

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN

HERAUSGEGEBEN IM PREUSSISCHEN FINANZMINISTERIUM

SCHRIFTLITER: INGENIEURBAU RICHARD BERGIUS · HOCHBAU Dr.-Ing. GUSTAV LAMPMANN

78. JAHRGANG

BERLIN, JUNI 1928

HEFT 6

Alle Rechte vorbehalten.

Balthasar Neumann und seine Arbeitsweise.

Von Prof. Dr.-Ing. Adolf Zeller, Charlottenburg.

Das Unternehmen, in der Würzburger Residenz im Sommer 1921 eine Ausstellung von Plänen Balthasar Neumanns und solchen seiner größten Zeitgenossen auf dem Gebiete der Baukunst zu veranstalten, kam seinerzeit zur rechten Stunde. Schwebte doch damals über dem Werke dieses bisher unbestrittenen ganz Großen ein schwerer kunstgeschichtlicher Streit (1)! Die Verehrer des Würzburger Meisters — denn ein Meister wäre er auch dann, wenn seine Tätigkeit nur die des obersten Baudirektors gewesen wäre — werden mir daher nachfühlen, wenn ich den Versuch mache — ohne dabei der schwebenden Forschung zunahe treten zu wollen —, die damals dargebotenen Zeichnungen einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen (2). Es lassen sich aus diesem Verfahren, das naturgemäß dem im praktischen Berufe stehenden Architekten geläufiger ist, als die aus archivalischen Studien gewonnene Kritik, doch recht wertvolle und das innerste Wesen der Sache klärende Gesichtspunkte gewinnen, die man nicht übersehen darf, will man anders dem wirklichen Verlaufe eines so umfangreichen Bauwesens gerecht werden.

Zunächst das Verhältnis von Bauherr und Architekt. In unserer Zeit wird sich das öffentliche Bauwesen und selbst ein solcher Schloßbau — schon weil seine Finanzierung ohne Staatsmittel unmöglich wäre — im Rahmen einer Baukommission abspielen, der ein Stab von Sachverständigen zur Seite steht und die, teils hemmend, teils fördernd, je nach dem Naturell der Beauftragten allemal zu einem Kompromißbau führen, bei dem schlechtweg das Beste die G ed i e g e n h e i t d e r A u s f ü h r u n g ist, die in unserer Zeit zu seltener Höhe erhoben, in früheren Bauepochen nicht ihresgleichen hat. Mag man unsere Zeit als eine Tastende im Künstlerischen verdammen, im Konstruktiven wird sie sich immer sehen lassen können, von den Raffinements der Versorgung mit Wärme, Kraft, Licht und Wasser ganz zu schweigen!

Ganz anders das 18. Jahrhundert. Hier ist es nach alter Tradition der Bauherr, der die Triebfeder darstellt und dem sich anzupassen die besondere Kunst des Architekten sein mußte. Wir werden sehen, auch in dieser so notwendigen Lebenskunst war Neumann ein Meister!

I.

DIE URHEBERSCHAFT NEUMANNS AM RESIDENZBAU IN WÜRZBURG.

Nach der allgemeinen Tradition nimmt man für den Residenzbau in Würzburg drei Bauepochen an, richtiger eigentlich zwei Rohbauepochen unter den beiden Fürstbischöfen aus dem Hause Schönborn (3), eine Umbauepoche der Zopfzeit unter der Regierung des Fürstbischofs Adam Friedrich von Seinsheim und eine — übrigens wenig glückliche — innere Neuherrichtung zur Zeit der Toskana in Empire, die aber unser Thema nicht beeinflußt, sondern nur zeigt, daß auch bei so ausgesprochen ausgereifen Werken der Zeitgeschmack sich früher vor Eingriffen nicht scheute.

Neumanns früheste Zeit konnte naturgemäß nicht unabhängig von Einflüssen damals auf der Höhe stehender Fachgenossen bleiben. Er arbeitet den Absichten seines hohen Bauherrn entsprechend vom Kleinen ins Größere, er wächst an der Riesenarbeit; dazu kommt die vielseitige Bautätigkeit an dritten Orten, die ihm die für die Ausführung selbst so notwendige Routine und Erfahrung sichert. Aber die entscheidende Frage ist doch eben: wie weit konnte er Eigenes geben, wie weit hat er Konkurrenzarbeiten anderer benutzt oder im Auftrage seines Bauherrn in seine eigenen Entwürfe verarbeitet! Dies läßt sich meines Erachtens aus der Stilkritik allein überhaupt nicht erkennen, es tritt die Betrachtung des inneren Organismus, der Raumfolge wie der Konstruktion hinzu. Nach diesen Rücksichten seien die Blätter der erwähnten Ausstellung einer nachträglichen Betrachtung unterworfen (5 a).

Die Ausstellung der Pläne war in dieser Hinsicht etwas hinderlich, Späteres und Früheres folgte nicht hintereinander, wurde vielmehr nach Gruppen: Domwestseite, Residenzansichten (Stiche), Residenzgrundrisse, Zivilbauten usw. des Meisters geordnet. So wurde es dem Laien zwar verständlicher, der Fachgenosse kam aber um den Reiz, die Ausreifung des Meisters von Werk zu Werk verfolgen zu können.

Wir beginnen mit der Entwicklung der Residenzpläne. Anno 1700 hatte man einen kleineren Residenzbau begonnen. Er war nicht sehr groß, doch bot er mit zwei Sälen, 19 Zimmern im Obergeschoß und 15 Zimmern im Erdgeschoß ein behagliches Haus, das nur einen Fehler hatte: es war schlecht fundamementiert und mußte unbewohnt bleiben, weil Risse auftraten. (4)

Nach dem Tode Johann Philipps von Greifenklau 1719 wird die Schloßbaufrage wieder aufgegriffen. Der Nachfolger Johann Philipp Franz von Schönborn fand 1720 nach dem Tode des damals führenden Baumeisters Greising in Balthasar Neumann einen verständigen Mitarbeiter, der ihn schon bei Fertigstellung des von Greifenklau begonnenen Rückermainhofes gut bedient hatte. (5) So sehen wir ihn denn auch bald — in verantwortlicher Stellung als 52jährigen Artillerieleutnant — mit seinem Herrn an der Planung für eine neue Residenz arbeiten.

Blatt 286, Luitpoldmuseum, Slg. Eckert (Abb. 2) zeigt uns einen solchen Frühplan: Ein Mittelbau mit seitlichen Stiegen an der Durchfahrt, flankiert von zwei quadratischen Flügelbauten mit je 80 auf 100 Fuß großen Innen-

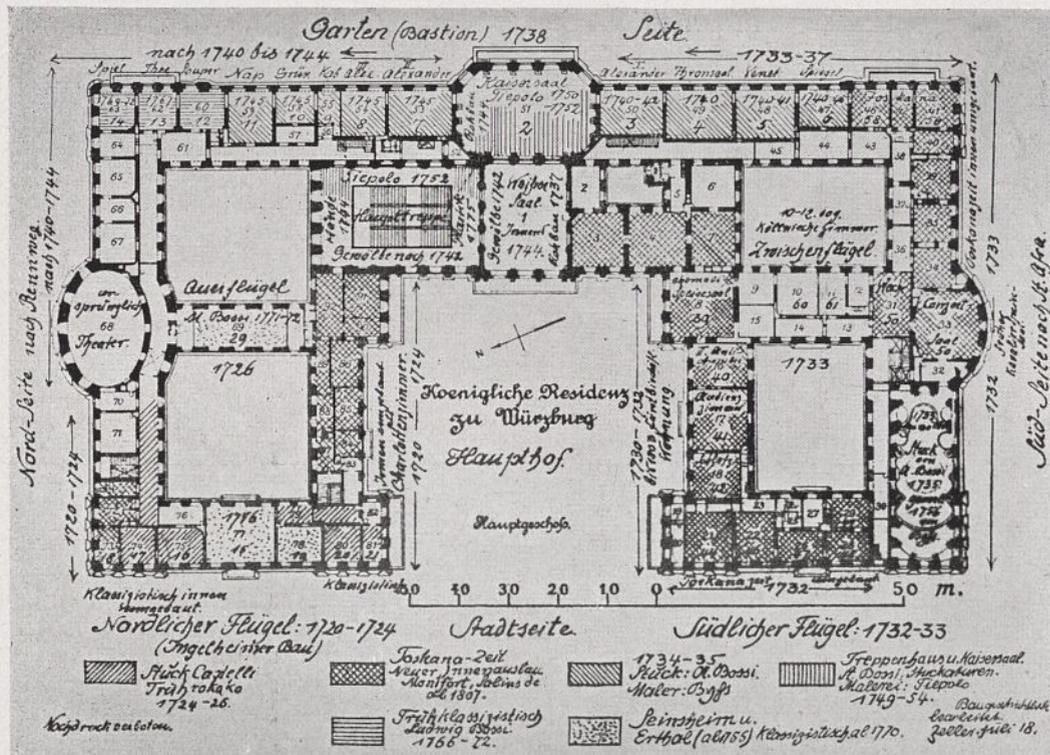


Abb. 1. Residenzbau. Bauabschnitte. (Nach Mader bearb. von Zeller.)

höfen. Die Korridore dieser Flügel laufen nach alter Baugewohnheit an den Höfen entlang, Durchfahrten (später nach der Westseite verlegt) in der Mitte, führen nach dem Ehrenhofe. Die Kapelle liegt im nördlichen Flügel in der nordöstlichen Ecke und geht durch zwei Geschosse. Die ausspringenden Ecken des Gesamtbaues sind schon als Risalite (also als Pavillons in der Dachlösung) betont. Die Gartenseite springt mit Mittelrisalit von Durchfahrtsbreite vor. Diese Idee der Gartenseite wurde mit einer geringen Variante, Mittelrisalit mit geschrägten Ecken, stets beibehalten. (6)

Blatt 289, Slg. Eckert (Abb. 5) ist die Ausweitung des vorhergehenden Projektes. Die Flügel nach der Stadt werden stark nach Westen vorgezogen, und zwei Höfe von je 100 Fuß im Quadrat, durch Verbindungsbauten getrennt, angelegt. Es entstehen so in jedem Flügelbau sechs Pavillons: Die Grundidee der späteren Gesamtgliederung ist damit namentlich für den Ehrenhof geschaffen. Dieser erhält dadurch die starke plastische Wirkung der Seitenwände, die ihn heute noch so anziehend macht. Das Korridor-System bleibt das gleiche, doch sind statt der in Abb. 2 in den Flügeln der Nord- und Südseite angelegten Nebentreppen solche nur in der Mitte des Westflügels vorgesehen. Die Anordnung der Haupttreppen wird verbessert; sie führen jetzt folgerichtiger mit dem Antritt einläufig beginnend von der Durchfahrt her in die Höhe, zweiläufig im Austritt, und ein kleiner Lichthof (L) trennt sie von der Dienertreppe neben dem Mittelsaal (Kaisersaal), der durch Abschrägung der Ecken die endgültige Gestaltung

erhielt. Auch hier also schon die Idee der Doppeltreppe seitlich der Durchfahrt (in Abb. 4 vergrößert dargestellt).

Die beschriebenen Blätter 286 und 289 sind ohne Unterschrift, die Bestimmung der einzelnen Räume ist mit brauner Tinte eingetragen (7); die Altäre sind durch eingezzeichnete Kreuze (+) charakterisiert. Die Gesamtlänge des Baues beträgt in beiden Fällen (500 Schuh gleich 52,6 cm) fast 600 Schuh; die Länge und Tiefe in Zentimeter bei Blatt 286 gleich 60 zu 19,8, bei Blatt 289 gleich 62,5 zu 34,6 (8).

Als eine weitere Ausgestaltung des Planes Nr. 289 erscheint mir Abb. 5 (Blatt 290 der Eckertschen Sammlung), jener gab das Obergeschoß, dieser zeigt das Erdgeschoß. Wesentlich ist hier die Verbindung der Innenhöfe mit dem offenen Ehrenhofe (cour d'honneur), Wiedereinführung von Nebentreppenhäusern in den inneren nordwestlichen und südwestlichen Winkeln der beiden Flügel nach der Stadt (wie sie jetzt für den Nordflügel noch bestehen). Klare Darstellung des Haupttreppenhausegewölbes (Kreuzgewölbe zwischen Pfeilern), Verlegung der Nebentreppe dahinter im nördlichen Flügel in die Kaisersaalecke, wodurch der Korridor am Haupttreppenhause entlang geführt werden kann (ebenfalls im jetzigen Bau ausgeführt!). Auffallend als eine bestimmende Aenderung ist die Einfügung zweier ovaler Räume in der Achse der Verbindungsflügel zwischen den Höfen, an den Schmalseiten in flacher Ausbuchtung nach außen sichtbar werdend. Ob von diesen Räumen der nördliche als Kapelle gedacht war, vermag ich nicht zu entscheiden; im

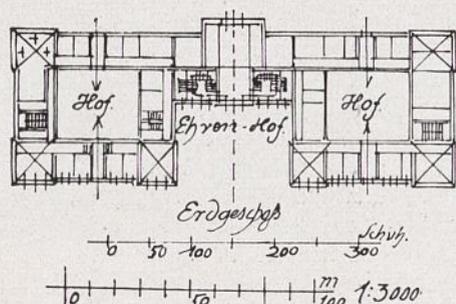


Abb. 2. Erster Entwurf mit zwei Innenhöfen. (Sammlung E. 286.)

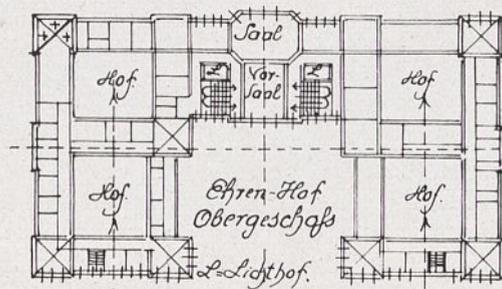


Abb. 3. Weitere Ausarbeitung des Planes mit vier Innenhöfen. (Sammlung E. 289.)

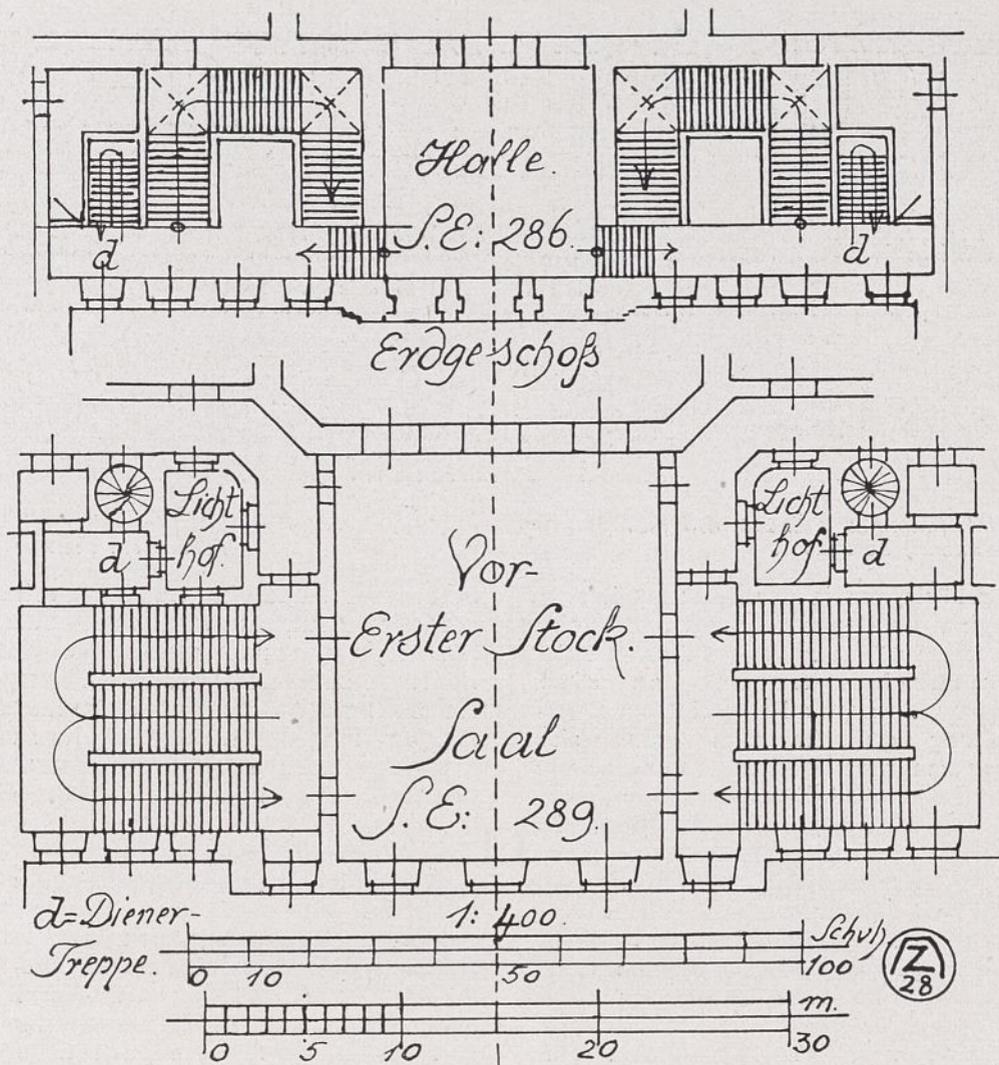


Abb. 4. Treppenhauseanordnung in Abb. 2 (Sammlung E. 286) und Abb. 3 (Sammlung E. 289).

Plan selbst ist jedenfalls in keiner Weise (etwa durch Beischrift oder durch Kreuze) eine derartige Absicht näher angedeutet (9). Der südliche enthielt nach den eingezeichneten Backöfen jedenfalls die Bäckerei.

Unmittelbar über Blatt 290 hing damals in der Ausstellung Blatt 291 (Abb. 6) nach dem Ausstellungsführer (10) von Welsch. Der so bezeichnete Plan hat keinerlei Beischriften; der Maßstab aber in Toisen (11) (20 Toises gleich 21,8 cm) läßt keinen Zweifel, daß er außerhalb Würzburgs entstanden ist. Der Plan hat 62,2 und 34,2 cm Länge und Tiefe, entspricht also Blatt 289 in den Abmessungen. Die sorgfältige Darstellung (z. B. die Einzeichnung der Öfen in rot) läßt auf eine Atelierarbeit schließen, bei der es mehr auf eine gute Wirkung als auf einen Ausführungsplan ankam.

Untersuchen wir nun einmal, da der Plan Blatt 291 als von Welsch kommend anzusprechen ist (12), die Vorzüge dieses Blattes gegenüber den früher besprochenen.

Zunächst fällt auf, daß an einem sehr Wichtigen, der Lage des Hauptstiegenhauses, nichts geändert ist, sie entspricht vielmehr der Fassung von Blatt 289; verschlechtert ist dagegen die Nebentreppe. Sie ist von den kleinen Lichthöfen ganz entfernt als Wendeltreppe ohne Licht in den Trakt hineingeschoben. Eine wesentliche Änderung ist in der Steigung der Haupttreppe eingeführt: sie enthält im ansteigenden Laufe einen Zwischenpodest! Hier ist entschieden eine monumentalere Gestaltung erzielt; das vorher etwas zusammengedrückte Treppenhause erhält nach der Längsrichtung mehr Luft, es gewinnt zweifellos. (Abb. 7). Diese Zwischenpodest-Anordnung kommt auch in dem besprochenen Blatt 290 vor; man darf sie also als aus einer Anregung des Planes von Welsch entsprungen betrachten. Ist dies auch der Fall, so müßten aber auch sonst wesentliche Züge der Gesamt-

disposition Welschs wiederkehren! Wie steht es nun damit? Die Gartenfront gibt darüber willkommenen Aufschluß. Im Welschschen Plane wird statt der glatten Front zwischen Eckpavillon und Mittelbau ein Oval eingeschoben, das diese Länge nochmals teilt und in gar keinem Zusammenhange mit den Querflügeln im Grundrisse steht! Dieser Saal soll nach außen einen auf zwei Säulen stehenden Balkon erhalten statt der schönen breitgelagerten der Ausführung!

Ist das wirklich eine Verbesserung oder gebührt nicht dem Bearbeiter des Würzburger Planes mit seiner kühlen Abwägung der Wirkung im Bilde und mit seinem technischen Verständnis, wie es sich in einer für den Dienstbetrieb so wichtigen Frage, wie der schon erwähnten Dienertreppe, offenbart, nicht entschieden der Vorzug?

Die Anordnung ovaler Räume in den Schmalseiten wie in Blatt 290 zeigt auch der Welschsche Plan; aber auch hier ist die Kapelle recht undeutlich markiert; man kann sie zur Not mit einem östlich ansetzenden sakristeiähnlichen Raume annehmen. Die Raumfluchtfolge nach der Gartenseite ist durch die Einfügung der ovalen Säle zerrissen, wie überhaupt, um es nochmals zu betonen, der Welschsche Plan einen sehr akademischen Eindruck macht, eben mehr auf zeichnerische Wirkung angelegt erscheint.

Nun wissen wir aus der Literatur, daß der Bauherr einen regen geistigen Austausch mit seinem Oheim in Mainz, dem Kurfürsten Lothar Franz von Schönborn pflegte (15), dem Welsch damals die Festung nach modernsten Grundsätzen ausbaute. Das mehrmalige Lob des jungen Neumann aus des Mainzer Meisters Mund ist bekannt (14), und es wäre unverständlich, wenn Neumann sich als unfähig erwiesen hätte, selbständig zu arbeiten. Man überlege einmal die ungeheuerere geistige

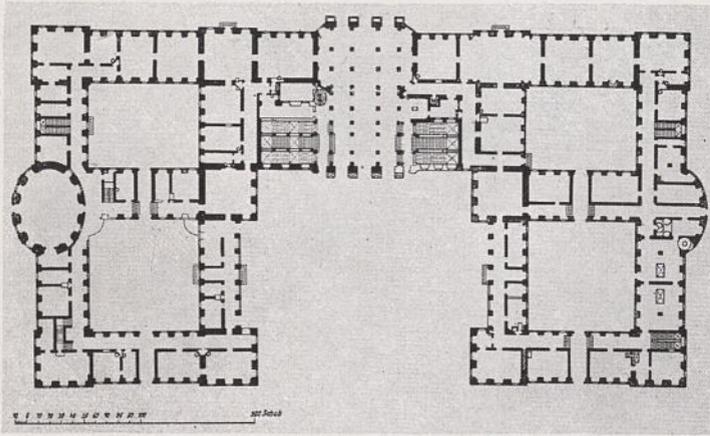


Abb. 5. Entwurfsblatt (Sammlung E. 290, Erdgeschoß)
(Neumann) ca. 1:2000.

Arbeit, die dazu gehörte, um in der kurzen Zeit etwa von 1719 bis zum Beginn der Bauarbeiten April 1720 eine solche Riesenanlage selbst an Hand von Plänen Dritter durchzuführen. Natürlich konnte es sich dabei nur um eine Gesamtdisposition handeln; die Gestaltung des Ausbaues ergab sich erst schrittweise mit dem Fortschritt der Bauarbeiten; erst um 1724 baut man am Hauptgeschoß an der nördlichen Seite des Ehrenhofes („über den Bögen im großen Hofe“), und im selben Jahre will Neumann die nördliche Front des Nordflügels hochbringen. Also mußte schon damals die Planung mit den ovalen Sälen feststehen! Um 1726 war der ganze westliche Hof des Nordbaues bis zur Dachhöhe gediehen: Süd-, West- und Nordfassade bis zu diesem Rund sowie der Querflügel sind erst unter Christoph Franz von Hutten, dem Nachfolger Schönborns, seit 1724 entstanden. Das Rund selbst wurde erst 1744 vollendet. (15).

Kehren wir zu der Planbesprechung zurück. Nachdem einmal feststand, mit Seitenflügeln mit doppelten Höfen zu arbeiten, mußte die weitere Einzelbearbeitung auf eine möglichst gute Verbindung der beiden Flügelbauten durch den Hauptbau ausgehen. Hier lag der Schwerpunkt des Gesamtwurfs, aber auch sein Mangel. Wir wissen schon aus dem Blatt 289 und 290, daß die Anlage eines Zwischenkorridors an einem besonderen kleinen Lichthofe neben der Haupttreppe diese für den inneren Verkehr so notwendige Verbindung schaffen sollte (16). Es ging doch nicht an und ist in der Tat auch heute nicht vollkommen gelöst, daß der Verkehr zwischen den beiden Hauptflügeln immer durch den weißen Saal an der Westseite führen mußte.

Auch die Beleuchtung der seitlich angeordneten Treppenhäuser war nicht einwandfrei, insofern die inneren Läufe kein direktes oder sehr schlechtes direktes Licht (durch den kleinen Lichthof) erhielten. Diese Versuche sind schon an den Plänen 289 und 290 durchgeführt, aber ungelöst. Auch der Umstand, daß die austretenden Läufe nur nach dem Hauptsaal (dem weißen) mündeten und kein umlaufender Seitenkorridor diesem Uebelstand abhalf, war bedenklich. Selbst die einseitige Lage eines Seitenkorridors in Blatt 290 (Abb. 5) konnte diesen Mangel nicht vollständig beseitigen. Die Treppenlösung hat bis zu ihrer Ausgestaltung viel Kopfzerbrechen gemacht; die Blätter 286 u. 287 z. B. zeigen Vorstudien, ersteres z. B. mit einer sehr breiten, im Erdgeschoß einläufig beginnenden Treppe (wie sie ähnlich das Deutschordenshaus in Mainz (17) nach 1750 zeigt), oben mit Verbindungsgang in zwei Varianten, innen und an der Fensterreihe, letztere als Lösung mehr vorzuziehen. Eine endgültige Lösung brachten diese Versuche übrigens nicht.

Noch unter dem ersten Bauherrn erfolgt daher 1725 ein entscheidender Schritt: der junge Baumeister reist auf Betreiben seines Auftraggebers und auf den Rat der Mainzer Freunde nach Paris, um dort in der großen

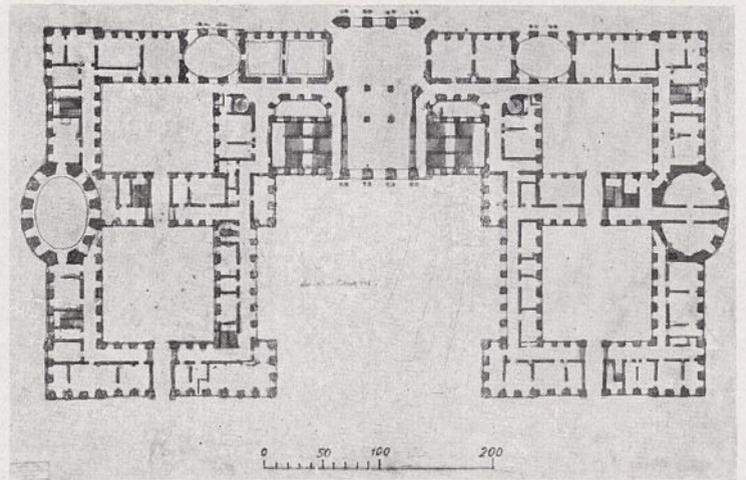


Abb. 6. Entwurfsblatt (Sammlung E. 291, Erdgeschoß)
(Welsch) ca. 1:2000.

Schule der damaligen Baukunst seine Pläne durch gutachtliche Äußerungen zweier damals besonders bekannter Architekten Robert de Cottes und Germain Boffrands zu prüfen (18). De Cotte legte in seinen Äußerungen besonderen Wert auf eine etwas großzügigere Ausgestaltung der Wohnräume im südlichen Flügel, und hat auch geraten, an Stelle des geplanten zweiten Treppenhauses eine Kapelle anzulegen (19). Später legt Neumann dem 11 Jahre jüngeren Boffrand seine Pläne vor, der nun freilich als kampflustiger Kollege gleich aufs Ganze geht und die Zusendung eines Projektes („etlicher Reiß“) mit der Post nach Würzburg verspricht. Besonders interessant ist, daß Boffrand vorschlägt: nur eine Hauptstiege zum Hineinfahren auf der linken Hand, „welch Stig in einen großen gang umb und umb, wie bereits in des Mons, de Cotte einer seiner Risse angetheit, in den andern blatz der stigen wie schon geweßen ein klein hof undt die antichamber an den „Sal de garde“ gleich anfangend, drittens die Capellen in den oval bleibte, aber gleichsamb noch ein langhauß in den mittleren zwischen bauh derer Höfe, wie Hier etwaß in bley gezeiget, beygeleget ist“ (20).

