten, östlichen Querschiff im Mittel der Giebelwände vorgebaut sind. Hier klingen offenbar Erinnerungen an ältere Anlagen nach. Schließen wir hiernach zurück auf St. Emmeram, so finden wir gerade dort, wo wir den Eintritt zur Wendeltreppe suchen müssen, wenigstens im Nordflügel noch ein kleines Türchen, die heutige Verbindung mit dem Chor von St. Rupert. Nach dieser Spur und zumal nach der weitgehenden, später zu erörternden Verwandtschaft der genannten Bauten mit St. Emmeram darf auch für diese Kirche eine ähnliche Anlage vermutet werden (Abb. 1 Bl. 3).

Nun finden wir aber bei allen zum Vergleich herangezogenen Denkmälern — in Ansätzen selbst bei St. Ulrich — in Verbindung mit solchen Treppentürmen auch die Anordnung eines Vierungsturmes oder Mittelturmes, wie wir diese Bezeichnung für den umfassenderen Begriff wählen wollen. Und diese Anordnung scheint schon auf sehr frühe Zeit zurückzugehen; so schreiben denn auch Dehio und v. Bezold (I, S. 567): „Die Zusammenordnung von Zentral- und Treppentürmen war bereits der karolingischen Architektur bekannt, ja anscheinend einer ihrer Lieblingsgedanken. Nur von dreien der großen Basiliken dieser Zeiten ahnen wir die äußere Gestalt, und alle drei weisen diesen Gedanken auf.“ Und als diese Beispiele werden Centula (Text-Abb. 10), der alte Dom zu Köln und die karolingische Basilika St. Martin in Tours genannt und mit glaubhaften Abbildungen belegt.

Da liegt es denn nahe auf eine gleichartige Anordnung auch bei St. Emmeram zurückzuschließen. Und betrachten wir nun nochmals den Baubefund, so gewinnen wir wirklich auch in diesem überzeugende Anhaltspunkte. Die ungewöhnlich starken Pfeilerreste des Querbaues lassen sich offenbar durch die Annahme allein eines Obergeschoßes nicht hinreichend erklären; sie werden hingegen restlos verständlich, sobald wir sie als Grundmauern eines Mittelturmes auffassen. Allem Anschein nach spannten sich zwischen die Querflügel einst Schwibbögen über das Mittelschiff, über der Vierung hat sich ein Turm erhoben (Abb. 1 bis 6 Bl. 5, Abb. 1 Bl. 6 u. Text-Abb. 14).

Gegen diese Annahme spricht allerdings, daß die Vierungsbogen im Grundriß nicht durch Pfeilervorlagen angedeutet sind. Erst Grabungen müssen aber endgültig zeigen, ob schon ursprünglich keine solchen vorhanden waren; die des westlichen Vierungsbogens könnte auch noch in der heutigen Vorlage stecken. Nachdem aber schon der Plan des

Jahres 1680 für den vormaligen östlichen Bogen keine Pfeiler zeigt, ist in den Plänen vorläufig ihr Fehlen überhaupt angenommen (vgl. Text-Abb. 6). Entscheidende Bedeutung kommt dieser Einzelheit auf keinen Fall zu. Der nicht quadratische Grundriß der Vierung schließt ebenfalls einen einfachen, flach gedeckten Mittelurm keineswegs aus. Auf die nicht vom Quadrat beherrschte, aber gleichwohl vorhandene Gesetzmäßigkeit der Gesamtanlage kommen wir noch zu sprechen (S. 81, 82); sie entwertet den zweiten Einwand völlig und spricht im Gegenteil für eine besondere Beachtung der Vierung schon bei der Grundrißlösung.

Hinsichtlich der Ausgestaltung des Mittelturms gehen wir wohl mit der einfachsten Annahme am sichersten. Abbildungen aus späterer Zeit zeigen in Centula und am Dom in Salzburg runde Mitteltürme, Köln besaß wie eine große Zahl späterer Beispiele achteckige; einfache Viereckaufbauten wie in Hildesheim und am karolingischen St. Martin in Tours waren jedenfalls die Ausgangsform. Ob die Anlage bei St. Emmeram ähnlich wie wahrscheinlich bei St. Martin in Tours dem Lichteinfall diene (Dehio u. v. Bezold, I. S. 267), oder als Glockengeschoß eingerichtet war, wird mit Sicherheit kaum festzustellen sein; doch ist die erstere Lösung bei weitem glaubhafter.

Noch haben wir das für das lateinische Kreuz entscheidende Zwischenstück zwischen Apsis und Querschiff nicht besprochen. Wir übergehen es vorläufig und ebenso die Georgkapelle, den Ostteil des südlichen Nebenchores. Der Ostteil des nördlichen aber soll im folgenden als die ursprüngliche Sakristei erwiesen werden. Noch ist uns die alte Nordostecke überm Gewölbe der heutigen Sakristei deutlich erhalten; unten ist sie durch Einbau eines Wandschranks verdorben. Sie liegt genau in der Flucht mit dem oben nachgewiesenen Ostabschluß des alten Mittelschiffchores. Hoch in der Nordwand der alten Sakristei sitzt — heute vermauert und nur von außen sichtbar — auch noch ein altes Fensterchen, wie wir sonst nirgends eines antreffen. Was den heutigen nördlichen Nebenchor aber mit Sicherheit als die ursprüngliche Sakristei ausweist, das ist der noch kenntliche ehemalige Sakristeizugang aus dem Mittelschiffchor. Wie die einstigen Bogenöffnungen unter den Emporen, so wird auch diese Öffnung heute durch eine ebenso entstandene flache Nische verraten, die Nische am jetzigen nördlichen Eingang zur Emmeramskrypta. Daß diese Krypta ursprünglich vom Mittelschiffchor aus zugänglich war, haben wir schon oben gesehen. Auf die Verlegung ihrer Eingänge werden wir später eingehend zurückkommen. Vorerst sei nur erwähnt, daß hierbei der alte Sakristeieingang mit Verwendung fand, während man in die südliche Mittelschiffwand erst neu eine Öffnung brechen mußte. Der alte Sakristeieingang ist mit einem etwas gedrückten, gleich den Bogenöffnungen des Querbaues völlig schmucklosen Halbkreis geschlossen. Sein Scheitel liegt ebenso hoch wie jene der obersten Bogen der ursprünglichen Krypteneingänge (Abb. 1 u. 3 Bl. 4).

Der alte Fußboden liegt offenbar tief unter dem heutigen. Unverändert ist seine Höhenlage wohl nur in der Krypta geblieben. Legen wir ihren Querschnitt auch dem Profil des obersten Eingangsbogens zugrunde — wir haben ja schon oben ausgesprochen, daß die Abtreppung der Eingangsbogen der Stufenneigung entsprochen haben dürfte —, dann haben wir auch einen Anhaltspunkt für die alte Fußboden-

16) A. Schnerich, Neue Beiträge zur Baugeschichte im Sprengel der Salzburger Metropole, in Mitteil. der k. k. Zentralkommission. Neue Folge XVII (1891).

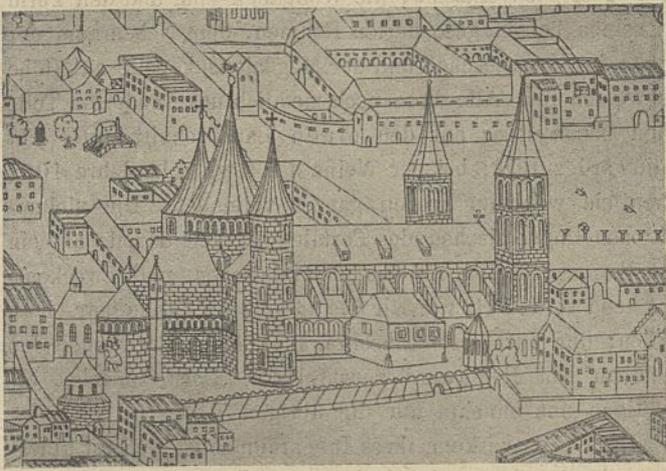


Abb. 9. Dom in Salzburg.

(Aus einer Stadtansicht von Salzburg 1535, nach Berger.)

höhe in Mittelschiffchor und Sakristei: Das ist ungefähr auch die Höhe des heute am tiefsten liegenden Teiles des Kreuzganges, was unsere Schlüsse zu bestätigen scheint.

3. Langhaus. Das alte Langhaus klarzulegen ist deshalb schwierig, weil seine heutigen Mittelschiffmauern jüngere Bauglieder zwischen den älteren Ost- und Westteilen darstellen, was zuerst Hager erkannt hat (Hager, S. 3). Die Mittelschiffmauern trennen sich, wie über den Seitenschiffgewölben zu sehen, sehr deutlich ab. Vom Ostteil unterscheiden sie sich zumal an der Südwand durch anderes Gefüge und das Fehlen der diesem eigenen Lisenengliederung und Putzart; vom Westteil neben anderer Ausführung durch klaffende Fugen. Ihr Mauerwerk ist an die Ostwand des westlichen Querschiffes angeschichtet, nicht in sie eingebunden. Von den Ostteilen ist das Langhaus auch schon im Grundriß durch sein etwas schmäleres Mittelschiff verschieden.

Für seine spätere Erbauung sprechen die über dem barocken Holzgewölbe noch erhaltenen romanischen Blendbögen, die die alten Fenster umrahmten (Abb. 2 Bl. 3). Sie stützen sich auf eigentümlich geformte und sehr verschieden ornamentierte Kämpfer; unter diesen zeigen sich noch Lisenen, die freilich bald vom Gewölbebau verdeckt werden. Beim Übergang in den breiteren Ostteil ragt ein einfacher Pfeiler auf, um den das Kämpferkapitell der hochliegenden Blendbogen herumgeführt ist. Ein Triumphbogen war somit im letzten, romanischen Baubestand nicht vorhanden. Endlich weisen bisher unbeachtete Steinmetzzeichen das Langhaus erst jüngeren Zeiten zu. Ein W kommt mehrmals am letzten, südlichen Arkadenbogen vor, wie das im Seitenschiff von der Orgelempore aus unter dem abbröckelnden Putz zu sehen ist.

Wie sah nun der Vorgänger dieses mit Recht auf die Erneuerung nach dem Brande von 1166 zurückgeführten, heutigen Langhauses aus? Und wies das

1166 zerstörte Langhaus noch den ursprünglichen Umfang auf oder hat schon Abt Reginward bei Errichtung des Westquerschiffes die alte Westgrenze verändert?

Es ist überliefert, daß Reginward die alte Westwand niederlegte (Walderdorff, S. 313). Allem Anschein nach wurde aber nur der Giebel abgetragen und die übrige Westwand nur umgebaut. Wäre die östliche Querschiffwand ein völliger Neubau Reginwards, dann wäre sie in gleicher Wandstärke wie die westliche aufgeführt worden. In der Tat ist sie aber viel schwächer und gleich stark wie die alte Ostgiebelwand. Reginward hat auf die alten seitlichen Teile ohne weiteres aufgemauert; auch deren Bogenöffnungen dürften dem alten Bestande noch zugehören. Für ihre aus dem Mittel der Seitenschiffe etwas verschobene Lage werden wir im nächsten Abschnitt die Ursache wahrscheinlich machen.

Das alte Langhaus war also genau so groß wie das heutige und auch die Arkadeneinteilung hat offenbar nicht gewechselt; die Lichtweiten sind nämlich ebenso groß wie die der Bogen des Querbaues. Nehmen wir für die alten Mittelschiffwände auch die Wandstärke der alten Ostteile und die alte Mittelschiffbreite an, so erhalten wir rein quadratische Pfeiler. Wir denken sie nach Vorbild der noch erhaltenen Bogen ohne Fuß und Kämpfergesims und durch Halbkreisbogen verbunden. Bei Voraussetzung der oben ermittelten Fußbodenlage erhalten wir dann reichlich weitgestellte und gleichzeitig steile Arkaden. Für die Lichtgadenfenster fehlt jeder Anhalt. Die Gesamthöhe ist uns aber wohl ziemlich genau durch die Triumphbogen des Westteils erhalten, da diese noch auf den Erweiterungsbau Reginwards zurückgehen und sich damals nach dem ältesten Bestande haben richten müssen. Die Umfassungsmauern gehören in den unteren Teilen wohl größtenteils noch dem ältesten Bestande an. Nur ein schwächeres Stück in der Nordwand dürfte jünger sein. In der Nordwestecke des nördlichen Seitenschiffes weisen überm Gewölbe Reste einer alten Streifenbemalung noch die ehemalige Flachdecke nach. Die Ostwand des Westquerschiffes

zeigt außerdem noch die Spuren einer ehemals flacheren Neigung der Seitenschiffdächer. Wahrscheinlich hatten auch die Seitenschiffe ursprünglich Fenster. Ein Nachweis ist nicht zu erbringen, da die oberen Mauerteile der heutigen Außenmauern mit ihren Flachnischen gleich den Pilastervorlagen erst auf den Umbau gelegentlich der Einwölbung zurückgehen (Abb. 1 Bl. 4).

Über den Zugang von Westen im folgenden Absatz! Ob die Nordwand ursprünglich einen Eingang besaß, ist nicht erwiesen und wenig wahrscheinlich. Die Südwand durchbrach vom Kreuzgang her einst die porta alba, die „weiße Pforte“, anscheinend im ersten Pfeilerjoch des Langhauses (Walderdorff, S. 340). Ob vor dem Prachtportale, mit dem heute der Westflügel des Kreuzganges anschließt, dort früher ein bescheideneres bestanden hat, ist bisher nicht bekannt.

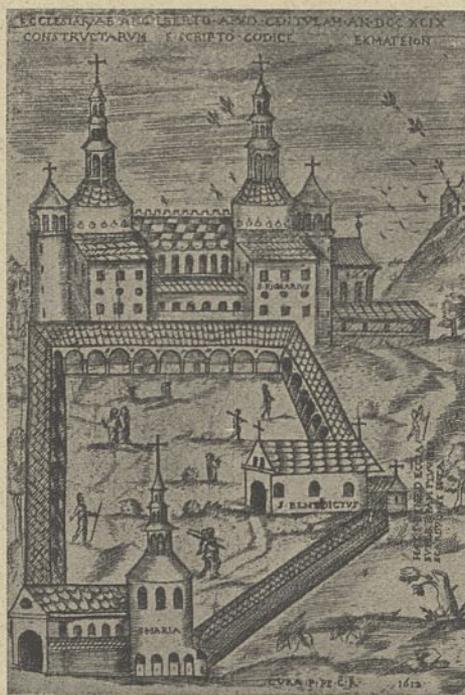
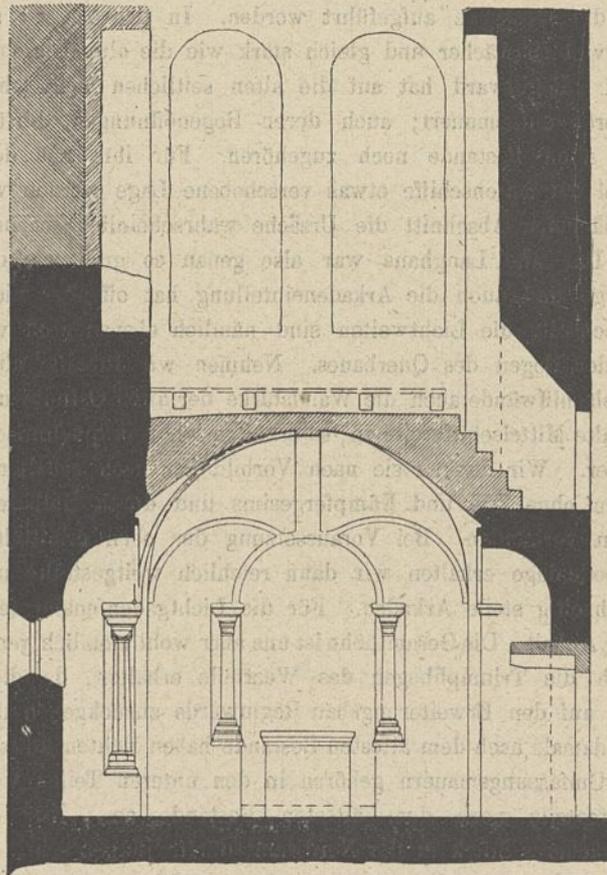


Abb. 10. Centula.

Aus einer Ortsangabe gelegentlich der Beschreibung einer späteren Deckenbemalung erfahren wir endlich, daß sich im Mittel des Langhauses ein Baptisterium befand, das wir sicher dem ältesten Baubestand zurechnen dürfen. Wir werden im II. Teile (VII, 2) darauf zurückkommen.

4. Vorhof, Torhalle und Türme. Als Westteile der heutigen Anlage fassen wir zusammen: Das Querschiff, den



Erhaltenes, ergänztes ursprüngliches, jüngeres Mauerwerk.

Abb. 11. Querschnitt durch die Magdalenenkapelle und das untere Turmgeschoß von St. Emmeram.



Abb. 12. Rekonstruktion der Magdalenenkapelle von St. Emmeram in Regensburg.

West- oder Dionysiuschor, die Wolfgangkrypta und den Turm mit seinen beiden gesonderten Räumen, dem Nebenraum der Krypta im Untergeschoß und der Magdalenenkapelle auf Höhe des Westchores. Alle diese noch ziemlich unveränderten Teile gehen nachweisbar auf den einen Bauabschnitt unter Abt Reginward zurück; bei der Weihe der Krypta im Jahre 1052 waren sie wohl im großen ganzen vollendet. Die vielumstrittenen Doppelnischen des Portales wurden damals als ein Fremdkörper in den Neubau miteinbezogen und zweckentsprechend verändert, wie wir das an späterer Stelle betrachten werden; nur mit dieser Einschränkung können wir auch den Portalbau Abt Reginward zuschreiben. Doch zunächst beschäftigen uns ohnehin nur die übrigen Teile.

Die Gesamtwirkung ihres Innenraumes ist äußerst glücklich; bei aller Großzügigkeit ist der Aufbau, die gegenseitige Eingliederung aber gleichzeitig so gänzlich außergewöhnlich und merkwürdig, daß man die Gesamtanlage noch niemals uneingeschränkt als das freie und ursprüngliche Werk eines einzigen Meisters angesprochen hat. Was man gefühlsmäßig spürte, glaubte man sachlich zu begründen, indem man lange Zeit Querschiff und Westchor zwei verschiedenen Bauzeiten zuschrieb: Krypta und Chor der urkundlich belegten Bautätigkeit Reginwards, das Querschiff aber einer solchen Kaiser Heinrichs des Heiligen um etwa ein Menschenalter früher.¹⁷⁾ Diesen Irrtum neuerdings zu widerlegen ist überflüssig, doch sei erwähnt, daß er auch niemals imstande war, die gefühlte Schwierigkeit überhaupt zu lösen: er erklärte weder den auffallenden Vorbau der Krypta ins Querschiff noch die ungewöhnliche Rechteckform des Westchores. Näher kam der Sache schon Walderdorff, der wenigstens die letztere Besonderheit dadurch wahrscheinlich machen wollte, daß er annahm, Reginward sei bei Anlage des Westchores den Grundmauern einer früheren Vorhalle gefolgt, die Walderdorff freilich an der Westseite des noch Kaiser Heinrich II. zugeschriebenen Querschiffes vermutete (Walderdorff S. 313). Auch diese Deutung scheidet daher am nachgewiesenen gleichzeitigen Ursprung aller heutigen Westteile.

17) Dehio und v. Bezold S. 209; B. Riehl, Denkmale frühmittelalterlicher Baukunst in Bayern S. 67; Walderdorff S. 311; vgl. auch H. Wagner S. 21.

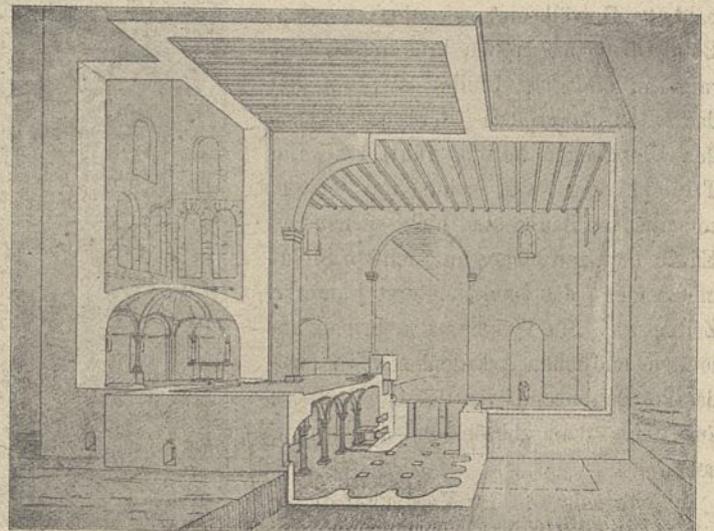


Abb. 13. Schnitt durch die teilweise ergänzten Westteile von St. Emmeram.

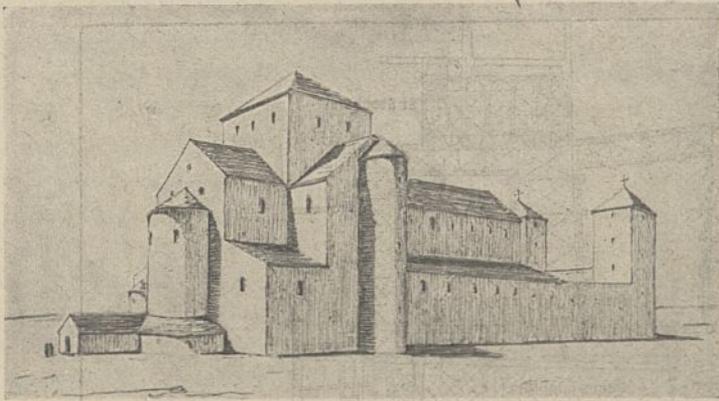


Abb. 14. Nordostansicht der Gründungsanlage (740 bis 790).

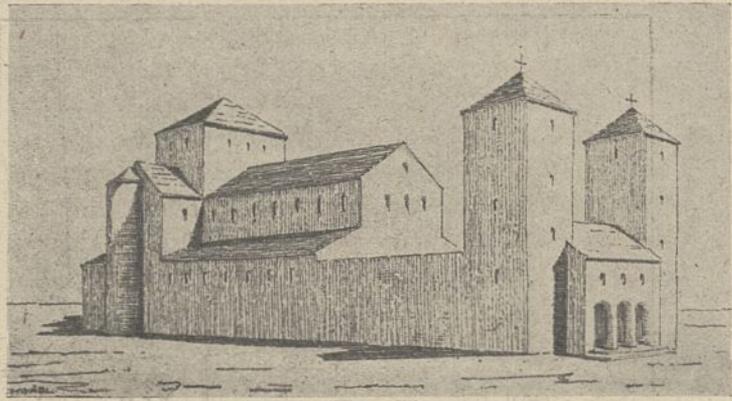


Abb. 15. Nordwestansicht

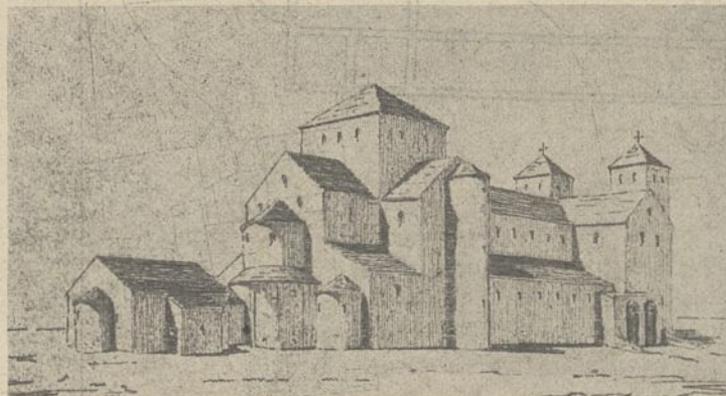


Abb. 16. Nordostansicht nach den Umbauten Ramwolds (978) u. Reginwards (1052).



Abb. 17. Nordwestansicht

Haben ältere Bauteile aber dennoch, wie das nach wie vor wahrscheinlich bleibt, die heutige Anordnung beeinflusst, dann konnten sie ja noch viel weiter zurückgehen bis auf die älteste Kirche. Über deren ursprünglichen Westabschluß aber hat man sich bisher wenig Rechenschaft abgelegt. Und doch schrieb Arnold zu St. Emmeram, der noch das alte Bild vor Augen hatte, von einem „atrium, quod huic (ecclesiae) adhaeret“, einem vorgelagerten Vorhof, und von einem „portarum introitus“, einer Torhalle (Arnoldus, de mir. s. Emmer. c. XI). Offenbar liegt hier die Lösung des Rätsels. Wir dürfen uns nur unter „atrium“ nicht eine „Vorhalle“ vorstellen. Das alte St. Emmeram besaß vielmehr wie andere frühe Basiliken nach dem Vorbild der alten Peterskirche in Rom einen westlichen Vorhof und eine besondere Torhalle. Reginwards quadratische Krypta aber steht im nachträglich ausgetieften, ehemals unbedeckten Mittelhofe, um den die nach innen offenen Hallen des Atriums herumgeführt waren. Nachdem seit dem 6. Jahrhundert das „Vorhaus“ der Kirche auch als Begräbnisplatz diente (Dehio und v. Bezold S. 88), so ist es sehr wohl möglich, daß man beim Umbau auf Gebeine stieß, in denen man, wie die Überlieferung erzählt, die geheimnisvoll berühmten Reliquien des hl. Dionysius gefunden zu haben glaubte.¹⁸⁾

Entwickeln wir nach dieser Annahme (Abb. 1 Bl. 3) über der vollen Breite der Kirche ein regelrechtes, d. h. quadratisches Atrium, dann finden wir in der Tat, daß das Quadrat der heutigen Wolfgangkrypta vom so gebildeten Viereck genau gleichlaufend umschrieben wird. Nehmen wir weiter an,

daß der heutige Westgiebel sich über den Grundmauern der einstigen inneren Umgrenzung des Atriumhofes erhebt, so erhalten wir für die nach innen offenen Hallen des Vorhofes Breitenmaße, denen gerade die Anordnung der heutigen Verbindungstüren von Querschiff und Seitenschiffen entspricht. Diese schon oben als ursprünglich beurteilten Eingänge liegen dann in den Achsen der Vorhofhallen. Offenbar ist das der Grund für ihre Verschiebung aus dem Mittel der Seitenschiffe! Reginward hat sich also bei seinem Erweiterungsbau in mehrfacher Hinsicht vom alten Bestande beeinflussen lassen. Die Rechteckform des Westchores und das Quadrat der Krypta erklären sich aus dem Quadrat des Atriumhofes, desgleichen der seltsame Vorbau der Krypta ins Querschiff. Wollte man an der schon in der alten Anlage geheiligten, durch den geheimnisvollen Reliquienfund vielleicht besonders geschätzten Stelle des Atriumhofes beim Neubau der Krypta festhalten und zugleich die Kirche um Querschiff und Westchor erweitern, so lag die tatsächlich gewählte Eingliederung nahe. Wir kommen auf die übrigen Bedingungen, die der Baumeister Reginwards zu erfüllen hatte, noch an anderer Stelle zurück. Hier genügt es zu bestätigen, was man bisher nur ahnte und fühlte, daß nämlich die heutigen Westteile die Gesetze ihrer Gestaltung nicht restlos in sich selbst tragen, sondern sich teilweise fremden Gedanken anpassen mußten. Und als diesen fremden Einschlag haben wir mit hoher Zuverlässigkeit die Gesetze der von uns gesuchten, ältesten Anlage ausfindig machen können.

Über das Aussehen des Vorhofes im einzelnen sind wir, solange nicht Grabungen Aufschluß geben, allerdings ganz auf Vermutungen angewiesen. Nach dem noch erhaltenen

18) Vgl. Mausoleum (4) S. 66 u. 93. Diese Dionysiusüberlieferung ist indessen heute als Legende bzw. als Fälschung Othlohs erkannt.

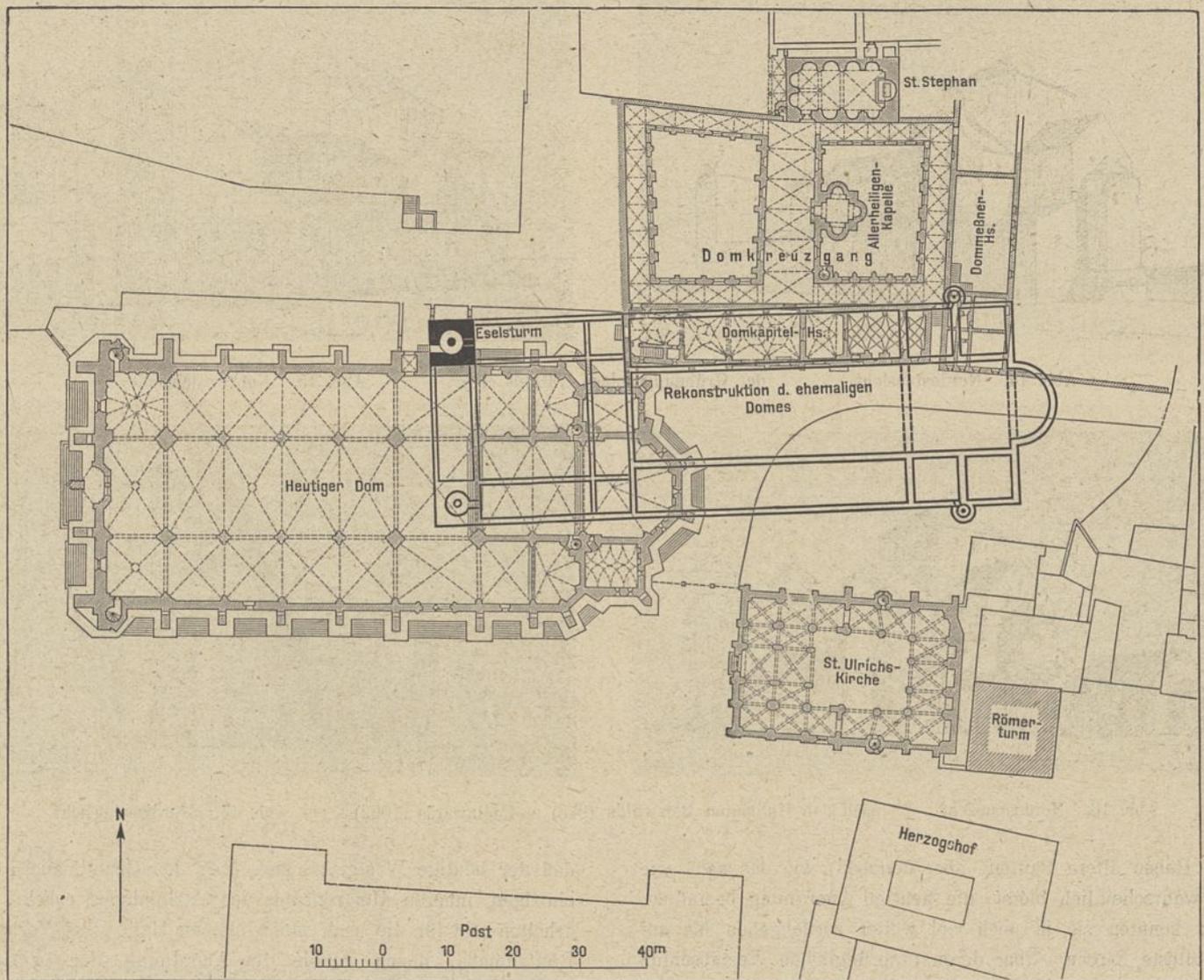


Abb. 18. Lageplan des Domes in Regensburg.

Beispiel einer merovingischen Torhalle in Lorsch¹⁹⁾ und nach dem Ausdrucke Arnolds „portarum introitus“ dürfen wir wohl an eine dreiteilige Eingangshalle denken. Für ihre Höhe haben wir in den mehrmals erwähnten Verbindungstüren der Seitenschiffe mit den Vorhofhallen anscheinend noch einen Anhaltspunkt. Grabungen werden insbesondere noch erweisen müssen, ob die Vermutung gerechtfertigt ist, nach der vorläufig beiderseits der Torhalle ein Wachturm angenommen ist. Nachrichten und bauliche Spuren fehlen hierüber bis heute zwar gänzlich; eine Reihe von Gründen machen eine solche Anlage aber gleichwohl wahrscheinlich.

Daß zu Reginwards Zeit sich über der Magdalenenkapelle ein Turm erhob, habe ich entgegen der bisherigen Ansicht kürzlich nachgewiesen (Text-Abb. 11 bis 13).²⁰⁾ Höchstwahrscheinlich war auch ein Südturm geplant, so daß sich bei voller Durchführung eine Anlage nach Text-Abb. 16 u. 17 ergeben hätte. Bei der starken Anlehnung des Umbaus im 11. Jahrhundert an den früheren Bestand, die wir schon mehrmals hervorgehoben haben, ließe sich auch bei der westlichen Turmanlage die Wiederaufnahme eines älteren Gedankens vermuten.

19) Adamy, Die fränkische Thorhalle und Klosterkirche zu Lorsch a. d. Bergstraße. Darmstadt 1891.

20) Die Magdalenenkapelle zu St. E. . . . Die christliche Kunst, München, XIII. Jahrg. 1917, S. 324.

Für sich allein wäre diese Begründung freilich völlig ungenügend. Nun wissen wir aber aus dem Bauplan von St. Gallen, daß einige Jahrzehnte später die Anlage zweier Wachtürme am Eingang zum Bestande einer vollständigen, großen Abteikirche gehörte. St. Gallen war allerdings doppelchörig geplant, und so ist der Vorhof dort ungewöhnlicherweise im Halbkreis um die Westapsis herumgeführt. Bilden wir den Gedanken zur gewöhnlichen Anordnung um, so erhalten wir das für St. Emmeram vermutete Bild.

Höchstwahrscheinlich ist nun der sogenannte Eselsturm an der Nordseite des heutigen, gotischen Domes in Regensburg der Nordturm einer derartigen Anordnung am ehemaligen Dome.²¹⁾ Diese noch im 8. Jahrhundert wahrscheinlich von Herzog Tassilo gegründete, wiederholt umgebaute und nach dem Brande von 1272 niedergelegte Kathedrale wurde vermutlich in starker Anlehnung an St. Emmeram errichtet; sie war indes größer, denn sie wird im Vergleich mit St. Emmeram als *ecclesia maior* bezeichnet. Leider ist dieses hochwichtige Denkmal bis heute völlig unerforscht, obgleich es sich durch Grabungen jedenfalls feststellen ließe. Denn der nachfolgende gotische Dom wurde weiter westlich errichtet und der Platz des romanischen Münsters ist bis heute größtenteils unbebaut

21) Vgl. über den ehemaligen Dom Walderdorff, S. 120 ff.

geblieben. Hierauf läßt sich mit Sicherheit aus der Lage des Domkreuzganges schließen (Text-Abb. 18). Der heutige gotische Kreuzgang steht nämlich getrennt vom Dome, aber an der Stelle des alten romanischen und er hat gerade in der vom heutigen Dome am weitesten entfernten Osthälfte noch sehr alte Teile bewahrt. Höchstwahrscheinlich lehnte sich dieser Kreuzgang ursprünglich an das nördliche Seitenschiff des vormaligen Domes, der somit weiter im Osten stand.

Nun zeigen die Aufnahmen, daß die Nordwand des Eselsturmes mit der Südwand des Kreuzganges ungefähr in einer Flucht liegt. Schon Hasak hat auf dieser Grundlage eine Nachbildung des romanischen Domgrundrisses versucht. Er denkt den Eselsturm als Nordturm eines Paares an der Westfront des Münsters und läßt dieses mit dem nördlichen Seitenschiff an den Kreuzgang anschließen.²²⁾ Diese Lösung ist ganz gewiß viel wahrscheinlicher als die mitunter auch schon ausgesprochene Vermutung, es sei der Eselsturm ohne jede planmäßige Verbindung mit dem alten Dome gewesen, wie derartige völlig getrennt stehende Türme aus romanischer Zeit allerdings bei der alten Kapelle und zu Obermünster in Regensburg erhalten sind. Allein nach Hasak hätte nur ein geringer Teil des Kreuzganges unmittelbaren Anschluß an den Dom besessen, gerade die ältesten Teile im Osten müßten auch hiernach ohne Anlehnung an die Kirche gedacht werden. Auch dieser Vorschlag bleibt somit unbefriedigend. Wollte man aber das alte Münster als einzigen Innenraum vom Eselsturm bis zum Ostende des Kreuzgangblockes ausdehnen, so käme man, da der Eselsturm weit abseits im Westen steht, auf eine ganz unwahrscheinlich große Kirche.

Die Schwierigkeiten lösen sich, sobald man zwischen Turm und Kirche einen Vorhof eingeschaltet denkt, wie wir das schon oben angedeutet haben. Der Eselsturm wäre also der nördliche Wachturm neben der Eingangshalle gewesen. Für diese Annahme besitzen wir noch weitere Stützen. Schon Walderdorff hebt hervor, der Turm sei mindestens nach drei Seiten freigestanden. Sodann haben Grabungen gelegentlich des Anbaues einer Kellertreppe schon vor langer Zeit ein angrenzendes Portal erwiesen. Leider fehlen alle näheren Angaben über dessen genaue Lage und Verbindung mit dem Turme. Immerhin kann an einen Überrest der Torhalle gedacht werden.²³⁾ Endlich besitzt der Eselsturm eine höchst altertümliche Schneckenstiege, und Ähnliches scheint ja auch der Plan von St. Gallen für die Wachtürme anzudeuten. Der alte Eingang, völlig unter dem heutigen äußeren Gelände, aber ungefähr in gleicher Höhenlage mit dem Domkreuzgang, weist, wie ich feststellen konnte, nach Osten. Endlich haben wir noch einen m. E. sehr verlässigen Anhaltspunkt in einer bisher verkannten Westansicht des einstigen Domes im Regensburger Stadtsiegel vom Jahre 1251 (Text-

22) M. Hasak in „Die christliche Kunst“. München, XI. Jahrgang, Abb. S. 128.

23) Vgl. Fr. J. Denzinger, Der sog. Eselsturm im Dom zu R. Verhandl. d. hist. Ver. v. O. und v. R. Bd. 28, S. 213 ff.

Abb. 19).²⁴⁾ Dieser sehr geschickt geschnittene Stempel von 84 mm Durchmesser zeigt nicht „innerhalb der Stadtmauer den nimbierten hl. Petrus mit Schlüssel und Buch in den Händen unter einer reichbetürmten Zierarchitektur auf seiner Domkirche thronend“; die sehr glückliche Anordnung zeigt vielmehr das tatsächliche damalige Wahrzeichen der Stadt, die ehemalige Kathedrale! Ihr Patron St. Peter thront zwischen den Westtürmen des Vorhofes auf der Torhalle, und oberhalb sehen wir, deutlich getrennt von den einzeln stehenden Türmen, die Westansicht der Kirche: ein Querschiff mit verzeichneten Giebeln und einen Vierungsturm. Unzweifelhaft ist hier, wenn auch in dekorativer Freiheit, ein wirkliches Denkmal dargestellt, das bezüglich der Westanlage genau mit unseren Schlüssen übereinstimmt.²⁵⁾

Der ehemalige Dom St. Peter besaß also — wir können fast sagen sicher — einen von offenen Hallen umzogenen Vorhof mit zwei Türmen an der Stirnseite. Nun waren aber zur Zeit der Domgründung die Bischöfe zugleich Äbte von St. Emmeram. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß die dortige ältere Kloster- und ursprüngliche Kathedralkirche für die neue Bischofskirche innerhalb der Stadt als Vorbild gedient hat. Wir werden später noch neue Anhaltspunkte hierfür finden. Hier sei nur erwähnt, daß wir bei Annahme eines auch zu St. Peter quadratischen Vorhofes aus dessen durch den Turm und das Westende des Kreuzganges ziemlich sicher bestimmtem Seitenmaß auf genau dieselbe Breite der Kirche geführt werden, wie sie St. Emmeram aufweist. Da liegt es denn nahe, aus der höchstwahrscheinlich sehr treuen Nachbildung auch auf das Vorbild wieder zurückzuschließen und dessen völlig veränderten Vorhof nach den besser erhaltenen Resten zu St. Peter zu ergänzen.

Schließlich werden wir im zweiten Teile sehen, daß die Hirsauer Bauschule neben Cluny auch sehr stark von St. Emmeram beeinflusst war, was man bisher nicht vermutet hat. Da diese Schule gerade auch den Vorhof mit westlichem Turmpaar wieder aufnimmt, so ist auch hierin noch ein gewisser Anhaltspunkt für den ursprünglichen Baubestand St. Emmerams zu erblicken. Bleibt somit zwar eine endgültige Bestätigung noch abzuwarten, so genügen die zahlreichen Anzeichen doch vollauf für die Aufstellung einer ganz bestimmten Vermutung über das Bild der alten Westteile.

24) Aus „Das Rathaus zu Regensburg“, Prachtband. Regensburg 1910, Verlag Habel, S. 122; S. 123 die oben hierzu angeführte Erläuterung von Otto Hupp.

25) Das abgebildete Querschiff zeigt allerdings nicht die vermuteten Treppentürme. Indes St. Peter war zumindest in der Spätzeit doppelchörig, wie Endres nachgewiesen hat („Zur Geschichte des Domes in Regensburg“, Christliche Kunst. München. XI. Jahrg., S. 229 ff.), und so ist zunächst zu sagen, daß der auf dem Siegel abgebildete Bestand die Westseite der Kirche und damit ähnlich wie zu St. Emmeram vielleicht einen jüngeren Bauteil darstellen wird. Aber auch bei Voraussetzung einer ursprünglichen Doppelchoranlage besagt die Abbildung des letzten Bestandes noch nichts Endgültiges über das Aussehen in älterer Zeit oder am Ostteil.



Abb. 19. Siegel vom Jahre 1251.

5. Kloster und Georgkapelle. Die Baugeschichte des Klosters ist bisher nur bei Walderdorff und auch da nur in großen Zügen behandelt worden (Walderdorff S. 366ff). Hier soll nur so weit darauf eingegangen werden, als es die Baugeschichte der Kirche verlangt. Die ältesten, noch erhaltenen Räume, Küche und Zehrgaden, schließen sich nach bekannter Klosterbausitte an den Westflügel des Kreuzganges an. Dieser Bau stößt heute ganz unregelmäßig ans Querschiff; auch nicht einer seiner Mauerzüge setzt sich im Kirchengrundriß fort, ja bei dem Anschluß des Kreuzganges an den südlich ausladenden Querschiffflügel finden wir zwei starke Mauern nebeneinander. Dergleichen träfen wir sicherlich nicht, wenn der Klosterbau der jüngere Bestandteil wäre. Die späten Formen des Kreuzganges sind als Ersatz einer sehr viel früheren Anlage zu denken; für das sehr hohe Alter des ganzen Westflügels spricht die Gestaltung der genannten Nutzbauten, in denen noch sehr alte, recht seltsame Säulen stehen. Wenn dieser Westflügel des Klosters aber älter ist als das Querschiff, dann setzt er vor dessen Errichtung einen größeren Bau vor dem Westgiebel der alten Kirche voraus, an den er sich anlehnen konnte. Bei Annahme einer einfachen Vorhalle läßt sich eine solche Lösung weniger gut denken,²⁶⁾ als bei der eines von Hallen umschlossenen Vorhofes. Auch in der Klosteranlage dürfen wir daher eine Bestätigung unserer Schlüsse sehen.²⁷⁾

Das rechtwinklig angelegte, alte Kloster steht jedoch schräg zur Kirche, so daß der Kreuzgang ein Trapez bildet (Text-Abb. 1). Auch diese Besonderheit ist von Belang. Sie läßt auf ungleiches Alter und zwar auf spätere Entstehung der Kirche schließen, wenn nicht eine Ausnahme vorliegt; denn ein Wechsel der Kirchenachsrichtung bei Neu- und Umbauten, dieses trotz großer Bedeutung bis heute ungelöste Rätsel, kommt im Mittelalter nicht selten vor.²⁸⁾ Haben wir aber soeben das hohe Alter der Kirche erwiesen, so haben wir auch schon vorher betont, daß das älteste Kloster gar nicht im Anschluß an diese Emmeramskirche, sondern an die des Märtyrers Georg errichtet wurde. Bei der Absteckung der Emmeramskirche wich offenbar Gaubald von der Richtung der Georgskapelle gegen Südost hin ab; bei Erweiterung der Klostergebäude aber richtete man sich nach dem seinerzeit bestehenden ältesten Teil, der ursprünglich im rechten Winkel zur Georgkapelle erbaut worden war. Die Trapezform des Klosters wird somit zum baulichen Nachweis einer einst unterschiedlich zur Emmeramskirche geosteten Georgkapelle.

Genauere Aufnahmen zeigen überdies in dem als Georgkapelle überlieferten südlichen Nebenschiffchor merkliche Unregelmäßigkeiten (Abb. 3 Bl. 3). Die Südwand ist zur Achse der

26) Eine solche Lösung jedoch z. B. in Alpirsbach, vgl. Mettler, Die beiden romanischen Münster in Hirsau usw. Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte, 1915, S. 112.

27) In der Regel (auch im Bauriß von St. Gallen) lag zwischen Kirche und Westflügel das Parlatorium, der Klosterzugang. Den Hauptteil dieses Raumes hat später das südlich ausladende Querschiff verbaut.

28) Vgl. den jüngsten, zumindest aber nicht allgemein gültigen Lösungsvorschlag bei M. Hasak, Kirchenbau des Mittelalters, 1913, Handbuch der Arch. S. 108. Dagegen z. B. Heinr. Wehner, Über die Kenntnis der magnetischen Nordweisung im frühen Mittelalter, in „Das Weltall“, 1905, Heft 18—20 (Treptow-Sternwarte).

Emmeramskirche gegen Nordost verdreht, ihr Anschluß an den ursprünglichen Querbau liegt etwas hinter der sonstigen Innenflucht der südlichen Außenmauer zurück. Das ist nicht etwa Ungenauigkeit! Daß älteste Reste der Georgkapelle noch stünden, ist zwar nicht anzunehmen, die heutige Apsis stammt sogar erst aus dem Barockumbau. Das beweist die erst bei diesen Untersuchungen wieder bekannt gewordene Gruft (Abb. 3 Bl. 4).²⁹⁾ Daß früher ein mit der Emmeramskirche nicht gleichlaufender Bau hier stand, das zeigen auch deutlich die Winkelverschiedenheiten im anschließenden Kreuzgang, der gerade an dieser Stelle die ältesten Teile seines heutigen Bestandes aufweist. Spätere Umbauten der Kirche haben die Unterschiede anscheinend ausgleichen sollen, haben sie aber nicht völlig aufheben können. Ihre Spuren reichen aus, die Überlieferung zu bestätigen, daß an dieser Stelle einst das erste Kirchlein, die Georgkapelle gestanden hat.

6. Gesamtanlage und Gründungszeit. Das älteste Bild der Emmeramskirche läßt sich somit noch überraschend vollständig nachweisen (Abb. 1 Bl. 3, Abb. 1—6 Bl. 5, Abb. 1 Bl. 6 u. Text-Abb. 14, 15, 20). Wir kommen auf eine dreischiffige Pfeilerbasilika von sieben Jochen und mit Emporen in einem östlichen über die Seitenschiffe nicht ausladenden Querbau, von einem Mittelsturm überragt. An den Giebeln des Querschiffes vermuten wir Treppentürme. Die Seitenschiffe enden mit der Queranlage; das Mittelschiff ist mit einem besonderen Chorraum nach Osten verlängert, so daß ein lateinisches Kreuz entsteht. In der Ostwand finden wir eine hohe, schmale Apsis, eingeschnürt vom außen herum geführten Halbiring der Krypta und von drei Fensterchen durchbrochen. Die Ostwand zeigt weiter zwei kreisrunde Fenster hoch im Raum, ein gleiches besaß wohl der ursprünglich flache Giebel. Die tonnenüberwölbte Krypta öffnet sich in einer Nische mit einer Art „fenestella“ gegen den Steinsarg des Heiligen im Apsisscheitel; über Stufen steigt man beiderseits der Apsis unter der Ostwand zur Krypta hinab, ein weiterer Zugang öffnet sich in einem Vorbau von Osten her.

Diesen Haupträumen der Kirche ist links vom Mittelschiffchor die Sakristei angegliedert; an der Gegenseite vermutlich nur lose die noch selbständige Georgkapelle. Westlich ist ein quadratischer hallenumschlossener Hof vorgelagert; aus seinem Ostflügel führen drei Eingänge in die drei Schiffe der Kirche; an der Westseite öffnete sich höchstwahrscheinlich zwischen zwei Türmen die Torhalle.

Diese klare, großzügige Anlage macht durchaus den Eindruck einheitlicher Planung. Unverkennbar fällt auch eine wohlüberlegte Gesetzmäßigkeit der Anlage auf. Der Vorhof war, wie wir annehmen dürfen, aus dem Quadrat ent-

29) Die lichten Maße der Gruft sind gleich denen der Apsis; sie kann daher nicht erst nachträglich eingebaut sein. Wände und Gewölbe in Ziegel, alles ohne Putz, nie auf dauernde Zugänglichkeit berechnet. In der Südwestecke von Nord nach Süd liegend zwei ummauerte Säрге. In dem einen ruht Abt Anselm Godin, im anderen wahrscheinlich der Abt Joh. Bapt. Kraus nach der Inschrift eines Grabmales an der Südwand des südlichen Nebenchores. Die gleiche Tafel ehrt allerdings auch den Namen des Abtes Frobenius Forster. Unter Abt Anselm Godin (1725—1742) erfolgte der Barockumbau (1731—1733) bei dem Anselm diese Gruft offenbar zu Lebzeiten für sich herstellen ließ. Das Mausoleum berichtet von ihm (4, S. 576): „Seine Grabstatt bekam er unweit des alten Grabs S. Emmerami, in der kleinen Gruft in S. Georgii-Capellen, unter dem heiligen Creutz-Altar.“

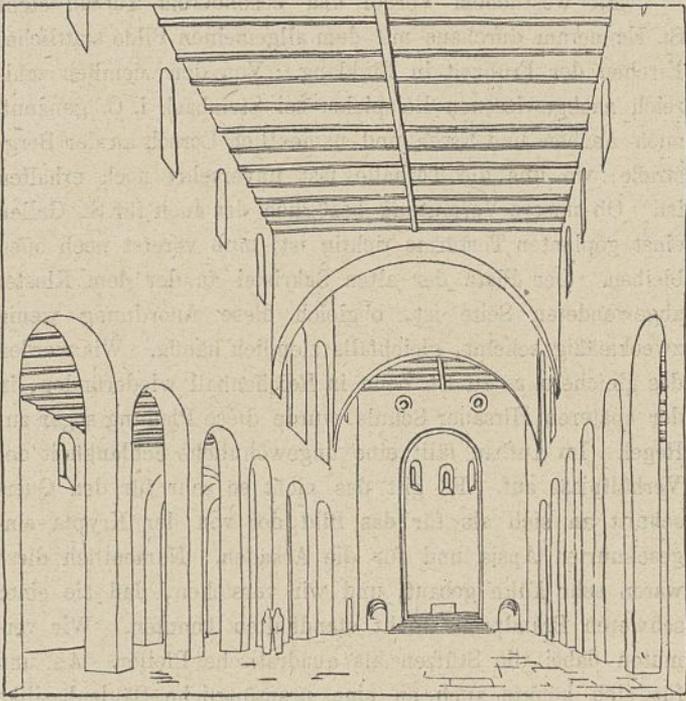


Abb. 20. Ältester Bestand. Blick nach Osten.

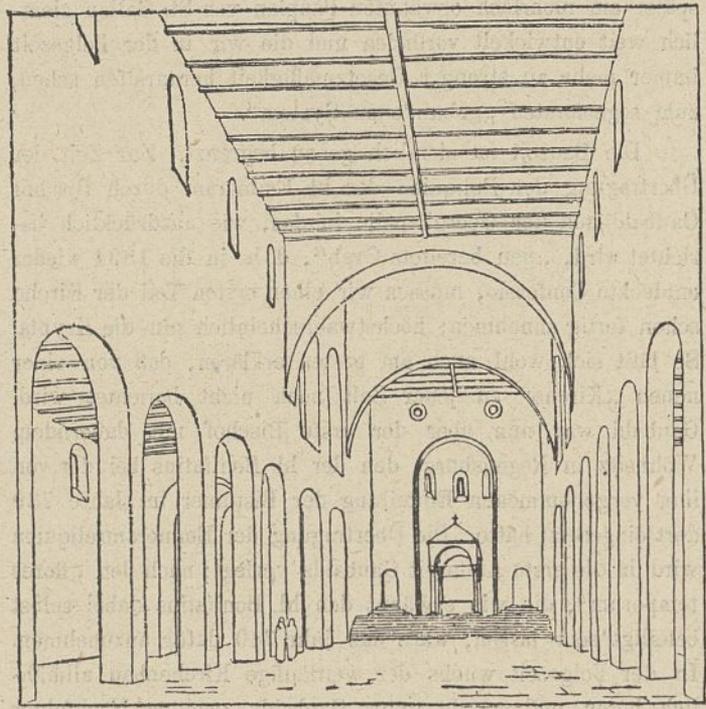


Abb. 21. Bestand nach den Umbauten Tutos und Ramwolds (nach 900, bzw. 978).



Abb. 22. Blick nach Osten.

Baubestand nach 1166.



Abb. 23. Blick nach Westen.

wickelt; am Grundriß der Kirche selbst aber begegnet uns mehrmals das genau eingehaltene, einfache Zahlenverhältnis 2:3 (Abb. 1 Bl. 3). Gesamtbreite zu Gesamtlänge (Langhaus und Querbau) stehen in diesem Verhältnis, ebenso Länge und Breite der Querbauflügel und ebenso Länge und Breite des Altarhauses; und zwar in allen Fällen mit Einrechnung der zugehörigen Mauerstärken.³⁰⁾ Daneben ist das Lichtmaß der Seitenschiffe genau gleich der Hälfte der lichten Breite des Mittelschiffes. Im Gegensatz zum späteren „gebundenen“ lateinischen Kreuz ist die Vierung nicht quadratisch und auch nicht als Einheit der Planung zugrunde gelegt. Die

30) Auch der Querschnitt scheint diesem Verhältnis nahe zu kommen.

