

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100161388

A 405 III



ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSS:

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

R. SARAN,
GEHEIMER OBERBAURAT.

M. KUMBIER,
GEHEIMER BAURAT.

SCHRIFTFLEITER:

FRIEDRICH SCHULTZE UND GUSTAV MEYER.



66. JAHRGANG 1916.

MIT 55 TAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT
EINGEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.



1915. 667.

BERLIN 1916

VERLAG VON WILHELM ERNST u. SOHN

GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG

WILHELMSTRASSE 90.



Alle Rechte vorbehalten.





Inhalt des sechsundsechzigsten Jahrganges.

A. Landbau.

	Atlas Bl.-Nr.	Text Seite		Atlas Bl.-Nr.	Text Seite
Königliches Landgericht III Berlin in Charlottenburg, mit 24 Textabbildungen	1—6	1, 169	Das Rathaus der Stadt Hannoversch-Münden, mit 18 Textabbildungen, vom Diplomingenieur Bernhard Niemeyer in Marburg	38 u. 39	307
Das Schloß- und Gartengebiet Herrenhausen bei Hannover, mit 58 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Friedrich Ebel (†) in Berlin	7—10	9, 233	Der Gerichtsplatz der Venetianer an der Markuskirche und verwandte Anlagen, mit 18 Textabbildungen, vom Königlichen Baurat F. Prieß in Koblenz	40—42	327, 557
Drei Kaiserstifter in Goslar. Eine Studie zur Baugeschichte des 11. Jahrhunderts, mit 15 Textabbildungen, von Dr. Ing. Hölscher in Hannover	11	49	Der Neubau des Königlich Sächsischen Hauptstaatsarchivs in Dresden, mit 26 Textabbildungen, vom Finanz- und Baurat Koch in Zwickau	46—49	485
Die neue Baugewerkschule an der Kurfürstenstraße in Berlin. Architekt: Geheimer Baurat Dr. Ing. Ludwig Hoffmann in Berlin, mit 14 Textabbildungen	23—25	181	Das altägyptische Wohnhaus im 14. Jahrhundert v. Chr., mit 62 Textabbildungen, vom Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Ludwig Borchardt	50	509
Die ehemalige Marienkapelle des Aachener Münsters, die Krönungsstätte der deutschen Könige, mit 44 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Karl Becker in Hannoversch-Münden	26—28	195	Zimmerwerke des Mittelalters: Die Turm- und Dachkonstruktionen der St. Johanniskirche, der St. Michaeliskirche und der St. Nikolai-kirche in Lüneburg, mit 19 Textabbildungen, vom Stadtbau führer F. Havemann in Lüneburg	—	575
Der Neubau des Königlichen Kurtheaters in Bad Oeynhausen, mit 5 Textabbildungen	34—37	297			

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

	Atlas Bl.-Nr.	Text Seite		Atlas Bl.-Nr.	Text Seite
Belastungsannahmen für Straßenbrücken und Vorschläge für ihre Vereinheitlichung, mit 7 Textabbildungen, vom Professor H. Kayser in Darmstadt	—	75	Dr. techn. Robert Schönhöfer, Professor des Brückenbaues an der Technischen Hochschule in Braunschweig	—	265
Riß- und Rostbildung bei ausgeführten Eisenbetonbrücken der Eisenbahndirektionsbezirke Kattowitz und Breslau, mit 7 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Perkuhn in Kattowitz	12—22	97	Der viergleisige Ausbau der Berlin-Stettiner Bahn von Gesundbrunnen bis Bernau, mit 1 Textabbildung, vom Regierungsbaumeister Roloff in Stettin	43	357
Untersuchungen über die Erfolge der Dünenarbeiten auf der Kurischen Nehrung, vom Königlichen Baurat Musset, Vorstand des Hafenbauamtes in Memel	29—32	253	Die Geschwindigkeitsänderung in der Lotrechten natürlicher Flüsse, insbesondere der Warthe, mit 7 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Bölte in Hannover	44 u. 45	361, 637
30 t-Turmdrehkran mit elektrischem Antrieb auf der Königlichen Werft in Emden, mit 4 Textabbildungen, vom Königlichen Baurat Paulmann in Emden	33	261	Die tatsächlichen Gefahren des Unterdrucks, mit 44 Textabbildungen, vom Königlichen Baurat P. Ziegler in Clausthal (Schluß folgt)	—	407
Die wirtschaftlich günstigste Anordnung einer Brückenanlage, mit 17 Textabbildungen, von			Die Ausnutzung der Wasserkräfte im Weserquellgebiet, mit 21 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Block in Hannover	51—55	613

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

	Atlas Bl.-Nr.	Text Seite		Atlas Bl.-Nr.	Text Seite
Das Schloß- und Gartengebiet Herrenhausen bei Hannover, mit 58 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Friedrich Ebel (†) in Berlin	7—10	9, 233	Der Gerichtsplatz der Venetianer an der Markuskirche und verwandte Anlagen, mit 18 Textabbildungen, vom Königlichen Baurat F. Frieb in Koblenz	40—42	327, 557
Drei Kaiserstifter in Goslar. Eine Studie zur Baugeschichte des 11. Jahrhunderts, mit 15 Textabbildungen, von Dr.-Ing. Hölscher in Hannover	11	49	Das altägyptische Wohnhaus im 14. Jahrhundert v. Chr., mit 62 Textabbildungen, vom Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Ludwig Borchardt	50	509
Die ehemalige Marienkapelle des Aachener Münsters, die Krönungsstätte der deutschen Könige, mit 44 Textabbildungen, vom Regierungsbaumeister Karl Becker in Hannover-Münden	26—28	195	Zimmerwerke des Mittelalters: Die Turm- und Dachkonstruktionen der St. Johanniskirche, der St. Michaeliskirche und der St. Nikolaiskirche in Lüneburg, mit 19 Textabbildungen, vom Stadtbauführer F. Havemann in Lüneburg	—	575
Das Rathaus der Stadt Hannover-Münden, mit 18 Textabbildungen, vom Diplomingenieur Bernhard Niemeyer in Marburg	38 u. 39	307			

D. Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

	Atlas Bl.-Nr.	Text Seite		Atlas Bl.-Nr.	Text Seite
Belastungsannahmen für Straßenbrücken und Vorschläge für ihre Vereinheitlichung, mit 7 Textabbildungen, vom Professor H. Kayser in Darmstadt	—	75	Bemerkungen hierzu von Dr.-Ing. H. Nitzsche, Königlicher Oberlehrer in Frankfurt a. M.	—	296
Riß- und Rostbildung bei ausgeführten Eisenbetonbrücken der Eisenbahndirektionsbezirke Kattowitz und Breslau, mit 7 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Perkuhn in Kattowitz	12—22	97	Über Versuche mit Steinerhaltungsmitteln, IV. Mitteilung, mit 4 Textabbildungen, vom Prof. Dr. F. Rathgen, Chemiker bei den Königlichen Museen in Berlin	—	349
Die wirtschaftlich günstigste Anordnung einer Brückenanlage, mit 17 Textabbildungen, von Dr. techn. Robert Schönhöfer, Professor des Brückenbaues an der Technischen Hochschule in Braunschweig	—	265	Die Geschwindigkeitsänderung in den Lotrechten natürlicher Flüsse, insbesondere der Warthe, mit 7 Textabbildungen, vom Regierungs- und Baurat Bölte in Hannover	44—45	361, 637
Die Bestimmung des Mischungsverhältnisses von erhärtetem Mörtel oder Beton, vom Diplomingenieur J. v. Wrochem, ständiger Assistent am Königlichen Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde	—	289	Die tatsächlichen Gefahren des Unterdrucks, mit 44 Textabbildungen, vom Königlichen Baurat P. Ziegler in Klausthal (Schluß folgt)	—	407
			Die Durchbiegung der Rahmenträger, mit 27 Textabbildungen, vom Diplomingenieur E. Elwitz in Düsseldorf	—	677

E. Anderweitige Mitteilungen.

	Text Seite		Text Seite
Verzeichnis der im Preußischen Staate und bei Behörden des Deutschen Reiches angestellten Baubeamten (Juni 1916)	435	Verzeichnis der Inhaber der Medaille für Verdienste um das Bauwesen	479
Verzeichnis der Mitglieder der Akademie des Bauwesens	477	Verzeichnis der Inhaber der Medaille der Akademie des Bauwesens	481
Verzeichnis der Mitglieder des Technischen Oberprüfungsamtes in Berlin	479		

Statistische Nachweisungen,

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

	Text Seite
Die in den Jahren 1913 und 1914 unter Mitwirkung der Staatsbaubeamten vollendeten Hochbauten	1—38
Die in den Jahren 1913 und 1914 vollendeten Hochbauten der Preußischen Staats-Eisenbahnverwaltung	1—12

Königliches Landgericht III Berlin in Charlottenburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 6 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)



Abb. 1. Treppenflur im ersten Stock.

Die Einführung einer neuen Gerichtsordnung für Berlin bedingte die Einrichtung eines dritten Landgerichtsbezirks — des Landgerichts III Berlin. Für die neue, den Westen und Norden von Groß-Berlin umfassende Behörde waren umfangreiche Räumlichkeiten benötigt. Während die den Strafteilungen dienenden Räume dem bestehenden und zu erweiternden Kriminalgerichtsgebäude anzugliedern waren, mußte für die Zivilteilungen innerhalb des Bezirks in möglichst günstiger Lage ein selbständiger Neubau geschaffen werden. Für diesen Zweck stellte die Stadt Charlottenburg einen geeigneten Platz in landschaftlich schöner Umgebung an einer im Entstehen begriffenen, im Angesicht des Charlottenburger Schloßparks verlaufenden Spreeuferstraße zur Verfügung.

Das an der Ecke des Tegeler Weges und der Osnabrücker Straße in nächster Nähe des Ringbahnhofs Jungfernheide gelegene,

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. 66.

etwa 88 a große Gelände (Text-Abb. 2) wurde zunächst nur längs des Tegeler Weges bebaut, so daß eine Erweiterungsfähigkeit

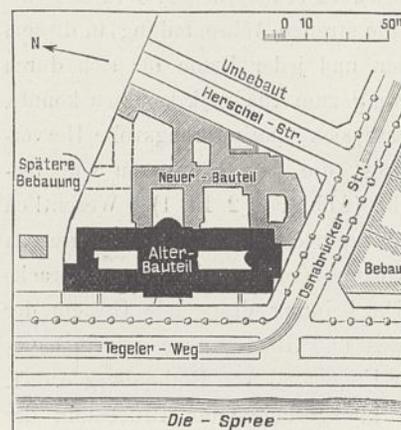


Abb. 2. Lageplan.

um etwa 175 vH. verblieb. Auf eine so weitgehende künftige Ausdehnung des Hauses war beim Entwerfen des Grundrisses Rücksicht zu nehmen. Der Haupteingang und die anschließende Treppenhalle mußten in ihren Abmessungen schon dem zukünftigen Umfange mit entsprechen und durch ihre Lage

in der festzulegenden Erweiterungsrichtung dauernd in ihrer Bedeutung gesichert sein.

Der erste Bauteil bildet einen langgestreckten Baukörper von geringer Tiefe mit zwei schmalen Innenhöfen, die den Fluren und Treppenhäusern Licht zuführen. Mit Rücksicht auf die hervorragende Lage und die Ausgiebigkeit des zur Verfügung stehenden Geländes wurde die Zahl der Geschosse auf drei beschränkt. Dabei sind die im Programm geforderten Räume derart auf die Geschosse verteilt worden, daß dem ersten Obergeschoß (Abb. 1 Bl. 2) sämtliche Verhandlungssäle und der später in den zweiten

Bauteil verlegte große Aufenthaltsraum für die Rechtsanwälte zugewiesen sind; das Erdgeschoß (Abb. 2 Bl. 2) enthält die Präsidialabteilung, die Bücherei, die Zahlstelle und einige Direktorenzimmer mit den zugehörigen Gerichtsschreibereien; die übrigen Direktorenzimmer und Schreibstuben sind im zweiten Obergeschoß (Abb. 4 Bl. 3) angeordnet. Verbindungstreppe und Warteräume für das rechtsuchende Publikum und die Zeugen sind in ausreichender Zahl vorhanden.

Da das Gebäude größerer Verhandlungssäle, wie sie die Strafabteilungen erfordern, ermangelt, mußte auf bedeutsame Wirkungen bei Abmessung der Lichtöffnungen verzichtet werden; ein gewisser Ersatz konnte nur in der möglichsten Zusammenziehung derselben an Stellen, wo die innere Einteilung des Hauses es irgend zuließ, gesucht werden. Diesem Streben kam der Umstand, daß die Verhandlungssäle im ersten Stockwerk vereinigt angeordnet sind und mit den erforderlichen Nebenräumen, wie Beratungszimmer und Rechtsanwaltssaal, das ganze Stockwerk beanspruchen, fördernd entgegen; er gestattete, daß die strenge Achsenteilung in diesem Geschosse verlassen werden und jeder Raum für sich durch eine einheitliche Bogenstellung zum Ausdruck kommen konnte. Auf diese Weise ermöglichte sich eine wirkungsvolle Hervorhebung des Hauptgeschosses, die dem Hause ein wuchtig-stattliches Gepräge verleiht (Abb. 1 u. 2 Bl. 1). Wesentlich gesteigert wird seine Wirkung noch durch die schlichte, an frühmittelalterliche Profanbauten erinnernde Formensprache und das zu kraftvoller Erscheinung drängende Gestein der Flächen. Die Umrahmungen und Gliederungen sind in bayerischem Kalkstein aus der Umgegend von Rothenburg o. d. T. hergestellt, der zu dem kleingeschichteten Bruchstein der Flächen — einem Rogenstein aus der Nähe von Jerxheim —



Abb. 3. Arbeitszimmer des Präsidenten.

in wirkungsvollem Gegensatz steht. Große, ruhige Dachflächen, mit Mönch und Nonnen eingedeckt, und einfache, bleigedekte Dachaufbauten erhöhen den Eindruck vornehmer Zurückhaltung. Bei aller Einfachheit im Aufbau ist auf

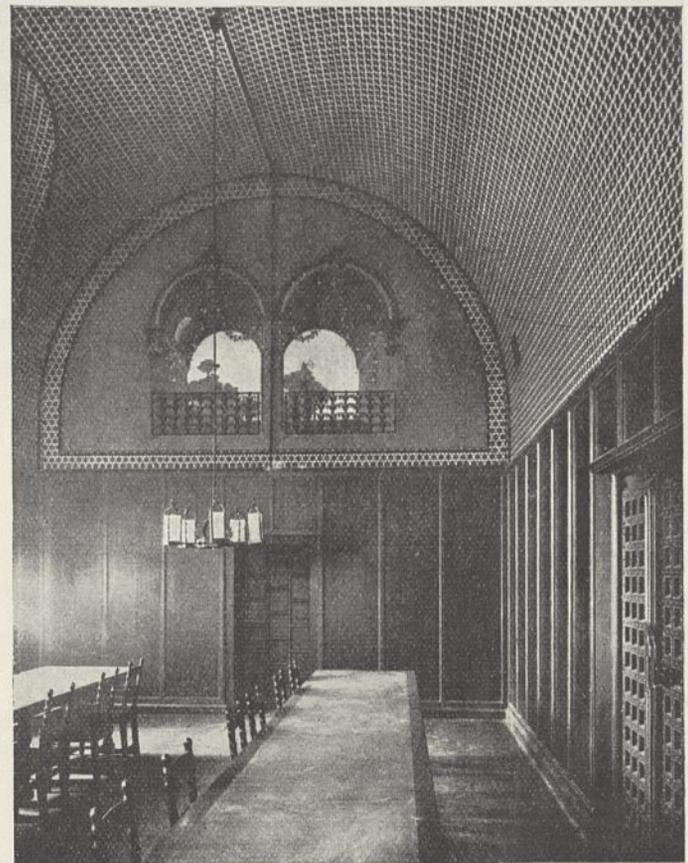


Abb. 4. Hauptsitzungssaal.

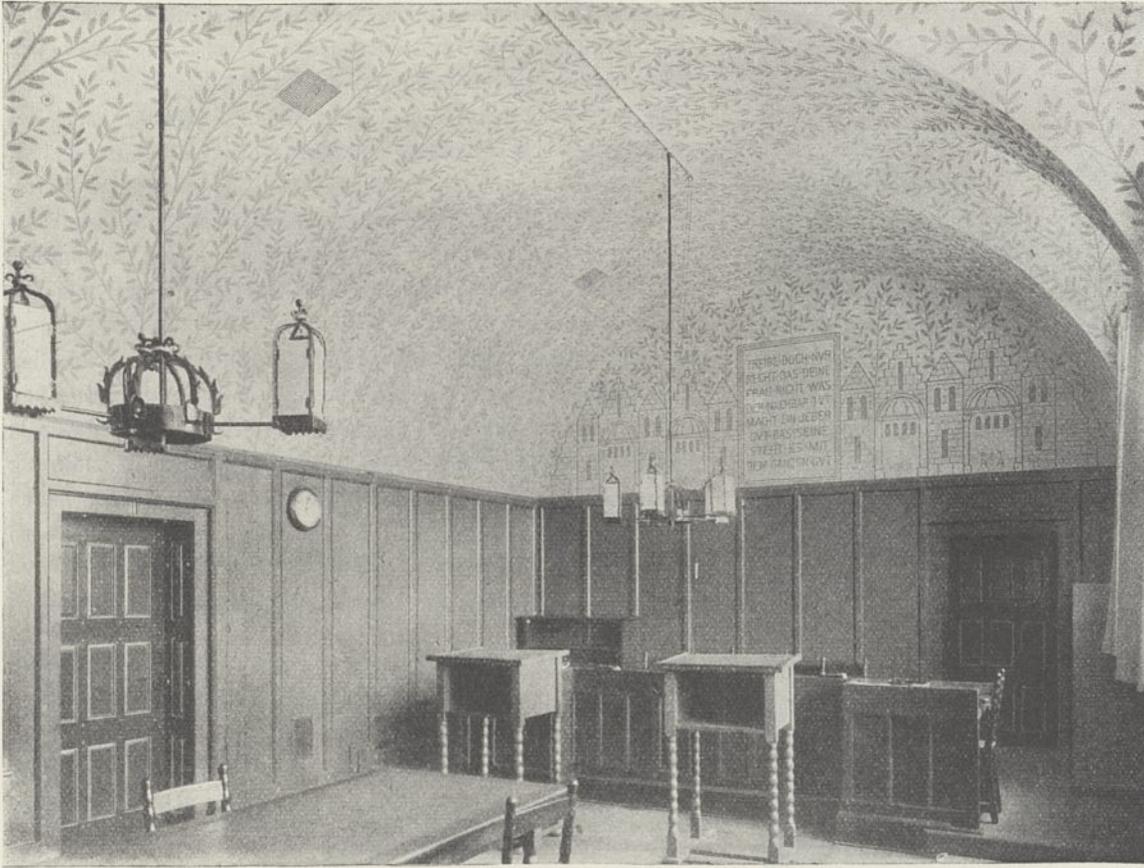


Abb. 5. Sitzungssaal.

liebevolle Durchbildung der Einzelheiten nicht verzichtet; es ist vielmehr bei näherer Betrachtung ein reicher Formenwechsel, besonders an den Stützen, bemerkbar, wie denn kein Motiv und keine Gliederung zum zweiten Male wieder-

treten der Farbe gemildert, so daß trotz Zurückhaltung in der plastischen Form ein wohlthuender Eindruck erzielt wird. Die Türumrahmungen, die Stützen und Gesimse sind auch im Innern aus Werkstein hergestellt. Es ist hierzu Kalk-



Abb. 6. Sitzungssaal.

kehrt. Es mag besonders darauf hingewiesen werden, daß mit Ausnahme der wenigen größeren, rein figürlichen Darstellungen die plastischen Schmuckformen ohne Zuhilfenahme von Modellen lediglich auf Grund von Zeichnungen in Stein ausgeführt worden sind. Das bedingt natürlich einen Verzicht auf größeren Reichtum in der Formensprache, steigert aber dadurch den Ernst der äußeren Erscheinung, der in dem Zweck des Bauwerks wohl begründet ist.

Dem Äußern entspricht die architektonische Durchbildung des Innern; doch ist hier die ernste Wirkung durch das Hinzutreten der Farbe gemildert, so daß trotz Zurückhaltung in der plastischen Form ein wohlthuender Eindruck erzielt wird. Die Türumrahmungen, die Stützen und Gesimse sind auch im Innern aus Werkstein hergestellt. Es ist hierzu Kalkstein aus der Nähe von Königslutter verwendet, der im Gegensatz zu dem kristallinen bayerischen Gestein sehr feinkörnig ist und sauberste Bearbeitung zuläßt, ohne — dank der Muschelsprengungen — eintönig zu wirken.

Die Verwendung plastischen Schmuckes beschränkt sich im wesentlichen auf die Treppenhalle (Bl. 4 bis 6 und Text-Abb. 1), wo die Werksteinschäfte der Säulen durch Zierformen ausgezeichnet sind. An den Säulenkapitellen des Treppeneinbaues, die dem Auge besonders naherücken, steigern sich diese zu humorvollen figürlichen

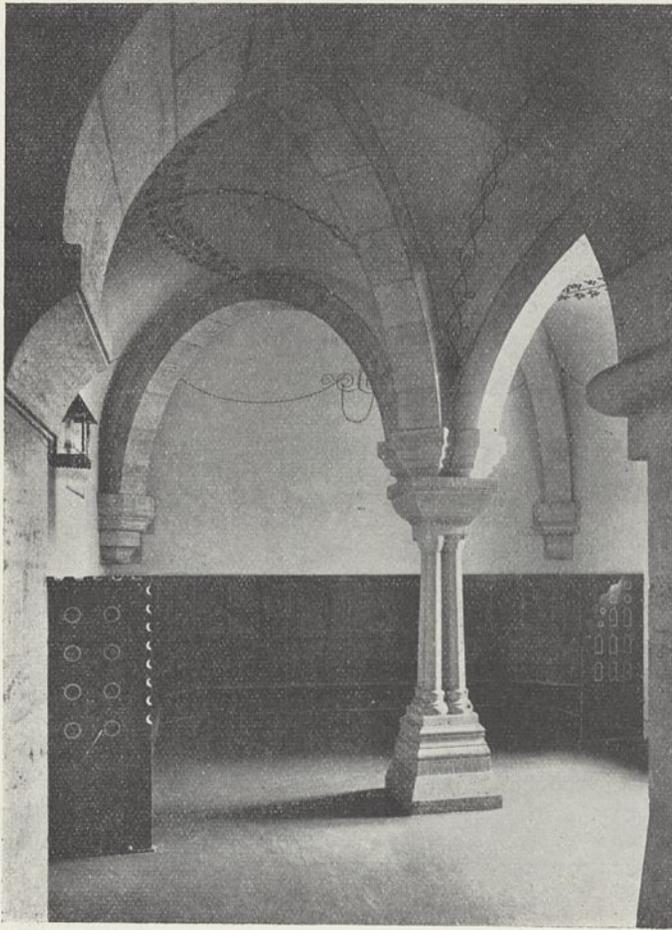


Abb. 7. Wartehalle im Erdgeschoß.

Darstellungen im mittelalterlichen Sinne, die auf die Zweckbestimmung des Gebäudes hindeuten. Die nicht in Werkstein hergestellte Stirnfläche des Einbaues ist mit einem freien Rankenwerk in Kalkstuck bedeckt.

Bei der farbigen Ausmalung ist der Werkstein in seiner natürlichen Elfenbeintönung belassen; die farbige Behandlung beschränkt sich auf die geputzten Flächen, hierbei nach Möglichkeit den Putz als durchscheinenden Untergrund benutzend. Letzteres gilt vorzugsweise von der Ausmalung der Treppenhalle, deren gewölbte Decken in einfachster Weise unter Benutzung von Schablonen in wenigen Farbentönen belebt sind. Die Schauseiten der den Hauptraum einschließenden Bögen zeigen reicheren farbigen Schmuck in Handmalerei, die auch zu figürlichen Darstellungen bescheidenen Maßstabes greift. Der größte Aufwand farbiger Ziermittel in diesem Raum ist dem Flur vor dem Hauptsitzungssaal vorbehalten. Hier sind auch die Wände mittels Marmor andeutender Flächenbehandlung in den Bereich der Farbe einbezogen und ihre tief getönte Aufteilung bildet einen wirksamen Hintergrund für die noch von einer figürlichen Darstellung bekrönten, reich gegliederten hellen Werksteinumrahmung des Saaleingangs (Text-Abb. 8). Dieser Hauptsaal, der Verwaltungszwecken dient, ist der mit Farbe meistbedachte Raum des Hauses (Text-Abb. 4), auch die Lichtflächen der großen Fenster tragen hier reichen farbigen Schmuck, während in den übrigen Verhandlungssälen wie auch in allen Geschäftsräumen, das Licht durch eine leicht getönte Bleiverglasung nur schwach gedämpft wird. Im übrigen ist auch diesen Sälen (Text-Abb. 5 u. 6), eine farbige Ausstattung zuteil geworden, indem die hier durchweg angewendeten Tonnendecken teils kassettenartig

aufgeteilt, teils mit freiem Rankenwerk bedeckt sind, und die Füllungen der mit deckendem Ölanstrich versehenen Wandtäfelungen in leichter Schablonenmusterung schillern. Von den sonstigen Räumen sei noch das Arbeitszimmer des Präsidenten (Text-Abb. 3) erwähnt, das fast ganz getäfelt ist. In den umlaufenden Fluren sind noch die als Wartehallen (Text-Abb. 7) ausgebauten Erweiterungen durch sparsamen farbigen Schmuck hervorgehoben. Sonst beschränkt sich hier die Anwendung der Farbe auf die Türen und die Fußböden.

Beachtung verdienen noch die Tischlerarbeiten mit den handgeschmiedeten Tür- und Fensterbeschlägen und besonders die sonstigen zahlreichen Kunstschmiedearbeiten. Es wurde großer Wert auf eine streng handwerksgerechte Ausführung dieser Arbeiten gelegt, und schon die Fülle der wechselnden Motive deutet darauf hin, mit welcher Liebe dieser Teil des inneren Ausbaues bedacht worden ist.

Die Bauausführung erfolgte ohne Anwendung abgebundener Rüstungen oder besonderer Versatzkrane, was für die Abmessung der Werkstücke von bestimmendem Einfluß war und infolgedessen auch in der Erscheinung des Hauses zum Ausdruck gekommen ist. Die Wölbungen der Flure und Treppenhäuser, auch das große Gewölbe der Treppenhalle sind in Ziegeln hergestellt; wo die Mauerstärken zu gering waren und der Schub durch vermehrte Auflast nicht unschädlich zu machen war, wie bei den Tonnengewölben über den Fluren des obersten Geschosses, wird die Standsicherheit der Mauern durch sichtbare Anker gewährleistet. Über den Verhandlungssälen mußte von einer wirklichen Wölbdecke

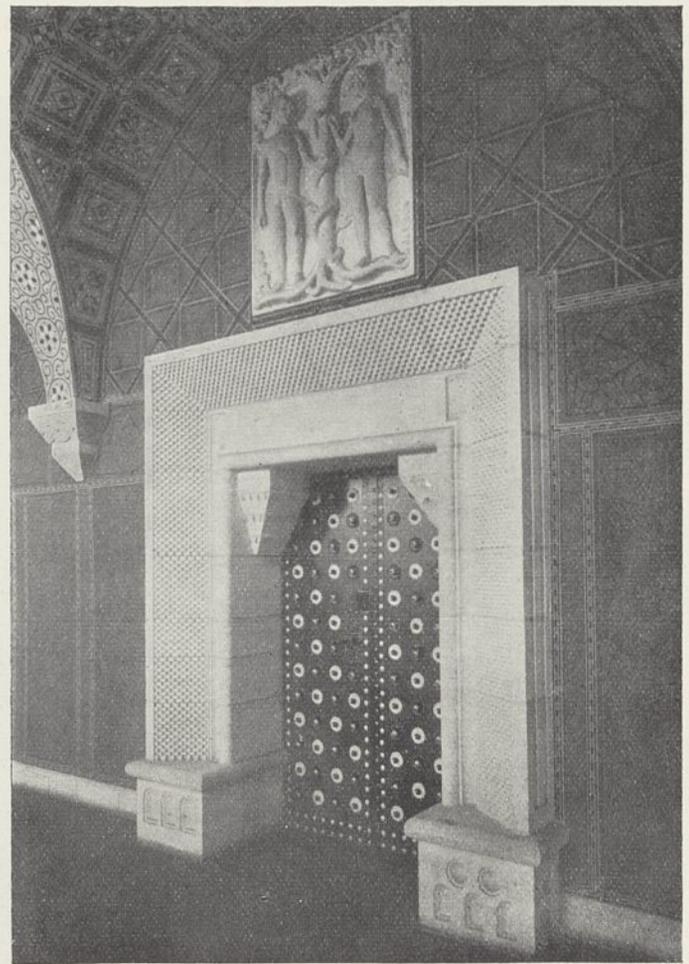


Abb. 8. Tür zum Hauptsitzungssaal.

abgesehen werden; die vorhandenen Tonnengewölbe sind an die tragenden Decken angehängt. Letztere sind hier und über allen Geschäftsräumen in Eisenbeton ausgeführt und in üblicher Weise mittels eiserner Träger in Achsweite unterstützt. Diese dem allgemein üblichen Fußbodenbelag — dem Linoleum — am meisten entsprechende Bauweise ist auch für diejenigen Treppenstufen angewendet, welche wie die Geschäftsräume ganz mit Linoleum belegt sind. Die Stufen in der Eingangshalle und der frei in dem großen Treppenraum liegenden Haupttreppe sind entsprechend dem Fußbodenbelag dieser Räume aus natürlichem Stein, und zwar aus Granit gearbeitet. In den Fluren beschränkt sich zur Wahrung des monumentalen Eindrucks der Linoleumbelag auf die mittlere Gangbreite; die verbleibenden seitlichen Streifen sind teils mit Musterungen aus kräftig roten Ziegeln und weißem Gipsestrich, teils ganz mit weißem, durch schwarze Zeichnungen belebten Gipsestrich ausgeführt. Durch diese Ausführungsweise haben die sonst schlicht behandelten Flure einen wirksamen farbigen Unterbau erhalten, der ihnen in Verbindung mit den kräftig getönten Türen ein lebhaftes Aussehen gibt.

Daß die Dachräume der Flügel infolge Anwendung eines hölzernen liegenden Dachstuhls frei und geräumig gestaltet und durch hofwärts angeordnete Schleppluken reichlich belichtet sind, daß das hochragende Dach des Mittelbaues in Schmiedeeisen hergestellt und durch geeignete Lastverteilung dem Schube des großen massiv in Ziegeln hergestellten

Gewölbes über der Treppenhalle entgegenarbeitet, mag nur kurz erwähnt werden.

Die Beheizung der Geschäftsräume geschieht in üblicher Weise durch Niederdruck-Warmwasserheizung; für die Beheizung der Flure und die Erwärmung der Frischluft ist eine Niederdruckdampfheizung angelegt.

Die mittels Radiatoren vorgewärmte Frischluft verteilt sich von der Treppenhalle in die Flure und strömt dann durch Z-förmig geführte Kanäle in die einzelnen Räume. Zur Regelung der Lüftung können ein elektrisch betriebener Druckventilator und zwei je über einem Flügel angeordnete Abluftventilatoren in Tätigkeit gesetzt werden.

Die Baukosten belaufen sich auf rund 1 077 000 Mark oder 22 Mark für 1 cbm umbauten Raumes. Für die Nebenanlagen sind außerdem 65 300 Mark, für die innere Einrichtung 79 400 Mark aufgewendet worden.

Die Aufstellung des Vorentwurfs und die Bauausführung erfolgte unter der Oberleitung des Wirklichen Geheimen Oberbaurats Thoemer; bei der Ausführung wurde er — wie bei den übrigen Gerichtsbauten in Berlin und den Vororten — von dem Regierungs- und Geheimen Baurat Mönich unterstützt. Die örtliche Bauleitung lag zuerst in den Händen des Regierungsbaumeisters Dernburg, nach dessen frühzeitigem Ausscheiden sie dem damaligen Regierungsbaumeister Petersen übertragen wurde, der auch bei der Aufstellung des ausführlichen Entwurfes wesentlich beteiligt war.

(Schluß folgt.)

Das Schloß- und Gartengebiet Herrenhausen bei Hannover.

Von Friedrich Ebel.*)

(Mit Abbildungen auf Blatt 7 bis 10 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Der heutige Plan der Stadt Hannover unterscheidet den „Gutsbezirk Herrenhausen“ und den „Schloß- und Gartenbezirk“. Ihre Gemeinschaft sei hier kurz „Schloß- und Gartengebiet von Hannover“ genannt. Im bisherigen Schrifttum ist meist nur vom Schloß und Großen Garten in Herren-

hausen die Rede. So gut wie gar nicht behandelt sind unter anderem das Georgspalais und Schloß Monbrillant mit ihren Gärten, das Welfenschloß vor dem Umbau zur Technischen Hochschule, das benachbarte Marstallgebäude und der Welfengarten, der Berggarten mit den wertvollen Lavesschen Bauten und der großen Zahl der Glashäuser, sein Werdegang vom Küchen- und Baumschulgarten bis zum berühmtesten botanischen Garten Deutschlands um 1860, die zum Schloß Herrenhausen gehörigen kulturgeschichtlich beachtenswerten Wohn- und Wirtschaftsgebäude, die Meierei und die Menagerie (das spätere Gestüt), endlich das Lustschloß der „Komtesse de Délitzen“ und spätere „Fürstenhaus“ mit Park und Nebengebäuden. Nichts Näheres verlautet bis jetzt über das Wieder-



Abb. 1. Einfahrt zum Königlichen Schloß in Herrenhausen.

*) Der Regierungs- und Baurat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten Friedrich Ebel ist am 14. Juli 1915 während eines siegreichen Gefechtes bei Grabowo in Russisch-Polen als Hauptmann und Führer einer Pionierkompagnie gefallen (vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1915, S. 416).

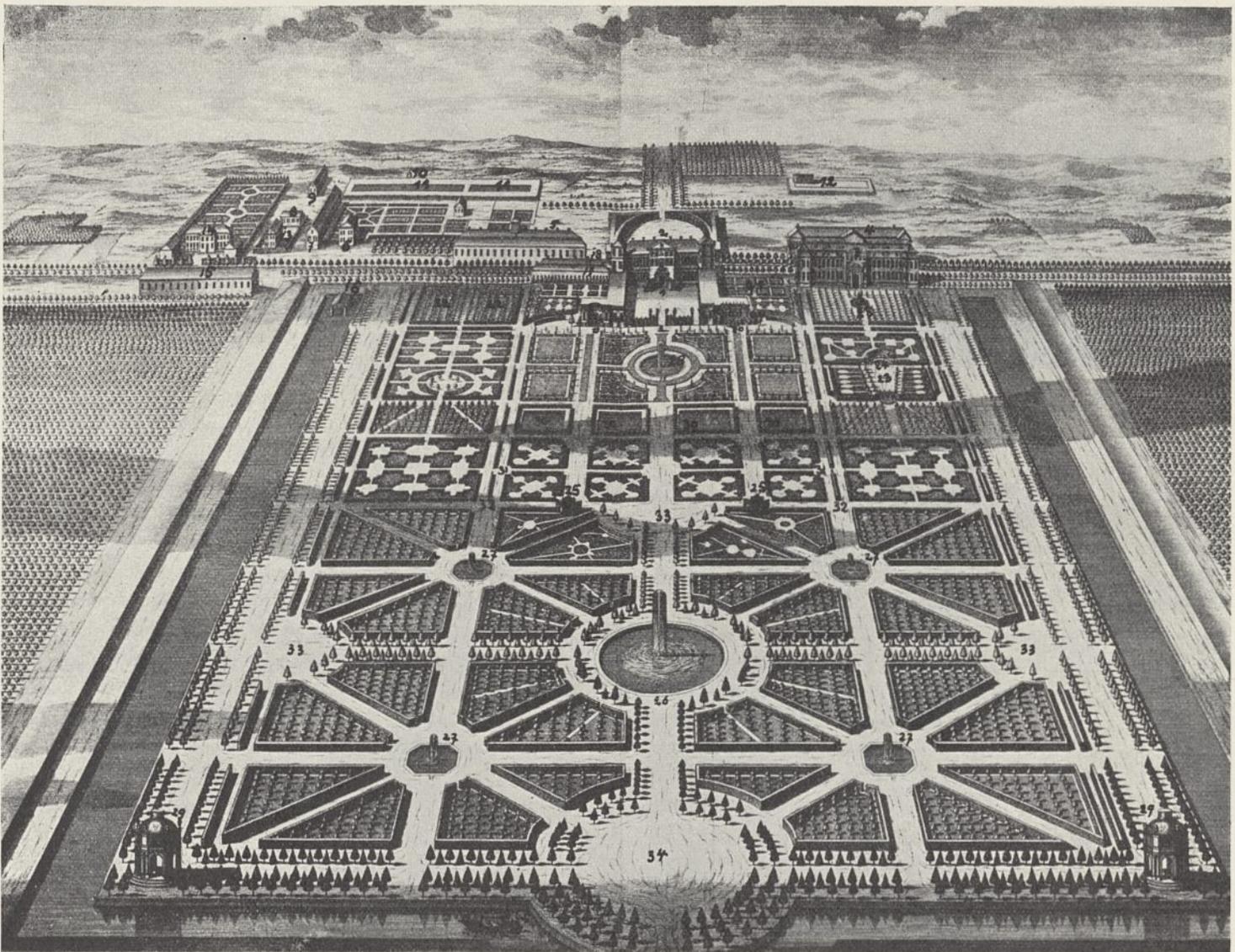
erstehen des Schlosses und Gartens in Herrenhausen im neunzehnten Jahrhundert, insbesondere die Bautätigkeit von Laves und G. H. Schuster. Eine Untersuchung der Gärten in gartenkünstlerischer Beziehung ist noch nicht vorgenommen worden. Merkwürdigerweise ist auch das Schloß- und Gartengebiet, wie es sich im Laufe von zwei Jahrhunderten auswuchs und sich seitdem auf $2\frac{1}{2}$ km Länge nördlich der Steintormasch ohne Unterbrechung hinzieht (Lageplan Bl. 7), als eine zusammenhängende Anlage noch niemals besprochen worden. Als solche aber muß man es ansehen, um zu der Wertung zu kommen, die es verdient.