Vergleichen wir mit diesen Angaben weitere Blätter der Sammlung Eckert, 294 und 307: Es geht aus den Andeutungen Boffrands keineswegs hervor, daß Neumann Doppeltreppenhäuser im Sinne der jetzigen durch Boffrand beeinflussten Lösung geplant hat, sondern die Bemerkung bezieht sich eben auf die seither geplanten Stiegen an den Seiten der Einfahrt. Boffrands Vorschlag, die Stiege nur einseitig, aber durch Einbeziehung eines Umganges kommunikationsfähiger zu machen, darf als ein wesentlicher Schritt in der Vervollkommnung der Anlage bezeichnet werden, und es macht Neumann alle Ehre, diese Idee bereitwilligst zu übernehmen. (Abb. 8). Er zeigt damit seine geistige Ueberlegenheit, frei von jeder Künstlereifersucht, und hat damit im Gesamtplan einen mächtigen Schritt vorwärts getan. Boffrands Plan ist in der Tat auch im Juli 1724 in Würzburg angekommen (Abb. 9); er war als Blatt 305 der Eckertschen Sammlung ausgestellt. Befremdlich ist freilich der Mangel einer Unterschrift, die man bei einem Original eines fremden Künstlers erwarten konnte. Seinen auswärtigen Ursprung verrät er aber durch den Maßstab in Pieds (150 gleich 24 cm), Gesamtlänge des Planes 92 cm bei 50 cm Tiefe. Der Entwurf darf als eine großzügige Leistung bezeichnet werden, die zu besprechen aus mehreren Gründen nötig ist. Das enge Gewinkel des Lichthofes in den früheren Plänen neben der Haupttreppe wird kurzerhand entfernt, statt dessen — im Gegensatz zu den Äußerungen des Urhebers gegenüber Neumann — eine kolossale Doppeltreppe mit Stiegenhäusern von 16,6 mal 11,4 cm (5 cm gleich 50 pieds) angelegt, die ihr Licht von den beiderseitigen inneren Höfen erhält und an der Seite des Mitteltraktes von dem Ehrenhofe her. In

dieser Lage ist sie wenigstens einseitig endgültig erbaut worden. Das Verdienst Boffrands (oder auch de Cottés, wie Neumann in dem zitierten Briefe andeutet) liegt also in der Dis-

position der Treppe mit einem inneren Umgange. Gestützt wird dieser durch Säulen; erst Neumann legt die Treppe im Inneren ganz frei in eine gewaltige Halle; er verbessert wie so oft also auch hier den Bauplan nach der konstruktiven Seite. Bekanntlich hat auch hier Lukas von Hildebrandt vergeblich versucht, dem kühnen Meister in die Hand zu fallen. Die Wölbung in besonders hergestellten Leichtsteinen mit Verankerung im Dachwerk ist bei 18 m Spannweite und 50 m Länge in Form eines 5 m hohen Spiegelgewölbes auch heute noch eine überaus kühne technische Leistung.

Im Zusammenhange mit der Treppe disponiert Boffrand die Kapelle als ungewöhnlich großen Kirchenbau durch die ganze Länge des Zwischenbaues der nördlichen Höfe, den ovalen Saal der Nordseite als ihren Chor mit Galerieumgang und gestaltet die Südseite als Versammlungsraum mit seitlichem Zugange vom nördlichen Treppenhaus (21). Die Schloßkapelle von Versailles erstedt hier wieder in Frühkokokfassung mit ovalem Chor! Ganz im Gegensatz zur strengen klassischen Säulenarchitektur des Vorbildes arbeitet Boffrand mit in Front gestellten Doppelsäulen rein dekorativ. Auch den feierlichen Vorraum für den Kirchgang des Versailler Vorbildes ahmt Boffrand in einer quergelegten Vorhalle mit freien Doppelsäulenstellungen nach. Mochte das alles monumental sein, im Sinne des deutschen Repräsentationslebens war es nicht, das nie — auch nicht in der katholischen Kirche — den Kirchgang des Bischofs zu einem Hofschaustück machte, wie es das Hofzeremoniell Ludwigs XIV. verlangte. Boffrand rechnete eben nicht mit der behaglichen Bischofswohnung, die in allen Planungen Neumanns immer wieder zum Vorschein kommt (22).

Das 1750 entstandene Blatt 297 kommt diesem Ideal schon näher. Die Kapellenanlage in dem Boffrandschen Umfange wird verworfen, das Stiegenhaus beibehalten, statt der Pilaster und freien Säulen wendet Neumann zunächst freie Pfeiler an, um dann in späteren Fassungen zum Freiraum zu kommen (25).

Mit dem Jahre 1724 bricht die Bautätigkeit zunächst ab; das Interesse konzentriert sich unter Christoph Franz Frhr. von Hutten (1724—1729) auf den Ausbau des Nordtraktes. 1726 ist man am Querflügel tätig.

1729 besteigt der Reichsvizekanzler Fürstbischof Friedrich Karl den Bischofsthron. Nun beginnt mit dem Wiedereingreifen der Schönborne ein neuer Abschnitt hochgespanntester Bautätigkeit. Von 1705—1731 hatte dieser verdiente Mann am kaiserlichen Hofe in Wien in hervorragender Stelle gelebt, und nun schafft er zwei Dinge: eine fürstliche Wohnung für sich im Südflügel und einen Repräsentationsbau in der Gartenfront und im Mittelbau für die kaiserlichen Besuche, dessen spätere Dekoration ja auch ganz im Sinne der kaiserlichen Glanzzeit der Hohenstaufen und ihrer Beziehungen zu Würzburg als einer Parallele zur Habsburger Zeit des Bauherrn gedacht war.

Balthasar Neumann beginnt mit dem nördlichen Trakt des Südflügels 1730; bis 1732 ist die Fassade nach der

Stadt fertiggestellt; im gleichen Jahre der Zwischenflügel. Ende 1735 wird der östliche Eckpavillon vollendet; dann schreitet der Bau, der Süd- und Ostseite des

Ostflügels entlang, weiter bis 1737 zum Mittelpavillon auf der Ostseite, Sommer 1738 ist die „Facciata“ des Kaisersaales fertig. 1744 meldet Neumann die Vollendung des gesamten Außenbaues (24).

Ueber diese umfassende zweite große Bauperiode unterrichten eine Anzahl weiterer Blätter, die im Gegensatz zu den früheren auch mit den Namen ihrer Urheber gezeichnet sind; die wichtigsten sind die beiden Blätter 294 (25) und 297 (26) (Abb. 8) der Eckertschen Sammlung, am 25. September 1730 von

Neumann selbst untergeschrieben. Sie stellen Erdgeschoß und Hauptgeschoßgrundriß dar und sind bei der Konferenz in Wien als Unterlage benutzt worden. Beischriften in Blei (27), dazu die flüchtig eingeschriebene endgültige Benutzungsart der Räume zeigen, daß es sich um eine Beratung der Einrichtung der geplanten neuen Wohnung des Fürstbischofs im Südflügel handelt, deren Räume in Tusche eingetragen sind. In diesem Blatte legt Neumann die Kapelle zum ersten Male in die südwestliche Ecke (Abb. 8). Ihr Grundriß zeigt eine einfache Saalkirche mit zwei aus dem Kreis entwickelten Kuppeln, getrennt durch Gurtbogen, mit halbrunder Altarnische (Abb. 12 b).

Diese Fassung wurde nicht ausgeführt, erst 15 Jahre später, 1745, wurde der jetzige Bau geweiht, dessen konstruktives Gerüst Vierzehnheiligen verwandt ist und auf den wir noch zurückkommen. Die östliche Gartenfront zeigt durch eine punktierte Linie besonders betont die Türen der einzelnen Säle und Zimmer der Gartenfront in einer Flucht, die sog. „grande enfilade“ französischer Schloßbauten. Auch das gewaltige einseitig angelegte Treppenhaus zeichnet hier Neumann in ausgereifterer Form; mit kräftigen Pfeilern und vorgelegerten Säulen unterfängt er die starken Querwände des Obergeschosses; mit vorgeschobenen Säulen verkleinert er in genialer Weise die freie Spannweite der flachbogigen Decke des Gartensaales (salla terrena), den er oval im Grundriß gestaltet (Abb. 11).

Diesen sicher Neumann zuzuschreibenden Originalplänen wurden in der Ausstellung nun zwei sehr interessante Blätter des großen Wiener Architekten Lukas von Hildebrandt gegenübergestellt: Blatt 302 und 305, beide gez. „Joh. Luc. de Hildebrandt inven. et del. Apr. 1731“ (Abb. 10). Der geringe Zeitabstand in der Datierung beider Urheber weist darauf hin, daß Friedrich Karl von Schönborn sich bei der Wichtigkeit der Sache des Rates des ihm von seinem Wiener Aufenthalte her gut bekannten Fachmannes bediente (28).

Jedenfalls hatte Hildebrandt die Neumannschen Pläne in Händen, denn es steht die nachfolgende Notiz oben auf Blatt 302: „Grundriß der halb Hochfürstl. Residenz in Würzburg zu Ebner Erden, weil man anitzo bauen wird diese Seite, welche der andern schon gebauten auswändig gleich ist, hat man hier nicht vill zu erwiedern und bleiben die Gelegenheit den anderen abrissen schier uniform, Undt wan ein Profil von dem alten Gebäu vorhanden wäre gewest, hätte man auch zu diesem einen anderen gemacht, wie letztlich begehrt ist worden, indessen aber können sie die fundamenta vndt auch auß der Erden fahren, bey

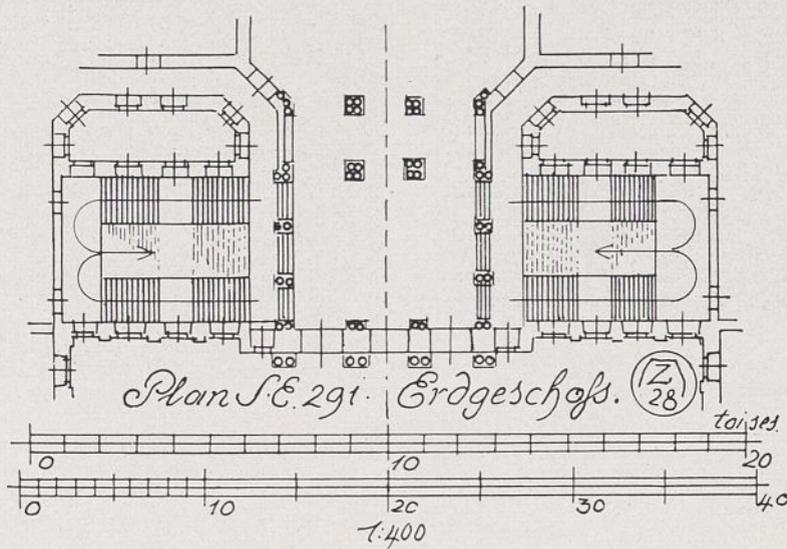


Abb. 7. Treppe mit Zwischenpodest nach Abb. 6. (Sammlung E. 291, Erdgeschoß.)

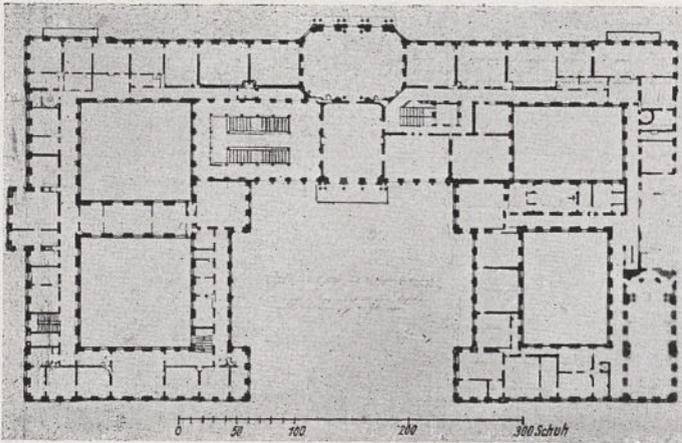


Abb. 8. Entwurfsblatt Sammlung E. 297,
Hauptgeschoß (Neumann), 25. Sept. 1750
ca. 1:2000.

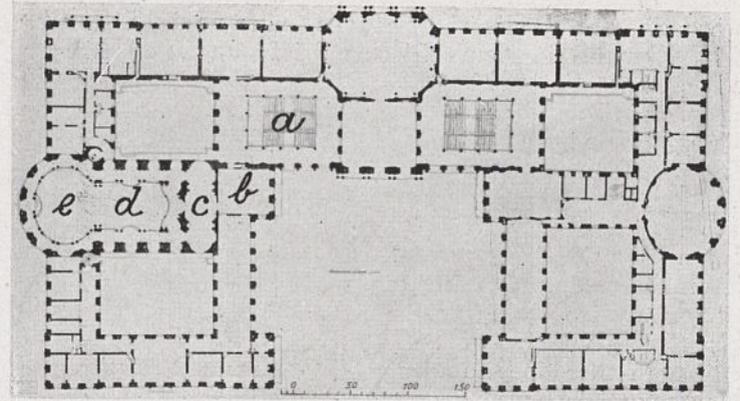


Abb. 9. Entwurfsblatt Sammlung E. 505,
Hauptgeschoß (Boffrand), 1724
ca. 1:2000.

In Abb. 9 bedeutet: a = Haupttreppenhaus, b = Vorraum im Pavillon, c = fürstbischöfliche Empore, d = Schiff der Kapelle mit seitlichen Emporen für die Beamten und den Hofstaat, e = Chor der Kapelle mit Umgang.

der Capellen aber wird man dato auß der Erde nichts anfangen.“

Hildebrandts Pläne sind in dünnen Tuschlinien gearbeitet, mit Neutraltinte angelegt, und mit Rötelstift sind zahlreiche Aenderungsvorschläge angedeutet, die dem Baukundigen, namentlich, wenn er das Arbeiten mit hochgestellten Personen erlebt hat, verraten, daß wohl lebhaft und recht schonungslos gegen die Zeichnung über die Einzelheiten beraten und gestritten wurde. Besonders auffallend ist die Anordnung der Kapelle, von der das vorher besprochene Blatt (29) anzeigte, daß Neumann sie bereits in den südwestlichen Trakt eingezeichnet hatte. Geradezu dürftig ist aber Hildebrandts Kapellengrundriß (Abb. 12 a)! Das übliche Schema der tonnengewölbten Saalkirche mit kleiner Querkuppel vor der Altarnische, dürftige Emporen und sehr nüchterner Innenwand, die auf Seitenlogen gar keinen Wert legt, obwohl die Rücksicht auf die Umgebung des Bauherrn diese gebieterisch forderte. Wie anders hat Neumann das Problem der Kapelle angefaßt! Er ordnet im Plan Nr. 307 von West nach Ost drei tangierende Ellipsen, die mittelste mit der großen Achse in die Längsachse gelegt, die andern beiden westlich und östlich in die Querachse fallend. Konstruktiv handelt es sich hier um höchst verwickelte und schwierige Widerlager-Anordnungen, die einerseits stützen und tragen, andererseits aber wieder freien Ausblick nach dem Altar geben sollen! Dazu noch die Schwierigkeit der Unterbringung der Besucher nach der Rangordnung! Im Erdgeschoß naturgemäß das allgemeine Publikum aus dem Pfarrsprengel, in kleinen Logen in Höhe des Erdgeschoßmezzanin die Bedienten (d. i. die

Beamten), in Höhe des Hauptgeschosses die Umgebung des Fürstbischofs. Seine eigene Loge (n) und ein besonderer Altarraum (m) über dem Hauptaltar im Erdgeschoß (Abb. 12 c): die mittelalterliche, mehrschossige Schloßkapelle ins Rokoko übersetzt!

Der erwähnte Plan 305 Hildebrandts zeigt keinerlei Datierung, zeigt auch gegenüber der Ausführung noch mancherlei andere Einzelheiten; so ist z. B. der Kaisersaal noch mit freistehenden Säulen ausgestattet, während er später Halbsäulen erhielt. Hildebrandt zeichnet nach Wiener Manier sogar Doppelsäulen. Nach Eckert, a. a. O. S. 92, ist er zwei Tage vor Absendung der Neumannschen Pläne in Würzburg eingetroffen. Welchem Zeitabschnitt der mit Nr. 307 bezeichnete Plan (30) angehört, läßt sich ungefähr feststellen, jedenfalls liegt er später wie der Hildebrandtsche; er zeigt nach Eckert S. 104 einige Korrekturen, die in Rötel in Nr. 305 eingezeichnet waren, in Ausarbeitung, stammt daher nach den Ausführungen Eckerts (S. 98) noch aus dem Spätjahr 1751.

Die Kapellenform selbst ist ein Vorläufer der Arbeiten für Vierzehnheiligen. Da die Kapelle schon im Rohbau September 1752 in den Umfassungsmauern, im Frühjahr 1755 im Dachstuhl und im August 1755 fertig gewölbt wurde, so müssen die Ausführungspläne 1751 oder spätestens Frühjahr 1752 fertig gewesen sein. Das Blatt 307, das demnach mehr einem Inventarplane entspricht, ist auch hinsichtlich seiner Darstellungsart bemerkenswert; das Mauerwerk in Tusche ausgefüllt, die Oefen in rot eingetragen, die Abmessungen in Blei beigefügt. Namentlich die Beheizung der Zimmer ist mit wahrhaft

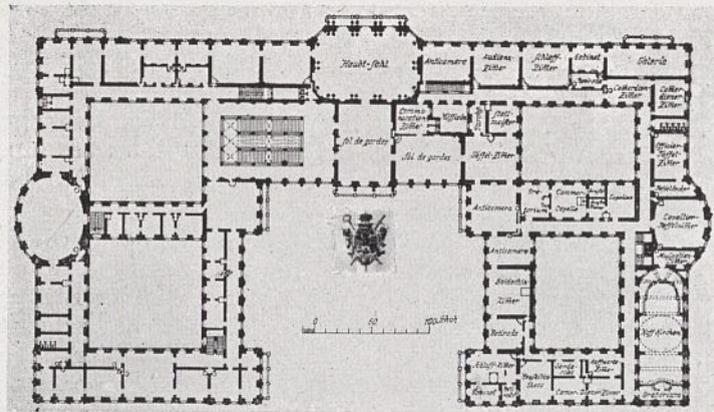
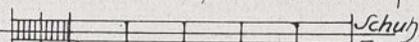
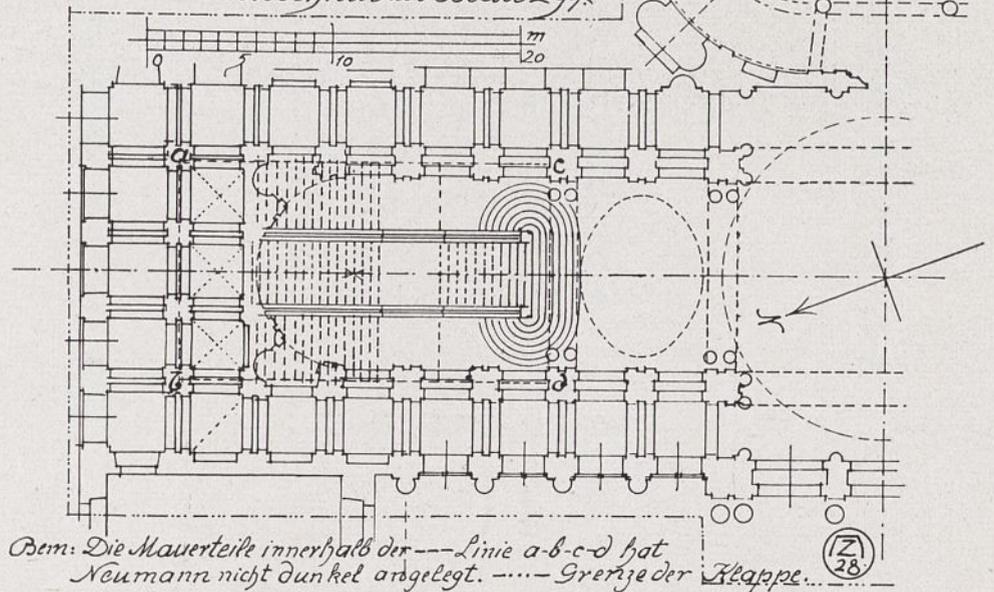


Abb. 10. Entwurfsblatt Sammlung E. 505
Hauptgeschoß (Hildebrandt), 1751
ca. 1:2000

Grundriß des Hochfürstl. Würzburg:
Residentz Gebäudes. untersten Stockes
auff dem Boden.

Beischrift: Ersterer Plan zur Ebenen Erde
corrigirt und eingerichtet bey seiner hoch-
fürstl. Gnaden in Wien den 25. Sept. 1730.
(geg.) Balthasar Neumann, Obrstlieutenant.

Maßstab:  Schuß
1:400. Ausschnitt aus Blatt: 294



Bem.: Die Mauerteile innerhalb der --- Linie a-b-c-d hat
Neumann nicht dunkel angelegt. ---- Grenze der Klappe.

Abb. 11. Ausschnitt aus Sammlung E. 294. Grundriß zu ebener Erde.
Anlage des Treppenhauses vom 25. September 1730 nach Neumann.

liebvoller Sorgfalt durchgeführt. Durch Herstellung einer besonderen, vom Korridor aus zugänglichen Heizkammer konnten z. B. drei Räume der Bischofswohnung, darunter auch die Bibliothek, von außen geheizt werden. Man vermied durch die unmittelbar anstoßende Lage einer halben Wendelstiege den mühseligen Holztransport über lange Korridore und Haupttreppen (Abb. 15).

Fassen wir das Resultat dieser Darstellung zusammen: Erster Bauabschnitt: Ungeheure geistige Konzentration, um zu Beginn der Bauarbeiten Spätjahr 1719—1720 bald einen generellen Plan (Blätter 286 und 289) zu haben. Schon hier grundlegende Motive der Ausführung entwickelt: Doppelte Höfe mit Verbindungsbauten, Eckpavillons, Mittelrisalit Gartenseite, Hauptstiegen symmetrisch zur Durchfahrt. Es folgen Anregungen nach Plänen von Hildebrandt und besonders von Welsch: Einfügung ovaler Räume in Mitten der Seitenansichten und in der Achse der Verbindungsbauten zwischen den Höfen, Einfügung der Zwischenpodeste in die Läufe der Hauptstiege, aber auch nicht mehr.

Umständliche Vorstudien zwischen 1720—1723 für eine bessere Kommunikation und Beleuchtung für das Haupttreppenhaus (Blätter 286, 287, 289, 290) und Verbindung mit Paris anno 1725. De Cottes und Boffrands Ratschläge, Annahme des Haupttreppenhauses mit einem Gang „umb und umb“.

Zweiter Bauabschnitt mit dem nördlichen Trakt des Südflügels; hier Neumanns Ueberlegenheit in der Einrichtung der Wohnung nach wohntechnischen Gesichtspunkten und die endgültige Lage der Hofkapelle in der südwestlichen Ecke; Verbesserung des Treppenhauses nach der konstruktiven Seite (Blatt 294 und 297), Ueberwölbung ohne Stützen, bekannt durch die tadelnde Bemerkung Hildebrandts: „Er wolle sich darin hängen lassen, wenn die (weitgespannte) Decke hielte! (31).

Alle Stadien dieses gewaltigen Baues zeigen auch in den Plänen, wie sehr Neumann schließlich als Ausführender das Heft in der Hand behielt, wie er als vorurteilsfreier Mann das Gute in der Konkurrenz — oder besser in den Gutachterplänen seiner älteren Kollegen —, die sein Bauherr zu Rate zog, annahm, aber auch hier die bessernde Hand anlegt, ja durch seine Arbeit sie erst ausführungsfähig machte. Ob bei der Ausstattung, wie z. B. beim Hofgitter oder beim Altar der Kapelle einzelne Künstler besondere Risse machten, hat für die Urheberschaft Neumanns als Residenzbaumeister gar keine Bedeutung; auch heute pflegt bei Monumentalbauten ein Stab von Künstlern beim Ausbau das Werk des leitenden Architekten zu unterstützen und zu bereichern. Er konnte in der Tat von sich sagen: „Ich habe Gott lob die Vortheil, das waß andere allein mit lehr schreiben und teorie mit so langer Zeitverlierung oder nichts profidiren, ich in praxi darthun werdt.“ (32).

ANMERKUNGEN ZU ABSCHNITT I.

1) Vergl. Zentralblatt der Bauverwaltung: 8. Januar 1921, Nr. 3: „Balthasar Neumanns Bild in der Deutschen Baugeschichte“. Dr. R. Pfister und Dr. R. Sedlmaier; desgl. 16. April 1921, Nr. 31: „Aus den ersten Baujahren der Würzburger Residenz“, von Dr. Karl Lohmeyer in Heidelberg. Ferner die wichtigen Besprechungen des Werkes von Dr. Pfister und Dr. R. Sedlmaier: „Die Fürstbischöfliche Residenz in

W.“ (Verlag Gg. Müller, München. 1925) von Dr. Walter Boll in: Beiträge zur deutschen Kunst. Bd. I. 1927, S. 306 ff. — Eckert, B. N. und die Würzburger Residenz. Repertorium für Kunstwissenschaft. XLIII. 1921, S. 99 ff.

2) Der vorstehende Aufsatz entstand auf Grund einer mehrtägigen Besichtigung der Ausstellung und vor den Plänen selbst; Herbst 1922 hatte ich dann Gelegenheit, die Sammlung

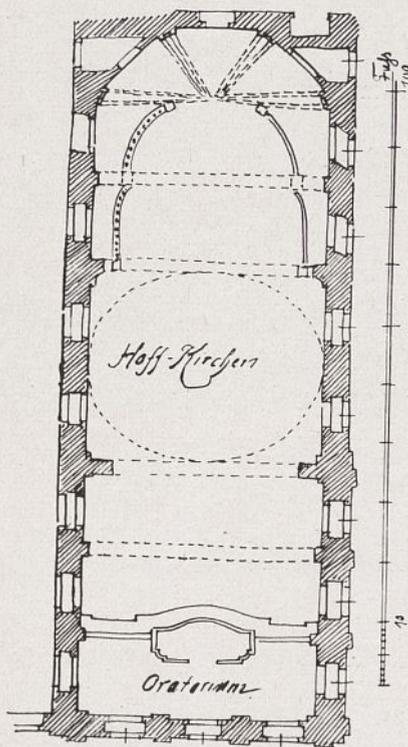
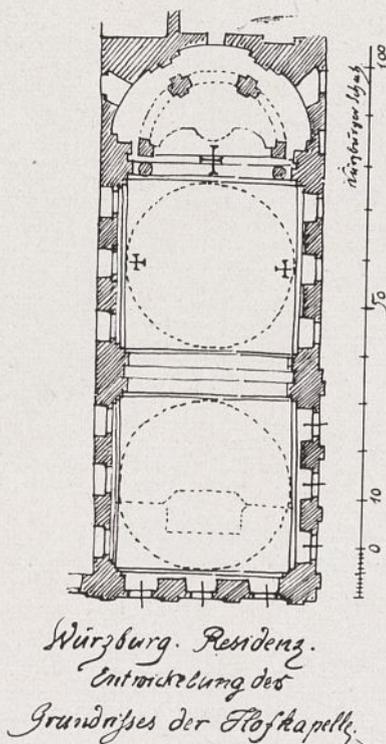


Abb. 12a. Entwurf nach Sammlung E. 505, Hildebrandt 1731.



Würzburg. Residenz.
Entwicklung des
Grundrisses der Hofkapelle.

Abb. 12b. Entwurf nach Sammlung E. 297, Neumann 1750.

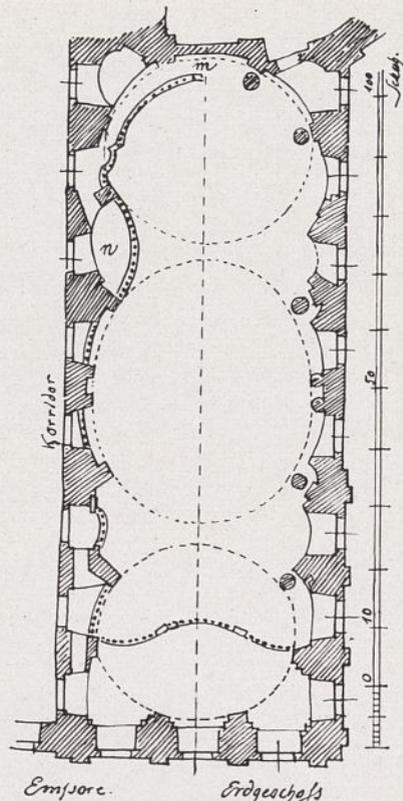


Abb. 12c. Ausführung Sammlung E. 307, Neumann 1751.

Eckert selbst im Luitpoldmuseum durchzusehen, Photographien herzustellen und einiges zu kopieren, was für die Beweisführung mir von Wichtigkeit schien. Die Veröffentlichung des Aufsatzes unterblieb infolge der Inflation. Da die inzwischen erfolgte Durchsicht der reichen Literatur über Balthasar Neumann mich nur von der Richtigkeit meiner Auffassung hinsichtlich der Bedeutung Neumanns vornehmlich auch als Konstrukteur (wir würden ihn heute Hochbauingenieur nennen) bestärkte, so veröffentliche ich den Aufsatz, wenn auch verspätet, unter Beifügung von Hinweisen auf die wichtigste Literatur bezüglich der speziellen Einzelfragen. Als solche ist zu nennen:

Karl Lohmeyer, Die Briefe Balthasar Neumanns an Fürstbischof Friedrich Karl von Schönborn. Gebr. Hofer 1921, sowie dessen früheres Bändchen: die Briefe Balthasar Neumanns von seiner Pariser Studienreise 1725. — L. Schwann, Düsseldorf 1911.

Dr. phil. Georg Eckert, Balthasar Neumann und die Würzburger Residenzpläne. (Studien zur deutschen Kunstgeschichte, Heft 205. Straßburg 1917, Heitz u. Mündel). sowie die erste Schrift über Neumann:

Dr. phil. Josef Keller, Balthasar Neumann, Würzburg. E. Bauer. 1896. — Ferner „Die Kunstdenkmäler Bayerns, Unterfranken“, speziell Bd. XII. Würzburg usw. usw.

Ich bemerke ausdrücklich, daß ich in erster Linie Neumann als Konstrukteur, Organisator und Techniker zu schildern suche.