Gesamtanlage ist überhaupt nicht durch Aneinanderreihung von Einzelgliedern des Innenraumes aufgebaut. Wir finden vielmehr einen Grundriß, bei dem gerade umgekehrt aus den nach einem einfachen Zahlenverhältnis angeordneten Gesamtaußenmaßen die innere Teilung durch einfachen Rückschluß ermittelt wird. Gerade die Art, wie das Altarhaus im gleichen Verhältnis der Abmessungen wie die Querbauflügel sozusagen als östlicher Flügel des Mittelturmes entwickelt ist, läßt aber dennoch schon im Grundriß den vom Zentralgedanken beeinflussten Aufbau des Ostteiles der Kirche erkennen. Augenfällig stellt diese Art eine bedeutsame, grundsätzlich verschiedene und weit niedrigere Stufe einer Grundrißlösung dar, als jene, die wir schon rund 80 Jahre

später am mehrfach erwähnten Bauplan von St. Gallen ziemlich weit entwickelt vorfinden und die wir in der Folgezeit immer mehr zu strenger Gesetzmäßigkeit heranreifen sehen, zum sogenannten „gebundenen System“.

Die Bauzeit ist ziemlich genau begrenzt. Zur Zeit der Übertragung der Reliquien des hl. Emmeram durch Bischof Gaubald aus der Georgkapelle in das, wie ausdrücklich berichtet wird, „neu bereitete Grab“, d. h. in die 1894 wieder entdeckte Confessio, müssen wir einen ersten Teil der Kirche schon fertig annehmen; höchstwahrscheinlich nur die Krypta. So läßt sich wohl auch am besten erklären, daß von einer neuen „Kirche“ zu jener Zeit noch nicht berichtet wird. Gaubald war nun aber der erste Bischof mit dauerndem Wohnsitz in Regensburg, den der hl. Bonifatius bei der von ihm vorgenommenen Einteilung der Bistümer im Jahre 739 dort eingesetzt hatte. Die Übertragung der Emmeramreliquien wird in die erste Amtszeit Gaubalds verlegt; nach den „fiores temporum“, die wie erwähnt den hl. Bonifatius dabei selbst beteiligt sein lassen, wäre das Jahr 740 dafür anzunehmen. In der Folgezeit wuchs der weitläufige Kirchenbau allmählich heran und wurde unter Gaubalds zweitem Nachfolger Sindbert (768—791) mit Unterstützung Karls des Großen (um das Jahr 783?) vollendet. Wir kommen somit auf eine vergleichsweise keineswegs lange Bauzeit von 40—50 Jahren und schreiben den Entwurf noch der ersten Hälfte des 8. Jahrhunderts zu.

Da bedürfte es denn kaum mehr der besonderen Nachricht, die den hl. Bonifatius mit der Übertragung der Emmeramreliquien und damit mit der ersten Weihe der Kirche in Zusammenhang bringt. Wir gehen mit der Annahme gewiß nicht fehl, es sei der hl. Bonifatius dem Bau der Kirche nahe gestanden. Dieser große, tatkräftige Bischof, der in Regensburg den Bischofstuhl errichtete, hat sicherlich auch den Bau einer würdigen Kathedrale als besonders wichtigen Teil seiner Sendung betrachtet. Wir dürfen St. Emmeram, wo der älteste Sitz der Regensburger Bischöfe war, somit als Gründung des hl. Bonifatius ansehen. Und diese Bischofskirche stellt sich als ein Bauwerk von solch überragender Großartigkeit dar, daß alle bisherige Erwartung und Mutmaßung bei weitem übertroffen wird.

B. Kunstgeschichtliche Stellung.

I. Entwicklungsfragen der altchristlich-romanischen Übergangszeit.

1. Vorbemerkungen und minder wichtige Einzelheiten der Kirche St. Emmeram. Nach Zeit und Art ist diese Kirche eines der wertvollsten Baudenkmäler des frühen Mittelalters überhaupt. Sie steht mit Abstand zumal an der Spitze aller bis heute nachgewiesenen und in solchem Umfange bis heute noch erhaltenen, großen Basiliken jener Zeit. In einer ganzen Reihe von Punkten kommt ihr außerordentliche Bedeutung zu. Das gilt vor allem hinsichtlich der Krypten- und Apsisanlage und bezüglich des Querbaues, bzw. der Grundrißlösung des lateinischen Kreuzes. Erst nach der Würdigung dieser Fragen werden wir den Gesamtbau richtig einschätzen können. Doch schicken wir diesen Sonderuntersuchungen vorerst die Besprechung einiger Einzelheiten voraus.

Mit westlichem Vorhof und besonderem Torbau steht St. Emmeram durchaus mit dem allgemeinen Bilde stattlicher Kirchen der Frühzeit in Einklang. Von den ziemlich zahlreich nachgewiesenen Beispielen sei Steinbach i. O. genannt, auch Aachen und Essen und namentlich Lorsch an der Bergstraße, wo uns die Torhalle fast unversehrt noch erhalten ist. Ob unsere Vermutung bezüglich der auch für St. Gallen einst geplanten Tortürme richtig ist, muß vorerst noch offen bleiben. Der Platz der alten Sakristei an der dem Kloster abgewendeten Seite ist, obgleich diese Anordnung wenig zweckmäßig scheint, gleichfalls ziemlich häufig. Wir werden das gleiche u. a. zu St. Zeno in Reichenhall wiederfinden, in der späteren Hirsauer Schule wurde diese Planung sogar zur Regel. Im Aufbau fällt eine ungewöhnliche Schlankheit der Verhältnisse auf. Es gilt das nicht so sehr für den Querschnitt an sich als für das Bild der von der Krypta eingeschnürten Apsis und für die Arkaden. Namentlich diese waren sehr kühn gebaut, und wir verstehen, daß sie einer schweren Brandprobe nicht standhalten konnten. Wir vermuten dabei die Stützen als quadratische Pfeiler. An und für sich könnte auch an eine ursprüngliche Säulenbasilika gedacht werden. Nachdem in der Folgezeit im ganzen Nachbargebiet der Pfeiler jedoch bei weitem vorherrscht, nachdem Säulen schwerer zu beschaffen gewesen wären und selbst bei einfachster Behandlung immerhin einige, sonst am Bau geradezu ängstlich vermiedene Zierglieder verlangt hätten, so scheint die Ausführung von Pfeilerarkaden gewiß zu sein. Nun entstand der Entwurf dieser Anlage aber sicherlich nicht in Regensburg, und so wäre denkbar, daß im allgemeinen Plane an Säulen gedacht war und daß ihr Ersatz durch Pfeiler vom Tiefstand der örtlichen technischen Leistungsfähigkeit bedingt wurde; ähnlich könnte man auch den völligen Mangel an Schmuckgliedern zu erklären suchen. Andererseits bestätigt aber der Bau gerade durch diese Armut an Zierat jene allgemeine Beobachtung, es sei „den schöpferischen Zeiten, in denen neue Gedanken entstehen, eigentümlich, daß man das Ziel mit geringen Mitteln zu erreichen sucht, daß man sich nur mit den großen Linien begnügt, die das gewollte Bild umreißen, ohne aufs Einzelne einzugehen.“³¹⁾ In konstruktiver Beziehung ist diese frühe Anlage recht wohl überlegt. Die Mauer der Apsis ist mit Rücksicht auf das hochliegende Gewölbe wesentlich stärker als das übrige Hochmauerwerk; ähnlich das Mauerwerk der Querbaufügel, woraus wir ja auf den Hochbau schließen. Auf starken Mauern sind ferner die wohl in Gußmauerwerk ausgeführten Tonnen der Krypta und des östlichen Eingangs gelagert. Die sonstigen Mauern sind verhältnismäßig schwach und die Giebelmauern dabei nicht stärker als die übrigen. Bei den sicherlich nur ziemlich flachen Giebeln kann eine stärkere Belastung im Vergleich mit den Tragmauern der Balkendecke auch tatsächlich nicht in Betracht kommen. Über die wichtigen Einzelheiten der Mauertechnik läßt sich zurzeit, solange dicke Putzschichten den Kern umhüllen, kein Urteil fällen; hierüber Klarheit zu schaffen muß einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben.

Wenden wir uns nunmehr den Hauptfragen des Baues im besonderen zu.

31) A. Matthaei, Deutsche Baukunst im Mittelalter. Leipzig 1912 (3. Aufl.), S. 38.

2. Die Emmeramskrypta und die Ursprungsfrage des Chorumganges und Kapellenkranzes.

a) Verwandte Krypten. Sehr wichtig ist vor allem die Krypta. Nur zwei unmittelbar ähnliche, noch bestehende Anlagen sind bisher diesseit der Alpen nachgewiesen: nämlich die Krypta des hl. Luzius in Chur aus dem 6.³²⁾ (Text-Abb. 27) und die des hl. Ludger in Werden a. d. R. aus dem 9. Jahrhundert (Text-Abb. 26).³³⁾ Erst jetzt, nachdem die Emmeramskrypta in ihrer ursprünglichen Form erkannt ist, ist es möglich sie endgültig einzureihen.

Sie unterscheidet sich in einem höchst wichtigen Punkte von den genannten Beispielen und auch von allen übrigen verwandten, bis heute bekannt gewordenen altchristlichen Anlagen, sofern ihr Halbring außerhalb der Apsis herumgeführt ist. Von dieser Besonderheit, auf die wir zurück-



Abb. 24. S. Apollinare in Classe.

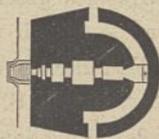
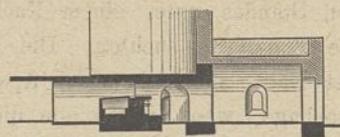
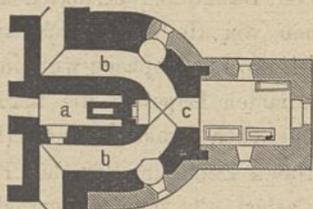


Abb. 25. S. Prassede in Rom.



Längenschnitt.



Grundriß.

Abb. 26. Ludgerus-Krypta in Werden.
a Grabkammer (confessio), b porticus,
c ingressus.
(Nach Effmann.)

kommen werden, abgesehen, gilt auch für sie Dehios und v. Bezolds

knappe Schilderung dieser Gattung: „Ein enger, nicht viel mehr als mannshoher Gang, bald in der Tonne überwölbt, bald nur mit Steinplatten gedeckt, läuft [innerseits] an der Grundmauer der Tribuna, von welcher aus ein gerader Stollen (in der Längsachse des Gebäudes) auf die Grabkammer hin abzweigt.“ (Dehio u. v. Bezold I. S. 182.) Nach Effmann ist die Entstehung dieser Halbringkrypten nach Zeit und Ort noch nicht völlig gesichert. Die Anlage von St. Peter in Rom läßt sich nach Dehio und v. Bezold zeitlich nicht sicher bestimmen, de Rossi schreibt sie dem frühen 4. Jahrhundert zu.³⁴⁾ Das eine oder andere Beispiel in Ravenna mag nach dem Urteil der vorgenannten Forscher noch dem 5. Jahrhundert angehören (S. Pietro maggiore, S. Giovanni Evangelista, S. Agata), als solches des 6. mag S. Apollinare in Classe (Text-Abb. 24) gelten. Die Krypten zu SS. Quatro Coronati, S. Cecilia, S. Prassede in Rom (Text-Abb. 25) sind ungefähr in der Zeit um 800 entstanden. Diese südländischen Beispiele zeigen entweder eine einfache, nur gegen den Scheitel des Halbringes durch eine „Fenestella“

32) W. Effmann, Die St. Luziuskirche zu Chur (Zeitschrift für christliche Kunst. Düsseldorf 1895).

33) W. Effmann, Die karolingisch-ottonische Baukunst in Werden, Band I. Straßburg 1889.

34) de Rossi, Inscriptiones christianae urbis Romae septimo saeculo antiquiores. Vol. II, Pars I, S. 193. Rom 1888.

geöffnete Confessio wie etwa S. Apollinare in Classe oder eine größere, auch aus dem Mittelraum der Kirche zugängliche Grabkammer wie S. Prassede. Mit dieser letzteren Art stimmen Werden und Chur überein, die erstere Anordnung wiederholt St. Emmeram. Die südländischen Beispiele zeigen überwiegend an der Grundlinie des Halbringes Eingänge, die rechtwinklig nach den Seitenschiffen zu abgebogen sind. Dieser Art kommt Werden am nächsten. In Regensburg wurden erst nachträglich die Zugänge in die jetzigen Nebenchöre verlegt; ursprünglich führten sie in gerader Fortsetzung ins Mittelschiff, und ähnlich war es wohl auch in Chur, wo die Kirche vielleicht einschiffig war. Südlich der Alpen findet sich diese Anordnung seltener; beispielsweise sei S. Apollinare nuovo genannt.³⁵⁾ Chur steht bis heute allein durch seinen nicht halbkreisförmigen, sondern im Vieleck gebrochenen Umgang. Gemeinsam unterscheiden sich die drei nördlichen Beispiele durch einen gegenüber der Grabkammer im Scheitel des Halbringes vorgelagerten, besonderen Raum.³⁶⁾ Hierauf sei Gewicht gelegt, da wir noch bei einem anderen, schon weiter entwickelten Bauwerk darauf zurückkommen werden.³⁷⁾

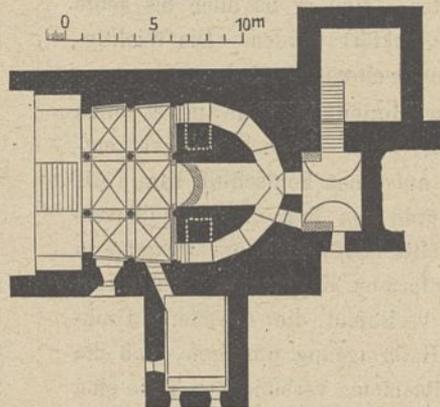


Abb. 27. St. Luziuskirche in Chur, Grundriß der Krypta, des Turmes und der Annakapelle.

(Nach Zeitschr. f. christl. Kunst 1895.)

Sicherlich bestanden ja früher auch diesseit der Alpen noch mehr derartige Anlagen. Schon Schnerich hat für den ehemaligen Dom in Salzburg den Bestand einer Halbringkrypta auf Grund alter Nachrichten wahrscheinlich gemacht³⁸⁾ und die weitgehende, bisher nicht beachtete, sonstige Ähnlichkeit dieses Baues mit St. Emmeram, die wir noch nachweisen werden, läßt an der Rich-

tigkeit der Grundzüge seiner Vermutung gar nicht zweifeln.

Nummehr wollen wir den höchst wichtigen, schon oben genannten Unterschied St. Emmerams von allen übrigen Beispielen genauer betrachten, das Verhältnis der Krypta zur Apsis. Der Halbring läuft hier außerhalb der Apsis als ein besonderer, über ihren Fußboden in seinem Lichtmaß noch emporragender Vorbau herum, und seine Eingänge liegen in der Ostwand des Mittelschiffchores. Diese Anlage ist somit ebenso Krypta wie Chorumgang.

b) Die Herleitung des Chorumganges. Die Emmeramskrypta, bis heute das einzige Beispiel solcher Art, weist daher m. E. einen sehr deutlichen Weg in der bisher keineswegs restlos erklärten Frage nach der Herkunft des Chorumganges überhaupt. Und doch handelt es sich hier um einen Gedanken, der bereichert um den Schmuck des

35) Grundriß bei A. Essenwein, Handbuch der Arch. II, 3. Band, 1. Hälfte, S. 72.

36) Noch Effmann hielt den Verbindungsgang zwischen Emmeram- und Ramwoldkrypta für nachträgliche Zutat; vgl. Zeitschrift für christl. Kunst 1895, S. 383.

37) St. Michael zu Hildesheim, vgl. S. 91.

38) A. Schnerich, Neue Beiträge a. a. O. Grundrißrekonstruktion zu S. 214, Tafel I.

Kapellenkranzes sich als besonders fruchtbar für die mittelalterliche Baukunst erwiesen hat. Freilich die Emmeramskirche als solche hat bei dieser Entwicklung anscheinend keine Rolle gespielt; es wurde vielmehr schon erwähnt, und wir werden es im zweiten Teile genauer verfolgen, wie dieser Keim sich hier im Gegenteil zurückgebildet hat. Aber diese Kirche war sicherlich nicht das einzige Beispiel solcher Bauart. An der Abteikirche in Werden, wo doch die Halbringkrypta innerhalb der Apsis liegt, zeigt die Außenmauer oberhalb des Umgangs eine zweifache, starke Zurücktreppung (Effmann, S. 154 ff.). Hierin verrät sich deutlich die Erinnerung an damals öfter gesehene Bilder solcher Art, wie wir eines zu St. Emmeram nachgewiesen haben, wie sie entstehen, wenn kurz gesagt Apsis und Krypta in basilikalem Aufbau entwickelt werden. Chorumgang und Kapellenkranz begegnen uns in Deutschland an romanischen Kirchen nur ganz vereinzelt; häufig werden sie erst in gotischer Zeit. Doch da wird der Gedanke als reife Frucht von Frankreich übernommen. Aber auch dort, wo er sich offenbar entwickelt hat, ist sein Ursprung lange völlig dunkel gewesen, da verlässige Vorstufen fehlten. Und er ist auch bis heute meines Wissens nicht restlos geklärt worden. Die Wichtigkeit der Frage rechtfertigt ein weiteres Ausholen.

Den richtigen Weg zur Herleitung hatte m. E. einst G. v. Bezold eingeschlagen³⁹⁾, wenn er auch mangels entscheidender Beispiele zuletzt auf einen Fehlschluß kam. Als sachlicher Ausgangspunkt wurde von ihm die Reliquienverehrung angesehen und als Mittelstufe eine überwiegend in Frankreich verbreitete, hallenförmige Kryptenart. Bei dieser wird ein Mittelraum, nach v. Bezold die erweiterte Grabkammer, derart von einem Halbringgang umzogen, daß die beiden mehr oder minder mitsammen verbundenen Teile eine gemeinsame Unterkirche bilden. Diese Anlage sei aus der altchristlichen entstanden, indem die Trennungswand zwischen Krypta und Confessio mehr und mehr durchbrochen wurde, damit die vorüberziehende Menge den Sarkophag betrachten, vielleicht berühren konnte, ohne die Grabkammer selbst zu betreten. Nachträglich sei dann diese Anordnung auf die Oberkirche übertragen worden.

Diese in ihrem ersten Teile sehr glaubhafte Herleitung wurde später in dem gemeinsam mit G. Dehio verfaßten Werke zugunsten einer anderen Mutmaßung aufgegeben. Dehio machte sich dort Quicherats Auffassung zueigen, der auf Grund sorgfältiger Verwertung der spärlichen Nachrichten den Gedanken des Chorumganges schon am berühmten Bau des Perpetuus in Tours, am Martinsmünster des 5. Jahrhunderts, anzunehmen gewagt hatte. Dehio und v. Bezold schreiben von dieser als Bau wie als Wallfahrtsziel einst gleich hochgeschätzten Kirche: „Ihre Anlage unterschied sich in mehreren Punkten von dem altchristlichen Normalschema, vorab in betreff der Apsis. Dieselbe hatte hier nicht, wie es sonst die gewöhnliche Bestimmung war, als Presbyterium zu dienen, sondern als Martyrium, als Aufbewahrungsort für die sterblichen Reste des Heiligen. . . . Diesem Zwecke wurde die bauliche Disposition angepaßt. Der dreifache Sarg anstatt in einer Krypta verborgen zu werden, stand auf ebener Erde, im Zentrum der Apsis. . . . In Richtung der

Füße des Heiligen, d. i. gegen Osten schloß sich an die Apsis ein ‚atrium‘, von welchem aus die Besucher das Grab in der Nähe betrachten konnten. J. Quicherat (‚Restitution de la Basilique de Saint Martin de Tours‘, *Revue archéologique* 1869 und 1870, auch in *Mélanges d'archéologie et d'histoire* 1886) hat auf Grund sorgfältigster und scharfsinnigster Erwägung aller zerstreuten Zeugnisse die Ansicht ausgesprochen, daß das fragliche ‚atrium‘ nur als ein ringförmiger Umgang um die in Säulenstellungen sich öffnende Apsis gedacht werden könne.“ (Dehio und v. Bezold S. 267.) Des weiteren erblickten Dehio und v. Bezold im Bau des Perpetuus aber auch schon den Ursprung des Kapellenkranzes. Quicherat hatte an der Innenseite der Umfassungsmauer des Umganges flache Nischen angenommen. Hierüber schreiben die genannten Forscher: „Die Sitte der Zeit brachte es mit sich, daß ausgezeichnete Personen geistlichen oder auch weltlichen Standes unter einem Dach mit dem Heiligen ihre letzte Ruhestätte suchten. Die Ehrenplätze waren die in seiner Nähe, im Atrium der Apsis, und zwar müssen die Sarkophage, wenn anders sie die Zirkulation nicht stören sollten, in Nischen sub arcu aufgestellt worden sein (wofür Quicherat p. 63 auch noch bestimmte Analogien anführt). Die hier Bestatteten erlangten nun mit der Zeit selber das Ansehen von Heiligen, auch an ihren Gräbern geschahen Mirakel, ihre Sarkophage wurden zu Altären. — Somit wären die radianten Kapellen die naturgemäße Fortbildung dieser ursprünglichen Grabnischen.“ (Dehio und v. Bezold S. 268.)

Nahm Dehio im Bau des Perpetuus den Kapellenkranz somit schon als keimhaft enthalten, den Chorumgang aber schon als voll entwickelt an, so mußte er für diesen erst abermals nach einer Herleitung suchen. Und er schlug damals als wahrscheinlichsten Ursprung vor: „Die zentrischen Grab- und Denkmalkirchen halbiert genommen.“

Inzwischen wurden Grabungen zu St. Martin aus den Jahren 1860/61 und 1886 bekannt. Man hatte Vorstufen des letzten Bestandes gefunden und als unterste Schichten an der Apsis zwei gleichlaufende Mauerzüge bloßgelegt. Im Scheitel des inneren (also nicht im Zentrum der Apsis) fanden sich am selben Platz wie zu St. Emmeram die Reste des Märtyrergrabes, hingegen keine ausgesprochene Fenestellenische. Der äußere Halbring zeigte fünf Kapellen. Das Alter dieses frühesten Chorumganges wurde sehr verschieden beurteilt; im Streit der Meinungen darüber ist in Frankreich wie in Deutschland eine stattliche Reihe von Abhandlungen erschienen, die Gall in seinen sehr gründlichen neuen „Studien zur Geschichte des Chorumganges“ zusammengestellt hat.⁴⁰⁾ Im Gegensatz zur bisherigen Auffassung legt Gall hier überzeugend dar, daß die ältesten, aufgedeckten Grundmauern des Martinsmünsters erst dem Bau des Herveus in den Jahren 997—1015 angehören können. Von der früheren Anlage ist baulich nichts mehr nachzuweisen; andererseits wird aber höchst wahrscheinlich gemacht, daß bis zum Neubau von 997 sogar der Bau des Perpetuus in seinen Hauptzügen unverändert bestanden habe.

Dieser Kirche des 5. Jahrhunderts hatte die ihr vordem zugeordnete Rolle aber schon R. de Lasteyrie bestritten, der

39) G. v. Bezold im Zentralblatt d. Bauverw. 1886, Nr. 15, 16.

40) Ernst Gall, St. z. G. d. Ch. in „Monatshefte für Kunstwissenschaft“. Leipzig, Jahrgang 1912, S. 136.

sie nur als gewöhnliche römische Basilika betrachtet wissen will.⁴¹⁾ Gall pflichtet diesem Urteil bei; ja, er will dem Martinsmünster den ihm bisher beigemessenen baugeschichtlichen Einfluß überhaupt absprechen und im besonderen einen solchen hinsichtlich der Ursprungsfrage des Chorumganges (E. Gall, wie oben, S. 149.) Diesen Ausführungen Galls kann ich indessen nur insoweit folgen, als sie den Beweis erbringen, daß der älteste aufgedeckte Chorumgang zu St. Martin nur bis zum Jahre 997 zurückreicht. Bezüglich der früheren Anlage, nach Galls eigener Vermutung also der bis dahin in den Grundzügen noch erhaltenen Kirche des Perpetuus, schließe ich mich dagegen Dehio an, der gegen die oben erwähnte Auffassung de Lasteyries schon 1893 geschrieben hat:⁴²⁾ „Im Gegenteil, sie (die Basilika des Perpetuus) muß Abweichungen von der gewöhnlichen Form gehabt haben, Abweichungen, die den Kern zu der im 9. (nach Gall 10.) Jahrhundert gewonnenen Gestaltung schon enthielten. Gregor von Tours spricht dreimal von einem „atrium“, das die Apsis mit dem Körper des hl. Martin umgab und der Zusammenhang zeigt, daß man unmittelbar aus dem Atrium in die Apsis eintrat. Das sind selbst noch in ihrer Unbestimmtheit wichtige Andeutungen.“ „Das mittelalterliche Motiv des Chorumganges mit ausstrahlenden Kapellen ist nicht reine Neuschöpfung, es ist Fortentwicklung.“ Und allem Anschein nach hat Dehio hiermit in noch weit höherem Maße recht, als er damals selber dachte. Seine einstige Mutmaßung, der Chorumgang sei dem Ursprung nach vom Zentralbau entlehnt, dürfte endgültig zugunsten der älteren, nur in der Schlußfolgerung etwas veränderten Ansicht v. Bezolds aufzugeben sein. Dessen Herleitung war ja von je „eine sehr ansprechende Erklärung“. Nur die Übertragung der in der Unterkirche entwickelten Anordnung auf die Oberkirche mutete sprunghaft und unwahrscheinlich an. Diese Schwierigkeit schwindet aber, sobald wir als Ausgangspunkt die zu St. Emmeram nachgewiesene Spielart der Halbringkrypta betrachten. Hier ist der basilikale Querschnitt schon vorgebildet; die scharfe Trennung von Ober- und Unterkirche ist nicht vorhanden; allem Anschein nach finden wir hier die Vorstufe des Chorumganges! Wenn Dehio einst gegen v. Bezolds Auffassung eingewendet hat, daß gerade in Tours, wo der Chorumgang am frühesten bezeugt ist⁴³⁾, eine Krypta nicht nachweisbar ist, so wandelt sich dieser Gegengrund jetzt umgekehrt zum Beweise. Bei Herleitung aus dem Emmeramer Kryptentyp braucht ja nicht an eine „Übertragung auf die Oberkirche“, also an eine Wiederholung und Verdopplung der Anlage übereinander gedacht zu werden! Der Chorumgang ist vielmehr in unmittelbarer Fortentwicklung aus jener Kryptenart entstanden, er ist schlechthin ihre eigene Weiterbildung!

Höchstwahrscheinlich war also die Apsisanordnung am Bau des Perpetuus jener der etwa 270 Jahre jüngeren der Emmeramkirche nahe verwandt. Das „atrium“ war eine Halbringkrypta. An eine völlig als Säulenstellung aufge-

41) R. de Lasteyrie, L'église St. Martin de Tours. Paris 1891. Extrait des Mém. de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. t. 34, I.

42) G. Dehio, Zwei Probleme zur Geschichte der Anfänge des romanischen Baustils. Repert. für Kunstwissenschaft XVI, S. 217 ff.

43) Selbst nach der zeitlichen Einreihung Galls ins Jahr 997. Gall a. a. O. S. 376.

löste Apsiswand braucht infolge der Bezeichnung des Umgangs als „atrium“ aber nicht gedacht zu werden. Heißt doch auch die fast völlig geschlossene Halbringkrypta in Werden a. R. in alten Quellen „porticus“ (Effmann, S. 39 ff.). Wir brauchen am Bau des Perpetuus somit keineswegs eine unvermittelte Vermengung von Gedanken des Zentralbaues mit solchen der Basilika anzunehmen. Der Fortschritt vollzog sich nicht sprunghaft an einem außerordentlichen Einzelfall, sondern schrittweise aus den sachlichen Bedürfnissen des Gottesdienstes und der Zweckmäßigkeit. Daß später, nachdem eine gewisse Stufe bereits erreicht war, die in südlichen Ländern vor Augen stehenden Lösungen alter Zentralbauten auf die Formwahl gleichfalls ihren Einfluß übten, ist allerdings ebenso gewiß. Aber das war nebensächliche Einwirkung, nicht Ausgangspunkt. So ist es auch sehr wohl denkbar, daß Dehio und v. Bezold mit der oben angeführten Herleitung des Kapellenkranzes wirklich den tieferen Grund getroffen haben.

Wenn diese Annahme richtig ist, dann hätte der Keim zu solcher Weiterbildung offenbar aber auch bei den übrigen Beispielen bestehen müssen. Verfolgen wir nun den Entwicklungsgang in Werden und Regensburg, so finden wir auch in der Tat einen in der Ursache völlig gleichen und nur in der Wirkung anders gearteten Verlauf. Wie das oben im allgemeinen geschildert ist, so suchen die Anverwandten und Amtsnachfolger des hl. Liudger in Werden ihre letzte Ruhestätte möglichst nahe am Grabe des Heiligen. Aber ihre Gräber können sich innerhalb des engen Halbringes nicht verstreuen; sie sammeln sich in dem allmählich zur ersten Ludgeridenkrypta verwandelten, ursprünglich östlichen Zugang (Effmann, S. 52 ff.). Ihre Häufung führt nun aber nicht zur Anlage mehrerer solcher Räume, nicht zu einem Kapellenkranz, sondern zur Vergrößerung, zum Umbau des einen besonderen Raumes, zu jener selbständigen Krypta, wie sie bis heute erhalten ist. In St. Emmeram kennen wir die geschilderte Zwischenstufe bisher nicht; das Endergebnis ist aber das gleiche: eine einzige, selbständige neue Krypta östlich des ursprünglichen Halbrings, die sog. Ramwoldkrypta. Endlich finden wir auch in Chur einen östlichen Vorraum (Text-Abb. 27), den Effmann sich gleichfalls nur als die ursprüngliche Krypta des Bischofs Valentinian erklären kann, der möglichst nahe dem hl. Luzius bestattet sein wollte.⁴⁴⁾ Zweierlei Entwicklungsreihen weisen somit deutlich auf einen gemeinsamen Ursprung zurück: In Deutschland sammeln sich die Gräber in einem neben der ursprünglichen Krypta selbständigen und später ihr sogar übergeordneten Einzelraum. In Frankreich entwickeln sich dem Umgang entlang getrennte Kapellen, die architektonisch bei aller Entfaltung im einzelnen doch stets untergeordnet bleiben. Die letztere Lösung war künstlerisch bei weitem glücklicher; so sollte ihr zusammen mit dem gleichfalls auf gallischem Boden weiter entwickelten Gedanken des Chorumganges auch die Zukunft gehören.

In Deutschland finden wir Chorumgang mit Kapellenkranz zu romanischer Zeit nur in St. Godehard in Hildesheim. Zeller führt diese Anlage auf französischen Einfluß zurück und nennt dafür gute Gründe.⁴⁵⁾ Die eben abgeleitete Ent-

44) W. Effmann, Die St. Luziuskirche zu Chur, a. a. O. S. 382.

45) A. Zeller, Die romanischen Baudenkmäler von Hildesheim, S. 50. Berlin 1907.

wicklung legt es aber sehr nahe, neben diesem fremden Einschlag doch auch an örtliche Fortentwicklung zu denken. Höchstwahrscheinlich war nämlich gerade in Hildesheim in St. Michael, an einer der Emmeramskrypta nahe verwandten Anlage, schon ein Vorbild gegeben (Text-Abb. 29). Zeller führt zwar umgekehrt den Umgang von St. Michael auf St. Godehard zurück und hält ihn nicht für ursprünglich.⁴⁶⁾ Das dürfte jedoch nur für die heutige Ausführung gelten. Schon Dehio und v. Bezold (I. S. 175) vermuteten, es wiederhole der heutige Westteil St. Michaels die Anlage seines Vorgängers. Und aus inneren Gründen wird das neuerdings wahrscheinlich. Als Nachahmung St. Godehards wäre der Umgang bei St. Michael ein Rückschritt; denn hier fehlt der Kapellenkranz. Andererseits spricht die sog. Bernwardpforte im Scheitel des Umgangs offenbar für die Annahme der Wiederholung einer ursprünglich den drei oben geschilderten Beispielen nahe verwandten Anlage. Den nachträglichen Durchbruch der inneren Umfassungswand der Krypta schildert außerdem Zeller selbst ganz im Sinne der oben behaupteten Herleitung. Es ist daher höchst wahrscheinlich, daß St. Michael von je eine Halbringkrypta bzw. einen Chorumgang besaß, wobei freilich zur Zeit der Erbauung dieser Kirche (Weihe der Krypta 1015, der Kirche 1033) der ursprüngliche Sinn solcher Anlagen schon etwas getrübt sein mochte.

Als weiteres Beispiel einer der Entwicklungsstufe nach schon etwas fortgeschrittenen Halbringkrypta sei die des hl. Wipert in Quedlinburg genannt. Ihre heutige Gestalt gehört wohl dem 10. Jahrhundert an. Hier ist die Trennungswand schon völlig zu einer Säulen- und Pfeilerstellung aufgelöst. Zeller weist nach, daß dieser Bestand teilweise einen Umbau darstellt.⁴⁷⁾ Sollte der verkehrt versetzte Pfeiler sich

46) Wie vor, S. 19.

47) A. Zeller, Die Kirchenbauten Heinrichs I. und der Ottonen in Quedlinburg ..., S. 19. Berlin 1916.

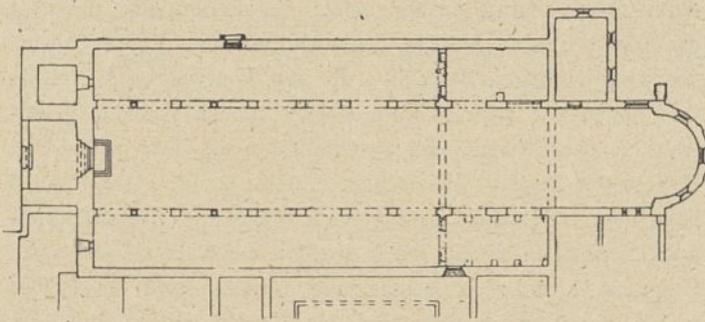


Abb. 28. St. Zeno in Reichenhall.
(Älterer Kern der heutigen Kirche.)

10 0 10 20 30 40 50m

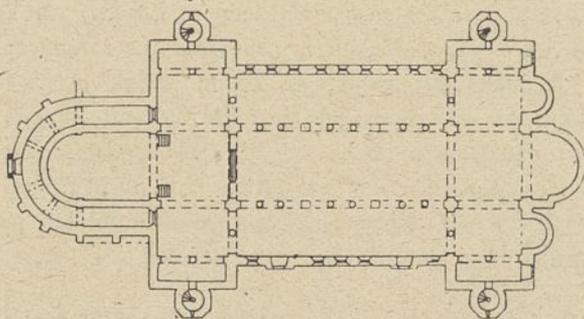


Abb. 29. St. Michael in Hildesheim.

Abb. 28 bis 32. Verwandte Anlagen.

nicht einfach dadurch erklären lassen, daß man ihn von einem fremden Bauwerk übernommen denkt, so könnte am schon bestehenden Gebäude wohl auch hier ein Umbau in dem Sinne angenommen werden, daß der ehemals mehr geschlossene innere Mauerzug zur heutigen Anordnung aufgelöst worden wäre. Dann wären nur die Außenmauern noch ursprünglich. Bezeichnenderweise besitzt auch die Wipertkrypta im Scheitel einen Zugang. Sollte er wirklich erst bei Erbauung der heute vorgelagerten, frühgotischen Eingangshalle völlig neu angelegt worden sein?

Endlich sei noch der St. Magnuskrypta in Füssen gedacht, obgleich hier der Umgang nicht halbkreisförmig, sondern im Rechteck geführt ist.⁴⁸⁾ Der Innenraum ist wie in Quedlinburg von Säulen und Pfeilern eng umstellt, hier wie dort finden sich einfache Tonnengewölbe. Das Alter dieser einst von einer doppelhörigen, kreuzförmigen Basilika überbauten Krypta ist nicht ganz sicher zu bestimmen, wahrscheinlich kommt das 9. Jahrhundert in Frage.

Die Krypta im Plane St. Gallens zeigt ebenfalls eine gewisse Verwandtschaft mit der ältesten Stufe. Doch überwiegen einige Unterschiede so sehr, daß wir sie einer Gruppe zuschreiben, auf die wir im zweiten Teile kommen werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die altertümliche Halbringkrypta auch diesseits der Alpen ziemlich verbreitet sein mochte. Aus ihrer gewöhnlichen Form, bei welcher der Umgang an der Innenseite der Apsisgrundmauer entlang lief, hat sich nach allgemeiner Anschauung die großräumige Krypta der Folgezeit entwickelt. Höchst wahrscheinlich geht aber auch der scheinbar andersartige, in späterer Zeit so beliebte und wichtige Chorumgang und keimhaft selbst der Kapellenkranz auf die Halbringkrypta zurück. Zwar nicht, wie einst v. Bezold dachte, auf ihre damals allein bekannte Form, sondern auf jene Spielart von St. Emmeram, bei welcher der Halbring außerhalb der Apsis herumgeführt ist. Eine der-

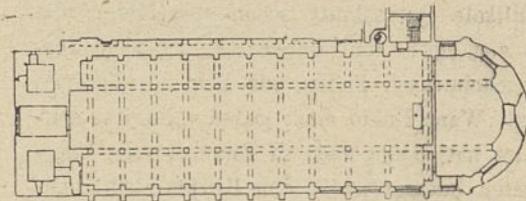


Abb. 30. St. Mauritius in Niederalteich.

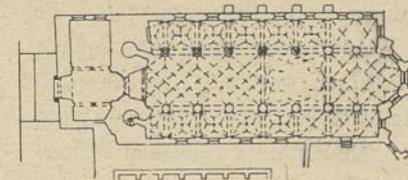


Abb. 31. St. Lampert in Seeon.

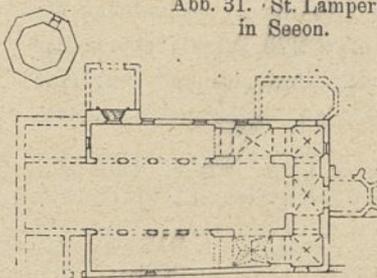


Abb. 32. St. Marien in Frauen-Chiemsee. (Älterer Kern)

artige Krypta dürfte der Ursprung und Vorläufer der nachmalssoviel wiederholten Anordnung von St. Martin in Tours gewesen

sein. Daß St. Emmeram von dort sogar unmittelbar beeinflusst wurde, ist, wie wir auch noch sehen werden, gar nicht unwahrscheinlich. Es ist aber auch denkbar, daß diese Kryptenart in der Frühzeit doch öfter vorkam, daß dieser Keim zu Chorumgang und Kapellenkranz da und dort

48) Fr. J. Schmitt, Die St. Magnuskirche der Benediktinerabtei Füssen im Allgäu. Repert. f. K. 1899, Bd. 22, S. 300 ff.

ausgestreut lag, aber doch erst verhältnismäßig spät zu einflußreicher Entfaltung gelangte. Auf jeden Fall kommt St. Emmeram die große Bedeutung zu, diesen wichtigen Zusammenhang klar erkennen zu lassen.

3. Der Mittelurm und die Ursprungsfrage des lateinischen Kreuzes.

a) Verwandte Anlagen.

α) Allgemeiner Überblick. Die eben geschilderte Krypten- und Apsisanordnung ist wahrscheinlich auch mit ein Grund der zweiten, schon mehrmals genannten Besonderheit der Kirche St. Emmeram, nämlich der Grundrißlösung des lateinischen Kreuzes.

Wir haben bisher noch nirgends über den alten Hauptaltar gesprochen; wir dürfen ihn sicher in engster Verbindung mit dem Märtyrergrabe annehmen, also im Scheitel der Apsis. Mit dieser Anordnung wich dann aber St. Emmeram von dem altchristlichen Brauche ab; denn nach diesem stand im Scheitel der Apsis der Bischofstuhl, an den sich beiderseits die Priesterbänke anschlossen. Wir finden somit zu St. Emmeram genau dieselbe Besonderheit, die Dehio und v. Bezold schon für St. Martin in Tours mit den oben angeführten Worten hervorgehoben haben (vgl. S. 87). Hieraus erwachsen nun aber sehr wichtige Folgen. In solchen Fällen mußte offenbar für den Bischofstuhl und die Priesterbänke anderweitig Platz gewonnen werden. Sehr wahrscheinlich hat daher gerade dieses grundsätzlich neue Bedürfnis die Neuerung des vorgeschobenen Mittelschiffchors mit geschlossenen Wänden, des sog. Altarhauses, recht wesentlich mit veranlaßt.

Wir glauben der Lösung der hiermit aufgeworfenen, architektonisch wichtigsten Frage der Kirche St. Emmeram, nämlich der Frage nach ihrer Bedeutung für die Entstehung der kreuzförmigen Basilika, dadurch aber doch nur um einen geringen und nebensächlichen Schritt näher gekommen zu sein. Der Kernpunkt dieser schon viel erörterten Frage scheint im Altarhaus, im östlichen Kreuzarm, als solchen gar nicht zu liegen, obgleich wir den mittelalterlichen Grundriß des sog. lateinischen Kreuzes vom altchristlichen T-förmigen gerade durch das Vorhandensein dieses Kopfbalkens unterscheiden. Allem Anschein nach kommt bei diesem Übergang wenigstens bei einer gewissen Gruppe von Bauwerken dem Mittelurm besondere Bedeutung zu und zwar in Verbindung mit jenem seltsamen, nach der Art St. Emmerams ursprünglich mit Emporen verbauten Querbau; erst in langwährender Entwicklung gestaltet sich dieser zum Querschiff um. Offenbar haben wir es bei diesen Fragen nun aber nicht mehr wie bei der oben dargelegten Eigenart der Krypta mit der Besonderheit eines einzelnen Bauteils zu tun, sondern mit Entwicklungsfragen der Gesamtanlage. Noch weniger als dort können wir daher bei diesem Gegenstand die volle Bedeutung der Kirche St. Emmeram am Einzelfalle selbst darlegen. Wir müssen vorerst nach verwandten Schöpfungen Umschau halten. Da ist es offensichtlich wieder besonders wichtig, daß wir dem eigenartigen Querbau St. Emmerams bei einer Reihe der nämlichen Bauten wieder begegnen, bei denen wir schon oben die altertümliche Halbringkrypta nachweisen oder doch wahrscheinlich machen konnten!

Der ehemalige Dom St. Rupert in Salzburg. Hier ist in erster Reihe der im 8. Jahrhundert gegründete, ums Jahr 1600 abgetragene Dom St. Rupert in Salzburg zu nennen (Text-Abb. 9). Dieses wiederholt abgebrannte und umgebaute Münster wies nach Schnerichs sorgfältig aufgebaute Darstellung⁴⁹⁾, die in den Grundzügen sicher verlässlich ist, mit St. Emmeram sehr große Ähnlichkeit auf. In ihrem letzten Baubestande besaß diese Kirche hiernach lateinisches Kreuz ohne Nebenchöre; das Querschiff trat höchstens sehr wenig, wir können heute mit Sicherheit sagen gar nicht, über die Seitenschiffe vor; die Flügel waren mit Emporen verbaut, ihre Mittelstützen dürfen wir wahrscheinlicher als Pfeiler nach Art St. Emmerams denn als Säulen vermuten. Der runde Mittelurm schloß mit einem sehr steilen Kegeldach, ebenso endigten die runden Treppentürme, die an den Stirnfronten des Querbaues aufstiegen und nur von der Kirche aus zugänglich waren. Das Langhaus besaß sieben Joche und an der Westfront ein Turmpaar, dazwischen in einer Vorhalle das Hauptportal. Im Mittelschiff stand ein Taufbecken. Daß eine Halbringkrypta sehr wahrscheinlich angenommen werden darf, haben wir schon erwähnt, Schnerich vermutet auch ein ursprüngliches westliches Atrium.

Suchen wir nun nach dem ältesten Baubestande, so müssen wir vor allem die Westtürme ausschalten. Auch das Altarhaus fehlte oder war in jüngerer Zeit zumindest verlängert worden, wie Schnerich aus dem Fehlen der Kryptenfenster schließt, das auf allen Abbildungen auffällt. Schnerich hat nun auch die Treppentürme und den Mittelurm erst einem Umbau des frühen 12. Jahrhunderts zugeschrieben. Allein jene Stelle der vita Chunradi, es seien damals sehr hohe Türme erbaut worden, „wie solche vorher nicht waren“, läßt sich ebenso gut als bloße Formänderung oder auf die Westtürme deuten.⁵⁰⁾ Ja die Wiederweihe des Domes nur fünf Monate nach dem Brande von 1127, nach dem jener Turmbau erfolgt sein soll, macht einen umfangreichen Neubau ganz unwahrscheinlich. Hingegen muß nach dem Brande von 1167 an eine größere Bauvornahme gedacht werden. Vielleicht entstand damals die Rundform des Mittelturmes, wie sie die Kirche zuletzt aufwies und wie sie ohne Wölbung nicht gedacht werden kann. Meines Erachtens dürfen wir diese Rundform jedoch nur als Änderung, als späten Ersatz eines ursprünglich viereckigen Mittelturms des Gründungsbaues betrachten, auf den auch die Treppentürme zurückgehen mögen. Über diese sagt Schmitt⁵¹⁾: „Es handelt sich hier nicht um einen willkürlichen Zubau, sondern um eine ursprünglich geplante, vollkommen organische Bildung.“ Dieses Urteil hat viel für sich, aber nicht die Auffassung, wonach Schmitt den Gründungsbau in die Zeit Kaiser Heinrichs des Heiligen verlegt. Aus jener Zeit hören wir vom Bau eines Paradieses, einer Westvorhalle, aber sonst nur dunkel von einer Erweiterung. Nachdem nun aber der Querbau und die

49) A. Schnerich, Neue Beiträge zur Baugeschichte im Sprengel der Salzburger Metropole (Mitteil. der k. k. Zentralkomm., neue Folge; VII. Jahrg., S. 43 ff. Wien 1891.) — Ders., Nochmals über den alten Dom zu Salzburg. (Der Kirchenschmuck, S. 77 ff., Graz 1902.)

50) Schnerich, Neue Beiträge . . . , S. 214.

51) Fr. J. Schmitt, Die erzbischöfliche Metropolitankirche St. Rupertus und Virgilius zu S. in romanischer Zeit. — Repert. für Kunstw., Jahrg. 24, S. 103 ff. und Nachtrag ebendort S. 331 ff.

Gesamtanlage so nahe mit St. Emmeram übereinstimmen, haben wir geradezu die Sicherheit, daß jene Erweiterung keinen vollkommenen Neubau bedeutete, daß die Salzburger Kathedrale vielmehr bis ins späte Mittelalter noch die dem 8. Jahrhundert angehörigen Grundzüge und nur noch weit getreuer als St. Emmeram bewahrt hatte. Auch Mittelturm und Treppentürme schreiben wir daher dem gleichzeitig mit St. Emmeram erbauten, 773 (774?) geweihten Dome zu. Bisher hat man als Vorbild der Salzburger Bischofskirche zumal hinsichtlich der Querbautürme bald den Dom St. Martin in Mainz (vgl. Schmitt), bald St. Michael in Hildesheim (Schnerich) betrachtet. Doch beide Bauten sind jünger.

St. Michael in Hildesheim (Text-Abb. 29). St. Michael in Hildesheim ist 1033 geweiht und noch sehr deutlich erhalten. Es stellt sich heute als eine sehr wichtige Zwischenstufe der Weiterbildung dar und zwar in mehrfacher Hinsicht. Auch bei diesem Denkmal haben wir eine Art Halbringkrypta angetroffen und haben schon oben die Besonderheit dieser Anlage, ihre Zwischenstellung zwischen Krypta und Chorumgang hervorgehoben. Auf gleichem halben Wege der Entwicklung finden wir nun auch den Querbau, der hier der Doppelchoranlage entsprechend sowohl im Ost- wie im Westteil auftritt. Wir sehen zwar noch einfache, flachgedeckte, viereckige Mitteltürme und finden nach alter Art auch die Treppentürme im Mittel der Querbaustirnseiten wiederholt; diesmal sind sie unten achteckig, oben rund. Die Querbauflügel laden hier aber schon beträchtlich über die Seitenschiffe aus und gleichzeitig sehen wir die Emporen in Rückbildung begriffen. Daß sie doppelgeschoßig auftreten, ist nicht von Belang, wohl aber, daß sie nur noch die äußeren, über die Seitenschiffe vorgeschobenen Teile der Querbauflügel füllen; ihre Stütze im Erdgeschoß ist zur Säule geschwächt. Merkwürdig ist sodann, daß wir nur am Westchor ein Altarhaus finden; am Ostchor ist dem ganz gleich ausgebildeten Querbau die Apsis ohne einen solchen Zwischenbau angegliedert gewesen. So läßt sich bei St. Michael Ziel und Herkunft einer Bewegung ganz besonders deutlich beobachten.

Der Dom in Aquileja. Eine ähnliche Anordnung von Emporen in den äußeren Querbauflügeln, jedoch ohne Treppentürme und eingeschößig finden wir viel weiter südlich wieder am Dome in Aquileja.⁵²⁾ Man könnte hier an eine Anlehnung an die alte Peterskirche in Rom denken, deren Querhausemporen Kugler einst auch als Vorbild der Hildesheimer Anlage betrachtet hat.⁵³⁾ Wir werden indes St. Michael in Hildesheim einer Familie einreihen können, die mit Italien nichts gemein hat. Und so ist auch der Dom in Aquileja wahrscheinlicher durch eine Anregung vom Norden als eine vom Süden zu erklären, zumal er, was auch Dehio und v. Bezold hervorheben, unter einem deutschen Kirchenhirten aufgeführt wurde (I. S. 228).

S. Lorenzo in Verona. Wenden wir uns wieder nordwärts, so begegnen wir unterwegs noch einer seltsamen Kirche in S. Lorenzo in Verona⁵⁴⁾. Der Grundriß zeigt regelrechtes lateinisches Kreuz mit Nebenchören. Aber nicht

nur das ganze Querschiff, sondern auch die beiden Nebenchöre und Seitenschiffe tragen Emporen. Ihre Zugänge liegen in altertümlichen Rundtürmen vor der Westfront. Diese Kirche ist zeitlich schwer zu bestimmen, und ebenso war ihr Aufbau bisher schwer zu erklären. Wir dürfen sie wohl als seltsame Weiterbildung der fraglichen Anordnung auffassen und treten damit jener Ansicht bei, die schon bisher den deutschen Einfluß für überwiegend erachtet hat.

Die Abteikirche in Werden a. d. R. Verfolgen wir nach dieser Abzweigung, die uns dem Ziele nicht näher brachte, wieder jene Spuren weiter, auf die wir schon oben bei Besprechung der Emporentreppentürme, bzw. der Halbringkrypten gekommen waren. Da hatten wir eine besonders nah verwandte Krypta in Werden a. d. R. gefunden. Am gleichen Denkmal finden wir nun auch noch heute eine Art östlichen Querbau. Die seinerzeit viel erörterte Frage, ob die Abteikirche in Werden von je im Grundriß des lateinischen Kreuzes erbaut gewesen sei, ist zwar inzwischen durch Effmann in verneinendem Sinne entschieden worden. Hingegen dürfen die emporenartigen Aufbauten im ersten, unmittelbar an die Apsis angrenzenden Joche noch der 875 geweihten Kirche zugeschrieben werden (Effmann, S. 155). Allerdings fehlen die vorgebauten Treppentürme, und ebenso wenig reichen m. E. die Spuren aus, um etwa einen Mittelturm sicherzustellen. Gesichert bleibt nur eine verhältnismäßig bescheidene Anlage. Sie enthält im Erdgeschoß Sakristeien und ersetzt hier mit den geschlossenen Wänden sozusagen das Altarhaus; der Querbau läßt nicht über die Seitenschiffe aus, sein Obergeschoß öffnet sich mit je zwei, von einem kräftigen Pfeiler getrennten Bogen gegen den Mittelschiffchor. Diese Anlage darf wohl als eine Vereinfachung gelten. An St. Emmeram erinnert noch eine andere Einzelheit am Ostbau in Werden, die Anordnung der Kreisfenster in den Zwickeln über der Apsis, ein Gedanke, den wir noch mehrmals bei einschlägigen Bauten finden werden.

Die ehemalige Peters- bzw. Marienkirche in Werden a. d. R. Fast wichtiger noch als der Querbau der Ostanlage der Abteikirche in Werden ist uns in diesem Zusammenhang ihr heutiger Westbau, den Effmann als die ehemalige, mit der älteren Klosterkirche ursprünglich nur lose verbundene Marien- oder Peterskirche nachgewiesen hat (Effmann, S. 184ff.). Es ist ein mächtiger Vierecksturm, der in gleicher Breite wie das Mittelschiff der Abteikirche vor deren ehemaligen Westfront sich aufbaut. An den drei freiliegenden Seiten ist er von einem doppelgeschoßigen Umgang umzogen.

Wir werden auch noch im zweiten Teile auf diese ursprünglich „turre Mariae“ genannte Anlage, die als Gerichts- und Pfarrbau und für Pfarrzwecke diente, in Vergleich mit St. Emmeram in einer wichtigen Frage zurückkommen müssen (II. Teil III. b); hier ist es uns allein um die bauliche Gestalt zu tun. Wir finden einen mit Hochfenstern versehenen und darüber noch in einem Glockengeschoß als Turm hochgeführten Mittelbau; an drei Seiten sind doppelgeschoßige Umgänge vorgelagert, in den Westecken liegen die Treppen. Erdgeschoß und Emporen waren überwölbt und öffneten sich gegen den Mittelraum in je zwei, an der Westseite in je drei durch kräftige Pfeiler getrennten Bogen; im Obergeschoß waren die Bogen durch schlanke Säulen zu Doppelfenstern

52) Vgl. Graus in „Kirchenschmuck“. Graz 1879.