Das Schloß und Gartengebiet weist in seiner Entstehung drei Abschnitte auf. Der erste liegt zwischen den Jahren 1636 und 1727. Herzog Georg (1636 bis 1641), der Hannover zu seiner Residenz wählte und 1637 das Schloß an der Leine begann, legte vor den Toren der Stadt in „Höringhusen“, südlich der nach Bremen führenden Straße und dort, wo jetzt das Herrenhäuser Schloß steht, ein kleines Vorwerk an. Christian Ludwig (1641 bis 1648) beendete den Bau, und 1648 wurde westlich davon eine Meierei hinzugefügt. Johann Friedrich (1665 bis 1679) erweiterte den Herrenhäuser Besitz und errichtete 1665/66 das „Lustschloß Herrenhausen“. Ernst August (1679 bis 1698; von 1692 ab Kurfürst) und Georg Ludwig (1698 bis 1727; von 1714 als Georg I. auch König von England) setzten das begonnene Werk fort und stellten es mit Gärten, Wohn- und Wirtschaftsgebäuden so fertig, wie es etwa der Kupferstich von J. Jac. Müller und J. van Sasse (Text-Abb. 2) zeigt. Das Bild weist am Nordende des westlichen Gartarmes das 1747 abgebrochene Gondelhaus (Nr. 16) auf, ist also vor diesem Jahre entstanden. In der von Süden nach Norden führenden Hauptachse liegt das Schloß (Nr. 1): der Nordflügel zwei-, Ost- und Westflügel eingeschossig und mit Aufbauten (1704 bis 1706) an den Nordenden versehen, der dazwischen gelegene gepflasterte Hof abgeschlossen durch ein monumentales schmiedeeisernes Gitter mit drei Toren (etwa 1705). Östlich und westlich fügen sich den Südenden des Schlosses eine Kaskade (Nr. 20) und eine Grotte (Nr. 19) an, beide (von etwa 1676) mit Treppen ausgestattet, die auf die terrassenartigen, flachen Dächer der anstoßenden Gebäude führen. Diese dienten anfangs noch Vorwerkzwecken, nahmen von 1676 an aber Lorbeer- und Orangenbäume im Winter auf und wurden erst 1705 zu Wohnzwecken eingerichtet. Westlich schließt sich an den Nordflügel der 1724/25 errichtete Küchenbau (Nr. 18) an, vor dem südlich das Feigenhaus (Nr. 17) und der Feigengarten liegen. Südlich des Schlosses befindet sich das „Luststück“: in der Mitte ein Springbrunnen, die Felder des Parterres von Rabatten mit Pyramiden von Buchs, Wacholder und Tannen umgeben und nächst dem Becken mit „Broderien“ versehen, das Ganze mit riesigen Einzelstandbildern, Gruppen und Vasen aus Sandstein geschmückt, die Hauptwege durch mittlere Rasenstreifen geteilt. Dieses Parterre wird nach Süden abgeschlossen von den mit Hecken umgebenen Schwanenteichen (Nr. 30). Östlich des Schlosses liegt das etwa 1694 bis 1700 gebaute Galeriegebäude (Nr. 3) mit dem Festsäle und den Gemächern der großen Kurfürstin Sophie (der Gemahlin Ernst Augusts), und davor, von Buchenhecken umgeben, der Orangeriegarten. In der Hauptachse des Galeriegebäudes liegt der „Königsbusch“ mit den Denkmälern Herzog Georgs,

Ernst Augusts, Georg Ludwigs und Sophies. Daran stößt das 1689 bis 1693 errichtete Gartentheater (Nr. 23 u. 24). Den Hintergrund der mit Standbildern geschmückten Bühne bildet ein Springbrunnen und eine Treppenanlage. Südlich vom Theater befindet sich der „Lindenwald“. Die entsprechenden westlichen Teile des Gartens, von etwa gleichen Abmessungen, sind ebenso von Buchenhecken eingesäumt. Wiederum findet sich hier ein „Lindenwald“; dem Galeriegebäude nebst Garten entspricht das heutige „Apfelstück“, dem „Königsbusch“ und dem Amphitheater der heutige „Spargelbusch“, ein ähnliches Feld dem Bühnenstück. In der Art der westlichen Anlagen sind auch südlich der Schwanenteiche die acht kleineren und zwei größeren Felder gehalten, welche von Westen nach Osten von der „Gänsestraße“ (Nr. 31—31) durchschnitten und von dem ihr gleichlaufenden südlichen „Kabinettsweg“ (Nr. 32—32) begrenzt werden. Hier zeigt der Stich in den Achsen der Grotte und der Kaskade die beiden kleinen, 1696 bis 1698 ausgeführten, heute nicht mehr erhaltenen „Kabinette“ (Nr. 25). Die Südhälfte des großen Gartens ist in regelmäßiger Aufteilung um die allbekannte Riesenfontäne in der Hauptallee (Nr. 26) angelegt. Sie und die vier kleineren Springbrunnen (Nr. 27) sind um 1720 fertiggestellt worden und bestimmen die Quer- und Schräglinien. Alle Wege sind hier breiter als im Nordteile; die Hauptachsen sind mit Alleen bepflanzt und führen nach Norden, Osten und Westen zu den „Halbmonden“ (Nr. 33), nach Süden zu dem „Vollmonde“ (Nr. 34). An jedem Springbrunnen bilden acht Törchen den Zugang zu den „Triangeln“. Der ganze Garten ist im Süden, Osten und Westen von breiten, dreireihigen Alleen und einem in den Jahren 1696 bis 1700 entstandenen Wassergraben, der „Graft“, eingefast. Der Westarm zeigt am Nordende den schon erwähnten, 1702 gebauten Schuppen für die venezianischen Gondeln (Nr. 16). An den Schnittpunkten der Randalleen stehen zwei reizvolle Pavillons (Nr. 29).

Im Norden ist der Garten, den Perronet und Martin Charbonnier angelegt haben, mit einer massiven Mauer (1704 bis 1706) begrenzt (auf dem Stich nicht kenntlich), die die beiden Hauptzufahrtstore enthält. Die Landstraße von Hannover nach Bremen führt auf dem Stiche am Nordflügel des Schlosses noch unmittelbar vorbei. Nördlich davor liegt der von einer halbrunden Mauer eingeschlossene, um 1676 entstandene Hof (Nr. 2), an den sich ein Wachtgebäude (1698), Wohnungen für obere Hofbeamte und den Kastellan sowie Arbeitsräume für Handwerker (1704 bis 1706) schließen. Andere Lagepläne aus der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts zeigen die um 1676 verlegte Landstraße in richtigerer Weise bereits um den Rundhof herumgeführt.

In der Achse des Galeriegebäudes und nördlich der Landstraße liegt die Orangerie (1720 bis 1726, Nr. 4), die wie jenes im Winter noch heute einen Teil der südlichen Gewächse aufnimmt. Wiederum südlich der Landstraße und westlich des Großen Gartens liegen die „Meierei“ und die 1683/84 dazugekommene „Menagerie“. Der Sassesche Stich zeigt nur noch das große Meiereigebäude (Nr. 15); außer ihm aber waren hier auch Wirtschaftsgebäude, Ställe, Scheunen u. a. m. vorhanden. Der Meierei gegenüber sehen wir das Lusthaus einer der Damen Georgs I., der Komtesse de Détilzen (Nr. 14): ein zweistöckiges Hauptgebäude, südlich davon zwei eingeschossige Nebengebäude, nördlich ein großer Park von



- | | | | | | |
|----------------------|------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------|
| 1. Schloß | 7. Marstall | 13. Traiteur | 17. Feigenhaus | 23. Theater | 29. Pavillons |
| 2. Äußerer Schloßhof | 8. Alter Stall | 14. Lusthaus der Komtesse de Délitzen | 18. Küchenbau | 24. Amphitheater | 30. Schwanenteiche |
| 3. Galeriegebäude | 9. Remise | 15. Meierei | 19. Grotte | 25. Kabinette | 31. Gänsestraße |
| 4. Orangerie | 10. Eiskeller | 16. Gondelhaus (abgebrochen) | 20. Kaskade | 26. Riesenfontäne | 32. Kabinettsweg |
| 5. Pagenhaus | 11. Hochbehälter | | 21. Blumengarten | 27. Neue Springbrunnen | 33. Halbmonde |
| 6. Gärtnerhaus | 12. Gewächshaus | | 22. Melonen- u. Fruchtgarten | 28. Alte Springbrunnen | 34. Vollmond |

Abb. 2. Übersichtsplan des Königlichen Schlosses und Gartens Herrenhausen bei Hannover.

(Nach einem Kupferstich von J. Jac. Müller und J. van Sasse.)

einer mit Baumwipfeln überragten Hecke umgeben; das Broderieparterre legt sich um eine mittlere Fontäne und wird nördlich von einer Hecke begrenzt, hinter der sich scheinbar ein Blumen- oder Nutzgarten zeigt mit ähnlicher Aufstellung wie das Parterre. Östlich vom Schloßchen folgt die Fortsetzung der Menagerie. Hier liegen zwei von einer Mauer umgebene, heute nicht mehr erhaltene Gebäude dort, wo jetzt der Laufhof des Marstalles zu finden ist. Das südliche Gebäude (Nr. 13) wurde vom Traiteur bewohnt, das nördliche war der „alte Stall“. Nördlich von diesem Anwesen zeigt sich ein größeres Gebäude, die heutige „westliche Remise“ („La remise des carosses“, Nr. 9, 1699 bis 1700). Östlich davon liegt an der Landstraße das lange Marstallgebäude (Nr. 7), das nach links einen großen Garten begrenzt. Dieser stößt an der Nordseite an die beiden 1675 angelegten Hochbehälter (Nr. 11), aus denen zumeist die Fontänen der Gärten gespeist werden. An der Landstraße steht das „Wohnhaus des Gärtners“ (Nr. 6). Der Schloßküche gegenüber, nördlich der Straße finden wir das Pagenhaus (Nr. 5)

verzeichnet, an der Nordwand der Hochbehälter einen nicht mehr vorhandenen Eiskeller (Nr. 10). Östlich von den eben genannten Gebäuden und nördlich der Landstraße werden die Anfänge des um 1675 als Küchen- und Baumschulgarten angelegten „Berggartens“ kenntlich. In der Hauptachse des Schlosses führt bis an dieses eine vierreihige Allee, die den Weg zur Burg einleitet. Hier war 1675/76 ein Reierhof, ein Gegenstück zu dem etwa 1679 angelegten Tiergarten bei Kirchrode, zum „Entenfang“ (1687/88) und zum Kaninchenberg, eingerichtet. Die Bäume rechts der Allee kennzeichnen sich als die 1706 bei Einführung der Seidenraupenzucht geschaffene Maulbeerbaumpflanzung. In ihrer Nähe lagen Baumschulen für Kastanien und Platanen. Östlich befindet sich von einem Wall umgeben etwa in dem späteren „Enklos“ des 18. Jahrhunderts ein Gewächshaus (Nr. 12). Schließlich deutet Sasse auch die Allee an, welche vom Schlosse zum heutigen Restaurant „Parkhaus“ führt und früher als Gegenstück zu der vom Schlosse nach Westen führenden die „Contre-Allée“ hieß. Von ihr bog dann an der Nordostecke des

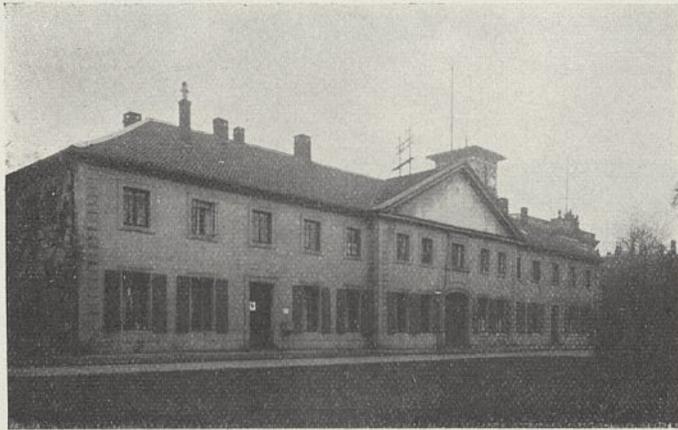


Abb. 3. Der alte Jägerhof.

Großen Gartens die 1726 von E. A. Charbonnier begonnene, 2 km lange Herrenhäuser Lindenallee ab, die bis zum Königsworther Platz in Hannover führt und die Hauptachse sozusagen für das ganze Schloß- und Gartengebiet werden sollte (Lageplan Bl. 7). Die vom Schloß nach Norden führende Lindenallee und die „Contre-Allée“ sind wohl ebenfalls von E. A. Charbonnier angelegt worden.

Eine wertvolle Ergänzung erfährt der Sassesche Stich durch einen gleichzeitigen, in „Garden Craft in Europe“ von H. Inigo Triggs abgebildeten, der Schloß und Garten von Norden zeigt. Hier sei ferner auf einen Band¹⁾ von sechzehn kleinen Kupferstichen hingewiesen, der von der Nordfront des Schlosses, der Grotte, dem Theater, der Kaskade, der Randallee, dem Parterre, dem Orangengarten, Königsbusch und Galeriesaal u. a. m. wertvolle Wiedergaben enthält, ebenso von dem Schloß Monbrillant und dem Lusthause der Komtesse de Délitzen.

Die angedeutete Ausdehnung der Gebäude und Gärten von Herrenhausen kennzeichnet die erste Entwicklungsstufe des Schloß- und Gartengebiets. Eduard Schuster²⁾ hat sie zum Teil erläutert.

Der zweite Abschnitt umfaßt die Zeit von 1727 bis 1817. Georg II. (1727 bis 1760) weilte wie sein Vorgänger

1) Bibliothek des Königl. Kunstgewerbemuseums in Berlin. Katalog-Nr. 1584m.

2) Eduard Schuster, Kunst und Künstler in den Fürstentümern Calenberg und Lüneburg in der Zeit von 1636 bis 1727. Hannover und Leipzig, Hahnsche Buchhandlung, 1905.



Abb. 4. Orangerie bei der Hofgärtnerei.

mehrmals in Hannover, Georg III. (1760 bis 1820) hat es indessen nie besucht. Für die Bauten und Gärten von Herrenhausen war die Abwesenheit der Kurfürsten nicht vorteilhaft, aber der Gedanke, ihren Besitz zu mehren, wurde von ihnen nicht aufgegeben. 1726 wurde nach dem Tode der Gräfin Sophie von Platen-Hallermund Schloß Monbrillant (Text-Abb. 5) angekauft, an dessen Stelle später das Welfenschloß trat. 1780 wurde der von Martin Charbonniers jüngstem Sohne Ernst August angelegte französische Garten erweitert³⁾ und in englischem Geschmack umgeändert.

1736 entstand am östlichen Ende der Herrenhäuser Allee am Königsworther Platz der Maultierstall nebst Schmiede, Wagenschuppen und Fouragemagazin. Um 1800 wurde letzteres abgezweigt und an der Jägerstraße neu errichtet; heute ist von dem Bau nichts mehr vorhanden. An Stelle des Maultierstalles, der bereits 1771 mit einem Teile des Leibgarde-Regiments belegt wurde, trat die Kaserne der Gardemusaren, später der Königl. Garde-du-corps und 1866 der preußischen Königsulanen³⁾ (vgl. Lageplan Bl. 7). 1750 bis 1756 wurde in der Nähe des Maultierstalles der alte Jägerhof (vgl. Bl. 7 u. Text-Abb. 3) neu errichtet. Eine weitere bedeutende Vermehrung des Besitzes erfolgte durch die 1767 von dem tüchtigen Gartenmeister Tatter begonnene Anlage der Obstbauplantage⁴⁾ (Bl. 7). 1795 versetzte man die letzten ausländischen Gewächse, die anfänglich hier gezogen wurden, in den Berggarten. Die Plantage diente hinfort nur der Maulbeer- und Obstbaumzucht. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts ist der Grund gelegt worden zu der Berühmtheit, die der Berggarten mit seinen großartigen Pflanzensammlungen im 19. Jahrhundert in der ganzen Welt genoß. Dem Geheimen Kammerrat v. Hake als Direktor der Gärten (1780 bis 1798) stand zur Seite der tüchtige Botaniker Fr. Ehrhardt. Der gärtnerische Leiter war 1795 bis 1828 der Garteninspektor J. Ch. Wendland. Ihm folgten Mertens und bald darauf H. L. Wendland⁴⁾, der den Titel Hofgarteninspektor führte.

Mit dem Gesagten ist erschöpft, was an Vorteilhaftem für das Schloß- und Gartengebiet aus der langen Zeit von 1727 bis 1817 angeführt werden kann. Seit 1755 hatte im Schloß niemand gewohnt. Es war schlecht gebaut, auch wurde nichts für seine Unterhaltung getan.³⁾ Die Dächer verfielen, der Schwamm kam ins Holzwerk, Decken und Tapeten fielen herab. Georg III. trug sich 1775 bereits mit dem Gedanken, das Schloß abzureißen. 1781 wurden wenigstens die seidenen Tapeten in den Audienzimmern erneuert; im übrigen genügte die damals aufkommende Papiertapete. Unter Jérôme diente das Schloß als Kaserne. Man schlug ihm vor, es in ein Gestüt umzuwandeln, den Großen Garten auszuholzen und für das Gestüt zu Wiesen umzuändern; den „jardin botanique“, den Berggarten, nannte man indessen einen der schönsten Deutschlands und überlegte seine Erhaltung. Ähnlich wie das Schloß litten auch die Wasserkünste. Die Herrenhäuser Allee sollte auf Befehl der westfälischen Herrschaft abgeholzt werden; nur durch das opfermütige Eintreten des hannoverschen Bürgers Helmke gelang die

3) C. E. von Malortie, Beiträge zur Geschichte des Braunschweig-Lüneburgischen Hauses und Hofes. Hannover, Hahnsche Buchhandlung, 1860 bis 1872.

4) Hermann Wendland, Die Königlichen Gärten zu Herrenhausen bei Hannover. Hannover, Hahnsche Buchhandlung, 1852.

Erhaltung.⁵⁾ Dazu kam, daß das von der Madame Lätitia in Cassel gesprochene Wort „Ici il faut voler“ auch hier befolgt wurde. Die aus Frankreich erworbenen Büsten römischer Kaiser im Festsale des Galeriegebäudes wanderten nach Laeken oder nach Paris, wo auch 1804 acht der hannoverschen weißgeborenen Pferde Napoleons Krönungswagen ziehen durften.⁶⁾

Nach dem zweiten Pariser Frieden trat ein erfreulicher Umschwung ein. Bereits 1813 kehrte der verdienstvolle Statthalter, Herzog Friedrich von Cambridge, nach Hannover zurück. Das Jahr 1814 wandelte den Kurstaat in ein Königreich. Nun galt es, dasselbe auch äußerlich hervorzukehren. Georg IV. (1820 bis 1830) weilte 1821 in Herrenhausen. Wilhelm IV. (1830 bis 1837) kam nie dorthin. Vom Jahre 1817 an zeigt sich in der Stadt Hannover zufolge der Anregungen des Statthalters eine hervorragende Bautätigkeit; sie steigert sich noch, als Ernst August (1837 bis 1851) den Thron besteigt und Hannover sich von England trennt. 1817 wird der Umbau des Leineschlusses begonnen, 1837 entsteht das von Wangenheimsche Palais an der Friedrichstraße, das 1852 bis 1862 dem königlichen Hause gehörte; 1848 bis 1852 das neue Hoftheater, bis heute noch der schönste Bau, den Hannover besitzt. Der Architekt aller dieser Bauten ist der Oberhofbaudirektor Laves (1788 bis 1864), der sie z. T. mit dem Oberhofbaurat Molthan ausführt. Von Laves rühren auch die bedeutsamen städtebaulichen Planungen jener Zeit her; er hat ferner zusammen mit Molthan an Ernst Augusts Denkmal vor dem Bahnhofsgebäude mitgewirkt.

In jener Zeit erstehen auch das Herrenhäuser Schloß und der Große Garten wieder. Damals hebt die große Zeit für den Berggarten an, erfährt das Schloß- und Gartengebiet seine Vollendung. Dieser dritte Entwicklungsabschnitt beginnt mit dem Jahre 1817. Der Herzog von Cambridge und seine Gemahlin bringen Herrenhausen die den Engländern eigene Vorliebe für Gärten entgegen. Als Georg IV. 1821 in Herrenhausen abstieg, waren 66 Jahre verflossen, seit einer der hannoverschen Fürsten hier anwesend war. Ernst August wie Georg V. (1851 bis 1866) haben im Sommer fast ständig in Monbrillant oder Herrenhausen gewohnt. Mit 1866 ist aber die Entwicklungsgeschichte des Schloß- und Gartengebietes nicht abzuschließen. Man muß sie vielmehr

bis zum Jahre 1888 etwa verfolgen, d. h. bis zum Ausscheiden G. H. Schusters, der in Herrenhausen neben Laves tätig war und sein Nachfolger wurde.

Das wichtigste Ereignis des dritten Zeitabschnittes bildet die Anlage des nach Georg IV. benannten Georgengartens, der sich vom Großen Garten in Herrenhausen bis zum Königswortherplatz erstreckt (s. Lageplan Bl. 7). 1820 erwarb der König das Palais und den Garten des Grafen Wallmoden-Gimborn. Der Besitz wurde durch Ankauf vermehrt und reichte 1856, wie ein damaliger, im Besitz der Cumberlandischen Verwaltung befindlicher Plan von Auhagen zeigt, nördlich der Steintormasch von Herrenhausen bis hinter die Hofgärtnerei (1 auf Bl. 7). Dieselbe Zeichnung läßt ersehen, daß das Dreieck zwischen der Herrenhäuser Großen Allee, der kurzen Contre-

Allee und der jetzigen Nienburgerstraße damals schon fast ganz im Besitz der Kammer sich befand. Ebenso gehörten dazu Teilstücke zwischen der Großen Allee, dem Georgengarten und der heutigen Jägerstraße. In diesem Dreieck lagen auch v. Wangenheimsche Grundstücke, die sich aber in der Hauptsache zwischen Masch, Orangerie bei der Hofgärtnerei (2 auf Bl. 7 und Text-Abb. 4), Jägerstraße und Jägerhof erstreckten. Im Jahre 1859 bis 1860 kaufte Georg V., wie aus

den Kammerrechnungen hervorgeht, den ganzen Besitz an. Um diese Zeit hatte der Georgengarten seine heutige Ausdehnung.

Das Wallmodensche Schloßchen, heute Georgs-Palais (vgl. Bl. 7 u. Text-Abb. 8) genannt, ist wohl Mitte des 18. Jahrhunderts entstanden; der Park war als Landschaftsgarten angelegt und wies eine große Anzahl ausländischer Bäume und Gewächse auf. In ähnlicher Art wurde der neue Georgengarten gehalten, der in der Hauptsache in der Zeit von 1835 bis 1842 geschaffen wurde.⁴⁾ Der Meister war der Hofgarteninspektor Schaumburg (1788 bis 1866). Seine Leistungen sind bis jetzt wenig beachtet worden; sie zählen aber zu dem Besten, was die Gartenkunst in Deutschland oder England hervorgebracht hat, und erinnern an die Schöpfungen Lennés in Berlin und Potsdam. Vermutlich unter Verwertung eines alten Leinearmes wurden Seen und Wasserläufe in großem Umfange geschaffen. Der ausgehobene Boden diente zur Aufhöhung des Geländes und zur Anlage kleiner Hügel. Große Rasenflächen, von wenigen breiten Wegen durchzogen und von einzelnen großen und abwechslungsreichen Baumgruppen belebt, legen sich um die Seen. Auffallend viele ausländische Gewächse wurden in den Park versetzt. In angenehmem Gegensatz zu dem Landschaftsgarten stehen einzelne Blumenparterres beim Palais und bei der Hofgärtnerei.



Gez. von J. F. Lange.

Abb. 5. Schloß Monbrillant.
(Nach einem Stahlstich von L. Rohbock.)

5) Mitteilung des jetzigen Bauverwalters Stolze in Herrenhausen.

6) H. Ahrens, Herrenhausen und seine Sehenswürdigkeiten. Hannover, Fr. Cruses Buchhandlung, 1887.

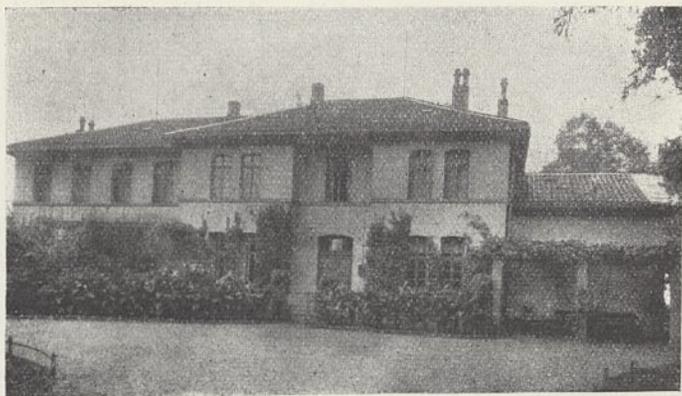


Abb. 6. Hofgärtnerei.

Eine ganze Reihe von Brücken⁷⁾ führte die Wege über die Wasserläufe. Die massive, schöngeschwungene Augustenbrücke⁴⁾ wurde 1840 eröffnet. Der Entwurf rührt von Laves her; aber die Brücke wurde später umgebaut, insbesondere stammt das jetzige Geländer nicht mehr aus alter Zeit. Laves hat wohl auch die Entwürfe für die übrigen zierlichen eisernen Brückchen im Garten geliefert; besonders schön ist ein Geländer mit Lotoskelchen. Eiserne Brücken waren damals noch selten, und Gußeisen in Geländern war eben erst angekommen. Deswegen ist es von Bedeutung, daß die Kammer-

7) Ebel, Eisenkunstguß in Hannover und Herrenhausen zur Zeit des Klassizismus und der Romantik. S. 299, Jahrg. 1914 d. Z.

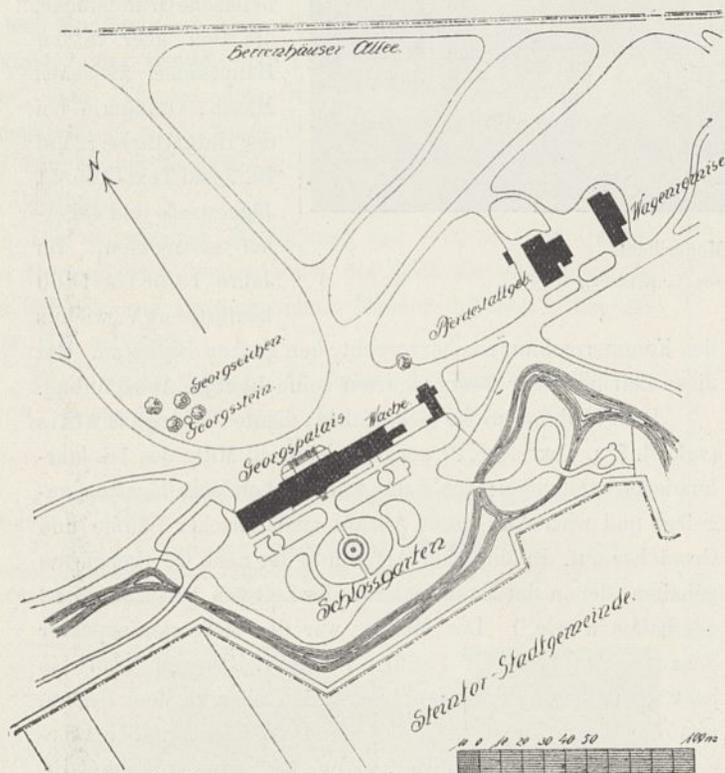


Abb. 8. Georgspalais. Lageplan.

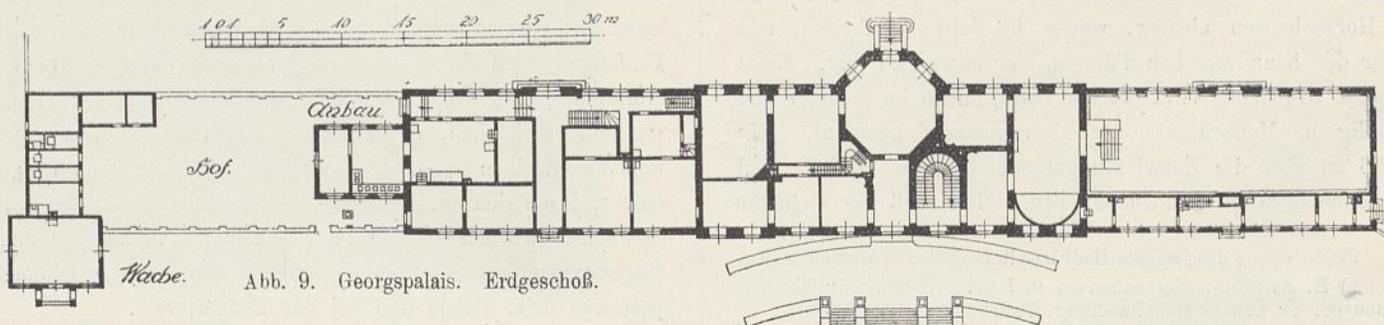


Abb. 9. Georgspalais. Erdgeschoß.

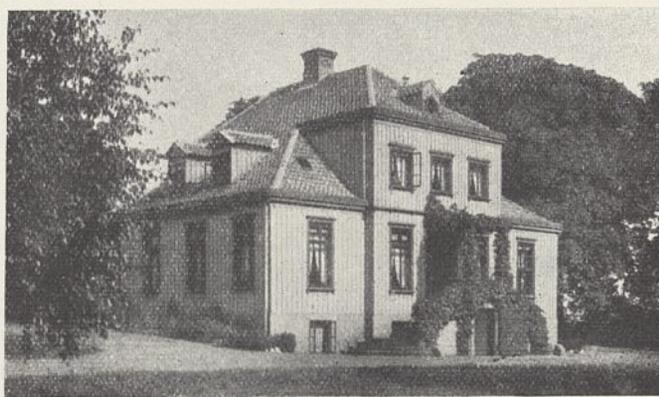


Abb. 7. Prinzenhaus.

rechnungen 1837 bis 1838 als Entstehungszeit der Brücke westlich vom Palais klarstellen. In gleicher Art ist ein Steg im Welfengarten gehalten. Der Bau einer weiteren eisernen Brücke im Georgengarten wird aus dem Jahre 1843 bis 1844 erwähnt. So lang wie der Große Garten in Herrenhausen ist, so breit ist dort der Georgengarten. Beide verband bereits das Tor an der Nordostecke des Großen Gartens. Bei der außerordentlichen Ausdehnung des Parkes erschien es aber notwendig, nun auch den östlichen Graftarm zu überbrücken. So entstand die Friederikenbrücke (vgl. Bl. 7), ebenfalls nach einem Entwurf von Laves.⁴⁾ Laut Inschrift ist sie 1840 gebaut worden. Von großer Schönheit ist das Geländer.

An dem Georgspalais (Text-Abb. 8, 9 u. 11), in dem unter Einverleibung der Wallmodenschen und Haußmannschen⁸⁾ Kunstschätze eine Gemäldesammlung zur Aufstellung kam, war für die königliche Hofhaltung wenig zu ändern.⁹⁾ Das Gebäude ist massiv gebaut, die Architektur in Sandstein mit Putzflächen gehalten, der Mittelbau unterkellert: so war das Haus wesentlich solider als die Schlösser von Monbrillant und Herrenhausen. 1845 bis 1846 wurde der große Saal hergerichtet. 1842 erstand das Stallgebäude nordöstlich vom Palais (4 auf Bl. 7). Eine Reihe von Gesellschaftsräumen erhielt eine neue Ausmalung. Überaus liebenswürdig wirkt der achteckige Gartensaal, der mit seinen Malereien an gleichzeitige Arbeiten im Leineschloß erinnert. Am östlichen Flügel des Schlosses, und etwas vor seine Front tretend zeigt sich ein kleines Gebäude in streng antiken Formen, das als Wache (3 auf Bl. 7 und Text-Abb. 6) diente.

Die im Wangenheimschen Garten gelegenen Gebäude wurden, soweit man sie nicht beseitigte, 1860 und 1862 für die Hofhaltung umgebaut. Seitdem wohl tragen die Häuser

8) R. Hartmann, Geschichte Hannovers von den ältesten Zeiten bis auf die Gegenwart. Hannover, Ernst Kniep, 1886.

9) Heutige Ansicht (Text-Abb. 11), sowie einige andere Abbildungen nach: „Malerische Monumentalarchitektur und volkstümliche Kunst aus Hannover und Braunschweig“ von K. H. Roß. Paul Neff Verlag in Eßlingen a. N.



Abb. 10. Kavalierhäuser. Jägerstraße 15 u. 16.

Jägerstraße 15 und 16 den Namen Kavalierhäuser (vgl. Bl. 7 und Text-Abb. 10). In der einfachen, guten Architektur ähneln sie dem Lavesschen Wohnhause in Hannover (Friedrichstraße 15) und dem noch zu erwähnenden „Pavillon“ im Berggarten.

Für den Gartenvorstand Schaumburg wurde 1848 bis 1849 die heutige Hofgärtnerei errichtet, ein einfacher Putzbau mit niedrigem Satteldach und schönen Verhältnissen (1 auf Bl. 7 u. Text-Abb. 6). Mit dem Wohnhause war eine Kaffeewirtschaft verbunden, für die eine kleine in Holz hergestellte gedeckte Halle (6 auf Bl. 7) erforderlich wurde. Gleich bei Anlage des Parks sah Schaumburg südlich der (1726 von dem jüngeren Charbonnier, nicht von Le Nôtre, wie Inigo Triggs in „Garden Craft in Europe“ annimmt, angelegten) Herrenhäuser Allee einen Fahrweg vor. Die schmalen Seitenwege derselben waren ehemals wohl wie heute für Fußgänger und Reiter, der breite Mittelweg für Wagen bestimmt. Da dieser aber nicht befestigt war, hatte es in den nassen Monaten mit der Benutzung offenbar seine Schwierigkeiten. Wahrscheinlich um ihn bei seiner Breite nicht befestigen zu brauchen, zog man es vor, südlich der Allee einen neuen schmaleren Fahrweg anzulegen. Dieser wurde mit dem Fortschreiten des



Abb. 11. Georgspalais. Nordansicht.

Geländeerwerbs allmählich bis zum heutigen Königswortherplatz verlängert. Der heutige Königswortherplatz wurde 1839 bis 1840 chaussiert, ist also damals wohl angelegt worden. Um diese Zeit entstanden auch die eigenartigen Gitterwerke⁷⁾, welche an beiden Enden die Allee abschließen, denn die gußeisernen Warnungstafeln daselbst tragen das Monogramm des Königs Ernst August.

Über die Grundrißgestaltung des Schlosses Monbrillant ist Näheres aus der Karte von 1856 von Auhagen zu ersehen. Über den Aufbau im neunzehnten Jahrhundert gibt einige Anhaltspunkte der Stahlstich von L. Rohbock nach einer Zeichnung von J. F. Lange (Text-Abb. 5), die kurz vor dem Abbruch des Schlosses entstanden sein muß. Gartenwärts zeigte das Schloß einen breiten, wenig

vortretenden Mittelrisalit und zwei schmalere, aber weiter vorspringende Seitenrisalite. Genau so gegliedert war die Südfront, nur waren die Seitenrisalite als Flügel vorgezogen. Östlich und westlich waren dem Gebäude zwei gleichartige offene, flach gedeckte Hallen vorgelagert. Das Schloß ist sowohl vom Herzog von Cambridge wie von Ernst August und Georg V. als Sommersitz benutzt worden. Schon bald nach 1814 wurde viel dafür getan, dann besonders in den vierziger Jahren. Damals erhielt es die Architektur, die der Langesche Stich gibt, die Vorhallen und den östlichen „Blumengang“.

1857 wurde das als Sommersitz nicht mehr genügende Schloß abgebrochen⁸⁾ und nach Osnabrück verkauft. Gleichzeitig verschwanden die Wirtschaftsgebäude, und nur das heute vom Gartenvogt des Welfengartens (10 auf Bl. 7) bewohnte Fachwerkgebäude am Eiskeller, das z. T. bis ins 18. Jahrhundert reichende Wohnhaus des Garteninspektors (11 auf Bl. 7), einige Treibhäuser, das Borkenhäuschen und der Hühnerhof erinnern noch an das alte Monbrillant. Als bald wurde der Grundstein zu einem neuen Schlosse gelegt, dem 1859 der Name „Königssitz“ gegeben wurde. 1861 wurde er in „Welfenschloß“ (vgl. Bl. 7 und

Text-Abb. 14) geändert. Der zugehörige Park hieß seitdem „Welfengarten“. Den Bau leitete bis zu seinem Tode im Jahre 1861 der Hofbaumeister Tramm, sein Nachfolger wurde der Landbauinspektor Heldberg. Noch zu Trams Zeit entschloß man sich, das Schloß nicht nur, wie man ursprünglich beabsichtigt hatte, als Sommersitz zu bauen, sondern sogleich in solchem Umfange, daß es auch im Winter bewohnt und zu großen Festlichkeiten benutzt werden konnte. Hierzu wurden ganz erhebliche Mittel erforderlich. Nebenher aber liefen die Bauausführungen der Christuskirche, der Marienburg und des neuen Marstalls am Welfenschloß (vgl. Bl. 7). Für letzteres flossen 1863/64 die Mittel schon langsamer

1865 war der Marstall fertig geworden und im Jahre darauf bezogen. Das Schloß selbst aber war 1866 noch unvollendet. Erst nach dem Kriege 1870 bis 1871, während dessen es als Lazarett diente, bestimmte man ihm einen weiteren Zweck. Hunäus baute es zur Technischen Hochschule um.