5) Zum besseren Verständnis der verwandtschaftlichen Beziehungen gebe ich hier eine Stammtafel des rheinländischen Geschlechtes der Schönborne, 1701 in den Reichsgrafenstand erhoben:

Johann Philipp, geb. 1605, 1647 bis 1673 Kurfürst von Mainz; seit 1642 Fürstbischof in Würzburg.

Sein Neffe: Lothar Franz, geb. 1655, 1695—1729 Kurfürst in Mainz, seit 1695 auch Fürstbischof in Bamberg.

Sein Bruder: Melchior Friedrich, seit 1701 im Reichsgrafenstand, vermählt mit Sophie von Bönenburg; hatte 7 Söhne und 7 Töchter.

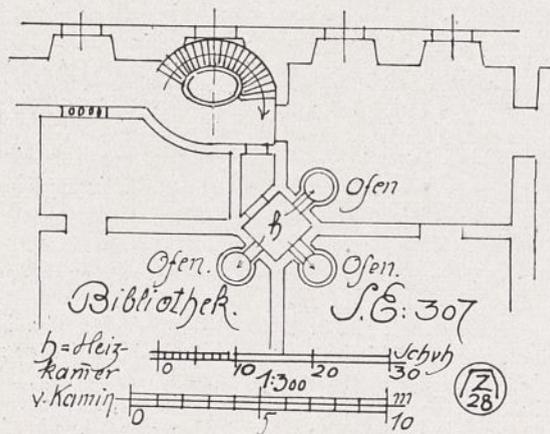


Abb. 15. Einzelheiten aus Blatt 307, Sammlung E. Aufstellung der Oefen, Nebentreppe.

Aeltester Sohn: Johann Philipp Franz, 1719 Fürstbischof in Würzburg, † 1724, beginnt den Würzburger Schloßbau.

Der zweite Sohn: Friedrich Karl, seit 1705 Vicekanzler in Wien, seit 1708 auch Koadjutor und seit 1729 in Bamberg, 1729—1746, Fürstbischof in Bamberg und in Würzburg, vollendet den Würzburger Schloßbau.

Der dritte Sohn: Damian Hugo, 1716 Fürstbischof in Speier und seit 1715 römischer Kardinal, baut Schloß Bruchsal.

Der vierte Sohn: Franz Georg, 1729—1756, Kurfürst in Trier, Erbauer von Ehrenbreitstein; Neumanns besonderer Gönner (vergl. Lohmeyer, S. 251, Note 52 und S. VIII).

Der fünfte Sohn: Rudolf Franz Erwein ist Besitzer von Wiesentheid, Großhofmeister von Mainz, Kais. und Kurmainz. Geh. Rat. 1677—1754.

3a) Eckert bespricht die Arbeitsweise Neumanns sehr eingehend auf S. 14 bis 16, und erwähnt, was ja auch in der Natur der Sache liegt, daß Neumann z. B. „die ornamentale Ausschmückung der Räume nicht selbst schafft, sondern sie Innenkünstlern überläßt, die unter seiner Leitung arbeiten“ (vergl. dazu später z. B. Fischer). Und auch der Bauherr hat darin eine ganze richtige Einsicht, wenn er sagt: „Verzierungen in die Zimmer, diese gehören nicht zum Bauen“ usw. Trotzdem hat Neumann vielfach auch bei bestimmten Bauteilen selbst sich an der Aufstellung der sogenannten Werkzeichnung beteiligt, so z. B. bei Feststellungen der Säulenstellungen am Residenzbau, den Oratorien der Hofkirche, bei Altarentwürfen usw. Er war, wie Eckert (S. 15) ganz richtig betont, in erster Linie der „raumschöpfende Architekt“.

4) Ueber diesen Bau siehe Eckert, a. a. O., S. 4—7; Plan, Taf. I, 1.

5) Siehe Kunstdenkmäler Bayern, Unterfranken XII, Stadt Würzburg, von Felix Mader, S. 614. Es handelte sich um den Anteil Neumanns bei Beseitigung der Beengung der Markt-gasse durch den geplanten Nordflügel des Rückermainbaues (1721 errichtet). — Lohmeyer, Briefe an Friedrich Karl, setzt in Vorrede S. IV Januar 1729 als Beginn der Planung an.

6) Das Blatt 286 ist bei Eckert, a. a. O., Taf. I, Abb. 2, veröffentlicht, so daß die näheren Einzel-

- heiten hier entnommen werden können. Bezüglich der Zwischenentwürfe bis zu Blatt 289 siehe Näheres ebenda S. 24 ff.
- 7) Nach Eckert, a. a. O., Seite 29, stammt die Eintragung der Bezeichnungen von Neumanns Hand.
 - 8) Das Maß ist ein Fuß gleich 0,2919 m, die Elle gleich 0,835 m. Da in der Reichsstadt Frankfurt der Fuß oder Schuh gleich 0,2846 m galt, so nehme ich an, daß auch in Würzburg Fuß und Schuh die gleiche Maßeinheit bedeuteten. Der Maßstab der genannten Blätter wäre demnach ungefähr 1 : 200.
 - 9) Eckert, a. a. O., S. 50, nimmt an, daß damals die Absicht bestand, die Hofkirche im Nordflügel anzuordnen. — Jedenfalls ist erst mit dem Projekte Boffrands (Abb. 9) dieser Baugedanke zu einer — wenn auch sehr großzügigen — Lösung durchgearbeitet worden. Die Einführung des Ovals schreibt er Welschs Einfluß zu, ein Baugedanke, den der Bauherr dann in der Ausführung übernahm.
 - 10) „Die Balthasar-Neumann-Ausstellung“ von F. Knapp, S. 6.
 - 11) Das Maß toise, zu deutsch Klafter = 6 gemeine Schuh; une toise marquée par pieds = ein in Schuh abgeteiltes Klaftermaß; Vauban gibt in seinem *Traité de geometrie et fortification* die toise mit 6 geometrische Fuß (pieds géométriques) an. Ein Fuß = 12 pouces (Zoll).
 - 12) Eckert, a. a. O., S. 51, nimmt die Urheberschaft Welschs bestimmt an. Keller hat S. 54 ff. seines zitierten Werkes den beratenden Einfluß Welschs († 14. 10. 1745) auf das Bauwesen des Fürstbistums eingehend erörtert. Weiteres über Welsch bei Lohmeyer, a. a. O., S. 226 ff. in Note 56; ferner Briefe Nr. 56, 65, 64 (Februar 1720).
 - 13) Der Briefwechsel des Bauherrn mit seinem Oheim sowohl, als dessen Briefwechsel mit den verschiedenen Brüdern des Bauherrn (vergl. den Stammbaum, Note 5) ist von Lohmeyer unter dem Titel: „Dokumente aus den ersten Baujahren der Würzburger Residenz“ auf Seite 175 bis 215 des in Note 2 genannten Buches herausgegeben. Er entbehrt nicht einer gewissen Komik, denn alle Brüder sind sich mit dem Onkel (natürlich nur untereinander) über den Bauherrn einig, „daß er gar kein Reiß versteht“ (Brief 74 vom 27. Februar 1720) und außerordentlich hartnäckig darin sei, seine eigenen Ideen in die sowohl von Mainz, als von Wien zur Verfügung gestellten Pläne einzufügen bzw. sie danach umzuändern. Im Brief 46 vom 6. Februar 1720 äußert Lothar Franz sich mißmutig gegenüber Friedrich Karl über den Bauherrn:

„Zu wünschen wäre, daß der Herr Bauherr ein wenig eine mehrere Ideam von der Bau Kunst hette, den maßstaab besser Verstünde vndt nicht allzusehr auff seine gedanken Versessen wäre, in dem er Ein mahl keinen grundriß Verstehet, vndt sich doch nicht gerne will widersprechen lassen, wie wohlen ich doch hierbey melden muß, das er unsere hiesige (nämlich Mainzer von Welsch) concepten noch nicht gesehen hat, Unterdessen wird er seinen ingenieur Neumann schwewrlich hinunter (nämlich nach Mainz) schicken, in dem er Ihm Viele schlechte concepten reysen vndt zu papier bringen mues, also das ich glaube, dieser guethe Mensch verdt noch blindt darüber werden, diesem guethen Menschen aber wohl zu gönnen were, das sein Herr ihn noch hinaus schicken vndt ihm was solides lernen lise.“ Jedenfalls hatte dieser boshafte Brief das Gute, daß in Verfolgung der verschiedenen Planungen sich schließlich die Reise Neumanns nach Paris als wünschenswert ergab und daß Lothar Franz am 27. Februar 20 bissig an den Reichsvizekanzler schreibt, daß „der Herr RVC mit dem Jean Luca und sambt dem Prinzen Eugen eben wenig Ehr mit Euerem Reiß aufheben weret, als ich der Von Erthal vndt der Oberst-Leutn. Welsch mit dem unsrigen wirklich auffgehoben haben . . . Mich reuet inzwischen, daß ich Mich ein Viertelstundt mit dem riß amusiret habe!“
 - 14) Bem.: siehe Dr. Jos. Keller, „Balthasar Neumann“, S. 55, Brief vom 28. März 1722, „Lob über die Risse“; und Lohmeyer, Centralblatt S. 190, Brief vom 17. Oktober 1719 „Lob über seine gute „application“.
 - 15) Jahreszahlen nach Mader, Residenzbau, Bauaktenangaben S. 415 ff. Die feierliche Grundsteinlegung 22. Mai 1720.
 - 16) Im Schlosse des Grafen Brühl in Pforten bei Forst, L., errichtet 1741—47, das ich von 1918—1922 wiederherstellte, ist dieser Uebelstand durch Anlage eines schmalen Ganges innerhalb der mittleren Längsmauer, die auch die Zugänge zu den Vorlegungen der Porzellanöfen bildet, vermieden.
 - 17) Es ist übrigens interessant, daß Welsch auch bei diesem Bau als Berater tätig war. Er hat am 4. November 1729 die Risse des Architekten, des Barons von Ritter zu Grünstein (1700—1765) eingesehen, um eventuelle Fehler „welche anfänglich sonder Köste im Ryß gehindert werden könnten“ zu berichtigen (Mainzer Zeitschrift, Jahrgang XVII—XIX, 1921—24; Schlegel, zur Baugeschichte der ehemaligen Deutschordens-Commende zu Mainz, S. 2). — Ueber Welsch vergl. auch Schrohe in derselben Zeitschrift S. 9 ff. — Welschs Anteil als Berater in Würzburg geht danach bis ins Jahr 1750.
 - 18) Das Nähere in Eckert a. a. O., S. 59 ff.; und der Briefwechsel Neumanns von seiner Pariser Reise (Seite 20).
 - 19) Diese Kapelle ist auch in Plänen, z. B. Blatt 297, nicht nur nachweisbar, sondern in der Ausführung offenbar ziemlich weit gediehen, denn das Türmchen für die Meßglocke steht noch heute auf dem Dache des Verbindungsbauwerks. Sie war nach Eckert, S. 86, als Hauskapelle mit Oratorium gedacht.
 - 20) Brief Neumanns an den Fürstbischof vom 5. April 1725; siehe auch Lohmeyer, Pariser Studienreise, S. 55 ff. — Zuerst durch Keller a. a. O., S. 60, festgestellt.
 - 21) Die schriftlichen Belege hierfür siehe bei Eckert, S. 57, Brief vom 5. April 1725.
 - 22) Der Fürstbischof äußert sich gelegentlich einmal gegen die Uebernahme französischen Hofprunkes, die dem einfachen Leben eines deutschen Bischofs nicht entspreche.
 - 23) Ueber die Bedeutung des Planes siehe später.
 - 24) Baudaten nach Mader a. a. O., S. 416, darnach Abb. 1.
 - 25) Der Plan 294 ist leider nur in der linken Hälfte erhalten, abgebildet bei Eckert, Taf. XII, 1, mit der Beischrift von Neumanns Hand:

Ersterer Plan zur Ebenen Erde corrigirt vndt eingerichtet bey seiner Hochfürstl. Gnaden in Wien den 25. 7bris 1750.
 - 26) Der Plan 297, ebenda auf Taf. XII, 2, trägt die Aufschrift: Grundriß des Hochfürstl. Würzburg. Residentz Gebäues des Haupt oder Mittel Stocks.
 - 27) Zu Plan 297 lautet eine Beischrift von Neumanns Hand:

„Zweyter Ersterer vndt Hauptstockh der Hochfürstl. Residentz in Würzburg. Corrigirt vndt eingerichtet bey seiner hochfürstl. Gnaden in Wien den 25. 7bris 1750.
Balthasar Neumann, Obristleutnant.
 - 28) Die äußeren Verhältnisse lagen so: Der Reichsvizekanzler, seit 1705 in Wien lebend, hat schon früh Interesse für die Würzburger Residenzbauten seines Bruders gezeigt. Eine Reise Hildebrandts nach Franken im September 1719 steht fest; Pläne von ihm und Neumann sollen nach Lohmeyer (Briefe B. N.s an Friedrich Karl, Vorrede, Seite IV) nach Mainz gegangen sein, wo Welsch die Entscheidung — wie wir sahen, zu Neumanns Gunsten — herbeiführt. Die dauernde Einmischung der Wiener Architekten und die Kompromißarbeit mit Mainz hat Lohmeyer in der genannten Vorrede sehr anschaulich geschildert. Weitere Einzelheiten über die Pläne vom Jahre 1751 und den Briefwechsel Neumanns mit seinem Bauherrn, der damals in Wien weilte, siehe Eckert a. a. O., S. 87 ff.
 - 29) Eckert, S. 91, nimmt an, daß Neumann gemäß seinem Schreiben vom 8. April 1751 aus Würzburg an den Bauherrn in Wien eine Kirche mit ovalem Grundriß plante. Er schreibt:

„wan mir aber wehr gnädigst erlaubt gewesen den gang neben der Kirchen umb, wie Ewer hochfürstl. Gnaden gnädigst gemelt, vmb 1 oder 2 schuch breyder zu machen, so sich schon wirdt thun lassen, so hette ich mein letzthin vnderthänigst überschickte Kirche mit dem oval weiter gemacht vndt den Chorbogen vor daß hohe Altar tiefer in die Sakristey hereingezogen, damit die hochfürstl. oratoria etwaß weiter von hoch altar kommen wehre usw.“ Er fragt dabei an, ob es dem Fürstbischof so recht ist und was Herr von Hildebrandt dazu sagen wird.
 - 30) Der Plan 307 bei Eckert, Taf. X, 2, veröffentlicht. Ich bringe daraus gemäß meinen Notizen nur vergrößerte Einzelheiten (Abb. 12 c Kapellengrundriß nebst Altar und Loge des Fürstbischofs); Abb. 15 Heizanlage der Bischofswohnung.
 - 31) Siehe Göbl, Würzburg, S. 56.
 - 32) Keller a. a. O., S. 12.



Abb. 14. Huttenschlöfchen (K. D. Bayern, U. Fr. XII. Fig.: 488).

II.

WEITERE AUSFÜHRUNGEN NEUMANNS IM ZIVILBAUWESEN.

Zunächst darf man hier unausgeführte Pläne für die Wirtschaftszwecke des Schloßkomplexes nennen. Das Blatt 555 der Sammlung Eckert (*Abb. 15*) zeigt eine (um 1748 entstandene) Planung kolossalster Abmessung; als Hauptbau nach der Straße eine große Reithalle, gegenüber nach dem Garten die Pferdeställe, in den Verbindungsbauten teils Ställe, teils Remisen; als südlicher Abschluß des Gartens vor dem Südflügel des Schlosses ein großes Orangeriegebäude. Die Größe der Abmessungen ergibt sich z. B. aus der Zahl der Pferdestände, im Hauptstall 59 + 50; in den Nebenställen: 51 + 40 + 40 + 20 + 8 + 54 zusammen: 241; also an Zahl ein damaliges Reiterregiment (55). Als Zeichner ist J. M. F. del. (nicht inv. et del.) angegeben. Daß Neumann sich auch bei den Nebenbauten größter Sorgfalt befleißigte, ersieht man aus einer Variante (Eckert 554), bei welcher die Reithallen nach der Gartenseite, und zwar als Abschluß der seitlichen Höfe liegen, während der Mittelhof als monumentale Hallenanlage mit im Grundriß geschwungener Front entworfen, etwa in Art der Waldsteinhalle in Prag, nach dem Garten zu endigt. Mancherlei Sonderbarkeiten, wie z. B. die Planung eines kleinen Theaters an dem südlichen Ende der Straßenfront und in dem ziemlich monotonen Stil dieser Fassade (zweistöckig mit Eck- und drei Zwischenpavillons) verrät die konsequente Arbeitsweise der Zeit, nach großen Achsen zu arbeiten. (Abmessung des Planes: 100 Schuh = 5 cm; 800 Schuh lang, daher 40 cm, d. i. im Maßstab 1 : 200 = 80 m Front, Anm. 54 und 55.)

Der detaillierte Entwurf von 1755 zu dem ausgeführten Glashause (S. E. 558, *Abb. 16*) beschrieben: „Großes Glashaus vnd Einsatz (?) zur Orangerie. In dem hochfürstl. Garten bey dem Nonnen Closter St. Afra, alss die Faciata gegen der Residentz stehend“, zeigt die technisch hochinteressante Lösung guter Sonnenbestrahlung im Sommer und genügender Wintererwärmung von innen. Schiefgestellte, große Glaswände (wie auf den Terrassen in Sanssouci) unterstützen den Sonneneinfall; große Oefen in Heiznischen sorgen für Wärme. Die Zeichnung, nach dem Maßstab 100 Schuh = 22,5 cm, als Ausführungsblatt, wird ergänzt durch ein Schnittblatt in vierfachem Maßstabe (10 Schuh = 4,8 cm), das auch die Anlage eines gewölbten Obstkellers wiedergibt. Der Plan ist gezeichnet: Wirtzburg, den 9. Juny 1755 Balthasar Neumann Obrister (pinx?). Es ist wohl die letzte Zeichnung des kurz danach, am 18. August 1755, verstorbenen Meisters, der damals als Sechsendsechzigjähriger in seiner sicheren, schönen Handschrift noch kein Zeichen von Altersschwäche verriet.

Neben dem Garten ist es auch die Einfriedigung, die dem schaffenden Architekten mehr zu denken gibt, als der

Laie ahnen mag. Wir wollen nicht im einzelnen untersuchen, ob die Entwürfe auf den Blättern 520, 521 und 522 der Eckertschen Sammlung in Wien oder in Würzburg endgültig abgeschlossen worden sind; ersteres kleiner (100 Schuh = 50,6 cm), dieses als Detailblatt (10 Schuh = 5 cm, und zwischen den Schloßflügeln 160 cm = 520 Schuh lang) ist jedenfalls wieder ein Beweis, mit welcher Sorgfalt auch diese wichtige Sache behandelt wurde (56). Die charakteristischen, wohl Wiener Vorbildern entsprungenen Obelisken (57), das sehr reiche und wilde Wappen- und Figurenwerk, wie auch die Prachtortflügel und Prachtgitter, sind mit sehr feinen Strichen, teils mit der Feder, teils mit dem Pinsel gezeichnet. Jedenfalls zeigt das Detailblatt ein sehr geläutertes bis ins einzelne durchgearbeitetes Rokoko, in den Attributen sich nach der Mitte zu steigernd; die Obelisken, getrennt durch zwei Gruppen aus dem Leben des Herkules (Tötung der Hydra und Heben des Antäos), zeigen Gitteröffnungen in den Postamenten, waren also innen als Wachthäuschen (Schilderhäuser) ausgebildet (58). 1821 wurde diese hochinteressante monumentale Gitteranlage beseitigt! Nur die Herkulesgruppen stehen jetzt in den Glacisanlagen südlich der Residenz (59), als Ausführende zeichnen „Wolfgang und Lucas Auwera“.

Wie schon erwähnt, hatte Neumann als Vorsitzender der „Bau-Commission“, die die von ihm schon 1722 verfaßte Bau-Ordnung in der Stadt durchzuführen hatte, naturgemäß einen bestimmenden Einfluß auf das Bauwesen der fürstbischöflichen Residenzstadt. Groß war Neumanns Anteil, hatte er doch nach einer Briefstelle vom 22. Mai 1755 (Keller S. 86) im Jahre 20 bis 50 Bausachen zu erledigen. Der Plan, Blatt 51 (Universitätsbibliothek, — *Abb. 17*), aus der Domstraße 21/25 zeigt die Lösung eines typischen Patrizierhauses unter Zusammenfassung der Bauplätze zweier älterer Zwei- und Drei-Fenster-Häuser, das nun als Einheitsfront, höchst geistvoll im Grundriß gelöst, uns wieder entgegentritt. Eine Bauweise bekanntlich unter Friedrich dem Großen in Potsdam viel nachgeahmt! — Der Plan trägt die Beischrift: „Von hochfürstl. Bau-Commission wird Heinrich Engmann (Buchtomber?) mit verstädet, nach gegenwärtigem riss seine in der Domgassen habende Eigenthümliche Behausung herrichten zu lassen. Sig. Würtzburg, den 2. May 1756. In Fiden Franz Antoni Cankler, Aktuarus. „Balthasar Neumann, Obrist-leutnant.“

Hatten wir hier ein Beispiel der in Würzburg in dieser Zeit vielfach hergestellten geschlossenen Frontbauten (40) auf mehreren Grundstücken, so zeigt das Blatt 144 der Universitätsbibliothek den Grundriß

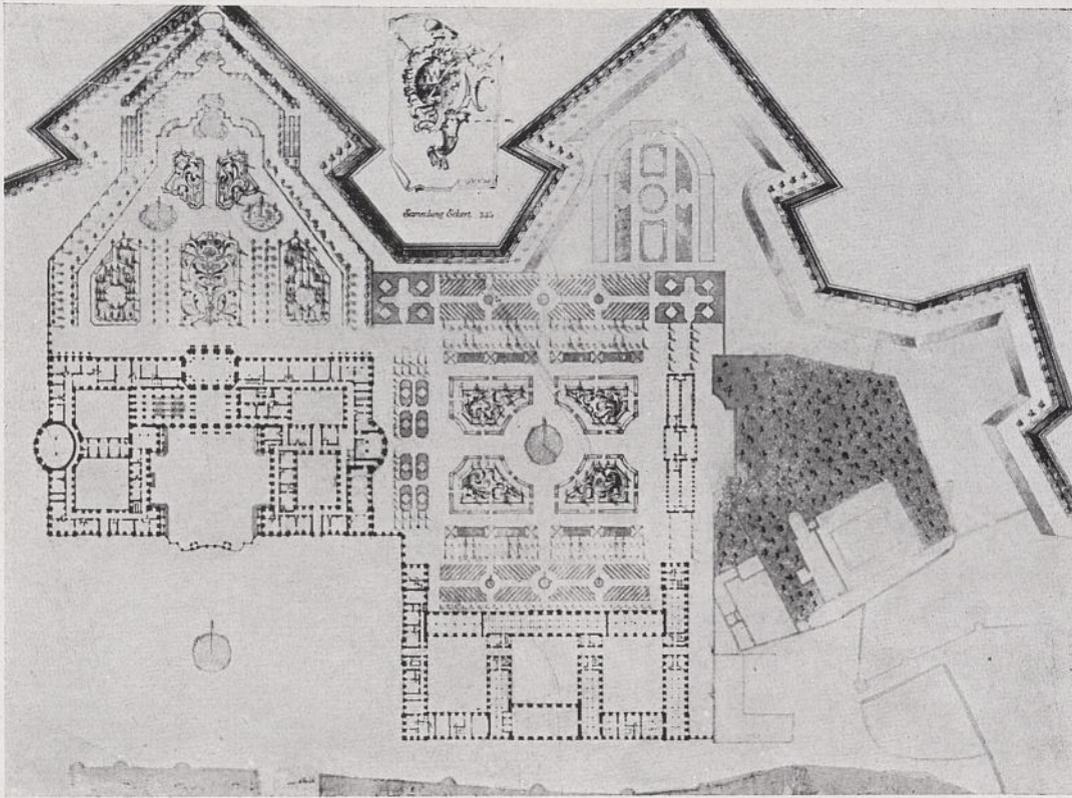


Abb. 15. Umgebung der Residenz in Würzburg, Entwurf der Sammlung E. 555. 1748.

eines freistehenden Blocks eines Kaufhauses am Marktplatz No. 16 bis 24 im Mezzanin- und Hauptgeschoß (Abb. 18). Ein allseitig freistehendes Haus mit innerem Lichthof, Läden im Erdgeschoß; in sechs Wohnungen aufgelöst, jede mit gesonderter Treppe, Küche, Kloset und je einem Zimmer. Ein Problem, des Schweißes der Edlen wert! Und wie ist das gelöst! Zu ebener Erde auf allen vier Seiten Bogenstellungen, in der Mitte die Einfahrt, zu deren Seite die Wohnungseingänge. Im Aufriß und Schnitt ist das alles in großem Maßstabe (50 Schue = 30,6 cm) dargestellt; der Sockel mit den Bogenstellungen als Rustika, daneben an den Ecken Pilaster durch zwei Geschosse, schönes behäbiges Mansardendach. Innen im Hofe italienischer Palaststil, großzügig im Achsensystem und doch äußerste Raumausnutzung! Der Bau wurde nach Keller (a. a. O. S. 89) 1741 vollendet (Abb. 18/19).

Auch das Problem des Beamten- (Bediensteten-) Wohnhauses hat Neumann in seinen Entwürfen gemeistert.

Das Blatt Nr. 57 der Universitäts-Bibliothek zeigt: „Zweyerlei Projecten eines Land-Hauses worin jeden deren Projecten Eine Wohnung im untern Stock vor einen Bauern. Im Haupt oder Mitler Stock und obere Mezaner vorn Herren und Bedienten. Samt denen Auftragen und Profilen“ (Abb. 20).

Als Bauer ist damals noch der landwirtschaftltreibende städtische Hausbesitzer anzusehen, dem der Architekt eine große Küche nebst Milchammer und reichliche Gewölbe (Keller) zuweist, während der Herr oder Bediente, d. h. Beamte, darüber eine mit stattlicher Haupttreppe versehene Wohnung von sechs Zimmern nebst Küche und Nebengelaß beanspruchen kann. Neumann gibt durch Beischriften

die Zimmergrößen mit 18, 16, 15, 10 und 9 Schuh an; 14 für die Küche und das anstoßende Zimmer. Der Plan (10 Schuh = 1,4 cm = 1 : 200) „gez. Balthasar Neumann, Major fec.“ entstammt seinen mittleren Lebensjahren (er wurde mit dem Regierungsantritt Christoph Franz von Huttens 1724 Major). Im Aeußeren vierseitig abgewalmtes Dach, Walmenden mit reichen Schornsteinaufsätzen; Obergeschosse an den Ecken durch Pilaster zusammengezogen; Erdgeschoß als Sockelgeschoß in Rustika; $12\frac{1}{2}$ und 8 Schuh für die oberen Geschosshöhen; 9 für das Erdgeschoß ohne den hochherausgeführten Keller (wohl wegen Mainhochwasser) geben dem geplanten Bau etwas ungemein Stattliches und Behäbiges.

Im Gegensatz zu dem höheren Beamtenwohnhaue steht dann der bescheidene Bau der sogenannten Amisgebäude, d. i. der Dienstwohnungen für die Centknechte (Steuereinnehmer). Blatt 28 der Universitätsbibliothek gibt ein solches Beispiel aus Ebenhausen, errichtet 1725: „Grundriß vndt Auftrag (Aufriß) der Custodien oder Pförtnerwohnung sambt der Centknechtswohnung zu Ebenhausen. Balthasar Neumann. Major.“ (Maßstab 50 Schue = 11 cm.) Bei dem sonst sehr schlichten Hause sind die Dachluken gleichzeitig zum besseren Verständnis in der Schräge dargestellt.

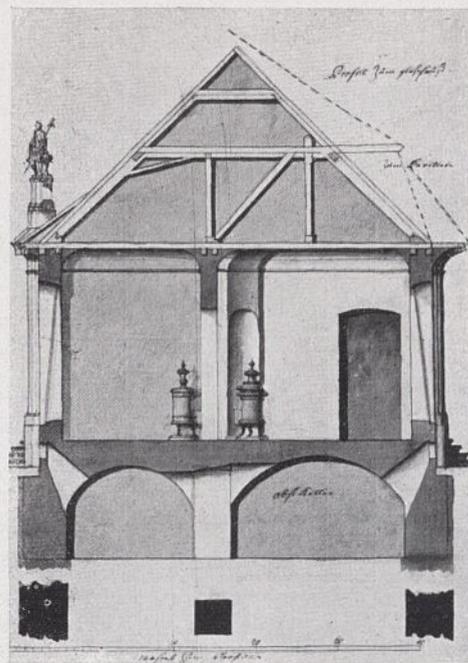


Abb. 16. Entwurf zu einem Glashause, Sammlung E. 558, 1755.