53) Geschichte der Baukunst II, S. 370. Jüngst auch wieder A. Matthaei, Deutsche Baukunst im Mittelalter, S. 82. Leipzig 1912.

54) Grundriß bei Hübsch, Die altchristlichen Kirchen, Tafel 38 Fig. 10. Karlsruhe 1863.

unterteilt. Wir begegnen hier also einer Anlage, die sich von der Art des Querbaues und Mittelturmes von St. Emmeram im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß der doppelgeschossige Anbau auch an der dritten Seite auftritt, während die vierte gegen das Langhaus durch eine volle Wand gebildet ist. Die Ähnlichkeit wird noch erhöht, sofern die doppelgeschossigen Anbauten der Peterskirche gleich dem östlichen Querbau nicht über die Seitenschiffe der Abteikirche vortreten. So entstand nach außen von je der Eindruck, als sei dieser Westbau nicht nachträglich hinzugefügt worden, sondern von Anfang her als westlicher Mittelsturm der Abteikirche eingegliedert gewesen. Das war wohl beim Anbau, der in die Zeit von 875 bis 943 fällt, reiflich überlegte Absicht; man wollte die Abteikirche gewissermaßen nach Art der beliebten Doppelchoranlagen ergänzen⁵⁵).

Der Dom in Mainz. Wenden wir uns nun dem zweiten Denkmale zu, das als Vorbild für Salzburg vermutet worden war. Der Ostbau des Domes St. Martin in Mainz zeigt in den Querflügeln mehrgeschossige, auf kräftigen Mittelstützen ruhende Emporen und hohe Rundtürme an den Stirnfronten; der Mittelsturm ist heute achteckig; die Apsis ist ohne Altarhaus angefügt. Nach allgemeiner Annahme gelten die unteren Teile der Türme als Reste des Gründungsbaues vom Jahre 998. Weit treuer, als man bisher dachte, scheint indes die Gesamtanlage bis heute die Grundzüge des ältesten Baues bewahrt zu haben. Auch in Mainz tritt der Querbau nicht über die Seitenschiffe vor, und die Felder im Langhaus sind querrrechteckig.

Die Klosterkirche Maria Laach. Der gleiche, altertümliche Querbau kehrt am Westchor in Maria Laach wieder, an dieser verhältnismäßig späten (1093 bis 1156), aber in mehrfacher Hinsicht an frühe Vorbilder erinnernden Kirche (Paradies, Doppelchoranlage). Der Mittelsturm ist hier viereckig und stärker betont als in Mainz; wie dort tritt der Querbau nicht über die Seitenschiffe vor, und wiederum sind die Felder im Langhaus querrrechteckig. Ein wichtiger Unterschied ist insofern gegeben, als die Emporen auch unterm Mittelsturm und durch die Apsis fortgeführt sind, so daß ein doppelgeschossiger Chor entsteht. Ein Altarhaus fehlt, desgleichen eine Krypta; immerhin ist es bezeichnend, daß gerade im so gestalteten Westchor das Stiftergrab ruht.

St. Burkard in Würzburg. Ein doppelgeschossiger, von einem Mittelsturm überragter Westchor bestand ehemals auch bei St. Burkard in Würzburg⁵⁶). Der Ausbau des noch in Bildern erhaltenen Westturms geschah zwar erst im 13. Jahrhundert, doch mag die altertümliche Anlage — auch St. Burkard war doppelchörig — sehr wohl bis zur Gründung 1042 zurückgereicht haben. Daß der Westchor „doppelgeschossig war“, ist ausdrücklich bezeugt; und vom Turm wird erwähnt, er sei „Choro imposita“ gewesen; von einem westlichen Querbau wissen wir nichts. Möglicherweise war auch der Ostchor St. Burkards zweigeschossig. Die bisher ungeklärten, heute vermauerten Türen in seinen Hochwänden erlauben recht wohl eine solche Deutung; dann dürfte aber

55) A. Haupt (Die älteste Kunst der Germanen. Leipzig 1909) schenkt gleichfalls der Peterskirche besonderes Augenmerk. Er schreibt ihr „außerordentliche Selbständigkeit“ zu und nennt sie eine Anlage, „an der nichts Südliches ist“ (S. 253).

56) Die Kunstdenkm. d. K. B. XII, S. 153 ff.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. 69.

auch aus dem stärkeren Mauerwerk der Chorwände nicht auf von jeher berechnete Wölbung zu schließen sein, sondern auch hier auf einen sonst allerdings nicht bezeugten Mittelsturm. Die viereckigen Treppentürme stehen hier am Ende der Seitenschiffe und laden etwas aus. Wenn unsere Annahme richtig ist, so dürfen wir in dieser Anordnung wohl eine Weiterbildung und Spielart der fraglichen Anordnung erblicken. Daß dergleichen wirklich in recht früher Zeit sich findet, zeigt das nächste Beispiel.

St. Pantaleon in Köln. Wohl schon die Gründungsanlage zu St. Pantaleon in Köln (geweiht 980) weist im Westbau eine zweigeschossige Choranlage auf. Die Empore im Mittelraum ist von den Seitenflügeln durch einen kräftigen Pfeiler getrennt, ein ehemaliger Mittelsturm, der in den Einzelformen freilich jünger ist, ist noch durch eine Abbildung des 17. Jahrhunderts bezeugt (vgl. Dehio u. v. Bezold I. S. 175 u. 569 u. Tafel 43).

St. Quirin in Neuß. Erst dem Anfange des 13. Jahrhunderts gehört auch der mächtige Westbau der Neußer Quirinskirche an⁵⁷), dessen Mittelsturm sich ebenfalls über einem nicht ausladenden Querbau erhebt. Die Flügel sind wieder mit Emporen verbaut und vom ursprünglich freien Mittelraum durch schwere, durchgehende Pfeiler geschieden. Architektonisch betonte Treppentürme fehlen; eigentümlich ist die kurze Fortführung des Langhauses westlich des Mittelsturmes, die gleichfalls eine vom Mittelraum durch Stützen getrennte Empore aufweist, einen schmalen Gang, durch den allein ursprünglich die Emporen der Querbauflügel mitsammen verbunden waren.

Karolingische Basiliken. Daß endlich auch jene drei großen, karolingischen Basiliken: der alte Dom in Köln, Centula und das karolingische St. Martin in Tours, die einzigen bisher aus jener Zeit einigermaßen bekannten Beispiele, die Zusammenordnung von Mittel- und Treppentürmen kannten, haben wir mit den Worten Dehios schon oben (S. 67) hervorgehoben. Dehio hielt die Spuren für ausreichend, um in diesem Gedanken, der ja auch am Münster in Aachen wiederkehrt, einen „Lieblingsgedanken“ der karolingischen Architektur zu vermuten.

Normännische Abteikirchen. Daß Querbauemporen ehemals auch im Gebiet der letztgenannten Beispiele ziemlich verbreitet sein mochten, dafür haben wir noch ein mittelbares Zeugnis. Schon oben haben wir die Emporen von St. Michael in Hildesheim und am Dom in Aquileja als eine Erinnerung an ältere Anlagen und als Übergangsform zum emporenlosen Querschiff betrachtet. Eine ganz ähnliche Zwischenstufe findet sich nun auch in Nord- und Nordwestfrankreich. Bei Dehio und v. Bezold sind eine Anzahl normännischer Abteikirchen des 11. Jahrhunderts zusammengestellt, darunter auch eine englische, die sämtlich in den Querschiffen, aber nur in den äußeren Flügeln Emporen aufweisen⁵⁸). Die Emporentreppen sind allerdings hier architektonisch schon ganz unterdrückt, sie sind als schmale Wendeltreppchen im starken Mauerwerk ausgespart. Gleichwohl sind diese eigenartigen Anlagen kaum anders denn als letzte Ausläufer einer tiefeingewurzelten Baugewohnheit auf-

57) W. Effmann, St. Quirin zu Neuß. Düsseldorf 1890.

58) Tafel 80 S. Etienne zu Caen; S. Georges zu Boscherville; S. Vigor zu Cérisy-la-forêt; die Kathedrale zu Canterbury.

zufassen, deren ältere Zeugen uns in jener Gegend verloren gegangen sind. Möglicherweise reichte der Brauch sogar auf sehr frühe Zeit zurück.

St. Martin in Tours. Auch bei Verfolgung dieser Spur haben wir ja bereits jenes Denkmal berührt, auf das wir auch bei Herleitung des Chorunganges als auf einen besonders wichtigen Ausgangspunkt gekommen waren, nämlich St. Martin in Tours. Die oben genannte Anlage mit zwei Vierecktürmen an den Stirnseiten des Querschiffes und mit einem viereckigen Mittelurm gehört zwar erst dem karolingischen Münster an. Gewisse Anzeichen erlauben aber auch für die merovingische Kirche schon eine ähnliche Anordnung zu vermuten. So haben sowohl Quicherat wie Dehio schon am Bau des Perpetuus ein Obergeschoß angenommen, das Dehio als „Galerie“ gedacht hat. Sollten das nicht Querbauporen gewesen sein? Leider haben sich die Grabungen nicht weit genug erstreckt, um die Frage nach Emporentreppentürmen zu klären. Es ist nur festgestellt, daß bei der ältesten der aufgedeckten Anlagen eine Querschiffausladung nicht bestand. Das ist aber heute kein Beweis mehr für das Fehlen eines Querbaues überhaupt. Im Gegenteil, gerade die ältesten bisher bekannten Beispiele (St. Emmeram, Salzburg, Mainz) setzen ja das Fehlen einer Ausladung für das mutmaßliche Vorbild voraus. Einen Mittelurm mit Lichteinfall haben aber wiederum aus der Beschreibung Gregors von Tours sowohl Quicherat als Dehio — jener rund, dieser mit größerer Glaubhaftigkeit viereckig — schon für den Bau des Perpetuus als belegt erachtet.

So verstärkt sich die Vermutung denn immer mehr, daß nicht nur die Krypta, sondern sogar eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten der Basilikenart St. Emmerams schon an einem sehr frühen Bau, am Martinsmünster vom Jahre 470, vorgebildet gewesen seien. St. Martin in Tours war vielleicht das älteste Beispiel einer bisher unbekanntem Übergangsform von der altchristlichen zur romanischen Langhauskirche. Vielleicht schließt sich auf diese Weise jene Lücke, die man seit langem schmerzlich empfunden hat. Immer deutlicher tritt uns ja in den gemeinsamen Zügen all dieser Anlagen ein Bild entgegen, das gerade bei den großen Kirchen der merovingischen und frühkarolingischen Zeit viel verbreitet war, sodaß es vielleicht als kennzeichnend dafür erachtet werden darf.

Die Bedeutung dieses Ergebnisses ist hoch anzuschlagen. Handelt es sich doch um nichts Geringeres als um die Ursprungsfragen der Raumschöpfung des romanischen Stiles und damit wieder um den Ursprung jener breiteren Grundlage der Kirchenbauweise, auf der sich bis zur Renaissance die abendländische Baukunst ununterbrochen entwickelt hat.

Für Deutschland und für Bayern zumal aber wäre, wenn unsere Schlüsse recht behalten, diese Art jene Kirchenbauweise, die zur Zeit der Einführung des Christentums bzw. zur Zeit der kirchlichen Regelung und Bistumsgründung durch den hl. Bonifatius als vorbildlich gegolten hätte. Sollten da, um zum engeren Umkreis unseres Ausgangspunktes zurückzukehren, St. Emmeram in Regensburg und St. Rupert in Salzburg die einzigen Beispiele im alten Bajuwarenlande sein, an denen sie sich noch nachweisen ließe? Versuchen wir die Probe! Sehen wir uns bei weiteren solchen Anlagen um, die ihre Gründung bis auf so frühe Zeit zurückführen. Erst

wenn wir bei etlichen solchen Kirchen ebenfalls deutliche Spuren antreffen, erst dann darf unsere Vermutung als bestätigt gelten.

Gerade der folgende Abschnitt kann jedoch im Rahmen dieser Arbeit nur ein vorläufiges Ergebnis darstellen. Nicht daß das gewonnene Urteil fraglich wäre! Im Gegenteil, die Beweise reichen m. E. aus; sie dürften aber durch umfassendere Forschungen sich noch mehr und verstärken lassen. Sind doch jene Anlagen, die möglicherweise einen so alten Kern noch bergen, oder die eine frühe Nachahmung darstellen, im Laufe der Jahrhunderte sämtlich so sehr verändert worden, daß nur sorgsame Einzelprüfung Erfolg verspricht. Derartige Arbeiten konnte ich zurzeit weder durchführen, noch könnten sie hier Platz finden. So mußte ich mich auf solche Beispiele beschränken, bei denen ich eingehende Einzeluntersuchungen schon vorfand. Unter Hinweis auf jene ausführlichen Sonderarbeiten darf ich mich hier daher wohl auch mit kurzgefaßten Angaben begnügen.

β) Verwandte Gründungen des 8. Jahrhunderts in Bayern.

St. Zeno in Reichenhall. (Text-Abb. 28; D. Kunstdenkmäler d. K. B. I. 3, S. 2880 ff.) Benediktinergründung, später Augustiner-Chorherrn-Stiftskirche, heute Pfarrkirche. Gründung unter Erzbischof Arn von Salzburg (785 bis 821). Am heutigen Baubestand läßt sich aus spätgotischer Überarbeitung nachfolgender romanische Kern herauschälen und ergänzen:

Lateinisches Kreuz, der ehemalige Querbau noch aus Abbildungen ersichtlich; keine Ausladung über die Seitenschiffe; Emporen auf breitem Mittelpfeiler; hochliegendes Emporenfensterchen noch im Mauerwerk; Spuren der Vierungsbögen; Altarhaus, ohne Nebenchöre, ziemlich weit vorgeschoben; halbrunde Apsis; beiderseits in den Zwickeln über der Apsis ein Kreisfenster; die verschüttete Krypta noch nicht erforscht. Dreischiffiges Langhaus von acht Jochen mit querechteckigen Feldern; die vier westlichen enger gestellt mit Stützenwechsel, niedrigeren Arkaden und Emporenanlage im südlichen Seitenschiff. Vor der Westwand von vermutlich zwei geplanten Türmen nur der nördliche ausgeführt; in der anstoßenden Vorhalle reiches Hauptportal. In der Nordostecke vom Altarhaus und Querbau die Sakristei; südlich der Kirche Kreuzgang und Kloster. — Das Mauerwerk ist nach der Sprache der Einzelformen romanisch. Nachdem Grundriß und Aufbau aber so deutlich an die fragliche Anordnung erinnern und nachdem eine karolingische Gründung urkundlich beglaubigt ist, so ist es m. E. berechtigt, aus diesem romanischen Bestand auf den karolingischen zurückzuschließen. Höchstwahrscheinlich steht die heutige Kirche, wenn nicht überhaupt im Hochbau noch ältere Teile erhalten sind, größtenteils auf karolingischen Grundmauern. Ältere bauliche Urkunden fehlen. Die Art der Nachrichten, wie im 12. Jahrhundert statt der ursprünglichen Benediktiner Augustiner-Chorherrn ihr Stift einrichten, läßt auf Verfall in der Zwischenzeit schließen. Man geht mit der Annahme wohl nicht fehl, es sei gleich allen benachbarten Klöstern auch St. Zeno im 10. Jahrhundert ein Opfer der Ungarneinfälle geworden. Vielleicht erklärt die lange Pause, bis es von den Augustinern wieder besiedelt wurde, auch den Umstand, warum man den Hochbau weitgehend erneuern mußte. Dabei wurde

offenbar der Westteil verändert (ursprünglich sieben Joche?) und vielleicht auch das Altarhaus verlängert; ob jemals Emporentreppen bestanden, könnte nur durch Grabungen geklärt werden. Ein Mittelturm war wenigstens im romanischen Bau kaum vorhanden. Wenn es nun auch wahrscheinlich bleibt, daß dieser romanische Bau neuerdings vom Salzburger Dome beeinflusst wurde, so finden sich doch auch Kennzeichen genug, die gegen die Annahme sprechen, als sei er überhaupt erst damals völlig neu und nach jenem Vorbild entstanden. Dagegen spricht der Mangel des Entwurfes an Einheit, der gerade im Westteil auffällt; das Fehlen der Salzburger Treppentürme und endlich der Maßstab. St. Zeno ist noch beträchtlich größer als St. Emmeram! Es ist schwer verständlich, weshalb die Augustiner-Chorherrn, die im allgemeinen keine allzugroßen Anlagen schufen, hier solche Abmessungen hätten wählen sollen, wenn sie ihr Stift von Grund aus neu gebaut hätten. Es scheint mir kein Widerspruch, gerade aus der Größe dieser Anlage auf ihre sehr frühe Gründung zu schließen, sie also auf die Benediktiner zurückzuführen, auf den Überschwang des Eifers der Frühzeit. St. Zeno, mit 30 m Breite und 90 m Länge, nach Dehio die größte romanische Basilika Oberbayerns, zeigt Ausmaße, als habe man mit Hunderten von Mönchen gerechnet. Dergleichen kennt nun wohl die merovingische und karolingische Zeit, weit weniger ein Chorherrnstift des 12. Jahrhunderts. Dazu kommt, daß das Kloster St. Zeno schon zur Zeit Erzbischofs Arns den Mittelpunkt eines bedeutenden Wirtschaftsbezirkes bildete.⁵⁹⁾

So verstärken also Gründe verschiedenster Art die Mutmaßung, daß die ehemalige Klosterkirche noch im heutigen Bestande größtenteils die Grundzüge der karolingischen Anlage bewahrt habe.

St. Quirinus in Tegernsee. (D. Kunstdenkmäler d. K. B. I. 2, S. 1496 ff.) Ehemalige Benediktinerklosterkirche, heute Pfarrkirche. Klostergründung 761 bis 769, unmittelbar darauf Beginn des Baues der Kirche, in deren Krypta der hl. Quirinus in einem Steinsarge beigesetzt wird. Hager sagt sicher mit Recht, daß wir uns diese Krypta nur „als Grabkammer mit einfachem Gange“, wahrscheinlich also als Halbringkrypta vorstellen müssen. Weitere Nachrichten über die älteste Kirche fehlen. Infolge der Ungarneinfälle erlischt das Kloster, 970 brennt die Kirche ab. Bald darauf Neubelebung und langwährende Blütezeit. Der heute in Barock gekleidete Bau ist das Ergebnis sehr zahlreicher Umbauten der verschiedensten Zeiten. Die ziemlich zahlreichen Baunachrichten geben sachlich doch nur geringen Aufschluß. Als wichtig für unsere Fragen sei folgendes Ergebnis der bisherigen Forschung angeführt: „Die lichte Mittelschiffbreite der jetzigen Kirche geht auf das romanische Münster des 11. Jahrhunderts, ja vielleicht sogar auf den karolingischen Bau zurück. Der Umstand, daß die 1895 bloßgelegten Umfassungsmauern der romanischen Krypta in der Nordwand romanische Fenster zeigten, liefert den Beweis, daß die romanische Basilika von Tegernsee nicht aus drei gleich langen Schiffen bestand, sondern einen nach Osten verlängerten Chorraum von der Breite des Mittelschiffes besaß; der Chor trat also hier, ab-

weichend von dem sonst im bayerischen Romanismus gebräuchlichen Schema, auch am Äußeren des Baues in die Erscheinung, ähnlich wie an der Basilika von St. Zeno bei Reichenhall aus dem 12. Jahrhundert.“ Diese an sich schwachen Spuren gewinnen im Rahmen des Gesamtergebnisses doch sehr wohl an Bedeutung. Soll diese in der bayerischen romanischen Bauweise ungebräuchliche Grundrißlösung nicht auch hier sich aus dem Gründungsbau erklären? Es ist gewiß kein Zufall, daß gerade diese uralten Gründungen sich gleichen, es erscheint berechtigt auch für Tegernsee das in Frage stehende Bild anzunehmen, das durch die Vorstellung einer altertümlichen Halbringkrypta durchaus glaubhaft bereichert wird.

St. Mauritius in Niederalteich (Text-Abb. 30). (Die ehemalige Klosterkirche in Niederalteich. Karl Mut, Passau 1893.) Ehemals Benediktinerklosterkirche, heute Pfarrkirche. Gegründet 741 (731?) mit Beihilfe Herzog Odilos durch den hl. Pirminus, mit Mönchen aus der Reichenau besiedelt. 907 Zerstörung durch die Ungarn. Gegen Ende des 10. Jahrhunderts starker Aufschwung, hierauf jahrhundertelange Blütezeit, durch Säkularisierung eingezogen. Die Kirche zeigt heute Barockausstattung, ihr Mauerkerne entstammt sehr verschiedenen Zeiten. Nur der Ostteil außerhalb des heutigen Kirchenraumes ist ein völliger Neubau der Barockzeit (Joh. Mich. Fischer); er ist dem platt geschlossenen Langhaus im Halbrund vorgelagert und umfaßt wie bei St. Emmeram in zwei Geschossen Sakristei und Winterchor. Große Teile des übrigen Hochmauerwerks entstammen der Gotik, die Westtürme romanischer Zeit. Die Grundzüge des im Kern überwiegend gotischen Teiles, also des heutigen Kirchenchores und Langhauses, lassen m. E. Querbau und Langhaus des Gründungsbaues noch mit Sicherheit nachweisen. Dieser Teil stellt sich heute als dreischiffige Hallenkirche von neun Jochen dar; die Seitenschiffe besitzen auf die ganze Länge Emporen. Die drei östlichen Joche sind als Chor zusammengefaßt; hier liegen die Emporen etliche Stufen tiefer als im Langhaus. Die zwei östlichen Joche des Chores sind etwas weiter gestellt als alle übrigen. Westlich neben dem Wandpfeiler zwischen erstem und zweitem Joch in der Nordwand öffnet sich ein Türchen in eine nach außen vorgebaute, achteckige Schneckenstiege, die bis auf den Dachraum der Kirche führt. Die Felder des Mittelschiffes sind querrrechteckig; das nördliche Seitenschiff ist schmaler als das südliche, die nördliche Umfassungswand stärker als die südliche.

Es fällt nicht schwer aus diesen Spuren die Uranlage abzulesen. Die zwei östlichen, etwas weiter gespannten Joche des Chores mit der an der Nordseite noch heute bestehenden Schneckenstiege umfassen offenbar den einstigen, von je mit Emporen und vorgebauten Treppentürmen versehenen Querbau. Die größeren Spannweiten erklären sich aus der ursprünglich größeren Pfeilerstärke. Der Querbau trat auch hier nicht über die Seitenschiffe vor. Für das ehemalige Langhaus verbleiben dann sieben Joche wie bei St. Emmeram und am Dom in Salzburg. Hier sind die Emporen nachträgliche Zutat, was schon der Höhenunterschied andeutet, wenn er auch, einer späteren Einteilung folgend, um ein Joch nach Westen verschoben ist. Der Kern der heutigen Pfeiler ist gotisch; sie dürften jedoch auf alten Grundmauern stehen. Die deutlich jüngere südliche Langhauswand scheint

59) M. Fastlinger, Die wirtschaftliche Bedeutung der bayerischen Klöster in der Zeit der Agilolfinger S. 78. Freiburg i. Br. 1903.

etwas nach auswärts verschoben zu sein, die nördliche könnte hingegen — zumal in den unteren Teilen der östlichen Hälfte — noch sehr alt sein. Dann wäre im nördlichen Seitenschiff auch die ursprüngliche Lichtweite noch erhalten; ohne Berücksichtigung der späteren Wandpfeiler ist sie wie bei St. Emmeram genau halb so groß wie die Mittelschiffbreite. Im Gegensatz zu St. Emmeram ist die Anlage viel mehr gestreckt. Gesamtbreite zu Gesamtlänge (Langhaus + Querbau) verhält sich hier wie 2:5. Ein Altarhaus ist nicht nachzuweisen, von einer Krypta ist nichts überliefert. Um so deutlicher prägt sich noch in der heutigen Anlage Querbau und Langhaus der fraglichen Anordnung aus, die wir also auch hier an einer Gründung des 8. Jahrhunderts wiederfinden!

Frauenchiemsee. (Text-Abb. 32; D. Kunstdenkmäler d. K. B. I. 2, S. 1756 ff.) Nonnenkloster St. Maria, gegründet im 8. Jahrhundert, im 10. durch die Ungarn zerstört, bald darauf wieder in Blüte. Das bisherige Ergebnis der baulichen Forschung zusammenfassend, nennt Dehio die heutige Kirche einen „verworrenen Umbau des 15. Jahrhunderts aus einem romanischen Bau“. „Die Bestandteile des letzteren höchst altertümlich, doch wohl erst Anfang des 13. Jahrhunderts.“⁶⁰⁾ Die Eigenart des vorgotischen Kernbaues weist wiederum in mehrfacher Hinsicht Verwandtschaft mit der fraglichen Bauweise auf. Allerdings nur in den Grundgedanken. Wir unterscheiden eine Art Zentralbau im Osten und ein kurzes, basilikales, dreischiffiges Langhaus; beide Teile sind im Grundriß innerhalb eines einfachen Rechteckes entwickelt. Von der um einen quadratischen Mittelraum (den heutigen Chor) gruppierten Zentralanlage sind noch drei Flügel im Grundriß und mehr oder weniger auch im Aufbau deutlich zu erkennen. Der Mittelraum öffnet sich nach Süd, Ost und Nord im Erdgeschoße mit je einem großen, gänzlich ungliederten Bogen, so daß in den Ecken breite, hackenförmige Pfeiler gebildet werden. Diesen Mittelraum umzieht ein Umgang; den drei Bogenöffnungen entsprechend finden wir drei große Kreuzgewölbe angeordnet, die zwischen breite Gurte eingespannt sind, die ihrerseits wieder auf kräftigeren Mauerpfeilern lagern. Auch die in der Südost- und Nordost-ecke verbleibenden Räume sind mit Kreuzgewölben bedeckt. Der Ostflügel trägt noch heute eine Empore, auch der Südflügel eine Art Obergeschoß. Schon Hager äußert auf Grund verschiedener Anzeichen, es könnte auch beim Nordflügel der Gedanke an ein Emporengeschoß auftreten, er findet jedoch keine ausreichenden Spuren eines ehemaligen tatsächlichen Bestandes. Demnach ist anzunehmen, daß beim romanischen Bau die Nordempore zwar ursprünglich noch beabsichtigt, aber kaum mehr ausgeführt worden sei. Für den Gründungsbau aber, der in der romanischen Anlage zumindest nachlebt, darf man nach diesen Spuren und nach unserer nunmehr erweiterten Kenntnis vom Bauen jener Zeiten m. E. mit Sicherheit auf eine dreiflügelige Empore und einen doppelgeschossigen Umgang schließen. Die „höchst altertümliche“ Anlage ist aus Einflüssen des Gründungsbaues zu erklären, der vielleicht auch eine reine Zentralanlage, ein quadratischer Turm mit allseitigem, doppelgeschossigem Umgang war. Hierüber darf man wohl von Grabungen noch genaueren Aufschluß hoffen. Nach dem jetzigen Befund ist jedenfalls ein turmartiger

60) Handbuch der Kunstdenkm. III, S. 130.

Mittelbau in Verbindung mit Emporen sehr wahrscheinlich, also eine Anlage, die dem wiederholt beschriebenen Mittel-turm der Basilika, näher noch der Peterskirche in Werden verwandt ist. Auch in Frauenchiemsee stoßen wir somit auf Merkmale solch eigenartiger Bauweise, wie wir sie als Kennzeichen jener Familie der Frühzeit kennen gelernt haben. Nachdem Frauenchiemsee auch urkundlich soweit zurückreicht, braucht also auch hier nicht an späte Nachahmung gedacht zu werden.

γ) Verwandte benachbarte Anlagen der späteren Zeit.

Unser unmittelbares Ziel ist somit erreicht; wir haben an mehreren zur einschlägigen Zeit gegründeten Klosterkirchen verlässliche Anzeichen nachgewiesen, aus denen wir die Bauart der Gründungsanlage im fraglichen Sinne wahrscheinlich machen können. Damit steigert sich aber auch die Wahrscheinlichkeit, daß auch in jüngerer Zeit diese Art Nachahmung oder Weiterbildung gefunden habe, und wir werden in der Tat auch hierfür Belege bringen.

Vorerst sei jedoch einiges über besonders wichtige Bauwerke der Nachbarschaft eingeschaltet, die ihrer Gründungszeit nach für eine solche Bauart gleichfalls in Frage kommen könnten, bei denen ich bisher jedoch keine ausreichenden oder umgekehrt gegenteilige Anhaltspunkte gefunden habe. So ist es sehr schwierig die Bauten der Reichenau, von denen zumal St. Georg in seinem Mittel-turm Verwandtschaft zeigt, zeitlich mit einiger Sicherheit einzu-reihen. Vom ältesten Dome in Passau ist anscheinend keine Vorstellung mehr zu gewinnen. Der Dom in Augsburg geht nach Schildhauers sehr eingehenden Forschungen vielleicht noch unmittelbar auf eine römische Anlage zurück; für unseren Zusammenhang scheidet er aus.⁶¹⁾ Der älteste Eichstätter Dom kann nach einer alten Schriftstelle als Zentralbau in Form des gleicharmigen, sogenannten griechischen Kreuzes aufgefaßt werden und kommt somit ebenfalls nicht in Betracht.⁶²⁾ Beim Dome in Freising spricht nichts dagegen, aber auch zu wenig dafür, als daß man eine glaubhafte Mut-maßung wagen könnte. Die Emporen, die hier wie in Nieder-alteich die ganzen Seitenschiffe begleiten, könnten zumal bei Voraussetzung ihres sehr hohen Alters⁶³⁾ vielleicht wie dort als Fortführung von Querbauemporen erklärt werden; auch die ursprüngliche Korbinianskrypta darf man sich gleich der in Tegernsee nur sehr einfach vorstellen; mehr ist bis heute jedoch nicht zu sagen. Anders verhält es sich mit dem ältesten Dome St. Peter in Regensburg, obgleich wir auch da vorläufig nur schlußweise zu einem Ergebnis gelangen können. So gehen wir denn vorerst zu den angekündigten jüngeren Beispielen über.

Der Dom in Gurk. (A. Schnerich, Neue Beiträge zur mittelalterlichen Baugeschichte im Sprengel der Salzburger Metropole; Mitteilungen der k. k. Centralkomm. Neue Folge, Band 16. Wien 1890, S. 128 ff.)

Da ist im Sprengel Salzburg der Dom von Gurk zu nennen. Freilich zeigt diese erst ungefähr ums Jahr 1140

61) F. Schildhauer, Baugeschichte des Augsburger Domes. Zeitschr. d. Hist. Ver. f. Schwaben u. Neuburg, S. 41. Augsburg 1899.

62) F. X. Herb, Der Dom von Eichstätt in seiner baugeschichtlichen Entwicklung S. 4.

63) J. Sighart, Der Dom zu Freising, S. 46 ff. Landshut 1852.

begonnene Kirche neben dem Einfluß des Domes in Salzburg auch mancherlei anderen Einschlag; für diesen Zusammenhang ist nur der östliche Querbau wichtig. Es ist heute ein Querschiff, das nicht über die Seitenschiffe vorspringt, während ein Altarhaus fehlt. In der berühmten Krypta des Domes ist im Mittel der durch das Querschiff fortgesetzt gedachten Langhauswände ein Pfeilerunterbau ausgeführt, der oberhalb der Krypta heute indes keinen Pfeiler trägt. Dazu kommen verschiedene Anhaltspunkte im Hochmauerwerk, aus denen Schnerich in Erweiterung der schon durch v. Quast verfochtenen Gründe den einstigen Bestand von Emporen in diesem Querbau einwandfrei nachweist. Die Querbauflügel waren auf ihre volle Tiefe überbaut; die Emporen stützten sich im Erdgeschoß auf eine Säule, im Obergeschoß öffneten sie sich vermutlich mit kleineren Arkaden. Die mehrfach beobachteten Treppentürme waren nicht vorhanden. Heute vermauerte Türen zeigen, daß man einst durch die Seitenschiffdachböden von den Westtürmen her zu den Emporen gelangen konnte. Bequem war diese Lösung ganz sicher nicht; wir müssen sie trotzdem wohl bei einer Reihe der einschlägigen, zumal der kleineren Anlagen, nach noch erhaltenen Türen aber auch zu St. Zeno in Reichenhall annehmen; wir verstehen, daß sie allmählich außer Übung kam.⁶⁴⁾ Wahrscheinlich glich Gurk seinerzeit hiermit auch der Abteikirche in Werden a. d. R., mit der sie auch das gemein hat, daß ein Altarhaus und die Spuren eines Mittelturmes fehlen. Andererseits finden wir an beiden Denkmalen die Einzelheit der Kreisfenster in den Wandzwickeln über der Apsis, die wir auch bei St. Emmeram und bei St. Zeno in Reichenhall beobachtet haben.

St. Nikolaus in Reichenhall. (Die Kunstdenkm. d. K. B. I. 3, S. 2869ff.) Zum Salzburger Kreis zählt weiter die Stadtpfarrkirche St. Nikolaus in Reichenhall, die wohl in erster Linie vom dortigen St. Zeno beeinflusst wurde. Die heutige Anlage mit fünf Jochen und Emporen auf die ganze Länge der Seitenschiffe ist eine Erweiterung der wohl im Jahre 1181 gegründeten Basilika, die nur vier Joche und nur im östlichen Doppeljoche Seitenschiffemporen besaß, d. h. also einen östlichen Querbau. Ein Altarhaus ist nicht vorhanden. Der Querbau zeigte wieder eine Doppelteilung seiner Mittelschifföffnungen und trat nicht über die Seitenschiffe vor.

St. Lampert in Seeon. (Text-Abb. 31) (D. Kunstdenkmäler d. K. B. I. 2, S. 1830ff.) In Nachbarschaft der Chiemseelöcher treffen wir deutliche Verwandtschaft an der ehemaligen Benediktinerklosterkirche St. Lampert, der heutigen Pfarrkirche in Seeon. Auch diese Kirche stellt einen vielfachen Umbau dar. Für uns kommt nur der Kirchenkörper selbst in Betracht, den Hager der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts zuschreibt. Die seltsamen, nicht einheitlich damit verwachsenen Türme mögen älter sein, die Klostergründung selbst fällt noch ins Ende des 10. Jahrhunderts. Die Kirche ist heute dreischiffig ohne Querhaus und gotisch überwölbt. Ihre Freistützen besitzen indes noch romanischen Kern, und zwar haben Untersuchungen an der nördlichen Reihe die drei ersten Stützen (von Westen her) als Säulen, die folgende als Pfeiler, die nächste wieder als Säule erwiesen; die anderen sind nicht untersucht. Die beiden östlichen Joche sind üb-

rigens zu mindest im Hochmauerwerk beim gotischen Umbau erneuert und später nochmals verändert worden. Über der als Pfeiler erwiesenen Stütze ist wie im ganzen Westteil das Mauerwerk noch romanisch. Hier zeigen sich hoch oberhalb des Pfeilers noch Abbruchspuren eines hier einst übers Mittelschiff gesprengten Rundbogens. Noch heute ist das dritte und vierte Joch (von Osten her) zu einem Doppeljoch zusammengefaßt und mit einem das übrige Schiff überragenden Klostergewölbe ausgezeichnet.

Dieser Befund legt m. E. die Mutmaßung nahe, daß die romanische Basilika anfänglich einen Querbau mit Emporen besaß. Die Vierungspfeiler waren als Pfeiler, die Stützen der Emporen wie die des Langhauses als Säulen gestaltet; der eine Vierungsbogen ist noch nachzuweisen. Die Erinnerung an den ehemaligen Mittelturm lebt im Innenraum noch im gotischen Gewölbe fort, das die Vierung noch heute höher führt und besonders betont. St. Lampert dürfte im Grundriß des lateinischen Kreuzes erbaut gewesen sein; sein Querbau war noch von jener altertümlichen Art, die über die Seitenschiffe nicht ausläßt und mit Emporen verbaut ist. Die Seitenschiffe aber waren über den Querbau nach Osten als Nebenchöre fortgeführt. Diese Lösung hat bei dem verhältnismäßig späten Bau nichts Auffälliges; es braucht nicht einmal an schwäbischen oder Hirsauer Einfluß gedacht zu werden; denn wir werden im zweiten Teil nachweisen, daß St. Emmeram in Regensburg schon ums Jahr 900 die gleiche Anordnung besaß. Da ist es immerhin belangreich auch zu wissen, daß St. Lamperts erster Abt aus St. Emmeram kam. Es ist also denkbar, daß im heutigen Bau nicht nur der Kern einer Basilika des 12. Jahrhunderts erhalten ist, sondern daß darin auch manche Eigenart der Uranlage noch nachklingt.

St. Ulrich in Regensburg. (Text-Abb. 9.) Kehren wir endlich nach Regensburg selbst zurück! Wir haben schon einmal von dessen ehemaliger Dompfarrkirche St. Ulrich erwähnt, daß sie in der Anordnung ihrer Emporentreppen an ältere Vorbilder erinnere. Betrachten wir nunmehr diesen seltsamen Bau in seiner Gesamtheit! Er gehört schon dem Übergangsstile an, 1263 wird er erstmalig erwähnt (Walderdorff, S. 185ff.). Es gelang bisher nicht diese Kirche in eine der bekannten Formenreihen einzugliedern, und so hat man sich meist damit begnügt, ihre Eigentümlichkeiten aus den besonderen Bedingungen der Örtlichkeit zu erklären. Zweifellos hat auch die Beschränkung des Bauplatzes zumal im Osten, durch den sogenannten Römerturm, die Wahl des Entwurfes beeinflusst. Seine Eigenart beruht indes keineswegs auf völlig neuer Erfindung; Einzelgedanken und Gesamtanordnung erklären sich vielmehr aus der nun schon oftmals beschriebenen Bauweise. Nur daß sie hier nicht rein zum Ausdruck kommt; man hat offenbar während der Ausführung noch am Entwurf geändert.

In Grundriß und Innenraum überwiegt der Eindruck einer Zentralanlage, von außen läßt sich noch ein verkümmert Querbau erkennen, die Gesamterscheinung wird aber von der Grundform einer einfachen, querschifflosen Basilika beherrscht. Das kommt dadurch zustande, daß der Umriß des an sich nur sehr kurzen Langhauses über den Gesamtbau sozusagen hinweggeführt ist und dessen Besonderheiten unterdrückt. Ein ehemaliger Turm über der Südwestecke

64) Vergleiche hierzu über den Zweck der Emporen S. 113.

ist nur noch in Abbildungen erhalten. So spät die Einzelformen dieses Baues sind, so altertümlich ist das Wesen seiner Gesamtanlage. Wir versuchen die Einzelschilderung mit den nun wiederholt schon gewählten Bezeichnungen, indem wir beim Querbau beginnen. Da finden wir in den Flügeln Emporen auf einer Mittelstütze und über Schneckenstiegen zugänglich, die im Mittel der Giebelwände nach außen vorgebaut sind und bis zum Dachraum ansteigen. Das von diesem Querbau durchkreuzte Langhaus ist dreischiffig; das über den Querbau nach Osten verlängerte Mittelschiff ist indes nicht als Altarhaus gebildet. Es ist nur sehr kurz, schließt ohne Apsis und ist durch zwei Freipfeiler in der Ostflucht des Querbaues seinerseits wieder hallenkirchenartig in drei kurze Schiffe geteilt. Und ebenso ist es bei den zwei westlichen Jochen des insgesamt überhaupt nur drei Joche umfassenden Langhauses. Die Seitenschiffe sind über den Querbau bis zur Flucht des geschilderten, sozusagen dreiteiligen Altarhauses verlängert und schließen gleichfalls gerade. Nun sind die Emporen des Querbaues aber nicht nur über die ganze Länge der Seitenschiffe fortgeführt, sondern auch über das dreiteilige Altarhaus⁶⁵⁾ und ebenso über die beiden westlichen, dreiteiligen Joche des Langhauses. Nachdem die Durchdringung von Querbau und Langhaus durch einen westlichen Vierungsbogen nicht angedeutet ist, entsteht ein von Emporen umzogener Mittelraum, der außer der nicht betonten Vierung noch das östliche Joch des Langhauses umfaßt. Diese somit unechte Zentralanlage wirkt um so einheitlicher, als ihre sämtlichen Seitenwände auf diese Weise in beiden Geschossen je drei Öffnungen zeigen und sofern ihr Raum im Gegensatz zu den mit Rippenkreuzgewölben überspannten Emporen durch eine einfache Flachdecke neuerdings als Ganzes zusammengefaßt wird. Nach den Vorlagen zu schließen war ursprünglich beabsichtigt, diesen Teil als eine Art Mittelturm mit Lichteinfall auszubilden und erst in größerer Höhe zu überwölben. Aber auch ohne die volle Verwirklichung dieses Gedankens ist ein ganz neuer Raumeindruck und ein scheinbar verworrenes Gebilde entstanden. Tatsächlich läßt sich der Bau aber doch als seltsame Weiterbildung jener höchst altertümlichen, uns nunmehr längst geläufigen Anordnung erklären. Ja wichtige Merkmale wie die Schneckenstiegen am Querbau, das Fehlen einer Ausladung des Querbaues über die Seitenschiffe und somit die einfache Rechteckform des Gesamtgrundrisses, die Ansätze zu einer Art Mittelturm, diese Kennzeichen finden wir sogar mit besonderer Treue noch bei diesem späten Bau bewahrt.

Was war hier das Vorbild? In St. Emmeram war der Querbau, wie wir im zweiten Teile sehen werden, 1166 eingestürzt und nicht wieder aufgeführt worden. Soll St. Ulrich, dieses Gotteshaus des 13. Jahrhunderts aus der Erinnerung an jene Anlage erklärt werden oder wurde es nicht vielmehr nach einem damals noch und überdies in nächster Nähe bestehenden Vorbild geschaffen? Dürfen wir nicht aus St. Ulrich auf den ehemaligen romanischen Dom in Regensburg zurückschließen? Wir finden hierfür noch weiteren Anhalt.

Niedermünster in Regensburg. Vielleicht darf nämlich auch Niedermünster, die ehemalige Frauenstift- und

65) Das Mittelfeld ist erst nachträglich zum heutigen Zustand verändert worden.

heutige Pfarrkirche der unteren Stadt, zu dieser Familie gezählt werden. Der Hauptteil der heutigen Anlage mag wohl der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts angehören; er ist indes keineswegs einheitlich; Gründung (9. Jahrhundert?) und Baugeschichte sind noch sehr wenig geklärt. Wahrscheinlich gehen die merkwürdigen, kräftigen Viereckpfeiler der heutigen Nebenchöre, die ehemals offene, sehr eng gereimte Arkaden bildeten, auf sehr frühe Zeit zurück; vielleicht gehörten sie dem Untergeschoß einer Queranlage an, die bei späteren Umbauten nicht wiederholt wurde? Doch soll hiermit nur ein Versuch zur Klärung dieser Rätsel gewagt werden, für die bisher jede Lösung fehlt. Mehr als die mögliche Zugehörigkeit zur fraglichen Gruppe soll für Niedermünster vorerst nicht behauptet werden. Viel Aufschluß für die ehemalige, benachbarte Kathedrale ist also aus diesem Denkmal nicht zu gewinnen.

Der gotische Dom in Regensburg (Text-Abb. 9). Ganz anders ist es mit den zahlreichen Eigenheiten des heutigen Domes, die sich mit hoher Zuverlässigkeit als Anklänge an seinen Vorläufer erklären lassen. Die nach den Urkunden 1275 begonnene, durch Jahrhunderte fortgeführte und erst vor wenigen Jahrzehnten durch Ausbau der Türme zum heutigen Bilde vollendete Kathedrale wurde trotz so langer Bauzeit im großen ganzen sehr einheitlich ausgeführt. Nur der ehemals beabsichtigte Vierungsturm kam nie über die noch im Dachraum erhaltene Überleitung ins Achteck hinaus. Der Grundriß zeigt lateinisches Kreuz mit Nebenchören und mit einem Querschiff, das nicht über die Seitenschiffe vorspringt. Die Felder im Mittelschiff wie die in den Seitenschiffen sind querrrechteckig; über den letzten westlichen Jochen der Seitenschiffe steigen die mächtigen Türme auf. Der Mittelschiffchor ist über die Nebenchöre nach Osten nochmals vorgeschoben, was aber nur im Innenraum zur Geltung kommt; denn diesem verlängerten Altarhaus sind vor den Nebenchören noch beiderseits in je zwei bzw. drei Geschossen Kapellen angegliedert. Während man früher St. Urban in Troyes als unmittelbares Vorbild dieses Domes betrachtet hat, ist man in jüngerer Zeit immer mehr zur Ansicht gelangt, daß neben dem fremden Einschlag deutlich auch manche bodenständige, bayerische Eigenart sich durchgesetzt habe. Die Verwandtschaft mit der älteren heimischen Bauweise ist indes noch bei weitem stärker, als man bis heute vermutet hat. Was schon Walderdorff von dem Dome sagt: „Seine Gestaltung ist nur die Übertragung der gewohnten heimischen Verhältnisse aus dem Romanischen ins Gotische“ (Walderdorff, 132), das trifft offenbar noch in viel höherem Grade zu. Die Emporen sind zwar gänzlich zurückgebildet, und mit ihnen die Querbautürme verschwunden; höchst eigenartig ist aber die Bildung des sehr weit vorgeschobenen, von Doppelkapellen begleiteten Altarhauses, ein Gedanke, der, zumal mit den an Emporenöffnungen anklingenden Blendnischen des Innenraumes, an ältere Querbaulösungen erinnert. Und die Grundzüge der übrigen Anlage tragen vollends so deutlich das oft geschilderte Gepräge unserer Gruppe, daß wir ihr diesen gotischen Dom noch unbedenklich zuzählen dürfen.⁶⁶⁾

66) Sollten die seltsamen Ostteile mit ihrem in halber Höhe im Innenraum angeordneten Blendnischenpaar etwa über den Grundmauern einer anfangs bescheideneren Planung erbaut worden sein? Wurden sie mit ihren mancherlei Anklängen an die ursprüngliche Absicht

δ) Der ehemalige vorgotische Dom in Regensburg (Text-Abb. 9). An welches heimische Vorbild soll der heutige gotische Dom mit solcher Treue sich angelehnt haben, wenn nicht an seinen eigenen Vorläufer? Wir haben schon bei Besprechung des westlichen Vorhofes von St. Emmeram die Gründe erörtert, die eine Anlehnung des karolingischen Domes an diese Kirche wahrscheinlich machen. Nun haben wir auch am Nachfolger noch die nahe Verwandtschaft mit den Grundzügen des mutmaßlichen Vorbildes feststellen können. Nach den gleichen Gedanken könnten wir oben die seltsame, noch zur Zeit des alten Domes unmittelbar neben ihm erbaute Dompfarrkirche St. Ulrich erklären! Da steigert sich denn die Wahrscheinlichkeit fast zur Gewißheit, daß auch der vorgotische Dom in Regensburg in gleicher Art erbaut gewesen sei. Aus schriftlichen Quellen ist sehr wenig zu entnehmen; es geht nur hervor, daß die Kathedrale zu mindest in späterer Zeit doppelchörig war⁶⁷). So müssen die Einzelheiten künftigen Grabungen vorbehalten werden; das Gesamtbild scheint indes kaum mehr fraglich, wenn auch vom vorläufigen Versuch seiner Umschreibung mehr als ungefähre Richtigkeit nicht erwartet werden darf.

b) Folgerungen.

Wie wir soeben bei besonders günstigen Umständen auf das Einzeldenkmal des ehemaligen Domes in Regensburg mit großer Wahrscheinlichkeit haben schließen dürfen, so können wir unsere Schlüsse nun wohl auch verallgemeinern. Wir fanden eine ganze Anzahl Belege für die ehemals weite Verbreitung der fraglichen Bauweise von Tours bis Gurk und, als wir im alten Bajuwarenlande genauer zusahen, in diesem insbesondere, so daß wir dieser Bauweise sehr hohe Bedeutung beimessen dürfen. Um das Denkmal St. Emmeram kunstgeschichtlich einreihen zu können, haben wir so weit ausholen müssen. Denn es war zunächst erst die große

in den etwa erst von der Grundsteinlegung von 1275 an großartiger angeordneten und etwas verbreiterten Hauptteil der Kathedrale nur mit übernommen, ihm gewissermaßen vorgeschaltet? Das aufgehende Mauerwerk des vorgeschobenen Hauptchores ist zwar jünger als das spätestens nach der Grundsteinlegung 1275 begonnene des südlichen Nebenchors; nach Grundriß und manchen Besonderheiten des Aufbaues könnten aber doch die östlich vorgeschobenen Teile auf die älteren Gedanken und vielleicht auch auf ältere Grundmauern zurückgehen. Dann fänden auch die mancherlei gerade an diesen Teilen auffälligen Unregelmäßigkeiten in den nachträglich veränderten Bedingungen der Angliederung eine halbwegs einleuchtende Erklärung. Insbesondere scheint mir eine solche Annahme von zwei verschiedenen, allerdings sehr frühzeitig, aber nicht ohne Härten zu einer größeren Einheit verschmolzenen Entwürfen die bisher rätselhafte Anlage der östlichen Seitenkapellen glaubhafter zu begründen als etwa die Mutmaßung Dehios, nach der die „schwer zu verstehenden“ Anbauten vielleicht bauherrlichen Wünschen zuliebe als Einschübe in den ursprünglichen Entwurf entstanden sein könnten (Handb. d. d. K. III, 395). Die Urkunden geben leider kein unbedingt zuverlässiges Bild, ob nicht tatsächlich schon vor der feierlichen Grundsteinlegung an der neuen Domkirche gebaut worden sei. Vgl. hierzu auch M. Hasak, Der Dom zu Regensburg in „Die christliche Baukunst“. München, XI. Jahrg., S. 103 ff., und ebendort J. A. Endres, Zur Geschichte des Domes in Regensburg S. 229 ff.; vgl. auch die Bemerkung Walderdorffs über die auffällig kurze Bauzeit des südlichen Nebenchors, S. 127). — Eigentümlich wäre ja auch die Grundsteinlegung und der Baubeginn im südlichen Nebenchor, also sozusagen im Mittel, statt wie gewöhnlich im Osten der Kirche. Vielleicht wurden die Streitigkeiten mit St. Johann erst durch den erweiterten Bauplan verursacht.

67) Vgl. J. A. Endres, Zur Geschichte des Domes in Regensburg; Die christliche Kunst S. 236 ff. München, XI. Jahrg. (1915).

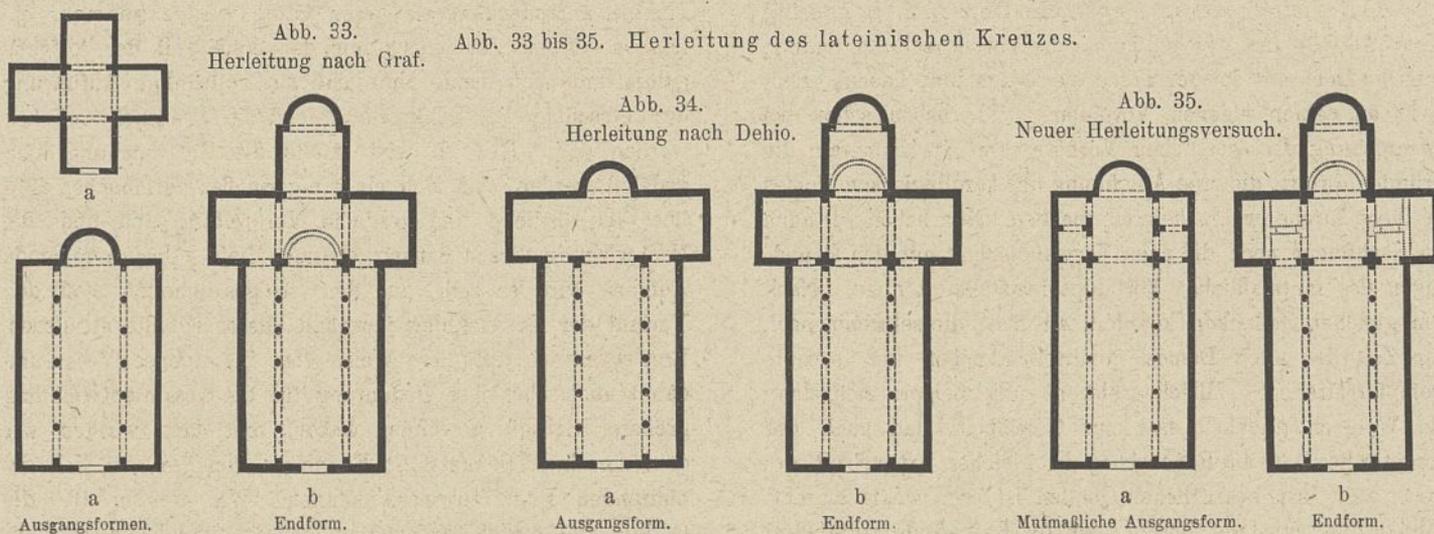
Familie aufzudecken, als deren Glied wir es nunmehr erkennen. Damit ist jedoch nur der erste Teil der Aufgabe gelöst und noch dazu, ohne daß auf vollzählige Anführung der einschlägigen Denkmale irgendwie Anspruch erhoben werden soll. Nur so weit mußte die Untersuchung ausgedehnt werden, daß sich ein einigermaßen verlässliches Bild über die örtliche und zeitliche Verbreitung und über die Nachwirkung dieser Bauart gewinnen ließ. Unsere folgende Aufgabe wird es sein, aus dem so gesammelten Stoff den Verlauf der Entwicklung innerhalb dieser Familie abzulesen. Erst wenn wir auf diese Weise über ihr eigenes Wesen und damit auch über ihre Bedeutung für die Gesamtentwicklung größere Klarheit gewonnen haben, erst dann werden wir dem einzelnen Denkmal St. Emmeram den ihm wirklich gebührenden Platz zuweisen können. Wir werden also die zeitlich und örtlich vermengten, in sehr ungleicher Deutlichkeit erhaltenen Entwicklungsstufen nach den Merkmalen eines womöglich stetigen Verlaufes zu ordnen suchen, d. h. wir fragen nach Ausgangs- und Endpunkt der Bewegung.