Den Tramm-Heldbergschen Bau gibt im Grundriß eine Steinzeichnung aus der Hofsteindruckerei der Gebrüder Jänecke in Hannover (Text-Abb. 12 u. 13). Ein Untergeschoß nahm die Wirtschafts- und Verwaltungsräume auf. Darüber folgte ein volles Erdgeschoß, sowie z. T. ein erstes und zweites Obergeschoß. Den Mittelpunkt der Anlage bildete ein glasüberdeckter Hof, in den von Süden zwei hohe Einfahrten führten die zwischen sich im Erdgeschoß die Wache aufnahmen. Zu den Galerien, welche im Hofe ringsherum liefen, führten breite Treppenanlagen. Im Erdgeschoß war die Südhälfte der am bedeckten Hofe gelegenen Räume meist für Wohnzwecke bestimmt, die Nordhälfte, um zwei kleine Lichthöfe verteilt, für gesellschaftliche Zwecke. Sämtliche Räume des ersten Stockwerks dienten Wohnzwecken. Solche mögen auch im zweiten Obergeschoß des Mittelbaues gelegen haben. Vor den gartenseitig gelegenen Gesellschaftsräumen des Mittelbaues erstreckte sich eine breite Terrasse, vor der ähnlich wie bei englischen Schloßbauten und beim Georgspalais ein riesiger Rasenplatz lag. Ein Schloß in eine Technische Hochschule umzuwandeln, war keine leichte Aufgabe, doch hat Hunäus sie mit Geschick bewältigt und das Gepräge des Tramm'schen Werkes möglichst gewahrt. Mit Laves und selbst mit Haase vermag Tramm sich nicht zu vergleichen, immerhin wird man der malerischen Gesamtkomposition und besonders dem gartenseitigen Mittelbau Anerkennung nicht versagen.

Der Marstall (vgl. Bl. 7) gruppiert sich mit vier Flügeln um einen großen Mittelhof. Nord-, Ost- und Westflügel wurden 1913 abgebrochen, um dem Neubau für das Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Platz zu machen, nur der südliche Vorderflügel ist noch erhalten (Text-Abb. 15). Das Gebäude hat in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover (Band XIV, 1868) durch Heldberg selbst eine kurze Beschreibung gefunden, weswegen hier nur kurz darauf eingegangen zu werden braucht. Es erhebt sich auf einem Sandsteinsockel in gelbem Backstein; Ost-, Nord- und Westflügel sind einfach gegliedert, reicher die Südfront, welche im Mittelbau eine aufwendige, gotisierende Sandsteinarchitektur aufweist, über dem Mittelportal steht die Zahl 1865. In überraschender Weise lehnt sich der Bau mit seinen großartigen Stallhallen, in denen etwa 100 Pferde untergebracht werden konnten, an die französischen und besonders englischen Bauten des 17. und 18. Jahrhunderts an und bildet sozusagen ein Schlußglied in ihrer Entwicklung. Die vier Ställe mit ihrer weiten basilikalischen

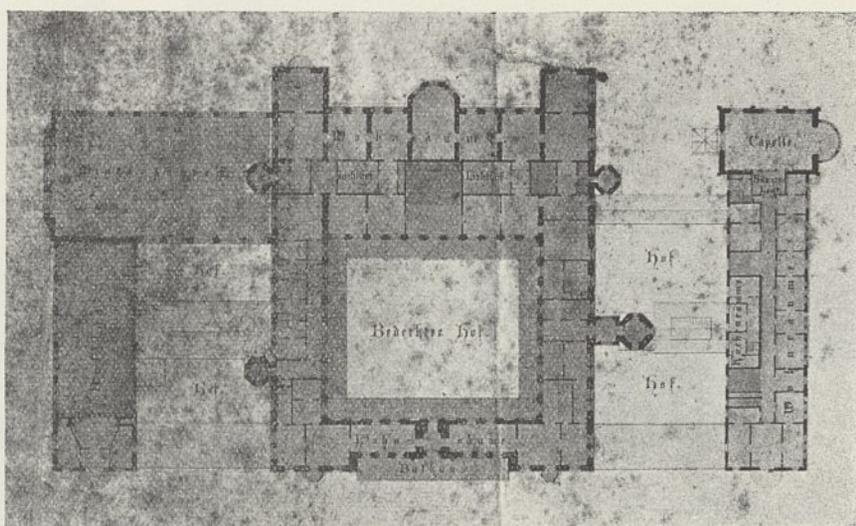


Abb. 12. Obergeschoß.

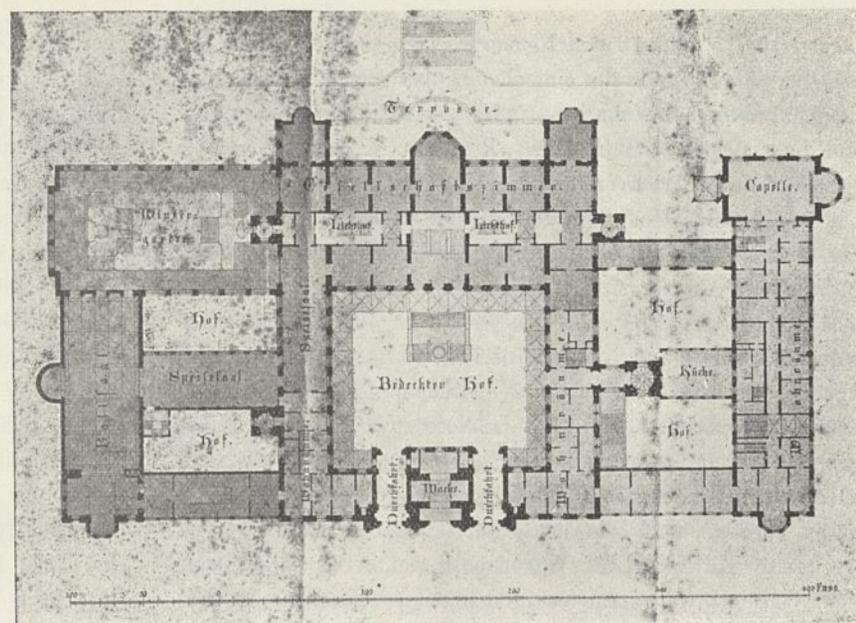


Abb. 13. Erdgeschoß.

(Maßstab: 34 hannöv. Fuß = 10 m.)

Abb. 12 u. 13. Welfenschloß. Entwurf von Tramm.

(Nach einer Steindruckzeichnung der Hof-Steindruckerei der Gebr. Jänecke in Hannover.)

Anlage, ihren hohen Gewölben und der reich gemusterten Verblendung durch gelbe Backsteine und Fliesen machen einen monumentalen Eindruck. Lehrreich ist der Bau wegen der frühen und umfangreichen Verwendung von Gußeisen in den Säulen- und Gewölbeträgern der Ställe, sowie in den im Hof rundherum laufenden Glasdächern, den Stallfenstern u. m.¹⁰⁾ und wegen der musterhaften technischen Einrichtungen.

Westlich des Welfengartens zeigt die Karte von 1856 bereits namhaften Kronbesitz auf dem Gebiete des zwischen Callin-, Schneiderberg- und Nienburger Straße gelegenen heutigen Prinzengartens. Auch die schöne Kastanienallee daselbst ist auf dem Plan vermerkt. In den sechziger Jahren muß das ganze Gelände bereits Eigentum der Krone gewesen sein. Am Ende der genannten Allee wurde 1861 bis 1862

10) Vor dem Abbruch der Hinterflügel des Baues ließ der Verfasser ihn zeichnerisch und photographisch aufnehmen. Die Zeichnungen usw. befinden sich bei den Beständen des Kgl. Hochbauamts II in Hannover.

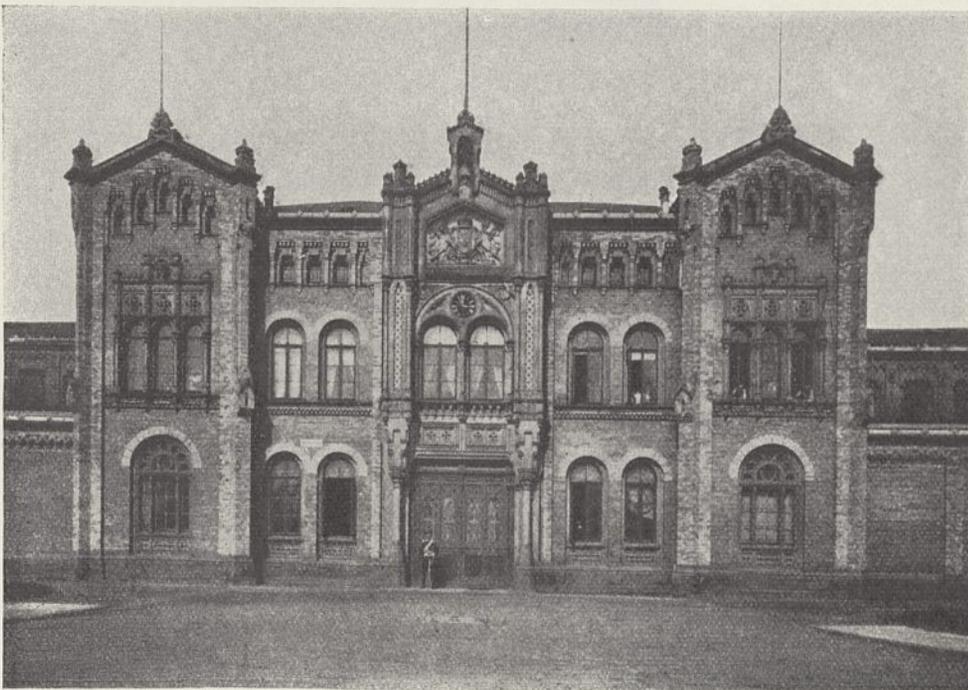


Abb. 14. Welfenschloß, jetzt Technische Hochschule.

das ehemalige v. Weyhen-Löbesche Haus⁸⁾ wieder aufgebaut, nachdem es auf dem Walle hinter dem Reithause hatte abgebrochen werden müssen. Im Jahre 1706 war seine Erbauung dort durch Brand-Westermann, den Hauptarchitekten von Herrenhausen (gestorben etwa 1717) erfolgt. Die Überführung des Hauses leitete in glücklicher Weise Tramm; besonders gut gelang die Wiederherstellung des hübschen Gartensaales. Offenbar war das Weyhensche Lusthaus von Anfang ein schlichter Fachwerkbau. Die äußere Verbretterung erhielt es wohl erst nach seiner Versetzung. Seit 1862 führte es den Namen „Prinzenhaus“ (vgl. Bl. 7 und Text-Abb. 7) und der darum gelegene Park den Namen „Prinzengarten“. Da in dem Hause am Wall die Schwestern und späteren Königinnen Luise von Preußen und Friederike von Hannover verschiedentlich gewohnt haben, ließ Georg V. dem Wieder-

men wurden, gehören die Schöpfungen im Berggarten. An dieser Stelle muß nunmehr auf die Gewächshausbauten des 18. Jahrhunderts zurückgegriffen werden.¹²⁾

Um 1755 befand sich nach H. Wendland⁴⁾ bereits im Garten ein 120 Fuß langes Glashaus und ein Ananashaushaus. Auf einem Lageplan, den 1864 der Landbaukondukteur E. Schuster (Sohn des G. H. Schuster, 1831 bis 1904)¹³⁾ „nach einer alten Zeichnung des weil. Fontainiers la Croix“ nachgezeichnet hat, ist ein auffallend großes Gewächshaus vorhanden. Es liegt in einem durch Mauern abgesperrten Rechteck in der Südostecke des Berggartens und in der Querachse des Orangeriegebäudes und des späteren sogenannten „Pavillons“, der dem Garteninspektor zur Wohnung diente. E. Schuster sagt, seine Kopie stelle den Garten zu Anfang des 18. Jahrhunderts dar. Danach müßte der Urplan von dem ersten der drei nacheinander als Fontänenmeister Angestellten la Croix, von Pierre (1700 bis 1729), gezeichnet sein. Auf dem Plan fehlt aber der Gondelschuppen, der erst 1747 abgerissen ist. Also wäre der Urplan erst von Pierres Sohn Georg gezeichnet, d. h. zwischen 1729 und 1773, eine Annahme, die Wendlands Datierung des Großen Glashauses wenigstens nicht entgegensteht. Die ältesten Gewächshauszeichnungen, welche im Besitz der Cumberlandischen Verwaltung sich befinden, rühren von der Mitte des 18. Jahrhunderts her. Ein Entwurf

Abb. 15. Marstall beim Welfenschloß. Südfront.
(Jetzt Maschinenbaulaboratorium der Technischen Hochschule.)

aufbau besondere Sorgfalt angedeihen. Es wurde verhältnismäßig aufwendig möbliert, ist indessen bis 1866 nicht bezogen worden.

Die Obstbaumplantage nahm nach Wendland⁴⁾ im 19. Jahrhundert einen ganz außerordentlichen Aufschwung. E. Schuster entwarf an Stelle des alten Fachwerkhause, in dem Tatter gewohnt hatte, in Backsteinrohbau ein neues Wohnhaus¹¹⁾, das 1864/65 ausgeführt wurde. Ein Lageplan von 1863¹¹⁾ zeigt das alte und neue Wohnhaus (13 auf Bl. 7), daneben einen Obstkeller (1848), ein Materialienhaus (vor 1857) und ein Verwaltungs- und Wirtschaftsgebäude. Alles ist im damaligen Zustande annähernd noch erhalten.

Zu den ersten Arbeiten, welche nach 1817 in Herrenhausen vorgenom-

11) Zeichnungen im Besitz der Cumberlandischen Bauverwaltung.

12) Über das Erwachen des botanischen Interesses im 16. Jahrhundert, über Einführung fremder Pflanzen, über Akklimatisationsversuche und Warmhäuser siehe das vortreffliche Werk „Die Geschichte der Gartenkunst“ von Frau M. L. Gothein (1914).

13) Nach Inschrift auf dem Grabstein auf dem Herrenhäuser Friedhofe.

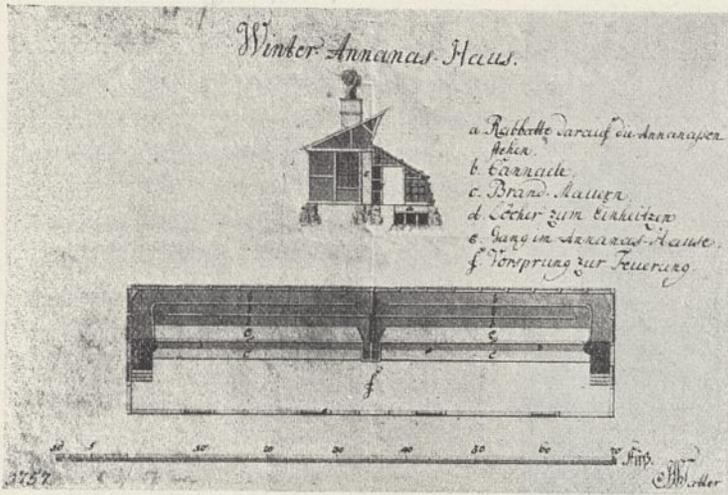


Abb. 16. Winter-Ananashaus. Entwurf von J. W. Tatter, 1757.

von dem bereits erwähnten J. W. Tatter für ein Winter-Ananashaus ist von 1757 datiert (Text-Abb. 16). Das Haus ist in Fachwerk mit Ziegelausmauerung hergestellt; es hat zwei Kulturkammern mit besonderen Heizungen und einem gemeinsamen rückwärtigen Heizgange. Die Kanäle liegen teils unterhalb des Fußbodens unter den Rabatten, teils an der Rückwand. Besonders bezeichnend ist das vorn auskragende Dach, das vielleicht als Regenschutz dienen sollte. Ganz ähnlich ist ein „Glashaus zur Orangerie und ausländischen Gewächsen“ von J. W. Tatter aus dem Jahre 1764 (Text-Abb. 17): an der Vorderseite getrennte Kulturkammern mit besonderen Heizungen, rückwärtig die Heizflure, außerdem aber eine Stube und eine Kammer. Das Regendach ist hier ebenfalls vorhanden, aber weniger stark herausgestreckt und rund, wie beim großen Gewächshause am

Charlottenburger Schloß. Die Tatterschen Zeichnungen beweisen, daß in den fünfziger Jahren des 18. Jahrhunderts das von H. Wendland erwähnte Große Glashaus und ein Ananashaus jedenfalls schon bestanden haben können. Von ersteren besitzen wir eine undatierte Zeichnung mit der Aufschrift „Grundriß vom Großen Glashause auf den Königl. Berggarten zu Herrenhausen, fecit W. Mertens“. Das Haus hat ungefähr die von H. Wendland angegebene Länge von 120

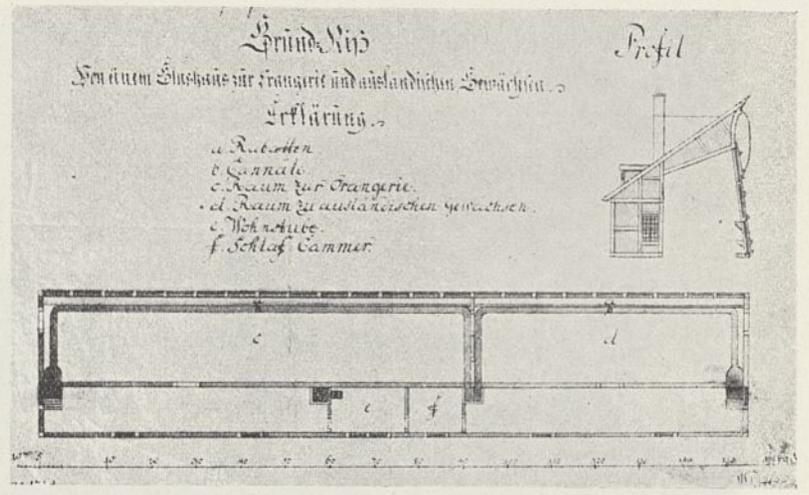


Abb. 17. Glashaus zur Orangerie und ausländischen Gewächsen. Entwurf von J. W. Tatter, 1764.

Fuß, und auf dem Lageplan von E. Schuster finden wir das Haus mit derselben Länge von rd. 120 Fuß gezeichnet. Vorderseitig hat das von Mertens gezeichnete Glashaus zwei Kulturkammern mit besonderen Heizungen und ein vorgewölbtes Regendach, rückwärtig mehrere Wohnräume, zwei Heizflure und einen Vorraum. Es ist teils massiv in Backstein, teils als Fachwerk mit Backsteinausmauerung hergestellt. Die Ähnlichkeit mit der Tatterschen Zeichnung von 1764 fällt auf: ein weiterer Beweis, daß das von H. Wendland erwähnte Große Glashaus um 1750 errichtet sein kann. Die Abmessungen des Hauses auf der Tatterschen Zeichnung von 1757 (Text-Abb. 16) stimmen auffallend überein mit den beiden, die östlich und westlich vom Großen Glashause auf

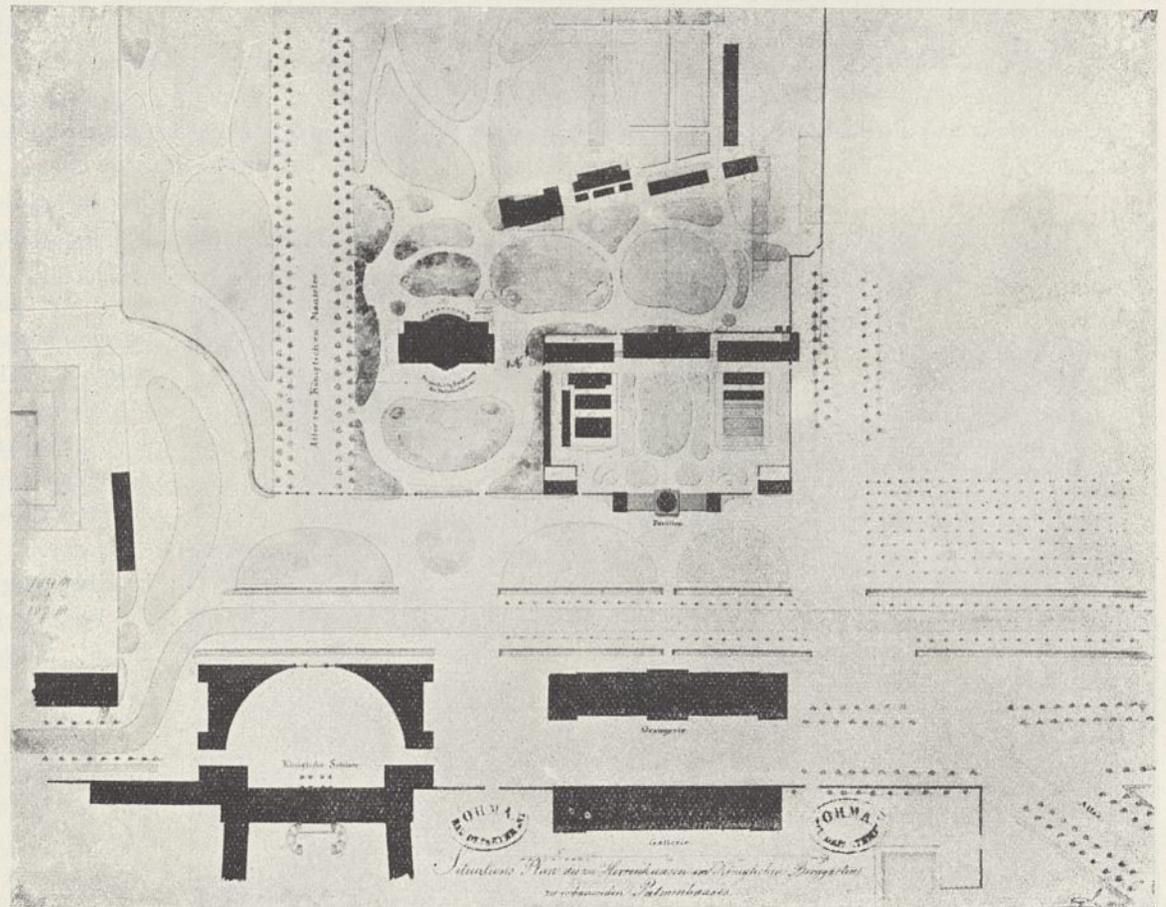


Abb. 18. Lageplan des Lavesschen Palmengartens im Berggarten. (Zeichnung von Laves.)

dem Lageplan von E. Schuster liegen. Dagegen verlieren die Bleinotizen auf der Zeichnung ihre Bedeutung, und die Annahme erscheint berechtigt, daß das Winter-Ananashaus von Tatter (Text-Abb. 16) das von Wendland erwähnte ist, und daß dieses und ein gleich großes anderes neben dem Großen Glashause gestanden haben. Vermutlich hat Tatter das Große Glashaus ebenfalls gebaut. Sogar die ganze eingefriedete Anlage (ein sogenanntes „Enklos“) in der Südostecke des Berggartens wird von Tatter herkommen. Tatter scheint somit ein ähnliches Verdienst um den Berggarten zu haben wie um die Begründung der Obstplantage.

Bereits der Sassesche Stich (Text-Abb. 2) zeigte im Berggarten ein von einem Erdwall umgebenes Glashaus. Offenbar bedeuten auf dem E. Schusterschen Plan die drei vor den Gewächshäusern liegenden Felder solche Vertiefungen wie sie, von Mauern umgeben, heute noch, zu zweien wenigstens, vorhanden sind.

Von Mertens stammen noch vier Entwürfe oder Aufnahmen von Ananashäusern, die in engem Zusammenhange mit dem Großen Glashause und dem Tatterschen Ananashause stehen. Eines der Blätter (Text-Abb. 19) ist auf 1798 datiert. Mertens wurde 1828 erst Garteninspektor, war also vorher schon in Herrenhausen tätig.

1791 wurde ein Palmenhaus errichtet, das bis 1870 seinen Dienst versah und damals durch das später zu erwähnende gußeiserne Haus von C. H. Schuster ersetzt wurde. Die älteste der vorhandenen Zeichnungen¹¹⁾ des alten Palmenhauses stammt wiederum von W. Mertens und aus dem Jahre 1798 (Text-Abb. 20), eine weitere von Metz aus dem Jahre 1805 und eine dritte von G. H. Schuster von 1866. Das Haus hat danach verschiedene Umänderungen erfahren. Auf der Mertensschen Aufnahme enthält die Vorderseite drei Abteilungen; eine höhere und tiefere in der Mitte, zwei niedrigere und weniger tiefe an den Seiten. Jede Kammer hat ihre

eigene Heizung mit besonderem Bedienungsflur. Die tragenden Teile der Glaswände bestehen aus Holz, die seitlichen und rückwärtigen Mauern aus Backstein. Einem der seitlichen Heizflure ist ein Vorraum angegliedert, dem entsprechenden zweiten Flure ein Vordach.

Das Verdienst um das Wachsen des Gartens Ende des 18. Jahrhunderts gebührt dem Geheimen Kammerrat v. Hake (1780 bis 1798). Über die Tätigkeit seiner Nachfolger bis 1831 ist bezüglich des Berggartens nichts bekannt. Gleich nach der Restauration sollen einige Ananas- und Pflanzhäuser entstanden sein. 1817 wurde mit dem Bau eines Wohnhauses für den Gartenvorstand (damals J. Ch. Wendland), mit dem „Pavillon“ begonnen. Der Architekt war Friedrich Laves. Er ist in Uslar geboren, studierte an der Kunstakademie in Cassel und später an der Universität in Göttingen. Die ersten praktischen Unterweisungen erhielt er bei seinem Oheim, dem kurhessischen Oberbaudirektor H. Christoph Jussow (1754 bis 1825), der das Schloß Wilhelmshöhe bei Cassel vollendete. 1809 wurde Laves von der westfälischen Herrschaft angestellt, und nach der Restauration 1814 erhielt er die Stelle eines Hofbauverwalters. 1816 reiste er nach Italien. Einer seiner ersten Bauten ist der Pavillon. Er bekennt sich hier sowohl wie später beim Palmenhause und bei dem Umbau des Schlosses in Herrenhausen noch ganz zu der Casseler Schule und dem englischen Empire.

An das Enklos in der Südostecke des Berggartens gliederte Laves das Wohnhaus für J. Ch. Wendland an; aber er zieht die Südmauer weiter hervor, so daß die Tiefe, des Rechtecks von 150 auf 220 Fuß vermehrt wird, wie der „Situationsplan des zu Herrenhausen im Könighchen Berggarten zu erbauenden Palmenhauses zeigt“ (Text-Abb. 18). Laves hat den Plan gezeichnet und mit Unterschrift versehen. Eine Zeitangabe trägt der Plan nicht; aber es ist selbstverständlich,

daß er um 1845 entstanden ist. Der Pavillon ist so gerückt, daß seine Kuppel genau in der eingezeichneten Achse der Herrenhäuser Allee liegt. Verlängert man diese Linie nach Nordwesten, so trifft sie die Mitte des 1846 bis 1849 von Laves errichteten, durch den Auhagenschen Bau 1879 bis 1880 verdrängten Palmenhauses. Zwischen Obstbaumplantage, Pagenhaus und Berggarten ist nördlich der Straße ein gärtnerisch angelegter Platz geschaffen worden. Hierdurch wird die Trennung der Herrenhäuser Gärten durch die Landstraße in angenehmer Weise gemildert. Schon 1816/17 ist so an Laves in Anfängen der große Städtebauer zu erkennen. Er bewährte sich in seinen hannoverschen Planungen später glänzend, sah aller-

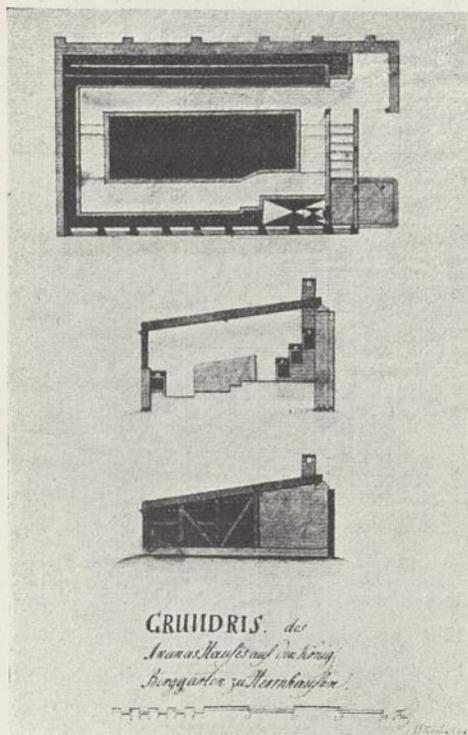


Abb. 19. Ananashaus im Berggarten.
Entwurf von W. Mertens, 1798.

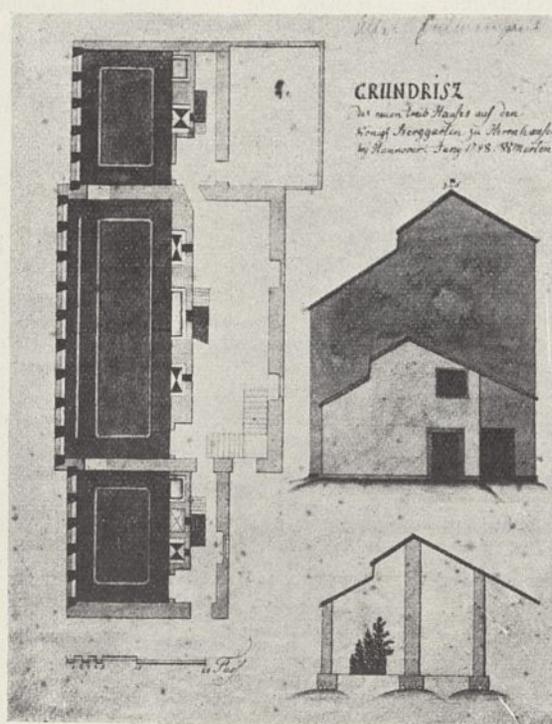


Abb. 20. Altes Palmenhaus im Berggarten.
Zeichnung von W. Mertens, 1798.

dings seinen Hauptplan, eine Hauptstraße zwischen dem Portikus des Schlosses und dem Hoftheater anzulegen, nicht verwirklicht.

Vom Pavillon (14 auf Bl. 7 und Text-Abb. 22) befinden sich im Besitz der Cumberlandischen Verwaltung u. a. noch zwei Urpläne von Laves: Grundrisse und Ansichten. Eine Ansicht des Mittelbaues (Text-Abb. 21) ist hier nach einem nicht mit Unterschrift versehenen alten Entwurf wiedergegeben. Der Schnitt (Abb. 1 Bl. 10) ist vom Regierungsbauführer Mues nach dem heutigen Befunde dargestellt, da dieser von einem vorhandenen alten Entwurf etwas abweicht. Der Grundriß (Abb. 2 u. 3 Bl. 10) ist ebenfalls nach dem heutigen Stande gegeben, doch ist die von Laves ursprünglich beabsichtigte Zimmereinteilung gezeichnet worden.⁹⁾ Über die Zeit der Entstehung des Baues ist bei Wendland⁴⁾ u. m. kein Zweifel; danach mögen die alten Zeichnungen 1816 oder 1817 entstanden sein. Den Kern bildet ein im Grundriß quadratischer Mittelbau, die runde Innenhalle hat einen durch Wände abgeteilten Umgang, in dem zwei Treppen zum Obergeschoß führen. Auf den quadratischen Unterbau, in den von Norden und Süden über breite Vortreppen je drei Türen führen, setzt sich ein Rundbau mit einer ionischen Ordnung und einer Segmentkuppel auf drei Stufen. Hinter den jonischen Pilastern wiederholt sich an den Fenstern das Motiv des Erdgeschosses. Während die untere Innenwand nur zarte Pilaster zeigt, über deren Gebälk eine flache Decke liegt, weist die obere Halle Dreiviertelsäulen mit Gebälk und kassettierter Kuppel auf. Die Wände des Untergeschosses sind in hellgrauem Stuckmarmor ausgeführt, der Fußboden mit rot und weiß gemusterten Platten belegt. Im Obergeschoß sind die Säulenschäfte und der Fries in porphyrotem und die Wandflächen in gelbem Stuckmarmor gehalten. Basen, Kapitelle, Architrav, Kranzgesims und die Kuppel sind weiß. Der Fußboden zeigt zierliches Parkett in Nußbaum und Ahorn. Die Wirkung des Raumes ist ausgezeichnet und wird vervollständigt durch schöne Mahagonimöbel. Die Kostbarkeit muß auffallen. Der Nachfolger v. d. Wenses war der Oberhofmarschall v. Steinberg (1831 bis 1846).³⁾ Er betrieb es, daß der Regent 1832 die wertvolle Bibliothek des verstorbenen Garteninspektors J. Ch. Wendland für den Garten erwarb und im oberen Kuppelraum aufstellen ließ. Das gab wohl die Veranlassung, daß der Mittelbau mit so erheblichem Aufwande ausgestattet wurde. Wahrscheinlich sind diese Arbeiten erst 1843 bis 1844 ausgeführt worden.

Von der unteren Halle gelangt man rechts und links zu den schlicht gehaltenen Wohnräumen. Der hohen Mittelkuppel entsprechen an den Enden des Gebäudes zwei zweigeschossige, etwas vor die Fronten gezogene rechteckige Pavillons, die mit niedrigen abgewalnten Satteldächern abschließen und mit Schiefer in englischer Art eingedeckt sind, während die Mittelkuppel mit Zink (früher Kupfer) bedacht ist. Das übrige Gebäude hat flache Dächer mit Kupferabdeckung und eine schlichte Sandsteinbalustrade. Das Äußere ist geputzt mit Ausnahme der Architekturglieder und der vorgelegten Stufen, die in Sandstein ausgeführt sind. Der ganze Bau ist ungemein leicht und selbstverständlich gehalten und erinnert so recht an die englischen Entwürfe, die A. Holtmeyer in seinem Werk „Alt-Hessen“, Wilhelmshöhe¹⁴⁾ gibt und die Laves aus

14) A. Holtmeyer, Alt-Hessen, Beiträge zur kunstgeschichtlichen Heimatskunde. Verlag von N. G. Elwert, Marburg 1913.

seiner Casseler Zeit wohl kannte. Mit dem Pavillon steht in enger Beziehung ein Entwurf zu einem Palmenhause¹¹⁾. Das Blatt trägt weder Zeitangabe noch Unterschrift, doch handelt es sich um einen Lavesschen Entwurf. Es mag eine Vorstudie gewesen sein zu dem Palmenhause, das Laves in den vierziger Jahren ausführte; aber sie ist außerordentlich verwandt mit dem Pavillon durch ihre Gesamtumrißlinie, die Mittelkuppel und die zweistöckigen Endpavillons mit

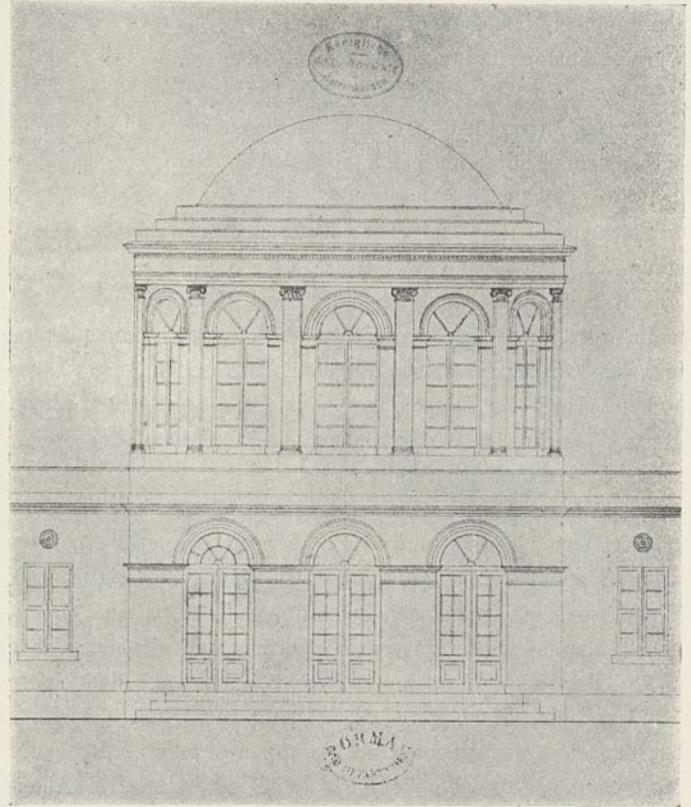


Abb 21. Pavillon im Berggarten. Ansicht des Mittelbaues. (Zeichnung vermutlich von Laves.)

niedrigen Dächern. Andererseits hängt der Grundriß mit den Gewächshausbauten von Mertens und Tatter zusammen: Seiten- und Rückwände nicht verglast, an der Rückwand Heizflure, Arbeits- und Wohnräume.

Von dem zur Ausführung gelangten Pavillon zieht sich auf den Lavesschen Plan (Text-Abb. 18) die neue Südmauer des „Enklos“ mit zwei Toren 3,5 m hoch beiderseits bis zur Verlängerung der alten Ost- und Westmauer hin. In den Ecken liegen, von der hohen Mauer nach Süden hin verdeckt, zwei kleine Wirtschaftsgebäude mit eigenem, von einer hohen Mauer umwehrtem Hofe. Die Hauptostmauer des Gartens wurde damals bis zu dem neuen Stallflügel verlängert.