Wenden wir uns von diesen Gattungen einfacherer, doch großzügig gedachter Wohnanlagen zu den Bauten der Stadtherren und des Adels. Blatt 150 (Univ.-Bibl.) Grundriß zum Hof „Marmelstein“ (Abb. 21) (41) ist unterzeichnet 1747, 19. Febr. B. N. mit dem Titel Obrist. Der dreiflügelige Bau mit Innenhof und Garten in der Domerschulgasse 2 gab ihm das interessante Problem einer in die innere Hofecke gelegten

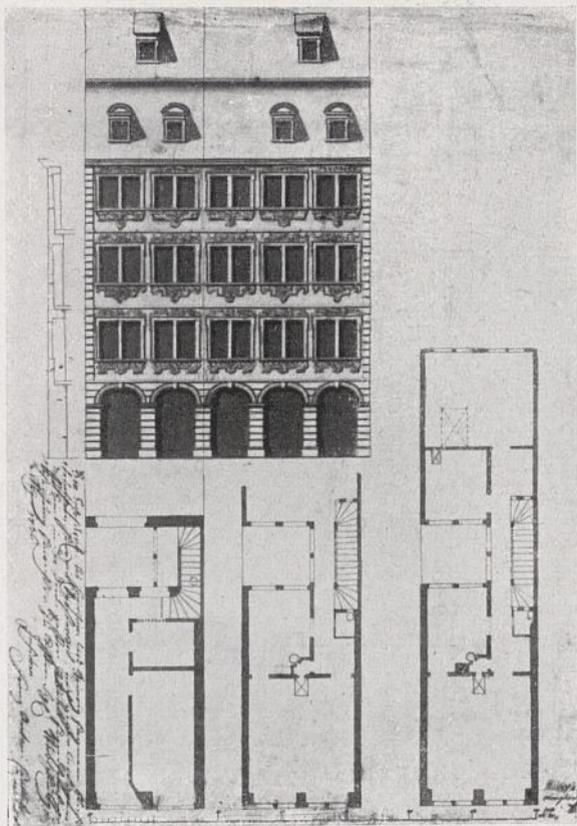


Abb. 17.
Umbau Domstraße 21-25 zu einem Hause mit
5 Fenstern Front, 1755.

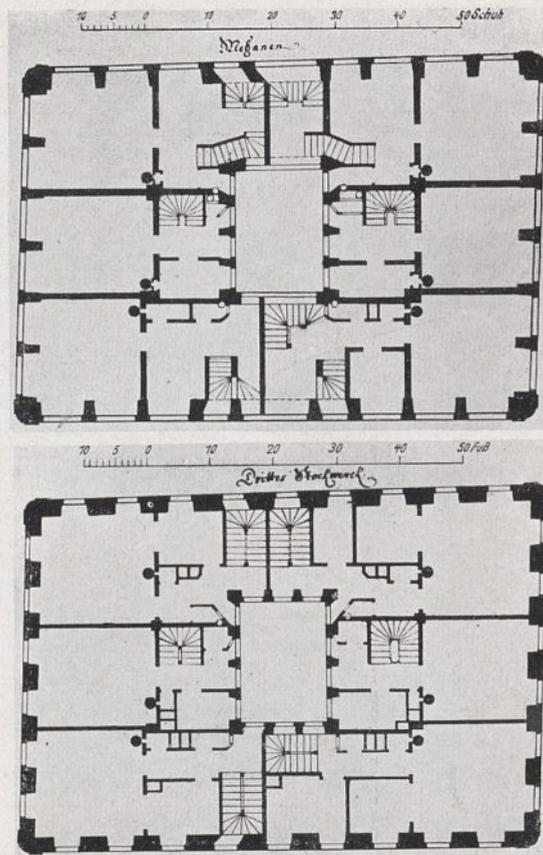


Abb. 18. Kaufhaus Marktplatz 16-24, Grund-
risse Zwischengeschoß (Mezzanin) und drittes
Stockwerk, 1741.

Stiege auf, bei deren Darstellung selbst die Docken nicht fehlen. Zwei weitere Blätter: 156 „Profil vom Stadioner Hof“ (das Haus Marmelstein) trägt oberhalb der Torfahrt das Stadionsche Wappen, (42) und Blatt 154: Fassade zum Hof Marmelstein geben Ansichtzeichnungen und Schnittblatt wieder, in denen sehr sorgfältig alle Balkenlagen und ihre Zwischenräume nebst der Stakung abgetuscht, Treppen und Gewölbeschnitte angelegt, kurz alles dargestellt ist, was der Maurer zur ordnungsmäßigen Herstellung des Rohbaues gebraucht. Das Frontblatt (ohne Beischrift) zeigt eine Fassade in leichter Schwenkung mit schlichten, rechteckigen, abgetuschten Fensteröffnungen, das Dach läuft in (mit Krapp angelegte) schöne Dachknäufe an den Walm-
spitzen aus.

Waren viele der genannten Blätter Ausführungszeichnungen, so geben die folgenden als Entwurfs- oder Skizzenblätter einen Einblick in die entwerfende Tätigkeit des großen Meisters.

Die Studien (Blatt 62 bzw. 128) zu dem Hutten-
schlößchen (Abb. 14, 45) sind besonders lehrreich; der Bau entstand unter Fürstbischof Christoph Franz von Hutten (1724—1729) als Kasino im Sinne der gleichnamigen päpstlichen Anlagen in der Umgebung Roms. Der eine Plan zeigt die Bauangelegenheit im Werden eines Atelierblattes. Das Erdgeschoß ist freihändig ausgezogen und abgetuscht; die geplante Dachzerlegung erst in Bleilinen angedeutet, da der Zusammenschchnitt von Mansarden und Satteldächern durch die Schneesäcke Kopfzerbrechen verursacht. Sorg-



Abb. 19. Kaufhaus Marktplatz 16-24, 1741.

Photo. Zeller





Stadtseite.



Gartenseite.

Schloß Werneck.

Aufnahmen von Gundermann in Würzburg.

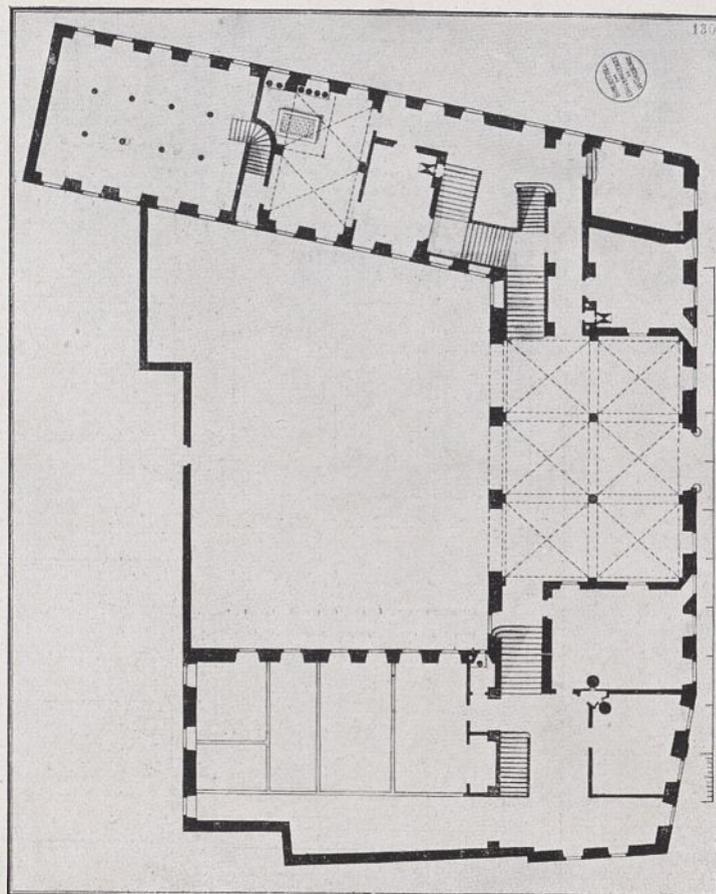
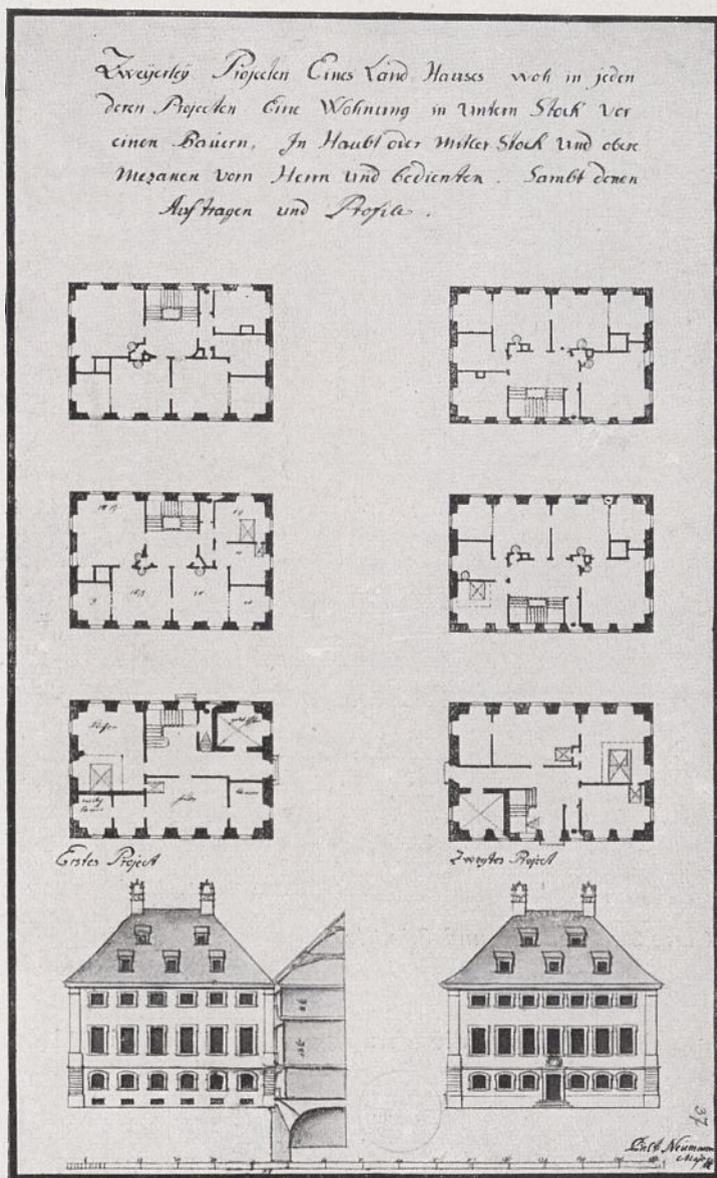


Abb. 20 (links). Entwürfe zu einem Beamtenwohnhause.
Nach 1724.

Abb. 21 (rechts). Grundriß zum Hof „Marmelstein“,
Domerschulgasse 2. 1747.

fältig ist auch die Ofenaufstellung behandelt, ebenso die Anordnung der Betten als der größten unterzubringenden Möbel. Das Blatt im Maßstab: 10 Schuh = 2,6 cm (also etwa 1:100) gezeichnet, wird ergänzt durch Nr. 128: Querschnitt mit eingezeichneten Oefen und Dekoration der Schmalwand des Mittelsaales. Es hat keine Beischrift. (44)

Neben diese den Domherren oder der Aristokratie gewidmeten Arbeiten stammen von Neumanns Hand eine ganze Anzahl kleinerer Bauten der städtischen Aristokratie, die Felix Mader in der schon öfters angeführten Beschreibung der Kunstdenkmäler der Stadt Würzburg auf Seite 655 unter dem Sammelwort „Neumann-Periode“ im Einzelnen anführt, und die teils von ihm selbst, teils von unter seinem Einfluß stehenden Architekten errichtet worden sind.

Aus Neumanns Baubüro kommen nach Mader S. 659 der Entwurf zum Hof Ronebach (Eichhornstraße 15) von 1738, dann das mit Sinnbildern der Artillerie geschmückte jüngere Portal an seinem eigenen Wohnhause, Franziskanergasse 2, ein Bau, der schon in der Petrinizeit errichtet wurde und dessen Stiegenhaus ebenfalls Neumann zugeschrieben wird (um 1720–50).

Als besonders eigenartig darf unter diesen Bauten das Stiegenhaus im Hause Bronnbacher Gasse Nr. 22 bezeichnet werden. Auf engstem Raume durch ein sog. Venetianisches Fenster (d. i. eine Bogenstellung mit seitlichen Fenstern mit horizontalem Gebälke in Kämpferhöhe) sehr ansprechend untergeteilt, führt eine einläufige Treppe ins Obergeschoß, und von hier ein weiterer, seitlich versetzter Lauf in den zweiten Stock; eine Anordnung, die sehr malerisch wirkt, aber jetzt nicht mehr ausführbar ist, weil die Bauordnungen für Treppenhäuser

allseits hochgeführte Wände verlangen, in denen die Anlage von Bogenstellungen ausgeschlossen ist (Abb. 22, 25).

Eine weitere, mehr in das Kapitel „Denkmalpflege“ fallende frühe Arbeit Neumanns ist die reichere Ausgestaltung der Fassade des Fichtelhofes in der Bronnbacher Gasse Nr. 8 von 1724 (45). Dieses Anwesen, ein zweiflügeliger Bau mit zweigeschossiger Straßenfassade gehörte dem Hofkanzler Ludwig von Fichtel (45). Die Front erhielt über den aus der zweiten Hälfte des XVII. Jahrhunderts stammenden barocken zwei- und dreiteiligen Fensteröffnungen durch Neumann schwere Verdachungen und Fensterschürzen. Die ältere Einfahrt wurde durch schräg gestellte Pilaster mit reichem Aufbau und dem Wappen des Kanzlers (der Fichte) bereichert (46).

Von Schloßbauten Neumanns außerhalb Würzburgs sind zu nennen zunächst die Umbauarbeiten für das Schloßchen in Veitshöchheim (S. E, 379).

Es sind die bekannten Querflügel, die Neumann 1755 an den alteren Bau aus dem 17. Jahrhundert anlegte, und die, in je drei Zimmer eingeteilt, erlaubten, den Mittelbau zu einem Vestibül mit stattlicher Treppenanlage umzugestalten.

Von Neumanns vielseitiger Tätigkeit im Schloßbauwesen in der näheren Umgebung Würzburgs sind als bedeutendste die Pläne für Werneck bei Schweinfurt, als Sommerschloß des Fürstbischofs Karl Friedrich von Schönborn 1731–47 errichtet, von besonderem Interesse. Diese, leider durch Einrichtung zu einer Irrenanstalt seit 1855 stark beeinträchtigte, großzügige Schöpfung, ist in einem Blatte: „Plan und Haupt-Grundriß des Hochfürst-

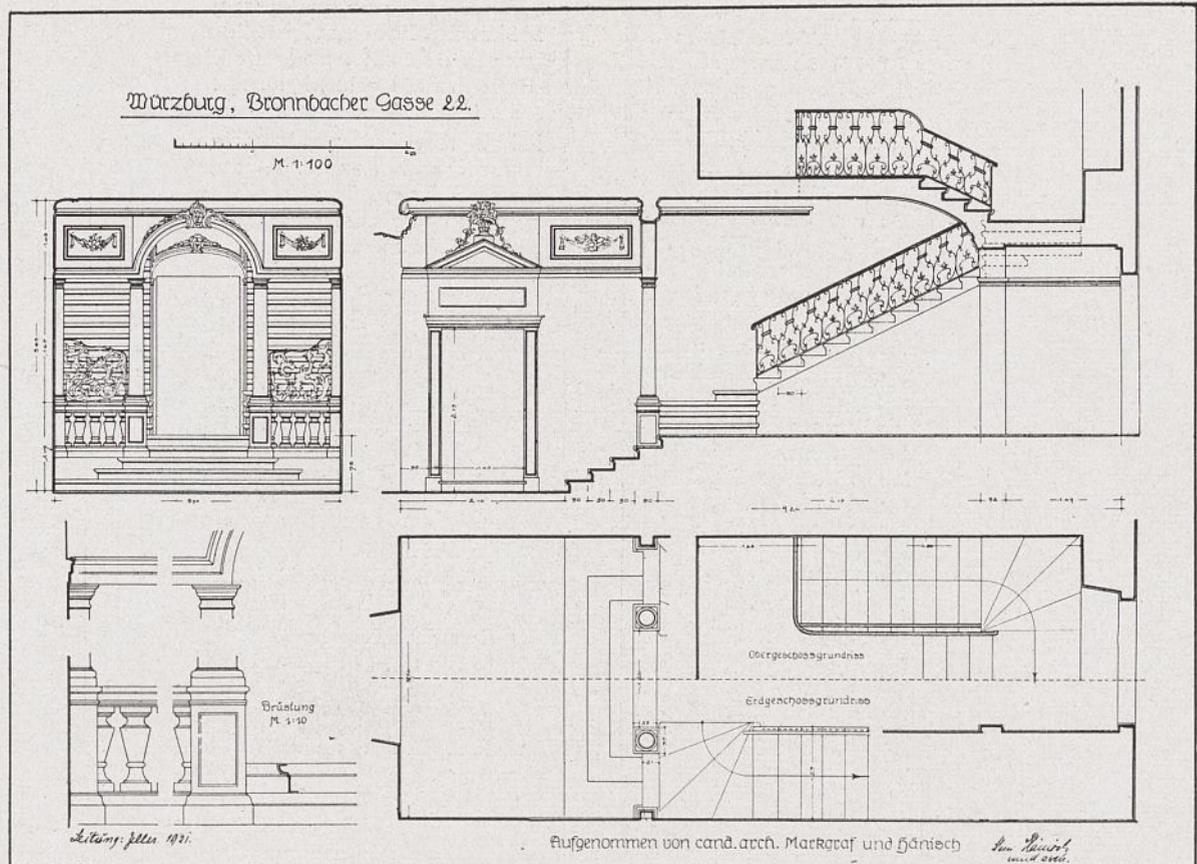


Abb. 22. Treppenhaus Bronnbacher Gasse 22, Grundriß und Schnitte.

bischöfl. Würzburgisch. Schloß Werneck und des angelegten Neuen Lust- und Fasanen-Garten sambt dem Dorff und durchlaufenden Neuen Werrn-Fluß angefangen anno 1732 Monats-Aprillis—Balthasar Neumann; Obristleutnant 1732 (öder 1731)“ in den Sammlungen des historischen Vereins in Unterfranken und als Blatt 93 in der Sammlung Eckert als ein gewichtiges zeichnerisches Beispiel erhalten (Abb. 24, nach Kunstdenkmäler Bayern, Unterfranken, Bd. XVII, S. 274, Fig. 206), wie großzügig damals auch Bau, Park und Landschaft ineinander gearbeitet wurden. Handelte es sich doch um einen durch eine Mauer eingefriedeten Bauplatz von 2000 Schuh Länge und 1800 Schuh Tiefe, also 600 : 450 m! an dessen Front die Werrn in einem neuen Bett gradlinig vorbeigeführt wird, während der eigentliche Bau eine geschlossene Front mit inneren Vor- und dahinterliegenden Haupthof sowie zwei seitlichen Nebenhöfen bildet, deren linker die Stallungen enthielt.

Den Abschluß des Gartens bildet eine Favorite nebst den Fasanengärten. Der Schloßbau selbst ist in zwei größeren Einzelplänen (Sammlung Eckert Blatt: 274 u. 275) eingehender durchgearbeitet, in welchen z. B. die Haupttreppe in der ersten Fassung des Residenzentwurfs vom Blatt 286 (siehe Abb. 2) als \square Form wiederkehrt. Der Plan: 200 Schuh = 48 cm entspricht etwa 1 : 100. Blatt 272 (Abb. 25) gibt den Grundriß des Schlosses nochmals in größerem Maßstabe; hier fehlt die innere ovale Ausgestaltung der Schloßkapelle, ein Beweis, daß Neumann sich noch während des Baues wie jeder gewissenhafte Architekt mit Ver-

tiefung und Ausgestaltung von Baugedanken fortwährend beschäftigt, Gerade diese Kapelle (jetzt als einziger Innenraum aus der Erbauungszeit noch unverändert erhalten) ist in Blatt 281 (Abb. 27) größer dargestellt als elliptischer Innenraum mit 10 Nischen nach Art althristlicher Oratorien; gewissermaßen eine barocke Uebersetzung der ältesten Marienkirche auf der Würzburger Veste.

In einer in schwarz eingetragenen perspektivischen Grundrißdarstellung gibt Neumann dem fürstlichen Bauherrn die Möglichkeit, den Raum als Körper zu beurteilen. Die Wirkung dieser Nischen im Raumbild ist von ausschlaggebender Bedeutung, namentlich die Beleuchtung durch die vorher bereits fertiggestellten Fenster, und die Zugänglichkeit von einer Schmalseite her sind meisterhaft gelöst. Das Blatt im Maßstab 10 Schuh = 4,8 cm.

Ebenso so eingehend und liebevoll ist das Blatt Abb. 26 dargestellt, das nach Mader (Bd. XVII Stadt- und Bezirksamt Schweinfurt, S. 284) als Entwurf für einen (nicht ausgeführten) Kupferstich entstanden ist und die Beischrift trägt: „Scenografia. Innerliche Perspectivische Vorstellung der neu erbauten Kirchen in dem auch neu erbauten Schlosse zu Werneck, welches Amt Werneck den Fürstendium Wirtzburg zugehörig und von seiner Hochfürstliche Gnaden selbst den Allerhöchsten Gott eingeweyet den 15 Septembris 1745, das gantze Schloß und Kirchen neu gebauet. Das gantze Gebau hergestellt und gezeichnet von Balthasar Neumann, Seiner Hochfürstlichen Gnaden Ingenieur Architect und Obristen der Artillerie eines Hochlöblichen Franchi-

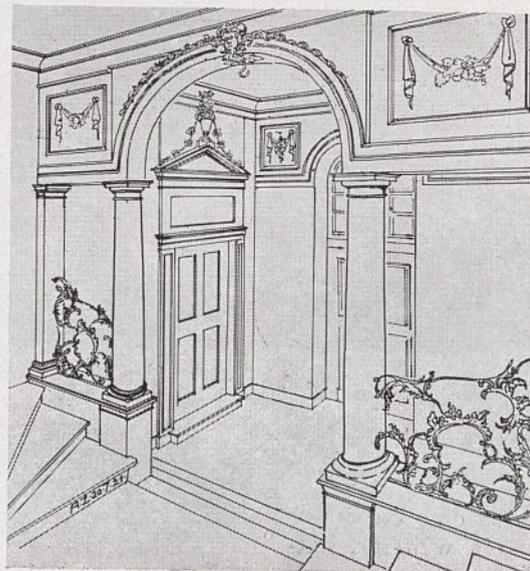


Abb. 25. Schaubild zu Abb. 22, Rückblick.

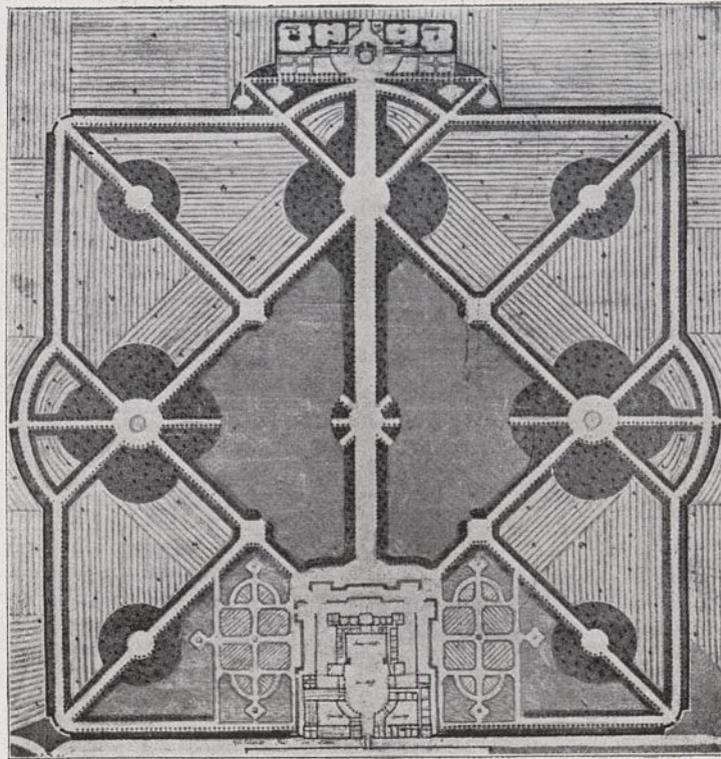


Abb. 24. Schloss Werneck. Lageplan von Schloß und Park. 1755. Sammlung Histor. Verein Unterfranken (nach Kunstdenkmäler Bayerns, Unterfranken, Heft XVII, S. 274, Fig. 206).

schen Creyses.“ — Das Blatt ist besonders erwähnenswert, weil es uns neben der ausdrücklichen Berufsbezeichnung Neumanns als Ingenieur und Architekt zeigt, wie man damals Widmungs- oder Erinnerungsblätter ausgeführter Bauten durch Weglassen der Front und Einblick in das perspektivisch gezeichnete Innere einem weiteren Publikum verständlich zu machen suchte.

Von besonderer Schönheit ist bei Schloß Werneck die Südfassade oder Seeseite des Schlosses, die wir neben dem Ehrenhofe des Residenzbaues in Würzburg und seiner Gartenseite auf der Tafel wiedergeben. Die glückliche Betonung der Ecken durch weit vorspringende Pavillons ergibt eine feine und plastische Wirkung der Wand wie der Dächer und gehört zu den besten Leistungen Neumannscher Kunst. Ebenso eigenartig wirkt der ovale Vorhof mit seiner architektonischen Steigerung bis zum Schloßportale, die nach einer Skizze Loestis in der Abb. 210 des genannten Bd. XVII, zu besonderer Geltung kommt.

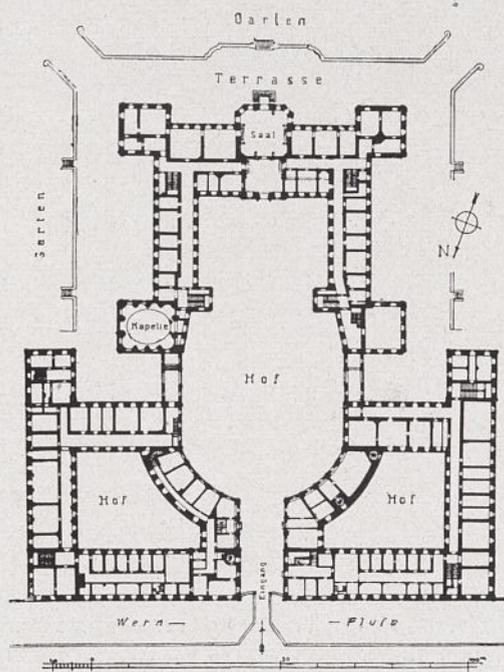


Abb. 25. Grundriß des Schlosses Werneck (nach Kunstdenkmäler Bayerns, Unterfr., Heft XVII, Fig. 207).

Ein anderes Schloßchen, das der schon erwähnten Familie von Hutten in Steinbach bei Lohr, ist in Blatt 102 (Univ. Bibl.; 10 Schuh = 2,4 cm = etwa 1:40) im Grundriß und Ansichten dargestellt. Der Bau ist lt. Inschrift 1724 von Neumann errichtet worden und zeigt eine gewisse Verwandtschaft mit dem Huttenschloßchen in Würzburg und mit Veitshöchheim durch die Anordnung zweier Querflügel, die einen zweigeschossigen Mittelsaal umschließen, während der Treppenaufgang in einem Querflügel liegt. Besondere Außentreppe ermöglichen die Verbindung dieses Saales mit dem Garten.

Auch aus der Darstellung der Arbeitsweise Neumanns im Zivilbauwesen geht hervor, daß er keineswegs — wie oft angenommen wird — nur ein mehr oder weniger genialer Konstrukteur und Bauorganisator war, sondern daß er

alle Aufgaben, die größten wie die kleinsten, von innen heraus als schöpferischer Architekt anfaßte und durchführte.

ANMERKUNGEN ZU ABSCHNITT II.

- 35) Nach Eckert a. a. O., S. 140, um die Zeit des Fürstbischofs Anselm Franz von Ingelheim.
- 34) Wohl Johann Michael Fischer; entwirft von 1765 gemeinsam mit dem Hofbauamtmanne Joh. Philipp Geigel die Pläne zur Michaelskirche (vgl. Mader a. a. O., Stadt Würzburg, S. 276). F. kommt zuerst als Zeichner bei Neumann in den Bauzeichnungen vor (ebda. S. 414); er baut 1775—1777 den ehem. Husaren- und Gardistenbau (ebda. S. 498), 1785 zeichnet er als Major (ebda. S. 488) und stirbt 1788 als Obristleutnant und Hofarchitekt (Kreisarchiv Würzburg, Hofkammerprotokoll 1788, S. 1858).
- 35) Eckert (a. a. O., S. 156 ff.) beschreibt diesen auf Tafel XI Abb. 1 dargestellten Plan vom 11. Januar 1750 und den von

- 1755 näher; letzterer stellt die Anlage in verkürzter Form, ohne das Theater, dar. Ausgeführt wurde von diesen Anlagen nichts, da nach dem Abschluß des Residenzplatzes durch den Bau des sogen. Gesandtenbaues und der Kolonnaden durch Joh. Philipp Geigel 1771 weitere Arbeiten unterblieben.
- 36) Eckert (a. a. O., S. 150) hat die Vorarbeiten für den geplanten Platzabschluß genau untersucht und kommt zu dem Ergebnis, daß im wesentlichen die Gitterabschlüsse nach den Angaben Hildebrandts durchgeführt worden sind, wie das ja auch ein Schreiben des Fürstbischofs aus Bamberg vom 6. September 1758 bestätigt: „Wie denn diese gatter vnd Figuren Werk als die größte Zierde der ganzen sache über

die massen freuen würde fertig zu sehen, also auch dißhalb ahn die steine Wegen der schilderhäuser vnd piramiden Wird zu denken vnd denen riß des Jean Lucca accurat nachzumachen sein.“ Die Durchführung beanspruchte den Zeitraum von 1755—1746. Siehe auch Mader, a. a. O., S. 424, N. 1.