Verhältnismäßig einfach ist offenbar die Beantwortung des zweiten Teiles dieser Frage. St. Michael in Hildesheim, die normännischen Abteikirchen, der gotische Dom in Regensburg, das sind späte Stufen, die zum mindesten zeigen, daß die Reihe in ihren Schlußgliedern in die Bauweise der mittelalterlichen Basilika, in die Anlage des sogenannten lateinischen Kreuzes ausläuft. Dieser Wandel vollzieht sich durch Rückbildung der Emporen und Treppentürme, also durch Umgestaltung des Querbaues zum Querschiff, und andererseits durch allgemeine Aufnahme und planmäßige Eingliederung des bei weiter zurückliegenden Entwicklungsstufen, wie wir sahen, nicht selten fehlenden Altarhauses. Wir stoßen also auf die wichtige Frage nach der Entstehung des lateinischen Kreuzes, wie wir das oben schon angedeutet haben, auf eine der grundlegenden Entwicklungsfragen der mittelalterlichen kirchlichen Baukunst. Und diese lautet jetzt vor allem so: Geht die Entwicklung innerhalb der fraglichen Gruppe gesondert vor sich und schließt sie sich erst nachträglich einer anderen Reihe an, die schon früher selbständig zum lateinischen Kreuz geführt hat? Oder ist die fragliche Entwicklung grundlegend überhaupt, ist das lateinische Kreuz als Schlußglied dieser Kette zu betrachten, ist die Bauweise St. Emmerams eine unmittelbare Vorstufe? Die Forschung kennt bisher zwei Anschauungen über den Ursprung des lateinischen Kreuzes, die eine von Graf,⁶⁸) die andere von Dehio.⁶⁹) Nach Zeitpunkt, Heimat und Ursprung der Bewegung gehen die Mutmaßungen weit auseinander. Eine endgültige Klärung ist bisher nicht erfolgt; so haben wir denn beide kurz zu überblicken.

Graf, der als erster auf die Wichtigkeit der Frage überhaupt aufmerksam machte, nimmt als Ausgangspunkt die zentrale, gleicharmige Kreuzkirche an, die als Grabmal schon in der heidnischen Antike zu finden ist (Text-Abb. 33). Das lateinische Kreuz leitet er hiervon derart ab, daß er an der ins

68) Hugo Graf, Opus francigenum. Stuttgart 1878. — Ders., Neue Beiträge zur Entstehungsgeschichte der kreuzförmigen Basilika. Repert. f. K. 15 (1892).

69) Dehio u. v. Bezold, S. 157 ff., und G. Dehio, Zwei Probleme zur Geschichte der Anfänge des romanischen Baustils. Repert. f. K. 16 (1893), S. 217 ff.



große übertragenen Anlage, wie sie ja tatsächlich vorkommt, sich überwiegend einen Kreuzarm entwickeln läßt. Er denkt sich den Eingangsflügel sowohl verlängert als durch Seitenschiffe erweitert und kommt schlußweise somit auf kurzem Wege zur fertig entwickelten, strengen, mittelalterlich-kreuzförmigen Basilika. — Sehen wir genauer zu! Die Neubildung vollzieht sich nach Graf nicht an der im kirchlichen Gebrauche weit überwiegenden altchristlichen, querschifflosen oder T-förmigen Langhauskirche, sondern am weit selteneren Zentralbau des sog. griechischen Kreuzes. Altarhaus, Querschiff, Vierung, wohl auch der Vierungsturm, all das ist schon am Ausgangspunkte fertig vorhanden, nur der eine Kreuzarm wird verändert oder vielmehr durch ein basilikales Langhaus ersetzt; dann ist „aus der bewußten Verschmelzung zweier besonderen Planformen“ mit einem Schlage die neue Gattung geschaffen (Neue Beiträge, S. 460). Die Kirche St. Vincent und hl. Kreuz, das spätere St. Germain-des-Prés bei Paris, die Grabkirche Childeberts (geweiht 558), soll das Bauwerk gewesen sein, an dem sich dieser hochwichtige Übergang abgespielt hat (Neue Beiträge, S. 462). Sie sei als merovingische Königsgrabkirche als gleicharmige Kreuzanlage erbaut gewesen, sei aber um ein basilikales Langhaus erweitert worden, als sie nachträglich zur Klosterkirche wurde. Durch Nachahmung dieser sehr einflußreichen Kirche sei die ursprünglich durch Umbau entstandene Anordnung allmählich auch für Neuanlagen von Abtei- und Bischofskirchen in Gebrauch gekommen, erstmalig als Neubau in Rebas, und habe sich schließlich zur beherrschenden Geltung durchgesetzt. Die Entstehung wird somit in frühe merovingische Zeit und örtlich ins westliche Frankenreich verlegt.

Dehio hingegen schreibt (I. S. 166), die lateinische Kreuzbasilika enthalte in der „Behandlung des Quer- und Altarhauses zwar unverkennbar eine Annäherung an das Kompositionsprinzip des Zentralbaues“. „Die Hypothese aber, daß diese Um- und Fortbildung der Basilika tatsächlich vom Zentralbau ihren Ausgangspunkt genommen habe, entbehrt gleich sehr der äußeren historischen wie der inneren architektonischen Begründung.“ Dehio nimmt als Ausgangspunkt die altchristliche Basilika mit T-förmigem Abschluß (Text-Abb. 34). Das lateinische Kreuz entwickelt er hieraus, indem er am sonst vorerst unveränderten Bestande zwischen Apsis und Querhaus das Altarhaus eingeschaltet denkt. Erst nachträglich wird das Altarhaus als Verlängerung des Mittelschiffes

aufgefaßt und die Durchkreuzung des Querhauses durch die Vierung zum Ausdruck gebracht; die Vierung entwickelt sich erst als Folge, und ebenso ist es hiernach mit ihrer Betonung, dem Vierungsturm, zu denken. Als Gründe nennt Dehio erhöhtes Raumbedürfnis im Chore infolge des Anwachsens der Geistlichkeit zumal in den großen Klöstern, die zunehmende Vorliebe für größere Krypten, die im Querhause gestört hätten; endlich das erstarkende Gruppierungsbestreben, sowie die Absicht, für die Gesamtanlage eine fest bestimmte, gesetzmäßige Ordnung und Regel zu finden. Als Heimat gilt ihm das östliche Frankenreich, als Entstehungszeit die Zeit der Karolinger.

Unbedingte Beweiskraft kommt keiner der beiden Auffassungen zu, und ihre Verfechter haben sich überdies in heftiger Fehde so manchen ihrer ursprünglichen Gründe gegenseitig sehr eingehend widerlegt. Beide Forscher mögen gleichwohl für manchen Einzelfall durchaus das Richtige getroffen haben. Die Frage nach dem für die allgemeine Entwicklung maßgebenden Ursprung des lateinischen Kreuzes ist indes noch offen. Da wollen wir denn wagen, auf Grund der erweiterten Kenntnis der Bauweise jener bisher so dunklen Zeiten eine neue Mutmaßung auszusprechen.

Als Ausgangspunkt betrachte auch ich die Langhauskirche, jedoch im Gegensatz zu Dehio jene ohne Querschiff. Den Keim zur Entwicklung des lateinischen Kreuzes aber erblicke ich in einem Turme, der unmittelbar vor der Apsis, also zwischen ihr und dem Langhaus eingeschaltet wird, oder der vielmehr allmählich über dem ersten Jochpaar des Langhauses erwächst (Text-Abb. 35). Das ist somit keinesfalls der Vierungsturm einer zentralen Kreuzkirche; fehlt doch bei einer Anzahl gerade sehr früher oder sehr altertümlicher Beispiele das Altarhaus, der östliche Kreuzarm, noch völlig (Vignory, Mainz, Maria-Laach, Salzburg). Ebenso wenig können aber auch die bei den genannten Beispielen wie bei St. Emmeram und sonst vielfach beobachteten, mit Emporen verbauten Querhausflügel als die Arme des altchristlichen Querschiffes angesprochen werden. Nur nach außen wirkt dieser Querbau wie ein Querschiff, im Innenraum laufen die Langhauswände fort, ja der breite Mittelpfeiler der Emporen (St. Emmeram und St. Zeno in Reichenhall) läßt die Erdgeschoßwände hier noch geschlossener als im Langhaus wirken. Dieser Querbau, dem auch bei den ältesten Beispielen jede Ausladung über die Seitenschiffe fehlt, hat offenbar eine ganz

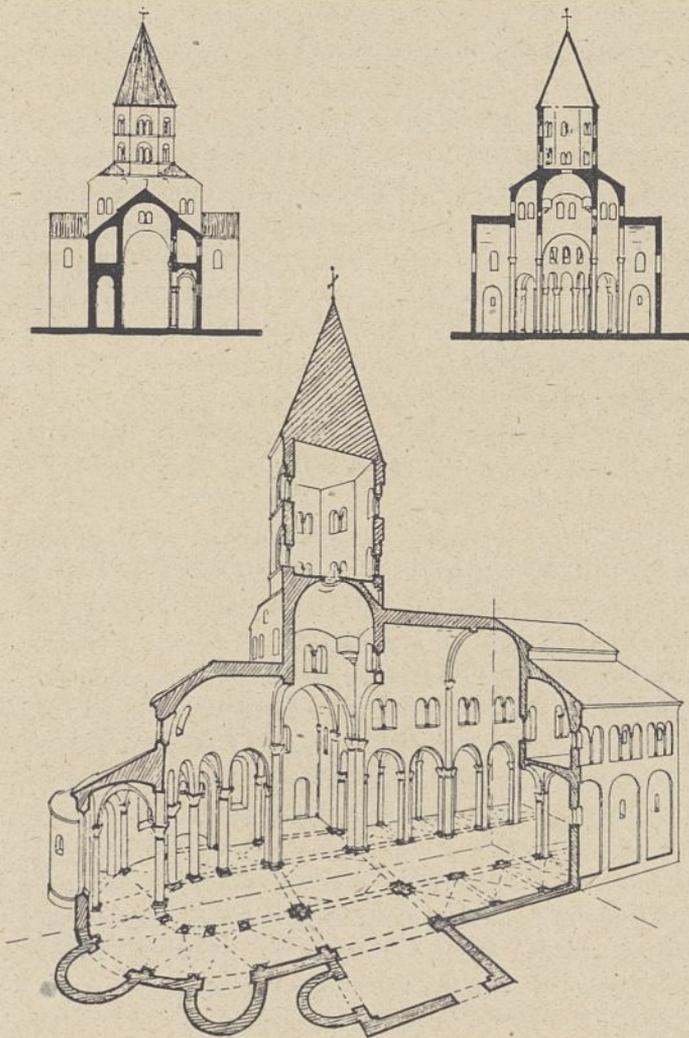


Abb. 36. Bauweise der Auvergnatischen Schule.

andere Wurzel. Ich vermute einen rein technischen Zweck. Die quergestellten Mauern seines Obergeschosses haben die übers breite Mittelschiff gesprengten Bögen des Mittelturnes abzusteifen; dieses Emporengeschoß ist statisch erforderlich als Ersatz der im allgemeinen selbst der reifen romanischen Kunst noch unbekannt oder von ihr verschmähten Strebe- Pfeiler.

Nun liegt im Auftreten eines solchen Turmes an sich schon ein Anstoß zur Weiterbildung im Sinne des Zentralbaues. Neben Langhaus und wirkungsvollen seitlichen Emporenaufbauten mochte die Ostseite ebenfalls eine kräftigere Betonung verlangen, als sie allein durch den Vorbau der Apsis geschaffen werden konnte. In diesem Sinne konnte gewiß die gleicharmige Kreuzkirche mitunter als Vorbild anregen. Dazu mochten auch manche Gründe, die Dehio für die Einschaltung des Altarhauses nennt, nebenher mit wirksam sein, in besonderen Fällen wie bei St. Emmeram auch die schon geschilderte Eigenart der Apsisbildung.

Die jüngeren Entwicklungsstufen unserer Gruppe lassen aber noch ein weiteres, höchst wichtiges Bestreben erkennen, das geradezu zur Ausbildung eines östlichen Kreuzarmes zwingt; das ist die Rückbildung der Emporen. Das Emporengeschoß nahm ursprünglich nicht nur den Seitenschub des Mittelturnes auf, sein Mittelpfeiler ließ vielmehr auch keinen Längsschub auftreten und erlaubte wie noch heute in Mainz und Maria-Laach den Turm unmittel-

bar vor der Apsis aufzuführen. Sobald nun aber die Empore verschwindet und damit auch dieser Mittelpfeiler fällt — nur ausnahmsweise wie am Münster in Straßburg findet er sich ohne Empore⁷⁰⁾ —, da muß wie erst schon übers Mittelschiff nun auch über das erst jetzt entstehende Querschiff ein mächtiger Vierungsbogen für den Mittelturn angeordnet werden. Für den mächtigen Schub dieses Bogens ist nun offenbar ein kräftigeres Widerlager erforderlich als jenes, das durch das Halbrund der Apsis geboten werden kann. Die Einschaltung eines Altarhauses wird daher gleichzeitig mit dem Verschwinden der Emporen konstruktiv notwendig! Auf solche Weise entsteht also die Vierung erst nachträglich und sozusagen erst unterhalb des schon weit älteren Mittelturnes. Erst nachträglich wird ein östlicher Kreuzarm eingeschaltet und erst im Zusammenhang mit dieser Neuerung bildet sich der Querbau zum Querschiff um. Zuletzt erst werden diese drei Kreuzarme auch räumlich als dem Mittelschiff des Langhauses gleichwertig aufgefaßt, und erst jetzt ist die neue Raumschöpfung vollendet, die sich im Grundriß als lateinisches Kreuz ausdrückt.

Wenn wir den Ursprung des lateinischen Kreuzes somit von der Einschaltung eines Mittelturnes ableiten, dann müssen wir uns auch nochmals über Alter und frühe Verbreitung dieses Gedankens vergewissern. Nun haben wir schon oben die Worte Dehios angeführt, der den Zentralturn mit Flankentürmen geradezu als Lieblingsgedanken der karolingischen Meister bezeichnet. Aus der Wahrnehmung Viollet-le-Ducs, daß im 11. Jahrhundert in der Normandie die Kirchen stets einen Vierungsturm besaßen⁷¹⁾, hat ebenso Graf auf eine längst eingebürgerte Gewohnheit geschlossen. Derselbe Forscher will nicht zuletzt durch die Erwähnung eines Vierungsturmes an der Abteikirche zu Fontanellum die lateinische Kreuzform dieser Kirche beweisen. Endlich haben wir nach dem allerdings nicht mehr unbestrittenen Urteil namhafter Forscher schon am Bau des Perpetuus in Tours eine Art Mittelturn vermutet. Das hohe Alter und die frühzeitige Verbreitung dieses Gedankens erscheint hiermit hinlänglich verbürgt.

Aber auch für den gesamten, soeben dargelegten Entwicklungsgang läßt sich noch ein weiterer Beweis führen, wenn auch nur mittelbar. Wir haben nämlich bisher nur solche Beispiele in Betracht gezogen, die sich für die Herleitung des lateinischen Kreuzes sozusagen dem „grünen Ast“ der Entwicklung einreihen lassen, d. h. abgesehen von jener späten und nur gering verbreiteten Abzweigung, bei der wir das Emporengeschoß unterm Mittelturn hindurch fortgeführt fanden. (St. Pantaleon in Köln, St. Burkhard in Würzburg, Westbau in Maria-Laach.) Nun gibt es aber auch noch eine ältere und insofern weit belangreichere Sonderentwicklung, als diese uns noch heute bestimmte, allgemein wichtige Rückschlüsse gestattet. Als Beispiele dieser Verzweigung, die schließlich ein dürrer Ast geblieben, betrachte

70) Vgl. auch den Dom zu Pisa; Dehio u. v. Bezold Tafel 68 u. 69.

71) Dict. de l'archit. française I, p. 58 ff., 208. — Ein Vierungsturm an einer ehemaligen, um das Jahr 900 im lateinischen Kreuz, jedoch ohne Querbauemporen und ohne Seitenschiffe erbauten Kirche St. Peter und Paul wurde erst vor einigen Jahren in Neustadt, Bezirksamt Lothar in Unterfranken, nachgewiesen. Vgl. Die Kunstdenk. des Königreichs Bayern, F. Mader, III, 9, S. 79 ff.

ich die noch ziemlich zahlreichen Denkmale der auvergnatischen Schule. Text-Abb. 36 zeigt ihre Eigenart⁷²⁾. An diesem höchst merkwürdig aufgebauten Gebilde sehen wir im Längenschnitt den Mittelturm zwischen zwei ganz ungleich hohen Teilen eingeschaltet: zwischen einem verhältnismäßig niedrigen Altarhaus und einem sehr viel höheren Langhaus. Die Vierungsbogen entsprechen dem tiefliegenden Tonnengewölbe des Altarhauses. Zwischen ihnen und dem hochliegenden, stumpf-achtteiligen Klostersgewölbe ist eine Art Kuppeltambour eingeschaltet, der indes nur mit der Ostseite ins Freie schaut; nur hier läßt ein Fensterpaar unmittelbares Licht einfallen, gegen die Querbauflügel sind die Tambourmauern durch je eine Doppelarkade mit einem Zwischensäulchen durchbrochen. In Richtung der Querbauachse finden wir die über das Langhaus ausladenden Flügel mit quergestellten Tonnen überwölbt. Die anschließenden Stücke, deren Breite den gewissermaßen durch den Querbau hindurch fortgesetzten Seitenschiffen entspricht, überragen die äußeren Flügel beträchtlich und lehnen sich mit längsgestellten Halbtonnen gegen das Kuppelgewölbe. Über diesem steigt ein hochragender, meist zweigeschossiger Glockenturm auf, der nur überm First des Mittelschiffes einen Zugang besitzt. — Am Langhaus fallen besonders die nicht zugänglichen, mit Halbtonnen geschlossenen Seitenschiffemporen auf.

Die Herkunft dieses seltsamen auvergnatischen Kirchengebildes war bisher nicht völlig klar. Dehio und v. Bezold sprechen gelegentlich davon als von einer höchst merkwürdigen Weiterbildung der Hallenkirche zu einer Art Kompromiß mit der Basilika (I. S. 367). Hierzu wurden sie durch das Auftreten der Halbtonnen verleitet. Weit näher waren sie der richtigen Spur, als sie schrieben: „Abgesehen von diesem Motiv . . . gehört die auvergnatische Bauweise ganz entschieden in den Verwandtschaftskreis der westlichen Schulen: sie teilt mit ihnen den Grundriß, viele Einzelheiten des Aufbaues, die bauliche Grundstimmung“ (I. S. 369). Infolge des besonders bevorzugten Chorumganges mit ausstrahlenden Kapellen hatten die genannten Forscher auch schon frühe Beziehungen zu St. Martin in Tours vermutet, um so mehr, als das mutmaßliche Urbild der Schule, St. Agricola und Vitalis in Clermont-Ferrand, an dessen Stelle sich heute Notre-Dame-du-Port erhebt, gleichzeitig mit dem Bau des Perpetuus im Jahre 470 geweiht wurde.

Vergleichen wir nunmehr das auf Grund der bisherigen Untersuchungen von dieser ältesten Martinskirche gewonnene Bild mit der nach Dehio hierauf zurückzuführenden auvergnatischen Bauweise, so erblicken wir in der Tat für diesen Zusammenhang neue und sehr wichtige Anhaltspunkte. Denn neben dem Chorumgang haben wir für den Gründungsbau von St. Martin oben neuerdings auch einen Mittelturm wieder

72) Die Hauptdenkmale der einander sämtlich sehr ähnlichen Kirchen sind Notre-Dame-du-Port in Clermont-Ferrand, Saint Paul d'Issoire, Saint Etienne in Nevers, die Kirchen in Mozat und Orcival. Vgl. Dehio und v. Bezold, Taf. 119, Fig. 14, 15, 16; Taf. 130 u. 131; dazu die zahlreichen Abbildungen bei R. de Lasteyrie (*L'architecture religieuse en France à l'époque romane*. Paris 1912). — Mangels hinreichender Planunterlagen für ein bestimmtes Denkmal mußte ich mich mit der Darstellung des allgemeinen Aufbaues begnügen. Ich habe mich dabei (nach de Lasteyrie) weitgehend an die Kirche in Orcival angeschlossen, habe jedoch alles für den unmittelbaren Zusammenhang Unwesentliche fortgelassen, darunter auch die fast stets vorhandene Krypta.

wahrscheinlich gemacht. Und einen solchen zeigt nun auch die auvergnatische Schule und zwar in stärkster Betonung; nennen doch Dehio und v. Bezold „die gewaltig gesteigerte Höhe der Vierung“ geradezu „das am meisten Auffallende“ der Gesamtanlage (I. S. 370). Dabei ist die Eigenart der auvergnatischen Weiterbildung noch ganz besonders wichtig. In dieser Schule wird nämlich das Altarhaus keineswegs als eine Fortsetzung des Mittelschiffes jenseit der Vierung betrachtet; ebensowenig wird aus dem Querbau ein Querschiff im gewöhnlichen Sinne. Nur der Grundriß dieser auvergnatischen Kirchen gleicht daher dem des lateinischen Kreuzes; im Aufbau aber sind die einzelnen Kreuzarme gänzlich unterschiedlich entwickelt und nicht wie beim echten lateinischen Kreuz, wenn ich es so nennen darf, zu einer Raumeinheit zusammengefaßt.

Solch grundsätzliche Verschiedenheiten der Endformen zweier Entwicklungsreihen sind nun aber äußerst wichtig für die Umschreibung der mutmaßlich gemeinsamen Ausgangsart. Denn offenbar kann als gemeinsamer Ursprung des lateinischen und des auvergnatischen Kreuzes ohne inneren Widerspruch und ohne Annahme eines neuerdings unerklärlichen Rückschrittes nur eine solche Gattung betrachtet werden, die beide Zweige als Weiterentwicklungen zuläßt. Dieser Bedingung genügt aber weder das gleicharmige Kreuz der Annahme von Hugo Graf, noch das altchristliche signum T derjenigen von Dehio, wohl aber die querschifflose Basilika mit einem vor der Apsis aufragenden, von seitlichen Emporen gestützten Mittelturm! Für die neue Herleitung des lateinischen Kreuzes bildet diese Überlegung somit einen höchst belangreichen Ergänzungsbeweis.

Beim auvergnatischen Kreuz hat der Gedanke des Mittelturmes die Gesamtanlage in der Folgezeit gewissermaßen überwuchert. Die Doppelarkaden des Kuppeltambours lassen sich als Rückstandmerkmal der einstigen Querbauemporen deuten, eine Anlage, die wir ähnlich mit gleichfalls rein konstruktivem Zweck noch heute bei den eigentümlichen, nicht zugänglichen Seitenschiffemporen in ihrem Verhältnis zum Mittelschiffgewölbe vorfinden. Als nun die Seitenemporen des Mittelturmes aufgegeben wurden, da blieb dem auvergnatischen Meister jener Gedanke der Raumschöpfung des lateinischen Kreuzes versagt. Er wollte den Turm, zumal von Osten gesehen, möglichst zur Geltung bringen, deshalb hielt er das Altarhaus niedrig. Nun mußte er aber aus statischen Gründen mit den seitlichen Vierungsbogen ebenfalls bis zur Lage der Altarhaustonne herabgehen und verlor somit, zumal er auch den Scheidebogen gegen das Langhaus so tief herabsenkte, endgültig die Einheit des Innenraumes. Auch seitlich wollte man das hochgehobene Kuppelgewölbe noch verstreben; man wählte indes kein einfaches Querschiff, sondern ließ auch hier eine für das äußere Schaubild zwar vorteilhafte, für den Innenraum aber neuerdings unglückliche Staffelung und Unterteilung eintreten.

Die auvergnatische Schule ist ferner auch für die Frage der Zugänglichkeit der ältesten Querbauemporen von Belang, also für das Alter jener Treppentürme, die wir bei einer Vorstufe des lateinischen Kreuzes angetroffen haben. Denn da das auvergnatische Kreuz keine Spur einer solchen Anlage zeigt, so tritt die Frage auf, ob jene Türme nicht auch am mutmaßlichen Vorbild fehlten. Soviel ist jedenfalls ohne-

hin schon erwiesen, daß der ursprüngliche Zweck der Querbauemporen rein konstruktiver Art war; daß sie hierzu nicht zugänglich zu sein brauchten, lehren noch in aller Deutlichkeit die derart angeordneten auvergnatischen Seitenschiffemporen. Es ist daher tatsächlich möglich, daß die Querbautreppentürme der touränischen Schule erst eine spätere und auf diese Schule beschränkte Erfindung sind, mittels deren man die aus technischen Gründen angelegten Emporen auch praktisch nutzen wollte. Umgekehrt hat bei der touränischen Schule dieser Nutzzweck noch nachgewirkt, als die Emporen konstruktiv bereits wieder entbehrlich geworden waren. So lassen sich wohl jene früher berührten, seltsamen Übergangsformen zu St. Michael in Hildesheim oder bei den genannten Bauten der Normandie erklären. Wie weit daher unsere Mutmaßungen bezüglich St. Emmerams richtig sind, wird neuerdings vom Ergebnis von Grabungen abhängig; denn als unentbehrliches Merkmal der frühmerovingischen großen Langhauskirche können die Treppentürme schwerlich gelten.

Dann ist aber auch denkbar, daß die Querbaustirnseiten erst beim Vorbau der Treppentürme giebelförmig ausgestaltet wurden und sich ehemals mit Pultdächern gegen den Mittelsturm lehnten. Auf diese Stufe scheinen ja noch die inneren, pultförmig abgedachten Querbauteile der auvergnatischen Kirchen zurückzuweisen, und das hiernach zu vermutende Bild steht völlig mit jenem in Einklang, das uns von Centula noch überliefert ist (Text-Abb. 10).⁷³⁾ Auch die Peterskirche in Werden erinnert daran.

Was war nun der tiefere Grund für eine solche Veränderung der altchristlichen Basilika gewesen, was der innere Anlaß, die Triebkraft? Eine restlos gesicherte Antwort dürfte schwer fallen. Es scheint aber doch, als habe der Grabmalkult dabei eine Rolle gespielt. St. Martin in Tours war über der Ruhestätte des hoch verehrten Heiligen errichtet, St. Emmeram in Regensburg über den Gebeinen des Märtyrer-Bischofs. Gerade für diesen Zusammenhang ist von Belang, was wir schon einmal erwähnten, daß wir bei einer Reihe von Denkmälern die altertümliche Halbring-Krypta und den Querbau bzw. den Mittelsturm zusammen angeordnet finden. Noch in Maria-Laach ruht das Stiftergrab im altertümlichen Westbau. Gleichzeitig spielt wahrscheinlich eine germanisch-völkische Eigenart mit. Diese Vorliebe für Turmanlagen, seien sie nun einem Langhaus eingegliedert oder fast frei (Peterskirche in Werden a. d. R., Frauenchiemsee?), hat tatsächlich ihren Ursprung nicht im Süden; die freie Gruppenbildung zumal, die Verschmelzung von Turm und Langhaus zur höheren Einheit, das war die Schöpfungstat junger Germanenvölker nach den Stürmen der Völkerwanderung, im besonderen die der Franken.⁷⁴⁾

73) Siehe Text-Abb. 10, aus R. de Lasteyrie, *L'architecture religieuse en France à l'époque romane*, S. 142. Paris 1912.

74) Vgl. Wilh. Worringer, *Formprobleme der Gotik*, S. 82. München 1911: „Über den heidnischen Sakralbau des Nordens sind wir nur mangelhaft unterrichtet, und die in vollem Flusse befindliche Diskussion über die vorchristliche nordische Holzarchitektur und ihren Zusammenhang mit dem christlichen Sakralbau des Nordens erlaubt noch keine feste Entscheidung über diese Gegenstände. Einwandfrei fest steht aber wohl, daß die frühe nordische Architektur schon beherrscht war vom Willen zur Senkrechten, von der Neigung, stehende und nicht liegende Bauten zu schaffen. Von beiden Grund-

Fassen wir das Ergebnis zusammen, so dürfen wir wohl für erwiesen halten, daß diesen Zusammenhängen für den Ursprung des lateinischen Kreuzes tatsächlich hohe Bedeutung zukommt. Aber ausschließliche Geltung ist einer Einzelherleitung wohl überhaupt nicht beizumessen. Der fragliche Vorgang war allem Anschein nach weit verwickelter und langwieriger, als man bisher dachte; mancherlei Kräfte waren im Spiel und konnten gemeinsam oder auf verschiedenen Wegen zum Ziele führen. Versteht man das lateinische Kreuz im engeren Sinne, in der strengen, gebundenen Form, dann mag für seine Entstehungszeit Dehio das Richtige getroffen haben. Aber diese begriffmäßig klarste, um nicht zu sagen nüchterne, Lösung ist nur der eine Endpunkt einer weit umfassenderen Bewegung. Und diese setzte ganz sicher viel früher ein. In diesem Sinne, der Graf allerdings ferne lag, wird man dessen Zeitbestimmung beipflichten können. Die vielen Schriftstellen, die er für „kreuzförmig“ erbaute Kirchen zu merovingischer und frühkarolingischer Zeit ausfindig gemacht hat, können zwar, wie Dehio mit Recht einwendet, für eine bestimmte Kreuzform nicht gedeutet werden. Durch ihren Zusammenhang weisen sie aber doch vielfach auf etwas Neuartiges im Kirchenbau hin. Und neben dem so verstandenen zeitlichen Ursprung hat Graf wohl auch die Heimat dieser Gesamtbewegung richtig gemutmaßt; es war das westliche Frankenreich. Dorthin weisen tatsächlich die Spuren, von dort aus drang Christentum und Gesittung erst nach Ost und Nordosten vor. In der Sache selbst liegt — ganz allgemein ausgedrückt — das Neue der Bauweise endlich in dem von Dehio wiederholt betonten, in seiner ursächlichen Kraft aber doch nicht voll erkannten Gruppierungsbestreben, genauer gesagt im ersten Einfluß nordisch-germanischen Höhendranges auf den in breiter Ruhe hingelagerten Körper der mittelmeerländisch-antiken Basilika. Wie schon oben gesagt, ist das Altarhaus darum keineswegs das Einzige oder gar Wichtigste des Gesamtfortschrittes. Dieser Kopfbalken ist nur der äußerlich deutlichste Unterschied im Grundriß. Das Wesentliche des Neuen lag aber im Aufbau; und nur insofern, als der Grundriß — um mit Ostendorf zu reden —⁷⁵⁾ die Horizontalprojektion eines räumlichen Gedankens darstellt, nur insofern spiegelt sich der Fortschritt im ebenen Plane. Infolgedessen traf man nicht den Kern der Frage, solange man bei der Suche nach dem Ursprung der Bewegung in erster Linie vom Grundriß ausging, solange man den Fortschritt durch eine sozusagen in der Ebene gefundene Erweiterung des altchristlichen Planes erklären wollte. Jene Fälle, für welche eine derartige Beurteilung ausreicht, sind m. E. als Vereinfachungen oder Teillösungen anzusehen.

II. Das Einzeldenkmal St. Emmeram.

Nun können wir endlich auch die Bedeutung des Einzelbaues St. Emmeram innerhalb des Gesamtbildes genauer umschreiben: Jetzt erscheint diese Kirche nicht mehr als überragende Einzelschöpfung jener Zeit überhaupt; sondern als

elementen der Tektonik, dem aktiven Tragen und dem passiven Lasten, wurde in der nordischen Architektur von Anbeginn an dem ersteren der Vorzug gegeben; der Ausdruck der Aktivität sollte der vorherrschende sein, der Bau sollte als ein frei emporsteigender, nicht als ein belasteter erscheinen.“

75) Ostendorf, *Sechs Bücher vom Bauen*, Band I, S. 4 ff. Berlin 1914.

Glied einer ziemlich verbreiteten Gruppe. Nach Zeit und Art läßt sie sich als Vorstufe sowohl des Chorumganges als der Grundrißform des lateinischen Kreuzes auffassen. Das schon deutlich entwickelte Altarhaus ist dabei wahrscheinlicher aus den besonderen Bedingungen der Apsisanlage und der Angliederung der Georgkapelle als aus einer schon damals zur festen Norm gereiften Regel zu erklären.

Die Herkunft des Planes ist im einzelnen wohl nie mehr mit Sicherheit nachzuweisen; um so weniger können über die allgemeine Richtung, aus der er kam, noch Zweifel bestehen. Diese weist jedoch nicht nach Süden⁷⁶⁾, sondern nach Westen. Wohl haben auch zwischen Langobarden und Bajuwaren damals freundschaftliche Beziehungen bestanden, doch der fränkische Einfluß hat allem Anschein nach weit überwogen (Doeberl, I. S. 25 ff.). Von West und Nordwest, nicht von Italien her waren die Glaubensboten ins Land gekommen und mit ihnen die überlegene Gesittung. Dazu standen die Bajuwaren auch in ihrem staatlichen Leben in zunehmender Abhängigkeit von den Franken, bis sich schließlich unter Karl dem Großen das Trauerspiel Tassilos, des letzten Agilolfingers, vollendete. Lebenshaltung und Bildungsgrad im Lande zu jener Zeit sind bis heute noch reichlich dunkel geblieben. Um so mehr überrascht die nunmehr aufgedeckte Sprache der Baudenkmal; sie übertrifft alle bisherige Vorstellung bei weitem. Ein ganz anderes Bild, als man bisher ahnen konnte, entsteht nunmehr vor unseren Augen, wenn wir hören, es seien nach der vom hl. Bonifatius getroffenen kirchlichen Regelung in Bayern in den Jahren 740—778 neunundzwanzig Klöster gegründet worden.⁷⁷⁾ Wir dürfen dabei zwar keineswegs überall an Bauten von der Großartigkeit der Kathedralkirche St. Emmeram denken. Daß aber der hl. Bonifatius diesem Werke nahe stand und daß diese Bauart jener Zeit, wie dies schon oben einmal ausgesprochen wurde, als vorbildlich gegolten habe, das halte ich nunmehr für hinlänglich erwiesen. Die Walchenseeklöster, die ausdrücklich ihre Gründung auf den großen Heiligen zurückführen, lassen anscheinend die Gründungsbauten nicht mehr erkennen. In Niederaltreich hingegen, das fast gleichzeitig mit der Kirche St. Emmeram gegründet wurde (741?), und zumal in Salzburg fanden wir noch deutlich verwandte Spuren. Trotzdem wäre es vielleicht verfehlt, den maßgebenden Vermittler der Baugedanken im hl. Bonifatius selbst zu suchen. Bonifatius war sicher nicht gegen diese Art. Aber er selbst blickte doch am liebsten und in allen Fragen nach Rom; und dort, wo er offenbar eine ganz besondere Anlage schaffen wollte, und ganz nach eigenem Gutdünken schaffen konnte, in Fulda, da wählte er denn anscheinend eine ganz andere Art. Da sandte er den nachmaligen Abt Sturm nach Italien zur Erkundung der dortigen Klosterbräuche; und so wurde, wie sich nach langem Streite allmählich herausstellt, die Salvatorkirche in Fulda überwiegend in altchristlichem Brauche, mit westlichem Querschiff und — wenn auch doppelchörig — doch sicher nicht im Grundriß des lateinischen Kreuzes erbaut.⁷⁸⁾ Der

76) Hager, Mittelalterliche Bauten R.s S. 3. — B. Riehl, Bayerns Donautal S. 23.

77) Buß-Scherer, Winfried-Bonifatius S. 149. Graz 1880.

78) Gr. Richter, Die ersten Anfänge der Bau- und Kunsttätigkeit des Klosters Fulda. Fulda 1900. — Ders., Neue Beiträge zur Grabeskirche des hl. Bonifatius. Fulda 1905.

so viel umstrittene Bau erhielt seine maßgebende Gestalt freilich erst etwas später, aber doch kaum im Gegensatz zur ältesten Anlage. Für die Wahl der bajuwarischen Kirchenbauten war eher der ältere, allgemeine Einfluß der Franken ausschlaggebend, vielleicht auch die Neigung ihres um die Bekehrung des Landes hochverdienten Herrscherhauses, der Agilolfinger. So ist es sicher ein wertvoller Einblick in die Zusammenhänge jener Zeiten, wenn wir hören, daß im 8. Jahrhundert ein Agilolfinger Abt und Bischof in St. Martin in Tours gewesen ist und mit Tassilo III. im Verkehr stand (Wicterp, † 756).⁷⁹⁾ Noch wichtiger erscheint mir aber die fast allgemein anerkannte Bedeutung des Martinsmünsters und seines Patronen für die ganze fränkische Kirche überhaupt. Dehio macht gelegentlich aufmerksam, daß noch im heutigen Frankreich neben der Madonna und dem heiligen Petrus bei weitem die meisten Kirchen dem hl. Martin geweiht sind.⁸⁰⁾ Und Doeberl sagt nun auch von den altbajuwarischen Orten, die vielfach durch ihre „ing“-Endung kenntlich sind, sie würden noch heute durch die starke Verbreitung der Martinskirchen an den fränkischen Einfluß erinnern (Doeberl I. S. 58 Anm.). Da liegt die Annahme doch sehr nahe, daß dieser Einfluß sich nicht nur auf den Weihetitel der Kirchen, sondern auch auf ihre Bauweise erstreckt habe. So laufen mancherlei Fäden nach Westen; und sie weisen genauer noch mit wachsender Wahrscheinlichkeit auf ein ganz bestimmtes Vorbild, auf das berühmte St. Martin in Tours; vielleicht kann die künftige Forschung noch deutlicher sehen.

Fragen wir nach dem Einfluß der Kirche St. Emmeram in der Folgezeit, so ist wiederum sehr wichtig, daß wir sie als Glied einer großen Familie nachweisen konnten. Die oben genannten bayerischen Bauten aus späterer Zeit, die Anklänge aufweisen, dürften außerhalb Regensburgs daher nur in beschränktem Maße auf das Vorbild St. Emmeram zurückzuführen sein. Andererseits muß es auffallen, daß eine Bauweise, die nach unseren Ergebnissen einst ziemlich verbreitet war, nicht zahlreichere Spuren hinterlassen hat. Man möchte meinen, daß jene Bauart, die doch als erste Kirchenbauweise größeren Umfanges auftrat, auch von bleibenderem Einfluß gewesen sein mußte. Wie aber im Frankenreiche und am Rheine die ältere Bauart vielfach den Normannen zum Opfer fiel, so waren es in Bayern die Ungarn, die alles, wohin sie nur kommen konnten, zu Schutt und Asche brannten. Fast alle Klöster der älteren Zeit, die frei übers Land verstreut waren, gingen im 10. Jahrhundert zugrunde. Erst jetzt, da wir uns am Maßstab der kirchlichen Bauweise von der damals bereits gewonnenen Höhe der Lebenshaltung ein deutlicheres Bild machen können, gewinnen wir auch eine anschaulichere Vorstellung vom folgenschweren Umfange jenes Unglücks. Bei der furchtbaren Niederlage an der Enns 907, als Markgraf Luitpold mit dem Erzbischof von Salzburg, den Bischöfen von Freising und Brixen fiel und mit ihnen die Blüte des bayerischen Adels, da ist nach einem gleichzeitigen Berichterstatter „der bayerische Stamm nahezu vernichtet worden“. Und ein halbes Jahrhundert lang war das Land den wilden Horden des Feindes preisgegeben. „Eindringlicher

79) Buß-Scherer, Bonifatius a. a. O. Anm. S. 144. 145.

80) G. Dehio, Die Basilika des hl. Martin i. T. Jahrbuch der preuß. Kunstsamml. 1886, S. 16.

als alle Berichte es vermochten, kündigt ihr furchtbares Schweben von den Folgen der Niederlage“ (Doeberl I. 98). Als sich aus solcher Not gegen Ende des 10. Jahrhunderts allmählich wieder neues Leben hob, da beschied man sich zunächst wohl, so gut es gehen mochte, und damit auch mit einfacherer Bauweise. So reifte der Keim des lateinischen Kreuzes, der in der älteren Bauart gelegen war, in Bayern nur selten. Dazu kam, daß sich auch die allgemeinen Verhältnisse verschoben hatten. Als das Leben nach diesem Rückschlag wieder aufblühte, da hatte im Vergleich zur Vergangenheit jetzt der Süden gar sehr an Einfluß gewonnen. Das machte sich auch in der Baukunst geltend; die schlichte, oberitalienische Art der drei gleichlaufenden Schiffe ohne Querschiff ward in Bayern beliebt und selbst bei bedeutenderen Anlagen bevorzugt. — Von jenen Städten aus, die das Unglück nicht heim-

gesucht hatte, sehen wir hingegen auch in der Folgezeit den Einfluß der alten Bauweise noch weiter wirken; so war es in Salzburg und auch in Regensburg. So haben wir ja schon oben den Einfluß St. Emmerams, vermittelt durch Zwischenglieder, noch am heutigen gotischen Dome in deutlichen Spuren verfolgen können. Die Kirche St. Emmeram selbst hat freilich in zwölfhundertjährigem Bestande so zahlreiche Änderungen erlitten, daß erst mühselige Einzelforschung ihren alten Bestand klarlegen konnte. Ihr Rückschritt zur heutigen, ziemlich unansehnlichen Gestalt hat sich indes nicht in gerader Linie vollzogen. Im Gegenteil, gerade die Frühzeit brachte noch manchen sehr bedeutenden Aufstieg. Auf diese grundlegenden Änderungen, denen gleich der Gründungsanlage wiederum vielfach hohe, allgemeine Bedeutung zukommt, werden wir im zweiten Teile eingehen. (Schluß folgt.)

Der Ausbau der Weser auf Niedrigwasser.

Vom Oberbaurat Muttray in Hannover und Geheimen Baurat Soldan in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 7 und 8 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Einleitung.

Die Weser von Münden bis zur bremischen Grenze ist als Wasserstraße im allgemeinen in so gutem Zustande, daß sie den Vergleich mit ihren mächtigeren Schwestern, der Elbe und der Oder, wohl ertragen kann. Dies ist zum Teil in der Gunst der natürlichen Verhältnisse begründet, zum Teil findet es seine Ursache darin, daß der gröbere Ausbau des Flusses im wesentlichen mit den richtigen Mitteln angegriffen und zu Ende geführt worden ist.

Für diesen ersten Ausbau waren keine bestimmten für den ganzen Fluß maßgebenden Regeln aufgestellt worden, was bei der politischen Vielgestaltigkeit des Wesergebiets nicht zu verwundern ist; denn an dem Ausbau, der etwa in den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts begonnen hat, waren bis zum Jahre 1866 fünf und später noch drei Bundesstaaten beteiligt, und selbst der preußische Anteil, der von 722,3 km gesamter Uferlänge 650,4 km umfaßt, besitzt erst seit 1896 eine einheitliche Verwaltung.

Dieser Mangel an bestimmten Regeln wurde im Anfang nicht so sehr fühlbar, weil bei der ersten Regelung des vollständig ungebändigten Flusses jeder nicht ganz verkehrte Ausbau sichtbare Erfolge haben mußte, und weil die Beseitigung der allerschwersten Schifffahrthindernisse, wie z. B. der 10 km oberhalb Hameln gelegenen Latferder Klippen, sehr wohl ungewöhnliche und aus dem Rahmen eines einheitlichen allgemeinen Planes heraustretende Maßregeln rechtfertigte. Mittlerweile sind die größten Schifffahrthindernisse beseitigt worden. Übrig ist in der Hauptsache nur noch der feinere Ausbau für Niedrigwasser. Da es sich um die Beseitigung der letzten kleinen Unregelmäßigkeiten im Fahrwasser handelt, ist klar, daß nur bei sehr sorgfältigem Vorgehen ein Erfolg zu erwarten ist. Ganz besonders ist dies aber der Fall, wenn die Anforderungen an das Fahrwasser derart steigen, daß das Äußerste, was der Fluß an Fahrwassertiefe leisten kann, geschaffen werden muß. Früher war die Weser von den übrigen deutschen Binnenwasser-

straßen abgetrennt und hatte infolgedessen nur ein kleines Verkehrsgebiet, für das die vorhandenen Tiefen ausreichten. Nachdem aber darauf zu rechnen war, daß sie durch den Bau des Kanals vom Rhein nach Hannover an die übrigen westdeutschen Wasserstraßen angeschlossen werden würde, mußte man danach streben, ihre Leistungsfähigkeit soweit wie möglich zu steigern, um die zu erwartende Vergrößerung des Verkehrsgebietes auszunutzen. Vor allen Dingen mußte aber dafür gesorgt werden, daß der Wasserverlust ausgeglichen würde, den die Weser durch die Entnahme von Speisewasser für den Kanal unterhalb Münden erleidet. Die Entnahme darf bis auf 7 cbm/Sek. steigen. Ursprünglich war beabsichtigt, die Weser von Hameln bis Bremen zu kanalisieren. Jedoch wurde diese Absicht wieder aufgegeben, nachdem festgestellt worden war, daß das Niedrigwasser der Weser durch den Bau von zwei großen Sammelbecken an der Eder und Diemel ganz erheblich vergrößert werden konnte. Das Waldecker Sammelbecken bei Hemfurth mit 202 Millionen cbm Inhalt ist bereits im Betriebe, während das Diemelbecken bei Helminghausen mit 20 Millionen cbm Inhalt im Bau begriffen ist. Durch die beiden Sammelbecken wird zwar das Niedrigwasser der Weser nicht soweit erhöht, daß die Kanalschiffe während des ganzen Jahres mit voller Ladung fahren können, aber die Weser bleibt als freier Strom erhalten, d. h. es fällt die erhebliche Verlängerung des Verkehrsweges durch Schleusen weg; und außerdem tritt die Vertiefung des Fahrwassers auch auf der obersten Weserstrecke von Münden bis Hameln ein, während die Kanalisierung nur bis Hameln herauf reichen sollte. Endlich sind die Baukosten der beiden Talsperren wesentlich kleiner als die Kosten der Kanalisierung.

Die Erhöhung des Niedrigwassers der Weser durch die Sammelbecken kann nur dann richtig ausgenutzt werden, wenn ein erweiterter Ausbau des ganzen Flußlaufs durchgeführt wird. Dieser erweiterte Ausbau muß nach einheitlichen Grundsätzen erfolgen, wenn er den weitgehenden Anforderungen der Schifffahrt genügen soll. Bevor daher der

Entwurf für den erweiterten Ausbau aufgestellt werden konnte, mußten diese Grundsätze ausgearbeitet werden. Dies ist in den Jahren 1904 bis 1907 geschehen. Das Ergebnis der Untersuchung ist in der Denkschrift der Weserstrombauverwaltung „über die Normalprofile für die Weser von Hann.-Münden bis zur preußisch-bremischen Landesgrenze (km 0 bis 361,64)“ vom 20. August 1907 niedergelegt worden. Zu den Vorarbeiten wurden alle Hilfsmittel der Gewässerkunde und der Flußbaukunst bis zu den Flußmodellversuchen herangezogen. Gerade durch diese Vielseitigkeit der Untersuchungen konnte manche Frage von allgemeinerer Bedeutung beleuchtet werden, und schon aus diesem Grunde möchten ihre Ergebnisse nicht unwert sein, weiteren Fachkreisen mitgeteilt zu werden. Seit der Beendigung der Arbeiten sind zehn Jahre verstrichen, und in der Zwischenzeit ist hauptsächlich infolge gesteigerter Ansprüche der Schifffahrt mancher kleine Zug an den ursprünglich vorgeschlagenen Ausbauquerschnitten geändert worden, ohne jedoch die wesentlichen Grundsätze zu berühren. Da die allmähliche Entwicklung der Gedanken, die zu dem Schlußergebnis führten, in mancher Beziehung lehrreich ist, werden die wichtigeren Änderungen besonders erwähnt werden. Im letzten Teil der Arbeit wird einiges über die Erfahrungen, die mittlerweile mit dem neuen Ausbau gemacht worden sind, mitgeteilt.

Der Umfang der durchgeführten Untersuchungen war in kurzen Worten folgender: Zunächst mußten die Wasserstände und Abflußmengen festgelegt werden, die als untere Grenze des Schifffahrtziels zu gelten hatten. Hierbei war der Einfluß der damals beabsichtigten und mittlerweile fertiggestellten Waldecker Talsperre auf das Niedrigwasser der Weser zu berücksichtigen. In enger Verbindung mit der Festsetzung der Wasserstände stand die Bestimmung der maßgebenden Gefälle. Da die Weser sich im großen ganzen bereits in befriedigendem Zustande befand, lag der Gedanke nahe, daß genaue Aufnahmen von besonders ausgesuchten Strecken wesentlich zur Erreichung des Zieles beitragen würden. Deshalb wurden 13 Versuchsstrecken, die sich entweder durch ihre Regelmäßigkeit oder durch besonders ausgeprägte, aber für die Weser bezeichnende Eigenart auszeichneten, mehrmals abgepeilt und in Tiefenplänen und Querschnitten dargestellt. Ebenso wurden größere Flußbauten, die außerhalb der Versuchsstrecken durchgeführt worden waren, soweit wie möglich durch Vergleiche des früheren mit dem Zustande nach dem Ausbau nachgeprüft. Endlich wurde versucht, eine Reihe von Fragen durch Modellversuche zu klären. Eine Reihe kleinerer Untersuchungen, z. B. über die anzuwendende Geschwindigkeitsformel, Beobachtungen über die Verteilung der Geschwindigkeiten über einen Querschnitt, über die Beschaffenheit der Geschiebe, über die tatsächliche Kronenhöhe der Bauwerke usw., schob sich in diesen Rahmen an geeigneter Stelle ein.

Maßgebende Wasserstände und Abflußmengen.

Die Leistungsfähigkeit eines freien, nicht kanalisierten Stromes als Wasserstraße wird in erster Linie durch die Tauchtiefe bestimmt, die den Schiffen bei Niedrigwasser gegeben werden kann. Daneben tritt bei kleinen Strömen noch eine gewisse Beschränkung in den Breitenabmessungen der Schiffe ein, während ihre Länge innerhalb weiter Grenzen

frei gewählt werden kann. Die Weser ist zwar durch die Staustufen bei Hameln, Dörverden und Hemelingen unterbrochen, sie kann aber trotzdem als freier Strom gelten, weil nach der Fertigstellung der geplanten neuen Schleuse bei Hameln alle drei Staustufen mit Schleppzugschleusen von reichlich großen Abmessungen ausgerüstet sind. Inwieweit bei der Festsetzung der Ausbauquerschnitte auf eine ausreichende Breite Rücksicht genommen werden mußte, wird sich weiter unten zeigen. Vorläufig beschränken wir uns auf die Wasserstände und Fahrwassertiefen.

In der „Denkschrift, betreffend die Regulierung der Oberweser von Münden bis Bremen“, die im Jahre 1879 dem Landtage vorgelegt worden ist, sind die durch den planmäßigen Ausbau der Weser zu erzielenden Fahrwassertiefen auf 1 m für die Weser oberhalb Minden und 1,25 m unterhalb Minden bis Bremen angegeben worden. Es wurde jedoch hinzugefügt, daß man sich für die oberste Strecke Münden-Karlshafen einstweilen mit einer geringsten Tiefe von 0,80 m begnügen müsse, die Verfolgung einer weiteren Vertiefung aber von der Erfahrung abhängig zu machen habe. Das geringere Maß von 0,80 ist dann bis zur Bearbeitung der Ausbauquerschnitte als gültig angesehen worden.

Die angegebenen Fahrwassertiefen sollten bei den unten folgenden Pegelhöhen, die damals als besonders niedrig galten, vorhanden sein. Bald zeigte sich aber, daß tatsächlich wesentlich niedrigere Wasserstände eintraten, und man führte deshalb nach den beiden außerordentlichen Trockenjahren 1892 und 1893 als „Korrektionswasserstand“ den niedrigsten vor 1892 beobachteten Wasserstand ein.