An der Westmauer des Enklos (Text-Abb. 18) liegt ein langes schmales Gewächshaus, wahrscheinlich ein Weinhaus. Mauer und Haus sind auf einem weiteren noch vorhandenen Plane der Cumberlandischen Verwaltung ohne Zeitangabe, der die 1850 bis 1851 ausgeführte Bewässerungsanlage des Berggartens enthält und daher wohl von 1849 stammt, noch gezeichnet. Aber es fällt auf, daß für das fragliche Haus Wasseranschluß nicht vorgesehen ist. Der zweite Plan des Wendlandschen Büchleins (1852) zeigt auch bereits weder Haus noch Mauer. Sie müssen also beide zwischen 1849 und 1852 abgerissen sein. Wahrscheinlich wurde das Haus in das Nordwestenklos des Großen Gartens versetzt.

Auf dem Lavesschen Plane (Text-Abb. 18) finden wir in der Mitte der Nordmauer des Enklos und an diese angelehnt das alte Tattersche Glashaus aus dem 18. Jahrhundert. Im Plan von 1849 ist der Ersatzbau, welchen 1849 G. H. Schuster entwarf und 1850 bis 1851 ausführte, bereits eingezeichnet. Am Schusterschen „Glashause“ (17 auf Bl. 7) sind die Pfosten der Vorderwand einschließlich des Abschlußgesimses in Sandstein hergestellt. Schuster wollte den Ersatzbau für das altberühmte Tattersche Haus also auch äußerlich herausheben. Die Oberfenster und Schattenläden ruhen auf den für G. H. Schuster so bezeichnenden \pm -Eisen. Hinter- und Seitenwände bestehen aus unverputztem Backstein. Ebenso waren also auch die alten Enklosmauern hergestellt, im Gegensatz zu der von Laves neu-erbauten Süd-mauer, die außen verputzt ist. 1851 bis 1852 wurde das neue Glashaus mit den Nachbarhäusern durch geschlossene Gänge verbunden, wie sie heute noch vorhanden sind.

Das Kamelienhaus (18 auf Bl. 7)¹¹⁾ ist bereits 1836 von G. H. Schuster entworfen, also wohl im Jahre darauf ausgeführt. Damals muß also das

alte Haus abgerissen worden sein. Der Schustersche Bau zeigt an der Südseite eine niedrige senkrechte hölzerne Wand und eine obere schräge Fläche mit den erwähnten Profileisen. Beim neuen Glashause (17 auf Bl. 7) war die äußere Dachform die des Satteldaches. Die vordere Glasschräge trug zwar noch das Kragdach des rückwärtigen Gebäudes, aber es waren bei der großen Ausladung doch schon gußeiserne Stützen eingebaut. Beim Kamelienhause trägt die hintere Kragkonstruktion die obere Glasfläche allein, und diese ist tief hinabgeschleppt. An die rückwärtige Massivwand des Kulturraumes lehnt sich wie beim Schusterschen Glashause eine Reihe von Arbeits-, Wohn- und Heizräumen an. Seiten- und Rückwände bestehen aus außen unverputztem Backstein (27:13:6 cm). Das hintere Dach ist mit Pfannen abgedeckt, und die weiten Überstände sind verschalt. Dieses Gewächshaus, das für viele andere vorbildlich war, wie z. B. für das 1844/45 erbaute große Haus im Georgengarten, ist im alten Zustande heute noch völlig erhalten.

Das alte Kleine Palmenhaus ist in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts abgerissen und durch das heutige (19 auf Bl. 7) ersetzt worden. Nach Aussagen von Fachleuten, hatte das frühere dieselbe Bauart wie das Schustersche Kamelienhaus. Nach den Rechnungen ist es im Jahre 1837/38 verlängert worden; Wendland⁴⁾ gibt an, daß es damals bei-

nahe ganz neu hergerichtet wurde. Somit ist der ursprüngliche Bau zu den ältesten des Enklos zu zählen. Auf der Rückseite wohnte der Gartenvogt, auch war hinten ein Aufenthaltsraum für Arbeiter angebaut.

Im Innern des Enklos finden sich auf Text-Abb. 18, und ähnlich heute an der Ost- und Westseite, zwei etwa 100 Fuß lange und 75 Fuß breite Vertiefungen mit 1,6 m hohen Backsteinfuttermauern, die mit Sandstein abgedeckt sind. Treppen und Rampen führen hinab. Wahrscheinlich wurden sie 1817 beim Bau des Pavillons verlängert, wie damals wohl auch die heutigen Futtermauern entstanden sind. Die früher vorhanden gewesene mittlere Vertiefung ist bei Text-Abb. 18 nicht mehr zu finden; vielmehr lagen damals schon wie

heute vorder Mitte des Pavillons Gartenanlagen, die wohl aus architektonischen Gründen bei seinem Bau entstanden sind. Die Vertiefungen hatten offenbar den Zweck, die darin befindlichen Häuser wärmer zu stellen. In der östlichen Abteilung (Text-Abb. 18) finden wir zwei größere Häuser und sieben Mistbeete. Die ersten sind offenbar das Ananashaus

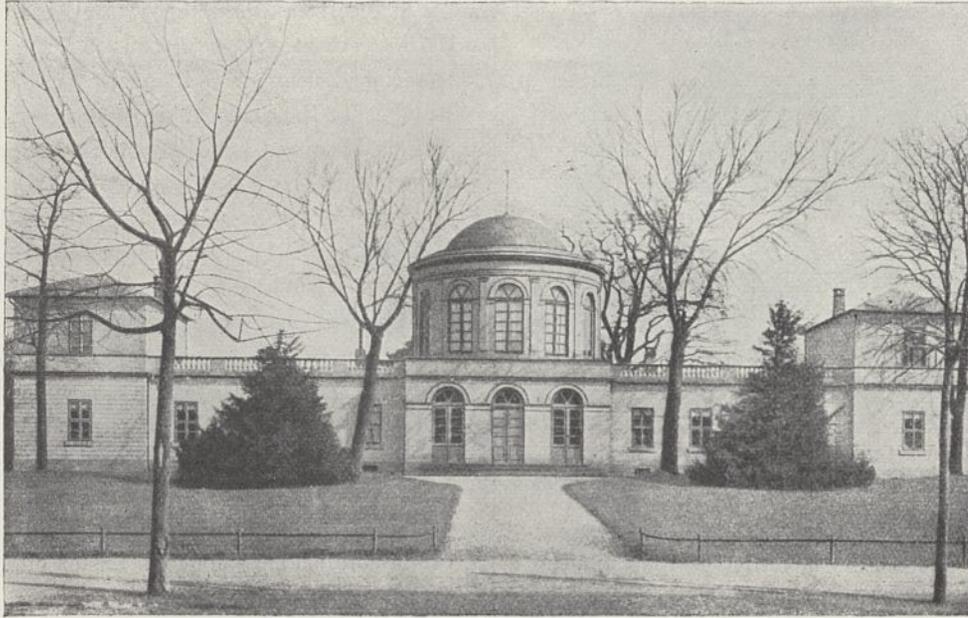


Abb. 22. Pavillon im Berggarten.

und der anderswoher hierhin versetzte Ananaskasten, die uns eine Zeichnung von G. H. Schuster aus dem Jahre 1835 zeigt.¹¹⁾ 1857 baute G. H. Schuster in der östlichen Vertiefung ein weiteres größeres, freistehendes Ananashaus¹¹⁾ an Stelle des genannten Kastens. Es zeigt bereits ein Satteldach, dessen beide Schrägflächen verglast sind. Das alte wie das neue Ananashaus verschwanden in den achtziger Jahren, um den heutigen Bauten (21 u. 22 auf Bl. 7) Platz zu machen. An Stelle der erwähnten Mistbeete wurde 1856/57 im Südteil der östlichen Vertiefung das heute noch stehende Pelargonienhaus (23 auf Bl. 7) erbaut.

In der westlichen Vertiefung sind nach dem Lavesschen Plane (Text-Abb. 18) vier Häuser zu finden: an der Westwand das Vermehrungshaus, ferner, von Norden nach Süden gezählt, das Kaphaus, ein Ananashaus und das alte Viktoria-Regia-Haus. Letzteres ist nach Wendland⁴⁾ 1841 gebaut. G. H. Schuster hat den Plan dazu geliefert.¹¹⁾ Es diente zunächst als Orchideen- und Stecklinghaus. Im Frühjahr 1851 wurde es als Viktoria-Regia-Haus (24 auf Bl. 7) eingerichtet. Der Nachfolger v. Steinbergs, v. Malortie³⁾, hatte aus den Gärten von Kew und Syonhouse den Samen der Viktoria Regia beschafft. Am 29. Juni 1851 blühte sie in Herrenhausen zum erstenmal in Deutschland. Die Einrichtung des alten Viktoriahauses sei deswegen hier gegeben

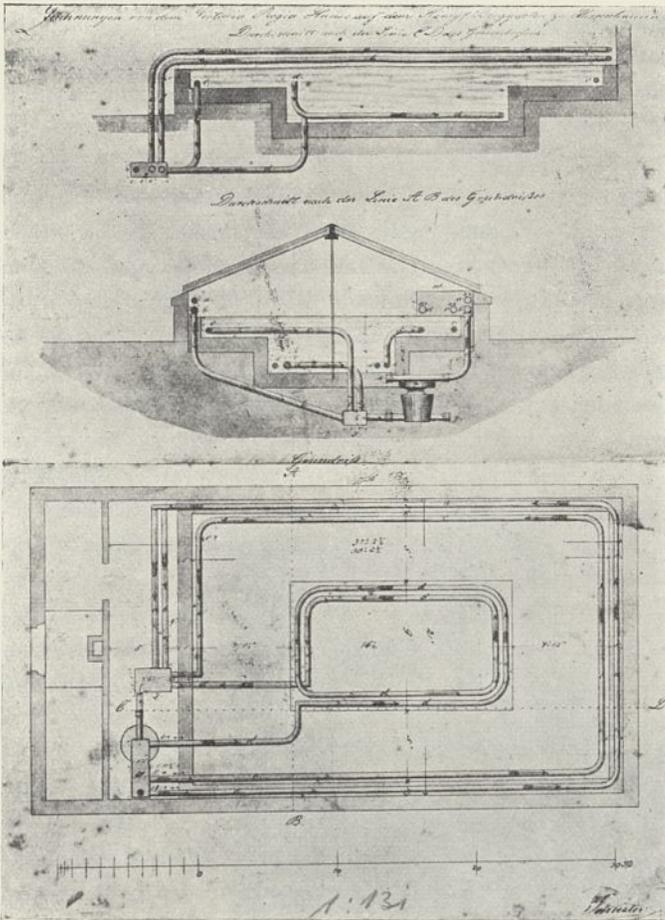


Abb. 23. Viktoria-Regia-Haus
(umgebautes Orchideen- u. Stecklingshaus) in der westlichen Vertiefung
des Enklos im Berggarten. Entwurf von G. H. Schuster, 1851.

(Text-Abb. 23). Nachdem 1906 ein modernes Haus (25 auf Bl. 7) errichtet wurde, ist 1913 das alte Viktoriahaus wieder zum Orchideenhaus umgebaut worden.

Wann das Ananashaus⁴⁾ gebaut ist, ist nicht bekannt. An seine Stelle trat ein solches für kleine tropische Pflanzen, das 1858 von G. H. Schuster entworfen ist, heute noch erhalten und Costa-Rica-Haus benannt ist (26 auf Bl. 7).¹¹⁾ Das hiervon nördlich gelegene, auf dem letztgenannten Entwurf als vorhanden vermerkte, und Kap-Haus genannte Haus ist bezüglich seiner Entstehungszeit nicht bekannt. 1848/49 ist in den Rechnungen von seiner Instandsetzung die Rede; somit muß es damals schon älter gewesen sein. Allem Anschein nach ist der heutige Zustand in der Hauptsache noch der alte, und das Haus ist darum besonders wertvoll (27 auf Bl. 7).

Das Vermehrungshaus wird als solches auf der Schusterschen Zeichnung des Costa-Rica-Hauses genannt. Den ersten Nachweis seines Vorhandenseins bringt der Lavessche Plan (Text-Abb. 18). Auch dieses Haus befindet sich noch im ursprünglichen Zustande (28 auf Bl. 7).

Nordwestlich vom großen Glashause ist auf dem Laveschen Plane (Text-Abb. 18) das Palmenhaus vom Jahre 1791 zu finden. An seine Stelle trat 1871 das von G. H. Schuster entworfene Palmenhaus (29 auf Bl. 7), das mit Ausnahme der massiven Rückwand gänzlich in Eisen hergestellt ist, allseitig z. T. sogar doppelte Verglasung zeigt und auch sogleich mit einer Warmwasserheizung versehen worden ist. Die meisten Teile des Gerippes bestehen aus Gußeisen. Das Haus hat sich bis jetzt ausgezeichnet gehalten.

Östlich vom alten Palmenhause zeigt Text-Abb. 18 eine Gruppe von drei kleineren Häusern. Auf dem Wendlandschen Plane von 1852⁴⁾ sind sie bereits verschwunden. Dasselbe ist der Fall mit dem großen Hause, das die Lavessche Zeichnung (Text-Abb. 18) östlich der Gruppe aufweist, und das auf einem Plane mit der Bleinotiz „Heidenhaus“ versehen war. 1851 wurde es zum Stecklingshaus bestimmt, nachdem das alte Orchideen- und Stecklingshaus für die Viktoria Regia hergerichtet war.

Dem Heidenhause folgt östlich (Text-Abb. 18) ein kleineres Gebäude, das im Plan von 1849 „neues Blumenhaus“ genannt ist. Um 1839 gebaut, war es 1852 bereits abgerissen.

Nördlich von letzterem liegt bei Text-Abb. 18 das große Orchideenhaus, auffälligerweise mit Nord-Süd-Hauptachse, 1845/46 erbaut, später verschiedentlich geändert (30 auf Bl. 7). Aus einer Zeichnung G. H. Schusters von 1873¹¹⁾ ist der alte Zustand des Hauses noch zu entnehmen. Endlich finden wir auf dem Plane von Laves (Text-Abb. 18) das von ihm gebaute Palmenhaus.

Die weitere Entwicklung der Gewächshäuser müssen wir an dem Wendlandschen Plane von 1853⁴⁾ verfolgen. Westlich vom großen Orchideenhaus liegt das Rosarium nördlich der französischen Sonnenuhr (31 auf Bl. 7) und wiederum westlich das neue Heidenhaus (32 auf Bl. 7). Es ist 1851/52 gebaut, bildet das Gegenstück zum Orchideenhaus und ist noch fast im alten Zustande vorhanden. Den Entwurf dafür hat G. H. Schuster geliefert.¹¹⁾ Westlich vom neuen Heidenhaus liegt auf dem Wendlandschen Plane ein massiver Kasten (33 auf Bl. 7), der 1851 gebaut worden ist. Um 1906 wurde nördlich am steinernen Kasten ein Teich für Wasserpflanzen und ein Alpinum angelegt. Ersterer ist 1913 wieder beseitigt worden.

In der Längsachse des großen Orchideenhauses, nur etwas nach Osten verschoben, liegen auf dem Wendlandschen Plane das Blumen- und das Kakteenhaus (34 auf Bl. 7). Wie aus einer Schusterschen Zeichnung¹¹⁾ hervorgeht, ist das erstere 1852/53 entstanden; damals aber war das Kakteenhaus schon vorhanden. Offenbar ist es zwischen 1849 und 1852 gebaut. Nur das Blumenhaus ist noch im alten Zustande erhalten. Endlich sei noch das von Schuster im Jahre 1843 entworfene Materialienhaus erwähnt (35 auf Bl. 7). Das südlich davon gelegene Haus (36 auf Bl. 7) ist aus neuerer Zeit und dient einem Gartenvogt als Wohnung. In den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts wurden für die genannten Gewächshäuser drei Zentralheizungen gebaut. 1875 bis 1877 erhielt der Berggarten seine neue Ent- und Bewässerungsanlage. 1832 war ihm die Maulbeerbaumpflanzung zugeteilt und an deren früherer Stelle ein Arboretum angelegt worden. 1842 wurde der Berggarten bis zu seinen heutigen Grenzen erweitert.

Westlich des Enklos entstand 1846 bis 1849 dort, wo das heutige Auhagensche Gebäude (vgl. Bl. 7) steht, das Lavessche Palmenhaus. Zwei Entwürfe sind uns überkommen. Der erste, nicht ausgeführte, reichere (Abb. 1 bis 4 Bl. 9) zeigt den Hauptraum im Grundriß als eine Durchdringung von Rechteck und Kreis. Süd-, Ost- und Westseite weisen senkrechte Glaswände auf. Die Rückwand ist massiv, ebenso die südlichen Eckpfeiler. Die Glasflächen sitzen zwischen

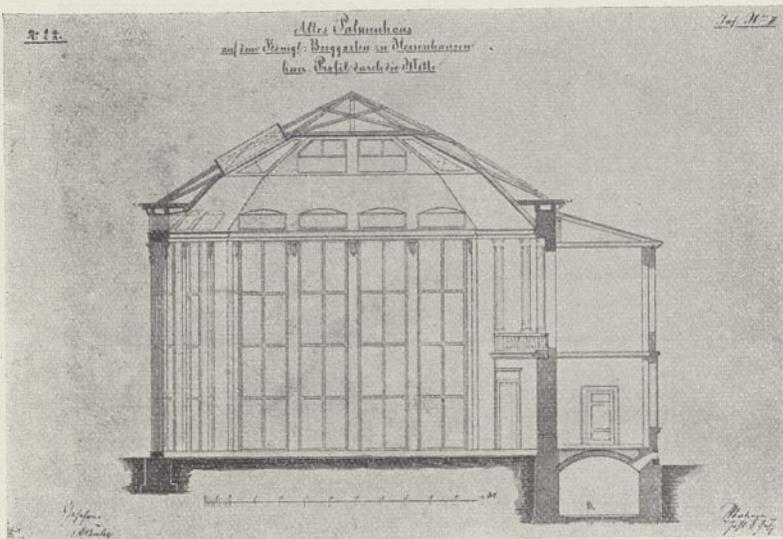


Abb. 24. Palmshaus im Berggarten. Querschnitt. Aufnahmezeichnung von Auhagen.

hölzernen Stützen, die vorderseitig durch gußeiserne Halbsäulen verstärkt werden. Ost- und Westwand zeigen je vier, die geraden Teile und der Mittelteil der Südwand je fünf Achsen. Die Mitte der Südfront enthält den Haupteingang. Im Innern des Hauses zeichnet Laves ein Wasserbecken, rechts und links davon zwei Möglichkeiten der Aufteilung in Gänge und Stände für Palmen. Erstere haben hübsch gemusterten Plattenbelag und führen rückwärts zu zwei Vorplätzen. Diese nehmen die Treppen zum Keller und zu den Obergeschossen auf und bilden den Zugang zu einer Küche und einigen Nebenräumen. Der rückwärtige Rundbau enthält ein dreiaxsiges, nach dem Palmshaus sich öffnendes „Gartenzimmer“, das von einer Terrasse mit Pergola vom Garten her zugänglich ist. An den östlichen der beiden Vorräume, welche seitlich den Zugang zum Gartensaal vermitteln, legt sich eine stattliche, halbrunde Treppe, welche im ersten Obergeschoß zu einem Vorplatz und einem „oberen Zimmer, um von hier in das Palmshaus zu sehen“, führt. Während das untere Gartenzimmer mit einem massiven Fußboden (vielleicht Marmor) gedacht war, sollte das obere, wie

auch das anstoßende Nebengemach, Parkett erhalten. Vom Mittelbau liegen rechts das „Reservoir des Wassers zur Fontäne“ und ein Vorplatz mit der Bodentreppe, links Stube, Kammer und Garderobe für einen Gartengehilfen. Im Keller sind sechs Heizstellen für das Palmshaus und eine für das untere Gartenzimmer angelegt. Sämtliche Kanäle liegen unter den Fußböden. Wie die Vorderansicht zeigt, war auch der Fries des Gebäudes zur Gewinnung von Lichtflächen durchbrochen. Das Hauptgesims trägt ein schmiedeeisernes Gitter zwischen Pfeilern. Das Dach ist mit Metall abgedeckt und enthält eine Reihe von kleinen Oberlichtern. Leider ist von dem reizvollen Entwurf die Rückansicht verloren gegangen, die mit Terrasse und Pergola sich sehr gefällig gestaltet haben muß. Ausgeführt wurde ein „modifizierter“, einfacherer Plan (Abb. 5 bis 10 Bl. 9). Die Vorderseite zeigt im Rundteil fünf, in den geraden Teilen je vier

Achsen, ebenso wie Ost- und Westwand. Der Springbrunnen in der Mitte ist fortgefallen, die Stände für Palmen sind in größeren Formen angelegt, der Fußbodenbelag vereinfacht. Im rückwärtigen Gebäudeteil sind rechts und links die Treppen zu finden, im Mittelteil zwei Vorplätze und die halbrunde Treppe zum ersten Obergeschoß. Die übrigen Räume im Erdgeschoß dienen einem Gartengehilfen als Wohnung. Vom Obergeschoß ist nur eine Zeichnung aus der Zeit von Auhagen vorhanden (Abb. 9 Bl. 9), der das Lavessche Haus abriß und das heutige Palmshaus aus Eisen mit allseitigen Glaswänden und ausschließlich Glasdächern baute (Text-Abb. 25). Nach der Auhagenschen Aufnahmezeichnung lag im ersten Obergeschoß ein gegen den ersten Entwurf vergrößerter, fünfachsiges Gartensaal, an den sich westlich zwei Nebenräume anschlossen. Die Art, wie er sich nach dem Glashause öffnete, läßt ein Aquarell in der Herrenhäuser Gemäldegalerie erkennen. Die Lavesschen Schnittzeichnungen (Abb. 6 u. 7 Bl. 9) seien durch einen Auhagenschen Schnitt (Text-Abb. 24) ergänzt, der auch die kühne Dachkonstruktion mit den bekannten „Lavesschen Balken“ gibt. Die Vorderansicht (Abb. 8 Bl. 9) läßt die gegen den ersten Entwurf geminderte Achsenzahl der Seitenflächen erkennen und die gegen jenen stark vergrößerten Oberlichtflächen. Von dem zweiten Plan ist auch die Hinteransicht erhalten: auf den ersten Blick erkennt man den Meister des Pavillons. Die Pergola des ersten Entwurfs ist fortgefallen; aber von H. Wendland⁴⁾ erfahren wir, daß in Erweiterung des Entwurfs bei der Ausführung der Rückseite eine Terrasse vorgelegt wurde, die mit Lorbeerbäumen im Sommer geschmückt war. Den Mangel eines Kellergrundrisses ersetzt in Abb. 5 Bl. 9 ein Schnitt durch den Heizgang, wo zweimal vier Heizstellen zu finden sind, die genau so aussehen wie beim ersten Entwurf.

Für die Gestaltung des Hauses konnte sich Laves an das Palmshaus in Wilhelmshöhe halten. Eine dort

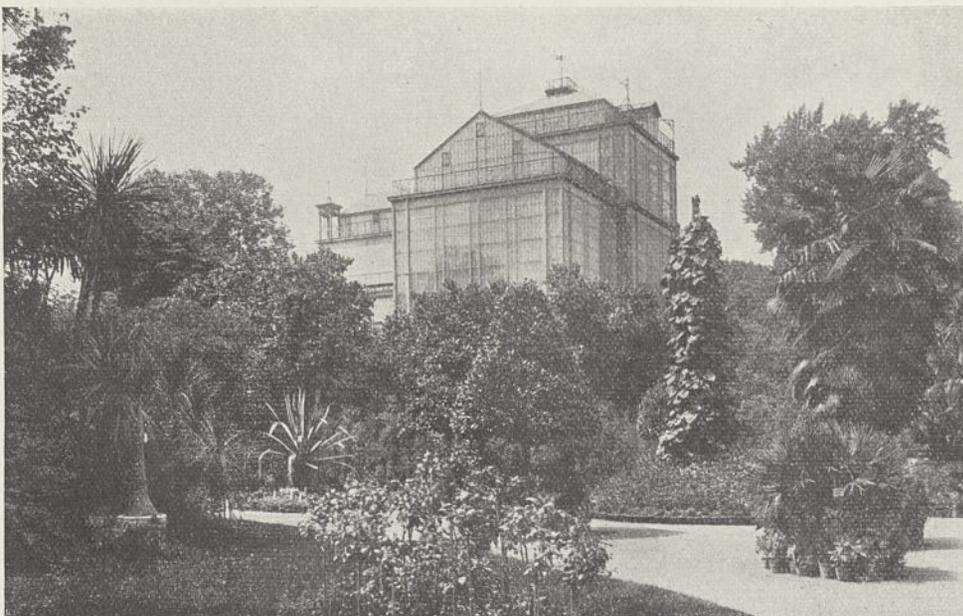


Abb. 25. Palmshaus von Auhagen, 1879/80.

vorhandene Zeichnung gibt auch die Verbindung eines Gewächshauses mit einem großen Saale.¹⁴⁾ Da in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Hannover dauernd unter künstlerischer Beeinflussung von Berlin stand, ist es weiter möglich, daß Laves das leider nicht mehr vorhandene Palmenhaus auf der Pfaueninsel kannte, von dessen Innerem Blechens Bild in der Nationalgalerie Kenntnis gibt. Die massive Rückwand, die rückwärtigen Wohnräume sind eine Fortbildung des bereits im 18. Jahrhundert an den Gewächshäusern zum Ausdruck gebrachten Gedankens. Im ganzen bedeutet das Lavessche Haus mit seiner beträchtlichen Höhe einen gewaltigen Schritt in der Fortbildung des Gewächshausbaues, und über allem ruht der lebenswürdige Geist, der auch dem Pavillon eigen ist. Bemerkenswert in konstruktiver Beziehung sind die gußeisernen Halbsäulen als Überleitung zum vollen Eisenbau, wie ihn das Schustersche und in noch weiterer Ausbildung das Auhagensche Palmenhaus zeigen. Sein Bau war die Folge des erstaunlichen Anwachsens der Palmensammlung und der Größe, welche die älteren Palmen allmählich erreichten. Zunächst wollte Auhagen das Lavessche Haus unter Abbruch seiner rückwärtigen Teile nur vergrößern. Viele Versuche in dieser Richtung sind in der Cumberlandischen Sammlung von Zeichnungen erhalten. Aber schon während des Erweiterungsbaues entschloß man sich, für das alte Palmenhaus einen vollen Ersatz zu schaffen. Der mächtige Eisenbau, der 1879/80 laut Inschrift entstand (Text-Abb. 25), ist nicht sehr schön, bedeutet aber auf technischem Gebiet einen erheblichen Fortschritt. Auhagen ist 1822 geboren und 1900 gestorben laut Inschrift des Grabsteines auf dem Herrenhäuser Friedhofe. Das Haus und seine Besetzung hat Hofgärtner Franz Pick 1882 in der Deutschen Gärtnerzeitung eingehend beschrieben.

Der bedeutendste Bau von Laves im Berggarten ist das Mausoleum für die 1841 gestorbene Königin Friederike. Am Ende der vierreihigen Allee, welche in der Achse des Schlosses nordwärts führt (Bl. 7), wurde dafür ein überaus schöner Platz gefunden in einer ähnlichen Lage, wie sie das Schinkelsche Mausoleum in Charlottenburg hat. Die Allee selbst und ein großes Gelände westwärts wurden dem Berggarten einverleibt. Während der Park an der Nord- und Ostseite mit einer einfachen Mauer eingefriedigt war, wurde südlich und westlich des Mausoleums ein prächtiges eisernes Gitter⁷⁾ aufgestellt, das wohl auch von Laves gezeichnet ist. Vom Mausoleum sind noch Urzeichnungen von Laves vorhanden.¹¹⁾ Die Blätter (Text-Abb. 26 bis 29) sind bezeichnet als „Entwurf C“, wonach mehrere

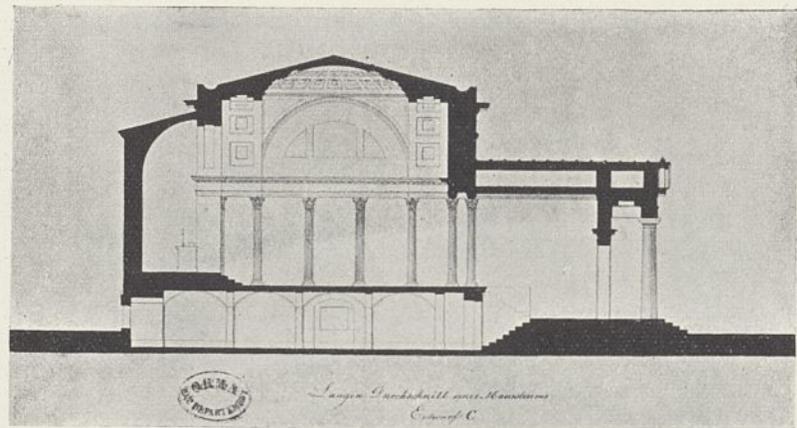


Abb. 26. Mausoleum. Längenschnitt.

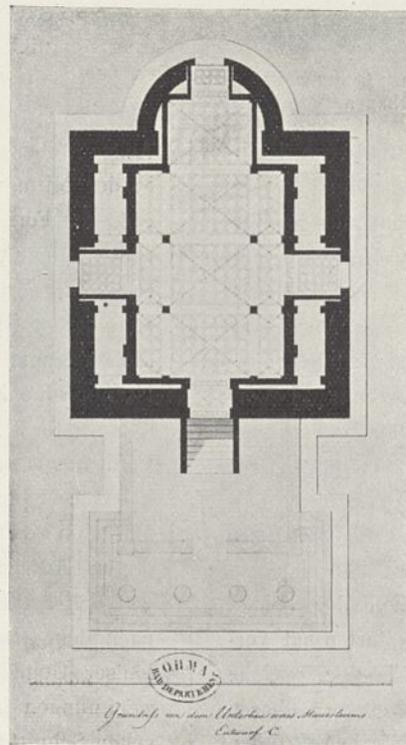


Abb. 27. Untergeschoß.

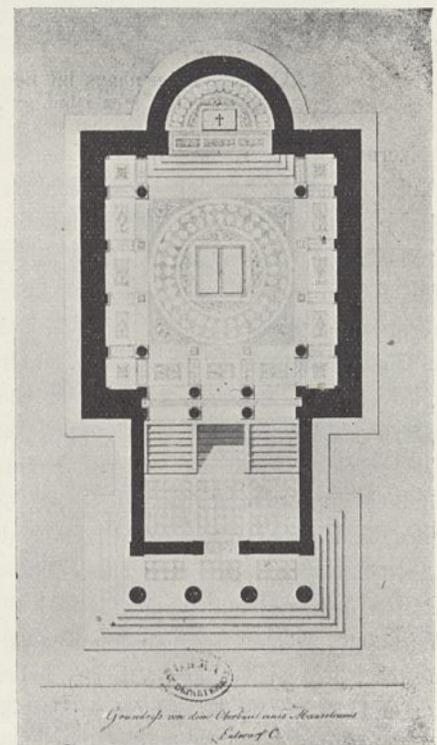


Abb. 28. Obergeschoß.



Abb. 29. Mausoleum. Innenansicht.

Abwandlungen entworfen sind, und tragen z. T. die Jahreszahl 1842. Eine feierliche, viersäulige dorische Halle führt über vier Stufen in einen rechteckigen Vorraum mit flacher, kassettierter Decke. Eine Mitteltreppe steigt man hinab zur Gruft, zwei Seitentreppe zu der über ihr gelegenen Gedächtnishalle hinauf, in der die beiden prächtigen Rauchschen Sarkophage des Königs-paares stehen. Die innere Halle in Geviertform ist mit einer flachen Kuppel überwölbt. An den Kern gliedern sich vier kurze, tonnenüberwölbte Arme. Die Eckrechtecke sind flach überdeckt. Dem nördlichen Kreuzarme fügt sich eine halbrunde, überwölbte Altarnische an, zu der vier Stufen führen. Säulen, Pilaster und Gebälk sind in korinthischer Art gehalten, Kuppeln und Tonnen durch Kassetten

gegliedert. Die Halle erhält von Osten und Westen hohes Seitenlicht; die Wände unter den Fenstern sind durch Pilaster aufgeteilt. Die niedrige Gruft ist durch Wandeinbauten verkleinert zu einer dreischiffigen Halle mit Nordapsis. Pfeiler und Gewölbe sind ohne Gliederung ernst und ruhig gehalten. Zum äußeren Bau und der Gruft ist gelber Sandstein, zum Innenbau durchweg weißer Marmor verwandt. Der Fußboden der

Gedächtnishalle weist grauen und weißen Marmor auf. Die Rauchschen Sarkophage sind in weichem Carrara ausgeführt. In weißem Marmor sind auch bis auf die dunklen Sockel die Girandolen hergestellt, in schwarzem, gelbgeäder-

tem der Altar. Die Raumwirkung ist vornehm und stimmungsvoll, die Verhältnisse und die zierlichen Einzelheiten sind von wunderbarer Harmonie. Von den vielen noch vorhandenen Werkzeichnungen für bildnerische Arbeiten sei hier nur ein korinthisches Kapitell gegeben (Text-Abb. 32).

Während der Ausführung hat der Entwurf verschiedene

Änderungen erfahren, weswegen nach dem Bestande einige Aufnahmen erforderlich waren (Abb. 7 bis 9 Bl. 10). Vor allem haben sich die Gruft und die Gesamtverhältnisse geändert und an Stelle der massiven Wangen der Seitentreppe sind Geländer getreten. Diese wie die Türen sind in Bronze ausgeführt und von Bernstorff und Eichwede in Hannover gegossen. Es ist anzunehmen, daß Laves sich beim Entwurf für das

Mausoleum zunächst an das Charlottenburger Vorbild anschloß. Im weiteren Werden wurde er aber frei: sein Werk bedeutet etwas Neues und gehört zu den edelsten Schöpfungen seiner Zeit. Die Wirkung des Mausoleums⁹⁾ wird ungemein ge-

hoben durch den stimmungsvollen Eichenwald, den H. Wendland seitlich und dahinter anlegen ließ, sowie durch die tiefdunklen Koniferen, welche den Vordergrund für den ersten Bau bilden.

Damit verlassen wir den Berggarten, bleiben aber noch nördlich der Bremer Chaussee (jetzt Nienburger Straße). Das Pagenhaus (vgl. Bl. 7) entstand im ersten Entwicklungsabschnitt des Schloß- und Gartengebietes, nach seiner Wetterfahne



Abb. 30. Mausoleum im Berggarten. Ansicht.

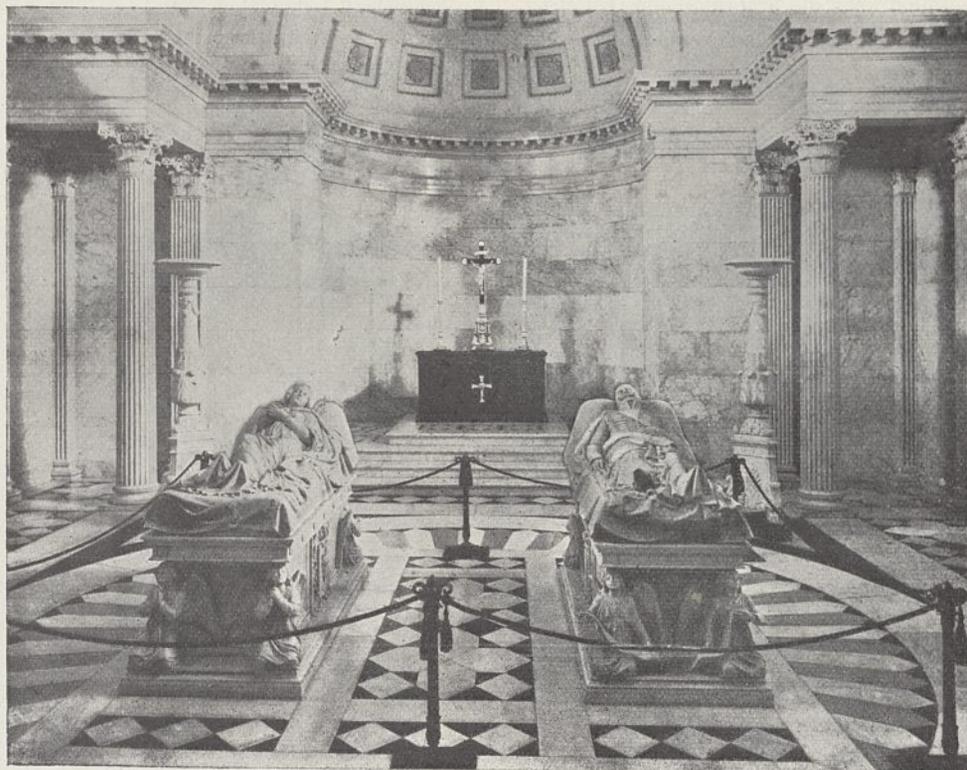


Abb. 31. Mausoleum im Berggarten. Innenansicht.