- 37) Sehr interessant in diesem Zusammenhang sind auch die bei Eckert a. a. O., S. 155, mitgeteilten Wünsche des Fürstbischofs vom 11. September 1744 über die Attribute und Zieraten auf den Pyramiden, die als Sinnbilder teils der Insignien des Herzogtums Würzburg (Herzogsfahne und Schwert), teils der des Hauses Schönborn (Löwen) gedacht waren.
- 38) Eckert (a. a. O., S. 156) nimmt an, daß speziell die Figurengruppen ihr Vorbild an einem Bau Fischer von Erlachs, der Reichskanzlei in Wien, fanden.
- 39) Mader, a. a. O., S. 424 und Note 1.
- 40) Neubauten der Neumann-Zeit namentlich in der Theaterstraße Nr. 4—16. (Näheres bei Mader, a. a. O., S. 655.)
- 41) Lageplan siehe Mader, a. a. O., S. 571, Fig. 445 D. und Fig. 444, rechts.
- 42) Domprobst Franz Konrad Graf von Stadion und Thann-

hausen, seit 1755 Fürstbischof von Bamberg, siehe Mader, a. a. O., S. 581.

- 43) Der Bau wurde 1904/05 an anderer Stelle wieder errichtet. Mader, a. a. O., S. 608.
- 44) Knapp, Führer S. 7, hält die Autorschaft Neumanns für zweifelhaft. Mader, a. a. O., S. 608, schließt sich Kellers (S. 88) Ansicht an, der den Bau als Neumanns Werk bezeichnet.
- 45) Mader, a. a. O., S. 596. — Fichtel war Nachfolger des Schwiegervaters von Neumann, des Geh. Rates Schild, und ein wichtiges Mitglied der Würzburger Schloßbaukommission (siehe Lohmeyer, a. a. O., S. 222, Note 12).
- 46) Die Anordnung schräg gestellter Pilaster ist in Würzburg im Entwürfe zur Front der Neumünsterkirche durch den Architekten und Lehrer Neumanns, Josef Greising seit 1712 in genialer Weise, in Verbindung mit einer im Grundriß geschwungenen Treppenanlage durchgeführt worden. Sie erklärt sich rein plastisch aus der Enge der Straße und dem Mangel einer Fernsicht gegenüber der Front, die dazu zwang, die Straßenwand selbst als Relief mit starker Schatteneffekt zu behandeln. Auch das lebhaft geschwungene Portal des Fichtelhofes ist in diesem Sinne zu beurteilen.

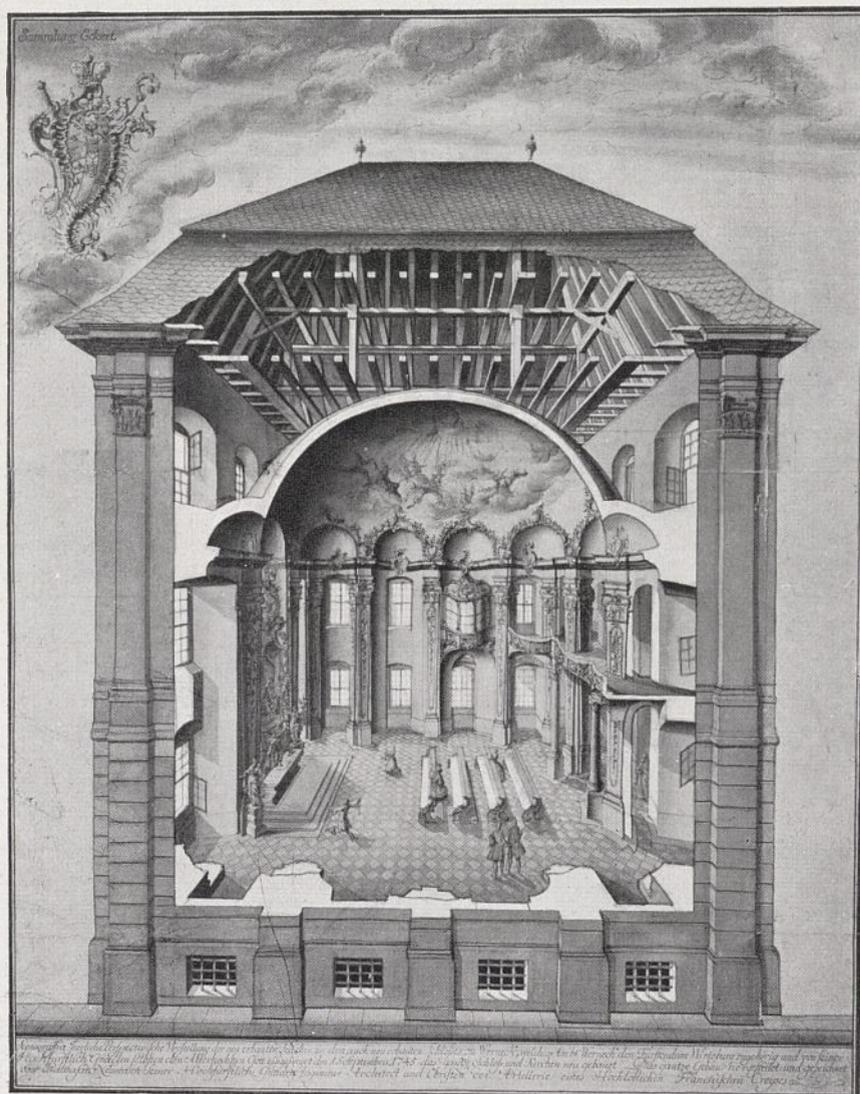


Abb. 26. Schaubild des Inneren der Schloßkirche in Werneck. Nach einem Stich von 1745.

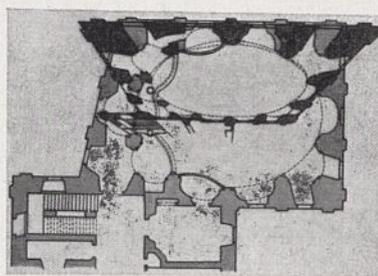


Abb. 27. Werneck, Grundriß der Kapelle in perspektivischer Umzeichnung. Sammlung E. 281.

Tabellen zur Berechnung von Bogenträgern.

Von Dr.-Ing. Enyedi Béla in Budapest.

(Schluß von Seite 102.)

II. Eingespannter Bogen.

A) Die Wirkung einer Einzellast. Die Spannweite der Achse des eingespannten Bogens wird mit l , die Bogenhöhe desselben mit f und die Höhe des Querschnittes im Scheitel mit h bezeichnet (Abb. 10. I.). Die Gleichung der Bogenachse ist dieselbe, wie bei dem Zweigelenkbogen, Gleichung 1., :

$$x^2 = \frac{l^2}{4f} y$$

und für die Trägheitsmomente gilt hier ebenfalls die Bedingung:

$$J \cos \varphi = J_0$$

laut welcher der Querschnitt auf der ganzen Länge des Bogens fast gleich bleibt. Der eingespannte Bogen wird mit einer Einzelkraft P in der Entfernung vom Scheitel $\bar{x} = \alpha l$

belastet. An den Einspannungsstellen A und B werden gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete horizontale Reaktionskräfte H , ferner vertikale Reaktionen V_A und V_B bzw. Reaktionsmomente M_A und M_B auftreten, welche mit der Kraft P im Gleichgewichte stehen. Diese Kräfte und Momente werden wie folgt aufgelöst und in vier Gruppen geteilt:

$$M_B, A_1, B_1, \bar{M}_A, A_2, B_2, H, H, P, V_1, V_2,$$

wobei

$$A_1 l = B_1 l = M_B \quad A_2 l = B_2 l = M_A$$

und

$$V_1 = \frac{P}{l} \left(\frac{l}{2} - \alpha l \right) \quad V_2 = \frac{P}{l} \left(\frac{l}{2} + \alpha l \right)$$

Es ist klar, daß die Kräfte und Momente einer jeden Gruppe im Gleichgewichte stehen, und mit Rücksicht darauf, daß alle zusammen das Kräftesystem der Belastung durch P bilden, ist es sicher, daß

$$A_1 + A_2 + V_1 = V_A \quad B_1 + B_2 + V_2 = V_B$$

In den Abb. 10, IV–VII, sind die Momentenbilder der

vier Kräftegruppen dargestellt, welche zusammen das Momentenbild des eingespannten Bogenträgers liefern (Abb. 10, III). Es sei noch bemerkt, daß die Pfeilhöhe der Momentenparabel (Abb. 10, VI) Hf gleich ist, da die horizontale Reaktion H als größten Momentenarm die Pfeilhöhe f hat. Das Momentendreieck in Abb. 10, VII, besitzt dieselbe Höhe, wie laut Gleichung 3 das Dreieck in Abb. 1, V:

$$M_P = Pl \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)$$

Das Momentenbild des eingespannten Bogenträgers (Abb. 10, III) ist also gegenüber dem Zweigelenkbogen in vier Teile aufgelöst worden. Es ist ersichtlich, daß die Auflösung in gleicher Art durchführbar ist, wie bei geraden Balken; da es sich aber in diesem Falle um einen Bogen handelt, kommt noch die Momentenparabel zu den Teilmomentenbildern des geraden Trägers (Abb. 10, VI) hinzu, welche in dem Falle eines geraden Trägers zu einer Geraden, d. h. zu Null wird.

Die Momentenbilder sind bei dem eingespannten Bogen ebenfalls identisch mit den Winkeländerungs- bzw. Formänderungsbildern, weil in der Formel des Formänderungswinkels: $\frac{M ds}{EJ}$ die Größen ds und J denselben Wert haben, wie bei dem Zweigelenkbogen. Es folgt daraus, daß bei der Bestimmung der Deformationen statt Formänderungsbildern, ebenso wie bei dem Zweigelenkbogen, immer die Momentenbilder verwendet werden

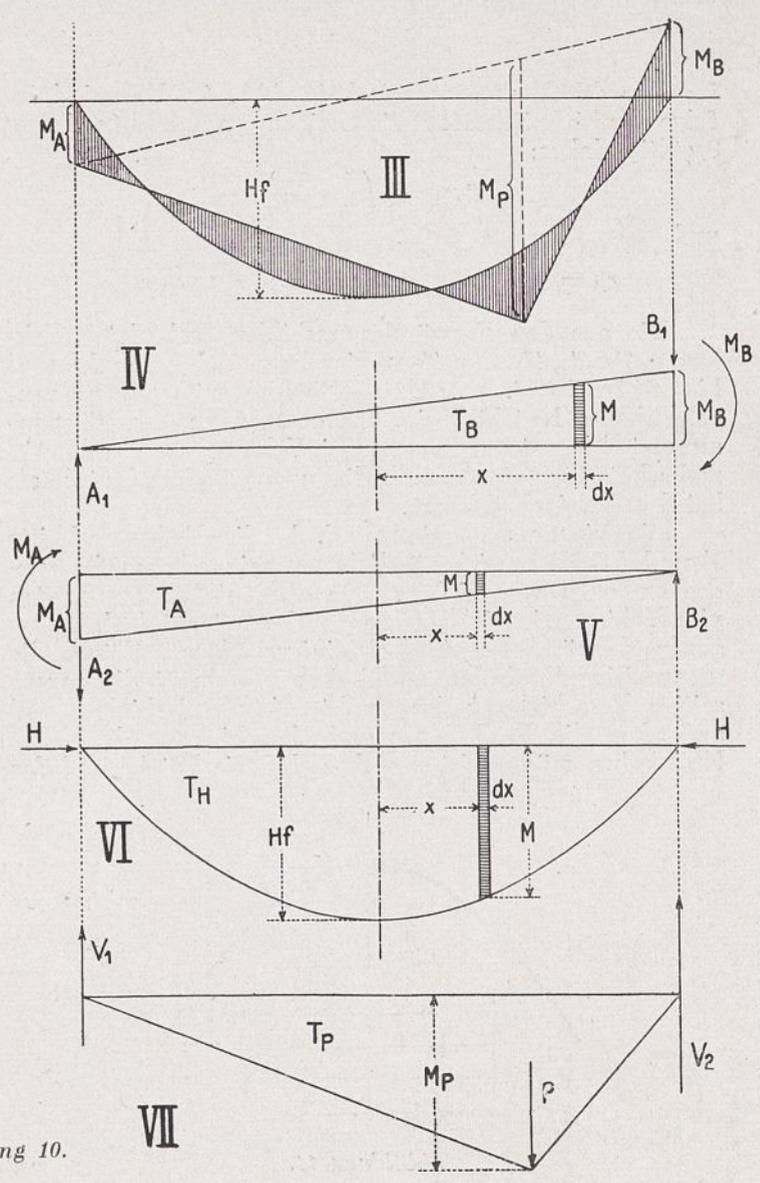
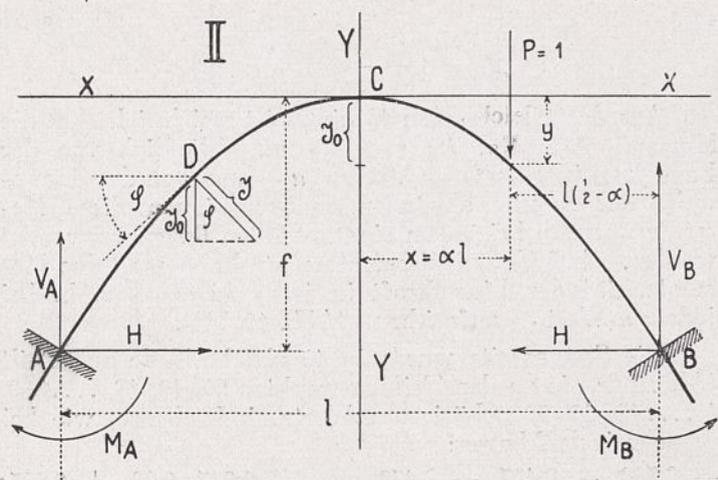
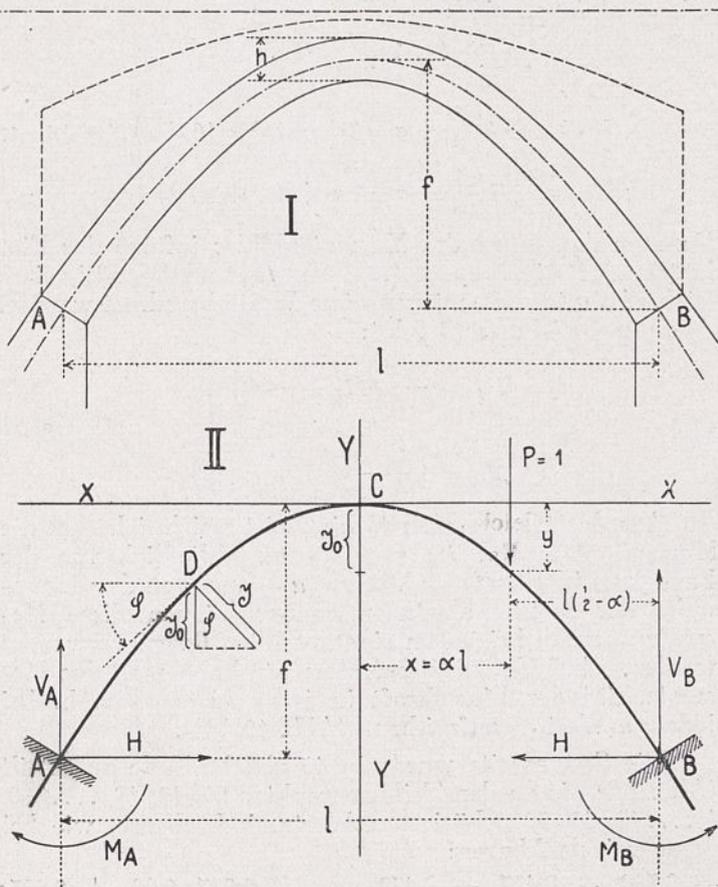


Abbildung 10.

können. Da die Wirkung eines ganzen Teilmomentenbildes auf die Deformationen immer auf einmal berücksichtigt wird, ist es nötig, die Flächeninhalte und Schwerpunkte der Momentenbilder in Abb. 10, IV—VII zu bestimmen.

Die Fläche T_B und Schwerpunkt S_B des Momentenbildes in Abb. 10, IV, werden ebenso festgestellt, wie in Abb. 2 für das Momentendreieck abq , nur an die Stelle des Momentes M' wird das Moment M_B treten. Daher ist die Fläche:

$$T_B = \frac{1}{2} M_B l$$

und die Ordinate für den Schwerpunkt S_B laut Gleichung 7:

$$y_B = \frac{1}{3} f.$$

Es ist klar, daß die Abszisse von S_B ist:

$$x_B = \frac{1}{6} l.$$

Aus der Symmetrie des Systems folgt, daß für das Momentenbild in Abb. 10, V, die Fläche:

$$T_A = \frac{1}{2} M_A l$$

und die Ordinate und Abszisse des Schwerpunktes:

$$y_A = \frac{1}{3} f \quad x_A = -\frac{1}{6} l$$

sind.

Für die Momentenparabel in Abb. 10, VI, sind die Gleichungen 4 und 5 gültig, daher:

$$T_H = \frac{2}{3} H f l$$

und

$$y_H = \frac{1}{3} f.$$

Für das Momentendreieck in Abb. 10, VII sind infolge der Einheitskraft P die Gleichungen 6 und 6a, ferner 8 gültig, daher:

$$T_P = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right) l^3$$

und

$$x_P = \frac{1}{3} \alpha l \quad y_P = \gamma f = \frac{1}{6} (1 + 4\alpha^2) f$$

Die aus den Formänderungsbildern gebildeten Vektoren: T_A , T_B , T_H und T_P sowie deren Schwerpunkt sind hiermit bestimmt. Der Unterschied gegenüber dem Zweigelenkbogen besteht darin, daß das System, den Spannungsstellen entsprechend, zwei Vektoren (T_A und T_B) mehr hat, und die Grundbedingungen anders lauten, als bei dem Zweigelenkbogen.

Die Einspannungsstellen, d. h. die Endquerschnitte A und B können sich nämlich gegeneinander weder verdrehen noch verschieben. Da aber die obengenannten vier Vektoren in sich das ganze Momentenbild, d. h. das ganze Formänderungsbild vereinigen, dessen Fläche die gegenseitige Verdrehung und dessen Moment die gegenseitige Verschiebung der Punkte A und B bilden, und außerdem die Verdrehung und Verschiebung den Wert Null haben müssen, ist es sicher, daß die Fläche und das

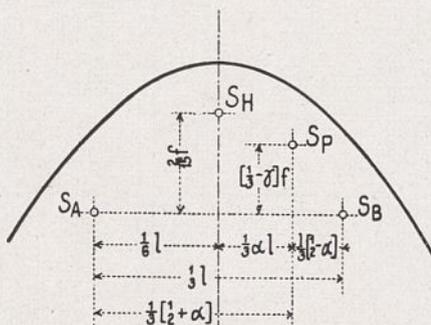


Abbildung 11.

Moment des Momentenbildes, d. h. die Summe und das Moment der vier Vektoren, verschwinden müssen, oder anders ausgedrückt, daß die vier Vektoren im Gleichgewicht stehen. In Abb. 11 sind die Angriffspunkte der Vektoren eingezeichnet und die Entfernungen voneinander berechnet und eingeschrieben.

Die Momentengleichung auf $S_A S_B$ bezogen, lautet:

$$\frac{2}{15} T_H f + \left(\frac{1}{3} - \gamma \right) T_P f = 0,$$

wovon:

$$\begin{aligned} T_H &= -\frac{15}{2} \left(\frac{1}{3} - \gamma \right) T_P = -\frac{15}{4} \left(\frac{1}{3} - \gamma \right) \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right) l^3 \\ &= -\frac{5}{2} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2 l^3. \end{aligned}$$

Da T_P immer positives Vorzeichen hat, wird T_H immer negativen Sinn haben, d. h. durch die horizontale Reaktionskraft H werden immer negative Momente hervorgerufen.

Die Momentengleichung auf die Vertikale durch S_B bezogen lautet:

$$\frac{1}{3} T_A l + \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} - \alpha \right) l T_P + \frac{1}{6} T_H l = 0.$$

Falls die Werte T_P und T_H eingesetzt werden, kann T_A bestimmt werden:

$$T_A = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{8} + \alpha - 3\alpha^2 - 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right) l^3.$$

Wenn die Momentengleichung auf die Vertikale durch S_A aufgeschrieben wird, kommt der Wert T_B heraus:

$$T_B = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{8} - \alpha - 3\alpha^2 + 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right) l^3.$$

Da demzufolge die Werte für T_H , T_A und T_B bekannt sind, können die Reaktionen H , M_A und M_B aus den folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$T_H = -\frac{5}{2} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2 l^3 = \frac{2}{3} H f l$$

$$T_A = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{8} + \alpha - 3\alpha^2 - 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right) l^3 = \frac{1}{2} M_A l$$

$$T_B = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{8} - \alpha - 3\alpha^2 + 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right) l^3 = \frac{1}{2} M_B l$$

Die Reaktionen sind:

$$\left. \begin{aligned} H &= -\frac{15}{4} \frac{l}{f} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2 \\ M_A &= \frac{1}{4} l \left(\frac{1}{8} + \alpha - 3\alpha^2 - 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right) \\ M_B &= \frac{1}{4} l \left(\frac{1}{8} - \alpha - 3\alpha^2 + 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right) \end{aligned} \right\} \text{ (15 bis 17)}$$

Da zum Auftragen des Momentenbildes infolge der Einheitskraft P die Momente M_A , M_B , Hf und M_P nötig sind, (siehe Abb. 10, III), müssen diese Werte berechnet werden. Aus der Gleichung 15 folgt:

$$\left. \begin{aligned} Hf &= -\frac{15}{4} l \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2 \\ M_P &= \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right) l \end{aligned} \right\} \text{ (18, 19)}$$

Aus den Gleichungen 16 bis 19 ist ersichtlich, daß die Momente M_A , M_B , Hf und M_P ausschließlich von der Lage der Einzelkraft — d. h. von α — und von der Spannweite des Bogens abhängen, daher können diese Momentenformeln bei jedem eingespannten Bogen verwendet werden. Auf Grund dieser Momente kann man das Momentenbild der Einzelkraft in jeder Lage — d. h. bei jedem α -Wert — aufzeichnen (Abb. 10, III).

Die Spannweite wurde in 40 gleiche Teile aufgeteilt (Abb. 12); die zu den Teilungspunkten 20, 19, 18, ..., 1, 0, 1, ..., 18, 19, 20 gehörigen α -Werte sind, ebenso, wie bei den Zweigelenkbogen:

$$-0,500, -0,475, -0,450, \dots, -0,025, 0,00, +0,025, \dots, +0,450, +0,475, +0,500.$$

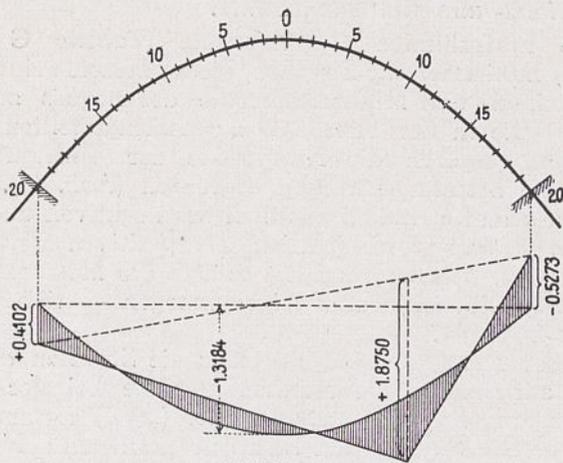


Abbildung 12.

Die Spannweite wurde wiederum mit einer Länge von 10,00 angenommen, daher sind die M_A , M_B , Hf und M_P -Werte:

$$m_A = \frac{5}{2} \left(\frac{1}{8} + \alpha - 3\alpha^2 - 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right)$$

$$m_B = \frac{5}{2} \left(\frac{1}{8} - \alpha - 3\alpha^2 + 4\alpha^3 + 10\alpha^4 \right)$$

$$hf = -\frac{75}{2} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2$$

$$m_P = 10 \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right),$$

die auf jeden Teilungspunkt ausgerechnet und in der Tabelle F zusammengestellt wurden. Aus dieser Tabelle kann man die Momentenwerte einer Einzellast immer leicht erhalten, nur die Spannweite muß immer mit 10 dividiert werden. Wenn z. B. die Spannweite $l = 30,00$ m ist und die Bogenhöhe 4,00 m, und auf dem Querschnitt 10 die Einzelkraft 2,00 t wirkt, dann sind:

$$M_A = -0,5273 \times \frac{30,0}{10,0} 2,00 = - 3,16 \text{ tm}$$

$$M_B = +0,4102 \times \frac{30,0}{10,0} 2,00 = + 2,46 \text{ „}$$

$$Hf = -1,3184 \times \frac{30,0}{10,0} 2,00 = - 7,92 \text{ „}$$

$$M_P = +1,8750 \times \frac{30,0}{10,0} 2,00 = + 11,25 \text{ „}$$

und

$$H = \frac{7,92}{4,00} = 1,98 \text{ t.}$$

Wenn aber die Einheitskraft den Querschnitt 10 belastet (Abb. 12), dann kann man das Momentenbild auf Grund der Momentenwerte in der Tabelle F:

$$m_P = +1,8750 \quad hf = -1,3184$$

$$m_A = -0,5273 \quad m_B = +0,4102$$

sehr einfach aufzeichnen.

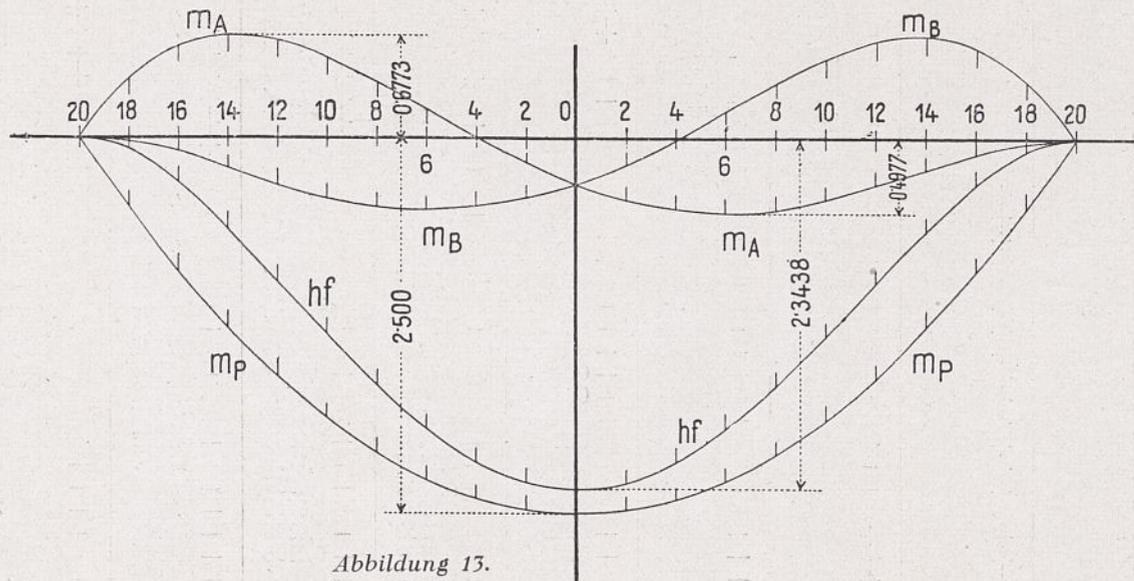


Abbildung 13.

Tabelle F. Einflußzahlen der Momentenordinaten.
(Eingespannter Bogen.)