Pegel	Maßgebende Niedrigwasserstände		Bemerkungen
	Denkschrift von 1879	Korrektionswasserstand	
Karlshafen . .	+ 1,85	+ 1,60	Alle Pegelangaben beziehen sich auf die neue Lage der Nullpunkte, die seit Sommer 1911 um 2 m tiefer gelegt worden sind.
Höxter	+ 2,61	+ 2,08	
Hameln	+ 1,27	+ 1,27	
Rinteln	+ 1,71	+ 1,57	
Minden	+ 1,82	+ 1,70	
Nienburg . . .	+ 1,79	+ 1,60	

Mit der Einführung des Korrektionswasserstandes war aber die Aufgabe nicht gelöst. Bei der Ausführung von Bauten ergaben sich recht erhebliche Unstimmigkeiten. Je nachdem man die Solltiefe einer Flußstrecke nach dem zunächst stromaufwärts oder dem nächsten abwärts liegenden Pegel wählte, fand man in einzelnen Flußstrecken Werte, die um mehr als 0,25 m verschieden waren. Dies ist im wesentlichen auf zwei Ursachen zurückzuführen. Erstens ist der Korrektionswasserstand als der kleinste vor 1892 beobachtete Wasserstand von örtlichen Zufälligkeiten abhängig und würde nicht als gleichwertig gelten können, auch wenn das Flußbett der Weser keine Änderungen erlitten hätte. Zweitens sind tatsächlich im Verlauf des 19. Jahrhunderts sehr erhebliche Veränderungen des Flußbettes der Weser eingetreten, die durchweg eine an den einzelnen Pegeln sehr verschieden große Senkung der Wasserstände zur Folge gehabt haben. Einen allgemeinen Überblick gewährt die Darstellung des Verlaufs der 10jährigen Mittelwerte des Niedrigwassers in Text-Abb. 1. Überall ist eine beträchtliche Abnahme des mittleren Niedrigwassers zu erkennen, die seit dem Jahr-

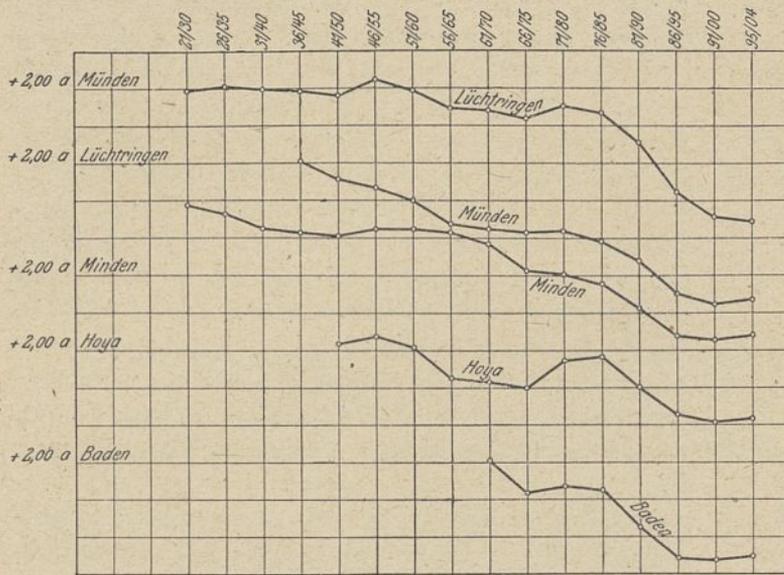


Abb. 1. Mittleres Niedrigwasser der hydrologischen Jahrzehnte 1821/30 bis 1895/1904. 1:40.

zehnt 1876/85 besonders scharf hervortritt. Freilich läßt sich das Maß der eingetretenen Senkungen nach dieser Darstellung nicht einwandfrei nachweisen, weil der mögliche Einfluß von Klimaschwankungen nicht vollständig ausgeschaltet werden kann. Es ist aber ausgeschlossen, daß die stellenweise nahezu 1 m betragende Verschiebung des mittleren Niedrigwassers lediglich durch eine vorübergehende oder dauernde Verringerung der Abflusssmengen verursacht worden ist. Dies würde eine grundlegende Änderung der Witterungsverhältnisse voraussetzen, die aber nicht eingetreten ist. Mindestens ein sehr erheblicher Teil der Verschiebung muß auf eine Senkung der Flußsohle zurückgeführt werden.

Sicherer läßt sich die eingetretene Senkung durch Vergleich älterer und neuerer Wassermengenmessungen nachweisen. Von der Weser liegen Messungen bis zum Jahre 1804 zurück vor. Allerdings sind die älteren vor den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ausgeführten Messungen unzuverlässig, weil das Meßgerät mangelhaft war und das ganze Verfahren noch nicht so entwickelt war wie heutzutage. Immerhin ergibt ein Vergleich der im Weserwerk veröffentlichten älteren mit den zuverlässigen neuen Messungen Senkungen, die nicht allzusehr von den Beträgen abweichen, die auf Seite 528 des III. Bandes desselben Werkes mitgeteilt worden sind. Diese Übereinstimmung mag als Beleg dafür gelten, daß es sich um wahre Senkungen handelt und nicht um Änderung der Abflusssmengen. In Abb. 2 bis 5 Bl. 7 sind für einige Weserpegel die Abflusssmengenlinien mitgeteilt, aus denen der verbürgte Teil der Senkungen leicht zu erkennen ist.

Es ist einleuchtend, daß man auf dem bisher eingeschlagenen Wege, nämlich der Wahl eines einmal beobachteten Niedrigwasserstandes, nicht zum Ziele gelangen konnte. Geeigneter als der Korrektionswasserstand mußte ein ausreichend tiefliegender Mittelwert sein. Aber auch einem solchen Mittelwert haftet der Mangel an, daß er durch die verschiedenen starken und stellenweise recht erheblichen Senkungen des Flußbettes zu sehr beeinflusst ist. Von dem störenden Einfluß der Sohlenänderungen konnte man sich nur dadurch ganz frei machen, daß man von der sekundlichen Abfluß-

menge an Stelle eines Wasserstandes ausging. Tatsächlich ist die Abflusssmenge unabhängig von den unbeabsichtigten Veränderungen des Flußbettes und abgesehen von gewollten Eingriffen des Menschen fast nur dem Einfluß der Witterung unterworfen. Wird also das erstrebte Ausbauziel eines Flusses auf bestimmte Abflusssmengen bezogen, so hat man eine feste Unterlage, die alle unbeabsichtigten Änderungen des Flußbettes überdauert und es jederzeit gestattet, die neue Sollage der Flußsohle festzulegen, sobald größere Änderungen des Bettes vor sich gegangen sind. Freilich begeht man einen Umweg, weil für die Schifffahrt in erster Linie die erreichbare Wassertiefe entscheidend ist. Man muß also zum Schluß doch wieder zu den Wasserständen übergehen. Aber dieser Umweg lohnt sich eben dadurch, daß man auf ihm eine sichere Grundlage gewinnt, die der Wasserstand an sich, der von den Witterungsverhältnissen unabhängigen Änderungen unterworfen ist, nicht bietet.

Bei der Wahl der Abflusssmengen, die als Grundlage benutzt werden, muß der Einfluß der Nebenflüsse berücksichtigt werden, sie müssen deshalb stromabwärts zunehmen. Den Anforderungen der Schifffahrt wird wohl am besten entsprochen, wenn man die Abflusssmengen so wählt, daß sie am ganzen Strom in einem gleichen Bruchteil des Jahres unterschritten werden. Bei einem Flußgebiet mit ziemlich einheitlichem Abflussvorgang, wie die Weser ihn besitzt, sind die Abflusssmengen gleicher Dauer nicht erheblich von denjenigen verschieden, die sich im Durchschnittsverhalten bei niedrigen Beharrungszuständen einstellen würden. Die Abflusssmengen eines einzelnen bestimmten Beharrungszustandes werden allerdings in der Regel nicht dem Durchschnitt entsprechen und können deshalb nicht ohne weiteres als gleichwertig gelten. Man muß vielmehr mit einem Mittelwert rechnen. Die zuverlässigsten Mittelwerte würde man erhalten, wenn man für einen längeren Zeitraum Bezugslinien der Abflusssmengen für niedrige Beharrungszustände bildete und daraus die gleichwertigen Abflusssmengen ableitete. Es wäre ähnlich zu verfahren, wie es im dritten Band des Weserwerkes für die Wasserstände beschrieben worden ist. Voraussetzung ist aber, daß man die Abflusssmengen für den ganzen Zeitabschnitt genau kennt. Die eingetretenen Änderungen der Sohle müssen also bekannt sein. Auf der Weser war dies aber nicht der Fall. Ebenso wenig war es möglich, die Abflusssmengen von gleicher durchschnittlicher Dauer für alle Hauptpegel zu bestimmen, weil auch hierfür der Verlauf der Sohlenänderungen bekannt sein muß.

Für die Weser waren die beiden geschilderten Verfahren nicht anwendbar. Deshalb wurden die mittleren kleinsten Abflusssmengen des Abflußjahrzehnts 1891/1900, d. i. das Mittel aus den kleinsten Abflusssmengen jedes einzelnen Jahres, als gleichwertig angenommen und den weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt. Ein zehnjähriges Mittel entspricht zwar im allgemeinen noch nicht dem langjährigen Durchschnitt, aber das Jahrzehnt 1891/1900 ist wegen des Einflusses der beiden außerordentlich trockenen Jahre 1892 und 1893 eher zu trocken als zu feucht, so daß die ermittelten Werte keinesfalls zu günstig sind. Eine gewisse Ungenauigkeit beruht darin, daß die niedrigsten Abflusssmengen als Einzelbeobachtungen von

Zufälligkeiten abhängig sind. Durch die Mittelung wird aber dieser Nachteil ziemlich ausgeglichen.

Allerdings ließ sich die mittlere kleinste Abflußmenge nur für die Pegel von Karlshafen, Hameln und Rinteln mit genügender Sicherheit unmittelbar festlegen. Bei Hameln sind von 1891 bis 1904 keine nachweisbaren Verschiebungen eingetreten. Bei Karlshafen ist nach 1896 durch Sprengungen am Taternkopf eine Senkung veranlaßt worden. Die Senkungen bis zum Jahre 1904 betragen:

von 1891 an	0,10 m,
„ 1892 „	0,10 „
„ 1893 „	0,10 „
„ 1894 „	0,10 „
„ 1895 „	0,10 „
„ 1896 „	0,10 „
„ 1897 „	0,08 „
„ 1898 „	0,06 „
„ 1899 „	0,06 „
„ 1900 „	0,00 „
Summe	0,80 m.

Das M.N.W. 1891/1900 nach den Pegeltabellen liegt, verglichen mit dem Jahre 1904, um $\frac{0,80}{10} = 0,08$ m zu hoch.

Für Rinteln betrug die Senkung von 1881 bis 1901 ziemlich gleichmäßig 0,0185 m im Jahr, 1901 bis 1904 ist keine Senkung nachweisbar. Das M.N.W. 1891/1900 liegt also gegen das Jahr 1904 um

$$(1901 - 1895) \cdot 0,0185 = 0,11 \text{ m}$$

zu hoch. Vgl. Abb. 2 bis 5 Bl. 7.

Für die übrigen Pegel mußte ein Umweg eingeschlagen werden, weil nicht genug Abflußmengenmessungen aus dem Jahrzehnt 1891/1900 vorlagen. Nun entspricht an der Weser die mittlere kleinste Abflußmenge 1891/1900 fast genau der Abflußmenge beim mittleren Niedrigwasserstand, wenn an diesem Wasserstand diejenigen Verbesserungen vorgenommen werden, die den mittlerweile eingetretenen Senkungen entsprechen.

Pegel	M.N.W. 1891/1900 *)	Abflußmenge bei M.N.W. *)	Mittlere kleinste Abflußmenge 1891/1900
Karlshafen	+ 1,53	26,5	27,3
Hameln	+ 1,22	42,0	42,4
Rinteln	+ 1,49	41,0	41,3

*) Bezogen auf den Zustand der Flußsohle vom Jahre 1904.

Es ist daher erlaubt, daß man zunächst aus den Pegelbeziehungen diejenigen Wasserstände ableitet, die dem bekannten mittleren Niedrigwasser 1891/1900 an den drei genannten Pegeln unter Berücksichtigung des derzeitigen Zustandes der Flußsohle gleichwertig sind. Aus den so ermittelten berichtigten Werten des mittleren Niedrigwasserstandes und den neueren Abflußmengenlinien lassen sich sodann die mittleren kleinsten Abflußmengen mit genügender Genauigkeit für sämtliche Pegel festlegen, und somit ist die unveränderliche Grundlage für die Festsetzung des Regulierungsziels gefunden. Für die im Winter 1904 abgeschlossenen Untersuchungen wurden die gleichwertigen Niedrigwasserstände aus den Pegelbeziehungen des sehr trockenen Sommers 1904 abgeleitet. Gegen die Ableitung aus den Pegelbezie-

hungen eines einzelnen so kurzen Zeitabschnittes lassen sich dieselben Bedenken geltend machen, die gegen die Verwendung eines einmal beobachteten niedrigen Wasserstandes sprechen. Tatsächlich setzt das Verfahren voraus, daß im ganzen Zuflußgebiet eine Wetterlage vorherrschend war, die überall einen dem Durchschnittsverhalten entsprechenden Abfluß zur Folge hatte. Nun steht fest, daß dies im Sommer 1904 auf der Flußstrecke von Karlshafen bis Rinteln tatsächlich der Fall war. Hätten die Wasserstände auf dieser Strecke nicht dem Durchschnittsverhalten entsprochen, so hätten sich bei der Ermittlung der gleichwertigen Wasserstände an den drei Pegeln Karlshafen, Hameln und Rinteln, deren Änderungen genau bekannt sind, Unstimmigkeiten ergeben müssen, was aber nicht der Fall war. Da aber das Niederschlaggebiet der Weser bei Münden 84 vH. des Gebiets unterhalb von Karlshafen und bei Rinteln 78 vH. des gesamten Niederschlaggebiets oberhalb der Allermündung ausmacht, so können die ermittelten Wasserstände auch für die Anschlußstrecken von Münden bis Karlshafen und von Rinteln bis zur Allermündung als einwandfrei gelten. Bei der großen Gleichmäßigkeit, die die Wetterlage im Jahre 1904 in ganz Norddeutschland besaß, ist aber auch der weitere Schluß berechtigt, daß die ermittelten Werte auch für das kurze Stück der Weser von der Allermündung bis zur Landesgrenze gegen Bremen zuverlässig sind. Das angewandte Verfahren ist aus Abb. 1 bis 13 Bl. 8 für die Strecke Münden—Rinteln zu ersehen. Die Reihenfolge der Pegel ist: Münden, Veckerhagen, Gieselwerder, Karlshafen, Höxter, Lüchtringen, Polle, Bodenwerder, Grohnde, Hameln, Fuhlen, Rinteln. Die Doppelkreise stellen das mittlere Niedrigwasser 1891/1900, die gekreuzten Kreise die berichtigten Werte dar. Als größte Unstimmigkeit auf dieser Strecke ist zu verzeichnen, daß sich für den Pegel von Polle beim Vergleich mit Karlshafen eine Verschiebung des M.N.W. von 0,11 m, im Vergleich mit Bodenwerder aber nur von 0,09 m ergibt. Es liegt hier also ein Fehler von 0,02 m vor. Als wahrer Wert ist das Mittel 0,10 m eingeführt worden. Größere Unstimmigkeiten als 0,02 m sind auf der ganzen Weser nicht vorgefunden worden.

Nunmehr konnten für die Pegel Münden, Gieselwerder, Höxter, Polle, Minden, Schlüsselburg, Hoya, Dörverden, Intschede, Baden und Dreye, in deren Nähe im Jahre 1904 Abflußmengenmessungen ausgeführt worden waren, diejenigen Abflußmengen bestimmt werden, die den bekannten mittleren kleinsten Abflußmengen bei Karlshafen, Hameln und Rinteln gleichwertig sind. In Text-Abb. 2 sind die gefundenen Werte geordnet nach der Größe des Niederschlaggebiets und ausgedrückt nach sekundlichen Abflußzahlen in Litern auf das Quadratkilometer dargestellt. Die eingezeichnete Ausgleichsline läßt erkennen, daß zwischen Karlshafen und Rinteln die mittlere kleinste Abflußmenge erheblich zunimmt. Es ist dies eine Folge der bekannten reichlichen Grundwasserspeisung der Weser, auf die schon im Weserwerk, Bd. III S. 666, hingewiesen worden ist.

Mit Hilfe der Ausgleichsline konnten nunmehr die sekundlichen Abflußzahlen und Abflußmengen für sämtliche Weserpegel bestimmt werden. Da aber für die Bestimmung der Ausbauquerschnitte eine derart ins einzelne gehende Aufteilung des Flusses nicht nötig ist, wurde für jeden der durch die größeren Nebenflüsse begrenzten acht Flußabschnitte eine

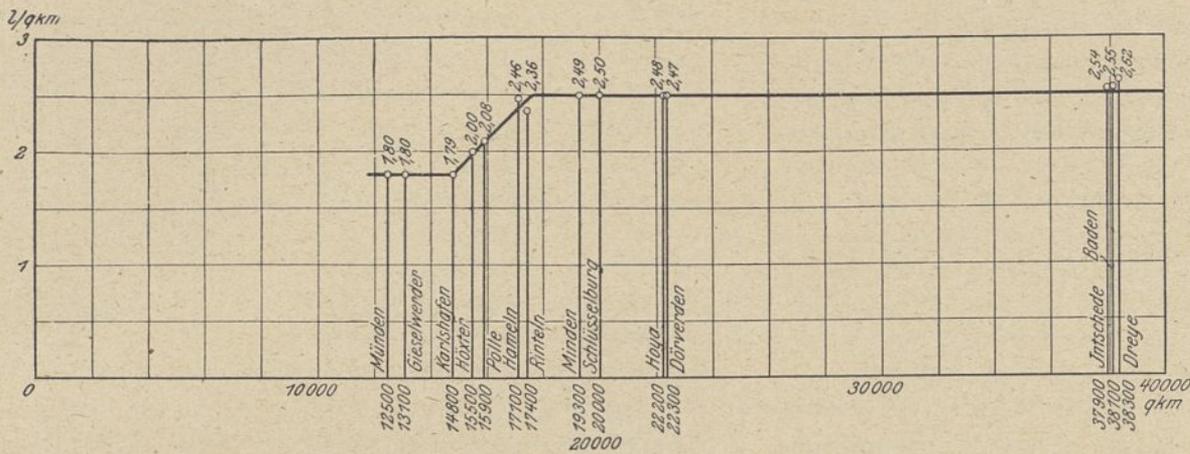


Abb. 2. Sekundliche Abflußzahlen der Weser in l/qkm beim Regulierungswasserstand.

18 cbm/Sek. betragen. Bei Minden werden bis zu 7 cbm/Sek. zur Speisung des Mittellandkanals entnommen und bei Hoya 6 cbm/Sek. zur Versorgung des Syke-Bruchhausener Meliorationsverbandes. Die Abflußmengen des erhöhten Mittelkleinwassers (E.M.Kl.W.) sind also bis Minden um 18 cbm/Sek., von Minden bis Hoya um 11 cbm/Sek.

einheitliche Abflußmenge festgesetzt. Tafel I enthält in Spalte 12 diese Abflußmengen, die künftig als die mittleren kleinsten Abflußmengen zu gelten haben. Die diesen Abflußmengen entsprechenden Wasserstände werden als „Mittelkleinwasser“ (abgekürzt M.Kl.W.) bezeichnet. Für das Jahr 1904 sind sie in Spalte 5 mitgeteilt.

Durch den Bau der Waldecker Talsperre ist die Wasserwirtschaft der Weser bei Niedrigwasser vollkommen verändert worden. Das im Jahre 1904 festgesetzte Mittelkleinwasser wird durch Zuschüsse aus der Talsperre wesentlich erhöht, und zwar soll der Zuschuß bei M.Kl.W. bis Minden abwärts

und von Hoya abwärts um 5 cbm/Sek. größer als die natürlichen. Der Betrieb der Talsperre soll so geregelt werden, daß, abgesehen von ganz ungewöhnlichen Trockenjahren, das E.M.Kl.W. nicht mehr unterschritten wird. Die Schifffahrt kann daher stets mit den in Spalte 12 der Tafel I angegebenen Abflußmengen rechnen, und die Ausbauquerschnitte sind auf das E.M.Kl.W. zu beziehen.

Als unveränderliche Grundlage sollen, wie oben bereits erwähnt, nicht die Wasserstände, sondern die Abflußmengen dienen. Treten nennenswerte Veränderungen des Flußbettes ein, so müssen die dem E.M.Kl.W. entsprechenden Wasser-

Tafel I. M. N. W. 1891/1900 und M. Kl. W.

1 Pegel	2 Alter Korrek-tions-wasser-stand m	3 M. N. W. 1891 bis 1900 m	4 Fehler des M. N. W. im Jahre 1904 m	5 Neu festgesetzte Wasser- stände				6 Neu festgesetzte Abfluß- mengen			12 Erh. M. Kl. W. abgerundet für die einzelnen Haupt- abschnitte cbm/Sek.	13 Bezeich- nung der Haupt- abschnitte	14 Nieder- schlags- gebiet qkm		
				5 M. Kl. W. 1904 m	6 Erh. M. Kl. W. 1904 m	7 M. Kl. W. 1913 m	8 Erh. M. Kl. W. 1913 m	9 M. Kl. W. cbm/Sek.	10 1/Sek / qkm	11 Erh. M Kl. W. cbm/Sek.					
Minden	0,93	0,85	0	0,85	1,18	0,80	1,15	22,5	1,80	40,5	40	1.	12 500		
Veckerhagen . .	1,76	1,75	0	1,75	—	1,69	2,04	—	—	—			45	2.	12 600
Gieselwerder . .	1,35	1,30	0,03	1,27	—	1,27	1,62	23,5	1,80	—					51	3.	13 100
Karlshafen . . .	1,60	1,61	0,08	1,53	1,86	1,65	2,—	26,5	1,79	44,5	60	4.					14 800
Höxter	2,08	2,19	0,22	1,97	—	1,84	2,14	31	2,—	49			60	5.			15 500
Lüchtringen . .	1,88	1,72	0,21	1,51	—	1,53	1,83	—	—	—					66	7a.	15 500
Polle	1,38	1,27	0,10	1,17	1,46	1,12	1,42	33	2,08	51	66	7b.					15 900
Bodenwerder . .	1,28	1,26	0,04	1,22	—	1,15	1,45	—	—	—			100	8.			16 100
Grohnde	1,37	1,24	0,15	1,09	—	0,98	1,28	—	—	—					100	8.	16 200
Hameln U. P. . .	1,27	1,22	0	1,22	1,43	1,12	1,37	42	2,46	60	100	8.					17 100
Fuhlen	1,59	1,49	0,17	1,32	—	1,22	1,47	—	—	—			100	8.			17 300
Rinteln	1,57	1,60	0,11	1,49	—	1,39	1,64	41	2,36	59					100	8.	17 400
Eisbergen	2,13	2,28	0,03	2,25	—	2,20	2,45	—	—	—	100	8.					17 400
Vlotho	1,18	1,25	0	1,25	—	1,25	1,50	—	—	—			100	8.			17 700
Minden	1,70	1,66	0,06	1,60	1,75	1,56	1,74	48	2,49	59					100	8.	19 300
Petershagen . . .	2,—	2,15	0,06	2,09	—	2,05	2,20	—	—	—	100	8.					19 400
Schlüsselburg . .	2,19	2,10	0,11	1,99	2,14	2,04	2,19	50	2,50	61			100	8.			20 000
Stolzenau	1,66	1,80	0,07	1,73	—	1,73	1,88	—	—	—					100	8.	20 000
Nienburg	1,60	1,60	0,08	1,52	—	1,44	1,59	—	—	—	100	8.					21 900
Hoya ¹⁾	1,56	1,62	0,12	1,50	1,63	—	—	55	2,48	66			100	8.			22 200
					1,56	—	—	—	—	60					100	8.	22 200
Dörverden ¹⁾ . .	1,43	1,55	0,03	1,52	—	—	—	55	2,47	—	100	8.					22 300
Ritzenbergen . . .	1,45	1,55	0,07	1,48	—	1,10	1,20	—	—	60			100	8.			22 300
Intschede ²⁾ . . .	1,30	1,39	0,13	1,26	1,30	0,87	0,92	96	2,54	101					100	8.	37 900
Baden ³⁾	1,44	1,48	0,22	1,26	—	0,86	0,91	97	2,55	102	100	8.					38 100
Dreye ²⁾	(1,08)	(0,88)	(0,60)	(0,28)	—	—	—	(100)	(2,62)	(105)			100	8.			38 300

¹⁾ Seit der Errichtung des Dörverdener Wehrs im Stau. — ²⁾ Starke Senkungen infolge der Korrektur der Unterweser unterhalb Bremens.

³⁾ Seit der Errichtung des Hemelinger Wehrs im Stau.

stände neu ermittelt werden. Die Abmessungen der Ausbauquerschnitte werden hierdurch nicht berührt. Wohl aber kann es vorkommen, daß bei sehr erheblichen Änderungen der Flußsohle die ausgeführten Flußbauwerke abgeändert werden müssen. Seit der ersten Festsetzung des M.Kl.W. sind weitere Senkungen der Sohle eingetreten, die stellenweise so bedeutend sind, daß im Jahre 1913 die Wasserstände des M.Kl.W. und des E.M.Kl.W. neu festgesetzt werden mußten. In den Spalten 7 und 8 der Tafel I sind die zurzeit gültigen Wasserstände angegeben. Der Vergleich zwischen den Spalten 5 und 7 ergibt die seit 1904 eingetretenen Änderungen.

Zur Neufestsetzung des M.Kl.W. im Jahre 1913 konnten in wesentlich größerem Umfang, als es 1904 möglich war, Abflußmengenmessungen herangezogen werden. Die Ermittlungen wurden dadurch selbstverständlich viel zuverlässiger. Eine unbedingte Voraussetzung für den dauernden Erfolg des an der Weser durchgeführten Verfahrens ist überhaupt, daß in kurzen Zeitabständen und an möglichst vielen Stellen des Flusses Abflußmengenmessungen bei Niedrigwasser ausgeführt werden, damit etwa eintretende Änderungen rechtzeitig erkannt werden. Nachdem für eine bestimmte Stelle der Verlauf der Abflußmengenkurve bekannt ist, genügen in der Regel einfache Messungen mit Oberflächenschwimmern, und erst wenn sich hierbei größere Abweichungen ergeben, wird man einen neuen Satz von Flügelmessungen durchführen. Die ständige Nachprüfung der Abflußmengen erfordert auf diese Weise nur wenig Zeit und kann mit den überall verfügbaren Hilfskräften durchgeführt werden.

Maßgebende Gefälle.

Das Längsgefälle der Weser schwankt sehr stark. An vielen Stellen treten Fels- und festgelagerte Geröllbänke im Flußbett zutage, an anderen haben Seitenflüsse Geschiebepänke abgelagert, die auch dem Angriff des Hochwassers widerstehen und das Niedrigwasser dauernd aufstauen, hier und da geben auch regelmäßig wiederkehrende Geschiebepänke bei Hochwasser an solchen Stellen, wo Seitenströmungen vorhanden sind, Veranlassung zu Unregelmäßigkeiten im Längenschnitt. So entsteht der Wechsel zwischen flachen Strecken mit sehr starkem Gefälle, den Köpfen, und den Strecken mit tiefem Wasser und sehr kleinem Gefälle, den Pfuhlen, der stellenweise dem Längenschnitt fast das Aussehen einer Treppe gibt. Von drei Strecken mit besonders schroffem Gefällwechsel seien in nebenstehender Zusammenstellung die Gefällzahlen bei M.Kl.W., bezogen auf das Jahr 1913, mitgeteilt.

Die Gefällbrüche liegen stets an derselben Stelle und verändern sich von Jahr zu Jahr fast gar nicht. Bei Mittelwasser sind sie noch nahezu in derselben Schärfe vorhanden wie bei Niedrigwasser. Es ist klar, daß das starke Gefälle und die geringen Tiefen auf den Köpfen die Schifffahrt ganz erheblich erschweren, während die Übertiefen in den Pfuhlen nicht ausgenutzt werden können. Die Frage, inwieweit ein Ausgleich der Gefällbrüche möglich ist, war mit die wichtigste, die bei der ganzen Bearbeitung der Ausbauquerschnitte zu lösen war und hat zu den größten nachträglichen Änderungen Veranlassung gegeben. Zweifellos kann man durch Heben des Wasserspiegels in den Pfuhlen und durch Abbagern der Köpfe einen ziemlich weitgehenden Ausgleich

Station Km	Höhe über N.N. m	Entfernung km	Fallhöhe m	Gefälle 1:10000
4,25	114,24			
5,25	113,90	1,00	0,34	3,40
6,00	113,27	0,75	0,63	8,40
7,25	112,75	1,25	0,52	4,16
8,00	112,27	0,75	0,48	6,40
9,00	112,15	1,00	0,12	1,20
9,25	112,02	0,25	0,13	5,20
10,00	111,51	0,75	0,51	6,80
62,50	88,20			
64,00	88,14	1,50	0,06	0,40
65,00	87,78	1,00	0,36	3,60
65,75	87,20	0,75	0,58	7,74
67,00	86,58	1,25	0,62	4,96
68,00	86,38	1,00	0,20	2,00
69,00	85,71	1,00	0,67	6,70
70,50	85,49	1,50	0,22	1,47
71,25	85,03	0,75	0,46	6,13
72,00	84,68	0,75	0,35	4,66
77,00	83,78	5,00	0,90	1,80
80,00	82,09	3,00	1,69	5,64
201,00	37,80			
202,00	37,51	1,00	0,29	2,90
202,75	37,27	0,75	0,24	3,20
203,50	36,66	0,75	0,61	8,13
204,00	36,49	0,50	0,17	3,40
206,00	36,06	2,00	0,43	2,15

der Gefälle erreichen, aber gerade die Baggerungen auf den Köpfen können sehr leicht zu wesentlich größeren Senkungen führen, als sie beabsichtigt sind, und die Hebung des Wasserspiegels in den Pfuhlen ist nicht leicht zu erreichen. Für beides liegen ziemlich umfangreiche Erfahrungen an der Weser vor, die weiter unten noch besprochen werden sollen.

Daß große Senkungen des Mittel- und Niedrigwassers für die Landwirtschaft geradezu unerträglich werden können, haben die Erfahrungen an der unteren Weser kurz oberhalb Bremens gezeigt. Durch die Unterweserkorrektion und durch die Verbesserung des Hochwasserquerschnitts in der Stadt Bremen, die vom bremischen Staate ausgeführt worden ist, traten oberhalb von Bremen sehr erhebliche Senkungen ein, die am untersten preußischen Pegel bei Dreye noch bei Hochwasser deutlich zu bemerken sind. Bei Dreye betrug die Senkung des Niedrigwassers zwischen den Jahren 1890 und 1903 0,72 m und ist bis zum Jahre 1908 noch um 0,40 m gewachsen. Auch bei den Pegeln von Baden und Intschede ist der Einfluß der Unterweserkorrektion noch recht erheblich. Die Senkung bei Baden beträgt von 1900 bis 1911 rd. 0,5 m und bei Intschede von 1899 bis 1911 rd. 0,4 m. In den Wesermarschen unterhalb von Baden wurde seit der Mitte der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts infolge dieser Senkungen nicht nur der Grundwasserstand, sondern auch die Bewässerungsmöglichkeit bei höherem Wasserstand derart verschlechtert, daß der Ertrag der Wiesen und Weiden ganz erheblich nachließ. Um die Schäden zu beseitigen und einem weiteren Sinken des Wasserstandes vorzubeugen, wurde bei Hemelingen ein Wehr errichtet.

So erhebliche Schäden wie in den Marschen oberhalb Bremens sind zwar in dem stellenweise recht engen Tale der oberen und mittleren Weser nicht überall zu erwarten, aber es liegt auf der Hand, daß namentlich in den weiten Talflächen, z. B. bei Rinteln und von Stolzenau bis zur Allermündung eine weitere erhebliche Vermehrung der ohnehin schon eingetretenen Senkungen von Schaden sein muß. Dies gab Veranlassung, bei der ersten Bearbeitung der Ausbauquerschnitte mit großer Vorsicht an den Gefällausgleich heranzugehen. Nachträglich wurden dann die angenommenen größten Gefälle noch vermindert, um günstigere Fahrwassertiefen zu erzielen. Bei richtigem Ausbau der Querschnitte und der nötigen Vorsicht bei den Baggerungen ist dies unbedenklich. In der Hauptsache handelt es sich darum, ob die Vorteile für die Schifffahrt so groß sind, daß es sich lohnt, die höheren Kosten für die Sicherung der Sohle aufzuwenden. Die folgende Zusammenstellung zeigt die ursprünglich angenommenen und die später festgesetzten größten Gefälle in den einzelnen Flußabschnitten.

Flußabschnitt	Größtes Gefälle (X:10000)	
	nach dem Entwurf	endgültig festgesetzt
1 Münden — Diemelmündung . . . (Km 0 — 44,75)	6,50	5,00
2 Diemelmündung — Nethemündung . (Km 44,75 — 63,86)	5,50	
3 Nethemündung — Emmermündung (Km 63,86 — 123,00)	5,50	
4 Hameln — Werremündung . . . (Km 135,33 — 190,15)	5,50	
5 Werremündung — obh. Minden . . (Km 190,15 — 201,20)	5,50	3,90
5a Minden (Km 201,20 — 207,20)	5,50	4,784
6 Minden — Auemündung (Km 207,20 — 264,10)	3,50	3,30
7a Auemündung — Hoya (Km 264,10 — 298,00)	3,00	2,50
7b Hoya — Allermündung (Km 298,00 — 326,30)	2,01	2,35
8 Allermündung — Staugrenze des Hemelinger Wehrs (Km 326,30 — 351,70)	2,24	1,83

Abb. 5 Bl. 7 enthält eine Darstellung des zurzeit vorhandenen und des ausgeglichenen Längenschnitts für die Strecke von km 0 bis 100. Endlich gibt Tafel II eine Zusammenstellung des ausgeglichenen Längenschnitts bei E. M. Kl. W. für den Zustand des Jahres 1913.

Tafel II. Ausgeglicheene Spiegelhöhen und Gefälle bei E. M. Kl. W.

km	Höhen der Brechpunkte	Fallhöhe auf 10 km	km	Höhen der Brechpunkte	Fallhöhe auf 10 km	km	Höhen der Brechpunkte	Fallhöhe auf 10 km
0,40	116,23	4,038	100,20	74,98	5,00	197,00	38,92	2,03
3,00	115,18	5,00	101,40	74,38	3,118	200,25	38,26	2,80
8,00	112,68	2,50	107,75	72,40	5,00	211,25	37,98	4,784
8,90	112,455	5,00	110,50	71,025	4,155	203,80	36,76	3,00
10,50	111,655	4,00	116,00	68,74	3,28	211,00	34,60	3,30
12,00	111,055	5,00	121,00	67,10	2,88	213,00	33,94	3,00
20,00	107,055	4,45	122,50	66,67	5,00	222,00	31,24	3,30
25,00	104,830	5,00	125,70	65,07	2,00	225,00	30,25	2,35
37,50	98,58	2,80	127,00	64,81	5,00	229,00	29,31	2,76
38,50	98,30	4,90	128,00	64,31		236,00	27,38	1,95
44,00	95,605	3,357	Stau des Hamelner Wehrs			238,00	26,99	2,84
47,50	94,430	5,00	135,33	60,845	5,00	243,00	25,57	3,00
49,50	93,43	3,51	137,00	60,01	4,00	251,00	23,17	2,13
55,00	91,50	2,60	139,25	59,11	2,11	254,00	22,53	3,00
56,00	91,24	4,966	142,00	58,53	4,167	257,00	21,63	2,625
59,00	89,75	3,633	145,00	57,28	2,17	261,00	20,58	2,75
62,00	88,66	1,833	149,75	56,25	3,741	263,00	20,03	1,70
64,20	88,25	4,90	154,00	54,66	4,10	265,00	19,69	2,16
67,00	86,83	2,00	156,00	53,84	2,76	270,00	18,61	1,36
67,75	86,73	2,00	160,00	52,735	4,60	276,25	17,76	2,50
69,20	86,005	2,045	163,25	51,240	3,254	290,50	14,20	2,13
70,30	85,780	4,47	166,60	50,15	4,60	293,50	13,56	
72,00	85,020	2,14	172,20	47,298	3,28	Stau des Dörverdener Wehrs		
77,00	83,950	5,00	175,00	46,38	2,875	311,00	10,59	1,90
83,00	80,95	3,65	179,00	45,23	3,84	315,00	9,83	1,63
85,00	80,22	2,267	181,50	44,27	4,582	321,00	8,85	2,35
88,00	79,54	4,55	184,25	43,01	2,533	325,00	7,91	
90,75	78,29	3,27	188,00	42,06	4,60	(326,30 Allermündung)	1,735	
96,75	76,33	5,00	189,00	41,60	3,90	339,00	5,48	1,83
98,70	75,355	2,50	193,00	40,04	2,80	342,00	4,93	
100,20	74,98		197,00	38,92		Stau des Hemelinger Wehrs		

*) Fehlstation 0,62 km lang.

(Schluß folgt.)

Der Ausbau des forstfiskalischen Wegenetzes in der Schlochauer und Tucheler Heide

nach dem Stande am 31. Dezember 1916.

(Mit Abbildungen auf Blatt 9 und 10 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

I. Allgemeines.

Unter dem Namen Schlochauer und Tucheler Heide faßt man kurz das über die vier Kreise Schlochau, Konitz, Tuchel und Schwetz sich erstreckende frühere Heideland dünenartiger Beschaffenheit zusammen, das heute die größten zusammenhängenden, mit Kiefern bestandenen Forstgebiete Preußens umfaßt. Das genannte Gebiet weist zwar bereits ein ziemlich enges Netz von Provinzial- und Kreisstraßen als Ver-

bindungswege zwischen den wichtigeren Ortschaften auf, dagegen fehlte es bis vor nicht allzulanger Zeit fast vollständig an geeigneten Holzabfuhrstraßen zur besseren Erschließung des gewaltigen Holzreichtums der ausgedehnten fiskalischen Waldgebiete.

Die Schlochauer und Tucheler Heide umfassen eine Waldfläche von insgesamt rd. 135 000 ha. Erst seit dem Jahre 1907 wurde der bis auf den Anfang der neunziger

Jahre des verfloßenen Jahrhunderts zurückreichende Gedanke einer besseren, zum Nutzen der Forstwirtschaft gelegenen Erschließung des genannten Waldgebiets in die Tat umgesetzt, indem zunächst die Meliorationsbauämter Konitz und Marienwerder und das Hochbauamt Schwetz mit der Ausführung forstfiskalischer Straßenbauten nach anderweitig aufgestellten Entwürfen beauftragt wurden. Der rasch zunehmende Umfang dieser Arbeiten führte jedoch bereits im Jahre 1908 zur Schaffung eines eigenen Forstwegebauamtes mit dem Sitz in Konitz.

II. Hauptgesichtspunkte für den Ausbau des forstfiskalischen Wegenetzes, Grundzüge für die Bearbeitung der Straßenentwürfe, Baukosten der Straßen und Umfang der bisherigen Ausführungen.

Der Ausbau des forstfiskalischen Wegenetzes erfolgte nach den Wünschen der Forstverwaltung. Die ihm zugrunde liegenden Verkehrsgesichtspunkte sind im wesentlichen auf eine bessere Erschließung des riesigen, infolge von Neuankäufen noch ständig sich vergrößernden Forstgebiets gerichtet. Die einzelnen Forstbezirke werden möglichst in der Mitte durch Straßenzüge durchschnitten. Nach ihrer Lage zu bereits bestehenden Verkehrswegen bezwecken diese vom Forstwegebauamt erbauten oder noch zu erbauenden Straßenteils neue Verbindungswege zwischen zwei bereits vorhandenen Verkehrsstraßen, teils bilden sie die Fortsetzung schon bestehender Landstraßen, teils auch die unmittelbaren Zubringer zur Eisenbahn.

Nach ihrer Bedeutung werden unterschieden Straßen erster Ordnung mit 8,50 m Kronenbreite, wovon 3,50 m auf die Steinbahn, 2,50 m auf den Sommerweg, 1,50 m auf den Baustoffstreifen und 1 m auf den zweiten Seitenstreifen entfallen, und Straßen zweiter Ordnung mit 7,50 m Kronenbreite, bei denen die entsprechenden Maße 3,50 m, 2 m, 1,25 m und 0,75 m betragen (Text-Abb. 1). In den Ortslagen wird naturgemäß in der Regel eine von der freien Strecke abweichende Ausbildung des Straßenquerschnittes ausgeführt, indem der Sommerweg wegfällt und die Fahrbahn gewöhnlich als Pflasterbahn zwischen erhöhten Borden ausgebildet wird.

Nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen werden die Straßen den Wünschen der Forstverwaltung entsprechend teils als Straßen mit Steinschlagbahn, teils als Pflasterstraßen ausgebaut. Mit Rücksicht auf die durch die ausgedehnten Waldgebiete bedingte feuchte Lage der Straßen und den starken Langholzverkehr, den sie aufzunehmen haben, wäre nach der Ansicht des Forstwegebauamtes allerdings die alleinige Schaffung von Pflasterstraßen vorzuziehen, um so mehr als eine sachgemäße Unterhaltung der Steinschlagbahnen infolge des gerade während der ungünstigsten Jahreszeit im Frühjahr vor sich gehenden stärksten Holzverkehrs und des Spurens ganzer Reihen von Langholzfurwerken mit Stämmen bis zu 24 m Länge besonders schwierig sich gestaltet.

Um der starken Inanspruchnahme der Straßen Rechnung zu tragen, wird ihre Steinbahn verhältnismäßig kräftig ausgeführt. Die 23 cm betragende Versteinungsstärke der Schotterstraßen setzt sich aus einer 13 cm hohen Pack- und Zwicklage und einer 10 cm starken Schüttlage zusammen. Die Stärke der Pflasterbahnen beträgt 16 cm.

Die größtzulässige Steigung ist bei Straßen erster Ordnung auf 1:40, bei Straßen zweiter Ordnung auf 1:30 fest-

gesetzt. Die kleinstzulässigen Krümmungshalbmesser betragen entsprechend 40 m bzw. 30 m. In Krümmungen mit einem Halbmesser von unter 70 m treten Verbreiterungen der Steinbahn um 0,20 m bei 70 m Halbmesser und bis 1 m bei 30 m Halbmesser ein.

Die Straßenbaukosten zeigten eine fortwährende Steigerung und hatten in den letzten Jahren vor dem Ausbruch des Krieges eine durchschnittliche Höhe von 22000 Mark/km Pflasterstraße und von 20000 Mark/km Schotterstraße erreicht. In diesen Preisen mitinbegriffen sind allerdings die Kosten für die Herstellung kleinerer Durchlaßbauwerke und für die nach Maßgabe des Bedürfnisses erfolgte Befestigung von Seitenweganschlüssen. Wenn die genannten Preise trotzdem noch reichlich hoch erscheinen, so sind die Hauptgründe hierfür in dem Arbeitermangel der ziemlich dünn bevölkerten und seine verfügbaren Arbeitskräfte alljährlich größtenteils in die westlichen Industriegebiete entsendenden Gegend, besonders aber in den hohen Kosten für die meist auf schlechten Zufahrtswegen zu bewerkstelligende Anfuhr der an sich nicht besonders teuren Wegebaustoffe zu suchen. Die Heranschaffung der in den zahlreichen Moränennestern des Gebiets sich übrigens oft in beträchtlichen Mengen vorfindenden Baustoffe war mit erheblichen Schwierigkeiten und Kosten verbunden und führte schon zu dem Gedanken, die erforderlichen Wegebaustoffe aus den reichen Steinlagern Schlesiens zu decken. Über die Eisenbahnfrachtkosten angestellte Erhebungen ließen aber doch, wenigstens vorläufig noch, der Verwendung der heimischen Baustoffe den Vorzug geben.

Die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues des forstfiskalischen Wegenetzes, ungeachtet der damit verbundenen hohen Kosten, erhellt ohne weiteres aus der hiermit Hand in Hand gehenden, oft schon während des Baues der Straßen einsetzenden, zu Friedenszeiten im Mittel einige Mark je Festmeter betragenden Wertsteigerung des Holzes in der Forst. Unter der Annahme einer derzeitigen, sich mit der Schaffung weiterer Abfuhrmöglichkeiten noch steigernden durchschnittlichen jährlichen Abtriebsmenge von etlichen tausend Festmetern in jeder der 23 in Betracht kommenden Oberförstereien errechnet sich eine gute Verzinsung der bisher aufgewendeten, gegen den Schluß dieser Beschreibung angegebenen Gesamtbaukosten, in denen zudem noch die Baukosten einzelner nicht im Zuge forstfiskalischer Straßen gelegener, aber vom Forstwegebauamt errichteter Brückenbauwerke inbegriffen sind.

Als Anhaltspunkte für den Umfang der Tätigkeit des Forstwegebauamtes in den acht Jahren seines seitherigen Bestehens mögen die nachstehenden Angaben dienen.

Es sind bis jetzt ausgeführt

an Pflasterstraßen	30 km
an Schotterstraßen	108 "
	zusammen 138 km.
Im Bau zurzeit	28 "
An Entwürfen fertiggestellt	35 "
Vorarbeiten ausgeführt oder im Entwurf insgesamt	27 "
	zusammen 228 km.

Seine Höchstleistung erreichte das Bauamt in der Zeit kurz vor dem Ausbruch des Krieges, in der sich gleichzeitig etwa 70 km Straßen im Bau befanden. Schlimme Erfahrungen mit den von Privatunternehmern aufgestellten Entwürfen zu Beginn seiner Tätigkeit ließen das Bauamt bei

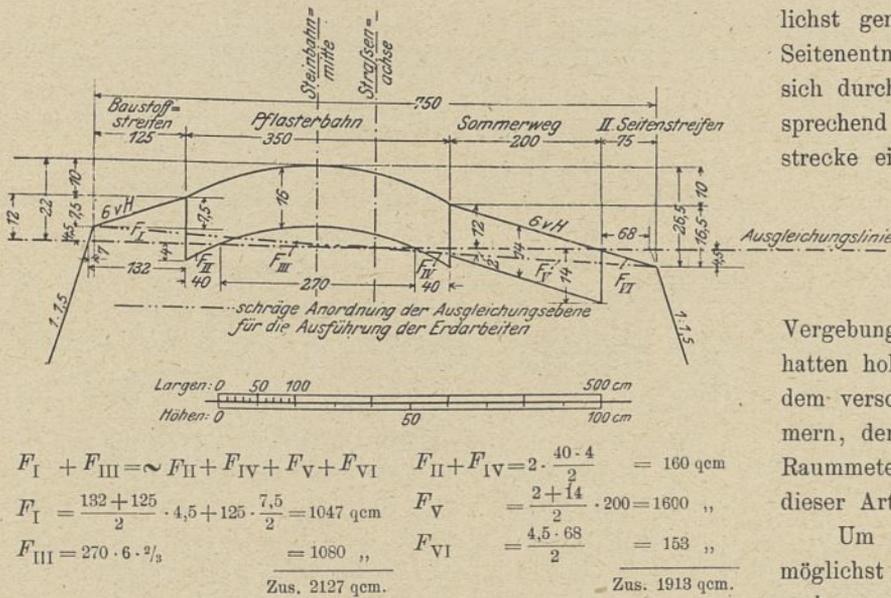


Abb. 1. Ermittlung der Ausgleichungslinie für die Kunststraße II. Ordnung, Pflasterbahn ohne Unterbettungssand.

den fernerhin von ihm selbst zu betreibenden Entwurfsarbeiten ein Hauptaugenmerk auf eine sorgfältige Durcharbeitung der Entwürfe richten. Besondere Sorgfalt wurde darauf verwendet, die Schwierigkeiten einer genauen Erdmassenberechnung unter gleichzeitiger Erzielung eines tunlichst genauen Ausgleichs der Auf- und Abtragmassen durch Erfahrungssätze allmählich immer mehr und mehr zu beheben. Die Erzielung eines genauen Massenausgleichs erweist sich beim Straßenbau insofern besonders schwierig, als Seitenentnahmen und Seitenablagerungen nach Möglichkeit vermieden werden sollen. Bei den nach anderweitig aufgestellten Entwürfen erfolgten ersten Bauausführungen machte das Auftreten von Fehlmassen regelmäßig kleinere oder größere Seitenentnahmen nötig, deren Ursachen zunächst, abgesehen von der Unmöglichkeit einer vollkommen genauen Berechnung beliebig gestalteter Körper, allein der mangelnden Sorgfalt bei der Entwurfsaufstellung und der Herstellung der planmäßigen Böschungsneigungen sowie der Nichtberücksichtigung der vor Beginn der Erdarbeiten abzuhebenden Muttererde zugeschrieben wurden. Allein auch bei den folgenden, auf Grund eigener Entwürfe bewirkten Bauausführungen zeigte sich trotz sorgfältiger Beachtung dieser Fehlerquellen bei der Entwurfsbearbeitung und der Ausführung der Erdarbeiten immer noch ein wenn auch bedeutend geringeres Überwiegen der Auftragmassen. Als weitere Ursachen für das Auftreten von Fehlmassen wurden denn auch bei näherer Nachforschung Windverwehungen des vorherrschenden Sandbodens infolge der böigen Beschaffenheit der Gegend, Verminderung der zur Verfügung stehenden Abtragmassen und Vermehrung der erforderlichen Auftragmassen infolge der bei der Ausführung der Erdarbeiten zu beseitigenden Stubben von oft beträchtlichem Rauminhalt, ferner Mehrbedarf an Schüttmassen infolge der Verdrückung nachgiebigen Untergrundes festgestellt. Der Mehrbedarf an Schüttmassen bei moorigem Untergrund findet durch Beachtung des Erlasses des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 10. Dezember 1912 (Nr. III. 2232 A. 2. Angabe) seither entsprechende Berücksichtigung. Für die Beseitigung der übrigen Fehlerquellen der Erdmassenberechnung aber, immer von dem Gesichtspunkte der Erzielung eines tun-

lichst genauen Massenausgleichs ohne die Anordnung von Seitenentnahmen und Seitenablagerungen ausgehend, hat es sich durch die Erfahrung als zweckmäßig herausgestellt, entsprechend den jeweiligen Verhältnissen je Kilometer Bau-strecke einen Überschuß an Abtragmassen (Aushilfmassen) von 200 bis 400 cbm vorzusehen.

Versuche, die bei geringem Umfang der Erdarbeiten besonders schwierige Aufstellung einer genauen Massenberechnung durch eine Vergebung der Arbeiten nach der Baulänge zu umgehen, hatten hohe Preisforderungen zur Folge und führten außerdem verschiedentlich zu Schwierigkeiten mit den Unternehmern, deren Nachforderungen, soweit berechtigt, doch nach Raummetern festgestellt werden mußten. Daher wurde von dieser Art der Vergebung bald wieder Abstand genommen.

Um die Entwurfsarbeiten und auch die Bauausführung möglichst einfach zu gestalten, sind für die immer wieder vorkommenden Straßenquerschnitte, wie Pflasterbahn erster Ordnung ohne Unterbettungssand Steinbahn rechts, Pflasterbahn zweiter Ordnung mit Unterbettungssand Steinbahn links und dergleichen ein für allemal Ausgleichungslinien aufgestellt worden. Diese Ausgleichungslinien (Text-Abb. 1), deren Zahl bereits auf 55 gestiegen ist, stellen die Höhenlage der rohen Straßenkrone dar, die für die Ausführung der Versteinungsarbeiten nur noch seitliche Verschiebungen geringer Bodenmassen in den Stationen erforderlich macht. Um auch diese geringfügige Erdarbeit noch auf ein Mindestmaß herabzudrücken, wird bei der Bauausführung die Ausgleichungsebene gleich etwas schräg angelegt. Die Auftragung der Querschnitte bei der Entwurfsaufstellung erfolgt mittels Zelluloidschablonen, die für die einzelnen Ausgleichungslinien mit ein Zehntel Millimeter Genauigkeit angefertigt sind.

Die für die Aufstellung der Erdmassenberechnung erforderliche Zwischenschaltung von Nullquerschnitten beim Wechsel von Auf- und Abtrag wird in der Weise gelöst, daß für den Auftrag der Schnittpunkt des Geländes mit der Ausgleichungsebene, für den Abtrag der Schnittpunkt des Geländes mit der Grabensohle als Nullquerschnitt angenommen wird. Die Bestimmung dieser Punkte kann auf rechnerischem oder zeichnerischem Wege erfolgen (Text-Abb. 2 u. 3). Von

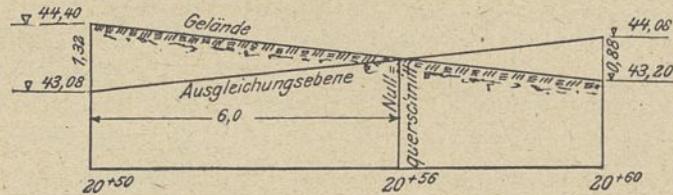


Abb. 2. Zeichnerische Ermittlung des Nullquerschnittes für den Auftrag.



Abb. 3. Zeichnerische Ermittlung des Nullquerschnittes für den Abtrag.

Abb. 2 u. 3. Ermittlung der für die Probelastung aufzubringenden Belastung.

Tabelle 1.

Station	Berechnung der Massen										Verwendung der Massen					Fördermoment		
	Flächeninhalt des Querschnitts im		Gemittelter Flächeninhalt im		Entfernung der Querschnitte	Rauminhalt im		Es ist also Masse			Zur Beförderung übrige Massen	Zu entnehmen		Zu befördern		Mittlere Beförderungsweite	Spalto	
	Auftrag	Abtrag einschl. Graben	Auftrag	Abtrag		Auftrag	Abtrag	zu viel	zu wenig	in der Station zu verbauen		von Station	bis Station	nach Station	bis Station			
	qm	qm	qm	qm	m	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	13	14	15	16	m	m/cbm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
0+00	0	0	—	12,0	20	—	240	240	—	—	—							
0+20	—	24,0	—	22,0	20	—	440	440	—	—	920	S = 0+30	0+60	S = 0+95	0+18	65	59800	
0+40	—	20,0	—	16,0	10	—	160	160	—	—	—							
0+50	0	12,0	—	10,0	10	—	100	80	—	20	—							
0+60	4,0	8,0	2,0	10,0	10	20	100	920	—	—	—							
0+70	.....	0	10,0	4,0	20/10	200	40	—	160	40	—						
0+80	16,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
			19,0	—	20	380	—	—	380	—	—							
1+00	22,0	—	—	—	—	86 ¹⁾	—	—	86 ¹⁾	—	—							
1+20	10,0	—	16,0	—	20	320	—	—	320	—	—							
1+40	.....	0	7,2	4,4	30/10	216	44	—	172	44	—	S = 1+75	1+18	S = 1+30	1+50	45	8910
1+50	4,4	8,8	—	—	—	—	—	—	1118	—	198	1+50	2+00	1+18	1+50	20 ²⁾	2520	
1+60	0	.....	2,2	4,4	10/50	22	220	198	—	22	126	in den Stationen zu verbauen					
2+00	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
					Zusammen	1244	1244	1118	1118	126	1244							71230

¹⁾ 86 cbm Aushilfemassen in Station 1+00. ²⁾ Angenommene Förderweite.