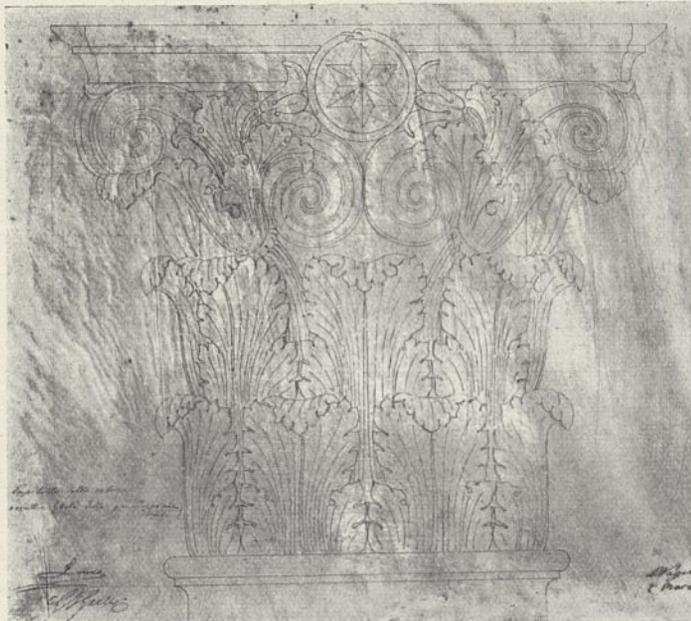


Abb. 32. Kapitell vom Mausoleum im Berggarten.

um 1708. Der Sassese Stich (Text-Abb. 2) zeigt es als Putzbau ohne Läden, und so ist es auch wiedergegeben auf einer Zeichnung¹¹⁾ von G. H. Schuster im Jahre 1858. Die Freilegung des Fachwerks und die Anlage der Läden wäre danach erst nach dieser Zeit erfolgt. Es kann aber auch sein, daß Schuster lediglich die Fenstermaße andeuten wollte und das Fachwerk wie die Läden bewußt vernachlässigte. Im Mansardengeschoß durchläuft heute noch wie früher ein langer Flur den ganzen Bau, an dem meist Einzelzimmer liegen. Malortie³⁾ erzählt, daß einst hier die Küchen- und Kellerbedientesten wie die Lakaien wohnten und „am vorderen Ende“, also wohl am Westende, die Pagen, ihr Informator, ihre Bedienten, sowie „der Rat“? Im Erdgeschoß lagen, mit besonderen Eingängen von Süden, fünf Wohnungen. Aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ist ein Belegungsplan erhalten, der wahrscheinlich noch die ursprüngliche Grundrißanordnung darstellt. Seitdem ist sie mehrfach verändert worden, besonders nach dem Tode von E. Schuster (1831 bis 1904).¹³⁾

Westlich vom Pagenhause liegt ein kleines Gebäude mit unverputztem Fachwerk, der „Bauspännerstall“ (37 auf

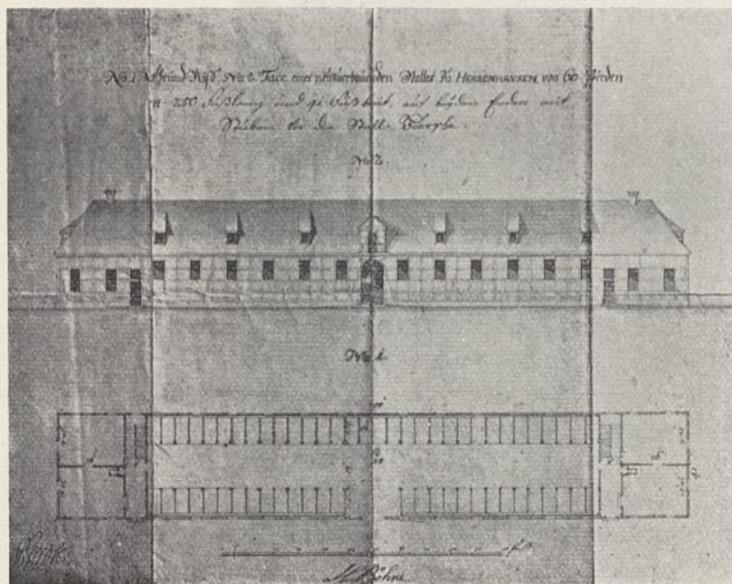


Abb. 34. Marstallgebäude. Entwurf von Böhme (1714 bis 1725).

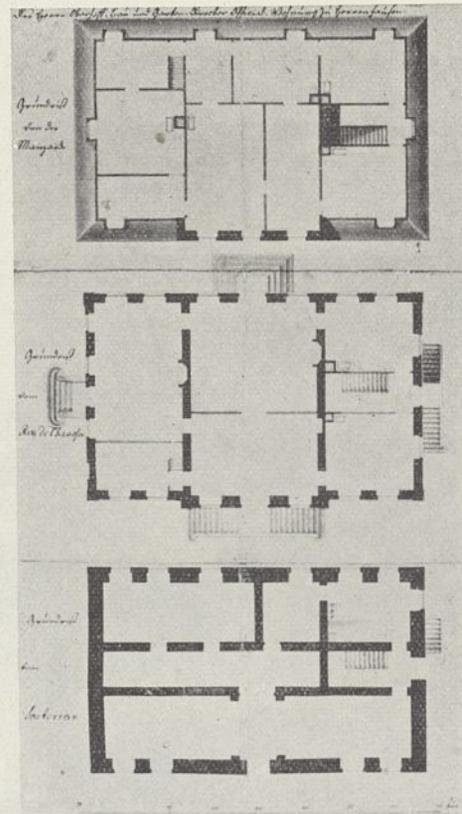


Abb. 33. Direktorialgebäude.

als Malerwerkstatt dient; es gehörte ehemals vermutlich als Stall zur Baubeamtenwohnung im Pagenhause. An der Nordseite liegt ein unbedeutender Fachwerkschuppen (40 auf Bl. 7), der heute Werkstätten enthält, und wohl erst später entstanden ist.

Westlich vom Bauspännerstall befindet sich das heute noch stehende Direktorialgebäude (41 auf Bl. 7) oder, wie es auf einer alten Zeichnung (Text-Abb. 33) heißt, „des Herrn Oberhof- Bau- und Garten-Director Official-Wohnung“. Das auf dem Sassese Stich (Text-Abb. 2) und den von E. Schuster gegebenen Lageplänen von 1725 und 1736 gezeichnete Wohnhaus für den Gärtner ist verschwunden. Westlich davon lag ein kleiner Blumengarten. Als erster „Hofbaudirektor“ wirkte der Italiener Giacomo de Querini, der nachweislich 1692 bis etwa 1710 sich in Hannover aufhielt. Mit der Ausführung der Gartenanlagen, die ihm Lambert und Stahl im Handbuch der Architektur (4. Teil, 10. Halbband) zuschreiben, hat er nur verwaltungsmäßig zu tun gehabt¹⁾; mit dem Römer G. F. Guernieri, der in Wilhelmshöhe bei Cassel 1700 bis



Abb. 35. Alter Marstall. Heutige Ansicht.

Bl. 7). Zwischen diesem und dem Pagenhause führt ein eisernes Tor etwa aus den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in den Bauhof. Die alte, schöne, schmiedeeiserne Pforte befindet sich im Leibnizhaus-Museum in Hannover. Das westliche Stall- und Materialengebäude (38 auf Bl. 7) ist vor 25 Jahren in Backstein errichtet worden. Auf der Ostseite vom Bauhof liegt ein Gebäude (39 auf Bl. 7), das heute

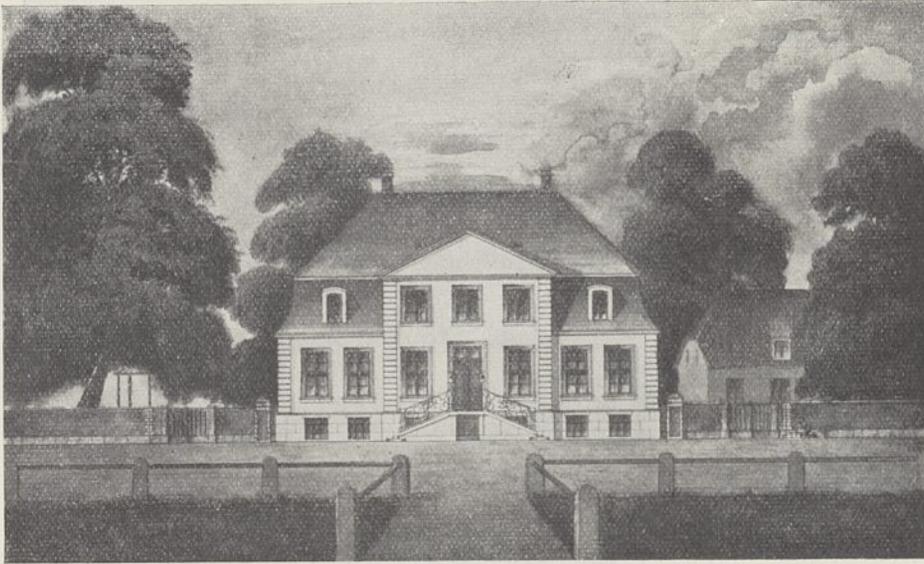


Abb. 36. Direktorialgebäude. (Nach einem Aquarell von Klinkernagel.)

1704 tätig war, hat er keine Gemeinschaft. Ebensovienig hat Querini den Entwurf für das Lustschloß gemacht, wie Inigo Triggs in „Garden Craft in Europe“ außer anderem Irrtümlichen über Herrenhausen angibt.¹⁵⁾ Die „Hofbau- und Gartendirektion“ bestand noch 1743. Das einst für sie bestimmte Gebäude enthält heute das Familienmuseum, das 1855 etwa begründet und anfangs den Ostflügel des Galeriegebäudes einnahm. Im ganzen und großen ist der alte Bestand des Hauses noch erhalten. Besonders reizvoll ist der reichgeschmückte, wohlhaltene Gartensaal. Im 19. Jahrhundert erhielten einige Räume eine neue Ausmalung, die an die Lavessche Art erinnert; das Vordach über der süd-

15) Auch in „Geschichte der Gartenkunst“ von M. L. Gothein wird Querini fälschlich als der Baumeister von Herrenhausen angegeben. — Daß die Gruppierung der Bauten in Herrenhausen eine gewisse Ähnlichkeit mit dem älteren Versailles hat, ist wohl nur ein Spiel des Zufalles.

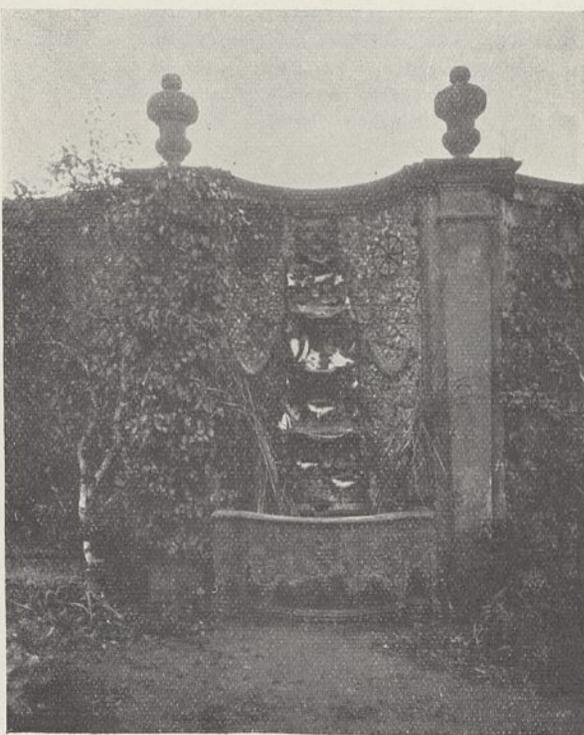


Abb. 37. Brunnen im Garten des Direktorialgebäudes.

lichen Freitreppe entstammt der Zeit, in der das Georgspalais die heutige Terrassenüberdachung erhielt, also etwa 1850. Ein undatiertes Aquarell von Klinkernagel (Text-Abb. 36) zeigt den früheren Zustand der Südseite, besonders auch die zurückliegende Flankierungsmauer, ehe sie wegen Straßenverbreiterung vor einigen Jahren zurückgesetzt werden mußte. Das rechts vom Direktorialgebäude gelegene Haus ist der heutige Bauspännerstall vor dem Umbau und vor Freilegung des Fachwerks. Hinter dem Direktorialgebäude war der Garten mit einer schönen Terrasse versehen, die sich an die Stützmauer der Hochbehälter lehnte. Heute sind nur noch einige Stufen und Vasensockel davon übrig. Besser erhalten hat sich in der Mitte und an der Stützmauer ein reizender Brunnen (Text-Abb. 37), dessen alte

Stuckgirlanden u. a. heute den einzigen brauchbaren Anhalt bilden für das ursprüngliche Aussehen der großen Kaskade und der Grotte im Großen Garten. Von den ehemaligen gärtnerischen Anlagen beim Direktorialgebäude ist heute nichts mehr zu finden.

Der Garten wird in seiner ganzen Tiefe westlich vom Marstallgebäude (vgl. Bl. 7) begrenzt, das auch bei Text-Abb. 2 gezeichnet ist. E. Schuster gibt für seine Entstehung allgemein die Zeit Georg Ludwigs an. Unter den Zeichnungen der Cumberlandischen Verwaltung findet sich indessen ein Entwurf (Text-Abb. 34) mit der Aufschrift: „Nro. 1 Grundriß, Nro. 2 Façe eines neu zu erbauenden Stalles zu Herrenhausen von 60 Pferden à 250 Fuß lang und 41 Fuß breit, auf beyden Enden mit Stuben vor die Stall-Bursche.“ Links unten befindet sich der Name H. Grote, in der Mitte J. C. Böhm. Offenbar ist letzterer der von E. Schuster¹⁾ genannte Johann Christian Böhme, welcher 1717 bis 1720 am Schloß Monbrillant tätig war und 1714 bis 1727 in Hannover sich aufhielt. Da der Riß keine Jahreszahl enthält, können wir für ihr Entstehen nur die Zeit von 1714 bis 1727 annehmen. Die Zeichnung ist hiernach die älteste, welche die Cumberlandische Verwaltung vom Schloßbezirk besitzt. Der Entwurf zeigt den Marstall als unverputzten Fachwerkbau. Der Bau ist fast genau nach dem Plan ausgeführt worden; nur im Nordende wurden unten noch eine Schmiede und eine Sattelkammer eingerichtet. Ein Glockentürmchen ist, wie die Zahl der Wetterfahne anzeigt, erst 1882 entstanden (Text-Abb. 35).¹⁶⁾

Zur Vergrößerung des vor dem Marstall gelegenen Laufhofes (vgl. Bl. 7) wurde 1838 das Traiteurhaus, das bereits auf Text-Abb. 2 vorhanden war, abgerissen. An der Nordseite des Laufhofes liegen neuere Wirtschaftsgebäude für die Gestütbediensteten (42 auf Bl. 7). Vermutlich ist bei ihrem Bau der auf dem Sassischen Stich bereits vermerkte „alte Stall“ verschwunden.

Nördlich vom Gestüthof, an der Schaumburgstraße, liegt ein langes, unverputztes Fachwerkgebäude (43 auf Bl. 7), an

16) Nach Mitteilung des jetzigen Bauverwalters Stolze lag ehemals westlich vom Nordende des Marstallgebäudes ein Wohnhaus und Stallung. Über Zeit der Entstehung und des Abbruchs konnte nichts ermittelt werden. Das Anwesen hatte u. a. ein Sattelmeister Harke inne.

dessen Nordende ein zurückliegender Stall angebaut ist. Das Gebäude ist sowohl auf Text-Abb. 2 („Remise des Carosses“) wie auf dem E. Schusterschen Plane von 1736 gegeben, gehört also dem ersten Zeitabschnitt an und geht heute unter dem Namen „westliche Remise“. Ein ähnliches Wirtschaftsgebäude aus Fachwerk, die „östliche Remise“ (44 auf Bl. 7), liegt hinter dem Ostende des Pagenhauses und stammt wohl aus jüngerer Zeit.

Eine Zeichnung¹¹⁾ von dem Ingenieur-Zeichner Lenke von 1857 gibt das an der früheren Teich-, jetzigen Mandelslohstraße, gelegene Gartengehilfenhaus (45 auf Bl. 7).

Westlich von der heutigen Schaumburgstraße, dem früheren Umfahrweg, liegen Lusthaus und Garten der Komtesse de Délitzen, das spätere sogenannte v. Linsingensche Anwesen (46 bis 48 auf Bl. 7). Die Geschichte seiner Besitzer hat v. Malortie³⁾ ausführlich behandelt. Die Grundrisse des Hauptgebäudes und der vorgelagerten Häuser (Text-Abb. 39) stammen von C. Vogell und haben das Wasserzeichen 1830; Vogell hat auch die Fassaden (Text-Abb. 38) aufgenommen. In dieser Zeit haben wir es mit einem schlichten Fachwerkgebäude mit Sandsteinsockel und -freitreppe zu tun. Als Wallmoden etwa 1770 einen besonderen Wirtschaftshof neben dem Hauptgebäude anlegte, wurden die Vordergebäude, die offenbar früher lediglich Wirtschaftsgebäude bargen, zu Wohnzwecken umgebaut. 1836 kaufte die Krone das Anwesen. 1864 wurde das Hauptgebäude im Äußern völlig umgestaltet (Text-Abb. 41). Auch das Innere des „Fürstenhauses“, wie es hinfort hieß, wurde ebenfalls einer eingehenden Wiederherstellung unterworfen, besonders scheint ein Teil der Stuckdecken aus dieser Zeit zu stammen. Das eiserne Straßentor wurde 1865 von G. H. Schuster entworfen. Das alte Gärtnerhaus wurde vor etwa 30 Jahren durch ein neues ersetzt (51 auf Bl. 7).

Südlich der Bremer Chaussee hatten Meierei und Menagerie bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts einen großen Teil ihres ursprünglichen Gepräges behalten. Eine Zeichnung von 1826 (Text-Abb. 40) gibt vom „Kgl. Meyerey-Gebäude“ (52 auf Bl. 7) einen Grundriß und die Nordansicht an der Straße. Auf dem östlichen Flügel hatte der Vogelfänger seine Wohnung, in der langen Diele lag der Herd. Westlich von ihr befanden sich südlich zwei Kammern zum Mästen der Vögel. In der mittleren Querachse des Gebäudes war eine Durchfahrt, an die sich östlich mit breitem Mittelgang der Stall für 30 Kühe anschloß, wie auch ein kleiner Rinder- und Kälberstall. Von der Durchfahrt lagen westlich bis zu einer zweiten Durchfahrt eine Hirtenkammer und Ställe. Von hier setzte sich ein Mittelflur bis zur Diele und Wohnung des Meiereiverwalters fort. Beiderseits des Mittelflurs lagen Kammern usw. Das Gebäude war in unverputztem Fachwerk aufgeführt. Die Fenster der sämtlichen Ställe waren klein und lagen hoch, im Gegensatz zu denen der Wohn- und Wirtschaftsräume und im Gegensatz zum heutigen Zustande. Unsere Zeichnung ist 1826 entstanden und mit „S.“ bezeichnet; sie rührt wohl von G. H. Schuster her. Die Rückfront und genau denselben Grundriß gibt eine andere Zeichnung.¹¹⁾ Eine dritte anscheinend sehr alte Grundrißzeichnung¹¹⁾ des Meiereygebäudes ist mit „Heu-

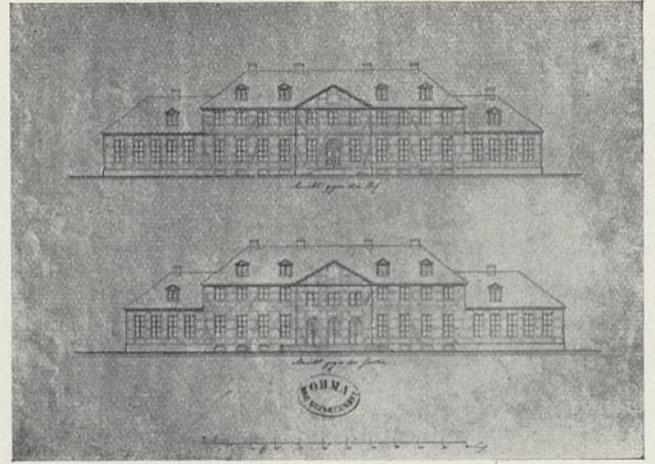


Abb. 38. Hauptgebäude. Straßen- und Gartenseite.

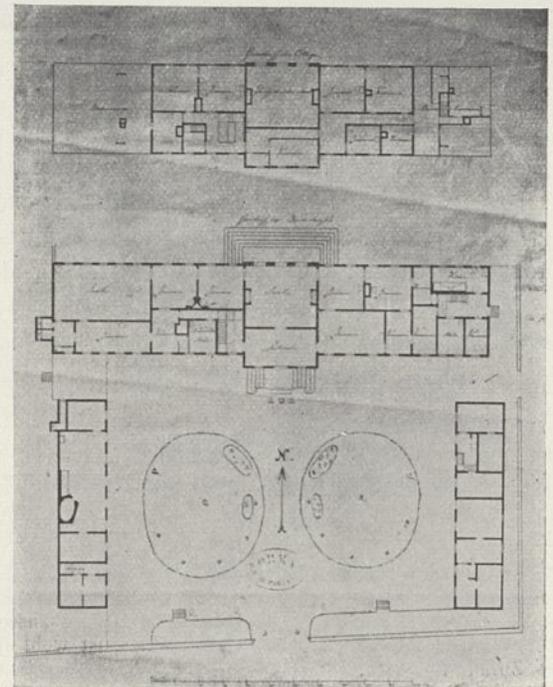


Abb. 39. Hauptgebäude und Vordergebäude. Obergeschoß und Erdgeschoß.

Abb. 38 u. 39. v. Linsingensches Anwesen (früher Lusthaus der Komtesse de Délitzen). Aufnahme von C. A. Vogell.

mann“ gezeichnet. Wahrscheinlich ist es der nämliche, der 1729 mit andern über das einsturzdrohende Orangeriegebäude zu Rate saß, 1759 Altar und Kanzel für die Johanniskirche

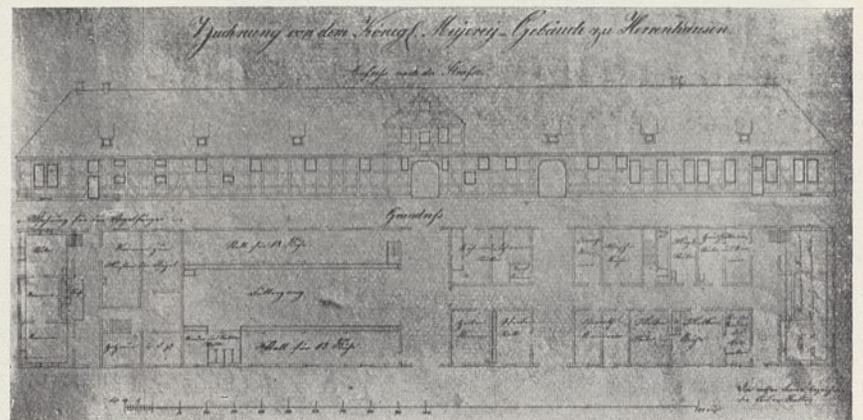


Abb. 40. Meierei. (Zeichnung von G. H. Schuster, 1826.)

in Hannover entwarf und nach dem Brande des Leinetorflügels des Schlosses in Hannover 1741 aus Paris den Plan für den Neubau sandte (an seinen Entwurf knüpften Laves und Molthan im 19. Jahrhundert an). — Heute sind in der östlichen Hälfte der Meierei Wohnung und Werkstätte des Sattelmeysters gelegen sowie eine Halle für die alten Prunk- und Reisewagen und die Geschirre.

An die alte Meierei stößt westlich die um 1885 gebaute Dienstwohnung des Gestütdirektors (53 auf Bl. 7).

Die große Scheune (54 auf Bl. 7) stammt aus der Zeit Georg Ludwigs, ist in Backstein errichtet und fällt durch ihr stattliches Ziegeldach auf. Sie ist für Herrenhausen bemerkenswert als früher unverputzter Ziegelrohbau. Im 19. Jahrhundert wurde der Bansenraum zu Fohlenställen eingerichtet. Der südlich anstoßende Fachwerkbau (55 auf Bl. 7) ist ebenso alt wie die Scheune. Mit dem Einbau der genannten Fohlenställe hängt sodann zusammen die Einrichtung des westlich gelegenen ehemaligen Menageriehofes zum Laufhofe (56 auf Bl. 7). Südlich davon liegen zwei Fachwerkbauwerke aus dem Anfange des 18. Jahrhunderts, die Wohnung des Gestüt knechts (57 auf Bl. 7) und eine hübsche Wagenremise (58 auf Bl. 7), die jetzt ebenfalls zu Ställen eingerichtet wurde. Der erwähnten großen Scheune entspricht nach Bauart und Alter der heutige Hengststall



Abb. 41. Fürstenhaus (früher Lusthaus der Komtesse de Délitzen).

(59 auf Bl. 7) an der Westseite des Gestüthofes; offenbar ist eine Anfang des 18. Jahrhunderts gebaute Scheune im 19. zum Stall umgebaut worden. Um 1872 hat G. H. Schuster den nördlichen Futterspeicher aufgeführt.

Mit dem Meiereigebäude gleichlaufend liegt im ehemaligen Bleiegarten (60 auf Bl. 7) der 1868 von G. H. Schuster entworfene Möbelspeicher (61 auf Bl. 7), ein großer, aber nicht schöner Bau in roten Ziegeln. Nach 1866 mußte dieser Bau geschaffen werden, um einen Teil der aus

den hannoverschen Schlössern stammenden Möbel lagern zu können. Der mit einer Sandsteinbrüstung versehene Teich des Gartens ist noch erhalten (62 auf Bl. 7). Nach 1866 diente er vorübergehend der Forellenzucht. Im Südteil des Gestüts finden sich zwei in den siebziger und achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts errichtete Ställe für je sechs junge

Hengste (63 u. 64 auf Bl. 7). Für jeden derselben ist ein eigener Stall und ein eigener großer Laufhof, der mit hohen Mauern umgeben ist, vorgesehen. Die Koppel liegt südlich des Großen Gartens. — An der Bremer Chaussee lag dort, wo heute die neue Apotheke steht, die Ziegelei, welche einen großen Teil der Bausteine für die Gebäude in Herrenhausen lieferte. In der Nähe des „Hegeblächs“ befindet sich noch das alte „Kondukteurshaus“, wie es auf einem Plan von 1784¹¹⁾ heißt.

(Schluß folgt.)

Drei Kaiserstifter in Goslar.

Eine Studie zur Baugeschichte des 11. Jahrhunderts.

Von Dr.-Ing. Hölscher, Hannover.

(Mit Abbildungen auf Blatt 11 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Als der deutsche Verein für Kunstwissenschaft im Herbst 1913 mit Untersuchungen und Grabungen am Kaiserhause in Goslar begann, über deren vorläufiges Ergebnis bis zum Ausbruch des Krieges in der Zeitschrift „Die Denkmalpflege“, 1915, 25 ff., kurz berichtet worden ist, lenkte sich natürlich der Blick auch auf die Bauten, die außer der Pfalz von den deutschen Königen in oder bei Goslar errichtet worden waren. Das waren in erster Linie drei große Stiftungen. Das Unglück aber wollte, daß von diesen Zeugen der glänzendsten Zeit Goslars keiner auf uns gekommen ist. Der Dom oder das kaiserliche freie Kollegiatstift Ss. Simonis et Judae

wurde 1819 wegen Baufälligkeit, und da es der Stadt Goslar an Mitteln und der englisch-hannöverschen Regierung an Interesse für die Erhaltung fehlte, auf Abbruch verkauft. Die beiden Stiftungen in der Nähe der königlichen Pfalz, nämlich das Kollegiatstift auf dem Petersberge und das Augustiner-Chorherrenkloster auf dem Georgenberge, wurden in den unruhigen Tagen der Reformationszeit aus politischem und religiösem Übereifer von den Goslarer Bürgern niedergebrannt, so daß nur noch Grundmauern erhalten geblieben sind. Wir wollen versuchen, soweit es ohne erneute Nachgrabungen in den Ruinen möglich ist, ein Bild dieser drei kaiserlichen

Stiftskirchen zu geben. Wir werden sehen, daß alle drei dem 11. Jahrhundert angehören. Und wenn wir dann die beiden Doppelkapellen der Pfalz, die reizende kleine Ulrichskapelle und die kürzlich in den Grundmauern aufgedeckte Liebfrauenkirche hinzunehmen, so haben wir fünf Kirchenbauten in Goslar, die sämtlich im 11. Jahrhundert von deutschen Königen gegründet worden sind. Zusammengestellt müssen sie uns ein Bild von den Kunstanschauungen und Baubestrebungen am königlichen Hofe geben, wie wir es in solcher Vollständigkeit nicht leicht anderswo finden werden.

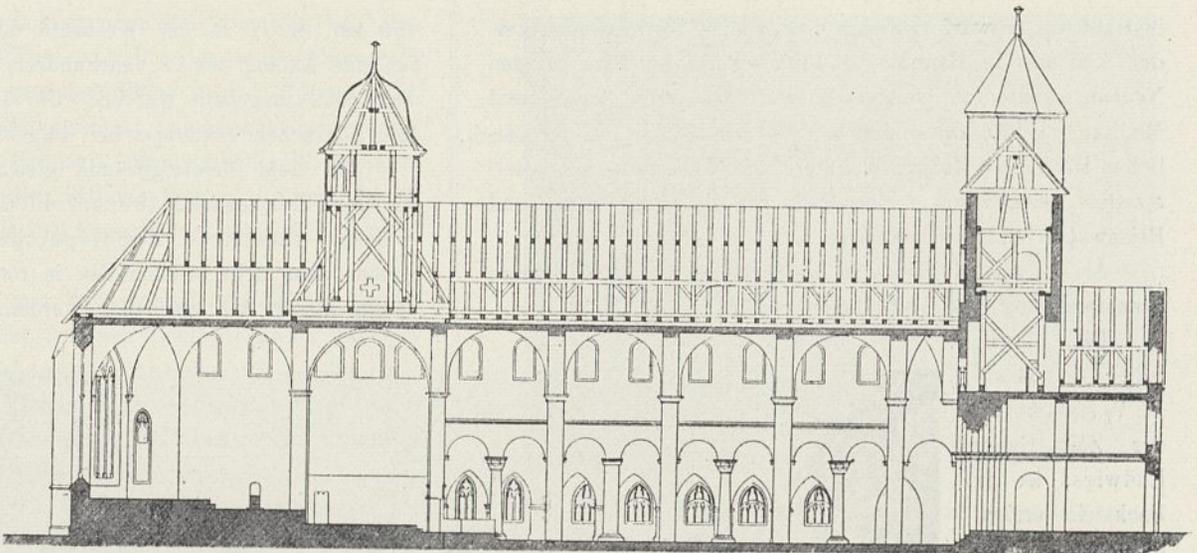


Abb. 1. Dom in Goslar. Längenschnitt im Jahre 1819.

1. Der Dom.

Über die Baugeschichte des innerhalb der Pfalz gelegenen kaiserlichen freien Domstiftes Ss. Simonis et Judae vermehren die Urkunden nur¹⁾, daß es vom Kaiser Heinrich III. (1039 bis 1056) spätestens 1047 gegründet sei, daß 1049 noch daran gebaut wurde und daß 1050 die Weihe durch Erzbischof Hermann von Köln vollzogen wurde. 1055 segnete Papst Viktor II. am Hochaltar das Werk und seinen frommen Stifter. Weitere Angaben fehlen. Der Augenschein belehrt uns aber ferner, daß an diesen Bau gegen Ende des 12. Jahrhunderts ein nördliches Paradies angebaut wurde, das bei dem Abbruch des Münsters 1819 einzig und allein erhalten geblieben ist und jetzt als Domkapelle bezeichnet wird (Abb. 1 Bl. 11). Dieses allgemein bekannte, reizvolle Bauwerk fällt jedoch, weil aus späterer Zeit stammend, nicht mehr in den Rahmen unserer Untersuchung.

Glücklicherweise sind vor der Zerstörung des Domes verhältnismäßig gute Aufnahmezeichnungen durch den Leiter der Abbruchsarbeiten, Maschinendirektor Mühlenpfordt, gemacht worden (Text-Abb. 1 u. 2). Außerdem sind zwei von Gelder gezeichnete Innenansichten erhalten geblieben, von denen eine in Text-Abb. 3 wiedergegeben ist. Die Krypta wurde vor wenigen Jahren vorübergehend aufgegraben und von Klemm in der Denkmalpflege 1907, S. 111 ff. veröffentlicht. Nach diesen Quellen ist der Grundriß (Abb. 1 Bl. 11) unter Fortlassung aller späteren Bauteile gezeichnet.

Der Dom war also eine dreischiffige, kreuzförmige Basilika. Statt der bei Mühlenpfordt gezeichneten Gewölbe der Renaissancezeit hatte der Dom ursprünglich flache Decke. Die Bögen der Mittelschiffwände ruhten wechselweise auf vierkantigen Pfeilern und Säulen. Ob der im Schnitt (Text-Abb. 1) an Stelle der zweiten Säule von Osten aus gezeichnete Pfeiler ursprünglich war, bleibe dahingestellt. Das Querschiff hat zwei halbrunde Nebenapsiden. An die Vierung stößt das Chor-

quadrat und die halbrunde Apsis, unter denen beiden eine Krypta liegt. Den Westabschluß bildet ein Turmpaar mit dazwischen gelegtem, stattlichem Portal und einem Paradiesvorbau.

So bietet das Münster in Goslar das Bild eines romanischen Domes in reinster Form der Frühzeit. Auf den ersten Blick fällt nun die außerordentliche Ähnlichkeit auf, die zwischen dem Dom in Goslar und dem in Hildesheim besteht, den wir in Abb. 2 Bl. 11²⁾ zum Vergleich heranziehen. Erbaut wurde der Dom in Hildesheim von dem Westfalen Altfried bis 872. Von diesem Bau ist nichts mehr erhalten. Die ältesten Teile, die auf uns gekommen sind, das ist die Westhälfte der Krypta mit der angebauten Konfessio des heiligen Epiphanius, stammen aus der zweiten Hälfte des 10. Jahrhunderts und sind anscheinend nachträglich in den Altfriedschen Dom eingebaut worden.³⁾ Die Westseite dieses Domes ließ dann Bischof Godehard (1022 bis 1038) umändern. Sein Biograph Wolfherius⁴⁾ schreibt darüber: „Postremo principale nostrum monasterium cripta quadam in occidentali parte obscuratum aperuit et valvas quas domnus Bernwardus conflari fecerat ibidem pulcherrime composuit, et ante ipsas paradisum delectabile pulchris porticis altisque turribus inchoavit, quod decimo tertio provectionis suae anno consummavit, cuius turres et etiam campanarium

2) Gezeichnet unter Benutzung von Zeller, Die romanischen Bauwerke in Hildesheim.

3) Im Gegensatz zu Bertram, Hildesheimer Domgruft, der den Westteil der Krypta noch dem Altfried zuschreibt, und Zeller, der ihm darin folgt, möchte ich darauf hinweisen, daß derartige Hallenkrypten mit Kreuzgewölben im 9. Jahrhundert noch nicht vorkommen, sondern erst Mitte des 10. Jahrh. Man vergleiche die halbringförmigen Krypten: Luciuskrypta in Chur (6. Jahrh.), Emmeramskrypta in Regensburg (740), die Ludgerikrypta in Werden (830) und ferner die Krypta auf dem Plan für S. Gallen (830); dagegen die erste Hallenkrypta in Norddeutschland, die Wipertikrypta in Quedlinburg (um 936), zeigt noch ringförmigen Umgang. Erst die wenige Jahre später erbaute Servatiuskrypta daselbst hat reine Hallenform, aber immer noch mit Tonnengewölben und Stüchappen. Die Hildesheimer Domgruft stellt eine noch jüngere Bauform dar. Das führt auf die Zeit nach 950. Damit stimmt überein, daß das älteste daselbst nachweisbare Grab, das des Bischofs Osdag, von 989 ist. Drittens: die älteren Krypten sind sämtlich für den Kult eines daselbst beigesetzten Heiligen bestimmt. Der Hildesheimer Dom kam aber erst 962 in den Besitz der Gebeine eines Heiligen, nämlich des heiligen Epiphanius.

4) Vita Godehardi episcopi, prior, cap. 37 (Mon. Germ. Ss. XI, Seite 195).

1) Nach Kunstdenkmäler der Provinz Hannover II, 1 u. 2.