Quer-schnitt	Ordinate der Bogen-achse	Einflußzahlen der Momentenordinaten			
		y	m_P	hf	m_A
1	2	3	4	5	6
19	0,0975	+ 0,2438	- 0,0223	- 0,2228	+ 0,0088
18	0,1900	+ 0,4750	- 0,0846	- 0,3948	+ 0,0327
17	0,2775	+ 0,6938	- 0,1805	- 0,5214	+ 0,0683
16	0,3600	+ 0,9000	- 0,3038	- 0,6075	+ 0,1125
15	0,4375	+ 1,0938	- 0,4486	- 0,6580	+ 0,1624
14	0,5100	+ 1,2750	- 0,6096	- 0,6773	+ 0,2152
13	0,5775	+ 1,4438	- 0,7817	- 0,6700	+ 0,2684
12	0,6400	+ 1,6000	- 0,9600	- 0,6400	+ 0,3200
11	0,6975	+ 1,7438	- 1,1402	- 0,5912	+ 0,3678
10	0,7500	+ 1,8750	- 1,3184	- 0,5273	+ 0,4102
9	0,7975	+ 1,9938	- 1,4906	- 0,4517	+ 0,4455
8	0,8400	+ 2,1000	- 1,6538	- 0,3675	+ 0,4725
7	0,8775	+ 2,1938	- 1,8047	- 0,2776	+ 0,4902
6	0,9100	+ 2,2750	- 1,9409	- 0,1848	+ 0,4977
5	0,9375	+ 2,3438	- 2,0599	- 0,0916	+ 0,4944
4	0,9600	+ 2,4000	- 2,1600	- 0,0000	+ 0,4800
3	0,9775	+ 2,4438	- 2,2395	+ 0,0878	+ 0,4544
2	0,9900	+ 2,4750	- 2,2971	+ 0,1702	+ 0,4177
1	0,9975	+ 2,4938	- 2,3320	+ 0,2473	+ 0,3702
0	1,0000	+ 2,5000	- 2,3438	+ 0,3125	+ 0,3125
1	0,9975	+ 2,4938	- 2,3320	+ 0,3702	+ 0,2473
2	0,9900	+ 2,4750	- 2,2971	+ 0,4177	+ 0,1702
3	0,9775	+ 2,4438	- 2,2395	+ 0,4544	+ 0,0878
4	0,9600	+ 2,4000	- 2,1600	+ 0,4800	- 0,0000
5	0,9375	+ 2,3438	- 2,0599	+ 0,4944	- 0,0916
6	0,9100	+ 2,2750	- 1,9409	+ 0,4977	- 0,1848
7	0,8775	+ 2,1938	- 1,8047	+ 0,4902	- 0,2776
8	0,8400	+ 2,1000	- 1,6538	+ 0,4725	- 0,3675
9	0,7975	+ 1,9938	- 1,4906	+ 0,4455	- 0,4517
10	0,7500	+ 1,8750	- 1,3184	+ 0,4102	- 0,5273
11	0,6975	+ 1,7438	- 1,1402	+ 0,3678	- 0,5912
12	0,6400	+ 1,6000	- 0,9600	+ 0,3200	- 0,6400
13	0,5775	+ 1,4438	- 0,7817	+ 0,2684	- 0,6700
14	0,5100	+ 1,2750	- 0,6096	+ 0,2152	- 0,6773
15	0,4375	+ 1,0938	- 0,4486	+ 0,1624	- 0,6580
16	0,3600	+ 0,9000	- 0,3038	+ 0,1125	- 0,6075
17	0,2775	+ 0,6938	- 0,1805	+ 0,0683	- 0,5214
18	0,1900	+ 0,4750	- 0,0846	+ 0,0327	- 0,3948
19	0,0975	+ 0,2438	- 0,0223	+ 0,0088	- 0,2228

Es muß erwähnt werden, daß wegen der Symmetrie des Systems in der Tabelle F die Spalten 5 und 4 symmetrische Momentenbilder darstellen und die Spalten 5 und 6 dieselben Einflußzahlen enthalten, nur in entgegengesetzter Reihenfolge.

B. Einflußlinien.

Auf Grund der Tabelle F sind die m_P , hf , m_A und m_B -Werte in Abb. 13 aufgezeichnet. Die hf -Linie kann als Einflußlinie für die Horizontalkraft betrachtet werden, da sich durch eine Multiplikation mit $\frac{l}{10f}$ die richtige Größe derselben ergibt. Die m_A und m_B -Linien sind

Einflußlinien für die links- bzw. rechtsseitigen Einspannungsmomente, jedoch müssen die Ordinaten mit $\frac{l}{10}$ vergrößert werden, um den richtigen Wert der Reaktionsmomente zu erhalten.

In Abb. 12 wurde das Momentenbild aufgezeichnet, welches durch die im Querschnitte 10 belastende Einheitskraft hervorgerufen wird. Ebenso wurden nacheinander die Momentenbilder für jeden Querschnitt aufgetragen, und zwar auf Grund der Tabelle F, ferner wurden — wie bei dem Zweigelenkbogen — die Ordinaten sämtlicher Momentenbilder berechnet. Diese Ordinaten ergeben aber, entsprechend zusammengestellt, auch die Ordinaten der Einflußlinien für Momente, vorausgesetzt, daß dieselben immer mit $\frac{l}{10}$ vergrößert werden. In der Tabelle G sind die Ordinaten der Einflußlinien für jeden zweiten Querschnitt, d. h. für 20, 18, 16 . . . 2, 0, zusammengestellt, und in Abb. 14 sind die Einflußlinien für Momente, für jeden vierten Querschnitt 20, 16, 12, 8, 4, 0, 4, 8, 12, 16, 20, aufgetragen.

Es ist zu bemerken, daß die Spalte 5 der Tabelle F und die Spalte 2 der Tabelle G dieselben Einflußzahlen enthalten, da beide die Einflußlinie für das Moment des Querschnittes 20 darstellen.

Auf Grund der Einflußlinien kann man das Momentenbild für jede beliebige gleichmäßige oder konzentrierte Belastung aufzeichnen, und mittels der Tabelle F die Horizontalkraft und die Reaktionsmomente bestimmen. Wenn aber die vertikalen Reaktionen, die Horizontalkraft und die Reaktionsmomente bekannt sind, ist es sehr einfach, die Querkkräfte festzustellen, und auf Grund der Momente und Querkkräfte die Stützlinie des eingespannten Bogens aufzuzeichnen.

C. Maximal- und Minimalmomente.

Die Einflußlinien für Momente (Tabelle G und Abb. 14) bestimmen die Strecken, die zu belasten sind, um die Maximal- und Minimalmomente des Bogens zu ermitteln. Die in der Tabelle G zusammengestellten Einflußzahlen ergeben die Nullpunkte der Einflußlinien, welche die Belastungsstrecken begrenzen (Abb. 15). Die Strecken *a* und *c* sind hinsichtlich des negativen und die Strecken *b* und *d* hinsichtlich des positiven Maximalmomentes zu belasten, und die Fläche des Momentbildes — ebenso, wie bei dem Zweigelenkbogen — liefert die Maximalmomente.

In der Tabelle H sind einerseits die Strecken *a*, *b*, *c* und *d*, andererseits die Maximalmomente bei der Einheitsbelastung für jeden Querschnitt (m_{\max}) zusammengestellt. Die Summe der Strecken muß auch hier 10 betragen; für die Querschnitte 6 bis 15 und 20 gibt es nur einen einzigen Nullpunkt, für die übrigen hingegen zwei.

Die positiven und negativen Maximalmomente haben für jeden Querschnitt aus demselben Grunde gleiche Größe wie bei dem Zweigelenkbogen (Tabelle H, Spalte 6), und die Momente m_{\max} müssen auch bei dem eingespannten Bogen mit $\frac{pl^2}{100}$ vergrößert werden, um den richtigen Wert des Maximalmomentes zu liefern:

$$M_{\max} = \frac{pl^2}{100} m_{\max}$$

Die Einflußlinien der Horizontalkraft *H* und die Reaktionsmomente M_A und M_B (Tabelle F, Spalte 4 bis 6) wurden mit Vertikalen durch die Nullpunkte der Einflußlinien für Momente aufgeteilt, und die Fläche der einzelnen Teile festgestellt; hierdurch erhält man die Horizontalkräfte und Reaktionsmomente (Tabelle J und K,

Tabelle G. Einflußzahlen der Momente in den Bogenquerschnitten.
(Eingespannter Bogen.)

Querschnitt	Einflußzahlen der Momente in den Querschnitten										
	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	-0,2228	+0,0220	+0,0165	+0,0131	+0,0093	+0,0059	+0,0030	+0,0005	-0,0016	-0,0032	-0,0043
18	-0,3948	+0,0855	+0,0674	+0,0511	+0,0365	+0,0236	+0,0123	+0,0028	-0,0051	-0,0112	-0,0157
17	-0,5214	-0,0637	+0,1476	+0,1125	+0,0810	+0,0532	+0,0289	+0,0083	-0,0088	-0,0222	-0,0320
16	-0,6075	-0,1792	+0,2552	+0,1956	+0,1421	+0,0947	+0,0534	+0,0181	-0,0111	-0,0342	-0,0513
15	-0,6580	-0,2647	+0,1376	+0,2988	+0,2190	+0,1482	+0,0863	+0,0334	-0,0105	-0,0454	-0,0714
14	-0,6773	-0,3235	+0,0425	+0,4206	+0,3110	+0,2136	+0,1283	+0,0553	-0,0056	-0,0542	-0,0907
13	-0,6700	-0,3591	-0,0325	+0,3096	+0,4174	+0,2909	+0,1799	+0,0847	+0,0050	-0,0593	-0,1074
12	-0,6400	-0,3744	-0,0896	+0,2144	+0,5376	+0,3800	+0,2416	+0,1224	+0,0224	-0,0584	-0,1200
11	-0,5912	-0,3724	-0,1308	+0,1331	+0,4208	+0,4808	+0,3137	+0,1693	+0,0477	-0,0510	-0,1270
10	-0,5273	-0,3560	-0,1582	+0,0659	+0,3164	+0,5933	+0,3965	+0,2261	+0,0820	-0,0356	-0,1270
9	-0,4517	-0,3276	-0,1736	+0,0101	+0,2237	+0,4671	+0,4903	+0,2933	+0,1262	-0,0112	-0,1188
8	-0,3675	-0,2897	-0,1789	-0,0349	+0,1411	+0,3522	+0,5954	+0,3716	+0,1809	+0,0233	-0,1013
7	-0,2776	-0,2446	-0,1756	-0,0704	+0,0709	+0,2483	+0,4617	+0,4613	+0,2470	+0,0687	-0,0734
6	-0,1848	-0,1945	-0,1653	-0,0973	+0,0095	+0,1551	+0,3396	+0,5628	+0,3249	+0,1258	-0,0345
5	-0,0915	-0,1411	-0,1495	-0,1167	-0,0427	+0,0725	+0,2289	+0,4265	+0,4153	+0,1953	+0,0165
4	+0,0000	-0,0864	-0,1296	-0,1296	-0,0864	-0,0000	+0,1296	+0,3024	+0,5184	+0,2776	+0,0800
3	+0,0878	-0,0318	-0,1067	-0,1368	-0,1321	-0,0626	+0,0416	+0,1907	+0,3846	+0,3732	+0,1566
2	+0,1702	+0,0211	-0,0821	-0,1392	-0,1505	-0,1158	-0,0352	+0,0914	+0,2639	+0,4824	+0,2468
1	+0,2473	+0,0728	-0,0550	-0,1361	-0,1707	-0,1585	-0,0998	+0,0056	+0,1577	+0,3564	+0,3517
0	+0,3125	+0,1172	-0,0313	-0,1328	-0,1875	-0,1953	-0,1563	-0,0703	+0,0625	+0,2394	+0,4688
1	+0,3702	+0,1584	-0,0067	-0,1251	-0,1969	-0,2221	-0,2006	-0,1325	-0,0178	+0,1436	+0,3517
2	+0,4177	+0,1938	+0,0159	-0,1160	-0,2020	-0,2420	-0,2362	-0,1843	-0,0866	+0,0571	+0,2468
3	+0,4544	+0,2231	+0,0365	-0,1052	-0,2022	-0,2544	-0,2617	-0,2243	-0,1421	-0,0151	+0,1566
4	+0,4800	+0,2456	+0,0544	-0,0936	-0,1984	-0,2600	-0,2784	-0,2536	-0,1856	-0,0744	+0,0800
5	+0,4944	+0,2612	+0,0692	-0,0816	-0,1912	-0,2596	-0,2867	-0,2727	-0,2175	-0,1211	+0,0165
6	+0,4977	+0,2698	+0,0807	-0,0696	-0,1810	-0,2536	-0,2874	-0,2824	-0,2386	-0,1559	-0,0345
7	+0,4902	+0,2714	+0,0887	-0,0579	-0,1684	-0,2428	-0,2811	-0,2833	-0,2495	-0,1795	-0,0734
8	+0,4725	+0,2663	+0,0932	-0,0469	-0,1539	-0,2278	-0,2687	-0,2764	-0,2511	-0,1927	-0,1013
9	+0,4455	+0,2549	+0,0941	-0,0368	-0,1380	-0,2093	-0,2508	-0,2625	-0,2444	-0,1965	-0,1188
10	+0,4102	+0,2378	+0,0918	-0,0278	-0,1211	-0,1880	-0,2285	-0,2427	-0,2305	-0,1919	-0,1270
11	+0,3678	+0,2157	+0,0864	-0,0201	-0,1037	-0,1646	-0,2027	-0,2180	-0,2104	-0,1801	-0,1270
12	+0,3200	+0,1896	+0,0784	-0,0136	-0,0864	-0,1400	-0,1744	-0,1890	-0,1856	-0,1624	-0,1200
13	+0,2684	+0,1605	+0,0682	-0,0085	-0,0695	-0,1149	-0,1447	-0,1588	-0,1573	-0,1402	-0,1074
14	+0,2152	+0,1297	+0,0564	-0,0046	-0,0535	-0,0902	-0,1147	-0,1270	-0,1271	-0,1150	-0,0907
15	+0,1624	+0,0986	+0,0438	-0,0020	-0,0388	-0,0667	-0,0856	-0,0955	-0,0964	-0,0884	-0,0714
16	+0,1125	+0,0688	+0,0312	-0,0004	-0,0259	-0,0453	-0,0587	-0,0659	-0,0671	-0,0622	-0,0513
17	+0,0683	+0,0420	+0,0193	+0,0003	-0,0152	-0,0270	-0,0352	-0,0398	-0,0408	-0,0382	-0,0320
18	+0,0327	+0,0202	+0,0094	+0,0004	-0,0070	-0,0127	-0,0167	-0,0190	-0,0196	-0,0185	-0,0157
19	+0,0088	+0,0054	+0,0026	+0,0002	-0,0018	-0,0033	-0,0044	-0,0051	-0,0053	-0,0050	-0,0043

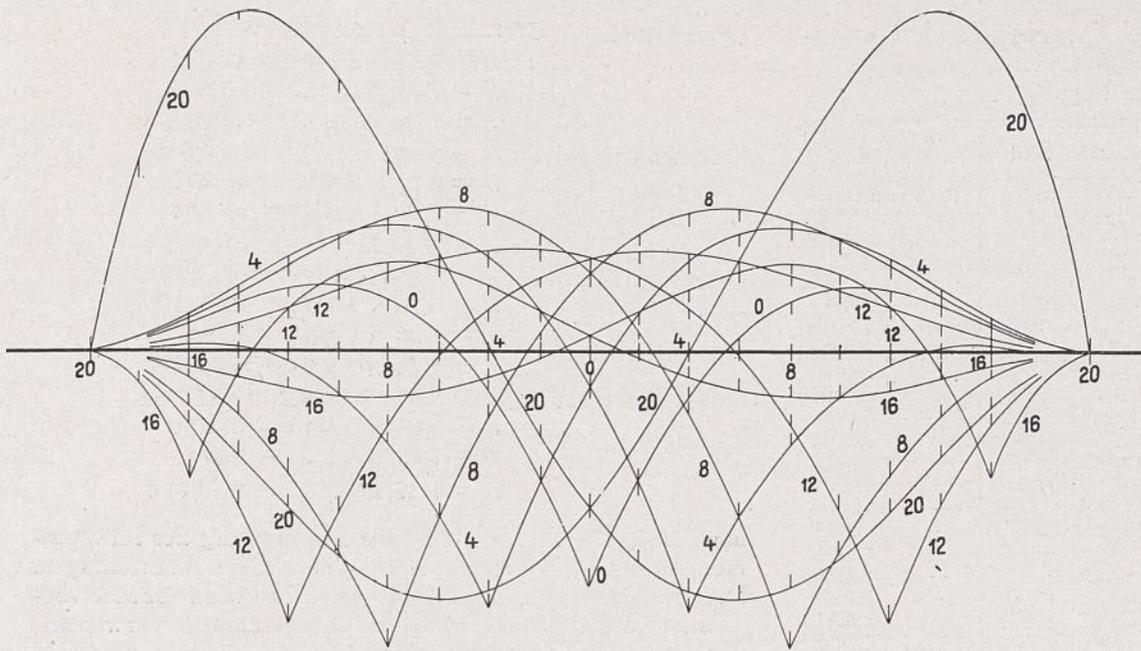


Abbildung 14.

Spalte 2 bis 4), die gleichzeitig mit den Maximal- und Minimalmomenten auftreten. In den Tabellen J und K (Spalte 5 bis 8) wurden die vertikalen Reaktionskräfte, ferner die an der linken Seite des Querschnittes wirkenden Belastungs- und Querkräfte eingeschrieben, die auf Grund der früher festgestellten Belastungsstrecke berechnet werden. Mit Hilfe dieser Tabelle kann man auch die mit den Maximal- und Minimalmomenten gleichzeitig auftretenden vertikalen Kräfte bestimmen. Um die richtigen Werte aus den Tabellen J und K zu gewinnen, muß man — ebenso wie früher — die hf -, m_A - und m_B -Werte mit $\frac{pl^2}{100}$ (Spalte 2 bis 4) und die vertikalen Reaktionen, ferner die Belastungen und Querkräfte mit $\frac{pl}{10}$ (Spalte 5 bis 8) vergrößern.

Im Falle der Vollbelastung erhält man die Horizontalkraft, wenn die hf -Werte aus den Tabellen J und K

Tabelle H. Maximalmomente beim eingespannten Bogen.

Belastet sind die Strecken b und d, hinsichtlich des positiven Maximalmomentes, beziehungsweise die Strecken a und c, hinsichtlich des negativen Maximalmomentes.

Querschnitt	Länge der belasteten Strecken				Maximalmoment m_{max}
	a	b	c	d	
1	2	3	4	5	6
20	—	—	4,000	6,000	± 1,7238
19	—	0,284	3,887	5,829	± 1,2787
18	—	0,643	3,757	5,600	± 0,8989
17	—	1,091	3,639	5,270	± 0,6047
16	—	1,642	3,682	4,676	± 0,4163
15	—	2,244	4,241	3,515	± 0,3589
14	—	2,807	6,340	0,853	± 0,4527
13	—	3,270	6,730	—	± 0,6033
12	—	3,546	6,454	—	± 0,7313
11	—	3,792	6,208	—	± 0,8276
10	—	4,000	6,000	—	± 0,8920
9	—	4,197	5,803	—	± 0,9249
8	—	4,385	5,615	—	± 0,9277
7	—	4,575	5,425	—	± 0,9027
6	—	4,769	5,231	—	± 0,8529
5	0,663	4,309	5,028	—	± 0,7830
4	1,632	3,563	4,805	—	± 0,7048
3	2,296	3,153	4,551	—	± 0,6348
2	2,831	2,866	4,303	—	± 0,5811
1	3,286	2,705	4,009	—	± 0,5485
0	3,669	2,662	3,669	—	± 0,5374
					$\frac{pl^2}{100}$

addiert werden. Für jeden Querschnitt ist die Summe der beiden hf -Werte 12,5, daher:

$$H = 12,5 \frac{pl^2}{100f} = \frac{pl^2}{8f} \quad (20)$$

gerade so, wie bei dem Zweigelenkbogen.

Es folgt aus der Vollbelastung, daß die Reaktionsmomente m_A und m_B , die bei positiven und negativen Maximalmomenten (Tabelle J und K, Spalte 5 u. 4) hervorgerufen werden, dieselbe Größe und entgegengesetzte Richtung haben, sonst wäre es unmöglich, daß die Spannungsmomente bei Vollbelastung verschwinden. Ferner ist es sicher — ebenso wie beim Zweigelenkbogen —, daß die Summe der Spalte 5 von den

Tabellen J und K für jeden Querschnitt den Wert 5,00 hat; dasselbe gilt für die Spalte 6 der Tabellen J und K. Es ist auch klar, daß die Summe der Spalte 5 und 6 für jeden Querschnitt mit den Längen der Belastungsstrecken a und c bzw. b und d gleich ist.

In Abb. 16 wurden in der linken Hälfte das positive und an der rechten Seite das negative Maximalmoment (m_{max}), die dazu gehörende Horizontalkraft (hf), die

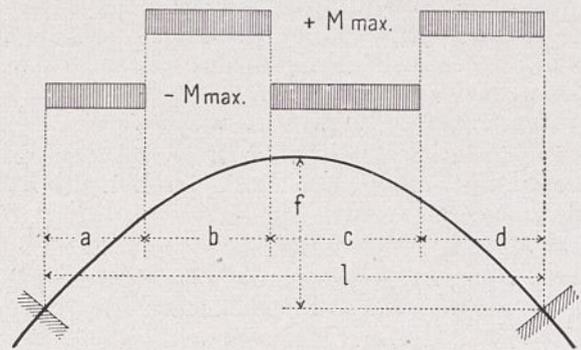


Abbildung 15.

Tabelle J. Reaktionen und Querkräfte bei positivem Maximalmoment.
(Eingespannter Bogen.)

Querschnitt	Horizontalkraft hf	Reaktionsmoment		Vertikale Reaktion		Be- lastung links vom Querschnitt	Querkraft q
		links m_A	rechts m_B	links v_A	rechts v_B		
1	2	5	4	5	6	7	8
20	8,5301	+ 1,7238	- 1,1488	1,5127	4,4873	—	1,5127
19	8,1598	+ 1,6828	- 1,2279	1,6878	4,4252	0,2500	1,4378
18	7,6728	+ 1,5290	- 1,3199	1,9054	4,3376	0,5000	1,4054
17	7,0204	+ 1,2162	- 1,4131	2,1573	4,2037	0,7500	1,4073
16	5,9233	+ 0,6639	- 1,4901	2,3848	3,9332	1,0000	1,3848
15	3,9549	- 0,2579	- 1,3397	2,5018	3,2572	1,2500	1,2518
14	1,8046	- 1,4350	+ 0,2943	2,6220	1,0380	1,5000	1,1220
13	2,5103	- 1,6254	+ 0,7893	2,9770	0,2930	1,7500	1,2270
12	3,0313	- 1,6858	+ 0,9256	3,1781	0,3679	2,0000	1,1781
11	3,5286	- 1,7158	+ 1,0475	3,3492	0,4428	2,2500	1,0992
10	3,9699	- 1,7238	+ 1,1488	3,4873	0,5127	2,5000	0,9873
9	4,4016	- 1,7169	+ 1,2413	3,6121	0,5849	2,7500	0,8621
8	4,8249	- 1,6979	+ 1,3257	3,7262	0,6588	3,0000	0,7262
7	5,2596	- 1,6669	+ 1,4053	3,8357	0,7393	3,2500	0,5857
6	5,7087	- 1,6237	+ 1,4798	3,9419	0,8271	3,5000	0,4419
5	6,1482	- 1,3910	+ 1,5359	3,3874	0,9216	3,0870	0,3004
4	6,2826	- 0,7182	+ 1,4609	2,5645	0,9985	2,3680	0,1965
3	6,2532	- 0,1967	+ 1,3114	2,0830	1,0700	1,9540	0,1290
2	6,0904	+ 0,1804	+ 1,1235	1,7383	1,1277	1,6688	0,0693
1	5,9702	+ 0,4736	+ 0,9238	1,4951	1,2099	1,4640	0,0311
0	5,9458	+ 0,7140	+ 0,7140	1,3310	1,3310	1,3310	—

Tabelle K. Reaktionen und Querkräfte bei negativem Maximalmoment.
(Eingespannter Bogen.)

Querschnitt	Horizontalkraft hf	Reaktionsmoment		Vertikale Reaktion		Belastung	Quer- kraft q
		links m_A	rechts m_B	links v_A	rechts v_B		
1	2	3	4	5	6	7	8
20	3,9699	-1,7238	+1,1488	3,4873	0,5127	-	3,4873
19	4,3402	-1,6828	+1,2279	3,3122	0,5748	-	3,3122
18	4,8272	-1,5290	+1,3199	3,0946	0,6624	-	3,0946
17	5,4796	-1,2162	+1,4131	2,8427	0,7963	-	2,8427
16	6,5767	-0,6639	+1,4901	2,6152	1,0668	-	2,6152
15	8,5451	+0,2579	+1,3397	2,4982	1,7428	-	2,4982
14	10,6954	+1,4350	-0,2943	2,3780	3,9620	-	2,3780
13	9,9897	+1,6254	-0,7893	2,0230	4,7070	-	2,0230
12	9,4687	+1,6858	-0,9256	1,8219	4,6321	-	1,8219
11	8,9714	+1,7158	-1,0475	1,6508	4,5572	-	1,6508
10	8,5301	+1,7238	-1,1488	1,5127	4,4873	-	1,5127
9	8,0984	+1,7169	-1,2413	1,3879	4,4151	-	1,3879
8	7,6751	+1,6979	-1,3257	1,2738	4,3412	-	1,2738
7	7,2405	+1,6669	-1,4053	1,1643	4,2607	-	1,1643
6	6,7913	+1,6237	-1,4798	1,0581	4,1729	-	1,0581
5	6,3518	+1,3910	-1,5359	1,6126	4,0784	0,6630	0,9496
4	6,2174	+0,7182	-1,4609	2,4355	4,0015	1,6320	0,8035
3	6,2468	+0,1967	-1,3114	2,9170	3,9300	2,2960	0,6210
2	6,4096	-0,1804	-1,1235	3,2617	3,8723	2,8312	0,4305
1	6,5298	-0,4736	-0,9238	3,5049	3,7901	3,2860	0,2189
0	6,5542	-0,7140	-0,7140	3,6690	3,6690	3,6690	-

Einspannungsmomente (m_A und m_B) und die links- und rechtsseitigen vertikalen Reaktionskräfte (V_A und V_B) aufgetragen.

Die Resultierende der zu den Maximalmomenten gehörigen Horizontalkraft und vertikalen Querkräfte liefert für jeden Querschnitt die zur statischen Untersuchung notwendige Querkraft, die mit dem Maximalmoment die Spannungen des Querschnittes bestimmt. Alle diese Werte können aus den Tabellen H, J und K entnommen werden und ebenso wie die Werte der Winklerschen Tabellen für durchlaufende Träger verwendet werden.

Beispiel: Die Spannweite, Bogenhöhe und bewegliche Belastung sind dieselben wie im Beispiel bei den Zweigelenkbogen:

$$l = 48,00 \text{ m} \quad f = 6,00 \text{ m} \quad p = 1,50 \text{ t/m}$$

Die Werte m_{\max} , hf und q aus den Tabellen H, J und K müssen — genau so wie bei dem Zweigelenkbogen — mit 34,56, 5,76 und 7,20 vergrößert werden, um die richtigen Werte von M_{\max} , H und Q zu erhalten. Demzufolge sind das positive Maximalmoment und sowohl die gleichzeitig auftretenden Horizontal- und Querkräfte als auch die Resultierende (R) derselben für:

Querschnitt 20: $M_{\max} = 34,56 \times 1,7258 = 59,57 \text{ tm}$

$$H = 5,76 \times 8,5301 = 49,15 \text{ t}$$

$$Q = 7,20 \times 1,5127 = 10,90 \text{ t}$$

$$R = \sqrt{49,15^2 + 10,90^2} = 50,5 \text{ t}$$

Querschnitt 18: $M_{\max} = 34,56 \times 0,8989 = 31,07 \text{ tm}$

$$H = 5,76 \times 7,6728 = 44,20 \text{ t}$$

$$Q = 7,20 \times 1,4054 = 10,12 \text{ t}$$

$$R = \sqrt{44,20^2 + 10,12^2} = 45,5 \text{ t}$$

Querschnitt 16: $M_{\max} = 34,56 \times 0,4165 = 14,40 \text{ tm}$

$$H = 5,76 \times 5,9255 = 34,10 \text{ t}$$

$$Q = 7,20 \times 1,5848 = 9,98 \text{ t}$$

$$R = \sqrt{34,10^2 + 9,98^2} = 35,50 \text{ t}$$

Querschnitt 14: $M_{\max} = 34,56 \times 0,4527 = 15,65 \text{ tm}$

$$H = 5,76 \times 1,8046 = 10,40 \text{ t}$$

$$Q = 7,20 \times 1,1220 = 8,10 \text{ t}$$

$$R = \sqrt{10,40^2 + 8,10^2} = 13,10 \text{ t}$$

usw. Dasselbe Verfahren ist zur Bestimmung des Minimalmomentes und der dazu gehörenden Kräfte einzuschlagen. Die Exzentrizität der Resultierenden wird ebenso berechnet und zum Aufzeichnen der Stützlinie verwendet, wie beim Zweigelenkbogen.

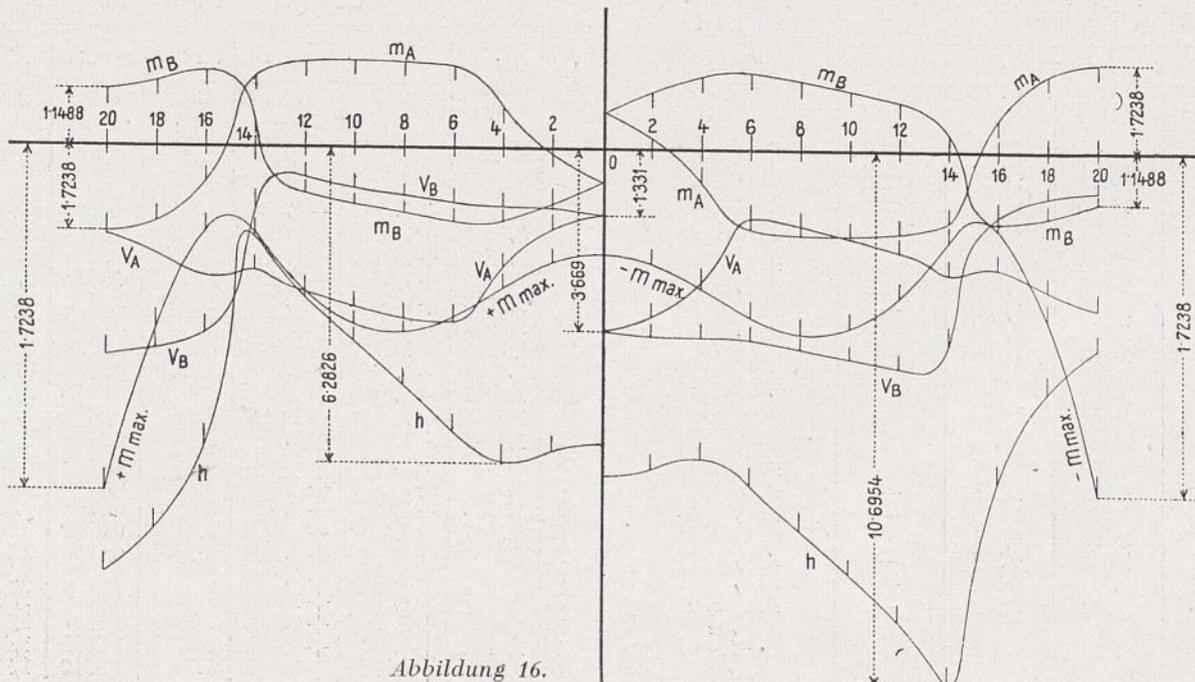
D. Die Wirkung der Normalkräfte.