Mittlere Förderweite: $\frac{71230}{1244} = 57 \text{ m}$
 $\frac{+ 13 \text{ m}}{70 \text{ m}}$ Zuschlag für etwaige Linienverlegung, für Ungenauigkeit in der Ermittlung der Schwerpunkte und zur Abrundung.

den Nullquerschnitten aus wird der nach der vorstehend angegebenen Tabelle 1 erfolgenden Berechnung der Erdmassen eine geradlinige Zunahme der Auf- oder Abtragflächen zugrunde gelegt.

Die Ermittlung des Einheitspreises für das Kubikmeter Bodenbewegung erfolgt etwas abweichend von den sonst üblichen Verfahren. Während diese in der Regel einen mittleren Einheitspreis aus einer Reihe von für verschiedene große Förderweiten geltenden Einzelpreisen berechnen, bestimmt das Bauamt zunächst die mittlere Förderweite, indem es die auf Grund von zeichnerischen Massenverteilungsplänen ermittelte oder unter Benutzung der Tabelle 1 rechnerisch festgestellte Summe aller Fördermomente durch den Gesamtinhalt der zu bewegendenden Erdmassen teilt, worauf dann unter Beachtung eines entsprechenden Zuschlages zu der erhaltenen mittleren Förderweite ein mittlerer Förderpreis angenommen wird.

Hierfür das am Schluß der Tabelle 1 stehende Beispiel.

III. Beschreibung einzelner Kunstbauwerke und Berechnungsgrundlagen für massive forstfiskalische Brücken.

Hand in Hand mit dem Ausbau des forstfiskalischen Wegenetzes wurde eine Anzahl größerer Durchlässe und Brückenbauwerke ausgeführt, von denen im nachstehenden nur einige der bemerkenswerteren kurz besprochen werden sollen. Die große Abgelegenheit der meisten Bauwerke ließ das Be-

streben nach einer möglichsten Beschränkung der Unterhaltungsarbeiten verbunden mit der Erzielung einer möglichst langen Lebensdauer als das Gegebene erscheinen. Daher wurde für sämtliche Brücken massive Bauweise, für die meisten der Eisenbetonbau gewählt.

Text-Abb. 4 zeigt die äußere Erscheinung einer Dreigelenkbogenbrücke aus Stampfbeton über die Brahe bei Pillamühl im Kreise Tuchel, die auf Grund eines von der Firma Windschild und Langelott in Bromberg aufge-



Abb. 4. Brahebrücke bei Pillamühl. Dreigelenkbogenbrücke aus Stampfbeton.

stellten Vorentwurfs erbaut worden ist. Die Ausführung der Brücke war der genannten Firma ebenfalls übertragen. Die lichte Spannweite in Höhe der Kämpfer beträgt 36 m, die Pfeilhöhe 4 m. Die Breite der Brücke zwischen den Geländern beträgt gemäß den Normalien für forstfiskalische Brücken zweiter Ordnung 5,30 m, wovon 4,50 m auf die Fahrbahn und je 0,40 m auf die beiderseitigen Schrammkanten entfallen. Die Gewölbbestärken sind im Scheitel 0,65 m, im Kämpfer 0,80 m, im Bogenviertel 0,91 m. Die Berechnung des Gewölbes erfolgte auf rechnerischem Wege unter Zugrundelegung einer größten Pressung des Stampfbetons von 30 kg/qcm. Als Verkehrslast wurde bei einseitiger Belastung des Gewölbes eine gleichmäßig verteilte Last von 750 kg/qcm, bei einer Belastung des ganzen Gewölbes eine solche von 375 kg/qcm zugrunde gelegt. Um eine für das Auge ungefällige Form des Gewölbes zu vermeiden, wurde der Beton im Kämpfer und Scheitel nicht bis zur zulässigen Höchstgrenze ausgenutzt. Die Pressungen betragen an diesen Punkten 21 bzw. 23 kg/qcm. Durch Einschaltung von durchgehenden Fugen über den Gelenken ist für die Bewegungsmöglichkeit des Stirn- und Flügelmauerwerks infolge von Wärmeänderungen gesorgt. Die Gelenke sind Walzelenke und bestehen aus Stampfbeton. Ihre Herstellung erfolgte in eisernen Formen.

Das durch Bohrungen festgestellte Auftreten von Triebssand-schichten am rechten Ufer ließ eine Pfahlrostgründung dieses Widerlagers für angebracht erscheinen (Text-Abb. 5). Nach den dem Bauvertrag zugrunde gelegten besonderen Vertragsbedingungen durfte die Anlieferung der Pfähle erst erfolgen, nachdem die erforderliche Pfahllänge durch Rammung von zwei Probepfählen und unter Zugrundelegung der Rammformel von O. Stern vom Bauamt festgesetzt war. Die zur Proberammung verwendeten Pfähle hatten bei einem Durch-

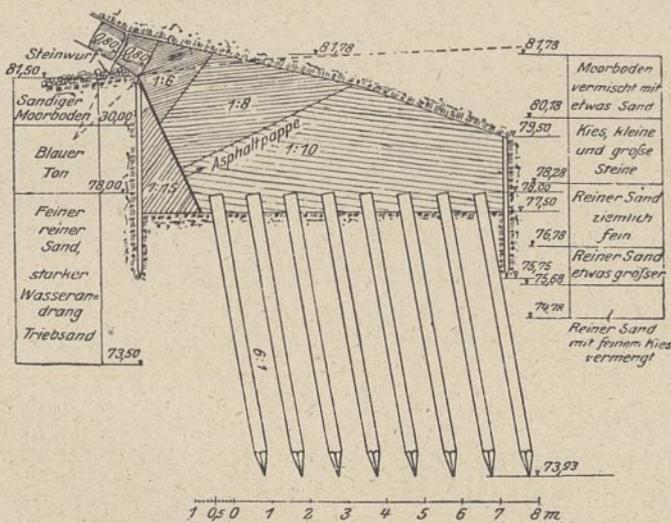


Abb. 5. Pfahlrostgründung des rechten Widerlagers der Brahebrücke bei Pillamühl.

messer von 30 cm eine Länge von 14 m. Die auf einen Pfahl treffende Belastung betrug gemäß der rechnerischen Begründung des Entwurfs $P=19400$ kg, das Bärgewicht der verwendeten Dampftrappe 700 kg, die Fallhöhe 91 cm. Die Auswertung der Sternschen Rammformel

$$\frac{R \cdot h}{(R + Q)^2} [R \cdot Q (1 + \eta)^2 + (R - Q)^2] = (W - R - Q) e + \frac{1}{2} W^2 \frac{l}{E \cdot F}$$

worin bedeuten: im vorliegenden Falle:
 R = Gewicht des Bären 700 kg,
 h = Fallhöhe 91 cm,
 l = Länge 1400 „,
 F = Querschnittsfläche des Pfahles $\left\{ \begin{array}{l} \frac{\pi \cdot 30^2}{4} = 700 \text{ qcm,} \\ 0,07 \cdot 14 \cdot 600 = 600 \text{ kg,} \\ 100\,000 \text{ kg/qcm,} \\ 0,25, \end{array} \right.$
 Q = Gewicht
 E = Elastizitätsziffer
 η = Stoßelastizitätsziffer
 e = Eindringungstiefe beim letzten Schlag Unbekannte der Gleichung,
 W = Eindringungswiderstand, der der Belastung des Pfahles entspricht, die höchstens dieselbe Senkung zur Folge hat, wie der letzte Schlag $\left\{ \begin{array}{l} \text{Bei dreifacher Sicherheit} \\ 3 \cdot 19\,400 = 58\,200 \text{ kg,} \end{array} \right.$

nach e lieferte eine zulässige Eindringungstiefe beim letzten Schlag von 0,04 cm oder für die letzte Hitze von 20 Schlägen von 0,8 cm.

Als Probepfähle wurden gerammt die Pfähle Nr. 9 u. 60 (Text-Abb. 6). Der Bodenaushub war bis Höhe + 78,50

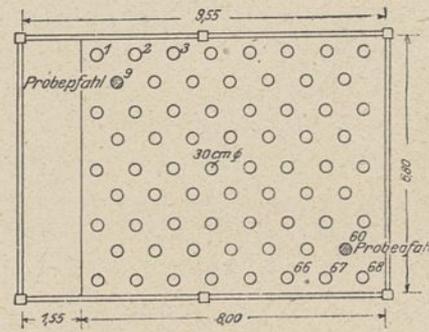


Abb. 6. Rammplan.

bewirkt. Die Spitze des Pfahles Nr. 60 stand zu Beginn der Rammung auf Höhe + 77,20; die Höhe des Pfahlkopfes wurde nach der Rammung zu + 79,83 bestimmt. Bei der letzten Hitze von 20 Schlägen wurde noch ein Ziehen des Pfahles von 2,5 cm,

d. h. für einen Rammschlag von 0,13 cm festgestellt. Die Spitze des Pfahles Nr. 9 stand zu Beginn der Rammung auf Höhe + 77,26; der Pfahlkopf wies nach der Rammung die Höhe + 80,31 auf. Bei der letzten Hitze von 20 Schlägen wurde noch ein Ziehen von 5 cm, d. h. von 0,25 cm für einen Rammschlag ermittelt. Da hiernach das Endziehmaß der beiden Probepfähle den drei- bzw. sechsfachen Wert des nach der Sternschen Formel berechneten, allerdings sehr gering erscheinenden zulässigen Wertes von 0,04 cm für einen Rammschlag erreichte, wurde zum Vergleich die Rammformel von Brix herangezogen:

$$e = \frac{h}{P} \cdot \frac{Q^2 \cdot g}{(Q + g)^2}$$

Hierin bedeutet:

h = Fallhöhe 91 cm,
 Q = Bärgewicht 700 kg,
 g = Pfahlgewicht 600 „,
 P = Pfahlbelastung 58200 „,
 e = höchstzulässige Eindringungstiefe beim letzten Schlag.

Hieraus berechnet sich $e=0,27$ cm.

Diese Höchstgrenze wird durch das Endziehmaß der beiden Probepfähle nicht erreicht. Es wurde hieraus der Schluß gezogen, daß die Rammformel von Stern für die Praxis etwas zu weitgehende Forderungen von übertriebener Sicherheit stellt, weshalb bei der ferneren Rammung die erforderlichen Längen der auf Abruf anzuliefernden Pfähle unter Zugrundelegung der Brixschen Rammformel bestimmt

wurden. Ganz ähnliche Erfahrungen sind mit den genannten Rammformeln auch bei den Gründungen anderer Bauwerke gemacht worden.

Die Ausrüstung des annähernd bis zur planmäßigen Höhe überschütteten Gewölbes fand sechs Wochen nach Beendigung seiner Betonierung statt. Die vor Beginn der Ausrüstung durch Messung bestimmte Überhöhung der Gewölbescheitelunterkante betrug flußabwärts 19 mm, flußaufwärts 21 mm. Nach der Ausrüstung wurde noch eine Überhöhung gegenüber der entwurfgemäßen Höhenlage von 13 bzw. 4 mm festgestellt.

Die Senkungen des Gewölbebogens und das Ausweichen der Widerlager wurden mit Griotschen Biegunsmessern beobachtet, von denen zwei im Scheitel und vier an den Widerlagern verwendet wurden. Das Ergebnis der Beobachtungen ist in der nachstehenden Tabelle 2 zusammengestellt:

Tabelle 2.
Ausrüstung der Brahebrücke bei Pillamühl.

Punkt	Ableseung		Bemerkung
	Senkung	Ausweichen nach außen	
Gewölbescheitel flußaufwärts	170	—	Ableseungseinheit an den Griotschen Biegunsmessern $\frac{1}{10}$ mm.
Gewölbescheitel flußabwärts	63	—	
Linkes Widerlager flußaufwärts	—	60	
Linkes Widerlager flußabwärts	—	53	
Rechtes Widerlager flußaufwärts	—	98 $\frac{1}{2}$	
Rechtes Widerlager flußabwärts	—	103	

Die seitliche Ausweichung des auf Pfählen gegründeten rechten Widerlagers beträgt demnach etwa das Doppelte der seitlichen Verschiebung des linken Widerlagers, wobei jedoch zu beachten ist, daß im Gegensatz zum linken Widerlager die vom Kreis Tuchel zu bewirkende Hinterfüllung des rechten Widerlagers zur Zeit der Ausrüstung noch nicht vollzogen war. Allerdings war dieser Fall in dem dem Entwurf zugrunde gelegten Festigkeitsnachweis vorgesehen.

Die Baukosten der Brücke belaufen sich auf etwa 60 000 Mark.

Text-Abb. 7 zeigt die Ansicht einer im Zuge der forstfiskalischen Kunststraße Schüttenwalde-Gildon bei Gardki im Kreise Konitz gelegenen Eisenbetonbrücke zweiter Ordnung über das Czerskerfließ, während die Abb. 5 bis 7 Bl. 9 die Brücke in Längenschnitt, Querschnitten und einigen Einzelheiten zeigen. Als Hauptträger besitzt die Brücke vier in je 1,50 m Achsabstand angeordnete Plattenbalken von 16 m Stützweite, die in statischer Hinsicht als Kragträger mit zwei je 4,70 m langen Kragarmen ausgebildet sind (Abb. 5 Bl. 9). An den Brückenenden, über den Auflagern und in den Drittelpunkten der Hauptöffnung sind zur Erzielung einer Lastverteilung auf mehrere Hauptträger Querträger angeordnet. Die Querträger über den Pfeilern sollen eine gleichmäßige Auflagerung und die Verteilung des Druckes auf die ganze Länge des Pfeilers bewirken und hierbei von eingeleigten Weichbleiplatten unterstützt werden.

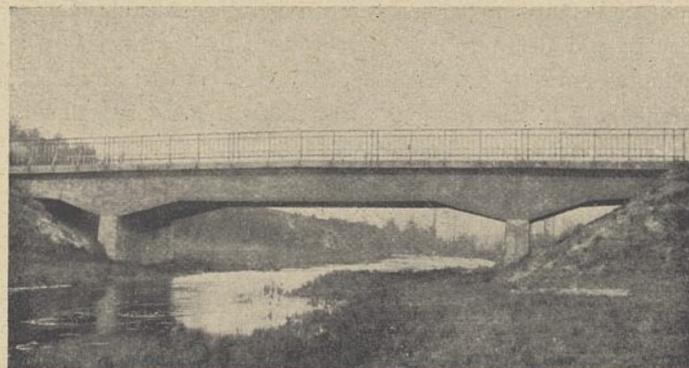


Abb. 7. Czerskerfließbrücke bei Gardki (Kr. Tuchel).
Eisenbetonbrücke.

Der Aufstellung des Festigkeitsnachweises waren als zufällige Lasten ein Menschengedränge von 400 kg/qm, eine Pferdewalze von 8000 kg Gewicht und 1,06 m Felgenbreite und der Raddruck eines 10 Tonnen-Lastwagens bei 10 cm Felgenbreite zugrunde gelegt.

Der Baugrund für die beiden Brückenpfeiler bestand aus stark mit Moor durchsetzten Schichten. Da die Untersuchung der an die Moorversuchsstation in Bremen eingesandten Bodenproben keinen Anhaltspunkt für das Vorhandensein betonschädlicher Stoffe ergab, war im Entwurf ursprünglich eine Gründung der Brückenpfeiler auf Betonbrunnen vorgesehen worden. Da für das Abbinden der Senkbrunnen geraume Zeit verloren geht, wurde bei der gebotenen möglichststen Abkürzung der Bauzeit für die Ausführung die Wahl einer schneller vor sich gehenden Gründungsart als zweckmäßig erachtet. Nach dem Vorschlag der bauausführenden Firma F. Bludau-Insterburg wurde daher einer Gründung der Brückenpfeiler auf Blechrohrbetonpfählen nach der Bauart Janssen der Vorzug gegeben, die sich zum Rammen der Pfahlspitze aus Eisenbeton eines hölzernen Rammkernes bedient und einen verhältnismäßig dünnen, erst nach der Rammung und erfolgter Herstellung der Pfahlform, mit Hilfe des autogenen Schweißverfahrens auszubetonierenden Blechmantel im Boden beläßt (Abb. 7 Bl. 9). Den einzelnen Pfählen wurde eine Belastung von je 9 t zugewiesen. Die Belastung wird durch die Pfeiler auf eine zwischen den Pfahlköpfen gespannte 60 cm starke, kreuzweise bewehrte Eisenbetonplatte übertragen, so daß eine gleichmäßige Belastung aller Pfähle gewährleistet erscheint.

Die Baukosten der Brücke betragen etwa 20 000 Mark.

Eine Kragträgerbrücke auf drei Stützen veranschaulichen die Text-Abb. 8 und Abb. 1 bis 3 Bl. 9 in

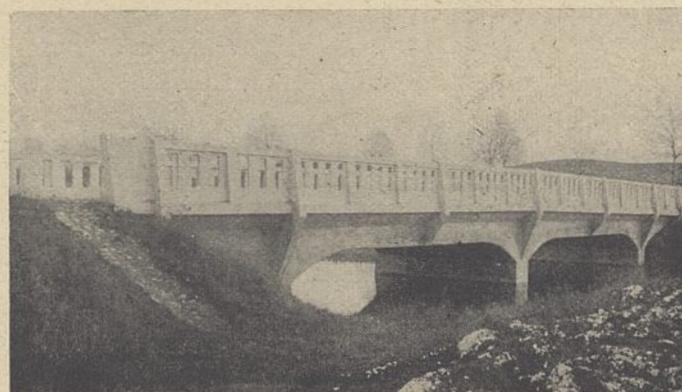


Abb. 8. Zahnefließbrücke bei Hammerstein (Kr. Schlochau).
Kragträgerbrücke auf drei Stützen.

Ansicht, Längenschnitt und einigen Einzelheiten. Die Ausführung der im Zuge der forstfiskalischen Straße Hammerstein-Wehnershof im Kreise Schlochau gelegenen zur Überbrückung des Zahnefließes dienenden Bauwerks war der Firma Windschild u. Langelott in Bromberg übertragen. Da bei der erforderlichen Lichtweite und der durch den Straßentwurf bestimmten Höhenlage der Fahrbahn eine ausreichende Pfeilhöhe nicht zu erzielen war, mußte von einer Bogenbrücke abgesehen werden. Eine Überbrückung des Fließes mit einer Öffnung war — ein Eisenbetonbauwerk vorausgesetzt — nur möglich bei Anwendung einer Bauart mit versenkter Fahrbahn und seitlich liegenden Hauptträgern. Vor einer derartigen, nur bei sehr beschränkter Bauhöhe zweckmäßig und wirtschaftlich erscheinenden Anordnung wurde dem gewählten, auf drei Stützen frei aufliegenden Balken mit beiderseitig auskragenden Enden der Vorzug gegeben, zumal die an der Brückenbaustelle festgestellten guten Untergrundverhältnisse die Verwendung eines statisch unbestimmten Systems als unbedenklich erscheinen ließen.

Die Stützweite der beiden Mittelöffnungen (Abb. 1 Bl. 9) beträgt je 10,80 m, die Länge der beiderseitigen Kragarme je 3,40 m. Als Brücke erster Ordnung besitzt das Bauwerk eine Fahrbahnbreite von 5,20 m und eine Breite zwischen den Geländern von 6 m. Die vier das Tragwerk bildenden Plattenbalken sind in Abständen von je 1,70 m angeordnet und auf dem Mittelpfeiler fest, auf den Landpfeilern beweglich gelagert. Das 1 m hohe Geländer wurde zur Vermeidung von Unterhaltungskosten als Verbundbrüstung mit Rundeisen und Streckmetalleinlagen ausgeführt (Abb. 2 Bl. 9). Die Anordnung kräftiger bewehrter Pfosten verhindert ein Abbiegen gegenüber wagerechten Kräften. Als Ausgleichfuge bei starken Wärmeschwankungen der der Sonnenbestrahlung besonders ausgesetzten Brüstung wurde über jedem Pfeiler eine senkrechte Stoßfuge durch Einlegen eines Zinkblechstreifens angeordnet (Abb. 3 Bl. 9). Ein Ineinandergreifen der beiden Teile nach Art von Feder und Nut sollte Sicherheit bei seitlichen Verschiebungen der einzelnen Geländerabschnitte in der Längsrichtung der Brücke gewähren. Diese Ausführung hat sich jedoch nicht bewährt. Kurz nach erfolgter Fertigstellung der Brücke zeigten sich bereits über den drei Auflagern in den Geländern der Brücke Rißbildungen, die trotz sofort bewirkter Ausbesserungsarbeiten wieder aufgetreten sind und wohl darauf zurückzuführen sein dürften, daß der Beton an dem eingelegten Zinkblechstreifen fest haftete, was sich vermutlich durch die Anordnung eines zweiten in den ersten eingreifenden Zinkblechstreifens hätte vermeiden lassen. Maßnahmen zur endgültigen Behebung des Übelstandes sind in die Wege geleitet. — Die Baukosten der Brücke belaufen sich auf etwa 17000 Mark.

Eine weitere mit einem Kostenaufwand von etwa 18000 Mark erbaute Plattenbalkenbrücke ist in den Text-Abb. 9 und Abb. 5 bis 8 Bl. 10 in Ansicht und einigen Einzelheiten dargestellt. Das von der Firma Kampmann u. Ko. in Graudenz errichtete Bauwerk über die Brahe liegt im Zuge der Straße Fortbrück-Junkerbrück im Kreise Schlochau.

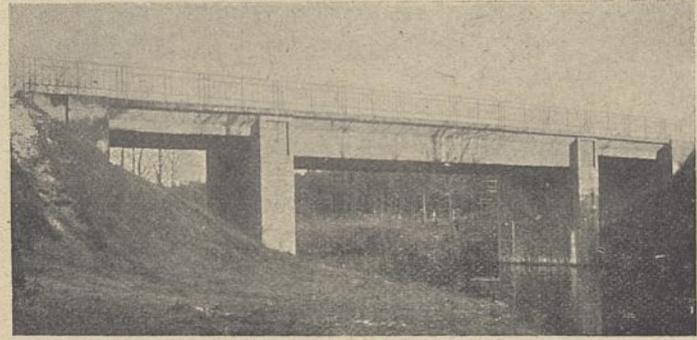


Abb. 9. Brahebrücke bei Fortbrück (Kr. Schlochau).
Plattenbalkenbrücke.

Rücksichten auf eine unschädliche Abführung der größten Hochwassermenge unter gleichzeitiger Erzielung eines möglichst leichten Tragwerks ließen die Anordnung einer mittleren Öffnung von 14 m und zweier seitlichen Öffnungen von je 5 m lichter Weite für zweckmäßig erscheinen. Die Brückenbreite zwischen den Geländern beträgt 5,30 m. Über den Mittelpfeilern sind die Plattenbalken der drei Öffnungen mit Hilfe von Asphaltfilzstreifen frei aufgelagert (Abb. 5 Bl. 10). Auf den Endpfeilern wurden Gleitfugen nicht für erforderlich erachtet. Ausdehnungsfugen von 2 cm Breite zwischen den Trägern gewährleisteten freie Bewegungsmöglichkeit bei Ausdehnung infolge Wärmeänderung.

Das gegenüber dem linken bedeutend höhere rechte Landwiderlager ist in einzelne Pfeiler aufgelöst (Abb. 8 Bl. 10), durch deren Zwischenräume die Hinterfüllung böschungsmäßig hervortritt, was die fast vollständige Ausschaltung des einseitigen Erddruckes auf das Widerlager und hiermit eine leichte Bauart des letzteren ermöglichte.

Etwa sechs Wochen nach erfolgter Ausrüstung hat eine Probebelastung der Brücke stattgefunden. Die Belastung erfolgte durch Zementsäcke, die mit trockenem Sand vom Einheitsgewicht 1,5 gefüllt waren. Die Benutzung von Säcken mit $56\frac{2}{3}$ kg Zementfassungsvermögen ergab bei Annahme eines Einheitsgewichts des Zements von 1,3 und einer Füllung der Säcke zu $\frac{5}{6}$ ihres Fassungsvermögens das Gewicht eines Sackes zu $\frac{56,7 \cdot 1,5 \cdot 5}{1,3 \cdot 6} = 54,5$ kg. Bei der Probebelastung sollte das größte von den Balken rechnermäßig aufzunehmende Biegemoment erzeugt werden. Die hiernach auf einen Mittelbalken der Hauptöffnung aufzubringende Last wurde folgendermaßen bestimmt:

Das von einem Mittelbalken der Hauptöffnung aufzunehmende Größtmoment war rechnermäßig zu 10040000 cmkg ermittelt, wovon 6670000 cmkg auf das Eigengewicht entfielen. Die verbleibenden 3370000 cmkg sollten durch eine in Brückenmitte in einer Länge von 4,0 m und in einer Breite von 1,20 m gleichmäßig verteilt aufzubringende Last hervorgerufen werden (Text-Abb. 10

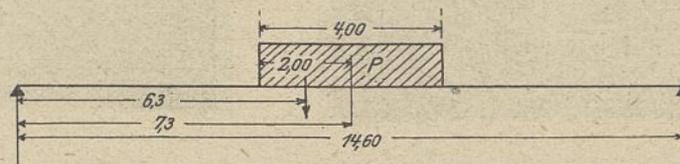


Abb. 10. Längenschnitt.

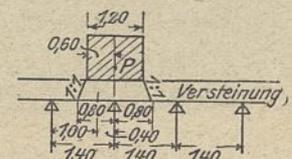


Abb. 11. Querschnitt.

und 11). Die auf den Plattenbalken entfallende Last betrug demnach

$$\frac{2 \cdot P}{2} \cdot \frac{1,0}{1,4} = \frac{P}{1,4}$$

das durch die aufgebrachte Belastung hervorgerufene Biegemoment:

$$M = \frac{P}{1,4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 6,3 = 3380000 \text{ cmkg,}$$

woraus sich $P = 15000 \text{ kg}$ und die Anzahl der erforderlichen Säcke zu $\frac{15000}{54,5} = 275$ ergab.

In ähnlicher Weise ergab sich als erforderliche Belastung für den Mittelbalken einer Seitenöffnung eine Anzahl von 236 Sandsäcken. Belastet wurde zunächst der oberstromseitige innere Plattenbalken der Hauptöffnung, alsdann der entsprechende Plattenbalken der linken Seitenöffnung. Das in der Tabelle 3 zusammengestellte Ergebnis der vorgenommenen Messungen beweist den bedeutenden Widerstand des Tragwerks gegen Durchbiegung.

je 6,85 m. Das Tragwerk ist jedoch hier als durchgehender Balken auf vier Stützen angeordnet. Die Auflagerung der Tragbalken auf den Mittelpfeilern erfolgt durch kugelkappenförmige Gelenke. Der Pfeilerfuß weist keine Gelenkanordnung auf. Die beiden 6,50 m hohen Strompfeiler sind auf je vier auf der Baustelle hergestellten Stampfbetonbrunnenringen gegründet.

Die Landwiderlager sind auch bei dieser Brücke ungleich hoch. Da sich in Höhe der planmäßigen Bausohle des linken Widerlagers von einer früheren Brücke herrührende, verfaulte Bohlen und Spundwände sowie vermoderte Stubben im Boden vorfanden, mußte dieses Widerlager etwa 3 m tiefer, als ursprünglich vorgesehen, gegründet werden. Der Kostenersparnis wegen wurde es in einzelne Pfeiler aufgelöst und wie das rechte Widerlager auf einer Grundplatte gegründet. — Die Baukosten der zwischen den Geländern 8,30 m breiten Brücke belaufen sich auf etwa 26000 Mark.

Ein besonders wegen der Gründungsschwierigkeiten bemerkenswertes kleines Brückenbauwerk mit Freischleuse zeigen

Tabelle 3. Probelastung der Brahebrücke bei Fortbrück.

Bezeichnung des Meßpunktes			Aufgebrachte Last = 0 (Beginn der Belastung)		Aufgebrachte Last = 150 Säcke		Aufgebrachte Last Vollbelastung		Aufgebrachte Last Vollbelastung (Beginn der Entlastung)		Noch aufruhende Last = 0 (Ende der Entlastung)		Aufruhende Last = 0	
Brückenöffnung	Balken	Balkenseite	Zeit	Ableseung	Zeit	Ableseung	Zeit	Ableseung	Zeit	Ableseung	Zeit	Ableseung	Zeit	Ableseung
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mitte der Hauptöffnung	oberstromseitig, innerer	unterstromseitig	11 ¹⁰ vorm.	0	1 ³⁵ nachm.	0,15 mm	2 ²⁰ nachm.	0,25 mm	3 ³⁰ nachm.	0,35 mm	4 ⁴⁰ nachm.	0,30 mm	4 ⁴⁰ nachm. nächster Tag	0,05 mm
Mitte der linken Seitenöffnung	"	"	3 ³⁰ nachm.	0	4 ⁰⁰ nachm.	0	4 ²⁰ nachm.	0	5 ³⁰ nachm.	0	—	—	—	—

Die Text-Abb. 12 und Abb. 4 Bl. 9 zeigen die äußere Erscheinung und den Längenschnitt einer bei der Oberförsterei Taubenfließ im Kreise Tuchel im Zuge der ausgebauten Napoleonstraße gelegenen, der Firma Drenckhahn und Sudhop, Filiale Danzig-Langfuhr, nach dem von ihr aufgestellten Entwurf zur Bauausführung übertragenen Eisenbeton-Plattenbalkenbrücke über das Stonskifließ. Auch diese Brücke besitzt drei Öffnungen, eine mittlere mit einer lichten Weite von 9 m und zwei seitliche mit einer lichten Weite von



Abb. 12. Stonskifließbrücke bei der Oberförsterei Taubenfließ (Kr. Tuchel). Eisenbeton-Plattenbalkenbrücke

die Text-Abb. 13 und Abb. 8 bis 13 Bl. 9. Das an Stelle einer vorher vorhandenen, infolge seitlichen Durchbruches des Montaufliebes und Unterspülung der hölzernen Freiarchenbrücke errichtete Bauwerk liegt bei Heidemühl im Kreise Schwetz und dient zur Überbrückung der neuen Straße Warlubien-Rybno und zum Aufstau der Montau zum Betrieb der forstfiskalischen Mühle bei Heidemühl sowie erforderlichenfalls zur Abführung des Freiwassers. Die lichte Weite der Brücke beträgt 3 m, die Breite zwischen den Gelän-



Abb. 13. Freischleusenbrücke bei Heidemühl (Kr. Schwetz).

dern 6 m. Das Tragwerk bilden in Abständen von 0,80 m angeordnete, einbetonierte I-Träger mit dazwischen gespannten Betonkappen.

Trotz der zur Vermeidung einer Durchsickerung des Straßenanschlußkörpers an der alten Durchbruchstelle erfolgten Rammung einer 9 m langen, bis auf Höhe 68,27 reichenden Flügelspundwand in Verlängerung des rechten oberwasserseitigen Parallelflügels machten sich die dem alten Bauwerk zum Verhängnis gewordenen Hinterspülungserscheinungen bald auch an der neuen Brücke bemerkbar. Am rechten unterstromseitigen Böschungsfuß zeigten sich Sickerungen. Das mit Steinen abgeplasterte Sturzbett wies deutlich die Wirkungen starken Auftriebes nach. Zur Messung des Auftriebes in das Sturzbett eingebaute Standrohre zeigten einen Wasserstand von etwa 1 m über dem Sturzbett. Hier wie in den rechtsseitigen Böschungen ober- und unterhalb der Brücke bildeten sich Kolke. Erst durch die Rammung einer bis auf Höhe 70,87 reichenden Sicherungsspundwand unmittelbar vor der genannten Flügelspundwand sowie durch die Ausschalung des ganzen Oberwasserbeckens mit Lehm und die unter Wasser auf möglichst große Tiefe, soweit dies der starke Auftrieb nur irgend zuließ, erfolgte Einbringung eines starken Lehmkernes vor der Querspundwand am Oberhaupt und der neuen Sicherungsspundwand (Text-Abb. 14)

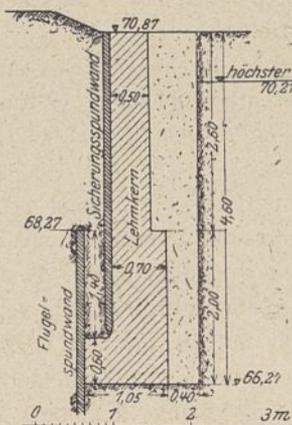


Abb. 14. Schnitt a-b durch die Sicherungsspundwand (vgl. Abb. 8 Bl. 9).

sowie auch durch die Abpflasterung des Sturzbettes mit Betonquadern ist es gelungen, eine Durchsickerung des frisch geschütteten Bodens fernhin hintanzuhalten und die Kraft des etwa noch durchsickernden Wassers durch die Schwierigkeiten, die sich ihm hierbei entgegenstellen, so zu brechen, daß es nicht mehr imstande ist, schädliche Auftrieberscheinungen auszulösen. Beispielsweise liegen die zur Beobachtung des Grundwasserstandes in das Sturzbett eingebauten Standrohre seither vollkommen trocken. Die Sicherungsarbeiten sind ohne umfassendere technische Maßnahmen gelungen, die bei dem abgelegenen kleinen Bauwerk auch nicht ohne unverhältnismäßig hohe Unkosten hätten angewendet werden können.

Die Anordnung der Schützen ist aus den Abb. 9 bis 12 Bl. 9 ersichtlich. Die beiden Schützentafeln lassen sich parallel aneinander verschieben. Zum Aufziehen der oberen Schütze dient ein einfaches Vorgelege. Um auch die Grundschütze aufzuziehen, wird zunächst die obere Schütze hinuntergedrückt, bis der Haken unter den Bügel y greift (Abb. 9 Bl. 9). Das Aufziehen beider Schützen zusammen erfolgt dann mit Hilfe eines doppelten Vorgeleges. Beim Herablassen der Grundschütze wird diese von der oberen Schütze hinuntergedrückt. Alsdann muß der Haken X mittels eines Bootshakens aus dem Bügel y gelöst werden. Die gewählte, nach dem Vorbild der Schützenanordnung bei der Netzekanalisation ausgeführte Bauart hat den Vorzug, daß das Wasser nicht immer unten durchfließen muß, sondern auch

oben überfallen oder zwischen den beiden Schützen durchströmen kann, eine Möglichkeit, die besonders für den Fall einer Vereisung des Wehres vorteilhaft erscheint.

Die Gesamtbaukosten stellen sich auf etwa 19000 Mark.

Wieder eine andere Bauart weist die Brücke über das Schwarzwasser bei Grüneck im Kreise Schwetz auf (Text-Abb. 15). Es ist eine Rahmenbrücke aus Eisenbeton mit

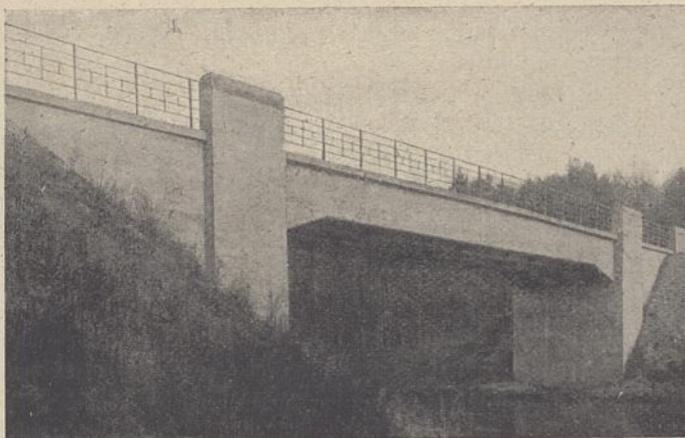


Abb. 15. Schwarzwasserbrücke bei Grüneck (Kr. Schwetz). Eisenbeton-Rahmenbrücke.

steifen Ecken und gelenkartiger Lagerung in Fundamentoberkante. Der Entwurf ist von der Firma Windschild u. Lange-lott in Bromberg aufgestellt, die auch die Brücke im Jahre 1913 ausgeführt hat. Sie ist nicht im Zuge einer forstfiskalischen Chaussee, sondern als Ersatz einer von der Forstverwaltung zu unterhaltenden hölzernen Brücke in einem für die Holzabfuhr wichtigen Feldwege erbaut, hat daher nur eine 3,70 m breite Fahrbahn beiderseits mit 0,40 m breiten Schrammkanten. Die Berechnung ist für Wagen von 7000 kg einschl. eines Zuschlags für Stöße und Menschengedränge von 4000 kg/qm durchgeführt. Der Rahmenträger ist nach dem Handbuch für Eisenbetonbau 1911 Bd. 6 Seite 234 berechnet. Die größte berechnete Druckspannung im Beton beträgt 39,2 kg/qcm. Von besonderem Belang ist das Fußgelenk, das in Text-Abb. 16 dargestellt ist. Außerdem ist der Querschnitt und Längenschnitt der Brücke in den Abb. 9 und 10 Bl. 10 gegeben. Die Ansichtsflächen sind mit Zementmilch geschlemmt, nur die Widerlagervorsprünge sind gestockt. Die Brückenfahrbahn ist mit Kleinpflaster befestigt.

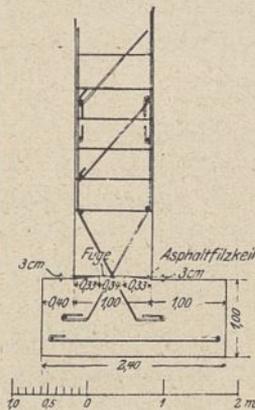


Abb. 16. Fußgelenk. Schwarzwasserbrücke bei Grüneck.

Bemerkenswert ist noch die gegenseitige Verankerung der Flügel, die von der Ministerialinstanz empfohlen worden ist. Die ausführende Firma hatte sich gegen sie ausgesprochen, da die Erfahrung gemacht sei, daß die Anker beim Befahren mit Lasten die Flügelmauern leicht nach innen ziehen. Da das statische Bild der durch Anker verbundenen Flügelmauern ein sehr unsicheres ist, sind diese einfach auskragend vorgesehen worden. Die dennoch nachträglich angeordneten Anker haben jedoch bis

jetzt keine Nachteile gezeigt. — Bei der Ausrüstung der Brücke entstand in der Mitte eine Durchbiegung von 2 mm,

während sich die Kragenden etwa 1 mm gehoben haben. — Die Kosten der Brücke ohne die Anschlußrampen haben rd. 21220 Mark betragen.

Ursprünglich war eine Bogenbrücke vorgesehen, die wohl etwas geringere Kosten verursacht hätte. Auf Veranlassung der Provinzialverwaltung ist aber ein wagerechter Träger gewählt worden, weil sie bei Anlage eines Kraftwerks im Schwarzwasser unterhalb der Brücke eine Anstauung des Wassers beabsichtigt, ein Eintauchen des Tragwerks in das Wasser aber nicht günstig ist.

Das Bestreben, durch Vereinfachung der Entwurfsarbeiten nach Möglichkeit an Arbeit zu sparen, führte im Laufe der Zeit zur Aufstellung einheitlicher Berechnungsgrundlagen für massive forstfiskalische Brücken (insbesondere Eisenbetonbrücken), die nachstehend folgen:

Berechnungsgrundlagen für massive Brücken (insbesondere Eisenbetonbrücken) im Zuge forstfiskalischer Kunststraßen.

1. Lasten im allgemeinen.

Die Festigkeit von massiven Brücken im Zuge forstfiskalischer Kunststraßen ist einheitlich für folgende Lastannahmen nachzuweisen:

A. Ständige Lasten.

1 cbm Granitkleinpflaster	2,7 t
1 „ Unterbettungssand	2,0 „
1 „ Beton	2,2 „
1 „ Eisenbeton	2,4 „
1 „ gewöhnliche Ziegel	1,5 „
1 qm Asphaltfilzplatte 1 cm stark	10 kg
1 „ Zementmörtelputz 1 cm stark	25 „
1 m Geländer {	
massiv	150 „
eisern	40 „

B. Zufällige Lasten.

Menschengedränge 400 kg/qm,
 Dampfwalze von 19 t, Dienstgewicht mit einer Lenkwalze von 8 t und zwei Triebwalzen von je 5,5 t nach Text-Abb. 17 oder ein vierrädriger Wagen mit 12 t Gewicht mit 3,5 m Achsabstand und 1,4 m Spurweite, oder eine Pferdewalze von 8 t Gewicht mit den gleichen Abmessungen wie bei der Dampflenkwalze.

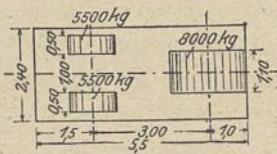


Abb. 17.

2. Lasten im besonderen.

A. Für die Fahrbahnplatte.

a) Platte auf Längsträgern im Abstände von 1,40 bis 1,80 m. Es wird angenommen, daß in der Richtung der Plattenstützweite sich die Last verteilt auf: Felgenbreite + 2 · Versteinungsstärke; senkrecht dazu auf: Berührungslänge + 2 (Versteinungs- + Plattenstärke). Die Berührungslänge wird bei den Walzen zu 20 cm, bei Wagenrädern zu 10 cm angenommen. Danach erzeugt die Dampflenkwalze die größte Beanspruchung der Platte.

Die Last verteilt sich gemäß Text-Abb. 18 u. 19 auf:

$$1,5 \cdot 1,0 = 1,5 \text{ qm}$$

gleichmäßig und entspricht einer über eine Länge von 1,5 m

wirkenden Last von $\frac{8000}{1,5} = 5330 \text{ kg/qm}$. Diese gleichmäßig

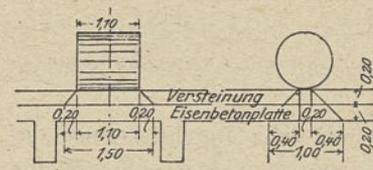


Abb. 18.

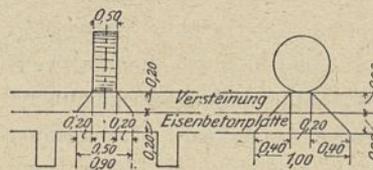


Abb. 19.

verteilte Last kann als Unterlage dienen, um nach den Winklerschen Zahlen (Hütte 1909 Teil III, S. 288/89 oder Taschenbuch für Bauingenieure 1911, S. 2030/31) die Momentenflächen schnell auftragen zu können.

Da die Lenkwalze jedoch selbst bei dem ungünstigsten Trägerab-

stand nur eine Öffnung belastet, die Winklerschen Zahlen jedoch für die ungünstigste Belastung der ganzen Öffnungsreihe gelten, so ist eine Verminderung der gleichmäßig verteilten Last auf 5000 kg/qm zulässig.

Es wird daher die auf Längsträgern liegende Fahrbahnplatte für eine Belastung von 5000 kg/qm unter Verwendung der Winklerschen Zahlen berechnet. Diese Belastung gilt auch für Fahrbahnplatten mit etwas abweichender Stärke der Versteinung oder der Platte.

b) Platte zwischen Querträgern. Die Belastung der zwischen Querträgern gespannten Platte durch die Rad- bzw. Walzenlasten kann nicht durch einen festen allgemein gültigen Belastungsgleichwert vertreten werden. Dieser ist vielmehr von dem Querträgerabstand, der innerhalb weiter Grenzen verschieden sein kann, wesentlich abhängig; er kann jedoch genau genug als eine Funktion des Querträgerabstandes ausgedrückt werden.

Der zu errechnende Belastungsgleichwert kann aber genau nur in einem Querschnitt dasselbe Moment erzeugen, wie die Radlasten. Es werde hierzu Punkt 9 der Text-Abb. 20 als Punkt, an dem das größte positive Moment vorhanden ist, und der zugleich häufig auftritt, gewählt. (Die Punkte 2 und 3, 15 und 16 gibt es nur in den Endfeldern, also jeden nur einmal in jeder Brücke; Punkt 9 gibt es in jedem Mittelfeld, also z. B. bei 10 Plattenfeldern achtmal).



Abb. 20. Einflußlinie für das Moment im Querschnitt 9.

Das bei einer gleichmäßig verteilten Belastung auftretende Moment ist nach den Winklerschen

Zahlen $M = 0,075 pl^2$. Das im Höchstfall wirklich auftretende Moment setzt sich zusammen aus dem durch Menschengedränge und die maßgebende der Radlasten erzeugten Momente.

Der einfacheren Rechnung wegen werde das Menschengedränge ganz durchgehend gerechnet und die Radlasten entsprechend den auf sie entfallenden Flächen vermindert. Die unbespannte Pferdewalze erzeugt hier die größte Belastung, weil sie die Nachbarfelder unbelastet läßt. Die von ihr eingenommene Fläche sei $2,0 \cdot 1,5 = 3,0 \text{ qm}$. Ihr Restdruck beträgt daher $8000 - 3,0 \cdot 400 = 6800 \text{ kg}$. Welche der Radlasten maßgebend ist, zeigt nachfolgende Rechnung.

Annahmen: Bei denselben Annahmen wie auf S. 151, jedoch unter Vertauschung von „Berührungslänge“ und „Felgenbreite“ ergibt sich, daß die Belastung der Platte mit dem Restdruck der Walze, da sich die Last gemäß Text-

Abb. 21 auf eine Fläche von $1,90 \cdot 0,6 = 1,14$ qm gleichmäßig verteilt, einer über eine Länge von 60 cm wirkenden Last von $\frac{6800}{1,14} = 5970$ kg/qm entspricht.

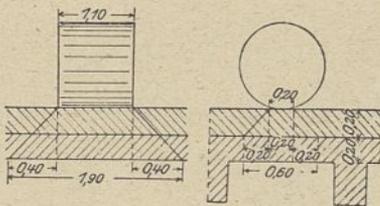


Abb. 21.

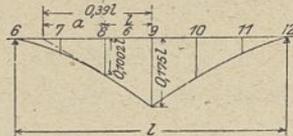


Abb. 22.

In der gezeichneten Einflußlinie für den Punkt 9 (Text-Abb. 22) (vgl. auch Text-Abb. 20) ergeben sich nach den Griotschen interpolierbaren Tabellen folgende Beziehungen

$$\frac{a}{0,1002 l} = \frac{\frac{l}{6}}{l(0,1750 - 0,1002)},$$

$$a = \frac{0,1002 l}{6 \cdot 0,0748} = 0,223 l,$$

$$a + \frac{l}{6} = l(0,223 + 0,167) = 0,39 l.$$

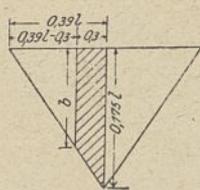


Abb. 23.

Die Last der Walze erstreckt sich über 0,6 m Länge; sie übt den größten Einfluß aus, wenn sie mitten über dem Punkt 9 steht. Dann ergibt sich unter der Voraussetzung, daß sich die Last nur über das mittlere Drittel der Öffnung oder einen Teil davon erstreckt, daß also der Querträgerabstand $\geq 1,80$ m ist (Text-Abb. 23),

$$\frac{b}{0,39 l - 0,3} = \frac{0,175 l}{0,39 l},$$

$$b = (0,39 l - 0,3) \cdot \frac{0,175}{0,39} = 0,175 l - \frac{0,3 \cdot 0,175}{0,39}$$

$$= 0,175 - 0,135.$$

Das infolge der Belastung durch die Walze von 6800 kg Restgewicht entstehende größte Moment im Punkte 9 ist also $M_1 = 5970 \cdot 0,3 (0,175 l + 0,175 l - 0,135) = 628 l - 242$ in mkg.

Das aus der Belastung durch Menschengedränge entstehende Moment ist nach der auf Seite 152 geschriebenen Gleichung $M_2 = 0,0765 \cdot 400 \cdot l^2$.

Die Summe von M_1 und M_2 muß dem Moment, das der Belastungsgleichwert x erzeugt, gleich sein:

$$M = 0,075 \cdot x \cdot l^2 = 0,075 \cdot 400 \cdot l^2 + 628 l - 242$$

$$(x - 400) 0,075 l^2 = 628 l - 242$$

$$\underbrace{x}_{\text{in kg}} = \text{rd. } 400 + \frac{630 l - 240}{0,075 l^2},$$

worin l in Meter einzusetzen ist.

Die auf Querträgern auflagernde Platte ist also für eine Belastung von $\left(400 + \frac{620 l - 240}{0,075 l^2}\right)$ kg/qm nach den Winklerschen Zahlen zu berechnen.

B. Für Zwischenträger.

Als Zwischenträger (d. h. solche Träger, die die Last von der Platte aufnehmen und auf die Hauptträger übertragen) kommen bei den geringen Breiten der Brücken nur Querträger in Betracht. Ihre Berechnung soll für die Einzellasten

unter Berücksichtigung der auf S. 151 gemachten Verteilungsannahmen durchgeführt werden.

C. Für Hauptträger.

Bei der Berechnung der Hauptträger (d. h. solcher Träger, die die Brückenlasten auf die Pfeiler übertragen) soll die Lastverteilung in der Richtung der Hauptträger nicht berücksichtigt werden.

In der Querrichtung der Hauptträger kommt eine Lastverteilung nur bei Plattenbalken in Frage. Bei diesen sollen die auf Seite 151 gemachten Verteilungsannahmen sinngemäß angewandt werden mit dem Zusatz, daß hierfür die Zwischenträger bzw. die Fahrbahnplatte als Balken auf zwei Stützen angesehen werden.

D. Für überschüttete Bogenbrücken.

Die überschütteten Bogenbrücken sollen im Anschluß an Tolkmitt, 1902, Seite 60 für eine gleichmäßig verteilte Belastung berechnet werden. Und zwar soll die Bogenform bestimmt werden unter Berücksichtigung einer gleichmäßig über die ganze Brückenlänge verteilten Last von der Hälfte der Summe der aus dem Menschengedränge und der schwersten Lastgruppe (Dampfwalze) entstehenden Belastung bei der Annahme, daß sich die Lastgruppe auf 3 m Breite und die halbe Brückenlänge gleichmäßig verteilt, also mit

$$\frac{1}{2} \left(400 + \frac{19000}{3} \cdot \frac{2}{l} \right) \text{ kg/qm} = \left(200 + \frac{6333}{l} \right) \text{ kg/qm},$$

wo l in Metern einzusetzen ist.

Die größten Spannungen sind nachzuweisen für eine gleichmäßig über eine Brückenhälfte verteilte Last von der Größe der doppelten vorerrechneten Last, also von

$$\left(400 + \frac{12666}{l} \right) \text{ kg/qm}.$$

l ist die Stützweite des Bogens, bei Gelenkkonstruktionen die Entfernung der Kämpfergelenke.

3. Zulässige Beanspruchungen für Bauteile aus Eisenbeton.

Es wird mit einer Betondruckfestigkeit von 240 kg/qcm gerechnet. Demgemäß beträgt die zulässige Druckbeanspruchung $\frac{240}{6} = 40$ kg/qcm, Zugbeanspruchung $\frac{240}{10} = 24$ kg/qcm.

Gemäß den Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten vom 24. Mai 1907, im folgenden kurz „ministerielle Bestimmung“ genannt, beträgt: die zulässige Betonschubspannung 4,5 kg/qcm, die zulässige Eisenzugspannung 1000 kg/qcm.

Für die Haftspannung wird eine bestimmte Grenze nicht gesetzt, und sie wird auch nicht besonders berechnet; dagegen werden sämtliche Zugeisen mit U-Haken versehen.

4. Berücksichtigung der Betonzugspannungen.

Die Berechnung der auftretenden Betonzugspannungen wird nur durchgeführt, um den Nachweis zu erbringen, daß keine Risse im Beton auftreten werden.

Der Berechnung der Spannungen wird die Spannungsfigur nach Text-Abb. 24, die hinreichend genau mit den durch die Versuchsergebnisse von Professor C. v. Bach, Stuttgart, festgestellten übereinstimmt, zugrunde gelegt, die folgende Eigenschaften aufweist:

Die Zunahme der Druckspannungen über der Nulllinie verläuft geradlinig. Die Begrenzungslinie der Zugspannungen schließt tangential an die der Druckspannungen in der Nulllinie an und trifft nahezu senkrecht auf die Balkenunterkante auf, und zwar in einem Drittel desjenigen Abstandes von der Lotrechten, in dem die geradlinige rückwärtige Verlängerung der Druckspannungsbegrenzungslinie die Balkenunterkante trifft.

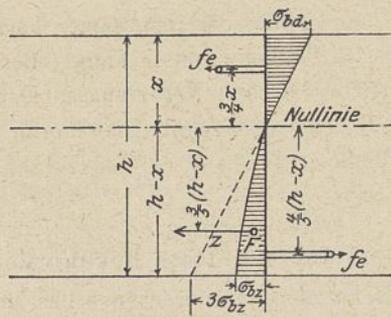


Abb. 24.

- 1) $F =$ Fläche der Betonzugspannung $= \frac{3}{4} \sigma_{bx} (h-x)$,
- 2) $S =$ statisches Moment der Betonzugspannungsfläche um die Nulllinie $= \frac{3}{4} \sigma_{bx} (h-x) \cdot \frac{3}{5} (h-x) = \frac{9}{20} \sigma_{bx} (h-x)^2$,
- 3) $\sigma_{bx} = \sigma_{bd} \cdot \frac{h-x}{3} = \frac{\sigma_{bd} (h-x)}{3}$,
- 4) $\sigma_e = \sigma_{bd} \cdot \frac{4}{5} (h-x) \cdot 15 = \frac{3x \sigma_{bx}}{(h-x)} \cdot \frac{4}{5} (h-x) \cdot 15 = 36 \sigma_{bx}$,
- 5) $\sigma_e' = 15 \cdot \sigma_{bd} \cdot \frac{3x}{4x} = \frac{45}{4} \sigma_{bd} \approx 12 \sigma_{bd}$.

Die Betonzugspannungsfläche ist gleich $\frac{3}{4}$ der aus den gleichen Seiten gebildeten Rechteckflächen. Der Abstand des Schwerpunktes der Betonzugspannungsfläche von der Nulllinie ist gleich $\frac{3}{5}$ des Abstandes der Balkenunterkante von der Nulllinie.

Ferner wird noch angenommen, daß der Abstand des Schwerpunktes der Eiseneinlage von der Nulllinie gleich ist $\frac{4}{5}$ des Abstandes der Balkenunterkante von der Nulllinie.

Schließlich wird noch angenommen, daß der Abstand der Druckeiseneinlage — falls solche vorhanden ist — von der Nulllinie gleich ist $\frac{3}{4}$ des Abstandes der Balkenoberkante von der Nulllinie.