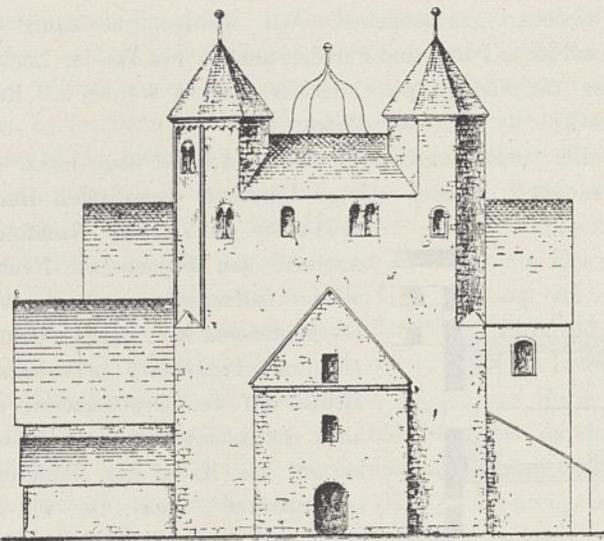
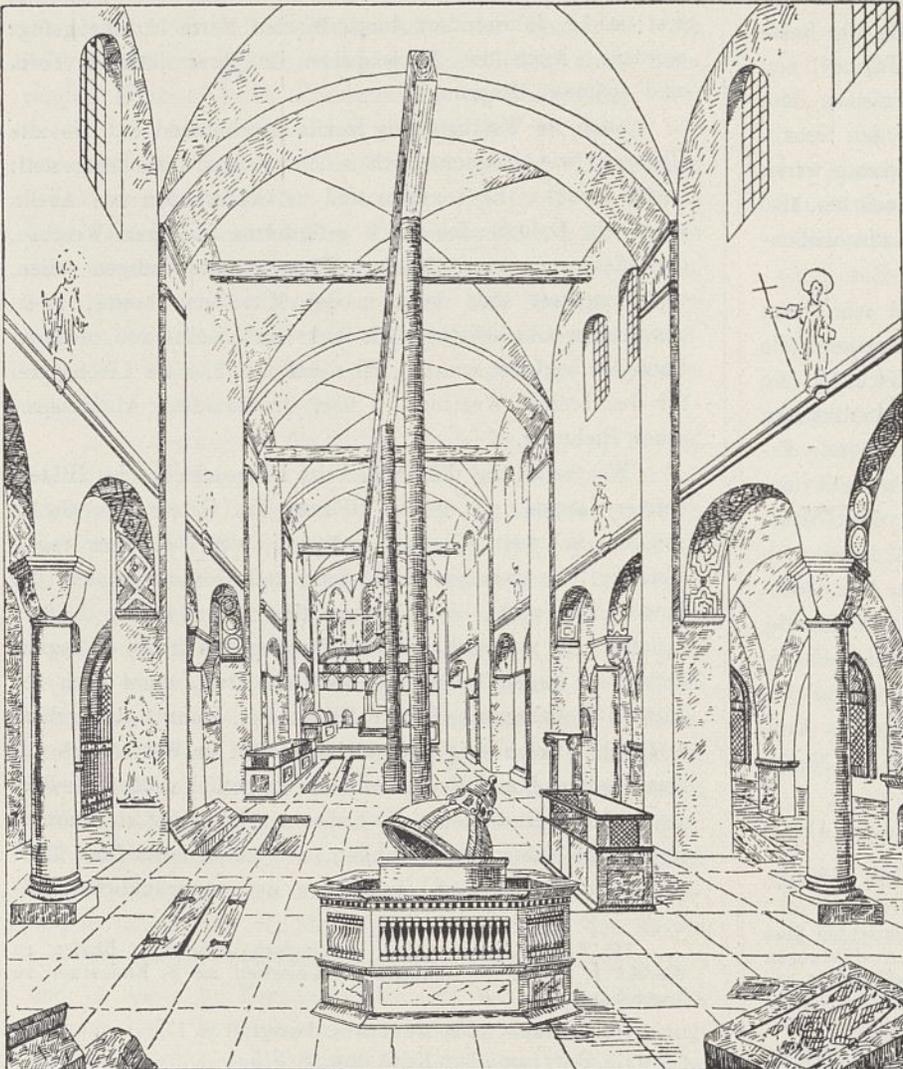


Abb. 2. Dom in Goslar. Westseite im Jahre 1819.

quod ipse super idem amplum mira artificii ingeniositate et insuper magna deurationis praeciositate sapienter adornatum composuit, optimis campanis, certe ex perfectissimis eiusmet artis artificibus exquisitis decenter adimplevit.“ („Zuletzt öffnete er unseren Dom, der im Westen durch eine Art Krypta verdunkelt war, und stellte daselbst die Türflügel, die Herr Bernward hatte gießen lassen, aufs schönste zusammen und

Abb. 3. Dom in Goslar. Blick in das Schiff. Vor dem Jahre 1819.
(Abb. 1 bis 3 nach Kunstdenkmäler der Provinz Hannover II. Regierungsbezirk Hildesheim.)

begann davor den Bau eines reizenden Paradieses mit schönen Säulenreihen und hohen Türmen, das er im 13. Jahre nach seiner Erhebung (also 1035) vollendete; die Türme desselben und auch ein Glockenhaus, das er außerdem⁵⁾ in ansehnlicher Größe mit bewundernswerter Kunstfertigkeit und oben mit kostbarer Vergoldung trefflich geziert aufführen ließ, versah er mit den besten Glocken, die von den bewährtesten Künstlern ihres Faches hergestellt wurden.“)

Der Altfriedsche Dom hatte demnach kein hohes Portal in der Mitte der Westseite, sondern daselbst eine Art Krypta (cripta quadam), die den Raum verengte und verdunkelte. Wolfher sagt ausdrücklich eine „Art Krypta“, d. h. er will sagen: nicht eine wirkliche Krypta, sondern ein niedriger, enger und dunkler Raum, der im Charakter an eine Krypta erinnert. Vielleicht meint er das Untergeschoß eines Westwerks, wie z. B. in Gandersheim oder Korvey. Auf jeden Fall bietet die Angabe Wolfhers keinen Anhalt, aus dem Vorhandensein einer angeblichen westlichen Krypta auf eine doppelhörige Anlage zu schließen, wie es Bertram⁶⁾ und ihm folgend Zeller⁷⁾ tun. Ebenso wenig hat aber auch Humann⁸⁾

5) Super idem ist bisher allgemein in örtlichem Sinne verstanden worden und mit „über ihm“, d. h. dem Paradiese (paradisus oder paradisum findet sich hier ganz ungewöhnlicherweise als Neutrum!) übersetzt worden. Daraus ergab sich für Kratz (in der Ztschr. d. hist. Vereins f. Niedersachsen 1865, S. 369), daß das Obergeschoß des Paradieses Glockenstube gewesen sei, eine Ansicht, die Nordhoff in seiner trefflichen Arbeit „Die westfälischen Domkirchen“ in den Bonner Jahrbüchern 1891, 85, bewogen hat, auch für Minden dieselbe Bestimmung des Obergeschosses des Paradieses anzunehmen. Ein weiterer Irrtum kommt dann bei Zeller (a. a. O. S. 6) hinzu, der die besagte Stelle in Übersetzung von Hüffer (Geschichtschreiber der deutschen Vorzeit, 2. Aufl., XXXX, S. 161) falsch anführt. Hüffer übersetzt, wie oben gesagt, super idem mit „über demselben“, d. h. dem Paradiese; Zeller aber schreibt „über denselben“ d. h. den Türmen. Man müßte daraus schließen, daß das Glockenhaus die Türme überragt habe. Unsere Übersetzung von super idem mit „außerdem“, d. h. dem Paradiese mit seinen Türmen, hat ihre Parallele z. B. bei Livius, lib. XXVIII, cap. 46: Punicum exercitum super morbum etiam fames affecit. Ebenso heißt es hier: super paradisum etiam campanarium. Wolfher will also sagen: das Glockenhaus gehörte nicht zum Paradiese, sondern war eine davon ganz unabhängige Bauschöpfung; er führt es nur im selben Satz mit an, weil das campanarium ebenso wie die Türme mit schönen Glocken ausgestattet wurde.

Wo lag nun dieses campanarium mit goldenem Dach? Ich trage kein Bedenken, es als Vierungsturm zu erklären, denn die Vergoldung läßt darauf schließen, daß es an bevorzugter Stelle des ganzen Gebäudes zu sehen gewesen ist. Der jetzige barocke Vierungsturm des Hildesheimer Domes mit seiner bekannten goldenen Kuppel hatte demnach nicht nur, wie erhaltene Abbildungen zeigen, seit späterer romanischer Zeit einen Vorgänger, sondern sogar schon in der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts. Man vergleiche auch z. B. die Vierungstürme der Michaeliskirche in Hildesheim und den von Bischof Meinwerk (1009 bis 1036) gleichzeitig in Paderborn ausgeführten Vierungsturm, der zwar massiv errichtet wurde, während wir uns den Hildesheimer wohl in Holzkonstruktion zu denken haben. Vergleiche auch die Beschreibung eines hölzernen Vierungsturms mit vergoldetem Kupferdach in Gesta abbatum Fontanellensium cap. XII (Mon. Germ. Ss. II, 296), angegeben bei Effmann, Centula, S. 83.

6) A. Bertram, Zur Kritik der ältesten Nachrichten über den Dombau zu Hildesheim in Ztschr. f. christl. Kunst XII, S. 155.

7) A. Zeller, Die romanischen Baudenkmäler von Hildesheim, S. 2.

8) Humann, Zur Geschichte der karolingischen Baukunst II, S. 36 f.

Beweise für seine Vermutung, daß die Westseite zu Altfrieds Zeiten geradlinig geschlossen hätte mit einem kryptenartigen Einbau zum Unterbringen von Reliquien. Wir müssen uns begnügen zu sagen: non liquet.

Vor dieser Westseite mit dem neu hineingebrochenen Portal legte Godehard ein „herrliches Paradies mit schönen Säulenreihen und hohen Türmen“ an. Ob danach der neue Westbau der von Cluny ausgehenden Bauregel entsprochen hat, die in der *ordo Farfensis* (zwischen 1039 und 1048) erhalten ist, wo die Bestimmung heißt: *Duae turres sint in ipsius fronte statuae et supter ipsas atrium*⁹⁾, oder ob man sich einen von Säulenhallen umgebenen Vorhof, ein Atrium, vielleicht mit hohen Eingangstürmen auf den Mitten der drei Seiten zu denken hat, bleibt unentschieden.

Dieser Altfried-Godehardsche Dom brannte 1046 ab. Bischof Azelin (1044 bis 1054) ging sofort an den Neubau. Aber nicht an der alten Stelle, die ihm zu beschränkt erschien, sondern weiter nach Westen hin. „Er begann den Bau weit größer, als der frühere gewesen, wobei er das Heiligtum (d. h. den Chor) nach Westen hin richtete; er brachte den Bau in seinen äußeren Mauern fast zur Vollendung; die Ostwand des Domes nahm nun die Stelle ein, wo der Westteil des alten Domes gestanden.“¹⁰⁾

Von dem Azelinschen Dom ist die westliche Krypta in dem Keller des ehemaligen bischöflichen Palastes, jetzt Landgericht, erhalten. Den östlichen Abschluß bildeten die beiden Türme, die Azelin (vielleicht unter Benutzung der Reste oder auf den Grundmauern der Godehardschen Türme?) neu errichtete. Man kann ersehen, daß diese Türme zu dem Azelinschen Bau gehörten, denn sie hatten auf den Schauseiten nach Norden, Süden und Osten Wandlisenen, waren dagegen nach Westen zu roh belassen. Sie gehörten also zu einem nach Westen und nicht nach Osten anschließenden Bau.¹¹⁾

In der Mitte zwischen diesen Türmen fand man beim Abbruch des Turmhauses (1839) in den Grundmauern die Spuren einer nach Westen offenen, halbrunden Nische¹²⁾, die Bertram¹³⁾ und Zeller¹⁴⁾ als östliche Apsis des Azelinschen Domes in Anspruch nehmen. Diese sehr einleuchtende Erklärung setzt aber voraus, daß das Grundmauerwerk der Nische gleichaltrig mit der Lisenenarchitektur der Türme ist, was man nicht nachprüfen kann. Es bleibt daher auch die Möglichkeit, daß die Reste der Nische zu dem Godehardschen Portal gehörten. Denn wenn nach dem Brande, wie es denkbar ist, von den Godehardschen Türmen noch beachtenswerte Reste vorhanden waren, so daß Azelin um ihretwillen zu der auffallenden Lösung seines Ostbaus kam, so kann man annehmen, daß auch die Grundmauern der Nische

9) Nach Dehio und v. Betzold, *Kirchl. Baukunst d. Abendlandes I*, 587.

10) A. Bertram, *Hildesheims Domgruft und die Fundatio Ecclesie Hildensemensis* S. 15.

11) Vgl. Bertram, *Zur Kritik der ältesten Nachrichten über den Dombau zu Hildesheim*, a. a. O. S. 171 ff. Die Ausführungen Zellers zur selben Sache, die sich im wesentlichen an Bertram anschließen, leiden an einem sinnstörenden Versehen insofern, als in Abb. 32 die Himmelsrichtungen falsch eingeschrieben sind.

12) Mithoff, *Kunstdenkmäler und Altertümer im Hannöverschen III*, 98 und Tafel II.

13) Bertram, *Zur Kritik usw.* S. 218 ff.

14) Zeller a. a. O. S. 39 ff.

auf Godehard zurückgehen. Wir würden uns dann das Godehardsche Portal und Paradies ähnlich wie das der Luciuskirche, der Nikolaikapelle oder der Abtei in Werden a. d. Ruhr (Text-Abb. 4) vorstellen dürfen.¹⁵⁾

Der groß angelegte Dombau Azelins kam nicht zur Vollendung. Allerlei widrige Umstände veranlaßten Hezilo (1054 bis 1079), den Nachfolger Azelins, den begonnenen Neubau wieder aufzugeben und zu dem bescheideneren Altfriedschen Grundplan zurückzukehren. „Er begann alsbald auf den Grundmauern des alten Gotteshauses zu bauen, indem er auf die Mauer des Heiligtums (*sanctuarium* = Chor), die, wie gesagt, noch nicht ganz niedergelegt war, einen neuen Mauerbau legte.“¹⁶⁾

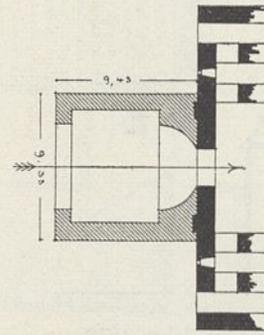


Abb. 4. Paradies der Abteikirche in Werden, um 1100, nach Effmann.

Der Bau Hezilos, den wir trotz gotischer Zutaten und barocker Umkleidungen in dem jetzigen Dom vor uns haben, entspricht also im wesentlichen dem Grundplan des Altfriedschen Domes, wie auch die unter der Vierung gelegenen ältesten Bauteile der Krypta beweisen. Neu hinzugefügt hat Hezilo nur das Chorquadrat, mit dem, wie die im Jahre 1896 stattgefundenen Aufgrabungen ergaben, die Kirche im Osten rechtwinklig schloß.¹⁷⁾ Die halbrunde Apsis ist erst im 12. Jahrhundert durch Bischof Berthold hinzugefügt worden. Auch die Nebenapsiden in ihrer jetzigen Form sind späteren Ursprungs.

Auch im Westbau ging Hezilo anscheinend auf die alte Planung, wie wahrscheinlich schon Godehard sie festgestellt hatte, zurück. Er benutzte und umkleidete den von Azelin schon ein bedeutendes Stück geförderten massigen Westbau, der offenbar in zwei einzelnen Türmen hatte endigen sollen, und errichtete statt deren in der Mitte eine breite, zweigeschossige Glockenstube, die links und rechts von niederen Bauteilen begleitet wurde. Es siegte also hier die Liebhaberei für den breiten Westturm¹⁸⁾ über die Baudeale kluniazensischer Richtung.

Wir haben auf die verwickelte Baugeschichte des Hildesheimer Domes, zu dessen Diözese das Gebiet von Goslar gehörte, so weit eingehen müssen, weil bei dem regen Verkehr, der zwischen Hildesheim und Goslar bestand, die Bautätigkeit nicht ohne gegenseitige Beeinflussung bleiben konnte. Als man sich mit der Planung des freien Kollegiatstiftes der neuen kaiserlichen Residenz trug, stand noch der Altfried-Godehardsche Bau in Hildesheim, brannte aber gerade 1046 ab. Gleichzeitig und gewissermaßen im Wettbewerb mit dem Goslarer Dom entstand nun der wesentlich größere Neubau des Azelin in Hildesheim, ohne aber zum Abschluß zu kommen. Hezilo gab daher den Gedanken, den kaiserlichen Dom übertreffen zu wollen, auf, kehrte zu den ursprünglichen Ab-

15) Vgl. Effmann, *Die karolingisch-ottonischen Bauten zu Werden I*, 295 ff. — Ähnliche Portalnischen an S. Emmeram zu Regensburg.

16) *Fundatio*, nach Bertram, *Domgruft* S. 17.

17) Bertram, *Zur Kritik usw.* S. 215.

18) Vgl. den Westturm zu Minden, der, 1062 bis 1072 von Eilbert erbaut, seinen oberen Abschluß nach dem Vorbilde des Hildesheimer Doms etwa 1120 bis 1140 erhalten hat.

messungen, die denen in Goslar entsprachen, zurück und folgte in fast allen Teilen dem Goslarschen Vorbilde.

Wir können die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den beiden Dombauten aber noch weiter aufdecken. Die Bauleitung hat hier wie dort zeitweise in derselben Hand gelegen, nämlich in der des Schwaben Benno. Dieser war als junger Kleriker im Jahre 1047 von König Heinrich III. nach Goslar gezogen worden, wo er bis zu seiner Ernennung zum Bischof von Osnabrück (1067) die Stellung eines Erzpriesters und Vizedominus der königlichen Pfalz einnahm. Gleichzeitig finden wir ihn auch von 1051 an als Domprobst in Hildesheim mit der Bautätigkeit Azelins und Hezilos verknüpft. Er galt als einer der bedeutendsten Bausachverständigen seiner Zeit und wurde deswegen später z. B. von Heinrich IV. nach Speier gerufen, als dort die hochgeschwollenen Rheinfluten den Dom zu unterspülen drohten.

Wenn wir so die Persönlichkeit ins Auge fassen, die wenigstens zeitweise dem Dombau in Goslar vorgestanden hat, so wird die Frage um so lauter, welche Stellung diesem Dome in der Baugeschichte zukommt. Wir müssen daher die einzelnen Teile des Domes genauer betrachten.

1. Die Krypta in Goslar war dreischiffig, mit Kreuzgewölben überdeckt. Der Raum war nach Osten zu nicht halbkreisförmig wie die Apsis der Oberkirche, sondern den drei Schiffen entsprechend mit zwei halbrunden Apsidiolen und in der Mitte mit einer tieferen rechteckigen Nische geschlossen. Auf diese Weise hatte der Baumeister die Schwierigkeiten, welche sich bei Einwölbung eines halbrunden Raumes durch Kreuzgewölbe ergeben hätten, vermieden. In niedersächsischen Landen hat er, soviel wir nachweisen können, kein Vorbild dafür gehabt. Das einzige Vorkommen derselben Art bietet hier die bis 1068 erbaute Kirche auf dem Moritzberg bei Hildesheim (Abb. 4 Bl. 11), die ganz aus der niedersächsischen Art fällt und uns weiter unten beschäftigen wird. Dagegen findet sich dieselbe Anlage z. B. in Hersfeld (erbaut seit 1038), Heiligenberg bei Heidelberg (seit 1024) und ähnlich in der Apsis der Kirche in Alpirsbach (1095 bis 1099.)

2. Zu beachten ist ferner die Lage der Zugänge zur Krypta. In frühromanischer Zeit war regelmäßig der Zugang nicht von Westen, d. h. vom Langschiff der Kirche aus, sondern von Süden und Norden, d. h. vom Querschiff aus. Deswegen war es das Gegebene, die Krypta nicht nur unter dem Chorquadrat und der Apsis anzulegen, sondern sie wenigstens noch ein Stück weit in die Vierung hineinzuziehen, so daß man Zugang von den Kreuzarmen gewinnen konnte. Beispiele dafür findet man in Gernrode, Gandersheim, ferner in Fischbeck a. d. Weser, Abdinghof bei Paderborn usw. Anders lag der Fall, wenn man die Krypta nur unter dem Chorquadrat und der Apsis angelegt sehen wollte. Es entstanden dann Schwierigkeiten, sofern man dabei blieb, die Zugänge nicht vom Westen herstellen zu wollen. Man hat sich wohl geholfen, indem man von der Nord- und Südseite der Krypta aus zwei kurze, westwärts gerichtete Gänge ausgehen ließ und in diese die Zugangstreppe von den Kreuzarmen aus münden ließ. Im Grundsatz unterscheidet sich diese Lösung, für die Hersfeld und vielleicht Unserer lieben Frauen Kirche in Magdeburg Beispiele bieten, nicht wesentlich von der erstgenannten. Wollte man aber auf diesen Notbehelf nicht ein-

gehen, so blieb kein anderer Ausweg, als die Treppe in die Winkel zwischen Chorquadrat und Kreuzarme zu legen, d. h. außerhalb des eigentlichen Kirchengrundrisses. So finden wir es in Limburg a. d. H., Heiligenberg, Maria Laach und Kauffungen. Auch Worms und Speier, wo man diese zur Krypta hinabführenden, in den Winkeln gelegenen Treppen nach oben hin zu Treppentürmen entwickelt hat, gehören hierher.

Diese am Rhein vorherrschende Lösung zeigt nun auch der Dom in Goslar; er steht damit fast allein in dieser Gegend. Wiederum nur jüngere Kirchen, nämlich die auf dem Moritzberg bei Hildesheim, die ganz aus der niedersächsischen Art fällt (Abb. 4 Bl. 11), sodann die der Hirsauer Bauschule angehörende Klosterkirche in Riechenberg bei Goslar (Krypta Ende des 12. Jahrhunderts), die Liebfrauenkirche in Magdeburg (um 1070), ehemals auch der Dom in Minden (nach 1062) und Süpplingenburg (Krypta Anfang des 12. Jahrhunderts?) folgen derselben Planung.

Die Türen zu den Kryptentritten lagen bei allen diesen Beispielen zwischen den Ecken der Vierung und den Nebenapsiden des Querschiffes. Die Nebenapsiden mußten deswegen ziemlich weiten Abstand von der Vierung haben. So kommt es, daß, wenn die Kreuzarme nicht sehr lang waren, die Nebenapsiden nicht in der Mitte der Wand bleiben konnten, sondern nach außen verschoben werden mußten (z. B. Speier, Kauffungen, Moritzberg, Süpplingenburg, Minden).

Das führt uns zum nächsten Punkt.

3. Die kreuzförmige Gestaltung des Grundrisses, wie sie die vollentwickelten romanischen Anlagen zeigen, hat in ihrer reinsten Form Chorquadrat, Vierung und Kreuzarme von gleicher quadratischer Größe (Plan von S. Gallen um 830). Aber selten entsprechen die frühen ausgeführten Werke dieser Idealforderung. Meistens sind die Kreuzarme, mitunter auch das Chorviereck kürzer oder länger als die Grundseite der Vierung. In den älteren sächsischen Kirchen in Gernrode, Quedlinburg und Gandersheim sind die Kreuzarme kürzer. Nur die Michaeliskirche in Hildesheim machte eine Ausnahme, weil in der nördlichen und südlichen Endigung der langen Kreuzarme Emporen, die sogenannten Engelschöre, angelegt werden sollten.¹⁹⁾ Der Dom in Goslar mit seinen verhältnismäßig langen Querarmen hatte, so viel wir sehen, in dieser Gegend keinen eigentlichen Vorläufer. Er erinnert vielmehr auch in dieser Beziehung wieder an die großen Neubauten der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts in Mainz, Heiligenberg und Hersfeld und an Würzburg, dessen Dom dem Vorbilde von Hersfeld nachfolgt.

4. Im Langhause des Goslarer Domes herrscht niedersächsischer Stützenwechsel, und zwar wechselt je eine Säule mit einem Pfeiler. Je zwei Bogenöffnungen sind also gekuppelt. Nur die letzte Öffnung nach Westen zu steht für sich allein. Man hat keinen Wert darauf gelegt, das Langschiff im Grundriß durch die Pfeiler in eine Anzahl genauer Quadrate

¹⁹⁾ Der Dom in Hildesheim hatte bis 1046 kein Chorquadrat, also nicht kreuz-, sondern T-förmigen Grundriß. Die Länge des Querschiffes beträgt etwas mehr als drei Quadrate. Dabei muß allerdings die Frage offen bleiben, ob die Querarme des Altfriedschen Doms schon dieselbe Länge hatten, wie im späteren Heziloschen Bau, oder ursprünglich, ebenso wie bei der gleichfalls von Altfried erbauten Stiftskirche in Essen, nur wenig über die Seitenschiffe vorstanden, wie Humann a. a. O. vermutet.

zu zerlegen, wie in S. Michaelis und später in dem Hezilosen Dom in Hildesheim oder z. B. in der Ludgerikirche in Helmstädt (Abb. 5 Bl. 11), wo infolgedessen zwischen zwei Pfeilern jedesmal zwei Säulen Platz gefunden haben.

Über den Bögen des Mittelschiffs lief ein gerades Gesims, das ebenso wie in Gandersheim und der davon abhängigen kleinen Kirche in Klus über den Säulen und Pfeilern halbrund verkröpft war, um Stuckfiguren zu tragen. Dieses Gesims zog sich über sämtlichen Bögen hin, ausgenommen wiederum den letzten Bogen nach Westen zu. Das letzte Joch des Schiffes scheint demnach nicht zum Langschiff im engeren Sinne gerechnet worden zu sein, sondern sollte vielleicht eine Westempore aufnehmen ebenso wie im Helizodom. Mit einer solchen Empore stimmt allerdings die auffallende Höhe des Hauptportals und der darüber und über dem Paradies gelegenen Empore schwer zusammen, so daß man wohl an eine Änderung im ursprünglichen Plane denken könnte.²⁰⁾

5. Auffallend sind nun die Säulen gebildet. Von den Basen ist kein Stück erhalten. Die von Mithoff „nach einer alten Zeichnung“ mitgeteilte Abbildung derselben (Text-Abb. 5) zeigt ein befremdliches Profil. Zwei Wülste, zwischen denen statt der zu erwartenden Kehle ein scharfer Grat vorspringt.²¹⁾ Von dem Kapitell dagegen sind zwei Stück auf uns gekommen. Sie sind achtseitig, nach der Art des Würfelkapitells entworfen — eine sehr eigenartige Lösung, wenn man bedenkt, daß der Fuß der darauf ruhenden Bögen quadratischen Grundriß hatte. Meines Wissens findet sich in ganz Deutschland nicht ein gleiches Vorkommen außer am Bodensee. Dort findet man es in Konstanz in der Münsterkirche (erbaut wahrscheinlich 1054 bis 1089)²²⁾ und der späteren Predigerkirche; ferner in Stein a. Rh. und in Schaffhausen (1064 geweiht). Anscheinend ist das Vorkommen in Goslar aber das älteste.

Es ist nicht anzunehmen, daß eine so eigenwillige, mit dem Sinn des Kapitells sich fast in Widerspruch setzende Formgebung an mehreren Stellen unabhängig voneinander aufgetreten sei. Man wird vielmehr eine gemeinsame Wurzel voraussetzen müssen. Und die hat zweifellos in irgendeinem wohl nicht mehr erhaltenen älteren Bauwerk in schwäbischen Landen gelegen, das allen angeführten Beispielen als Vorbild gedient hat. Nach Goslar ist dies Kapitell ganz zufällig verschlagen.

6. Der Dom in Goslar zeigt in Übereinstimmung mit der oben angeführten kluniazensischen ordo Farfensis an der



Abb. 5. Kapitell und Basis der Säulen im Dom in Goslar. (Nach Kunstdenkmäler der Provinz Hannover II.)

20) Der Grundriß des Doms in Goslar ist fast genau nachgeahmt worden in der Liebfrauenkirche in Magdeburg (begonnen von Erzbischof Werner 1064 bis 1078, vollendet Anfang 12. Jahrh.). Vgl. J. Kohle in der Zeitschr. f. Bauwesen 1895. Es dürfte dort ursprünglich Stützenwechsel wie in Goslar vorgesehen gewesen sein.

21) Einen ähnlichen „Zierring in der Kehle“ sollen die Säulchen im Turme des Doms in Paderborn haben aus der Zeit Meinwerks (1009 bis 1036); s. Nordhoff, Die westfälischen Domkirchen, Bonner Jahrbücher 1890, 174.

22) Die Säulen von Konstanz haben attische Basen mit Eckzehen. Deswegen haben manche Kritiker Bedenken gehabt, sie dem Neubau von 1054 bis 1089 zuzusprechen. Die eigenartige Kapitellbildung aber, die Konstanz und Goslar gemeinsam haben, läßt auf ziemlich gleiche Entstehungszeit schließen, wodurch auch das Vorkommen der Eckzehen im dritten Viertel des 11. Jahrhunderts als gesichert anzusehen ist.

Westseite zwei Türme und unter ihnen den Haupteingang. Man hat vielfach angenommen, daß die von Cluny betonte Westlage des Hauptportals als logische Voraussetzung habe, daß sonst im allgemeinen der Haupteingang nicht dort gelegen habe, sondern an einer der Langseiten der Kirche. Demnach seien die doppelchörigen Anlagen die Regel gewesen. Das ist aber in dieser Verallgemeinerung keineswegs richtig. Westchöre sind vielmehr nur da gebaut worden, wo ein zweiter Hauptaltar einen dem im Osten stehenden Altar gleichwertigen Platz erhalten sollte, und zwar vielfach nachträglich. So in Fulda um 810 für die Gebeine des heil. Bonifatius, in S. Emmeram in Regensburg um 1050 für den heil. Wolfgang. In dem Bauplan von S. Gallen (um 830) gilt der Ostchor der Gottesmutter und dem heil. Gallus, sowie dem Apostel Paulus, der Westchor dagegen dem Petrus, dem das erste Heiligtum an dieser Stelle geweiht war. In Brixen und Naumburg soll die Doppelchörigkeit auf das Zusammenlegen zweier Bischofskirchen und daher auf die Vereinigung zweier Hauptaltäre in einem Kirchengebäude zurückzuführen sein. Der Westchor von S. Michael in Hildesheim dürfte ursprünglich wohl gar kein Chor, sondern ein Westwerk mit angebaute Grabkirche (Krypta) gewesen sein. Er scheint erst nach der Heiligsprechung Bernwards zum Chor umgebaut worden zu sein. Auch keine der anderen frühen Kirchen dieser Gegend (Gandersheim, Quedlinburg, Gernrode, Dom in Hildesheim) zeigt den Westabschluß in ursprünglicher Gestalt, aber nichts weist darauf hin, daß sie den Eingang nicht im Westen gehabt hätten. Das lehrreichste Beispiel gibt Korvey.

Die kluniazensische Bauregel hat also als Eigenheit nicht so sehr die Westlage des Haupteinganges als vielmehr die stattliche Ausbildung der Westseite überhaupt, nämlich mit zwei Türmen, dem Hauptportale und einem atrium, d. h. Paradies. Weniger in der Neuartigkeit des Gedankens als in seiner klaren und großzügigen Durchführung liegt die Bedeutung des kluniazensischen Programms.

Diese neuen Baugedanken drangen zugleich mit der mönchischen Reformbewegung über das Elsaß besonders am Rhein und Main vor: Limburg a. d. H., Speier, Würzburg. In Hersfeld nahm man eine vermittelnde Stellung ein: Im Erdgeschoß lag der Haupteingang mit Vorhalle, darüber der halbkreisförmig herausgebaute Chor der Westempore. In Schwaben ist wohl der Dom in Konstanz das erste und bedeutendste Beispiel. Schnelleren Fortschritt machte dort die neue Bauweise erst, als Kloster Hirsau (seit 1060) die kluniazensischen Ideen in sein Programm aufnahm.

In Niedersachsen ist vielleicht Godehard mit seinem Westbau des Domes in Hildesheim der Vorkämpfer der neuen Bestrebungen gewesen. Klar entwickelt nachweisbar sind sie aber erst in Goslar am Dom in einer Form, die Schule machte am Dom in Hildesheim, in Gandersheim und Minden.

7. Die beiden Westtürme des Goslarer Domes waren oben ins Achteck übergeführt und faßten zwischen sich eine breite Glockenstube. Soweit man nach den erhaltenen Abbildungen schließen darf, haben sie einen teilweisen Neubau oder Umbau im 12. oder 13. Jahrhundert erfahren, worauf die spätromanischen Kleeblattbögen in den Fenstern hindeuten.

Die ursprüngliche Gestalt der Turmflucht mag aber ähnlich gewesen sein, wie der Vergleich mit Gandersheim

vermuten läßt. Vor dem stattlichen, sechsfach abgetreppten Hauptportal lag ein tonnengewölbtes, verhältnismäßig hohes Paradies, über dem nur noch ein ziemlich niedriges Obergeschoß²³⁾ Platz hatte. Der Fußboden des Paradieses lag einige Stufen höher als das Kirchenschiff. Falls wir das noch als den ursprünglichen Zustand ansehen dürfen, so würden wir auch darin kluniazensischen Einfluß erblicken.

Zusammenfassung. Der Dom in Goslar ist offensichtlich in der Anlage ein Kind seiner niedersächsischen Heimat. Er verrät aber, wie wir gesehen haben, in zahlreichen Einzelheiten fremde Einflüsse, von denen die meisten auf das kluniazensische Bauprogramm zurückzuführen sind, das besonders am Rhein und Main, d. h. in der Heimat des salischen Königshauses, Anhang gefunden hatte. Wir rechnen dazu in erster Linie die Ausbildung der Westseite mit zwei Türmen, dem Haupteingang und einer Vorhalle, deren Fußboden höher liegt als das Innere der Kirche. Ferner geht die eigenartige Einwölbung des Ostabschlusses der Krypta unter der halbrunden Apsis und die Verlegung der Kryptentreppe in die Ecken zwischen Chorquadrat und Querschiff auf Vorbilder in der genannten Gegend Deutschlands zurück. Ob dagegen die für sächsische Kirchenbauten auffallende Länge der Kreuzarme auch durch Beispiele aus der Gegend vom Rhein zu erklären oder mehr durch die Stärke des Klerus bedingt ist, lasse ich unentschieden.

Zweifellos schwäbischen Ursprungs ist dagegen das achtseitige Säulenkapitell.

Die Vorbilder für die nicht niedersächsischen Züge weisen also in erster Linie in folgende Richtung: auf Hersfeld, das 1038 nach einem Brande neuerbaut durch eigene Kraft und königliche Gunst außerordentlich emporblühte; sodann auf Limburg und Speier, die beide angeblich 1030 gegründet waren und als Lieblingsschöpfungen der salischen Könige in erster Linie neben Goslar standen. Diese drei hervorragenden Bauten gehen sämtlich auf den großen Poppo von Stablo, der von größtem Einfluß in baukünstlerischen Dingen war, zurück oder sind wenigstens von ihm beeinflusst.

Aus dem Kunstkreise in der Nähe Poppo's kam nun auch der junge Kleriker Benno, den Kaiser Heinrich bei Beginn des Dombaues nach Goslar zog. Er war um 1020 in Schwaben geboren, hatte seine Ausbildung in Straßburg und Reichenau und zuletzt in Speier erhalten. Poppo's Bauerschöpfungen waren es, die auf Benno den größten Eindruck gemacht haben müssen, so sehr, daß dagegen seine schwäbischen Erinnerungen fast zurückgedrängt wurden.

2. Die Stiftskirche auf dem Petersberge.

Von dem Chorherrenstift S. Petri, dessen Ruinen zehn Minuten vor dem Breiten Tore der Stadt liegen, sind nur wenig urkundliche Nachrichten erhalten, die für die Baugeschichte von Bedeutung sind. Es wurde ebenso wie der Dom von Kaiser Heinrich III. gegründet und ausgestattet und auf Antrieb seiner Gemahlin Agnes von Poitou²⁴⁾, die

23) Vgl. die Paradiese zu Hildesheim, Gandersheim und Minden.

24) Dehio und v. Bezold a. a. O. I, 351 f. geben an, daß die große Kirche S. Hilaire in Poitiers durch Agnes von England (?), Gräfin von Poitou, von einem sächsischen Meister, namens Walter von Cooleland, zu bauen begonnen und 1049 geweiht wurde. Es war eine dreischiffige, flachgedeckte Basilika mit Stützenwechsel, was sonst in dieser Gegend von Frankreich ganz unbekannt ist. Sollte

nach dem Tode des Kaisers Reichsverweserin für ihren Sohn Heinrich IV. bis zu dessen Entführung 1062 war, fertiggestellt. Im selben Jahre 1062 schenkte Heinrich IV. das Kloster, an dem die Kaiserin Agnes so viel Interesse gehabt hatte, dem Bischof Hezilo von Hildesheim, offenbar als Dank für Dienste, die jener dem jungen Kaiser und seinem neuen Reichsverweser Anno von Köln geleistet hatte, anscheinend also ein Zeichen des Triumphes des Erzbischofs über die Kaiserin-Mutter.

Im Jahre 1527, in dem Kriege Goslars mit Herzog Heinrich von Braunschweig-Wolfenbüttel, wurde das Stift von den Goslarer Bürgern verbrannt und vollständig zerstört.

Die Grundmauern sind 1871 aufgegraben worden. Skizzen und Berichte darüber von A. Hotzen finden sich in Ztschr. des Harzvereins 1875 und bei Mithoff, Kunstdenkmäler und Altertümer im Hannöverschen III. Den heutigen Zustand der Ruinen gibt eine Aufnahme in den Kunstdenkm. d. Prov. Hannover, Band II, 1 und 2. Nach diesen Quellen ist der Grundriß (Abb. 3 Bl. 11) aufgetragen, die nicht sicher festgestellten Teile sind punktiert gezeichnet.

In den angeführten Kunstdenkmälern der Provinz Hannover ist in Figur 76 eine Abbildung der Stiftskirche auf dem Petersberge vor der Zerstörung gegeben als Ausschnitt „nach einer im Besitz des Magistrats der Stadt Goslar befindlichen alten Sepiazeichnung“. Diese ist aber offensichtlich verhältnismäßig neuen Datums, kann also von der Kirche, die schon 1527 zerstört wurde, kein irgendwie zuverlässiges Bild geben. Das hatte der Künstler aber zweifellos damit auch gar nicht beabsichtigt, sondern er wollte nur eine malerische Landschaft geben, der er die ehemalige Stiftskirche, so wie sie in seiner Vorstellung lebte, hinzufügte. Ein Vergleich der perspektivischen Ansicht mit dem erhaltenen Grundriß zeigt, daß der Künstler von der wahren Gestalt der Kirche nur eine sehr unvollkommene Vorstellung hatte. Es diene ihm wohl eine andere Kirche — nach dem Vierungsturm und dem breiten Westturm zu urteilen, vielleicht ein Bild des Hildesheimer Doms, wie er bis 1718 aussah — als Vorbild. Auf jeden Fall ist das an besagter Stelle gegebene Bild der Peterskirche als wissenschaftliches Material unbrauchbar und irreführend und muß ganz aus dem Spiel gelassen werden. Wir wollen daher nur darauf eingehen, was die Grundmauern erzählen.

Die Kirche war eine dreischiffige Säulenbasilika, im Osten mit drei runden Apsiden, die auf gleicher Grundlinie angesetzt waren. Sie hatte im Westen ein aus drei Quadraten gebildetes Querschiff und einen quadratischen Westchor, der sich gegen ein breites Turmhaus anlehnte. Nördlich und südlich vom Westchor waren Nebenräume angebaut, deren genauere Form und Bestimmung nicht näher bekannt ist. An das nördliche Seitenschiff schloß sich ein Paradies.