Die vertikalen Komponenten der Normalkräfte werden vernachlässigt, weil durch diese Kräfte nur die Bogenhöhe unbedeutend verkürzt wird. Die horizontale Komponente, d. h. die Horizontalkraft H , ist bei derselben Belastung konstant, aber die Spannweite wird dadurch um δ verkürzt. Es wird auch hier vorausgesetzt, daß die Verkürzung der Spannweite (δ), mit der Verkürzung desjenigen durch die Längskraft H belasteten geraden Stabes gleich ist, welcher denselben Querschnitt hat wie der Bogen im Scheitel (F). Die Verkürzung ist daher:

$$\delta = \frac{Hl}{FE}$$

Wenn der Querschnitt bei A in der ursprünglichen Lage bleibt (Abb. 17), wird sich der Querschnitt B um δ parallel verschieben. Es ist klar, daß zum Zurückführen des Querschnittes B in die ursprüngliche Lage wegen der Symmetrie des Systems zwei, in A und B angreifende, gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete horizontale Kräfte (H') und Reaktionsmomente M'_A und M'_B nötig sind. Da keine äußeren Kräfte angreifen und nur die Kräfte H' und die gleichen Momente M'_A und M'_B wirken, wird das Moment im Scheitel des eingespannten Bogens:

$$M'_C = H'f + M'_A$$



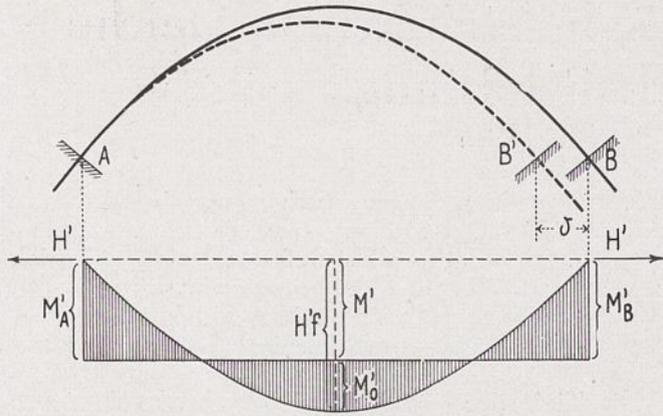


Abbildung 17.

Das Momentenbild ist symmetrisch, und die vier Vektoren zur Bestimmung der Deformationen werden ebenso gebildet und verwendet wie früher, aber der Vektor T_P fällt weg. Die Summe der übrigen drei Vektoren muß verschwinden, da die Querschnitte A und B gegeneinander keine Verdrehung erleiden:

$$\frac{1}{2} l (M'_A + M'_B) + \frac{2}{3} H' f l = 0;$$

da aber:

$$M'_A = M'_B = M',$$

folgt daraus, daß:

$$-M' = \frac{2}{3} H' f$$

und daher:

$$M'_C = H' f - \frac{2}{3} H' f = \frac{1}{3} H' f.$$

Ferner muß das Moment der drei Vektoren, auf die Gerade AB bezogen, den mit EJ_0 vergrößerten Wert von δ haben, da die Einspannungsstellen A und B gegeneinander eine Verschiebung von δ erleiden. Die Momentengleichung lautet:

$$\frac{2}{5} H' f l \times \frac{4}{5} f + M' l \frac{2}{5} f = -\frac{Hl}{EF} EJ_0,$$

wovon:

$$H' = -\frac{45}{4} \frac{HJ_0}{Ff^2}.$$

Mit Rücksicht darauf, daß:

$$J_0 = \frac{h^3}{12} \quad \text{und} \quad F = h,$$

wird:

$$H' = -\frac{15}{16} \frac{h^3}{f^2} H. \quad (21)$$

Den Wert von H aus der Gleichung 15 entnommen: wird:

$$\text{und:} \quad \left. \begin{aligned} H' &= \frac{225}{64} \frac{h^3}{f^3} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2 l \\ M' &= -\frac{75}{32} \frac{h^3}{f^2} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2 l \\ M'_C &= +\frac{75}{64} \frac{h^3}{f^2} \left(\frac{1}{4} - \alpha^2 \right)^2 l \end{aligned} \right\} \quad (22 \text{ bis } 24)$$

Die Horizontalkraft und die Momente hängen auch vom Verhältnis $\frac{h}{f}$ ab, deshalb können die Einflußzahlen in der Tabelle G nicht ohne weiteres korrigiert werden. In einem konkreten Falle, wo große Genauigkeit nötig ist, kann man auf Grund der Gleichungen 22 bis 24 die Horizontalkraft und Momente immer ergänzen. Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Wirkung der Normalkräfte wirklich unwesentlich ist; wenn z. B. das Verhältnis $\frac{h}{f} = \frac{1,00}{6,00}$ ist, dann ist nach Gleichung 21:

$$H' = -\frac{15}{16} \frac{1,00^3}{6,00^2} H = 0,026H,$$

und diese Horizontalkraft hat tatsächlich keine praktische Bedeutung.

E. Die Wirkung der Temperaturänderungen.

Durch die Temperaturänderung wird die Spannweite l — ebenso wie bei dem Zweigelenkbogen — mit einer Länge von:

$$\delta = t\epsilon l$$

verlängert oder verkürzt; da die Einspannungsquerschnitte A und B sich auch im Falle einer Temperaturänderung weder verdrehen noch verschieben dürfen, bleiben das Momentenbild in Abb. 17 und die daraus abgeleiteten Gleichungen gültig; wenn die durch Temperaturänderungen hervorgerufene Horizontalkraft H'' ist, und das Moment an den Einspannungsstellen $= M''$ ist, wird:

$$\frac{2}{5} H'' f l \times \frac{4}{5} f + M'' l \frac{2}{5} f = t\epsilon l EJ_0,$$

wovon:

$$H'' = \frac{45}{4} \frac{EJ_0}{f^2} t\epsilon.$$

Das Moment an den Einspannungsstellen wird:

$$M'' = -\frac{15}{2} \frac{EJ_0}{f} t\epsilon$$

und am Scheitel:

$$M''_e = +\frac{15}{4} \frac{EJ_0}{f} t\epsilon.$$

Die durch diese Formeln bestimmten Werte, Horizontalkraft und Momente, sind zu den aus der äußeren Belastung hervorgerufenen Kräften und Momenten zu addieren.

III. Zusammenfassung.

Es folgt aus dem Vorigen, daß die Zusammenstellung der Tabellen zur Bestimmung der Einflußlinien und Maximalmomente nur dadurch möglich war, daß statt der Horizontalkraft H überall deren Scheitelmoment Hf eingeführt wurde; ohnehin wären nämlich die Momente nicht nur von der Spannweite, sondern auch von der Bogenhöhe, d. h. von zwei Unbekannten, abhängig und Tabellen sind im allgemeinen nur dann einfach und für die Praxis leicht verwendbar, wenn die Werte bloß von einem unbekanntem Faktor abhängen. Die Zusammenstellung war durch die Einfachheit der Formeln wesentlich erleichtert, und es unterliegt keinem Zweifel, daß die Gleichungen nur deshalb so einfach sind, weil die Bedingung laut Gleichung 2:

$$J \cos \varphi = J_0 \quad \text{angenommen wurde.}$$

Es sei hier nur erwähnt, daß die Berechnung der Einflußzahlen auf sechs Dezimalen für die hf -Werte des eingespannten Bogens (Tabelle J und K, Spalte 2) die folgenden Zahlen lieferte:

Querschnitt 20: 3,969 885 und 8,530 134

Querschnitt 10: 8,530 134 und 3,969 885

Querschnitt 0: 6,554 201 und 5,945 818

Die Summe dieser hf -Werte ist 12,500 019, und müßte laut Gleichung 20 genau 12,50 sein.

Die Tabellen enthalten nur vier Dezimalen, die den Ansprüchen der Praxis vollkommen Genüge leisten.

Bei der Verwendung der Tabellen gibt es gar keinen Unterschied zwischen einem auf Gelenke gestützten oder einem eingespannten Bogenträger, da in beiden Fällen für jeden Querschnitt das Maximalmoment, die Horizontalkraft und die vertikale Querkraft zu entnehmen sind, um über die Kraftwirkungen des Querschnittes orientiert zu sein. Der einzige Unterschied besteht darin, daß bei dem Zweigelenkbogen das Moment an den Stützpunkten A und B verschwindet, bei den eingespannten Bogenträgern aber nicht.

Bei der Berechnung der Bogenträger bestand der Unterschied darin, daß der Zweigelenkbogen zwei, hingegen der eingespannte Bogen vier Vektoren lieferte. Es bedarf keiner Erklärung, daß der Zweigelenkbogen auch vier Vektoren ergibt, wenn die Verdrehung der Endquerschnitte A und B , die in A und B angreifen, auch zu bestimmen wäre, da der einzige statische Unterschied zwischen dem Zweigelenk- und dem eingespannten Bogen darin besteht, daß an die Stelle der durch die Einspannung hervorgerufenen Formveränderungsvektoren beim eingespannten Bogen, die Verdrehungsvektoren der Endquerschnitte vom Zweigelenkbogen treten.

Zur Berechnung der schleswig-holsteinischen Deiche um 1700 nach Arbeitsleistung.

Von Regierungsbaurat G. J a c o b y, Kiel.

1. Zum Deichbau entnahm man die Erde im allgemeinen außendeichs aus Pütten. Das sind Gruben, die dort, wo es das Vorland gestattete, möglichst regelmäßig und parallel zum neuen Seedeich in einer Reihe, fortlaufend angelegt wurden¹⁾. Auf manchen alten Karten findet man die Püttlöcher deutlich gezeichnet. Beschrieben und abgebildet sind sie in technischen Lehrbüchern, alten und neuen²⁾.

2. Der Grundriß der Pütten (das Pütt, auch Pott, die Pütte oder das Püttloch genannt³⁾ wird in der Literatur meist quadratisch angegeben⁴⁾. Nach Hunrichs⁵⁾ ist für die Gegend von Bremen und Oldenburg

$$1 \text{ Pütt} = 20 \cdot 20 \cdot 4 \text{ F} = 1600 \text{ F}^3 \quad (1 \text{ R} = 20 \text{ F})^6)$$

In Müllers „Halligen“⁷⁾ wird mitgeteilt:

$$1 \text{ Horsbüller-Pütt}^8) = 18 \cdot 18 \cdot 4 \text{ F} = 1296 \text{ F}^3 \quad (1 \text{ R} = 18 \text{ Horsb. F.})$$

$$1 \text{ seeländisches (also dänisches) Pütt} = 16 \cdot 16 \cdot 4 \text{ F} = 1024 \text{ F}^3 \quad (1 \text{ R} = 16 \text{ dän. F.})$$

In einer Handschrift⁹⁾ von etwa 1650 gibt D. Heisternes bei Besprechung von Claus Cotte Rollwagens Tätigkeit¹⁰⁾, der seine berühmten Deichbauten 1610 in Eiderstedt begann,

$$1 \text{ Pütt zu } 16 \cdot 16 \cdot 4 \text{ F} \quad (1 \text{ R} = 16 \text{ eiderstedter Fuß})$$

an. Dieselben Zahlen finden sich bei Volkmar¹¹⁾, Wolters¹²⁾.

Nach Art. 2 des aus d. 16. Jahrh. stammenden Spadelandesrechts¹³⁾ sollten die Pütten außendeichs mindestens 18 R und binnen 12 R von der Deichkrone¹⁴⁾ entfernt bleiben, eine scharfe Bestimmung sehr vorsichtiger Leute, die durch Fernhalten der gefährlichen Löcher eine Unterspülung verhindern und den Deich schützen wollten. — Zum Vergleich aus späterer Zeit mag hier erwähnt sein, daß das Allg. Deichreglement für Schleswig-Holstein vom 6. 4. 1805 in § 27 vorschrieb: „außerhalb des Deichs in Entfernung von 4 R^{14a)}, innerhalb in Entfernung von 2 R, vom Fuße des Deichs an gerechnet, darf keine Erde ausgegraben werden“. Trotz der Verschiedenheiten der Böschungslängen, und damit auch der Entfernung der Pütten, erscheint diese Bestimmung milder als die des

Spadelandesrechts; waren doch auch inzwischen die Deiche kräftiger geworden. Das Spadeldr. konnte die Entfernung der Pütten nicht auf den Deichfuß beziehen, da es solchen überall dort nicht gab, wo die Deichböschung durch ein Holzwerk senkrecht abgeschnitten war. — Wolters¹⁵⁾ schreibt mindestens 3 R Abstand vom Deichfuß vor.

Die Tiefe der Pütten wurde durchwegs zu 4 F angenommen; mehr fast nie, weil der Untergrund bei tieferem Graben feucht wurde; weniger als 4 F aber nur dann, wenn die Erde ungeeignet erschien. In 1 Tide grub man meist nur 1 Loch und ließ es beim nächsten Hochwasser volllaufen, falls das Püttengebiet nicht durch einen Hilfsdeich (Abb. 7) vom Meer getrennt war.

In der Praxis wurden die Pütten meist länglich ausgeführt^{15 a)}. Zwischen den einzelnen Gruben blieben aus technischen, praktischen Gründen Speckdämme¹⁶⁾ — auch Spätdämme genannt — stehen. (Je nach Oertlichkeit und Boden kamen naturgemäß auch ganz unregelmäßig geformte Püttlöcher vor.) Sprachlich bedeutete in alter Zeit Pütte oder Püttinhalt im allgemeinen kein unveränderliches Raummaß, z. B. $16 \cdot 16 \cdot 4 = 1024 \text{ F}^3$, und „Püttwerk“ kein festes Maß für die Arbeitsleistung in F³, wie man nach heutigem Sprachgebrauch und beim Lesen in Chroniken und Deichverordnungen: „einen Deich nach Püttwerk ausmessen“ zunächst wohl annehmen könnte. Der alte Sprachgebrauch muß etwas anders gewesen sein. Ein „Püttwerk“ nennt Hunrichs 1770 — damit wird das Ergebnis der weiterhin folgenden Ausführungen schon vorweggenommen — „die zu einem Deiche ausgegrabene ganze Strecke“. „Püttwerk“¹⁷⁾ ist somit eine Länge, und zwar die Summe der Längen aller der Püttlöcher, die bei bestimmten Deichabmessungen (Bestick, Querschnitt) die zur Deichausbesserung nötige Erdmasse (oder auch, wie sich noch zeigen wird, die Erdmasse auf 1 lfd. R Deichlänge und auf eine Püttenbreite von 1 R) ergeben. Es ist also auch eine Arbeitsleistung, ausgedrückt durch die Länge der geleisteten Gruben. Da die Deiche sehr verschiedenen Querschnitt, je nach Gefährdung und Zweck, aufweisen, war auch die Anzahl der Püttwerke für Neubau oder Ausbesserung und die zugehörige Länge sehr verschieden.

5. Eine nähere Erklärung, wie man einen Deich nach Püttwerken ausmaß und berechnete, geht aus einem Text in dem Codex S. H. 496 der Universitäts-Bibliothek Kiel hervor. Der Codex enthält hinter einem Abdruck des Eiderstedter Landrechts vom 14. 1. 1591 eine Sammlung von Vermerken hauptsächlich in Deichangelegenheiten. Wohl fast alles ist für Eiderstedt bestimmt. Man kann daher annehmen, daß der Sammler des Inhalts und Eigentümer des Volumens ein Eiderstedter war, vermutlich ein Deichbeamter. Ganz vorn findet sich eine Liste von Eiderstedter Kögen mit den Jahreszahlen ihrer Bezeichnung, nach Dankwerth¹⁸⁾, aber fortgeführt bis um 1696. Die Köge, die um 1698 noch im Bau begriffen waren, sind nur mit Namen, ohne Jahr, aufgeführt¹⁹⁾.

¹⁵⁾ 1243, 52.

^{15 a)} Nach freundlicher Angabe des Herrn Deichgrafen von Garding kamen Längen bis zu 15 R vor.

¹⁶⁾ Ueber ihre Breite Wolters 1243, 54. Vielfach zu 1 R angenommen. Doch waren die Pütten in manchen Gegenden auch Längsgruben ohne Zwischendämme.

¹⁷⁾ Wolters bezeichnet damit 1243, 88 die gemeinsame „Arbeit“ mehrerer an einem Püttloch.

¹⁸⁾ „Landesbeschreibung“ von 1652, S. 148.

¹⁹⁾ Der letzte mit einem Jahr bezeichnete ist der Neue Friedrichskoog 1696; ohne Jahr genannt: der Neue Augustenkoog (bedeicht 1697—98) und Graften-, d. i. Graffen Koog (bedeicht 1699).

¹⁾ Je nach den örtlichen Verhältnissen wird die Erde auch binnendeichs beschafft, durch Pütten oder durch Aushub aus dem vergrößerten Ringgraben (Rynsloot).

²⁾ Z. B. Hunrichs 584; Wolters 1243; Büsch 569; Handb. der Ing.-Wissensch. — Die großen Schrägziffern sind die Buchnummern des Archivs.

³⁾ Z. B. Hunrichs 584 I. 173 u. III. 153.

⁴⁾ In jeder Gegend, fast in jedem kleinen Bezirk Schleswig-Holsteins waren die Maße, Ruten wie Fuß, verschieden. Für Eiderstedt ist anzunehmen 1 R = etwa 4,78 m, 1 F = etwa 29,9 cm; 1 F³ = etwa 0,027 m³; 1 Pütt = etwa 27,57 m³.

⁵⁾ 584 III. 153.

⁶⁾ Abkürzungen: R = Rute; F = Fuß; Z = Zoll; D = Daumen = Zoll.

⁷⁾ Das Wasserwesen an der schlesw.-holst. Nordseeküste, Bd. I, 71.

⁸⁾ Die Horsbüll-, später „Wieding“ Harde umfaßte die Küstengegend etwa von Rodenäs bis Emmelsbüll. — Die Rute zu 18 F gibt auch Woltmann für die Gegend von Ritzebüttel an.

⁹⁾ Wird später in der Forts. von Müllers Werk „Das Wasserwesen“ veröffentlicht werden.

¹⁰⁾ Auch über diesen wird „Das Wasserwesen“ Angaben bringen.

¹¹⁾ 473, 81. ¹²⁾ 1243, 88.

¹³⁾ Herausgegeben von Heimreich 1670 im Anhang des Nordfriesischen Landrechts von 1572; Corp. Stat. Slesvic. I. 390; Hackmann, Tractatus juridicus usw., 1690, Mantissa S. 8 bis 17.

¹⁴⁾ Auf die Textkritik des Art. 2 kann z. Zt. nicht näher eingegangen werden. Auf die unklare und sicher verderbte Stelle, die „kaum“ statt „Kamm“ (Deichkrone) schreibt, hat schon Falk in N. Staatsb. Magaz. 1854, S. 892—895, hingewiesen.

^{14 a)} Auch die Tondersche Deichordnung, Artik. 5, von 1619, gibt 4 R an.

Also hat der Eigentümer, oder wenigstens der Schreiber des Koogsverzeichnis, wohl damals mit Sammeln aufgehört; sagen wir, abgerundet, um 1700.

Hinter der Koogliste folgen aus derselben Hand 3 Seiten Text mit der Ueberschrift „Vom Teichmessen“, worin die Berechnung eines Deiches nach Püttwerk behandelt wird. Da über solche Berechnungen, vor mehr als 200 Jahren, wohl noch wenig bekannt ist (über jeden Nachweis von Veröffentlichungen wäre ich dankbar), möge der Text hier besprochen werden. Er wirft auch ein interessantes Licht auf die rechnerischen Kenntnisse und die Ausdrucksweise eines sonst vielleicht (?) wenig mit Mathematik beschäftigten Mannes um 1700. — Ein Vergleich mit Joh. Meijers (des Kartographen von

Schleswig-Holstein, 1606—1674) Formeln wäre lehrreich gewesen. Leider hat dieser die Art der Flächenberechnung von Dreiecken, Rechtecken und Trapezen, wie sie auch für einen Deichquerschnitt in Frage kommen, auf seinen handschriftlichen Plänen²⁰⁾ von 1642 bei der Berechnung der Simonsberger Köge, die er dazu in einfache Teilflächen zerlegt, nicht angegeben.

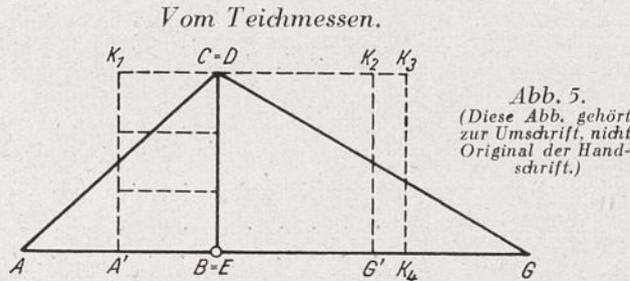
4. Nach der genannten Handschrift²¹⁾ ergibt sich eine für heutige mathematische Begriffe so umständliche Berechnung, daß eine Umschrift und Erläuterung zweckdienlich erscheint.

²⁰⁾ vgl. Nordfries. Heimatk. 1925, S. 86.

²¹⁾ Herrn Dr. R. Bülk spreche ich meinen besten Dank für freundliche Hilfe bei Lesen des Textes aus.

Original.

(Die Sätze sind in der Handschrift fortlaufend geschrieben, nicht wie hier, der Klarstellung wegen, mit Abständen.)

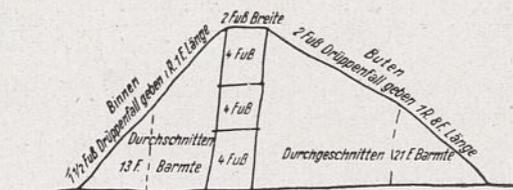


I. a)*) Der Teich kann auf dreyerley Art gemessen werden, aus welchem zu ersehen, wie viel Pütten Erde hineingehen, das erste exemplum ist Bey den nebenstehenden Kayteich gemessen worden, und ist dessen facit

5 R 9 F Püttwerk

(im Original stehen die folgenden Teiluntersuchungen erst hinter III, gehören aber hierher).

primus modus zu messen



Aufmerkung wie ein solcher Kayteich nach Püttwerk gemessen wird.

Abb. 1. Original ohne Maßstab.

1). Die Binnen Barmte d) 15 Fuß Breit, halb durchgeschnitten bleiben 6 Fuß 6 Daum.

weilen der Teich nur 12 Fuß hoch, als 5 Püttwerk tief so werden die 6 F. 6 Daum mit 5 vermehret, wie diese Regel zeigt

6 Fuss	6 Daum
5	5

18 Fuss 18 Daum
sind 19 Fuss 6 Daum
ist ann Püttwerk
1 R. 5 F. 6 Daum

*) Die Fußnoten a), b) usw. s. S. 155.

Umschrift bzw. Erläuterung.

Von der Deichberechnung.

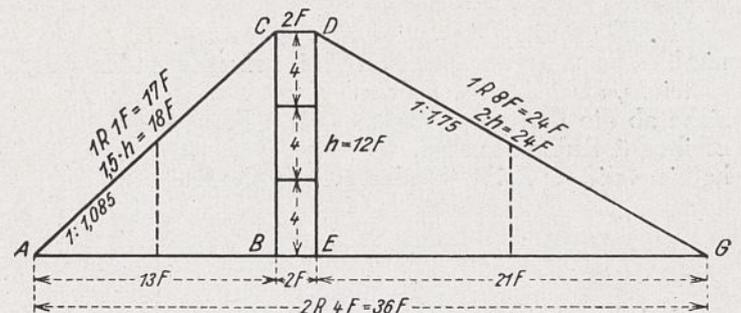
(für Eiderstedt: 1 R = 16 F; 1 F = 12 Z)

Der Deich kann auf drei Arten ausgemessen oder berechnet werden, wodurch festgestellt wird, wieviel Pütt Erde erforderlich sind. (Die Handschrift gibt, wie schon erwähnt, weder den Inhalt des Deiches nach Pütten in F³, noch den Deichquerschnitt in F², sondern die Deichausmessung, das „Püttwerk“, und dieses wird als „Länge“ in R und F ausgedrückt.)

I. Die erste Berechnungsart, vgl. den Deich Abb. 1 und 5 (Kay- oder Kajedeich)^{b)} ergibt

5 R 9 F Püttwerk, also eine „Länge“ von 57 F

Dies erhält man folgendermaßen. (Ueber die Böschung wird zur Erklärung bemerkt, daß auffallenderweise in Abb. 1 u. 2 die Neigungsbezeichnung „1 1/2 F Drüppenfalle“ auf die Schräge AC bezogen ist, also BC : AC = 1 : 1,5) °)



Fläche $\frac{2+36}{2} \cdot 12 = 228 F^2$ $\frac{228}{4} = 57 F$ Püttlochlänge = AS₇

Abb. 3. Der Deich aus Abb. 1.

1). Untersuchung von ABC. Es soll diejenige Püttlochlänge AP₄ ermittelt werden, Abb. 6, die für den Teil ABC die nötige Erdmenge liefert.

Die Länge der Binnenböschung beträgt in der Wagerechten AB = 15 F, davon die Hälfte, weil Dreieck = Höhe × halber Grundlinie, Abb. 5, A'B = 6 F 6 Z, somit ABC = AK₁CB.

Der Deich ist 12 F hoch, das entspricht (bei t = 4 F)

5 Püttlochtiefen = 5 t

daher 5 · A'B = anteilige Püttlochlänge AP₄

AP₄ = 18 F 18 Z

das gibt 19 F 6 Z (d. h. die Püttlochlänge, die dem Teil ABC entspricht).

AP₄ = 1 R 5 F 6 Z Püttwerk = 19 1/2 F, also AP₁P₃P₄ = ABC.

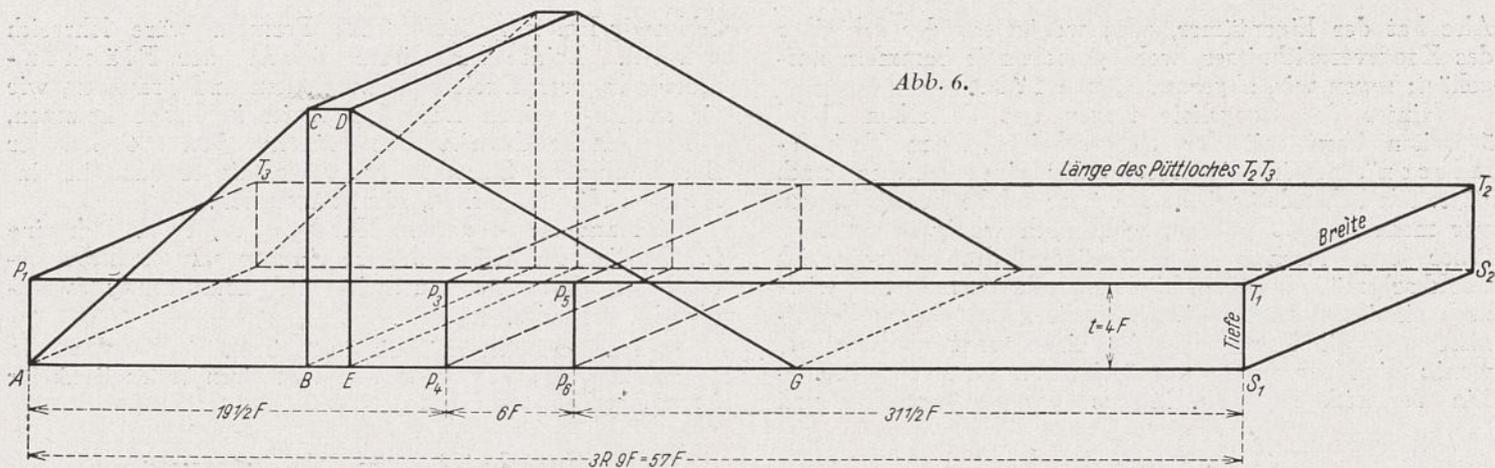


Abb. 6.

Fläche $AP_1T_1S_1 = 228F^2 = ACDG$

$AS_1 =$ Länge des Püttloches, das dem ganzen Püttwerk, d.h. dem fragl. Deich entspricht

2). Der Kam^e) oben breit 2 Fuss
vermehret mit 5. facit 6 F: weilen es allenthalben
vierkant so

bleiben es ann Püttwerck 6 Fuss

5). Die Buten Barmte 21 Fuss,
halb durchgeschnitten, Bleiben . . . 10 Fuss 6 Daumen
mit 5 vermehret, facit 50 Fuss 18 Daumen

ist an Püttwerck 1 R. 15 F. 6 D.