Die gemachten Annahmen sind in die Text-Abb. 24 eingetragen und zur Ableitung einiger einfacher Beziehungen in den darunter niedergeschriebenen Gleichungen benutzt worden. Hieraus werden für die Berechnung der Spannungen unter Berücksichtigung des Betonzugs folgendermaßen die Formeln abgeleitet:

I. Bei einfacher Bewehrung.

A. Platte. Die betrachtete Breite sei b . Die Gleichsetzung der Zug- und Druckkräfte ergibt:

$$\frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bd}}{2} = \frac{(h-x)^2 \cdot b \cdot \sigma_{bd}}{4 \cdot x} + \frac{36 fe \cdot \sigma_{bd} \cdot (h-x)}{3 \cdot x}$$

$$2 \cdot b \cdot x^2 = b \cdot h^2 - 2 b \cdot x \cdot h + b \cdot x^2 + 48 fe \cdot h - 48 fe \cdot x,$$

$$x^2 + 2x \left(h + \frac{24 fe}{b} \right) = h^2 + \frac{48 \cdot fe \cdot h}{b}.$$

$$1) x = - \left(h + \frac{24 fe}{b} \right) + \sqrt{\left(h + \frac{24 fe}{b} \right)^2 + h \left(h + \frac{48 fe}{b} \right)}.$$

Die Gleichsetzung des Moments der äußeren Kräfte und des Moments der inneren Kräfte ergibt:

$$M = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bd}}{2} \cdot \frac{2x}{3} + \frac{3 \sigma_{bd} \cdot b (h-x)^3}{20 \cdot x} + \frac{36 \cdot \sigma_{bd} \cdot fe \cdot (h-x)}{3 \cdot x} \cdot \frac{4}{5} (h-x).$$

$$2) M = \frac{\sigma_{bd}}{x} \left[\frac{b \cdot x^3}{3} + \frac{3}{20} \cdot b \cdot (h-x)^3 + \frac{48}{5} fe \cdot (h-x)^2 \right].$$

Hierzu treten noch die unter der Text-Abb. 24 der Spannungsfigur abgeleiteten Gleichungen:

- 3) $\sigma_{bx} = \frac{(h-x) \cdot \sigma_{bd}}{3 \cdot x}$.
- 4) $\sigma_e = 36 \cdot \sigma_{bx}$.

B. Plattenbalken. Die Breite der mit dem Balken mitwirkenden Platte sei b , die Breite des Balkens sei b_1 , die Stärke der Platte sei d .

Die Gleichsetzung der Zug- und Druckkräfte ergibt:

$$(b-b_1) \cdot d \cdot \sigma_{bd} \cdot \frac{x - \frac{d}{2}}{x} + b_1 \cdot x \cdot \frac{\sigma_{bd}}{2} = \frac{(h-x)^2 \cdot b_1 \cdot \sigma_{bd}}{4 \cdot x} + \frac{12 \cdot fe \cdot \sigma_{bd} \cdot (h-x)}{x}$$

$$4(b-b_1) \cdot d \cdot x - 2(b-b_1) \cdot d^2 + 2 \cdot b_1 \cdot x^2 = b_1 \cdot h^2 - 2 \cdot b_1 \cdot x \cdot h + b_1 \cdot x^2 + 48 fe \cdot h - 48 fe \cdot x,$$

$$x^2 + 2x \left[h + \frac{24 \cdot fe}{b_1} + \frac{2 \cdot d(b-b_1)}{b_1} \right] = h^2 + \frac{48 fe \cdot h}{b_1} + \frac{2 \cdot d^2 \cdot (b-b_1)}{b_1}$$

$$1) x = - \left[h + \frac{24 \cdot fe}{b_1} + \frac{2 \cdot d(b-b_1)}{b_1} \right] + \sqrt{\left[h + \frac{24 \cdot fe}{b_1} + \frac{2 \cdot d(b-b_1)}{b_1} \right]^2 + h^2 + \frac{48 \cdot fe \cdot h}{b_1} + \frac{2 \cdot d^2 \cdot (b-b_1)}{b_1}}$$

Die Gleichsetzung des Moments der äußeren Kräfte und des Moments der inneren Kräfte ergibt:

$$M = (b-b_1) \cdot d \cdot \sigma_{bd} \cdot \frac{\left(x - \frac{d}{2}\right)^2}{x} + \frac{b_1 \cdot x^2 \cdot \sigma_{bd}}{3} + \frac{3 \cdot \sigma_{bd} (h-x)^3 \cdot b_1}{20 \cdot x}$$

$$+ 12 \cdot \sigma_{bd} \cdot fe \cdot \frac{h-x}{x} \cdot \frac{4}{5} \cdot (h-x),$$

$$2) M = \frac{\sigma_{bd}}{x} \left[(b-b_1) \cdot d \left(x - \frac{d}{2}\right)^2 + \frac{b_1 \cdot x^3}{3} + \frac{3 \cdot b_1 (h-x)^3}{20} + \frac{48}{5} \cdot fe (h-x)^2 \right].$$

Hierzu treten noch die unter der Text-Abb. 24 abgeleiteten Gleichungen

- 3) $\sigma_{bx} = \frac{\sigma_{bd} \cdot (h-x)}{3 \cdot x}$.
- 4) $\sigma_e = 36 \cdot \sigma_{bx}$.

II. Bei doppelter Bewehrung.

A. Platten. Die Druckeiseneinlage habe den Querschnitt fe' .

Die Gleichsetzung der Zug- und Druckkräfte ergibt:

$$\frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bd}}{2} + fe' \cdot 12 \cdot \sigma_{bd} = \frac{(h-x)^2 \cdot b \cdot \sigma_{bd}}{4 \cdot x} + \frac{36 fe \cdot \sigma_{bd} (h-x)}{3 \cdot x}$$

$$2 \cdot b \cdot x^2 + 48 fe' \cdot x = b \cdot h^2 - 2 b \cdot x \cdot h + b \cdot x^2 + 48 fe \cdot h - 48 fe \cdot x,$$

$$x^2 + 2x \left[h + \frac{24 fe + fe'}{b} \right] = h^2 + \frac{48 fe \cdot h}{b}.$$

$$1) x = - \left[h + \frac{24 fe + fe'}{b} \right] + \sqrt{\left[h + \frac{24 fe + fe'}{b} \right]^2 + h^2 + \frac{48 fe \cdot h}{b}}$$

Die Gleichsetzung des Moments der äußeren Kräfte und des Moments der inneren Kräfte ergibt:

$$M = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bd}}{2} \cdot \frac{2x}{3} + 12 \cdot \sigma_{bd} \cdot f' e' \cdot \frac{3x}{4} + \frac{(h-x)^2 \cdot b \cdot \sigma_{bd}}{4x} \cdot \frac{3(h-x)}{5} + \frac{12 f e' \cdot \sigma_{bd} (h-x)}{x} \cdot \frac{4(h-x)}{5}$$

$$2) M = \frac{\sigma_{bd}}{x} \left[\frac{b \cdot x^3}{3} + 9 \cdot f' e' \cdot x^2 + \frac{3}{20} \cdot b (h-x)^3 + \frac{48}{5} \cdot f e' \cdot (h-x)^2 \right]$$

Hierzu treten noch die unter der Text-Abb. 24 der Spannungsfigur abgeleiteten Gleichungen:

$$3) \dots \sigma_{bx} = \frac{\sigma_{bd} \cdot (h-x)}{3x}$$

$$4) \dots \sigma_e = 36 \cdot \sigma_{bx}$$

$$5) \dots \sigma'_e = 12 \cdot \sigma_{bd}$$

B. Plattenbalken. Die Gleichsetzung der Zug- und Druckkräfte ergibt:

$$(b-b_1) \cdot d \cdot \sigma_{bd} \cdot \frac{x - \frac{d}{2}}{x} + b_1 \cdot x \cdot \frac{\sigma_{bd}}{2} + 12 \cdot \sigma_{bd} \cdot f' e' = \frac{(h-x)^2 \cdot b_1 \cdot \sigma_{bd}}{4 \cdot x} + 12 \cdot f e' \cdot \sigma_{bd} \cdot \frac{(h-x)}{x}$$

$$4(b-b_1) \cdot d \cdot x - 2(b-b_1) \cdot d^2 + 2 \cdot b_1 \cdot x^2 + 48 \cdot f' e' \cdot x = b_1 \cdot h^2 - 2b_1 \cdot x \cdot h + b_1 \cdot x^2 + 48 f e' \cdot h - 48 f e' \cdot x$$

$$x^2 + 2x \left[h + \frac{24 f e' + f' e'}{b_1} + \frac{2d(b-b_1)}{b_1} \right] = \frac{h^2 + 48 f e' \cdot h}{b_1} + \frac{2d^2(b-b_1)}{b_1}$$

$$1) \dots x = - \left[h + \frac{24 f e' + f' e'}{b_1} + \frac{2 \cdot d \cdot (b-b_1)}{b_1} \right]$$

$$+ \sqrt{\left[h + \frac{24 f e' + f' e'}{b_1} + \frac{2d(b-b_1)}{b_1} \right]^2 + h^2 + \frac{48 f e' \cdot h}{b_1} + \frac{2d^2(b-b_1)}{b_1}}$$

Die Gleichsetzung des Moments der äußeren Kräfte und des Moments der inneren Kräfte ergibt:

$$M = (b-b_1) \cdot d \cdot \sigma_{bd} \cdot \frac{x - \frac{d}{2}}{x} \cdot \left(x - \frac{d}{2} \right) + b_1 \cdot x \cdot \frac{\sigma_{bd}}{2} \cdot \frac{2x}{3}$$

$$+ 12 \sigma_{bd} \cdot f' e' \cdot \frac{3x}{4} + \frac{(h-x)^2 \cdot b_1 \cdot \sigma_{bd}}{4x} \cdot \frac{3}{5} (h-x) + \frac{12 \cdot f e' \cdot \sigma_{bd} (h-x)}{x} \cdot \frac{4}{5} (h-x)$$

$$2) M = \frac{\sigma_{bd}}{x} \left[(b-b_1) \cdot d \left(x - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{b_1 \cdot x^3}{3} + 9 \cdot f' e' \cdot x^2 + \frac{3}{20} \cdot b_1 \cdot (h-x)^3 + \frac{48}{5} \cdot f e' \cdot (h-x)^2 \right]$$

Hierzu treten noch die unter Text-Abb. 24 abgeleiteten Gleichungen:

$$3) \dots \sigma_{bx} = \frac{\sigma_{bd} \cdot (h-x)}{3 \cdot x}$$

$$4) \dots \sigma_e = 36 \cdot \sigma_{bx}$$

$$5) \dots \sigma'_e = 12 \cdot \sigma_{bd}$$

Auf Grund der vorstehenden Berechnungsgrundlagen sind die Fahrbahnplattenmuster für Brücken erster und zweiter Ordnung in den Text-Abb. 25 u. 26 aufgestellt worden. Die Entwürfe für die in der Folgezeit entstandenen, nachstehend kurz besprochenen Bauwerke sind nach diesen Unterlagen bearbeitet.

Die Text-Abb. 27 und Abb. 11 u. 12 Bl. 10 veranschaulichen ein im Zuge der forstfiskalischen Straße Junkerbrück-Ossusnitzta im Kreise Schlochau gelegenes, mit einem Kostenaufwand von etwa 9000 Mark errichtetes kleines Brückenbauwerk über das Prondzonnafließ. Das als Balken auf zwei Stützen wirkende Tragwerk der Brücke besteht aus vier Plattenbalken, deren Anordnung nach den Fahrbahn-

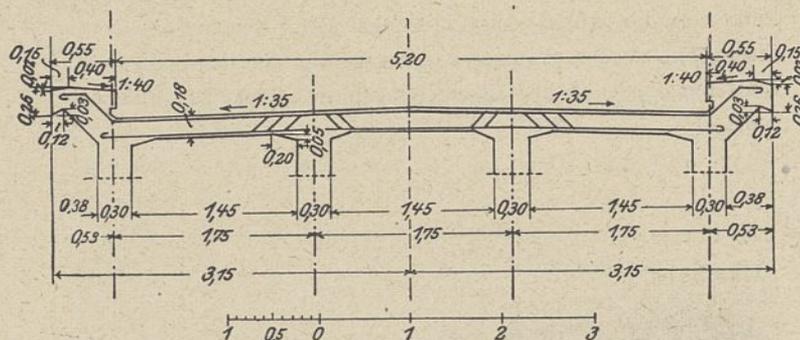


Abb. 25. Eiseneinlagen der Fahrbahnplatte I. Ordnung.

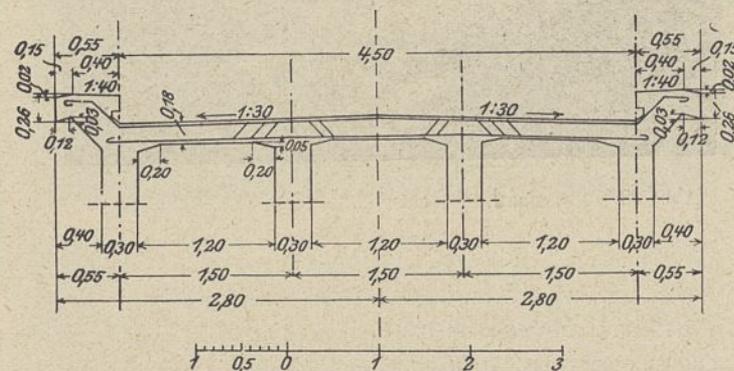


Abb. 26. Eiseneinlagen der Fahrbahnplatte II. Ordnung.

plattenmustern für Brücken erster Ordnung erfolgt ist. Die Stützweite beträgt 9,60 m. Der obere Teil der Parallelflügel ist mit dem Tragwerk fest verbunden, um sie durch Halbrahmenkonstruktion tragfähig versteifen zu können, ohne das ganze Tragwerk fest mit dem Widerlager verbinden zu müssen (Abb. 11 Bl. 10).

Der tragenden Eisenbetondecke ist das zur Ableitung des Wassers erforderliche Längs- und Quergefälle gegeben. Gegen Eindringen von Wasser ist sie durch einen Zementputz von 1 cm Stärke mit darüberliegender 1 cm starker Asphaltfilzlage geschützt, die ihrerseits vor Verletzungen bei Pflasteraufbrüchen durch eine Magerbetonüberdeckung von 4 cm Stärke bewahrt bleibt. Als Fahrbahndecke ist Kleinpflaster von 8 cm Stärke auf 2 cm Unterbettungssand verwendet, eine Befestigung, die schon des öfteren erprobt, sich bisher sehr gut bewährt hat (Abb. 12 Bl. 10).

Während von den Brückenbaufirmen in der Regel nur die Herstellung einfacher, Druckproben auszusetzender Probewürfel aus Stampfbeton verlangt wurde, war in diesem Falle



Abb. 27. Prondzonnafließbrücke bei Upilka (Kr. Schlochau). Plattenbalkenbrücke.

der bauausführenden Firma Robert Grastorf, G. m. b. H. in Hannover die Anfertigung biegungsfester Probekonstruktionen aus Eisenbeton zwecks etwaiger Biegungsproben für den Fall des Eintretens bedenklicher Erscheinungen im Beton zur Pflicht gemacht.

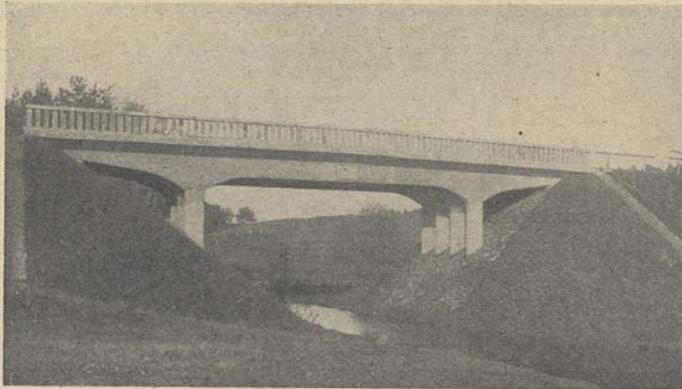


Abb. 28. Prussinafließbrücke bei Rehberg (Kr. Schwetz). Kragträgerbrücke.

Eine sechs Wochen nach der Ausrüstung vorgenommene, das von einem Mittelbalken rechnermäßig aufzunehmende Biegemoment von 47 100 mkg (einschließlich Eigengewicht) wirklich hervorrufende, wie bei der Brahebrücke bei Fortbrück bewerkstelligte Probelastung hatte keine meßbare Durchbiegung zur Folge.

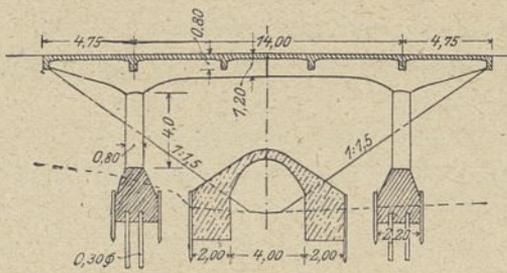


Abb. 29. Schnitte.

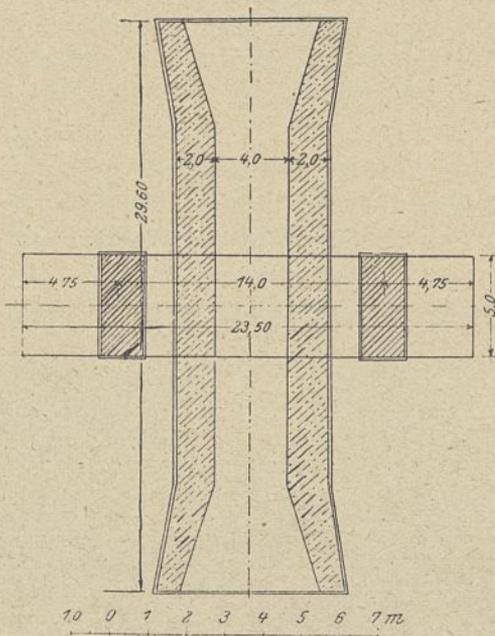


Abb. 30. Grundrisse.

Abb. 29 u. 30. Kostenvergleich zwischen einer Brücke aus Eisenbeton und einem Durchlaß aus Stampfbeton.

Zur kurzen Erläuterung einer im Zuge der forstfiskalischen Straße Rehberg—Altfließ unweit des Bahnhofes Rehberg der Eisenbahnlinie Czersk—Laskowitz gelegenen Kragträgerbrücke über das Prussinafließ dienen die Text-Abb. 28 bis 31 und Abb. 1 bis 4 Bl. 10. Ein gelegentlich der Entwurfbearbeitung aufgestellter Kostenvergleich zwischen einem zur Abführung des Hochwassers ausreichenden überschütteten Durchlaßbauwerk von 4 m Lichtweite aus Stampf- und Eisenbeton und der ausgeführten Anordnung fiel infolge der aus der großen Dammhöhe sich ergebenden bedeutenden Durchlaßlänge wesentlich zugunsten der gewählten Eisenbetonbrücke aus, die infolge der Anordnung von Kragarmen den großen Vorteil einer Verringerung der positiven Feldmomente und der Ersparnis kostspieliger Endwiderlager bietet. Die Text-Abb. 29 und 30 lassen das genannte Ergebnis des Kostenvergleiches ohne weiteres einleuchtend erscheinen. Von der Anwendung von Kragträgerbrücken hat das Bauamt bei der dünenartigen Beschaffenheit der Gegend wiederholt mit Vorteil Gebrauch gemacht. Zur Vermeidung von Sackungen ist hierbei allerdings besondere Sorgfalt auf eine sachgemäße Befestigung der zum Teil sehr hohen Anschlußböschungen zu legen.

Von der ursprünglich in Aussicht genommenen dreiseitigen gelenkig gelagerten Rahmenkonstruktion wurde wieder Abstand genommen, weil der schlechte Baugrund auf dem rechten Ufer ein verschiedenes starkes Setzen der Stützen befürchten ließ.

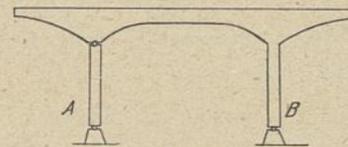


Abb. 31.

Daher wurde ein von den Auflagerbedingungen unabhängiger, statisch bestimmt gelagerter Balken gewählt, der in seiner äußeren Erscheinung jedoch sich von einer Rahmenbrücke kaum unterscheidet. Der Fußpunkt der Stütze B, die steif mit dem Tragwerk verbunden ist, stellt das feste Auflager dar, der als Pendelstütze ausgebildete Pfeiler A bildet das bewegliche Auflager (Text-Abb. 31).

Die Stützweite beträgt 14 m, die Kraglänge der Fahrbahn 4,75 m. An der ausgekragten Fahrbahnplatte sind die Schrammkanten auf 1,90 m Länge nochmals ausgekragt. Die Gesamtlänge bis zu den Außenkanten der kleinen Flügelmauern gemessen beträgt 27,30 m (Abb. 1 Bl. 10), die Fahrbahnbreite entsprechend den Brücken zweiter Ordnung 4,50 m, wozu noch je 0,60 m für die beiderseitigen Fußwege kommen. Der gegenseitige Abstand der das Tragwerk bildenden vier Plattenbalken ist durch das für die Fahrbahnplatte zweiter Ordnung bestehende Muster zu 1,50 m festgelegt. Die 4 m hohen Eisenbetonstützen bilden die Fortsetzung der Rippen des Tragwerks. Sie haben einen Querschnitt von 0,30/0,80 m. Stützenfüße und -köpfe sind durch Eisenbetonquerbalken versteift (Abb. 2 Bl. 10). Die Gelenke sind ähnlich den Steingelenken der Dreigelenkbogenbrücken durch eine hohle Ausbildung des oberen und eine erhabene Ausbildung des unteren Betonteiles hergestellt. Außerdem sind Asphaltfilzplatten eingelegt. Zur Aufnahme des geringen Seitenschubes sind die Eiseneinlagen kreuzweise durch die Gelenkpunkte geführt (Abb. 3 und 4 Bl. 10).

Der linksufrige Pfeiler B ist auf Beton zwischen Spundwänden gegründet. Wesentliche Schwierigkeiten erwachsen

bei der Gründung des Pfeilers am rechten Ufer. Das durch Bohrungen festgestellte Auftreten einer etwa 3 m starken Schicht sehr feinen wasserhaltigen Sandes ließ von vornherein bei der Gründung besondere Vorsicht geboten und eine Übertragung der Last durch eingerammte Holzpfähle auf die darunter liegende feste Tonschicht als zweckmäßig erscheinen. Die Herstellung des zur Erforschung der Untergrundverhältnisse am rechten Ufer dienenden Bohrloches war abweichend von den sonstigen Grundsätzen innerhalb der künftigen Baugrube erfolgt. Während das Ausschachten der Baugrube zunächst im Trockenem vor sich gehen konnte, machte sich in einer Höhe von 60 bis 70 cm über der auf Höhe 87,90 liegenden Bausohle ein zunächst schwacher, sich aber rasch steigender Wasserandrang bemerkbar, der einem von dem Bohrloch getroffenen Grundwasserbecken entstammte, in kurzer Zeit die Baugrube füllte und über die auf Höhe 89,50 liegende Spundwandoberkante abzufließen begann, was zunächst seine Ableitung durch eine Holzdrumme erforderlich machte. Außerdem hatte das auf der sehr entlegenen Baustelle unter Einführung des Saugkorbes in das Bohrloch vorgenommene, unsachgemäße Pumpen eine trichterförmige Auswaschung des Bohrloches von etwa 2,5 m Tiefe zur Folge. Durch eine etwa 60 cm hohe Aufständering der Spundwand gelang es, das aufsteigende Grundwasser auf Höhe 90,00 zum Stillstand zu bringen. Der noch bis zur planmäßigen Bausohle zu bewirkende Bodenaushub wurde mit der indischen Schaufel unter Wasser erledigt, und zugleich wurden alle Vorkehrungen für eine Betonierung unter Wasser mittels Schüttrichters unter gleichzeitiger Ausbetonierung der unter der Bausohle entstandenen Hohlräume nach vorherigem Abschneiden der Pfähle unter Wasser getroffen.

Vom Tage der Rammung des ersten Probepfahles ab machte sich jedoch ein ganz allmählich, aber stetig vor sich gehendes Fallen des Wassers in der Baugrube bemerkbar, das schließlich eine Trockenbetonierung des Widerlagers nach vorherigem Abschneiden der Grundpfähle im Trockenem ermöglichte. Das genannte Trichterloch war nach dem Rammen der Grundpfähle vollständig verschwunden, so daß der hochgepreßte Boden abgegraben werden mußte. Die geschilderte Erscheinung kann wohl nur dem glücklichen Umstande zugeschrieben werden, daß die bis etwa Höhe 81,80 gerammten Grundpfähle die unter dem Grundwasserträger liegende Schicht festen blauen Tones durchschlugen und den Inhalt des darüberliegenden Wasserbeckens längs ihres Umfangs in eine tiefer liegende wasserfreie Schicht entleerten (Text-Abb. 32). Die Gründungsschwierigkeiten waren so groß ge-

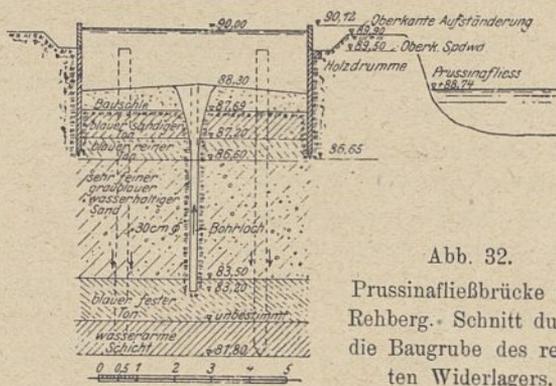


Abb. 32. Prussiafließbrücke bei Rehberg. Schnitt durch die Baugrube des rechten Widerlagers.

wesen, daß eine Verlegung des Brückenbauwerks und damit der Straße ernstlich in Erwägung gezogen wurde, auch in Anbetracht, daß eine künstliche Grundwassersenkung in der sehr kleinen Baugrube außerordentlich hohe Geldmittel im Verhältnis zu den gesamten Kosten für das entlegene Brückenbauwerk erfordert hätte.

Das kleine Beispiel ist aber auch ein deutlicher Beweis dafür, daß es unbedingt vermieden werden soll, im Bereich der künftigen Baugrube zu bohren, selbst auf die Gefahr hin, bei der vorherigen Feststellung der Untergrundverhältnisse zu von der Wirklichkeit abweichenden Ergebnissen und damit zu Schwierigkeiten mit den Unternehmern wegen nicht genau erforschter Untergrundverhältnisse, vorübergehender Einstellung des Baues usw. zu gelangen.

Die Ausführung der Brücke war der Firma Robert Grastorf, G. m. b. H. in Hannover übertragen. Die Baukosten betragen etwa 20 000 Mark.



Abb. 33. Schwarzwasserbrücke oberhalb Altfließ (Kr. Schwetz). Eisenbeton-Dreigelenkbogenbrücke.

Eine Eisenbeton-Dreigelenkbogenbrücke mit Kapellenüberbauten ist mit der im Zuge der forstfiskalischen Straße Eichwald—Altfließ gelegenen Schwarzwasserbrücke oberhalb Altfließ im Kreise Schwetz errichtet worden (Text-Abb. 33 und Abb. 13 u. 14 Bl. 10). Der bei der aufgelösten Anordnung der Kapellenüberbauten durch das gegenüber der Verkehrslast geringe Eigengewicht des Überbaues bedingte starke Wechsel in positiven und negativen Spannungen ließen auch hier den Eisenbeton als das Gegebene erscheinen. Ein überschlägig ausgeführter Kostenvergleich mit einem Gewölbe aus Stampfbeton fiel infolge des hierfür erforderlichen Mehrverbrauchs an Baustoffen und die hierdurch bedingten stärkeren Widerlager zugunsten der gewählten Bauweise aus. Die

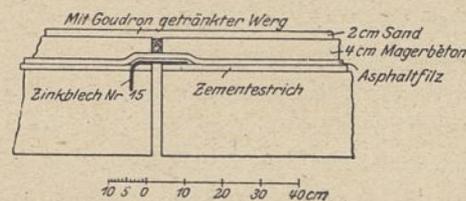


Abb. 34. Abdeckung der Fugen in der Fahrbahnplatte.

Brücke besitzt eine Durchflußlichtweite von 21 m und eine rechnermäßige Stütz- und Pfeilweite von 20,04 m bzw. 4 m. Die Fahrbahnbreite beträgt 4,50 m, die nutzbare Breite der beiden ausgekragten Fußwege je 0,60 m. Gewölbe und Widerlager haben eine Breite von 4,90 m.

Den Gelenken entsprechen in der Fahrbahnplatte durchgehende Gelenkfugen (Text-Abb. 34). Außerdem sind auch

noch über einer zwischen den Gelenkpunkten gelegenen Kapellenwand durchgehende Fugen in der Fahrbahnplatte angeordnet worden. Die Gelenke bestehen aus Betonquadern, deren Berührungsflächen nach verschiedenen Halbmessern gekrümmt sind. — Die Bauausführung war der Firma Windschild u. Langelott in Bromberg übertragen. Die Baukosten belaufen sich auf etwa 35 000 Mark.

Der vielleicht für die Allgemeinheit beachtenswerte Standfestigkeitsnachweis für dieses Brückenbauwerk bleibt einer Veröffentlichung vorbehalten.

Die Erfahrungen mit den in Eisenbeton errichteten Brückenbauwerken können kurz dahin zusammengefaßt werden, daß sie sich bewährt haben. Sorgfältige Berücksichtigung erfordern jedoch die durch Wärmeänderungen hervorgerufenen Bewegungen in den Geländern und den Schrammkanten. Dagegen ist, wie durch zahlreiche Probelastungen festgestellt wurde, der Widerstand dieser Bauwerke gegen Bewegungen infolge von Belastungen sehr groß. Feststellbare Durchbiegungen konnten erst bei Stützweiten von etwa 10 m ab nachgewiesen werden. Allerdings sind auch die Herstellungskosten dieser Bauwerke infolge der Abgelegenheit der meisten Baustellen außerordentlich hoch, weshalb zur Ersparnis an Entwurfs- und Baukosten und um bei der Ausführung von Sonderfirmen unabhängig zu sein, beabsichtigt ist, fernerhin, wenigstens für kleinere Brücken Überbauten anstatt mit Rundeisen mit einbetonierten Walzträgern zu bewehren.

IV. Schluß.

Die gesamten für den Ausbau des forstfiskalischen Wegenetzes bisher aufgewandten Kosten betragen etwa 3 500 000 Mark.

Auf seiten des Herrn Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten lagen die Genehmigung der Entwürfe und die Bereitstellung der Geldmittel für den Wegenetzausbau den Herren Geheimen Oberbauräten Nolda und Mothes sowie dem Herrn Landforstmeister Schede ob. Von seiten der Königlichen Regierung in Marienwerder war Herr Oberforstmeister Kranold mit den zuständigen Regierungs- und Forsträten für den Wegenetzausbau forsttechnisch bestimmend, während die bautechnische Oberleitung der Bauausführung in den Händen des Herrn Regierungs- und Geheimen Baurats Iken lag. Mit der örtlichen Bauleitung war Regierungsbaumeister Lachtin als Vorstand des Königlichen Forstwegebauamtes in Konitz betraut. Im Laufe der Jahre haben an dem Ausbau die beim Forstwegebauamt als Hilfsarbeiter nacheinander beschäftigt gewesenen Diplomingenieure: Walter, Seegert, Elste, Strang, Schmitz, Backhaus, die Regierungsbaumeister Delp, Scheid, Meisinger, Hampp und Schreiner mitgewirkt.

Die Zahl der bei den Bauten bisher beteiligt gewesenen Unternehmer beläuft sich auf etwa 50.

Die Unterhaltung der in den einzelnen Oberförstereien liegenden Straßen und Brücken geht mit dem Tage des Ablaufs der Gewährleistungsfrist der Unternehmer an die Forstverwaltung über und wird von den einzelnen Oberförstern ausgeübt. Für die erforderlich werdenden Unterhaltungsarbeiten an Brückenbauwerken stehen den Oberförstern die zuständigen Hochbauämter zur Seite.

Duisburg-Ruhrort, den 7. März 1918.

Lachtin, Regierungsbaumeister.

Die elastische Linie des doppelt gekrümmten Trägers.

Von Dr.-Ing. H. Marcus in Breslau.

(Alle Rechte vorbehalten.)

In einem im Jahrgang 1912 der Zeitschrift für Bauwesen erschienenen „Abriß einer allgemeinen Theorie des eingespannten Trägers mit räumlich gewundener Mittellinie“ habe ich die Beziehungen zwischen Gestalt, Belastung und inneren Widerständen des doppelt gekrümmten Trägers untersucht und die Elastizitätsbedingungen für eingespannte Stäbe aufgestellt und verwertet. Bei Lösung dieser Aufgabe konnte mit Hilfe des Satzes der kleinsten Formänderungsarbeit die schwierige Darstellung der elastischen Linie des Tragwerkes auf die Beschreibung der Bewegung einzelner Querschnitte beschränkt werden.

Um ein geschlossenes Bild der Eigenschaften des doppelt gekrümmten Trägers zu gewinnen, erscheint es noch erforderlich, die Gestalt der elastischen Linie in allen ihren Einzelheiten zu verfolgen. Diese Vervollständigung der Ergebnisse des Abrisses bildet die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung: sie führt zu einem neuen Satze über die gegenseitige Zuordnung von Spannungen und Formänderungen, der auch aus dem Grunde Beachtung verdient, weil er die Möglichkeit bietet, die Einflußlinien der statisch unbestimmten Größen des beiderseitig eingespannten Trägers zu gewinnen und eine wesentliche Vereinfachung der Berechnung zu erzielen.

Bevor diese neue Aufgabe in Angriff genommen wird, empfiehlt es sich zunächst, einige Bemerkungen über die Momentenlinie und die Stützlinie des doppelt gekrümmten Trägers vorzuschicken.

§ 1. Mittelkraftlinie, Stützlinie und Momentenlinie.

Ich wähle für die Darstellung der inneren Widerstände ein rechtwinkliges Achsenkreuz, dessen U-Achse senkrecht zur Bildebene steht und dessen V- und W-Achsen in der Bildebene liegen. Die positiven Richtungen gehen für die U-Achse von hinten nach vorn, für die V-Achse von rechts nach links und für die W-Achse von oben nach unten.

Die Formgebung des Stabes ist dadurch gekennzeichnet, daß in jeder senkrecht zur Tangente an der Bogenachse gerichteten Querschnittsebene die Querschnittshauptachsen mit der Normalen und der Binormalen zusammenfallen. Für jeden Punkt der Bogenachse ist somit die Stellung des Querschnittes bestimmt, wenn das aus der Normalen (x), der Tangente (y) und der Binormalen (z) bestehende Achsenkreuz gegeben ist (Abb. 1).

Die in einem Querschnitt wirkenden inneren Widerstände lassen sich durch eine im Schwerpunkt des Querschnittes

angreifende Mittelkraft R und durch ein Kräftepaar M ersetzen. R und M sind im Sinne der Vektorenrechnung als gerichtete

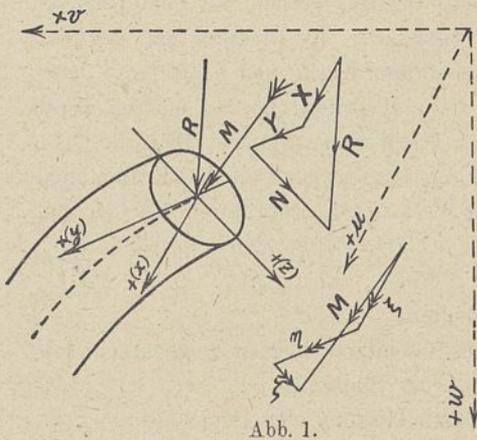


Abb. 1.

Größen aufzufassen. Ich zerlege R in drei Teilkräfte X, Y, Z und ebenso M in Teilkräftenpaare ξ, η, ζ : die Richtungen der Teilkräfte und die Drehachsen der Teilkräftenpaare mögen sich mit den gleichnamigen Achsen des x, y, z -Achsenkreuzes decken. Sodann

bedeuten X und Z die Querkräfte, ξ und ζ die Biegemomente, Y die Achsialkraft und η das Verwindungsmoment. Der positive Wirkungssinn dieser inneren Widerstände ist bei den Kräften durch einfache, bei den Kräftepaaren durch doppelt gefiederte Pfeile veranschaulicht: die Pfeilrichtung der Drehachse ist hierbei derart gewählt, daß, von der Pfeilspitze aus betrachtet, der Drehungssinn der Kräftepaare dem Uhrzeigersinn entgegengerichtet erscheint.

Die Resultierende S aller inneren Widerstände eines Querschnittes schneidet die Querschnittsebene in einem Punkte K mit den Ordinaten e_x und e_x (Abb. 1a). Zwischen diesen Größen und den inneren Widerständen bestehen offenbar die folgenden Beziehungen:

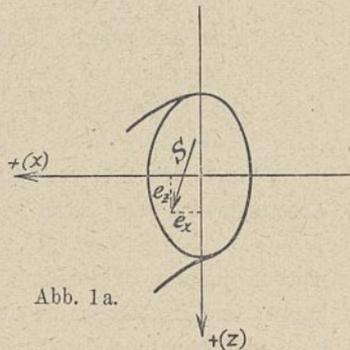


Abb. 1a.

$$1) \dots \dots \dots \begin{cases} S = R, \\ \xi = -Ye_x, & e_x = -\frac{\eta}{Y}, \\ \zeta = +Ye_x, & e_x = +\frac{\zeta}{Y}. \end{cases}$$

Sind für alle Stabquerschnitte R und M bekannt, so läßt sich aus diesen Gleichungen die jeweilige Lage des Punktes K ermitteln und durch die Verbindung aller Punkte K die Stützlinie des Tragwerkes bilden. Aus der Verbindung der Endpunkte der Strecken R und M aller Querschnitte entstehen in ähnlicher Weise zwei Linien, welche als die Mittelkraftlinie und die Momentenlinie des Stabes bezeichnet werden mögen.

Um die zeichnerische Ermittlung dieser Linien in einem möglichst einfachen Beispiel zu zeigen, nehme ich zuerst an, der Stab sei nur in zwei Punkten A und B durch zwei windschief gegeneinander gerichtete Kräfte P_a und P_b beansprucht. Ich reihe P_a und P_b aneinander an und bestimme in dieser Weise die Größe und Richtung der Mittelkraft R_{ab} (Abb. 2). Ich bringe sodann P_a zum Schnitt im Punkte C mit der durch den Punkt B gehenden Querschnittsebene und füge im Punkte B zwei gleiche, aber entgegengesetzt gerichtete Kräfte $P_a' = P_a$ an. P_b und die parallel zu P_a gerichtete Kraft P_a' vereinigen sich zur Mittelkraft R_{ab} , während die zweite Kraft P_a' mit P_a das Kräftepaar $M = P_a \cdot e$

bilden, wobei unter e das Lot vom Punkte B auf die Richtung P_a zu verstehen ist.

Das Kräftepaar M wird durch den achsialen Vektor BF , der senkrecht zu P_a gerichtet ist, veranschaulicht.

Dieses Verfahren gestattet nun die fortschreitende zeichnerische Zusammensetzung aller Kräfte und Kräftepaare. Die Kräfte werden durch Aneinanderreihung zu einem räumlichen Kräfteviereck vereinigt. Die jeweiligen Mittelkräfte $R_1, R_2, R_3 \dots$ bilden hierbei, da sie nicht in der gleichen Ebene liegen, einen räumlichen Strahlenbüschel. Ebenso wird aus den Kräftepaaren M das Kräftepaarviereck zusammengesetzt und aus den Leitstrahlen T die jeweiligen resultierenden Kräftepaare ermittelt: Hierbei steht T_1 senkrecht zu R_1 , T_2 senkrecht zu R_2 , T_3 senkrecht zu R_3 , usw. (Abb. 2a). Sind für den Bereich A, B die Resultierenden R_{ab} und T_{ab} gegeben, so erhält man für einen Punkt J der an AB anschließenden und selbst im übrigen un-

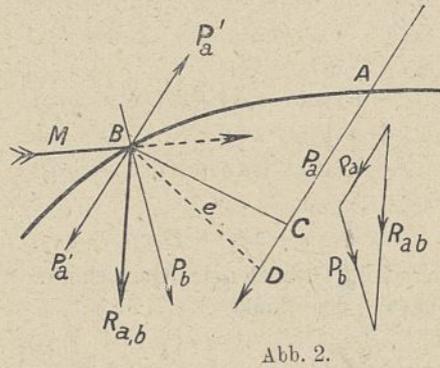


Abb. 2.

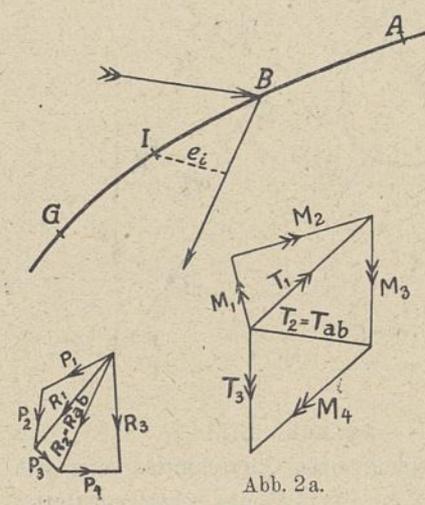


Abb. 2a.

belasteten Strecke BG $R_i = R_{ab}$

$$M_i = T_{ab} + R_{ab} \cdot e_i$$

unter e_i ist wiederum das Lot vom Punkte J auf R_{ab} zu verstehen und die beiden Bestandteile von M_i sind selbstverständlich geometrisch miteinander zu addieren.¹⁾

Für die weiteren Betrachtungen ist es zweckmäßig, die Beziehungen zwischen den Spannungen zweier benachbarten Querschnitte in Gleichungen der gewöhnlichen Analysis zum Ausdruck zu bringen. Ich betrachte wieder zwei Querschnitte A, B und weise dem ersteren das Achsenkreuz (x, y, z) und dem zweiten das Achsenkreuz (x', y', z') zu. Die Kosinus der neun Winkel, welche diese beiden Kreuze miteinander schließen, werden in nachstehender Reihenfolge geordnet:

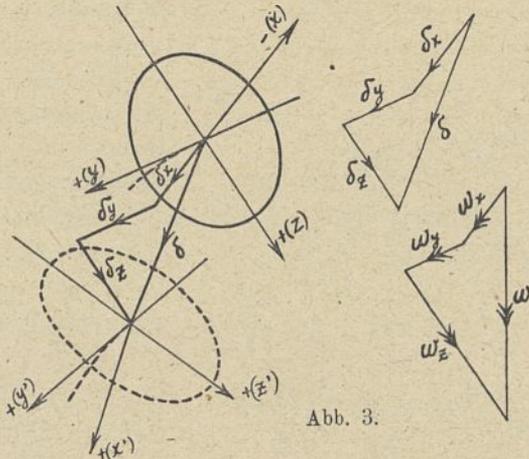
	$+x$	$+y$	$+z$
$+x'$	a_1	b_1	c_1
$+y'$	a_2	b_2	c_2
$+z'$	a_3	b_3	c_3

1) Die zeichnerische Kräftezusammensetzung zeigt im übrigen auch, wie die Kräfte P der Größe und der Richtung nach gewählt sein müssen, wenn die Stützlinie mit der Bogenachse zusammenfallen soll. Da hierbei in allen Punkten der Bogenachse $M = 0$ sein muß, so ist es einleuchtend, daß sich die Stützlinie mit der doppelt gekrümmten Trägerachse nicht decken kann, wenn alle Kräfte parallel zueinander gerichtet sind.

Zwischen den Spannkraften $X, Y, Z, \xi, \eta, \zeta$ des rechten Querschnittes A und den Spannkraften $X', Y', Z', \xi', \eta', \zeta'$ des linken Querschnittes B bestehen auf Grund der sechs Gleichgewichtsbedingungen des Raumes, wenn im übrigen das Bogenstück AB unbelastet ist, die folgenden Beziehungen:

$$2) \begin{cases} X' = a_1 X + b_1 Y + c_1 Z, \\ Y' = a_2 X + b_2 Y + c_2 Z, \\ Z' = a_3 X + b_3 Y + c_3 Z, \\ \xi' = a_1 \xi + b_1 \eta + c_1 \zeta + X(y c_1 - x b_1) \\ \quad + Y(x a_1 - x c_1) + Z(x b_1 - y a_1), \\ \eta' = a_2 \xi + b_2 \eta + c_2 \zeta + X(y c_2 - x b_2) \\ \quad + Y(x a_2 - x c_2) + Z(x b_2 - y a_2), \\ \zeta' = a_3 \xi + b_3 \eta + c_3 \zeta + X(y c_3 - x b_3) \\ \quad + Y(x a_3 - x c_3) + Z(x b_3 - y a_3). \end{cases}$$

x, y, z bedeuten hierbei die Ordinaten des Querschnittsschwerpunktes B in bezug auf den Punkt A .



§ 2. Die elastische Linie.

Die elastische Bewegung eines Querschnittes setzt sich aus den Verschiebungen $\delta^{(x)}, \delta^{(y)}, \delta^{(z)}$, des Schwerpunktes in

Richtung der $X-, Y-, Z$ -Achsen und aus den Drehungen $\omega^{(x)}, \omega^{(y)}, \omega^{(z)}$ der Querschnittsebene um diese Achsen zusammen (Abb. 3). Diese Größen werden mit dem positiven Vorzeichen versehen, wenn sich ihre Richtung mit der positiven Richtung der zugehörigen Kräfte und Kräftepaare deckt.

Sie lassen sich am einfachsten aus der inneren Formänderungsarbeit A_1 des Tragwerkes ableiten. Sind die Querschnittsabmessungen klein im Vergleich zu den Krümmungshalbmessern, so ist der Wert dieser Arbeit durch die Gleichung

$$3) A_1 = \frac{1}{2} \int_0^s \left\{ \frac{(X')^2}{GF_1} + \frac{(Y')^2}{EF_2} + \frac{(Z')^2}{GF_3} + \frac{(\xi')^2}{EJ_1} + \frac{(\eta')^2}{GJ_2} + \frac{(\zeta')^2}{EJ_3} \right\} ds$$

bestimmt. Hierin bedeuten:

- ds : die Länge eines unendlich kleinen Bogenabschnittes,
- s : die ganze Länge der Stabachse,
- E : die Dehnungselastizitätsziffer des Baustoffes,
- G : die Schubelastizitätsziffer des Baustoffes,
- F_1 : den nutzbaren Querschnittinhalt für Scherkräfte in Richtung der X' -Achse,
- F_2 : den nutzbaren Querschnittinhalt für Achsialkräfte in Richtung der Y' -Achse,
- F_3 : den nutzbaren Querschnittinhalt für Scherkräfte in Richtung der Z' -Achse,
- J_1 : das Trägheitsmoment des Querschnittes in bezug auf die X' -Achse,
- J_2 : eine Art polares Trägheitsmoment des Querschnittes in bezug auf die Y' -Achse,
- J_3 : das Trägheitsmoment des Querschnittes in bezug auf die Z' -Achse.

Wir bilden nun im Sinne des Maxwell'schen Satzes sechs Arbeitsgleichungen, indem wir der Reihe nach die Kraftgrößen $X=1, Y=1, Z=1, \xi=1, \eta=1, \zeta=1$ und die zugehörigen inneren Widerstände mit den wirklichen Verschiebungen und Drehungen der Querschnitte verbinden, und erhalten unter Annahme der Unverrückbarkeit der Einspannstelle:

$$4) \begin{cases} 1. \delta^{(x)} = \frac{\partial A_1}{\partial X} = \int_0^s \left[\frac{X'}{GF_1} \cdot \frac{\partial X'}{\partial X} + \frac{Y'}{EF_2} \cdot \frac{\partial Y'}{\partial X} + \frac{Z'}{GF_3} \cdot \frac{\partial Z'}{\partial X} + \frac{\xi'}{EJ_1} \cdot \frac{\partial \xi'}{\partial X} + \frac{\eta'}{GJ_2} \cdot \frac{\partial \eta'}{\partial X} + \frac{\zeta'}{EJ_3} \cdot \frac{\partial \zeta'}{\partial X} \right] ds, \\ 1. \delta^{(y)} = \frac{\partial A_1}{\partial Y} = \int_0^s \left[\frac{X'}{GF_1} \cdot \frac{\partial X'}{\partial Y} + \frac{Y'}{EF_2} \cdot \frac{\partial Y'}{\partial Y} + \frac{Z'}{GF_3} \cdot \frac{\partial Z'}{\partial Y} + \frac{\xi'}{EJ_1} \cdot \frac{\partial \xi'}{\partial Y} + \frac{\eta'}{GJ_2} \cdot \frac{\partial \eta'}{\partial Y} + \frac{\zeta'}{EJ_3} \cdot \frac{\partial \zeta'}{\partial Y} \right] ds, \\ 1. \delta^{(z)} = \frac{\partial A_1}{\partial Z} = \int_0^s \left[\frac{X'}{GF_1} \cdot \frac{\partial X'}{\partial Z} + \frac{Y'}{EF_2} \cdot \frac{\partial Y'}{\partial Z} + \frac{Z'}{GF_3} \cdot \frac{\partial Z'}{\partial Z} + \frac{\xi'}{EJ_1} \cdot \frac{\partial \xi'}{\partial Z} + \frac{\eta'}{GJ_2} \cdot \frac{\partial \eta'}{\partial Z} + \frac{\zeta'}{EJ_3} \cdot \frac{\partial \zeta'}{\partial Z} \right] ds, \\ 1. \omega^{(x)} = \frac{\partial A_1}{\partial \xi} = \int_0^s \left[\frac{\xi'}{EJ_1} \cdot \frac{\partial \xi'}{\partial \xi} + \frac{\eta'}{GJ_2} \cdot \frac{\partial \eta'}{\partial \xi} + \frac{\zeta'}{EJ_3} \cdot \frac{\partial \zeta'}{\partial \xi} \right] ds, \\ 1. \omega^{(y)} = \frac{\partial A_1}{\partial \eta} = \int_0^s \left[\frac{\xi'}{EJ_1} \cdot \frac{\partial \xi'}{\partial \eta} + \frac{\eta'}{GJ_2} \cdot \frac{\partial \eta'}{\partial \eta} + \frac{\zeta'}{EJ_3} \cdot \frac{\partial \zeta'}{\partial \eta} \right] ds, \\ 1. \omega^{(z)} = \frac{\partial A_1}{\partial \zeta} = \int_0^s \left[\frac{\xi'}{EJ_1} \cdot \frac{\partial \xi'}{\partial \zeta} + \frac{\eta'}{GJ_2} \cdot \frac{\partial \eta'}{\partial \zeta} + \frac{\zeta'}{EJ_3} \cdot \frac{\partial \zeta'}{\partial \zeta} \right] ds. \end{cases}$$

Auf Grund der Gleichung (2) ergibt sich andererseits:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X'}{\partial X} &= a_1, \quad \frac{\partial X'}{\partial Y} = b_1, \quad \frac{\partial X'}{\partial Z} = c_1, \\ \frac{\partial Y'}{\partial X} &= a_2, \quad \frac{\partial Y'}{\partial Y} = b_2, \quad \frac{\partial Y'}{\partial Z} = c_2, \\ \frac{\partial Z'}{\partial X} &= a_3, \quad \frac{\partial Z'}{\partial Y} = b_3, \quad \frac{\partial Z'}{\partial Z} = c_3, \\ \frac{\partial \xi'}{\partial \xi} &= a_1, \quad \frac{\partial \xi'}{\partial \eta} = b_1, \quad \frac{\partial \xi'}{\partial \zeta} = c_1, \quad \frac{\partial \xi'}{\partial X} = y c_1 - x b_1, \quad \frac{\partial \xi'}{\partial Y} = x a_1 - x c_1, \quad \frac{\partial \xi'}{\partial Z} = x b_1 - y a_1, \\ \frac{\partial \eta'}{\partial \xi} &= a_2, \quad \frac{\partial \eta'}{\partial \eta} = b_2, \quad \frac{\partial \eta'}{\partial \zeta} = c_2, \quad \frac{\partial \eta'}{\partial X} = y c_2 - x b_2, \quad \frac{\partial \eta'}{\partial Y} = x a_2 - x c_2, \quad \frac{\partial \eta'}{\partial Z} = x b_2 - y a_2, \\ \frac{\partial \zeta'}{\partial \xi} &= a_3, \quad \frac{\partial \zeta'}{\partial \eta} = b_3, \quad \frac{\partial \zeta'}{\partial \zeta} = c_3, \quad \frac{\partial \zeta'}{\partial X} = y c_3 - x b_3, \quad \frac{\partial \zeta'}{\partial Y} = x a_3 - x c_3, \quad \frac{\partial \zeta'}{\partial Z} = x b_3 - y a_3. \end{aligned}$$

Die Einführung dieser Werte in die Gleichungsgruppe 4 liefert schließlich

$$5) \left\{ \begin{aligned} \omega^{(x)} &= \int_0^{s_i} \left[a_1 \cdot \frac{\xi'}{EJ_1} + a_2 \cdot \frac{\eta'}{GJ_2} + a_3 \cdot \frac{\zeta'}{EJ_3} \right] ds, \\ \omega^{(y)} &= \int_0^{s_i} \left[b_1 \cdot \frac{\xi'}{EJ_1} + b_2 \cdot \frac{\eta'}{GJ_2} + b_3 \cdot \frac{\zeta'}{EJ_3} \right] ds, \\ \omega^{(z)} &= \int_0^{s_i} \left[c_1 \cdot \frac{\xi'}{EJ_1} + c_2 \cdot \frac{\eta'}{GJ_2} + c_3 \cdot \frac{\zeta'}{EJ_3} \right] ds, \\ \delta^{(x)} &= \int_0^{s_i} \left[a_1 \cdot \frac{X'}{GF_1} + a_2 \cdot \frac{Y'}{EF_2} + a_3 \cdot \frac{Z'}{GF_3} + (yc_1 - xb_1) \frac{\xi'}{EJ_1} + (yc_2 - xb_2) \frac{\eta'}{GJ_2} + (yc_3 - xb_3) \frac{\zeta'}{EJ_3} \right] ds, \\ \delta^{(y)} &= \int_0^{s_i} \left[b_1 \cdot \frac{X'}{GF_1} + b_2 \cdot \frac{Y'}{EF_2} + b_3 \cdot \frac{Z'}{GF_3} + (xa_1 - xc_1) \frac{\xi'}{EJ_1} + (xa_2 - xc_2) \frac{\eta'}{GJ_2} + (xa_3 - xc_3) \frac{\zeta'}{EJ_3} \right] ds, \\ \delta^{(z)} &= \int_0^{s_i} \left[c_1 \cdot \frac{X'}{GF_1} + c_2 \cdot \frac{Y'}{EF_2} + c_3 \cdot \frac{Z'}{GF_3} + (xb_1 - ya_1) \frac{\xi'}{EJ_1} + (xb_2 - ya_2) \frac{\eta'}{GJ_2} + (xb_3 - ya_3) \frac{\zeta'}{EJ_3} \right] ds. \end{aligned} \right.$$

Die Integration ist hierbei auf die Länge s_i zwischen der Einspannstelle und dem Querschnitt, dessen Bewegung untersucht werden soll, zu erstrecken. Um die nur in den seltensten Fällen mögliche, unmittelbare Integration zu umgehen, ist es erforderlich, den Zusammenhang zwischen Belastung und Formänderung auf einem neuen Wege zu verfolgen.