Zu beachten ist nun, daß das äußere Sockelgesims, das auf der ganzen Südseite der Kirche wohl erhalten ist (Text-Abb. 6a), im Westen am Chorquadrat stumpf abgeschnitten endigt. Die südlich vom Chorquadrat gelegenen Räume sind also erst nachträglich hinzugefügt worden. Ferner ist der Sockel des Turmbaues (*d*) nicht nur auf der Westseite, sondern

man nicht den Walter als einen Niedersachsen in Anspruch nehmen, besonders im Hinblick auf die 1043 erfolgte Heirat der Agnes mit Heinrich III.?

auch auf der Ostseite erhalten, so daß man daraus ersieht, daß der Turm zuerst frei gestanden hat, und daß das Chorquadrat erst später dagegen gebaut worden ist. Endlich sind aber die Sockelprofile der Kirche (Text-Abb. 6a—c) ihrem

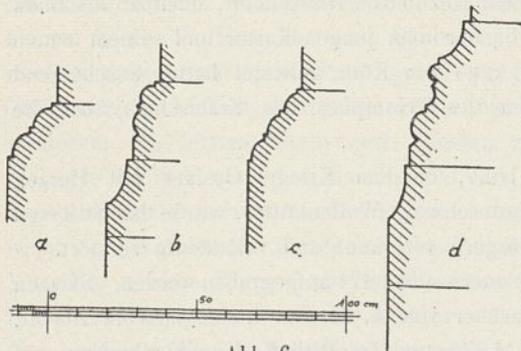


Abb. 6.
Sockelprofile der Kirche auf dem Petersberge bei Goslar (vgl. Grundriß Abb. 3 Bl. 11).

Charakter nach zweifellos älteren Ursprungs als das Profil des Turmes (Text-Abb. 6d). Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß die Kirche zuerst ohne das Turmhaus bestanden hat. Wie der Westabschluß damals gebildet war, ist nicht sichergestellt. Entweder war dem Querschiff, wie in Abb. 3 Bl. 11 angedeutet, eine halbrunde Apsis vorgelegt, oder es war ein Chorquadrat angefügt, das aber während der Erbauung des Turmes niedergelegt war.

Im Innern lag der Fußboden der westlichen Vierung und des anschließenden Chores um einige Stufen höher als die übrigen Teile der Kirche. Die Altäre in den überstehenden Armen des Querschiffs waren nach Osten gerichtet und standen in Nischen, die wahrscheinlich segmentförmig gerundet waren. Das Profil der Pfeilervorlagen und Säulenbasen ist in Text-Abb. 6 c und 8 gegeben.

Auffallend ist, daß der Westchor, der sich bis über die Vierung erstreckte, wesentlich größer war als der Ostchor, d. h. daß der Heilige, dem der Westchor geweiht war, offenbar eine größere Verehrung genoß als der im Ostchor zu verehrende.

Gründe der Zweckmäßigkeit mögen also in unserem Falle zu der eigenartigen Bevorzugung der Westhälfte geführt haben. Es ist aber noch eher anzunehmen, daß man irgend ein berühmtes Vorbild nachgeahmt hat. Als solches käme zuerst in Frage die Klosterkirche in Fulda, wo Ratger um 810 an die wenige Jahrzehnte ältere, querschifflose Kirche ein mächtiges westliches Querhaus mit Apsis anbaute. Verwandt damit mögen die ähnlichen ursprünglichen Anlagen in Mainz und Worms gewesen sein. Als Kennzeichen einer bestimmten Gruppe von Bauwerken tritt das westliche Querschiff aber in Bayern auf.²⁵⁾ Bei dem berühmtesten bayrischen Kloster, bei S. Emmeram in Regensburg, wurde z. B. etwa gleichzeitig mit dem Bau der Kirche auf dem Petersberge ein großer westlicher Erweiterungsbau besagter Art zu Ehren des heil. Wolfgang ausgeführt (geweiht 1052).

Der Grundplan ist aber wohl das einzige an der Kirche auf dem Petersberge, was auf bayrische Herkunft hinweisen

25) Nach Dehio und v. Bezold, *Kirchliche Baukunst des Abendlandes* I, 177 f., gehören in diese Gruppe der Dom in Augsburg (994), das Obermünster in Regensburg (1010), S. Emmeram daselbst (1052), ferner S. Jakob und der Dom in Bamberg. Die Anlage des letzteren dürfte in ihren Grundzügen auf den Stiftungsbau von 1004 bis 1012 zurückgehen und in der Jakobskirche nachgeahmt sein.

könnte. Eine Säulenbasilika ist nämlich für Bayern ebenso ungewöhnlich, wie sie es für Sachsen ist. Es müssen also noch andere Einflüsse eingewirkt haben. Um diesen nachzugehen, müssen wir den Blick auf eine Kirche bei Hildesheim lenken, die viel Verwandtes mit unsrer Stiftskirche zeigt.

Die Stiftskirche auf dem Moritzberge bei Hildesheim (Abb. 4 Bl. 11) wurde bis 1068 vom Bischof Hezilo erbaut. Sie ist also etwas jünger als die Kirche auf dem Petersberge und unterscheidet sich von ihr besonders darin, daß sie auf das fremdartige Westtransept mit vorgelegtem Chor verzichtet und dafür der Regel entsprechend im Osten ein Querschiff anlegte mit Chorquadrat und Apsis, die innen rund und außen entweder rund oder ebenso wie die Seitenapsiden rechteckig gebildet war. Im Westen endet das Langhaus mit einer Säulenstellung, auf der eine Empore ruht. Rechts und links daran schließen sich quadratische Räume mit Treppen an. Nach außen sind diese Räume aber nicht als Türme entwickelt, sondern nur höher als die Seitenschiffe emporgeführt und mit quergelegten Satteldächern abgedeckt. Unter der Empore befindet sich die Grabstätte Hezilos, des Stifters der Kirche.

In der Anlage hat diese Kirche auffallende Ähnlichkeiten mit der auf dem Petersberge, erstens indem sie neben jener die einzige Säulenbasilika aus dem 11. Jahrhundert in Niedersachsen ist; zweitens durch das Fehlen eines westlichen Turmbaues; der jetzige barocke Turm über dem Chor dürfte vielleicht auf eine ursprüngliche romanische Anlage zurückgehen. Drittens schließen die Nebenapsiden nach schwäbischer Sitte außen rechtwinklig und erinnern an die Nischen im westlichen Querschiff der Goslarer Kirche. Endlich zeigen die Säulenbasen (Text-Abb. 7 u. 8) hier wie dort fast gleiche Bildung, die u. a. sehr stark an die von Limburg anklängt.

Allgemein und mit Recht schreibt man die Moritzberger Kirche dem Benno zu, von dem es heißt, daß er dem Bischof Hezilo bei dessen zahlreichen Bauausführungen zur Seite gestanden habe. Denn die ganz unsächsische Art der Kirche weist deutlich einerseits nach dem mittleren Rhein, andererseits nach Schwaben, d. h. nach der Richtung, aus der Benno kam.

Wenn aber Benno die Kirche auf dem Moritzberge entworfen hat, so ist ihm auch die Ausführung der Petersberger Kirche zuzuschreiben. Die Eigentümlichkeiten sprechen dafür und die Chronisten bestätigen, daß Benno, bevor er nach Hildesheim kam, in Goslar war. Der Grundplan freilich mit seinen an das Bayrische (?) erinnernden Absonderlichkeiten lag zweifellos bereits fest, als Bennos Tätigkeit begann.

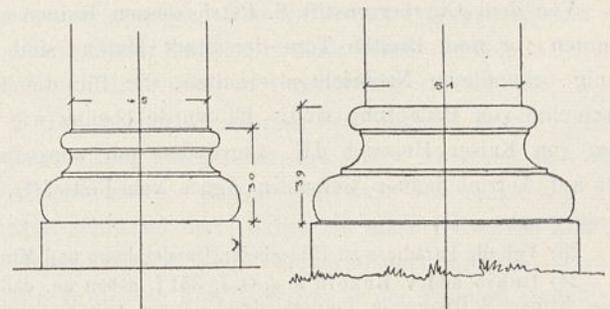


Abb. 7. Säulenbasen der Kirche auf dem Moritzberge bei Hildesheim. Abb. 8. Säulenbasen der Kirche auf dem Petersberge bei Goslar.

So wird uns das Bild des Benno, eines der bedeutendsten geistlichen Bauherren des frühen Mittelalters, immer klarer. Es lohnt sich daher zusammenzufassen, was wir über seinen Werdegang und seine architektonische Wirksamkeit bis zu seinem Abschied von Hildesheim aussagen können: Geboren und erzogen in schwäbischen Landen, kam er bald in Speier in den Bannkreis des großen Poppo von Stablo. Von dort folgte er, etwa 27 Jahre alt, dem Rufe seines Königs nach Goslar (1047), vielleicht mit dem bestimmten Auftrage, bei den Neubauten der Residenz mitzuhelfen. Der Dom und das Stift auf dem Petersberge, beide wohl schon begonnen vor Ankunft des jungen Schwaben, verdanken ihm ihre Ausführung. Bald nach Vollendung des Doms (1050) finden wir ihn hauptsächlich in Hildesheim tätig. Dort war der kühne Dombau Azelins infolge technischer Unzulänglichkeiten ins Stocken geraten. Das mag der Grund gewesen sein, daß man den gewiß schon berühmt gewordenen Bausachverständigen von Goslar heranzog. Ob Benno Gelegenheit fand einzugreifen, und welches seine Ansicht und Absicht war, wissen wir nicht. Auf jeden Fall wurde nach Azelins zu frühem Tode (1054) sein kühner Domplan aufgegeben. Hezilo kehrte zu bescheideneren Abmessungen des alten Doms zurück, der nun offenbar unter Oberleitung von Benno im Sinne des Goslarer Doms fertiggestellt wurde. Nur die Vollendung des Turmbaues, der „gleich einer trotzigigen Burg auftrug“, möchten wir nicht dem Benno, sondern eher späteren Meistern zuschreiben. Aus Bennos letzten Hildesheimer Jahren stammen dann Entwurf und Ausführung der Moritzberger Kirche, die ebensowenig den Einfluß der rheinischen Schule wie die schwäbische Heimat des Meisters verleugnen kann. In Osnabrück, wohin er seit 1067 als Bischof versetzt war, wird ihm dann der Westbau des Doms zugeschrieben.²⁶⁾

3. Das Augustiner Chorherrenstift auf dem Georgenberge.

Bedeutender noch als das Stift auf dem Petersberge war das auf dem Georgenberge, im Norden dicht vor der Stadt Goslar gelegen. Nach unsicherer Überlieferung der Chroniken²⁷⁾ sei es 1025 von Konrad II. gegründet. Mit Bestimmtheit erhellt aus der Urkunde von 1108 nur, daß das Kloster von Konrad II. (1024 bis 1039) gegründet, aber nicht fertiggestellt ist. Heinrich III. (1039 bis 1056) scheint den Bau nicht fortgesetzt zu haben, weil sein Interesse anderweitig in Anspruch genommen war. Heinrich IV. (1056 bis 1106) gilt als der zweite Gründer und endlich Heinrich V. (1106 bis 1125) als der Vollender.²⁸⁾ Durch die Urkunde von 1108 schenkte der Kaiser das Kloster dem Domstift in Hildesheim „pro devoto fidelis nostri Udonis episcopi servicio“. 1128 weihte Bischof Berthold das den Augustiner Chorherren eingeräumte Kloster feierlich ein. Doch schon 1145 brannte es „mit allen Nebengebäuden“ ab und wurde in vergrößertem Glanz und Umfange wiederhergestellt. Diese Bautätigkeit

26) Nordhoff a. a. O., Bonner Jahrbücher 1889, S. 200 ff.

27) Ztschr. d. Harzvereins 24. Jahrg. 34 ff. und Kunstdenkmäler d. Prov. Hannover II, 1 u. 2.

28) Nach dem Mortuarium des Stiftes fol. 17 wurde am Todestag Konrads II. gefeiert *anniversarium invictissimi principis Conradi II., Romanorum imperatoris, fundatoris primi*; nach fol. 23 *anniversarium . . . Henrici IV. . . , fundatoris secundi* und nach fol. 20 *anniversarium . . . Henrici V. . . , benefactoris praecipui*.

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. 66.

hat aber, wie wir später ersehen werden, den uns erhaltenen Grundriß der Kirche nicht berührt. Wir haben es demnach nur mit zwei Hauptbauabschnitten zu tun, einem unter Konrad II. und dem anderen unter Heinrich IV. Die Klosterurkunden setzen unter Berufung auf eine kaiserliche Schenkung das Jahr 1099 als Gründungsjahr an, inwieweit mit Recht, werden wir später sehen.

Im Jahre 1527 teilte das Kloster auf dem Georgenberge mit dem Stift auf dem Petersberge das Schicksal, von den Goslarer Bürgern eingeäschert zu werden. Ein gleichzeitiger Bericht schildert den Vorgang sehr anschaulich und sagt dabei von der Kirche: sie sei „duppelt gewelbet, nach aller Form why zu Achen, mit zwen gewelbeten Choren übereinander, zwe thornen und dri großen Rondelthornen, alle mit Blye gedecket und mit Klocken gezieret“. Eine ähnliche Beschreibung findet sich auch in einer alten Handschrift: *eminet basilica his locis nulli secunda, ad exemplar imperialis ecclesiae Aquisgranensis constructa, quinque turribus et triginta sex altaribus, duplicique testudine magnifice ornata*“.

In den Jahren 1875 bis 1884 fanden umfassende Aufgrabungen der Grundmauern statt. Die aufgefundenen Mauerzüge wurden bis auf Sockelhöhe gleichmäßig ergänzt und bieten jetzt das in Abb. 7 Bl. 11²⁹⁾ wiedergegebene Bild. Die nur auf Vermutung beruhenden Rekonstruktionsteile sind mit gestrichelten Linien gegeben.

Die Kirche besteht aus zwei Teilen, einem dreischiffigen, basilikalen Teil im Osten und einem nachträglich dagegen gebauten achteckigen Zentralbau im Westen. Der Ostteil macht den Eindruck, eine vollständige, aber sehr kleine Basilika zu sein mit zwei quadratischen Türmen an der Westflucht. Auffallend ist nun, daß auf den Grundmauern, die das Mittelschiff von den Seitenschiffen trennen, sich die Standflächen zweier Pfeiler gefunden haben, die nicht in der Mitte liegen, sondern mehr nach Westen zu, so daß nach Osten je ein großes und nach Westen ein kleines Feld bleibt. In den größeren Zwischenräumen haben wir je eine Säule rekonstruiert.

Um die Wahrscheinlichkeit dieser merkwürdigen Stützteilung darzutun, wollen wir einen Abstecher nach der Ludgerikirche in Helmstedt machen, deren Plan hier (Abb. 5 Bl. 11) auf Grund der vorhandenen Baureste und nach den Angaben in den Bau- und Kunstdenkmälern des Herzogtums Braunschweig, 1. Bd., zu rekonstruieren versucht worden ist. Die erhaltenen Bauteile sind schwarz angelegt, die nicht mehr vorhandenen, aber sichergestellten in Linien ausgezeichnet und die Flächen punktiert. Die gestrichelten Linien beruhen auf Vermutung.

Es ist eine dreischiffige, flachgedeckte Basilika ohne Querschiff, das Langhaus wird von dem Chor geschieden durch zwei fast quadratische Türme, die oben wahrscheinlich durch Schwibbögen verbunden waren.³⁰⁾ Die Überwölbung des Erdgeschosses dieser Türme durch je zwei quergelegte Tonnen wird aus der Pfeilerstellung erschlossen. Das Langschiff zeigte wahrscheinlich Stützenwechsel. Die Überlieferung spricht von einem Rundturm vor dem nördlichen Seitenschiff. Daran

29) Gezeichnet unter Benutzung der Fig. 77 in Kunstdenkm. d. Prov. Hannover II, 1 u. 2.

30) Vgl. auch die kleine Peterskirche zu Leitzkau, gegr. 1114, J. Kohle in Ztschr. f. Gesch. d. Arch. 1909.

anknüpfend ist der westliche Turmbau in Abb. 5 Bl. 11 frei erfunden.

Es kommt uns nun auf die Stützenstellung im Chorbau an, denn sie entspricht im wesentlichen derjenigen im Ostteil der Georgenberger Kirche. Die verlängerten Seitenschiffe waren mit dem 2,35 m erhöhten Chor durch drei Bogenöffnungen verbunden, die auf zwei Säulen zwischen dem Wandpfeiler und einem freistehenden Pfeiler ruhten. Dazwischen standen Steinschranken. Nach Westen folgte dann zwischen dem genannten freistehenden Pfeiler und dem Turme eine etwas breitere Öffnung, die bis auf den Fußboden des Schiffes hinabreichte und dem Verkehr zwischen dem Haupt- und dem Nebenchor diente.³¹⁾ Eine ähnliche Anlage soll auch die Luciuskirche in Werden geboten haben.³²⁾

Von einem Wandpfeiler im Chor der Georgenberger Kirche ist das Sockelprofil erhalten (Text-Abb. 9 d). Es besteht aus zwei Wulsten und zwei kleinen Graten und ähnelt außerordentlich den Profilen der Petersberger Kirche (Text-Abb. 6 a—c). Man kann also auch den Chor der Georgenberger Kirche in die erste Hälfte des 11. Jahrhunderts setzen und demnach die der Überlieferung entsprechende Datierung der Gründung durch Konrad II. (1025) als nicht unwahrscheinlich hinnehmen.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der Westkirche, die statt des vermutlich ursprünglich geplanten Langhauses als achteckiger Zentralbau „in aller Form wie zu Aachen“, wie die Urkunde behauptet, ausgeführt gewesen ist.

Der Grundriß zeigt ein inneres, auf Pfeilern ruhendes Achteck von etwa 12,4 m lichtigem Durchmesser, das von einem Umgang von 5 m lichter Weite umgeben ist. Die östliche Achteckseite stellt die Verbindung mit dem anstoßenden basilikalischen Chorbau her. Die beiden benachbarten Seiten entwickeln sich zu Nebenchören, die aus fünf Achteckseiten gebildet sind. Nach Westen zu liegen zwei achteckige Türme, die, wie Ansätze erkennen lassen, ein kleines Paradies zwischen sich faßten. Südwestlich schließen sich die Grundmauern eines offenbar späteren Kapellenbaues an.

Lehrreich wird es nun sein, sich klarzumachen, wie die Kirche wohl ursprünglich ausgesehen haben dürfte, und welche Stellung ihr innerhalb der deutschen Zentralbauten zukam.

Die wichtigste Frage ist die nach der Überdeckung des Mittelraums. Der Bericht von 1527 besagt, die Kirche sei „doppelt gewelbet gewesen, nach aller Form wie zu Aachen, mit zwen gewelbeten Choren übereinander“. Daraus ist nun aber nicht ohne weiteres zu folgern, daß auch der große Mittelraum gewölbt gewesen sei, oder wenn das der Fall war, daß die Gewölbe der ursprünglichen, romanischen Zeit angehörten. Es können auch gotische Zutaten gewesen sein.

31) Die Choranlage dürfte ebenso wie die Krypta der Mitte des 11. Jahrhunderts angehören. Da demnach Chor und Krypta nahezu gleichaltrig sind, ist die Ansicht P. J. Meyers, daß die Krypta ursprünglich ein freistehender Hallenbau, ähnlich wie die Bartholomäuskapelle in Paderborn, gewesen sei, kaum zu halten. Auch für Süpplingenburg kann einer derartigen Annahme P. J. Meyers nicht zugestimmt werden, auch wenn wirklich die Krypta dort ein paar Jahrzehnte älter sein sollte, was aber, nach den vorliegenden Aufnahmen zu urteilen, nicht sicher ist.

32) P. J. Meyer in Bau- und Kunstdenkmäler des Herzogtums Braunschweig, 1. Bd., S. 21 f.

Da also die Überlieferung keine genaue Auskunft gibt, müssen wir uns auf das Studium des Grundrisses beschränken. Die lichte Weite des inneren Achtecks beträgt in Goslar etwa 12,4 m. Sie steht damit hinter dem immer zum Vergleich herangezogenen Aachen mit 14,2 m nicht wesentlich zurück, übertrifft aber sämtliche anderen in Frage kommenden deutschen Zentralbauten: Ottmarsheim hat etwa 10,9 m, Mettlach 10,75 m, Wimpfen i. Th. nur 7,5 m und Nymwegen 6,2 m. Dabei fällt auf, wie außerordentlich schwach in Goslar die Mauern des Mittelraums und wie wenig tief infolgedessen die Pfeiler (0,85 m) im Verhältnis zur lichten Weite des Raums (12,4 m) sind. Das gibt das Verhältnis 1 : 15. In Aachen ist das Verhältnis 1 : 12,5, wobei aber die Pfeiler sehr bedeutende Verstärkungsvorlagen im Umgang erhalten haben. In Ottmarsheim findet man 1 : 11, in Nymwegen 1 : 8 und in Wimpfen 1 : 7. Goslar hat also weitaus die geringsten Pfeilerquerschnitte im Verhältnis zur lichten Weite. Wenn es nun auch sicher ist, daß die Wölbkunst unter Heinrich IV. einen starken Aufschwung genommen hat (vgl. Speier), so haben wir doch keinen Grund anzunehmen, daß man um 1100 einen Kuppelraum mit wesentlich geringerem Widerlager auszuführen imstande war als in Aachen oder bei den anderen angeführten Zentralbauten. Es ist daher wohl der Schluß erlaubt, daß in Goslar der Mittelraum ursprünglich nicht gewölbt war. Man gedenke dabei der Vorliebe Niedersachsens für flache Decken auch bei basilikalischen Anlagen.

Im Grundriß sahen wir, daß der Mittelbau von einem Umgang umgeben war, dessen Außenseiten ebenfalls ein Achteck bildeten. Dieser Umgang zerfiel in acht trapezförmige Felder, die durch radial gestellte Gurtbögen geschieden waren. Die Basen der Wandstützen dieser Gurtbögen — nach der Innenseite zu halbrunde Wandsäulchen, in den äußeren Ecken doppelt vorspringende Wandpfeiler — sind erhalten. Wie waren nun die Umgänge gewölbt?³³⁾

Bei der Anlage von Kreuzgewölben über den trapezförmigen Feldern würden die Schildbogen an den Außen- und Innenseiten gar zu verschiedene Form erhalten haben, so daß die dadurch entstehenden Schwierigkeiten in romanischer Zeit als unüberwindbar erscheinen mußten. Daher ist es kaum anders möglich, als daß man Längstonnen gewölbt hat. Solch ein Tonnengewölbe konnte nun entweder so hoch angelegt sein, daß seine Kämpferlinie höher als der Scheitel des zwischen dem Umgang und Mittelraum errichteten Scheidebogens lag, wie es im Seitenschiff der Kreuzkirche in Hildesheim (Text-Abb. 13) zu sehen ist. Oder aber der Kämpfer der Tonne lag mit dem des Bogens auf etwa gleicher Höhe; dann mußten Stichkappen in das Tonnengewölbe eingeschritten werden. Die reifste Lösung in romanischem Sinne dürfte die gewesen sein, daß die Längstonne von einer Quertonne gleichen Querschnitts durchdrungen war, so daß sich in der Mitte ein Kreuzgewölbe ergab, wie in Abb. 7 Bl. 11 angedeutet.

Diese von der Längstonne ausgehende Überwölbung des Umgangs bildete einen wesentlichen Unterschied der Goslarer Kirche von den anderen genannten Zentralbauten. Bei Aachen,

33) Tuffsteine, die von Gewölbekappen stammen, sind bei der Aufgrabung gefunden worden.

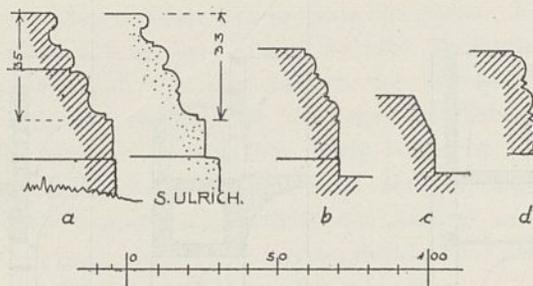


Abb. 9. Sockelprofile der Kirche auf dem Georgenberge bei Goslar (vgl. Abb. 7 Bl. 11).

(Zum Vergleich ist das Sockelprofil der Ulrichskapelle am Kaiserhause hinzugefügt.)

Ottmarsheim, Nymwegen und Wimpfen hat man überall die trapezförmigen Felder im Umgang vermieden, um Kreuzgewölbe anwenden zu können, und statt dessen den Umgang in Quadrate und Dreiecke aufgelöst. So kam man dazu, dem Umgang außen die doppelte Zahl von Ecken zu geben als dem inneren Raum.³⁴⁾ Jeder Pfeiler ist demnach durch zwei Gurtbögen über den Umgang hinweg nach den Außenmauern verspannt, während in Goslar nur ein einziger radial gestellter Gurtbogen gebraucht worden ist. Für Verspannung war also hier nicht so ausgiebig gesorgt wie in den angeführten anderen Beispielen. Auch das dürfte unsere oben geäußerte Vermutung bestätigen, daß man in Goslar kein Kuppelgewölbe in der Mitte vorgesehen hatte.

Der Umgang war zweigeschossig. Das ergibt sich aus der Angabe, daß zwei gewölbte Chöre übereinander vorhanden gewesen seien, denn es ist undenkbar, daß nur der Chor zweigeschossig gewesen sei. Die „doppelte Wölbung“ (duplici testudine) der Kirche, von der berichtet wird, läßt sich am einfachsten so erklären, daß auch der obere Umgang gewölbt gewesen sei. Ob das aber romanische Wölbung, ähnlich der von uns im Erdgeschoß angenommenen war, bleibt offen. Wenn der Mittelraum flache Holzdecke hatte, so könnte man vom oberen Umgang dasselbe annehmen.³⁵⁾

Die Kirche hatte also zwei gewölbte Chöre übereinander, sagt der alte Bericht. Der eine davon war der schon oben besprochene ältere basilikale Chorbau. Dieser kann nicht zweigeschossig gewesen sein, wie der Grundriß ergibt. Folglich muß der Ausdruck „übereinander“ nicht ganz wörtlich genommen werden, sondern besagen: in zwei übereinander gelegenen Geschossen. Den oberen Chor werden wir uns daher als einen östlichen Ausbau des oberen Umgangs zu denken haben. In dem Rekonstruktionsversuch (Abb. 6 Bl. 11) ist er daher zwischen den beiden Türmen des älteren östlichen Bauteils eingebaut gezeichnet, d. h. in den Raum, der ursprünglich wahrscheinlich eine Empore dargestellt hatte. Dieser Chor kann schon in romanischer Zeit gewölbt gewesen sein, denn die Türme boten genügendes Widerlager.

Zweigeschossige Altarhausanlagen bildeten die Regel bei Zentralbauten mit Emporen-umgang, z. B. in Aachen, Ottmarsheim, Nym-

34) In Ottmarsheim hat der Umgang, ebenso wie der innere Raum, acht Ecken; die Gewölbe des Umgangs sind aber nichtsdestoweniger in 16 Felder geteilt.

35) Vgl. die vollständig entsprechende Deckung in der Kreuzkirche in Hildesheim (Text-Abb. 13 u. 14).

wegen, Mettlach, Wimpfen³⁶⁾, ferner in der Kirche auf dem Harlungerberg, in der Ulrichskapelle in Goslar usw.

Über das Äußere der Kirche wissen wir nur, was in dem alten Bericht gesagt ist, nämlich daß sie außer dem hochgeführten Mittelbau zwei Türme und zwei Rundtürme hatte, alle mit Blei gedeckt und mit Glocken geziert. Das Siegel des Klosters bezeugt dies Gesamtbild, ohne von Einzelheiten eine genauere Vorstellung geben zu können (Text-Abb. 10).

Von den architektonischen Einzelformen des Zentralbaus sind nur wenige Sockelglieder erhalten, die im Grundriß (Abb. 7 Bl. 11) mit Buchstaben bezeichnet und in Text-Abb. 9 einzeln wiedergegeben sind. Um die Pfeiler des Mittelraumes einschließlich der dünnen Säulenvorlage nach dem Umgang zu schließen schließt sich Profil *b*, das aus drei Wulsten mit zwischengelegten Plättchen besteht und an das Profil *d* der Wandpfeiler im Chorraum erinnert. Noch auffallender ist die außerordentliche Ähnlichkeit mit dem Sockel des Pfeilers in der Petersberger Kirche (Text-Abb. 6c). Im Innern unserer Kirche ist sonst nur das Unterglied *c* des Sockels der in den äußeren Ecken des Umgangs stehenden Pfeilervorlagen erhalten, das aus einer steilen Schmiege besteht.

Reich und prächtig ist dagegen das äußere Sockelgesims *a* (Text-Abb. 9) ausgebildet, das sich um den ganzen Zentralbau einschließlich der Westtürme herumzog und an mehreren Stellen mehr oder weniger vollständig erhalten ist. Es besteht aus verschiedenen Wulsten und Kehlen mit zwischengelegten kleinen, gerade oder schräg gestellten Plättchen. Überraschend ist nun, daß genau dasselbe Sockelprofil an der Ulrichskapelle am Kaiserhause wiederkehrt (s. Text-Abb. 9). Das kann bei einem so reichen Profil nicht Zufall sein. Weiter kommt hinzu, daß die Ulrichskapelle, die im Erdgeschoß aus dem griechischen Kreuz entwickelt ist, im Obergeschoß ins Achteck übergeführt ist, also auch darin an die im Grundriß aus lauter Achtecken entworfene Georgenberger Kirche erinnert. Es ist daraus zu schließen, daß beide Kirchen etwa derselben Zeit und wohl auch demselben Meister angehören. Damit gewinnen wir einen neuen Anhalt für die Zeitbestimmung beider Bauten.

Die Ulrichskapelle haben wir bereits an anderer Stelle³⁷⁾ angesichts der Einzelheiten — steile attische Basen ohne Eckblatt, Würfelkapitelle ohne Blattornament, Häufung gleichwertiger Glieder in den Gesimsen — mit Bestimmtheit für

36) Adamy nimmt in seiner in Gemeinschaft mit Wagner gezeichneten Rekonstruktion an, daß trotz des doppelgeschossigen Umgangs das Altarhaus nur eingeschossig war (Adamy, Die ehemalige frühromanische Zentralkirche des Stiftes St. Peter zu Wimpfen i. Th., Fig. 23). Die ästhetische Unmöglichkeit liegt auf der Hand, besonders wenn man sich den zwischen Altarhaus und Mittelraum befindlichen Scheidebogen vorstellt, der bei nur 3,7 m Weite eine Höhe von 13,25 m hat! Auch die bisherige Zeitbestimmung dieser Kirche erscheint anfechtbar. Adamy will sie ins erste Viertel des 11. Jahrhunderts, Schäfer in die Mitte des 10. und Zeller in das letzte Viertel des 10. Jahrhunderts setzen (Zeller, Die Stiftskirche St. Peter zu Wimpfen i. Th.). Über den primitiven Formen der Säulchen beachtet man nicht genügend die voll entwickelte und reife Anlage des Turm- und Altarhauses, die ich nicht vor die Mitte des 11. Jahrhunderts setzen möchte.

37) Denkmalpflege 1915, 25 ff.



Abb. 10. Altes Siegel der Kirche auf dem Georgenberge bei Goslar.

(Nach Kunstdenkmäler der Provinz Hannover, II.)

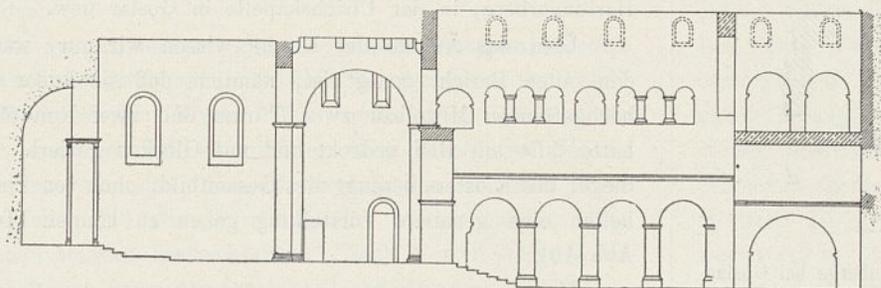


Abb. 11. Längenschnitt.

■ romanisch.
 ■ " rekonstr.
 □ spätere Bauteile.

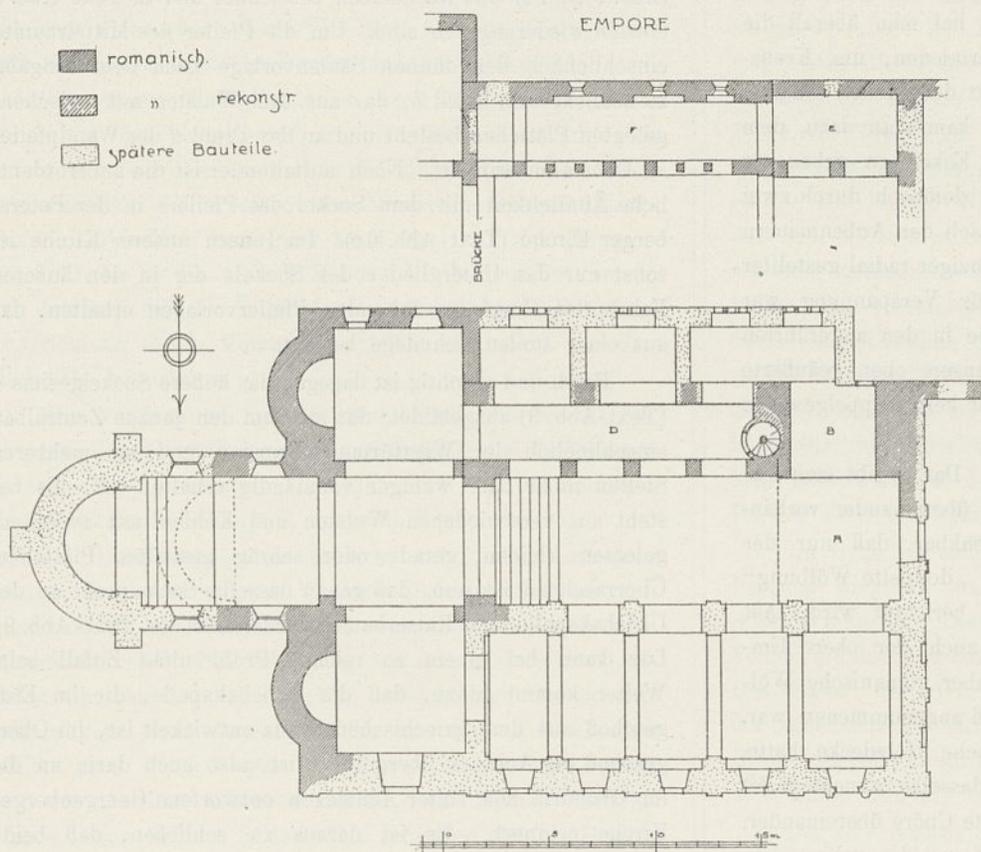


Abb. 15. Grundriß.

Abb. 11 bis 15. Stiftskirche zum heiligen Kreuz in Hildesheim.

das 11. Jahrhundert, und zwar für die Zeit Heinrichs III. oder Heinrichs IV. in Anspruch genommen. Bei der Georgenberger Kirche hatten wir festgestellt, daß der Westbau nicht früher als aus der Regierungszeit Heinrichs IV. sein konnte. Zusammengenommen ergibt sich für beide Bauten, daß sie unter Heinrich IV. errichtet sein müssen.

Das Jahr 1099, in welchem Heinrich IV., wie oben gesagt, eine große Schenkung zum Bau der Georgenberger Kirche machte, dürfte also den Beginn des Baues der Zentralanlage bezeichnen. Dabei ist beachtenswert, daß das gerade das Jahr ist, in dem der Tempel und die Grabeskirche in Jerusalem in die Hände der Kreuzfahrer fiel, ein Ereignis, welches die Einbildungskraft des Abendlandes auf tiefste aufregte. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß dem frommen Stifter der Gedanke an den Tempel von Jerusalem bei der neuen Zentralschöpfung vorschwebte. Wir erinnern an die späteren Templerkirchen, besonders in Frankreich und England, die ebenso wie unsere Goslarer Kirche aus einem Zentralbau mit angefügtem Chor bestehen. Es ist da plan-

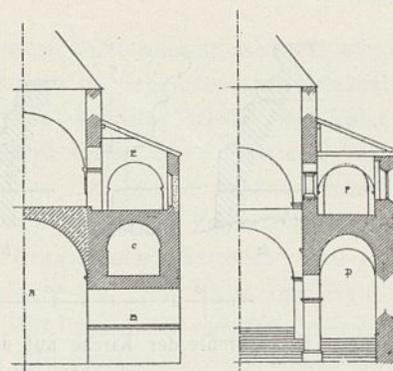


Abb. 12.

Querschnitt durch den Westbau mit Empore.

Abb. 13.

Querschnitt durch das Langhaus. Blick nach Osten.

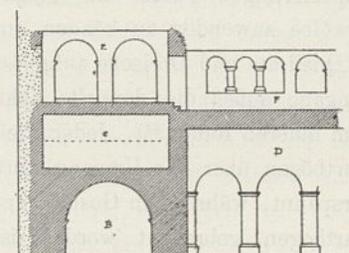


Abb. 14.

Längenschnitt durch die seitlichen Räume des Westbaues und durch das südliche Seitenschiff und Empore.

mäßig der Versuch gemacht worden, einen Langbau mit einem Zentralbau zu einer Einheit zu verschmelzen, freilich ohne daß ästhetisch wirklich befriedigende Lösungen zu verzeichnen wären.