Diese 5 facit zusammen

als 1).	1 R.	5 F.	6 D.
2).		6 F.	
3).	1 R.	15 F.	6 D.

geben Püttwerck 5 R. 9 F.

II. Die andere Art wird also gerechnet.

nimb ⁹) und setze den Fuß des nebenstehenden Cay-
teichs, als 2 Ruhten 4 Fuss
ziehe ab die Breite des Kammes als 2 Fuss
Bleiben 2 Ruhten 2 Fuss,
halbiere die so bleibt 1 Ruhte 1 Fuss, thue

dawieder zu die abgenommene Breite des Kammes 2 Fuss,
so bekommstu 1 Ruhte 3 Fuss.
vermehrte solche mit 5, weilen der Teich 12 Fuss als 5
Pütten tief hoch ist, so wird das facit gemacht, und giebet
5 R 9 F Püttwerck

III. Die Dritte Art wird also gerechnet, nimb und
setze

vors erste den Fuss des Kayteichs, als 2. R. 4 Fuss,
thue dazu die Breite vom Kam als 2 Fuss, so

kommen 2 R. 6 Fuss,
halbiere Die so Bleibet 1 R. 5 Fuss,
vermehrte mit 5, so wird das facit auch gerecht, und geben
ebenmäßig

5 R. 9 F. Püttwerck

2). Untersuchung von BCDE.
Breite der Deichkrone $BE = 2F$ da, wie vorstehend aus-
geführt, die Deichhöhe $= 5t$, so ist $5 \cdot 2 = 6F$ (d. h. die
Püttlochlänge, die dem Teil BCDE entspricht)

$P_4P_6 = 6F$ Püttwerck, also $P_4P_3P_5P_6 = BCDE$.

5). Untersuchung von EDG. (Entspricht der Be-
rechnung von ABC.)

Die Länge der Außenböschung ist in der
Wagerechten $= 21 F$
davon die Hälfte $. 10 F 6 Z$
da Deichhöhe $= 5t$, wird mit 5 multipliziert $50 F 18 Z$
 $P_6S_1 = 1 R 15 F 6 Z$ Püttwerck $= 31\frac{1}{2} F$ (d. h.
die Püttlochlänge, die dem Teil EDG ent-
spricht) und $P_6P_5T_1S_1 = EDG$.

4). Zusammen $5 R 9 F = 57 F$ Püttlochlänge,
also $57 \cdot 4 = 228 F^2$ Fläche
des Püttlochlängsschnittes $AP_1T_1S_1$.
und zugleich nach Abb. 3. $228 F^2$ Fläche
des Deichquerschnittes $ACDG$.

II. Die zweite Berechnungsart.

Die Sohle (Grundlinie) des ganzen Deiches ist
 $AG = 2 R 4 F$
ab die Breite der Deichkrone 2 F
bleiben 2 R 2 F
halbiere diese, so bleibt 1 R 1 F

(damit denkt man sich also die Dreiecke ABC
und EDG nebeneinander gestellt, Abb. 5,
und in ein Rechteck $A'K_1K_2G'$ ver-
wandelt),
dazu die Breite der Deichkrone $K_2K_3 2 F$
gibt $K_1K_3 1 R 5 F$
da Deichhöhe $= 5t$, wird mit 5 multipliziert, gibt

5 R 9 F Püttwerck.

III. Die dritte Berechnungsart.

Die Sohle des ganzen Deiches ist $AG = . . . 2 R 4 F$
addiere die Breite der Deichkrone 2 F
(das geschieht hier, um auch bei dem recht-
eckigen mittleren Teil, wie bei den seit-
lichen Dreiecken, später halbieren zu
können),
ergibt 2 R 6 F
halbiere diese, so bleibt 1 R 5 F
Da Deichhöhe $= 5t$, wird mit 5 multipliziert,

gibt 5 R 9 F Püttwerck.

(Die hier beschriebenen 5 Berechnungsarten sind
mathematisch nur wenig voneinander verschieden. Heute
berechnet man den Deich ganz kurz als Trapez, vgl.
Abb. 3 u. 4, in F^2 und erhält daraus die Länge des Pütt-
loches durch Division mit $t = 4 F$.)

(Im Original folgt ohne weitere Ueberschrift die Berechnung für den Deich Abb. 2)

Berechnung des Deichs Abb. 2 und 4.

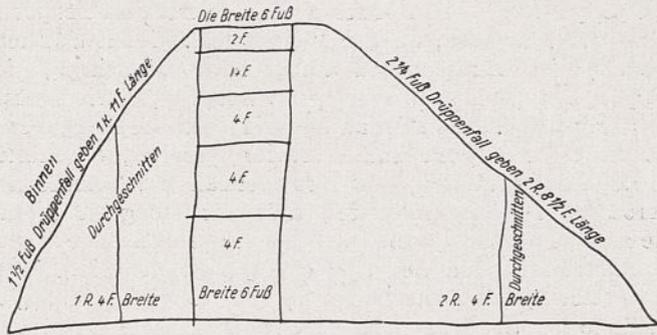
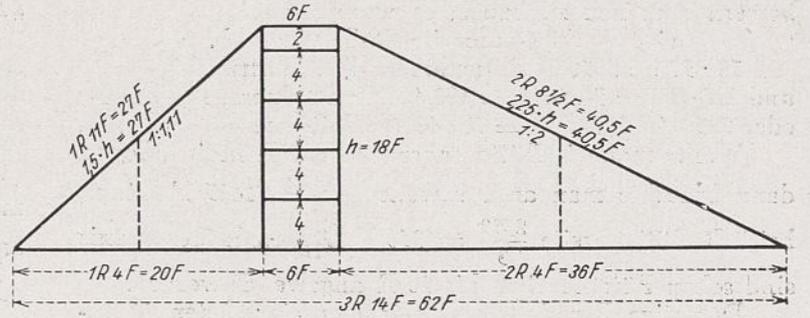


Abb. 2. Original ohne Maßstab.



Fläche $\frac{6+62}{2} \cdot 18 = 612 F^2$ Das zugehörige Püttloch ist 9 R 9 F = 153 F lang, 1 R breit u 4 F tief; $153 \cdot 4 = 612 F^2$

Abb. 4. Der Deich aus Abb. 2

Des ganzen Teiches Fusses Breite sind . . . 3 R, 14 F.
Der Kam oben beträgt 6 F.
Die Höhe des Teiches 18 F.

Die Berechnung entspricht der vorstehenden.

Mache es wie vorhin auf dreyerley Art zu rechnen gewiesen (?) worden, so giebet das facit, dass in einen solchen Teich gehen (jedoch dass allhie mit $4\frac{1}{2}$ vermehret werde, was zu vorrechnen ist, weilen dieser Teich $4\frac{1}{2}$ Püttwerk hoch ist).

9 R, 9 Fuss
Püttwerk

9 R 9 F = 155 F Püttlochlänge.

- a) Im Original ist diese I hierher gesetzt, statt zu „primus modus zu messen“.
- b) Kajedeich hieß im allgemeinen ein kleiner schwacher 5–6 F (d. i. etwa 1–2 m) hoher Hilfs- oder Notdeich, in dessen Schutz Erdarbeiten ausgeführt werden konnten, wie es Abb. 7 darstellt. Er hielt höhere Hochwässer ab, keine Sturmfluten. Auch kleine Deiche, die als Fangedämme eine Baugrube oder einen Kolk während der Ausbesserungszeit umschlossen, nannte man ebenso. Daß man einen Deich von 12 F Höhe (etwa 3,7 m), den man schon als Sommerdeich betrachten könnte, doch mit Kajedeich bezeichnet, war vielleicht nur in einzelnen Gegenden üblich.

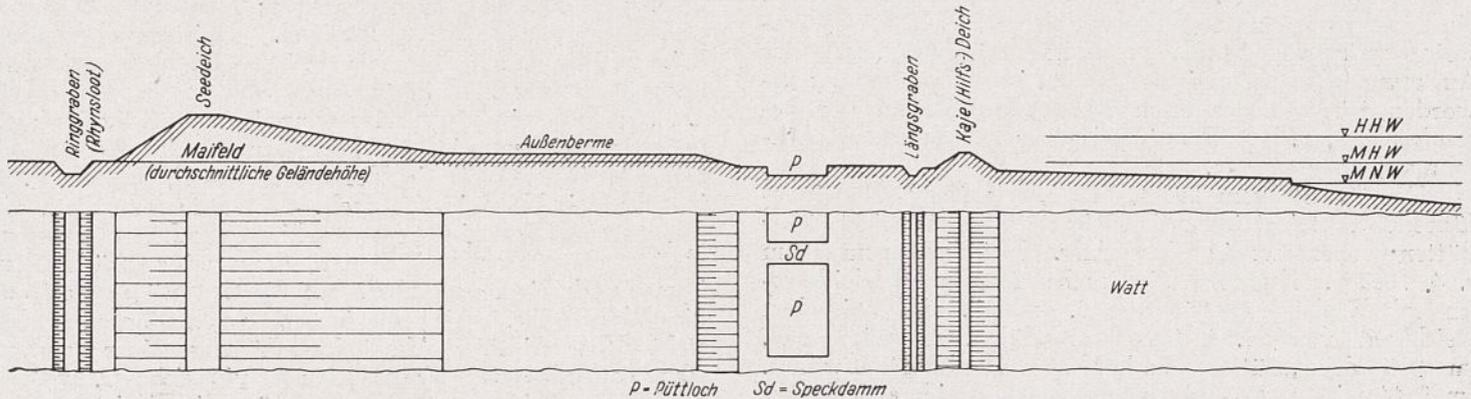


Abb. 7. Schematische Darstellung einer Deichanlage (ähnlich: ein Beispiel aus der Praxis im Handb. der Ing. Wissensch.; auch bei Hunrichs 584 I, Tafel I, Fig. 7). Ohne Maßstab.

c) Der Rechenfehler, den der alte Eiderstedter begangen hat, war wirklich gering und für die damalige Zeit sicher belanglos. Das zeigt folgender Vergleich:

(Zahlen in Fuß)

	BC = 12 F	
	AB	AC
In der alten Zeichnung Abb. 1 ist das Maß eingeschrieben (1 R. 1 F = 17 F)	13	17
Wird in der Zeichnung ein Schreibfehler angenommen, d. h. wäre dann 1 R 2 F = 18 F statt 1 R 1 F = 17 F gemeint gewesen, dann stellt sich die Rechnung noch genauer.		
Für AC = 17 ist nach Pythagoras AB = 12,04	12,04	17
Aus AB = 13 wird nach Pythagoras AC = 17,67	13	17,67
Setzt man bei „1 1/2 F Drüpfenfall“ (BC : AC = 1 : 1,5) AC = 1,5 BC = 18 F, dann wird nach Pythagoras AB = 15,42	15,42	18

Heute würde man sagen: Die Böschungsneigung ist $BC:AB = 12:15 = 1:1,085$. Die Neigung der Schrägen wird schon 1788 von Tetens 599 I, 120 durch $BC:AB$ ausgedrückt, indem er sagt: „1 1/2 F Auslauf auf 1 F in der Höhe“. Für die Jahre 1619 und 1625 ist in der Literatur nachzuweisen, daß die Bezeichnung der Böschungsneigung noch unbekannt ist, man gab für das Deichtrapez als Abmessungen z. B. Höhe, Kronenbreite und Sohlenbreite an.

- d) Barmte, Berme, wird hier für die wagerechte Projektion der Böschung gebraucht. Verschiedene Werke, auch technische Lehrbücher aus der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts, nennen die Böschung (in der Schrägen): Dossierung, Fläche, Flacke, Gloie.
- e) Kamm = Deichkrone, obere Breite. f) nimb = nimm.

5. Unser Eiderstedter hat nach Vorstehendem um 1700 für das Deichbestick Abb. 1 die nötige Püttlochlänge, also „das Püttwerk“ zu 5 R 9 F = 57 F ermittelt. Die Zahl

von 5 R 9 F entspricht nunmehr 1 lfd. R Deichlänge. Deichquerschnitt und Püttlochlängsschnitt ergeben je 228 F². Der Deich auf 1 lfd. R wie die Pütte auf 1 R

Breite und 57 F Länge enthalten je $16 \cdot 228 = 3648 \text{ F}^3$. War beispielsweise ein Deich von $50 \text{ R} = 800 \text{ F}$ auszubessern oder neu zu bauen, so waren dazu

bei 1 R Püttlochbreite (P_1T_3) in Abb. 6

$50 \cdot 57 = 2850 \text{ F}$ Püttenlänge, d. i. „Püttwerk“

und $228 \cdot 800 = 50 \cdot 3648 = 182\,400 \text{ F}^3$ Deichmasse } erforderlich
 oder $2850 \cdot 16 \cdot 4 = 182\,400 \text{ F}^3$ Püttenmasse } derlich.

Wollte man die Pütten aber 2 statt 1 R breit anlegen, dann brauchte man an Püttwerk $\frac{2850}{2} = 1425 \text{ F}$ Länge, bei 5 R Püttenbreite $\frac{2850}{5} = 570 \text{ F}$ Länge. (In der Praxis sind schon Püttenbreiten bis 10 R angewandt worden.)

Derartige Berechnungen, mit den einfachsten Multiplikationen und Divisionen, haben sicherlich schon im 16. Jahrhundert die Deichbauer vorgenommen, um die Erdmassenverteilung im Voraus zu bestimmen, wie das ähnlich auch noch heute geschieht. Aber der „Inhalt einer normalen Pütte“ (z. B. 1024 F^3) wird nicht durchgängig erwähnt. Zwar setzt der bereits genannte Heisternes schon um 1650 1 Pütt = 1024 F^3 ²²⁾. Unser Eiderstedter um 1700 wendet aber noch die alte Bezeichnungsweise: Püttwerk ausgedrückt durch die Länge der Püttlöcher, an. Auch Hunrichs 1770 ebenfalls noch. Jedoch kennen 1795 Volkmar in **473** und Wolters in **1243** nur die neue Sprechweise und rechnen mit dem festen Maß von 1 Pütt = 1024 F^3 . Volkmar ²³⁾ sagt z. B., in jede Rute Deichs gehen x Pütten zu 1024 F ; mit Püttwerk bezeichnet er „die gesamten Erdarbeiten“. Der Deich Abb. 1 würde damit

auf 1 lfd. R. Länge $\frac{3648}{1024} = \text{rund } 3\frac{1}{2}$ Pütten Erde

und bei 50 R. Länge $\frac{182\,400}{1024} = \text{rund } 178$ Pütten

erfordern.

Im Laufe des 17. und 18. Jahrhunderts muß sich also ein Umschwung im Rechnungsverfahren und in der Sprechweise vollzogen haben. Denkbar wäre es, daß das Aufkommen mathematischer Kenntnisse Veranlassung geworden ist, von der alten Ausdrucksweise zu der besonderen, d. h. zur Benutzung eines bestimmten Kubikinhalt, überzugehen.

Das Patent vom 29. 1. 1800 „betreffend die einzuführende Aufsicht über die Deiche“ ²⁴⁾ enthält nichts über Pütten; ebensowenig das Allg. Deichreglement vom 6. 4. 1805 ²⁵⁾. Dagegen wird mehreres in den (gleichlautenden) Reglements für den 2. und 3. schleswigischen Deichband vom 20. 4. 1805 ²⁶⁾ angeführt. So wird z. B. im § 5 der „Pütten- und Kosten-Anschlag“ erwähnt. Im § 14 wird von „den zu dem neuen Deich ausgelegten Püttwerken“ gesprochen, also von der Gesamtanordnung der Gruben.

Aus allem geht hervor, daß um 1800 die alte Bezeichnung der Püttwerke durch die Länge der Gruben nicht mehr angewandt wurde, sondern daß man den Kubikinhalt benutzte, d. h. man berechnete die zu bewegenden Erdmassen nach Püttwerken, und zwar in verschiedenen Gegenden, auch Eiderstedt, nach 1 Püttwerk = 1024 F^3 (auch wenn die Püttlöcher nicht 1024 F^3 enthielten). Nach Angabe eines Deichvorarbeiters in Dagebüll, laut gütiger Mitteilung des Herrn Deichgrafen in Niebüll, ist in dortiger Gegend auch noch nach dem Jahre 1900 nach Püttwerk gerechnet worden. Spekdämme waren dort unbekannt; zur Bodenentnahme wurden lange durchgehende Gruben angelegt.

6. Das Wort Drüppenfall bedarf noch einiger Bemerkungen ²⁷⁾. — In Abb. 1 und 2 ist „ $1\frac{1}{2} \text{ F}$ Drüppenfall“ für das Verhältnis „Höhe zur Schrägen“ benutzt im

²²⁾ Er gibt außerdem: 1 Störte (Inhalt einer Sturzkarre) = $\frac{1}{64}$ Pütt = 16 F^3 = etwa $0,45 \text{ m}^3$; 1 Mann = 2 F^3 = etwa $0,05 \text{ m}^3$.

²³⁾ **473**, 110.

²⁴⁾ Chronolog. Sammlg. 1800, S. 4.

²⁵⁾ Chronolog. Sammlg. 1804, S. 17–59.

²⁶⁾ Chronolog. Sammlg. 1805, S. 112 u. 128.

²⁷⁾ Herrn Professor Mensing bin ich für verschiedene Hinweise zu Dank verpflichtet.

Gegensatz zu der heutigen Bezeichnung der Böschungsneigung durch „Höhe zur Wagerechten“, wie einen „Treppenabsatz“.

„Drüppenfall“ bedeutet sonst den senkrechten Tropfenfall an der Hausecke, an der Regenrinne. Nach Schiller-Lübben ²⁸⁾ ist Druppe = Traufe; nach Mensing ²⁹⁾ ist Drüppen, Druppen und Dröpp = Tropfen, sowie Drüppel = Tröpfchen. Denkt man sich die Deichböschung durch viele kleine Treppenabsätze (Stufen) ersetzt, so müßte man zunächst erwarten, daß Drüppenfall die Summe der senkrechten Absätze bedeutet, also den Weg in kleine Teile zerlegt darstellt, den auch der Tropfen an der Hausecke durchfällt. Da der Sprachgebrauch unseres Eiderstedters aber „Höhe zur Schrägen“ ansetzt und $1\frac{1}{2} \text{ F}$ die Länge der Schrägen darstellt, erscheint eine Erklärung der technischen Ausdrucksweise „ $1\frac{1}{2} \text{ F}$ Drüppenfall“ durch den senkrecht herabfallenden Tropfen nicht angängig. Für Mitteilungen zur endgültigen Klarstellung wäre ich sehr dankbar.

Im Zusammenhang damit möge noch ein ähnlich klingendes, im Deichbau benutztes Wort Erwähnung finden. Der Eiderstedter Ingenieur Christian Becker brachte in einer Niederschrift über Deichbau um 1625 ³⁰⁾ die Zeichnung eines Deichquerschnittes. An die Böschung schreibt er keine Bezeichnung der Neigung. Dafür findet sich an der Deichsohle z. B. entsprechend EG in Abb. 3, die Angabe „4 Ruten Drupens“. In einer Bemerkung sagt er dazu, daß man bei einem Entwurf, nachdem die Deichhöhe gewählt sei, „das Druppen und Zulegung naer advenant“, d. h. die Grundlänge (Sohlenbreite) nach Erfordernis zu machen habe. Bei der Länge der Strecke von 4 Ruten Drupens = etwa 20 m hat dies Wort sicher nichts mit Tropfenfall zu tun. Es kann hier nur Drempel, Fundament, Schwelle bedeuten: vgl. Schiller-Lübben ³¹⁾ Druppel, dorpel, durpel; Mensing ³²⁾ Drümpel und synonym Drüppel, Drüssel. Heisternes erwähnt beim Deich- und Sielbau den unteren Balken mit dem Zapfenloch für die Stemmüren der Siele und sagt: „... so man ein Drempel Hollandice, nostrates Drussel, welches gleichsam in den Häussern an den thüren die Schwelle ist, nennet“ (in Holland Drempel, bei uns, d. h. in Schleswig-Holstein, Drussel). — Wollte man etwa die wagerechten Auftritte der vorhin gedachten Treppenabsätze als „Schwellen“ deuten, dann widerspräche dem immer noch die Bezugnahme auf die Schräge statt auf die Wagerechte. Eine Beziehung zu Drüppenfall besteht also nicht. Aber zur Lösung einer andern schon angedeuteten Frage könnte vielleicht C. Beckers Zeichnung beitragen. Da er für die Neigung der Deichböschung keine technische Bezeichnung gibt, eine solche etwa 75 Jahre später bei unserem Eiderstedter jedoch vorhanden ist, kann man annehmen, daß sie sich in dieser Zeit, d. h. im 17. Jahrhundert, herangebildet hat. Deshalb möchte ich noch die Hoffnung aussprechen, daß die Untersuchung alter Akten helfen wird, die geschichtliche Entwicklung der mathematisch-technischen Ausdrucksweisen klarzustellen.

Literatur.

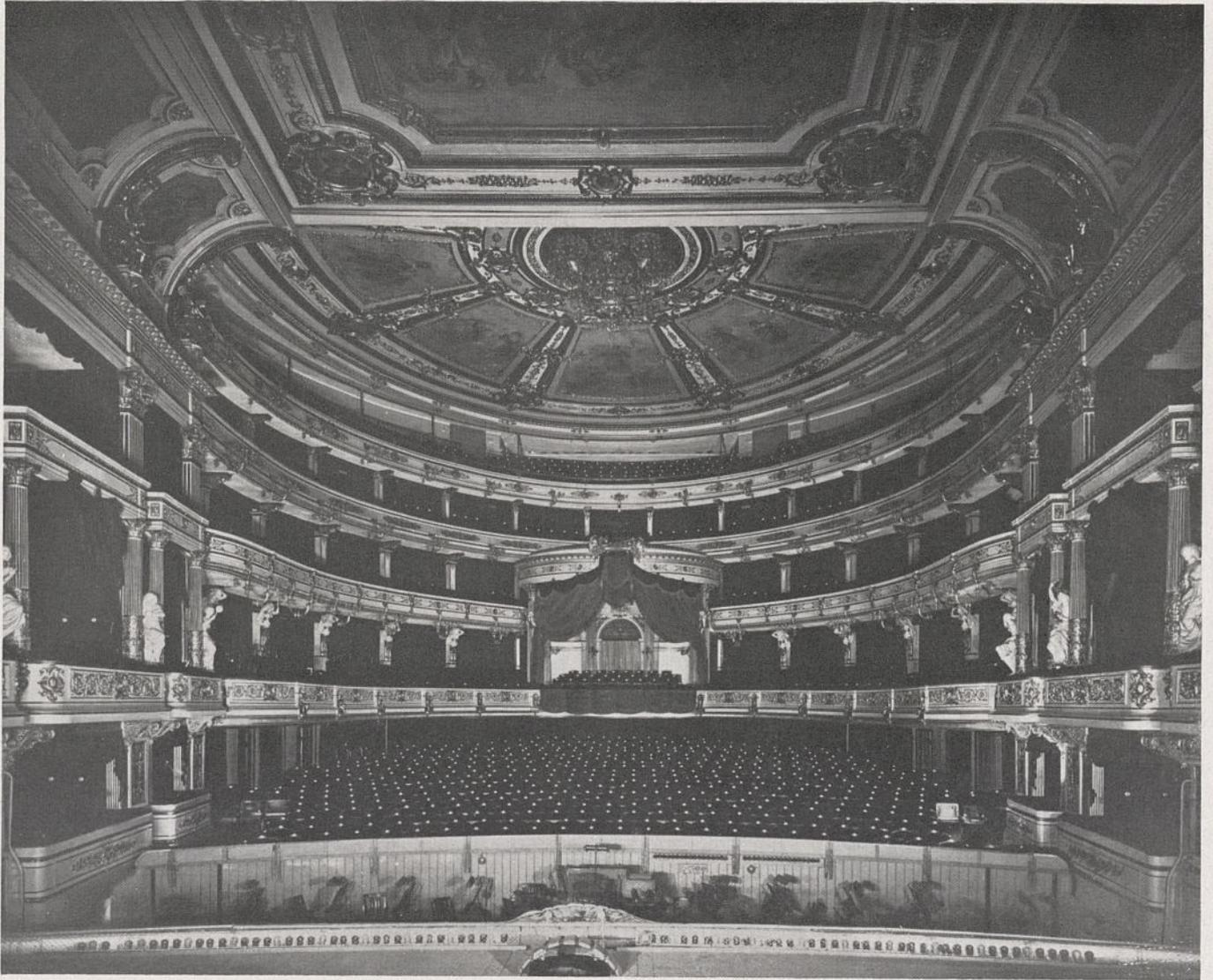
- 584** Hunrichs, J. W. A., Praktische Anleitung zum Deich-, Siel- und Schlengenbau. 5 Bände. Bremen 1770–82.
599 Tetens, J. N., Reisen in die Marschländer der Nordsee zur Beobachtung des Deichbaues. Leipzig 1788.
473 Volkmar, F. K. A., Versuch einer Beschreibung von Eiderstedt. Garding 1795.
1243 Wolters, S. P., Allg. Grundsätze zum ordnungsmäßigen Verfahren in Deich- und Bewässerungssachen. Glückstadt 1795.
569 Büsch, G., Uebersicht des gesamten Wasserbaues. Hamburg 1796.
968 Schiller-Lübben, Mittelniederdeutsches Wörterbuch. 6 Bände. Bremen 1875.
1159 Mensing, O., Schlesw.-Holst. Wörterbuch. Neumünster, seit 1925.

²⁸⁾ **968** I. 588. ²⁹⁾ **1159** I. 885.

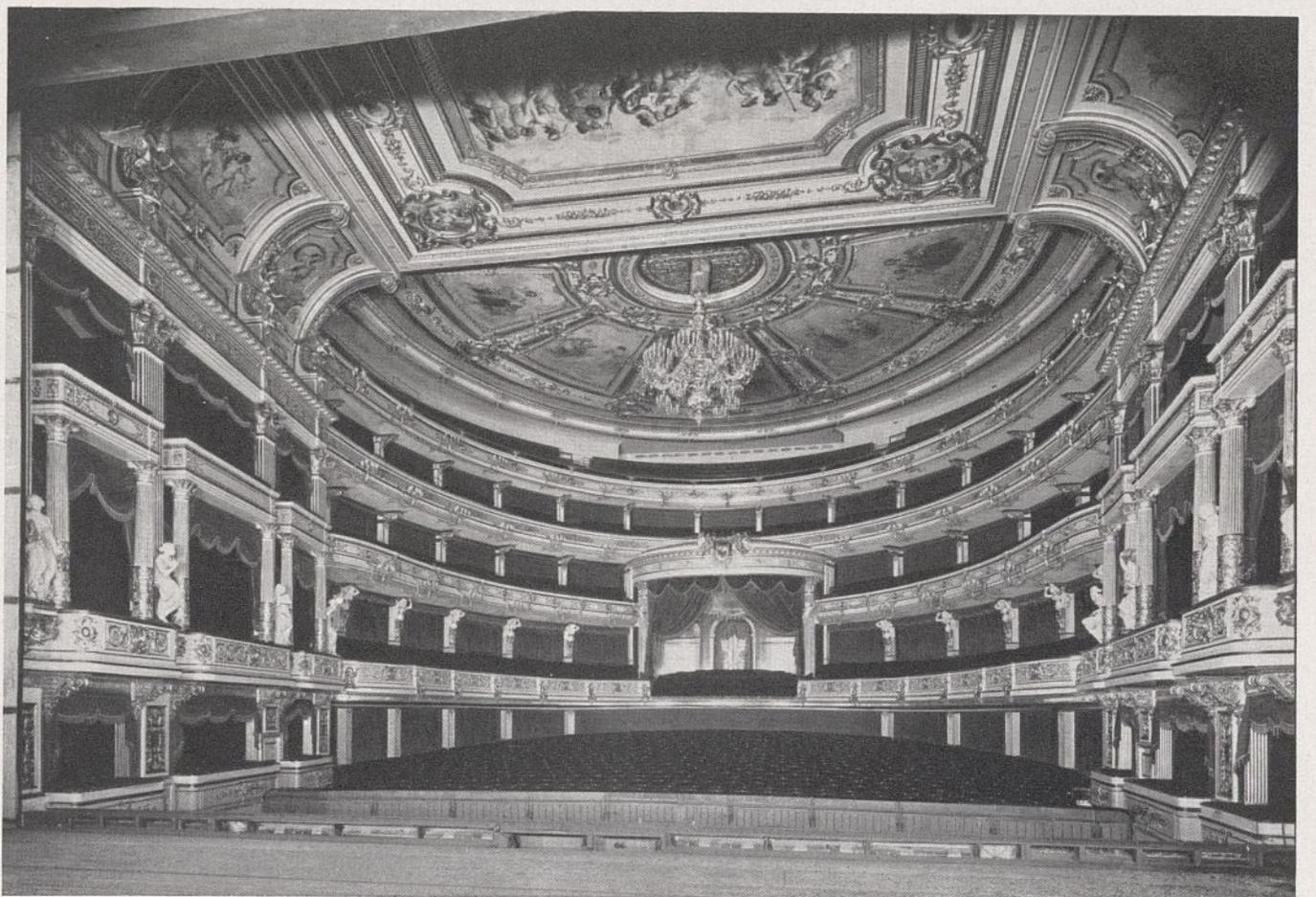
³⁰⁾ Die Handschrift wird an anderer Stelle veröffentlicht werden.

³¹⁾ **968** I. 589. ³²⁾ **1159** I. 884.





Zuschauerraum vor dem Umbau.



Zuschauerraum nach dem Umbau.