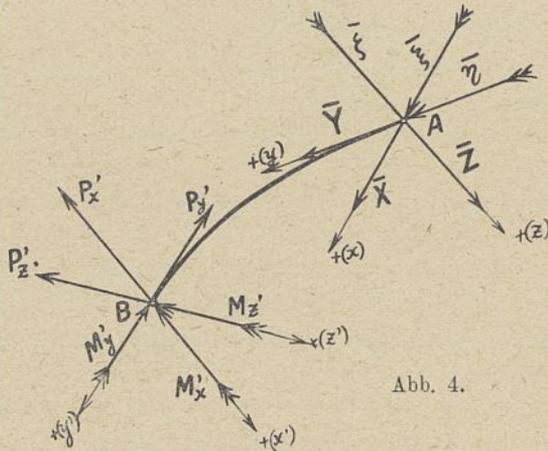


Abb. 4.

Ich bringe jetzt am Bogenstück AB drei Kräfte P_x', P_y', P_z' und drei Kräftepaare M_x', M_y', M_z' an (Abb. 4). Die hierbei im Querschnitt A entstehenden Spannkraften $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}, \bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$ lassen sich aus einer Umkehrung der Gleichungen (2) ableiten, wenn man einerseits $X', Y', Z', \xi', \eta', \zeta'$ mit $P_x, P_y, P_z, M_x, M_y, M_z$ und andererseits $X, Y, Z, \xi, \eta, \zeta$ mit $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}, \bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$ vertauscht. Man erhält:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= a_1 P_x' + a_2 P_y' + a_3 P_z', \\ \bar{Y} &= b_1 P_x' + b_2 P_y' + b_3 P_z', \\ \bar{Z} &= c_1 P_x' + c_2 P_y' + c_3 P_z', \\ \bar{\xi} &= a_1 M_x' + a_2 M_y' + a_3 M_z' \\ &\quad + (yc_1 - xb_1) P_x' + (yc_2 - xb_2) P_y' + (yc_3 - xb_3) P_z', \\ \bar{\eta} &= b_1 M_x' + b_2 M_y' + b_3 M_z' \\ &\quad + (xa_1 - xc_1) P_x' + (xa_2 - xc_2) P_y' + (xa_3 - xc_3) P_z', \\ \bar{\zeta} &= c_1 M_x' + c_2 M_y' + c_3 M_z' \\ &\quad + (xb_1 - ya_1) P_x' + (xb_2 - ya_2) P_y' + (xb_3 - ya_3) P_z'. \end{aligned}$$

Greifen an Stelle der einzelnen Kräfte P_x', P_y', P_z' und Kräftepaare M_x', M_y', M_z' stetig verteilte Belastungen $p_x', p_y', p_z', m_x', m_y', m_z'$ zwischen dem mit der Einspannstelle zusammenfallenden Querschnitt B und dem Querschnitt A an, so werden im letzteren die inneren Widerstände

$$6) \left\{ \begin{aligned} \bar{X} &= \int_0^{s_i} \left[a_1 p_x' + a_2 p_y' + a_3 p_z' \right] ds, \\ \bar{Y} &= \int_0^{s_i} \left[b_1 p_x' + b_2 p_y' + b_3 p_z' \right] ds, \\ \bar{Z} &= \int_0^{s_i} \left[c_1 p_x' + c_2 p_y' + c_3 p_z' \right] ds, \\ \bar{\xi} &= \int_0^{s_i} \left[a_1 m_x' + a_2 m_y' + a_3 m_z' + (yc_1 - xb_1) p_x' + (yc_2 - xb_2) p_y' + (yc_3 - xb_3) p_z' \right] ds, \\ \bar{\eta} &= \int_0^{s_i} \left[b_1 m_x' + b_2 m_y' + b_3 m_z' + (xa_1 - xc_1) p_x' + (xa_2 - xc_2) p_y' + (xa_3 - xc_3) p_z' \right] ds, \\ \bar{\zeta} &= \int_0^{s_i} \left[c_1 m_x' + c_2 m_y' + c_3 m_z' + (xb_1 - ya_1) p_x' + (xb_2 - ya_2) p_y' + (xb_3 - ya_3) p_z' \right] ds, \end{aligned} \right.$$

hervorgehoben. Die Gegenüberstellungen dieser Gleichungen mit den Hauptgleichungen (5) zeigt, daß die beiden Gleichungsgruppen vollkommen ineinander übergehen, wenn man der Reihe nach einerseits $\omega^{(x)}, \omega^{(y)}, \omega^{(z)}, \delta^{(x)}, \delta^{(y)}, \delta^{(z)}$ mit $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}, \bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$ und andererseits

$$\frac{\xi'}{EJ_1}, \frac{\eta'}{GJ_2}, \frac{\zeta'}{EJ_3}, \frac{X'}{GF_1}, \frac{Y'}{EF_2}, \frac{Z'}{GF_3}$$

mit $p_x', p_y', p_z', m_x', m_y', m_z'$ vertauscht. In dieser völligen Übereinstimmung liegt der Beweis des folgenden Satzes: Wird ein am linken Ende fest eingespannter, am rechten Ende frei schwebender Träger durch be-

liebige äußere Kräfte und Kräftepaare beansprucht, so entstehen innere Widerstände $X, Y, Z, \xi, \eta, \zeta$, welche elastische Verrückungen und Drehungen $\delta^{(x)}, \delta^{(y)}, \delta^{(z)}, \omega^{(x)}, \omega^{(y)}, \omega^{(z)}$ zur Folge haben. Wird das linke Ende des Stabes freigegeben, das rechte hingegen festgehalten, und wird der Träger selbst mit den stetig verteilten elastischen Gewichten

$$\begin{aligned} p_x' &= \frac{\xi'}{EJ_1}, \quad p_y' = \frac{\eta'}{GJ_2}, \quad p_z' = \frac{\zeta'}{EJ_3} \\ m_x' &= \frac{X'}{GF_1}, \quad m_y' = \frac{Y'}{EF_2}, \quad m_z' = \frac{Z'}{GF_3} \end{aligned}$$

belastet, so stellen die zugehörigen inneren Widerstände $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}, \bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$ die elastischen Drehungen und Verrückungen $\omega^{(x)}, \omega^{(y)}, \omega^{(z)}, \delta^{(x)}, \delta^{(y)}, \delta^{(z)}$ dar. Bezeichnet man mit Q_e die Gruppe der elastischen Gewichte, so kann in zusammenfassender Form die elastische Linie als die Momentenlinie der elastischen Belastung Q_e bezeichnet werden. Dieses überraschende Ergebnis, vom Verfasser für Stäbe mit einfach gekrümmter Mittellinie bereits früher nachgewiesen, ist in doppelter Hinsicht beachtenswert. Es bringt nicht allein die Verwandtschaft zwischen Kräften und Kräftepaaren, zwischen Verrückungen und Drehungen zum Ausdruck: es beweist vor allem, daß innere Widerstände und Formänderungen in allen ihren Teilen derart einander zugeordnet sind, daß die elastische Bewegung des Querschnittes vollkommen durch ein Spannungsbild dargestellt werden kann. Auf Grund dieser Zuordnung ist die schwierige Aufgabe der Ermittlung der elastischen Linie auf die wesentlich einfachere Bestimmung der Momentenlinie zurückgeführt. Da hierzu nur die Lösung der linearen Gleichgewichtsgleichungen erforderlich ist, so gelangt man, wie in einem Beispiel später gezeigt wird, rasch zum Ziele.

Es sei schließlich noch bemerkt, daß es in praktischer Hinsicht von Vorteil ist, die Verschiebungen δ und die Drehungen ω auf ein festes $u-, v-, w$ -Achsenkreuz und nicht auf das bewegliche $x-, y-, z$ -Achsenkreuz zu beziehen. Werden die Kosinus der neun Winkel, welche die positiven $x-, y-, z$ -Richtungen mit dem $u-, v-, w$ -Kreuz bilden, in der Reihenfolge

	+u	+v	+w
+x	α_1	β_1	γ_1
+y	α_2	β_2	γ_2
+z	α_3	β_3	γ_3

geordnet, so bestehen offenbar zwischen den Größen $\delta^{(u)}, \delta^{(v)}, \delta^{(w)}, \omega^{(u)}, \omega^{(v)}, \omega^{(w)}$ einerseits und den Größen $\delta^{(x)}, \delta^{(y)}, \delta^{(z)}, \omega^{(x)}, \omega^{(y)}, \omega^{(z)}$ andererseits die Beziehungen:

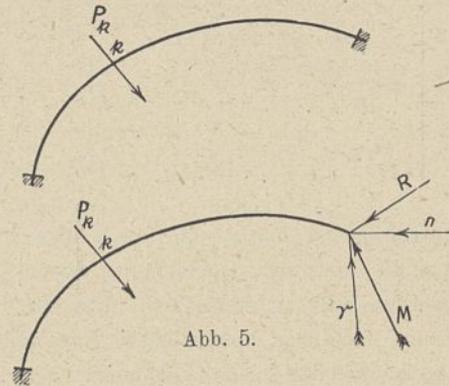
$$7) \begin{cases} \delta^{(u)} = \alpha_1 \delta^{(x)} + \alpha_2 \delta^{(y)} + \alpha_3 \delta^{(z)} = \alpha_1 \bar{\xi} + \alpha_2 \bar{\eta} + \alpha_3 \bar{\zeta} = M^{(u)}, \\ \delta^{(v)} = \beta_1 \delta^{(x)} + \beta_2 \delta^{(y)} + \beta_3 \delta^{(z)} = \beta_1 \bar{\xi} + \beta_2 \bar{\eta} + \beta_3 \bar{\zeta} = M^{(v)}, \\ \delta^{(w)} = \gamma_1 \delta^{(x)} + \gamma_2 \delta^{(y)} + \gamma_3 \delta^{(z)} = \gamma_1 \bar{\xi} + \gamma_2 \bar{\eta} + \gamma_3 \bar{\zeta} = M^{(w)}, \\ \omega^{(u)} = \alpha_1 \omega^{(x)} + \alpha_2 \omega^{(y)} + \alpha_3 \omega^{(z)} = \alpha_1 \bar{X} + \alpha_2 \bar{Y} + \alpha_3 \bar{Z} = P^{(u)}, \\ \omega^{(v)} = \beta_1 \omega^{(x)} + \beta_2 \omega^{(y)} + \beta_3 \omega^{(z)} = \beta_1 \bar{X} + \beta_2 \bar{Y} + \beta_3 \bar{Z} = P^{(v)}, \\ \omega^{(w)} = \gamma_1 \omega^{(x)} + \gamma_2 \omega^{(y)} + \gamma_3 \omega^{(z)} = \gamma_1 \bar{X} + \gamma_2 \bar{Y} + \gamma_3 \bar{Z} = P^{(w)}. \end{cases}$$

Man erkennt ohne weiteres, daß die Verschiebungen $\delta^{(u)}, \delta^{(v)}, \delta^{(w)}$ der Reihe nach mit den Momenten $M^{(u)}, M^{(v)}, M^{(w)}$ der elastischen Belastung Q_e in bezug auf ein im jeweiligen Querschnittsschwerpunkt angebrachtes und dem $u-, v-, w$ -Achsengebilde paralleles Achsenkreuz übereinstimmen. Es läßt sich fernerhin, wie ich an anderer Stelle gezeigt habe²⁾, durch eine Erweiterung des Mohrschen Lehrsatzes nachweisen, daß die elastische Verrückung der Querschnittsschwerpunkte mit Hilfe von je zwei Seillinien für jede Verschiebungsrichtung bestimmt werden kann.

2) Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1916 Nr. 76: Die elastische Linie als räumliches Gebilde. Eine Verallgemeinerung des Mohrschen Satzes.

§ 3. Die Einflußlinie des beiderseitig eingespannten Trägers.

Der beiderseitig eingespannte Träger ist im allgemeinen sechsfach statisch unbestimmt. Er wird in ein statisch bestimmtes Gebilde verwandelt, wenn man beispielsweise die Auflagerwiderstände R und M des rechten Einspannungsquerschnittes beseitigt (Abb. 5).



Unter dem Einfluß der auf den Träger wirkenden äußeren Kräfte P_k erfährt das nunmehr frei gewordene Trägerende eine Verschiebung $\delta_k^n \cdot P_k$ und eine Drehung $\omega_k^v \cdot P_k$. Durch den Zeiger k in den Ausdrücken δ und ω wird hierbei angedeutet, daß die Kraft $P_k = 1$ die Ursache der elastischen Bewegung ist, während die Zeiger η und ν die Richtung der Verschiebung und die Drehachse kennzeichnen.

Unter dem Einfluß der Kämpferkraft $R = 1$ verschiebt sich der rechte Endquerschnitt um δ_r^n und dreht sich um ω_r^v ; unter der Einwirkung des Kämpfermomentes $M = 1$, vollzieht er schließlich die Verrückung δ_m^n und die Drehung ω_m^v .

Die endgültige Bewegung des Trägerendes wird durch die Gleichungen

$$8) \dots \begin{cases} \delta^n = P_k \cdot \delta_k^n + R \cdot \delta_r^n + M \cdot \delta_m^n \\ \omega^v = P_k \cdot \omega_k^v + R \cdot \omega_r^v + M \cdot \omega_m^v \end{cases}$$

bestimmt.

Zerlegt man R in die Teilkräfte X, Y, Z und ebenso M in die Teilkräftepaare ξ, η, ζ , so gehen diese beiden Gleichungen in folgendes Gleichungssystem über:

$$\begin{aligned} \delta^x &= X \delta_x^x + Y \delta_y^x + Z \delta_z^x + \xi \delta_\xi^x + \eta \delta_\eta^x + \zeta \delta_\zeta^x + P_k \cdot \delta_k^x, \\ \delta^y &= X \delta_x^y + Y \delta_y^y + Z \delta_z^y + \xi \delta_\xi^y + \eta \delta_\eta^y + \zeta \delta_\zeta^y + P_k \cdot \delta_k^y, \\ \delta^z &= X \delta_x^z + Y \delta_y^z + Z \delta_z^z + \xi \delta_\xi^z + \eta \delta_\eta^z + \zeta \delta_\zeta^z + P_k \cdot \delta_k^z, \\ \omega^\xi &= X \omega_x^\xi + Y \omega_y^\xi + Z \omega_z^\xi + \xi \omega_\xi^\xi + \eta \omega_\eta^\xi + \zeta \omega_\zeta^\xi + P_k \cdot \omega_k^\xi, \\ \omega^\eta &= X \omega_x^\eta + Y \omega_y^\eta + Z \omega_z^\eta + \xi \omega_\xi^\eta + \eta \omega_\eta^\eta + \zeta \omega_\zeta^\eta + P_k \cdot \omega_k^\eta, \\ \omega^\zeta &= X \omega_x^\zeta + Y \omega_y^\zeta + Z \omega_z^\zeta + \xi \omega_\xi^\zeta + \eta \omega_\eta^\zeta + \zeta \omega_\zeta^\zeta + P_k \cdot \omega_k^\zeta. \end{aligned}$$

Nach dem Maxwellschen Satze der Gegenseitigkeit der elastischen Verschiebungen ist aber allgemein $\delta_n^m = \delta_m^n, \omega_\nu^\mu = \omega_\mu^\nu$, und ebenso $\delta_\nu^n = \omega_\nu^v$.

Es ergibt sich daher, wenn man diese Beziehungen beachtet und fernerhin berücksichtigt, daß der Endquerschnitt infolge der starren Einspannung weder eine Verschiebung noch eine Verdrehung erfährt:

$$\begin{aligned} \delta^x &= X \delta_x^x + Y \delta_y^x + Z \delta_z^x + \xi \delta_\xi^x + \eta \delta_\eta^x + \zeta \delta_\zeta^x + P_k \cdot \delta_k^x = 0, \\ \delta^y &= X \delta_x^y + Y \delta_y^y + Z \delta_z^y + \xi \delta_\xi^y + \eta \delta_\eta^y + \zeta \delta_\zeta^y + P_k \cdot \delta_k^y = 0, \\ \delta^z &= X \delta_x^z + Y \delta_y^z + Z \delta_z^z + \xi \delta_\xi^z + \eta \delta_\eta^z + \zeta \delta_\zeta^z + P_k \cdot \delta_k^z = 0, \\ \omega^\xi &= X \delta_x^\xi + Y \delta_y^\xi + Z \delta_z^\xi + \xi \omega_\xi^\xi + \eta \omega_\eta^\xi + \zeta \omega_\zeta^\xi + P_k \cdot \delta_k^\xi = 0, \\ \omega^\eta &= X \delta_x^\eta + Y \delta_y^\eta + Z \delta_z^\eta + \xi \omega_\xi^\eta + \eta \omega_\eta^\eta + \zeta \omega_\zeta^\eta + P_k \cdot \delta_k^\eta = 0, \\ \omega^\zeta &= X \delta_x^\zeta + Y \delta_y^\zeta + Z \delta_z^\zeta + \xi \omega_\xi^\zeta + \eta \omega_\eta^\zeta + \zeta \omega_\zeta^\zeta + P_k \cdot \delta_k^\zeta = 0. \end{aligned}$$

Bezeichnet man der Reihe nach mit $\delta_x, \delta_y, \delta_x, \delta_\xi, \delta_\eta, \delta_\zeta$ die jeweiligen Ordinaten der elastischen Linie des Trägers für die Belastungszustände $X=1, Y=1, Z=1, \xi=1, \eta=1, \zeta=1$, so ist offenbar im Sinne der Vektorenrechnung, wenn man δ als gerichtete Größe auffaßt, $P_k \cdot \delta_n^k = P \delta_n$ das innere Produkt aus P und δ_n ; für $P=1$ erhält man insbesondere:

$$9) \begin{cases} X\delta_x^x + Y\delta_y^x + Z\delta_z^x + \xi\delta_\xi^x + \eta\delta_\eta^x + \zeta\delta_\zeta^x = -1 \cdot \delta_x, \\ X\delta_x^y + Y\delta_y^y + Z\delta_z^y + \xi\delta_\xi^y + \eta\delta_\eta^y + \zeta\delta_\zeta^y = -1 \cdot \delta_y, \\ X\delta_x^x + Y\delta_y^y + Z\delta_z^z + \xi\delta_\xi^x + \eta\delta_\eta^y + \zeta\delta_\zeta^z = -1 \cdot \delta_x, \\ X\delta_x^\xi + Y\delta_y^\xi + Z\delta_z^\xi + \xi\omega_x + \eta\omega_y + \zeta\omega_\zeta = -1 \cdot \delta_\xi, \\ X\delta_x^\eta + Y\delta_y^\eta + Z\delta_z^\eta + \xi\omega_x + \eta\omega_y + \zeta\omega_\zeta = -1 \cdot \delta_\eta, \\ X\delta_x^\zeta + Y\delta_y^\zeta + Z\delta_z^\zeta + \xi\omega_x + \eta\omega_y + \zeta\omega_\zeta = -1 \cdot \delta_\zeta, \end{cases}$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen lassen sich die Einflußlinien der sechs statisch unbestimmten Größen $X, Y, Z, \xi, \eta, \zeta$ unmittelbar aus den sechs Biegelinien $\delta_x, \delta_y, \delta_x, \delta_\xi, \delta_\eta, \delta_\zeta$ ableiten. Die Durchführung der Untersuchung ist besonders einfach, wenn bei symmetrischer Gestaltung des Tragwerkes eine Reihe von δ - und ω -Beiwerten mit ungleichen Zeigern in der linken Seite des Elastizitätsgleichungssystems gleich Null werden. Diese Bedingung wird bei den meisten Trägerarten erfüllt: sie bietet, wie im Abriß nachgewiesen worden ist, die Möglichkeit, die Elastizitätsgleichungen in zwei Gruppen zu teilen, von denen jede nur eine beschränkte Anzahl von statisch unbestimmten Größen enthält und daher verhältnismäßig leicht gelöst werden kann.

§ 4. Beispiel. Untersuchung einer Treppenwange.

Als Beispiel wähle ich eine Wendeltreppe, deren Tragwerk entweder aus einer massiven Laufplatte mit aufgesattelten Stufen oder aus zwei Wangen mit zwischengespannten Stufen besteht, und setze voraus, daß der Treppenlauf zwischen zwei festen, unmittelbar übereinanderliegenden Punkten AB eine zylindrische Schraubenlinie bildet (Abb. 6).

Bezeichnet man mit r den Halbmesser des Zylinders und mit h die Steigung der Schraubenlinie, so lautet die Gleichung der Bogenachse:

$$\begin{aligned} u &= r \cos \varphi, \\ v &= r \sin \varphi, \\ w &= \frac{h}{2\pi} \varphi. \end{aligned}$$

Die zugehörigen Richtungsbeizahlen sind:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \cos \varphi, & \beta_1 &= \sin \varphi, & \gamma_1 &= 0, \\ \alpha_2 &= -\varepsilon_1 \cdot \sin \varphi, & \beta_2 &= \varepsilon_1 \cdot \cos \varphi, & \gamma_2 &= \varepsilon_2, \\ \alpha_3 &= +\varepsilon_2 \cdot \sin \varphi, & \beta_3 &= -\varepsilon_2 \cdot \cos \varphi, & \gamma_3 &= \varepsilon_1. \end{aligned}$$

Hierin ist zur Abkürzung

$$\frac{r}{\sqrt{r^2 + \frac{h^2}{4\pi^2 r^2}}} = \varepsilon_1, \quad \frac{\frac{h}{2\pi}}{\sqrt{r^2 + \frac{h^2}{4\pi^2 r^2}}} = \varepsilon_2$$

gesetzt.

Durch einen Schnitt an der Stelle $\varphi = 0$ trenne ich das Tragwerk in zwei in bezug auf die u -Achse symmetrische Hälften AC und CB (Abb. 7). In dieser Weise entstehen zwei gleichartige, statisch bestimmte Freitragler. Ich ersetze ferner die inneren Widerstände der Schnittstelle durch drei Kräfte S^u, S^v, S^w und drei Kräftepaare T^λ, T^μ, T^ν , deren Richtungen und Drehachsen sich bei der unteren Trägerhälfte mit den positiven, bei der oberen mit den negativen Zweigen des u, v, w -Achsenkreuzes decken.

Betrachtet man zunächst die untere Trägerhälfte allein, so erfährt der Endquerschnitt C unter dem Einfluß der Kräftegruppe $S^u, S^v, S^w, T^\lambda, T^\mu, T^\nu$ einerseits und der äußeren Kräfte P_k' andererseits eine Verrückung δ' und eine Drehung ω' . Ebenso bringen die auf der oberen Trägerhälfte wirkenden äußeren Kräfte P_k'' und die Widerstände $S^u, S^v, S^w, T^\lambda, T^\mu, T^\nu$ eine Verschiebung δ'' und eine Drehung ω'' des Trennquerschnitts C hervor. Infolge des Zusammenhanges der beiden Trägerhälften müssen offenbar bei jeder Formänderung δ' mit δ'' , ω' mit ω'' vollkommen übereinstimmen. Diese Bedingung führt, wenn man den Einfluß aller inneren und äußeren Kräfte auf die elastischen Bewegungen des Querschnitts berücksichtigt, zu folgenden Elastizitätsgleichungen:

$$\begin{aligned} S^u \delta_u^u + T^\lambda \delta_\lambda^u &= -\frac{1}{2} (P_k' \delta_u^k + P_k'' \delta_u^k), \\ S^u \delta_\lambda^u + T^\lambda \omega_\lambda^u &= -\frac{1}{2} (P_k' \delta_\lambda^k + P_k'' \delta_\lambda^k), \\ S^u \delta_v^v + S^w \delta_w^v + T^\mu \delta_\mu^v + T^\nu \delta_\nu^v &= -\frac{1}{2} (P_k' \delta_v^k + P_k'' \delta_v^k), \\ S^v \delta_w^w + S^w \delta_w^w + T^\mu \delta_\mu^w + T^\nu \delta_\nu^w &= -\frac{1}{2} (P_k' \delta_w^k + P_k'' \delta_w^k), \\ S^v \delta_\mu^u + S^w \delta_\mu^w + T^\mu \omega_\mu^u + T^\nu \omega_\nu^u &= -\frac{1}{2} (P_k' \delta_\mu^k + P_k'' \delta_\mu^k), \\ S^v \delta_\nu^v + S^w \delta_\nu^w + T^\mu \omega_\mu^v + T^\nu \omega_\nu^v &= -\frac{1}{2} (P_k' \delta_\nu^k + P_k'' \delta_\nu^k). \end{aligned}$$

Aus den beiden ersten Gleichungen erhält man insbesondere für $P' = 1, P'' = 0$:

$$\begin{aligned} S^u \delta_u^u + T^\lambda \delta_\lambda^u &= -\frac{1}{2} \delta_u, \\ S^u \delta_\lambda^u + T^\lambda \omega_\lambda^u &= -\frac{1}{2} \delta_\lambda \end{aligned}$$

oder:

$$10) \dots \dots \dots \begin{cases} S^u = \frac{\delta_\lambda \cdot \delta_\lambda^u - \delta_u \cdot \omega_\lambda^u}{2 [\delta_u^u \cdot \omega_\lambda^u - (\delta_\lambda^u)^2]}, \\ T^\lambda = \frac{\delta_u \cdot \delta_\lambda^u - \delta_\lambda \cdot \delta_u^u}{2 [\delta_u^u \cdot \omega_\lambda^u - (\delta_\lambda^u)^2]}. \end{cases}$$

Hiermit ist die Ermittlung der beiden Einflußlinien für U und L auf die Bestimmung der elastischen Linien für die beiden Belastungszustände $S^u = 1$ und $T^\lambda = 1$ zurückgeführt.

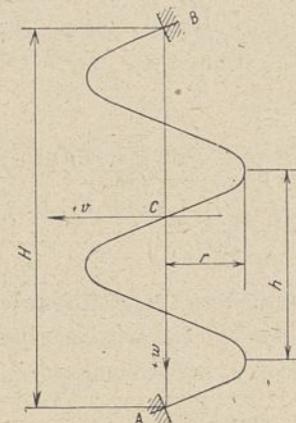


Abb. 6.

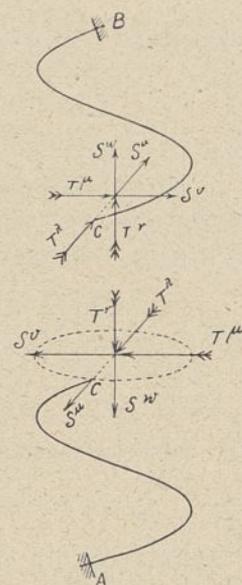


Abb. 7.

Sieht man vom äußerst geringen Einfluß der Achsial- und Scherkräfte auf die Formänderungsarbeit ab, so besteht die elastische Belastung aus den Gewichten

$$11) \begin{cases} p^{(u)} = \alpha_1 \frac{\xi'}{EJ_1} + \alpha_2 \frac{\eta'}{GJ_2} + \alpha_3 \frac{\zeta'}{EJ_3} \\ \quad = \cos \varphi \cdot \frac{\xi'}{EJ_1} - \varepsilon_1 \sin \varphi \cdot \frac{\eta'}{GJ_2} + \varepsilon_2 \sin \varphi \cdot \frac{\zeta'}{EJ_3}, \\ p^{(v)} = \beta_1 \frac{\xi'}{EJ_1} + \beta_2 \frac{\eta'}{GJ_2} + \beta_3 \frac{\zeta'}{EJ_3} \\ \quad = \sin \varphi \cdot \frac{\xi'}{EJ_1} + \varepsilon_1 \cos \varphi \cdot \frac{\eta'}{GJ_2} - \varepsilon_2 \cos \varphi \cdot \frac{\zeta'}{EJ_3}, \\ p^{(w)} = \gamma_1 \frac{\xi'}{EJ_1} + \gamma_2 \frac{\eta'}{GJ_2} + \gamma_3 \frac{\zeta'}{EJ_3} \\ \quad = \varepsilon_2 \frac{\eta'}{GJ_2} + \varepsilon_1 \frac{\zeta'}{EJ_3}; \end{cases}$$

sie ruft in einem Querschnitt J mit den Koordinaten u_i, v_i, w_i die Momente

$$12) \begin{cases} M^{(u)} = \delta_i^{(u)} = \int_A^J [p^v(w - w_i) - p^w(v - v_i)] ds, \\ M^{(v)} = \delta_i^{(v)} = \int_A^J [p^w(u - u_i) - p^u(w - w_i)] ds, \\ M^{(w)} = \delta_i^{(w)} = \int_A^J [p^u(v - v_i) - p^v(u - u_i)] ds \end{cases}$$

hervor. Da im vorliegenden Falle als veränderliche Belastung nur Kräfte, die der Zylinderachse parallel gerichtet sind, in Betracht kommen, so genügt es, die Ordinaten $\delta_i^{(w)}$ der elastischen Linie in Richtung der $(+w)$ -Achse zu bestimmen. Führt man in die dritte der letzten Gleichungen

$$ds = d\varphi \sqrt{\left(\frac{dw}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{dv}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{du}{d\varphi}\right)^2} = \frac{r}{\varepsilon_1} d\varphi,$$

$$u_i = r \cos \varphi_i, \quad v_i = r \sin \varphi_i$$

ein, nimmt man ferner an, daß der Treppenlauf zwischen den Widerlagern A und B $2n$ Voll-Windungen beschreibt, so erhält man:

$$\frac{\varepsilon_1}{r^2} \cdot \delta_i^{(w)} = \int_{\varphi_i}^{n\pi} (p^v \cos \varphi - p^u \sin \varphi) d\varphi - \cos \varphi_i \int_{\varphi_i}^{n\pi} p^v d\varphi + \sin \varphi_i \int_{\varphi_i}^{n\pi} p^u d\varphi,$$

oder allgemein für $\varphi_i = \varphi$:

$$13) \quad \frac{\varepsilon_1}{r^2} \cdot \delta_i^{(w)} = \int_{\varphi}^{n\pi} (p^v \cos \varphi - p^u \sin \varphi) d\varphi + \sin \varphi \int_{\varphi}^{n\pi} p^u d\varphi - \cos \varphi \int_{\varphi}^{n\pi} p^v d\varphi.$$

Die soeben abgeleiteten Formeln liefern, unter Zugrundelegung eines als Vergleichsmaß dienenden Trägheitsmomentes J_c und bei Benutzung der abkürzenden Bezeichnungen

$$\frac{h}{2\pi r} \left(\frac{EJ_c}{EJ_1} - \frac{EJ_c \varepsilon_1^2}{GJ_2} - \frac{EJ_c \varepsilon_2^2}{EJ_3} \right) = \alpha_1,$$

$$\frac{EJ_c h}{2\pi r} \left(\frac{\varepsilon_1^2}{GJ_2} + \frac{\varepsilon_2^2}{EJ_3} \right) = \alpha_2, \quad \varepsilon_1 \varepsilon_2 \left(\frac{EJ_c}{GJ_2} - \frac{EJ_c}{EJ_3} \right) = \alpha_3,$$

für den Belastungszustand $s^u = 1$:

$$\xi' = v\gamma_1 - w\beta_1 = -\frac{h}{2\pi} \varphi \sin \varphi,$$

$$\eta' = v\gamma_2 - w\beta_2 = -\varepsilon_1 \frac{h}{2\pi} \varphi \cos \varphi + r\varepsilon_2 \sin \varphi,$$

$$\zeta' = v\gamma_3 - w\beta_3 = +\varepsilon_2 \frac{h}{2\pi} \varphi \cos \varphi + r\varepsilon_1 \sin \varphi;$$

$$EJ_c p^u = -\alpha_1 \varphi \sin \varphi \cos \varphi - \alpha_3 \sin^2 \varphi,$$

$$EJ_c p^v = -\alpha_1 \varphi \sin^2 \varphi - \alpha_2 \varphi + \alpha_3 \sin \varphi \cos \varphi;$$

$$EJ_c \frac{\varepsilon_1}{r^3} \delta_u^{(w)} = \int_{\varphi}^{n\pi} (\alpha_3 \sin \varphi - \alpha_2 \varphi \cos \varphi) d\varphi - \sin \varphi \int_{\varphi}^{n\pi} (\alpha_1 \varphi \sin \varphi \cos \varphi + \alpha_3 \sin^2 \varphi) d\varphi + \cos \varphi \int_{\varphi}^{n\pi} (\alpha_1 \varphi \sin \varphi^2 + \alpha_2 \varphi - \alpha_3 \sin \varphi \cos \varphi) d\varphi.$$

Hieraus folgt unter der Voraussetzung unveränderlicher Trägheitsmomente und für gerade Zahlen n :

$$14) \quad EJ_c \frac{\varepsilon_1}{r^3} \delta_u^{(w)} = f_u = \frac{1}{4} \alpha_1 (n\pi + \varphi) [\sin \varphi + (n\pi - \varphi) \cos \varphi] - \alpha_2 [(1 - \cos \varphi) - \varphi \sin \varphi - \frac{1}{2}(n^2 \pi^2 - \varphi^2) \cos \varphi] - 1 \alpha_3 [(1 - \cos \varphi) + \frac{1}{2}(n\pi - \varphi) \sin \varphi].$$

Man erhält ebenso für den Belastungszustand $T^\lambda = 1$:

$$\xi' = \alpha_1 = \cos \varphi, \quad \eta' = \alpha_2 = -\varepsilon_1 \sin \varphi, \quad \zeta' = \alpha_3 = +\varepsilon_2 \sin \varphi;$$

$$\frac{h}{2\pi} \cdot \frac{EJ_c}{r} p^u = \alpha_1 \cos^2 \varphi + \alpha_2,$$

$$\frac{h}{2\pi} \cdot \frac{EJ_c}{r} p^v = \alpha_1 \cos \varphi \sin \varphi,$$

$$\frac{h}{2\pi} \cdot \frac{EJ_c}{r^3} \varepsilon_1 \delta_\lambda^{(w)} = -\alpha_2 \int_{\varphi}^{n\pi} \sin \varphi d\varphi + \sin \varphi \int_{\varphi}^{n\pi} (\alpha_1 \cos^2 \varphi + \alpha_2) d\varphi - \cos \varphi \int_{\varphi}^{n\pi} \alpha_1 \cos \varphi \sin \varphi d\varphi,$$

$$15) \quad \frac{h}{2\pi} \cdot \frac{EJ_c}{r^3} \varepsilon_1 \delta_\lambda^{(w)} = f_\lambda = \frac{1}{2} \alpha_1 \sin \varphi (n\pi - \varphi) + \alpha_2 [(1 - \cos \varphi) + \frac{1}{2} (n\pi - \varphi) \sin \varphi].$$

Die Beizahlen von S^u - und T^λ in der Gleichung (10) werden schließlich nach den aus der Gleichungsgruppe (4) abgeleiteten Formeln

$$\delta_u^u = \int_0^s \left[\frac{(v\gamma_1 - w\beta_1)^2}{EJ_1} + \frac{(v\gamma_2 - w\beta_2)^2}{GJ_2} + \frac{(v\gamma_3 - w\beta_3)^2}{EJ_3} \right] ds,$$

$$16a) \quad EJ_c \frac{\varepsilon_1}{r^2} \frac{\delta_u^u}{h} = n \left[\alpha_1 \left(\frac{n^2 \pi^2}{12} + \frac{1}{6} \right) + \alpha_2 \frac{\pi^2}{6} \left(n^2 + \frac{6r^2}{h^2} \right) + \alpha_3 \left(1 + \frac{2\pi r}{h} \frac{\varepsilon_2^2 - \varepsilon_1^2}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} \right) \right],$$

$$\delta_\lambda^u = \int_0^s \left[\frac{\alpha_1 (v\gamma_1 - w\beta_1)}{EJ_1} + \frac{\alpha_2 (v\gamma_2 - w\beta_2)}{GJ_2} + \frac{\alpha_3 (v\gamma_3 - w\beta_3)}{EJ_3} \right] ds,$$

$$16b) \quad \dots \dots EJ_c \frac{\varepsilon_1}{r^2} \delta_\lambda^u = n \frac{\pi}{4} (\alpha_1 - 2\alpha_3).$$

$$\omega_\lambda^u = \int_0^s \left[\frac{\alpha_1^2}{EJ_1} + \frac{\alpha_2^2}{GJ_2} + \frac{\alpha_3^2}{EJ_3} \right] ds,$$

$$16c) \quad \dots \dots EJ_c \frac{\varepsilon_1}{r^2} \cdot \omega_\lambda^u = \frac{n\pi^2}{h} (\alpha_1 + 2\alpha_2).$$

errechnet.

Die Lösung der Aufgabe ist besonders einfach, wenn die Elastizitätsziffern und die Trägheitsmomente der Gleichung

$$EJ_1 = GJ_2 = EJ_3 = EJ_c$$

genügen. Es ist dann

$$\alpha_1 = \alpha_3 = 0, \quad \alpha_2 = \frac{h}{2\pi r}, \quad \delta_\lambda^u = 0,$$

$$f_u = -\frac{h}{2\pi r} \left[(1 - \cos \varphi) - \varphi \sin \varphi - \frac{1}{2} (n^2 \pi^2 - \varphi^2) \cos \varphi \right],$$

$$f_\lambda = \frac{h}{2\pi r} \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{1}{2} (n\pi - \varphi) \sin \varphi \right],$$

$$EJ_c \frac{\varepsilon_1}{r^2} \frac{\delta_u^u}{h} = \frac{nh}{2\pi r} \cdot \frac{\pi^2}{6} \left(n^2 + \frac{6r^2}{h^2} \right),$$

$$EJ_c \frac{\varepsilon_1}{r^2} \cdot \omega_\lambda^u = \frac{1}{r} n\pi,$$

und man erhält unmittelbar aus den Gleichungen (10):

$$\begin{aligned}
 S^u &= -\frac{1}{2} \cdot \frac{\delta_u^u}{\delta_u^u} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{r}{h} \cdot \frac{f_u}{E J_c \cdot \varepsilon_1 \delta_u^u} \\
 &= \frac{(1 - \cos \varphi) - \varphi \sin \varphi - \frac{1}{2} (n^2 \pi^2 - \varphi^2) \cos \varphi}{n \pi \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} + \frac{2}{3} \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} n^2 \pi^2 \right)} \\
 T^\lambda &= -\frac{1}{2} \cdot \frac{\delta_\lambda}{\omega_\lambda^2} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{2 r \pi}{h} \cdot \frac{f_\lambda}{E J_c \varepsilon_1 \omega_\lambda^2} \\
 &= -\frac{r}{2 n \pi} \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{1}{2} (n \pi - \varphi) \sin \varphi \right].
 \end{aligned}$$

Für eine Geschoßhöhe $H = 2 n h$ ist

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{2 r \pi}{h} = \frac{H}{2 r \pi} \cdot 2 n,$$

oder wenn zur Abkürzung $\frac{2 r \pi}{H} = \psi$ gesetzt wird:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = 2 n \psi.$$

Aus den Gleichungen 17 folgt nunmehr

$$\begin{aligned}
 17a) \quad & \left(2 \psi \pi + \frac{\pi^3}{3 \psi} \right) S^u \\
 &= \frac{1}{n^2} \left[(1 - \cos \varphi) - \varphi \sin \varphi - \frac{1}{2} (n^2 \pi^2 - \varphi^2) \cos \varphi \right] = F_u, \\
 & -\frac{2 \pi}{r} \cdot T^\lambda = \frac{1}{n} \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{1}{2} (n \pi - \varphi) \sin \varphi \right] = F_\lambda.
 \end{aligned}$$

Mit Hilfe dieser Formel habe ich die Ordinaten der Einflußlinie für die drei Zahlen $n=2, n=4, n=8$ errechnet und in der Tafel I zusammengestellt. Die Ergebnisse sind außerdem durch die Kurvenscharen der Abb. 8 und 9 veranschaulicht. In der ersten Bildgruppe stellt die Abszissenachse die Abwicklung der Projektion der Bogenachse auf die u, v -Ebene dar. Man erkennt, daß, bis auf den Bereich in unmittelbarer Nähe des jeweiligen Auflagers, nur die Grundrißstellung der Last und nicht die Anzahl der Windungen für die Einflußgrößen von Belang ist. Diese Beobachtung wird durch die zweite Bildgruppe bestätigt, welche zeigt, daß Lasten, die in der gleichen Höhe angreifen, in

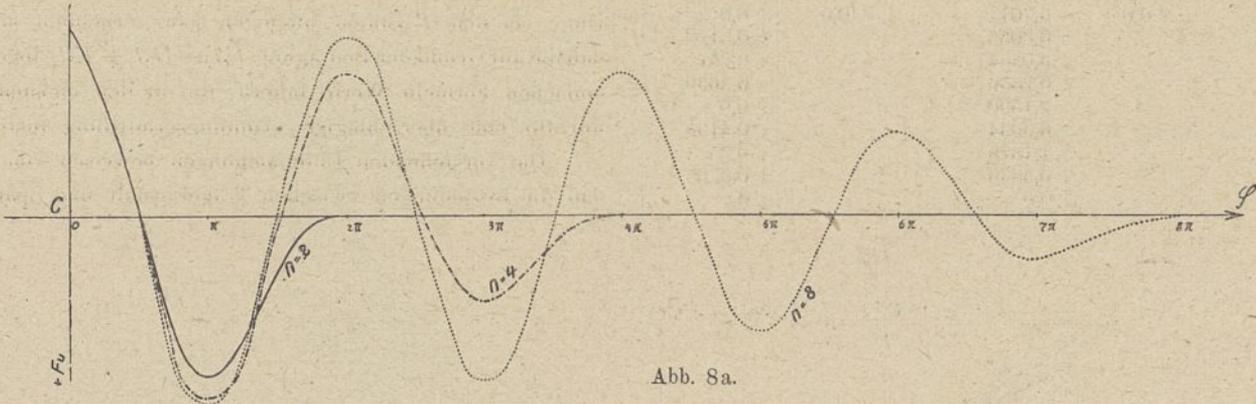


Abb. 8a.

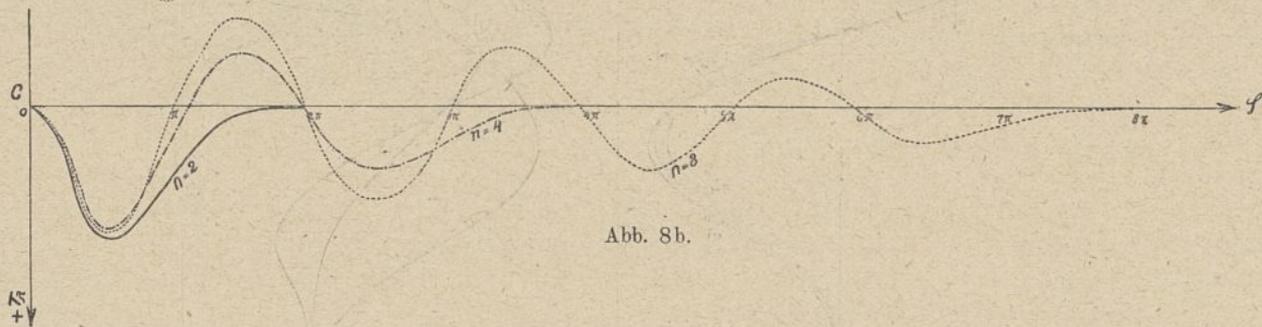


Abb. 8b.

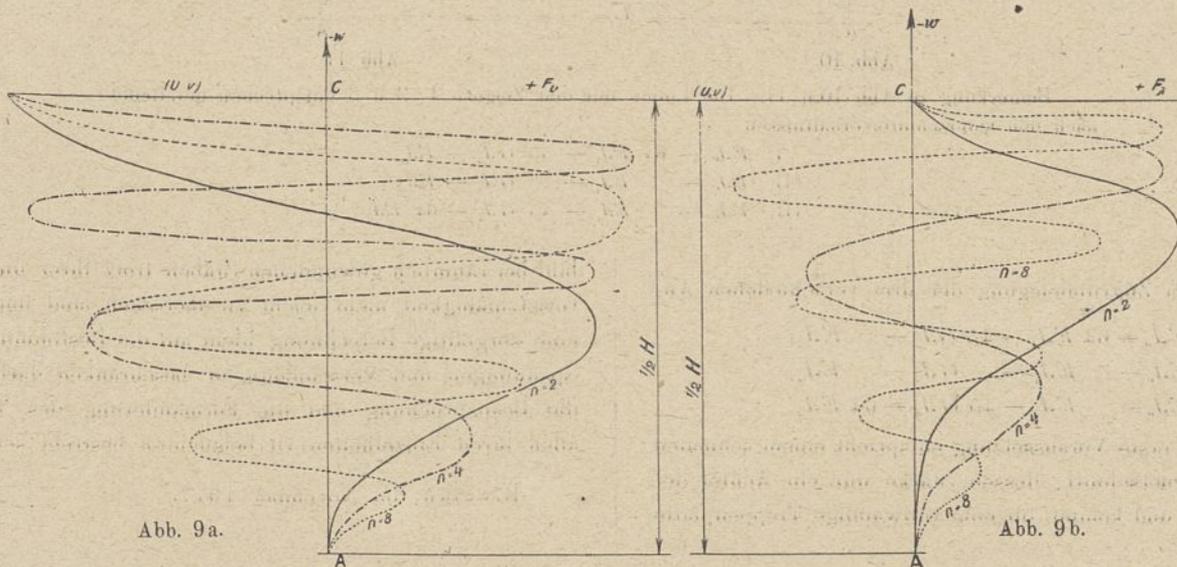


Abb. 9a.

Abb. 9b.

der Grundrißlage jedoch miteinander nicht übereinstimmen, die Spannungsverteilung in ganz verschiedenem Maße und auch in verschiedenem Sinne beeinflussen.

Um schließlich die Frage zu klären, ob das gegenseitige Verhältnis der Trägheitsmomente in der Größe der Einflußordinaten zu erkennen ist, habe ich mit Hilfe der Formeln 14, 15, 16 die Einflußlinien von S und T für einen Treppenlauf mit zwei vollen Windungen und dem Steigungsverhältnis

Tafel I.

	$n=2$	$n=4$	$n=8$	$n=2$	$n=4$	$n=8$
$q=0^\circ$	$F_u=$	$F_u=$	$F_u=$	$F_\lambda=$	$F_\lambda=$	$F_\lambda=$
0°	-4,9348	-4,9348	-4,9348	+0,0	+0,0	+0,0
45	-3,5005			0,6184		
90	-0,1427	-0,0357	-0,0089	1,6780	+1,5615	+1,5976
135	+3,009			1,5478		
180	+4,2011	+4,7513	+4,8889	1,0	+0,50	+0,25
225	+3,2474			0,437		
270	+1,4281	+0,357	+0,0893	0,1073	-0,6876	-1,1513
315	+0,2273			0,0076		
360	+0,0	-3,7011	-4,6263	0,0	0,0	+0,0
450		-0,4284	-0,1071		+0,8125	+1,2049
540		+0,284	+4,2721		+0,50	+0,25
630		+0,7497	+0,1874		+0,0625	-0,7586
720		+0,0	-3,7011		+0,0	+0,0
810			-0,2053		+0,8122	+0,25
900			+3,0384		+0,25	-0,3659
990			+0,2856			+0,0
1080			-2,1590			+0,4195
1170			-0,3034			+0,25
1260			+1,1878			+0,0268
1350			+0,3838			+0,0
1440			+0,0			

ohne Wangen in Betracht. Die zweite Annahme gilt für gedrungene, quadratische oder kreisförmige Querschnitte, die dritte bezieht sich auf einen hochstegigen, aber dünnwandigen Querschnitt, dessen Höhe gleich der achtfachen Breite ist, eine Bedingung, die am ehesten bei Treppenwangen erfüllt sein dürfte.

Tafel II.

	S_1^u	S_2^u	S_3^u	T_1^λ	T_2^λ	T_3^λ
$q=0^\circ$	-0,1441	-0,1410	-0,1312	-0,0100	+0,0	-0,0225
45	-0,1049	-0,0999	-0,0818	-0,02351	-0,0985	+0,1078
90	-0,0031	-0,0041	+0,0028	-0,3876	-0,2676	-0,2029
135	+0,0903	+0,0959	+0,0842	-0,2890	-0,2463	-0,3246
180	+0,1248	+0,1199	+0,1116	-0,1114	-0,1593	-0,3697
225	+0,0962	+0,0926	+0,0844	+0,0199	-0,0696	-0,3153
270	+0,0424	+0,0407	+0,0358	+0,0523	-0,0171	-0,1836
315	+0,0067	+0,0065	+0,0052	+0,0026	-0,0121	-0,0579
360	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0

Die Rechnungsergebnisse sind in der Tafel II zusammengefaßt und in den Abb. 10 und 11 veranschaulicht. Sie zeigen, daß bei gleichen Laststellungen die Unterschiede zwischen den Einflußordinaten bei den S -Linien verhältnismäßig gering, bei den T -Linien hingegen ganz erheblich sind und daß die auf Grund der Bedingung $EJ_1 = GJ_2 = EJ_3$ abgeleiteten einfachen Formeln Werte liefern, die in den meisten Fällen nur für eine überschlägige Spannungsermittlung ausreichen.

Die vorstehenden Untersuchungen beweisen von neuem, daß die Beziehungen zwischen Trägergestalt und Spannungs-

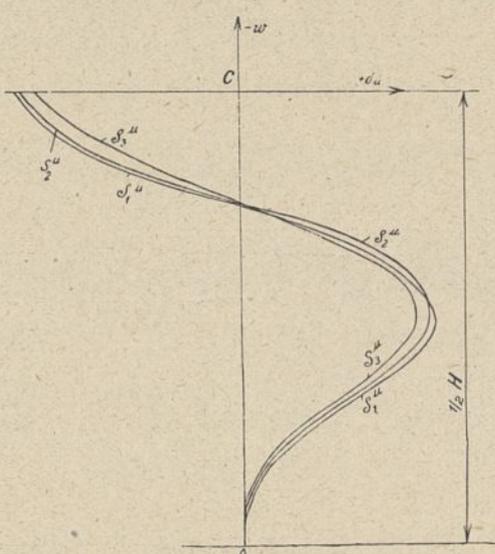


Abb. 10.

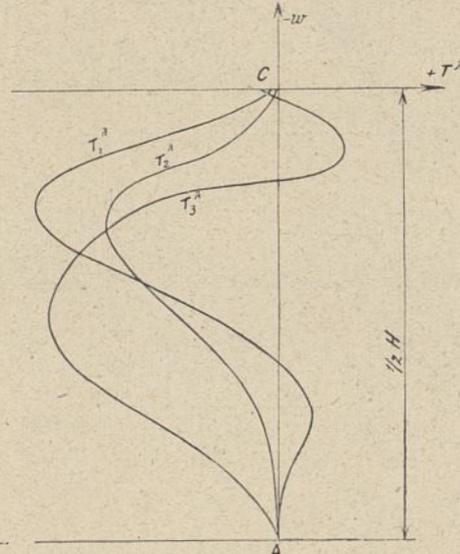


Abb. 11.

Bemerkung zu Abb. 10 u. 11. Die Linien mit den Zeigern 1, 2 u. 3 entsprechen der Reihe nach den Querschnittsverhältnissen:

- I. $EJ_c = 64 EJ_1 = 45 GJ_2 = EJ_3$
- II. $EJ_c = EJ_1 = GJ_2 = EJ_3$
- III. $EJ_c = EJ_1 = 45 GJ_2 = 64 EJ_3$

$\frac{2r\pi}{h} = \frac{5}{4}$ unter Zugrundelegung der drei verschiedenen Annahme $EJ_c = 64 EJ_1 = 45 GJ_2 = EJ_3$,
 $EJ_c = EJ_1 = GJ_2 = EJ_3$,
 $EJ_c = EJ_1 = 45 GJ_2 = 64 EJ_3$

errechnet. Die erste Voraussetzung entspricht einem schmalen rechteckigen Querschnitt, dessen Stärke nur ein Achtel der Breite beträgt, und kommt für eine vollwandige Treppenplatte

bild bei räumlich gewundenen Stäben trotz ihrer umfassenden Gesetzmäßigkeit nicht leicht zu übersehen sind und daß sich eine sorgfältige Berechnung nicht auf die Bestimmung einiger Spannungen und Verschiebungen beschränken darf, sondern die Beanspruchung und die Formänderung des Trägers in allen ihren Einzelheiten zu beleuchten bestrebt sein muß.

Breslau, im November 1917.