Bei uns in Deutschland ist Wimpfen als frühes Beispiel derartiger Versuche zu erwähnen. Auch Aachen, nachdem man den alten Doppelchor beseitigt und durch einen hohen Chor gotischen Stils ersetzt hatte, und S. Gereon in Köln sind hier anzuführen. Bei der Abtei in

Werden dagegen, wo an die Salvatorbasilika (aus dem 9. Jahrhundert) eine zentral gedachte Westkirche S. Petri (aus dem 10. Jahrh.) angeschlossen ist, kann von einer Verschmelzung des Lang- und des Zentralraums eigentlich nicht gesprochen werden, denn es ist nicht der Versuch gemacht worden, sie zu einer einheitlichen Raumbildung zusammenzufassen.

In diesem Zusammenhange sei auf eine bescheidene Kirche in Hildesheim hingewiesen, die Kirche des heiligen Kreuzes (Text-Abb. 11 bis 15). Ihr aus Chor und Querschiff bestehender Ostteil lehnt sich an einen älteren Westteil oder, wenn wir so sagen wollen, an das Langhaus an, das von doppelgeschossigen Seitenschiffen begleitet und durch einen Westbau mit Empore abgeschlossen ist. Auffallend nun ist, daß an der Stelle, wo das Langhaus an das Querschiff stößt, ein Brückenbogen quer durch die Kirche gespannt ist, der die beiden Seitenemporen verbindet, so daß man oben um den ganzen Westteil der Kirche herumgehen kann.³⁸⁾

38) Superior ambitus ecclesiae wird der Umgang auf der Empore 1376 genannt.

Dadurch erinnert dieser Bau an einen Zentralbau. Auch dem Baumeister scheint ein solcher Gedanke vorgeschwebt zu haben, wie man aus den Arkaden der Seitenschiffempore (Text-Abb. 11) ersehen kann, bei denen die Mittelachse des Raumes in sonst unerklärlicher Weise betont ist. Der sehr schmale Brückenbogen scheint nicht der ursprüngliche zu sein. Die Bogenöffnung, welche den Zugang zur Brücke bildet, verlangt nämlich eine breitere Brücke. Auf der Brücke soll bis 1782 ein Altar gestanden haben.³⁹⁾

39) A. Zeller (Die romanischen Bauwerke in Hildesheim, 1907) hat die Kreuzkirche veröffentlicht; unter Benutzung und teilweiser Berichtigung seiner Aufnahmen sind unsere Abb. 11 bis 15 gezeichnet und durch einige Schnitte nach eigenen Skizzen vervollständigt worden. Die Kirche ist eine Pfeilerbasilika mit gewölbten Seitenschiffen und Westbau, der anscheinend Türme hatte tragen sollen. Lehrreich ist nun zu sehen, wie die Wölbung ausschließlich durch Tonnengewölbe, sogar ohne Stiehkappen, bewirkt ist. Die Formensprache ist roh und dürftig; die Architekturglieder waren ehemals mit Stuck überzogen. Über die Gründung berichtet das Chronikon Hildesheimense: „Als schon der Abend seines Lebens bevorstand, verwandelte Hezilo (1054—79), um ein Abendopfer darzubringen, im Osten der Stadt ein früheres Haus des Krieges unter Hinzufügung eines Neubaus in ein Haus des Friedens und setzte hier 15 Kanoniker ein Da er selbst durch Krankheit verhindert war, dieses Münster zu weihen, überließ er es seinem vertrautesten Freunde, dem Halberstädter Bischof Burchard, dasselbe zu Ehren des Heiligen Kreuzes und der Apostel Petrus und Paulus zu konsekrieren.“ (Bertram, Gesch. d. Bist. Hild. I, 119.)

Das „frühere Haus des Krieges (domus belli)“ meint Gerlandt (Die Kirche zum Hl. Kreuz in Hildesheim, Ztschr. f. Bauwesen 1901, S. 226—258) in dem Westteil der Kirche wiedererkennen zu können und spricht daher von einer Festungskirche. Zeller a. a. O. will den Westteil noch in zwei Bauabschnitte zerlegen, in das Langhaus mit den Emporen und den Westbau. Er beruft sich dafür auf eine früher sichtbar gewesene und von ihm in Tafel 41 seines Werkes eingezeichnete Baufuge, und behauptet nun, der Westbau, welchen er für den Rest eines Wehrbaues hält, sei älter als das zu kirchlichen Zwecken angebaute Langhaus. Die Baufuge, auf die sich Zeller beruft, beweist aber gerade das Gegenteil von dem, was Zeller sagt. Der Westbau kann nämlich nicht gestanden haben, ohne für seine Bögen und Gewölbe am Langhaus Widerlager gefunden zu haben. Über dem in barocker Zeit umgebauten nördlichen Seitenschiff sind im Dachboden die romanischen Arkaden sichtbar und noch besser zu studieren als in der nicht gerade mustergültig ausgebesserten Südhälfte. Die besagte Fuge läßt dort unzweideutig erkennen, daß das Mauerwerk des Langhauses nach Westen zu saubere Außenseite mit eingesetzten Werkstücken zeigte, und daß der Westbau gegengeklebt worden ist. Einerlei aber auch, ob das Langhaus oder der Westbau eher hochgeführt ist, beide sind in Technik und Formgebung so ähnlich, daß sie zweifellos ziemlich derselben Bauzeit angehören. Das müßte nach dem Zeugnis der Chronik die Zeit Hezilos (um 1079) sein. Merkwürdig ist die allerdings sehr urwüchsige Formensprache, welche man auch einem ausschließlich für die konstruktiven Fragen der Wölbung interessierten Meister dieser Zeit nicht zutrauen sollte. Dem Stil nach möchten wir daher die ganze Westkirche spätestens in die erste Hälfte des 11. Jahrhunderts setzen. Der Ostbau dagegen gehört anscheinend dem Ende des 11. Jahrhunderts an, so daß wir eher ihn als die Westkirche dem Hezilo zuschreiben möchten.

Übrigens liegt gar keine Veranlassung vor, die ehemalige domus belli gerade mit dem Kirchbau zusammenzulegen. Ebensogut kann der Wehrbau zu irgendeinem anderen Teil der Klosteranlage umgebaut worden sein. Ich vermag wenigstens in dem erhaltenen Kirchbau nichts zu finden, was nicht allein aus der Absicht, Gewölbe in den Kirchbau einzuführen, erklärt werden müßte, und verweise u. a. auf den Turmbau und ehemaligen Westabschluß der Abdinghofkirche in Paderborn.

Offenbar haben wir die in Rede stehende Westkirche als ein sog. Westwerk aufzufassen, d. h. als eine auf zentralem Grundgedanken beruhende westliche Vorkirche mit Emporenanlage, einen frühen Typus, auf den Effmann in seinen grundlegenden Arbeiten über die Abteikirchen in Werden und Centula hingewiesen hat. Zu den dort genannten Beispielen: Centula, Werden und Korvey fügen wir aus etwas jüngerer Zeit hinzu: S. Pantaleon in Köln und Gandersheim (vor 1060); verwandt dürfte auch Gernrode gewesen sein, wo sich die Verkümmerng des Westwerks mit dem Übergreifen der Emporen auf die Seitenschiffe verbindet. Auch die Michaeliskirche in Hildesheim dürfte in ihrer ersten Planung statt eines Westchors ein Westwerk gezeigt haben.

So sehen wir, daß der in der Kirche auf dem Georgenberg bei Goslar verwirklichte Gedanke der Verbindung eines Langbaues mit einem Zentralbau keineswegs etwas Neues ist, sondern nur das Wiederaufleben eines vor- oder frühromanischen Baugedankens in reiferer Form.

Schluß. Die Goslarer Kirchenbauten des 11. Jahrhunderts werden also folgendermaßen zu datieren sein:

(Pfalzkirche Unserer lieben Frauen)	etwa 1010 bis 20.)
Kirche auf dem Georgenberg, Ostteil	„ 1030.
Kirche auf dem Petersberg	„ 1040 bis 60.
Domkirche	mindestens seit 1047 bis 50.
(Ulrichskapelle der Pfalz)	etwa 1090.)
Kirche auf dem Georgenberg, Westteil	„ 1100.

Dabei sind wir auf die Liebfrauenkirche absichtlich nicht eingegangen, weil die Untersuchungen an ihr und den benachbarten Gebäuden der Pfalz noch nicht abgeschlossen sind; die Ulrichskapelle haben wir aus demselben Grunde nur gestreift. Aus den drei anderen Kirchbauten ergibt sich aber schon zur Genüge ein Bild der Bautätigkeit am königlichen Hofe. Es sind da neben heimischen Meistern, die wir als die Träger der niedersächsischen Überlieferung anzusehen haben, vor allem Einflüsse vom Rhein her zu spüren, angeregt durch die kluniazensische Reformbewegung; ferner aus Schwaben und vielleicht auch aus Bayern und aus Westfalen. Aus allen Gauen des Deutschen Reiches strömte bekanntlich in dem clarissimum regni domicilium zusammen, was an geistiger Bedeutung hervorragte. Hier in der königlichen Kapelle wuchsen unter den Augen ihres Herrn eine stattliche Schar von Männern heran, die später dazu berufen waren, als Bischöfe oder Äbte die einflußreichsten Ämter des Landes zu übernehmen. Von Goslar strahlten so wieder Anregungen und Einflüsse nach allen deutschen Landen aus. Goslar war also besonders unter Heinrich III. nicht nur der Brennpunkt der königlichen Macht, sondern auch ein Mittelpunkt deutscher Bildung und Kultur. Dem Königtum verdanken wir es, daß aus all den verschiedenen Stämmen mit ihren ausgesprochenen Eigenarten ein deutsches Volk mit einheitlicher Kultur und Kunst und mit einem deutschen Volksbewußtsein geworden ist. Zu dieser Erkenntnis möge die Betrachtung der Ruinen der drei großen und für die Baugeschichte bedeutsamen Kaiserstifter in Goslar beitragen.

Belastungsannahmen für Straßenbrücken und Vorschläge für ihre Vereinheitlichung.

Vom Professor H. Kayser in Darmstadt.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Einleitung.

Die zurzeit bestehenden Vorschriften für die Belastungsannahmen bei der Berechnung von Straßenbrücken weisen sehr große Verschiedenheiten auf, wie sie weder durch die örtliche Lage der Bauwerke, noch durch die Verschiedenartigkeit des Verkehrs bedingt sind. Während einzelne Bundesstaaten, z. B. Bayern, Sachsen, Württemberg und die Reichslande, für die Berechnung der staatlichen Straßenbrücken einheitliche Vorschriften haben, sind solche in andern Bundesstaaten, z. B. in Preußen und Hessen, nicht vorhanden. Auch die Stadtverwaltungen besitzen für die Berechnung ihrer Straßenbrücken keine übereinstimmenden Vorschriften, sondern richten sich entweder nach den staatlichen Bestimmungen oder setzen die Belastungsannahmen von Fall zu Fall fest. Die hierdurch bedingte Verschiedenartigkeit in der Berechnung der Brücken bedingt naturgemäß, daß selbst in einheitlichen Straßenzügen die Tragfähigkeit der Brücken oft eine recht verschiedene ist. Die Ungleichartigkeit der Berechnungsgrundlagen erschwert und verteuert sowohl für die Verwaltungen, als auch für die ausführenden Firmen die Aufstellung von Kostenanschlägen und die Ausführung. Ein Vergleich mit vorhandenen Brücken und die Anpassung neuer Bauwerke im ganzen oder in einzelnen Teilen an bereits bestehende ist vielfach wegen unwesentlicher Unterschiede in den verlangten Belastungswerten nicht statthaft. Eine Vereinheitlichung und Vereinfachung der Belastungsannahmen, wie sie in Preußen bei Eisenbahnbrücken bereits in den Jahren 1895 und 1901 vorgenommen worden ist und wie sie in Österreich und der Schweiz durch Verordnungen der Eisenbahnverwaltungen¹⁾ angebahnt ist, läge zweifellos sowohl im Interesse der einzelnen Staats- und Stadtverwaltungen, als auch der Brückenbauunternehmer, für welche hierdurch nicht unwesentliche Kostenersparnisse beim Aufstellen der statischen Berechnungen und bei der Anfertigung von Angeboten und Entwürfen bedingt würden.

Die nachfolgende Besprechung soll daher den Zweck haben, zunächst auf die Verschiedenartigkeit der Berechnungsgrundlagen von Straßenbrücken an Hand bestehender Vorschriften hinzuweisen, andererseits damit die wirklich vorkommenden Belastungen unter besonderer Berücksichtigung des Kraftwagenverkehrs zu vergleichen und schließlich Vorschläge für eine Vereinheitlichung dieser Belastungsannahmen zu machen.

A. Verschiedene Belastungsannahmen.²⁾

a) Staatliche Vorschriften.

Einige staatliche Vorschriften über Belastungsannahmen bei Straßenbrücken sind in der nebenstehenden Zahlentafel I zusammengestellt.

1) Vgl. Verordnung des Eisenbahnministeriums vom 28. August 1904 und Allgemeine Bedingungen und Technische Vorschriften für die Berechnung und Ausführung von eisernen Brücken und Dachkonstruktionen der Schweizer Eisenbahnen.

2) Die Belastungsannahmen für Straßenbrücken sind im Schrifttum vielfach behandelt und kritisiert worden. Einen Überblick über die wichtigsten Arbeiten bieten die nachfolgenden Schriften:

Aus dieser ist zu ersehen, daß sowohl die Belastung durch Wagen und Dampfwalzen, als auch diejenige durch Menschengedränge große Verschiedenheiten aufweist. Gleichmäßig findet sich in mehreren Vorschriften die Einteilung der Brücken in drei Klassen je nach der Bedeutung der Straßen oder des Verkehrs. Diese Einteilung erscheint zweckmäßig, da es zweifellos genügt, für die schwersten Lasten nur diejenigen Brücken zu berechnen, die in großen Verkehrszügen liegen oder für welche schwerste Lasten aus andern Gründen in Betracht kommen. Brücken in Verbindungsstraßen, in Nebenstraßen und in Feldwegen können leichter berechnet und ausgestaltet werden. Aus den württembergischen Vorschriften ist zu ersehen, daß man dazu neigt, eine Abstufung der Belastung je nach der Größe der Spannweite vorzunehmen. Auch dieser Gesichtspunkt dürfte berechtigt sein, da bei größeren Brücken das Zusammentreffen aller Umstände, welche die größte Spannung eines Konstruktionsgliedes bedingen, sehr unwahrscheinlich wird.

Die Zahlentafel I zeigt ferner, daß manche Verwaltungen bei größeren Spannweiten von einer Belastung des Fahrdammes durch Einzellasten absehen und für die Berechnung der Stäbe zugunsten einer einfacheren Berechnung nur eine gleichmäßig verteilte Belastung zugrunde legen. Die Grenze der Spannweite, von der ab eine gleichmäßig verteilte Last an Stelle der Einzellasten treten kann, liegt nicht ganz bestimmt fest. Vielfach findet man 30 m als Grenze angegeben. Ich möchte darauf hinweisen, daß dieses Maß zu niedrig gegriffen scheint und daß für die Festlegung der Grenze nicht die Spannweite, sondern die Länge der Einflußstrecke für die ungünstigste Stellung der Nutzlast maßgebend ist. Diese ist aber meist wesentlich größer als 30 m, wenn der Fehler, der beim Ersatz der Einzellasten durch gleichmäßig verteilte Lasten (Menschengedränge) entsteht, verhältnismäßig klein bleiben soll.

In den meisten Fällen dürfte es sich auch bei größeren Spannweiten empfehlen, mit einer Lastengruppe schwerer Einzellasten in ungünstigster Stellung und im übrigen mit gleichmäßig verteilter Last zu rechnen. Der Mehraufwand an Rechenarbeit spielt gegenüber der größeren Sicherheit in der Ermittlung der Stabspannungen keine ausschlaggebende Rolle, zumal da die Fehler bei einzelnen Stabwerken und

E. Winkler, Theorie der Brücken, 3. Aufl. 1886, S. 9 (Lastwagen).

Zentralblatt d. Bauverwaltung 1890, S. 191 u. 1915, S. 502 (Radfelgenreite)

Desgl. 1904, S. 380 u. 504 (Menschengedränge).

Beton und Eisen 1907, S. 136 (Menschengedränge).

Handbuch für Eisenbeton, Bd. III, S. 267 (Verkehrslasten).

Esselborn, Tiefbau, S. 136 (Abmessungen und Gewichte von Lastwagen).

J. Melan, Der Brückenbau, Bd. I, S. 39 (Verkehrslasten).

K. Bernhard, Eiserne Brücken, Bd. I, S. 67 (Verkehrslasten).

Zentralblatt d. Bauverwaltung 1912, S. 185 u. 235 (Menschengedränge).

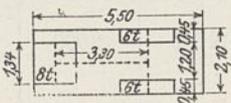
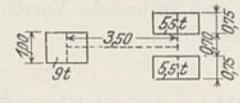
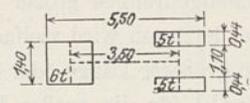
Der Brückenbau 1913, S. 82 (Menschengedränge).

R. O. Bertschinger, Breitenabmessungen, Verkehrslasten und Eigengewichte von Straßenbrücken. Berlin 1913.

G. Schaper, Eiserne Brücken 1914, S. 76 (Verkehrslasten).

Zahlentafel I.

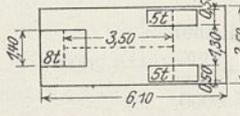
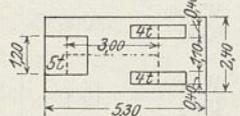
Vorschriften einiger Staaten für die Belastungsannahmen bei Straßenbrücken.

Staat	Art der Straße	Wagen				Dampfwalze		Sonstige Belastung
		Gesamtgewicht kg	Raddruck kg	Radstand Spurweite m	Länge Breite m	Gesamtgewicht kg	Abmessungen	Bemerkungen
1. Bayern.	I. Klasse. Staats- und Distriktsstraßen	Reihen von Wagen 8000	2000	$\frac{3,0}{1,3}$	$\frac{6,0}{2,4}$	20 000		Neben den Wagen- bzw. Dampfwalzenlasten ist eine Belastung von 360 kg/qm anzunehmen.
	II. Klasse. Gemeindewege und Ortsstraßen	1 Wagen 8000	2000	$\frac{3,0}{1,3}$	$\frac{6,0}{2,4}$	—	—	Wie vorstehend.
	III. Klasse. Feldwege.	1 Wagen 4000	1000	$\frac{2,5}{1,3}$	$\frac{5,0}{2,2}$	—	—	Wie vorstehend.
2. Sachsen.	Straßen mit starkem Verkehr	Mehrere Lastwagen 12 000	3000	$\frac{3,5}{1,3}$	$\frac{7,5}{2,2}$	—	Wo stärkere Belastung durch Dampfstraßenwalzen, Straßenlokomotiven oder Lastwagen von 10 t Achsdruck usw. zu erwarten steht, sind solche der Berechnung zugrunde zu legen.	Neben den Wagen- bzw. Dampfwalzenlasten ist eine Belastung von 400 kg/qm anzunehmen.
	Straßen mit mittlerem Verkehr	Mehrere Lastwagen 6000	1500	$\frac{2,6}{1,3}$	$\frac{4,6}{2,2}$	—		Wie vorstehend.
	Straßen mit schwachem Verkehr (Wirtschaftswege)	Mehrere Lastwagen 3000	750	$\frac{2,6}{1,3}$	$\frac{4,6}{2,2}$	—		Wie vorstehend.
3. Elsaß-Lothringen.	Staats-, Bezirks- und Kreisstraßen	Höchstens 3 Lastwagen neben- oder hintereinander 20 000	5000	$\frac{3,5}{1,4}$	$\frac{7,5}{3,5}$	je 20 000	Höchstens 2 Dampfwalzen. 	1 Zug bestehend aus drei der angegebenen Straßenbahnwagen. Daneben 400 kg/qm Menschengedränge. Es sollen höchstens zwei dieser verschiedenen Lastsysteme nebeneinander auf der Brücke untergebracht werden.
	Vizinal- und Kommunalwege	Je nach den örtlichen Verhältnissen, jedoch wenigstens Achslasten von 5 t.				—	—	—
4. Württemberg.	I. Klasse. Im Zuge von Straßen, welche regelmäßig mit der Dampfstraßenwalze bearbeitet werden und in der Nähe oder innerhalb verkehrsreicher Städte liegen.	—	—	—	—	1 Dampfwalze		—
	1. Spannweite < 20 m	—	—	—	—	16	—	Menschengedränge auf der Fahrbahn 500 kg/qm
	2. „ > 20 m	—	—	—	—	16	—	400 „ 500 „
	II. Klasse. Wie Klasse I, jedoch entfernt von verkehrsreichen Städten.	—	—	—	—	16	—	400 kg/qm 400 kg/qm
	1. Spannweite < 20 m	—	—	—	—	16	—	300-360 „ 360 „
	2. „ > 20 m	—	—	—	—	16	—	300-360 „ 360 „
III. Klasse. Im Zuge von Straßen, welche mit der Dampfstraßenwalze nicht bearbeitet werden und entfernt von verkehrsreichen Städten liegen.	1 Lastwagen 12 000	Vorn 2500 Hinten 3500	$\frac{3,0}{1,4}$	$\frac{6,0}{2,2}$	—	—	—	
1. Spannweite < 20 m	—	—	—	—	—	—	400 kg/qm 400 kg/qm	
2. „ > 20 m	—	—	—	—	—	—	300-360 „ 360 „	

- Zu 1. Besondere Vertragsbedingungen für die Ausführung eiserner Brücken- und Hochbaukonstruktionen der Kgl. Bayerischen Staatseisenbahnen vom 1. Januar 1912.
 „ 2. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen zu Brücken und Hochbauten der Kgl. Sächsischen Staatseisenbahnen vom Jahre 1896.
 „ 3. Bestimmungen über das Entwerfen eiserner Brücken der Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen. 1911.
 „ 4. Bestimmungen für die Berechnung und Konstruktion eiserner Straßenbrücken des Kgl. Württembergischen Ministeriums des Innern vom 16. April 1894.

(Fortsetzung umseitig.)

Zahlentafel I (Fortsetzung).

Staat	Art der Straße	Wagen				Dampfwalze		Sonstige Belastung
		Gesamtgewicht kg	Raddruck kg	Radstand Spurweite m	Länge Breite m	Gesamtgewicht kg	Abmessungen	Bemerkungen
5. Österreich	I. Klasse	12000	3000	$\frac{3,8}{1,6}$	$\frac{7,8}{2,5}$	1 Dampf- walze 18000		Daneben Menschenlast von 460 kg/qm
	II. Klasse	8000	2000	$\frac{2,8}{1,5}$	$\frac{5,4}{2,4}$	1 Dampf- walze 14000		Daneben Menschenlast von 400 kg/qm
	III. Klasse	3000	750	$\frac{2,4}{1,4}$	$\frac{4,8}{2,3}$	—	—	Daneben Menschenlast von 340 kg/qm
6. Schweiz	Hauptstraßen in Verkehrs- zentren	1 Wagen 20000	5000	$\frac{4,0}{1,6}$	$\frac{8,0}{2,5}$	—	—	Oder an Stelle des Wagens 450 kg/qm
	Nebenstraßen in Verkehrs- zentren, sowie Staatsstraßen und wichtigere Gemeindestraßen außerhalb derselben	1 Wagen 12000	3000	$\frac{3,0}{1,6}$	$\frac{6,0}{2,2}$	—	—	Oder an Stelle des Wagens 350 kg/qm
	Übrige öffentliche Straßen und Wege	6000	1500	$\frac{2,4}{1,4}$	$\frac{4,6}{2,0}$	—	—	Oder an Stelle des Wagens 250 kg/qm

Zu 5. Verordnung des österreichischen Eisenbahnministeriums, betreffend die Eisenbahnbrücken, Bahnüberbrückungen und Zufahrtsstraßenbrücken, vom 28. August 1904.

„ 6. Allgemeine Bedingungen und Technische Vorschriften für die Berechnung und Ausführung von eisernen Brücken- und Dachkonstruktionen der Schweizerischen Eisenbahnen.

selbst bei verschiedenen Stäben des gleichen Systemes bei Vernachlässigung der größten Einzellasten große Unterschiede aufweisen können.

Beachtenswert ist auch die Abstufung des Menschengedränges entsprechend der Brückenklasse. Man geht hierbei offenbar von der Erwägung aus, daß bei Brücken in Hauptstraßen oder mit großem Verkehr (Klasse I) die Wahrscheinlichkeit eines dichten Menschengedränges größer sei als bei untergeordneten Brücken. Bei letzteren wird vielfach, namentlich auf dem Lande, und bei größerer Länge oder Spannweite die erforderliche Menschenzahl für die großen Belastungen fehlen.

b) Städtische Vorschriften.

Noch verschiedener als bei den einzelnen Staaten sind die Belastungsannahmen für städtische Straßenbrücken. Die Zahlentafel II enthält die Vorschriften einiger größerer deutscher Stadtverwaltungen für die Berechnung von Straßenbrücken. Während die Annahmen für das Menschengedränge zwischen 400 und 560 kg/qm liegen, sind auch die Grundlagen für die Wagenbelastungen recht verschieden. Frankfurt legte bis vor kurzem für die Berechnung von Eisenbetonbrücken die ungewöhnlich große Last von 60 t zugrunde, München berücksichtigt nur die verhältnismäßig kleine Last von 8 t. Die meisten Städte wählen als sehr schweren Wagen einen solchen von 20 t. Außer den sehr schweren Wagen wird meist noch eine Dampfwalze in Rechnung gestellt, deren Gewicht zwischen 16 und 23 t schwankt. Auffallenderweise sind sogar die Angaben für die Gewichte der Bespannung in den verschiedenen Schriftquellen sehr verschieden. Bei

Winkler findet sich als Gewicht für zwei Lastpferde der Betrag von 0,8 t angegeben, Landsberg und Bernhard geben 1,5 t, französische Vorschriften 1,4 t an. Angestellte Nachforschungen beweisen, daß die von Winkler angegebenen Zahlenwerte zu klein sind und daß als Gewicht eines schweren Lastpferdes 700 bis 800 kg anzusehen ist.³⁾

Ebenso verschieden wie die Belastungsannahmen sind bei der Ausführung städtischer Straßenbrücken die Grundlagen für die Festsetzung der Fahrdammbreite. Da die Breite eines belasteten Wagens in der Regel 2 m bis 2,2 m beträgt und man hierzu für den Verkehr noch einen gewissen Spielraum geben muß, so sollte man als Verkehrsstreifen eines Fuhrwerkes an dem vielfach gebräuchlichen Maß von 2,5 m festhalten. Man sollte also die Fahrdammbreite von Straßenbrücken auf 2,5 m, 5 m, 7,5 m, 10 m usw. festsetzen. Ich werde in der folgenden Besprechung mich an diese Breitenmaße halten und glaube, daß dieselben auch praktisch in der Mehrzahl der Fälle durchführbar und zweckmäßig sind.

B. Die wirklichen bei Straßenbrücken vorkommenden Belastungen.

Bevor man eine Vereinheitlichung der vorstehend geschilderten sehr verschiedenen Belastungsannahmen in Vor-

3) Gewicht von Lastpferden. Vgl. Berichte über Landwirtschaft. Herausgegeben im Reichsamt des Innern, Heft 11, Jahrgang 1909, betr. Fütterungsversuche mit Pferden, S. 39. Versuche mit 45 Pferden der städtischen Straßenreinigungsanstalt in Kiel, schleswigsche Rasse. Gewichte während des Versuchs 607 bis 791 kg. — Nach Angabe der städtischen Schlachthofdirektion in Darmstadt sind Gewichte schwerer Lastpferde bis 800 kg keine Seltenheit.

Zahlentafel II.
 Belastungsannahmen für städtische Straßenbrücken.

Stadt	Menschengedränge		Sehr schwerer Wagen					Schwerer Wagen					Lasten, die neben den Wagenlasten anzunehmen sind kg/qm	Dampfwalze		
	Fahr- bahn kg/qm	Fuß- wege kg/qm	Gesamt- gewicht t	Rad- druck t	Rad- stand Spur- weite m	Länge Breite m	Be- spannung	Gesamt- gewicht t	Rad- druck t	Rad- stand Spur- weite m	Länge Breite m	Be- spannung		Gesamt- gewicht t	Abmessungen	
1. Berlin	500	500	20	5	4,00 1,50	8,00 2,60	ohne Be- spannung	—	—	—	—	—	400	21		
2. Charlottenburg	400 bei l > 30 m	500	20 + 20 vH.	5	4,00 1,50	8,00 2,90	ohne Be- spannung	12 + 20 vH.	3	3,50 1,40	7,50 2,30	ohne Be- spannung	400	23		
3. Danzig	—	500	20	5	4,50 1,40	8,50 2,30	—	—	—	—	—	—	500	23		
4. Düsseldorf	400	560 500	20	5	4,00 1,50	7,00 3,00	—	10	2,5	3,00 1,20	4,00 2,60	—	400 450	18		
5. Frankfurt a. M.	400	500	(60)	(15)	—	—	Kesselwagen	—	—	—	—	—	400	23		
6. Hamburg	450	560	25 18	6,25 4,5	4,00 1,40	7,00 2,30	Mit sechs bzw. vier Pferden bespannt	10	2,5	3,50 1,40	6,50 2,30	mit zwei Pferden bespannt	—	—	—	—
7. Köln	—	550	20 10	5 2,5	3,50 1,50	7,50 2,50	mit vier Pferden bespannt	10	2,5	3,50 1,50	7,50 2,50	—	450	23		
8. Königsberg	450	560	12	3	3,50 1,40	2,40	—	—	—	—	—	—	—	23	nach „Hütte“	
9. Leipzig	500	500	12	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	nach „Hütte“	
10. Magdeburg	500	500	10	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	450	26	—	
11. München	—	540	8 24	2 6	3,00 1,30	6,00 2,40	—	4	1	2,50 1,30	5,00 2,20	—	360 750	20		
12. Stettin	450	—	20	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13. Stuttgart	500	500	12	3	3,00 1,40	6,00 2,20	Mit vier Pferden bespannt	—	—	—	—	—	—	16		

Bemerkungen: Zu 2. Als Lastenzug ein Wagen von 20 t, die übrigen von 12 t Gesamtgewicht. — Zu 3. Für die Berechnung der Fahrbahnkonstruktionen sind die Lasten um 20 vH. zu erhöhen. — Zu 5. Kesselwagen nur für einzelne Eisenbetonbrücken. Für die Berechnung der Fahrbahnkonstruktionen sind die Lasten um 10 vH. zu erhöhen. — Zu 8. Für die Berechnung der Querträger ist eine Einzelast von 8 t anzunehmen. — Zu 10. Bei $l > 20$ m sind 8 t-Wagen in Abständen von 4 m der Berechnung zugrunde zu legen.

schlag bringen kann, muß man sich über die wirklichen heute vorkommenden Belastungen von Straßenbrücken klar werden.

a) Belastung durch Menschengedränge.

Bezüglich des Menschengedränges liegen eine Reihe von Untersuchungen und Versuche aus den letzten Jahren

vor.⁴⁾ Das Ergebnis derselben läßt sich m. E. wie folgt zusammenfassen: Ein Menschengedränge von 400 kg/qm (5 bis 6 Menschen auf 1 qm) entspricht einem Gedränge,

⁴⁾ Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1904, S. 380 u. 504; 1912, S. 185 u. 235. — Beton und Eisen 1907, S. 136. — Brückenbau 1913, S. 82.

wie es auf städtischen Bürgersteigen in Gegenden mit lebhaftem Geschäftsbetriebe vielfach vorkommt. Eine Bewegung in diesem Gedränge ist noch ohne Schwierigkeiten möglich.

Bei 500 kg/qm (7 bis 8 Menschen auf 1 qm) ist das Gedränge bereits so groß, daß ein Hindurchkommen Schwierigkeiten bereitet, bei 600 kg/qm (8 bis 9 Menschen auf 1 qm) kann man seinen Weg nur mit größter Anstrengung durch das Gedränge bahnen und bei 700 kg/qm (9 bis 10 Menschen auf 1 qm) ist das Menschengedränge so geschlossen, daß es sich nur noch in der ganzen Masse langsam vorwärts bewegen könnte.

Bei der Beurteilung der Frage, wie groß man bei Brücken das Menschengedränge annehmen soll, spielt nicht allein die Lage der Brücke, sondern auch ihre Länge eine nicht unwesentliche Rolle. Wenn man im Anschluß an verschiedene staatliche Vorschriften die Brücken in drei Klassen einteilt, etwa nach folgendem Maßstab:

- Klasse I: Haupt- und Staatsstraßen,
- „ II: Verbindungsstraßen,
- „ III: Nebenstraßen und Feldwege,

so kann man eine gewisse Abstufung des Menschengedränges schon diesen Klassen entsprechend vornehmen.

Ich halte eine Belastung von Brücken der Klasse I mit 500 kg/qm für ausreichend, da die größeren Belastungen auf der ganzen Brückenfläche nur ausnahmsweise vorkommen, dann aber kaum gleichzeitig mit der ungünstigsten Fahrdammbelastung zusammentreffen werden. Eine Erhöhung der zulässigen Beanspruchung einzelner Stäbe durch ruhende Last in solchen Ausnahmefällen ist sehr wohl zulässig, besonders im Hinblick auf die andernfalls erforderlichen unwirtschaftlichen Mehrkosten des Bauwerkes.

Aber auch die Spannweite der Brücke wird von Einfluß bei der Festsetzung der Einheitsbelastung durch Menschengedränge sein. Je größer die Brücke ist, desto unwahrscheinlicher ist es, daß die entsprechend große Anzahl von Menschen auf der Brücke sich zusammenfindet, und ferner, daß gleichzeitig die ungünstigste Belastung der einzelnen Stäbe eintritt. Bei größeren Spannweiten spielt auch die Belastung durch Menschengedränge gegenüber dem Eigengewicht eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle. Es wird also bei größeren Brücken eine gegenüber den Rechnungsgrundlagen einmal vorkommende größere Menschenbelastung hinsichtlich der Erhöhung der Spannung keinen so großen Einfluß haben wie bei kleineren Brücken. Auch aus diesem Grunde scheint eine Abnahme der Menschenbelastung bei Zunahme der Spannweite zulässig zu sein.

b) Belastung durch Wagen.

Man kann folgende drei Arten von Lastwagen unterscheiden:

	Achs- last t	Rad- stand m	Ganze Länge m	Spur- weite m	Lade- breite m
Sehr schwere Last- wagen	8—12	3,5—4,5	6,5—8,5	1,4—1,6	2,4—2,6
Schwere Lastwagen	4—8	2,5—3,5	5,0—7,5	1,3—1,5	2,3—2,5
Leichte Lastwagen	1,5—4	2,3—3,0	4,0—6,0	1,2—1,4	2,2—2,4

Als normale Arten für die Berechnung von Straßenbrücken möchte ich in Anlehnung an die von Winkler vorgeschlagenen Wagen die nachfolgenden zugrunde legen (Abb. 1):

1. Wagen von 20 t Gewicht mit je 10 t Achslast, 4,5 m Radstand und 8,5 m gesamter Länge, bezeichnet mit **W. 20**.
2. Wagen von 12 t Gesamtgewicht mit je 6 t Achslast, 3,5 m Radstand und 7 m Gesamtlänge, bezeichnet mit **W. 12**.
3. Wagen von 6 t Gesamtgewicht mit je 3 t Achslast, 2,5 m Radstand und 4,5 m Gesamtlänge, bezeichnet mit **W. 6**.

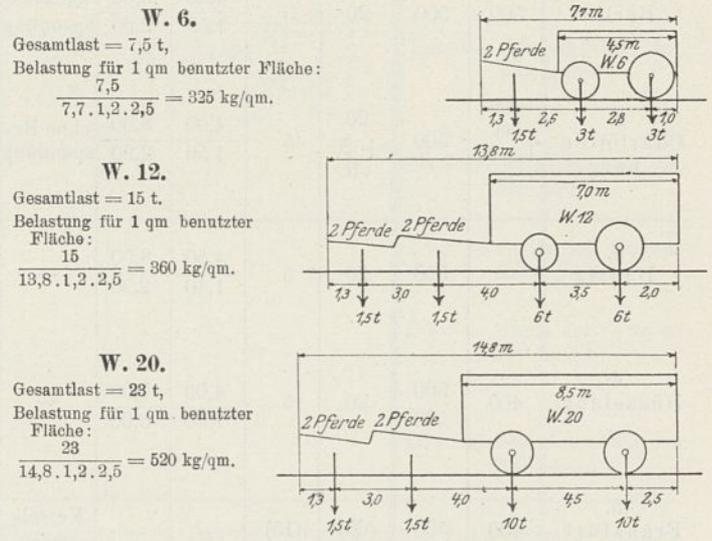


Abb. 1. Normale Wagenbelastung.
Breite der Wagen = 2,3 m, Spurweite 1,5 m.

Bei der Belastung von Brücken mit sehr schweren Wagen von 20 t ist zu beachten, daß derartig ungewöhnlich schwere Fahrten der vorherigen polizeilichen Genehmigung bedürfen, welche meist von der Übernahme besonderer Verpflichtungen (Ersatz etwa entstehender Schäden an Straßen und Brücken, Verstärkung zu schwacher Brücken, Einhaltung besonderer Straßenzüge, Ausführung der Fahrt bei Nacht usw.) abhängig gemacht wird. Beispielsweise bestimmt die Straßenordnung für den Stadtkreis Charlottenburg vom 31. Oktober 1902 in § 10 und 11 folgendes:

§ 10. Die Ladung eines Fuhrwerkes darf nicht mehr als 2,50 m Breite und von der Erde gerechnet 3,70 m Höhe haben. Das Gewicht der Ladung und des Fuhrwerkes zusammen darf 6000 kg nicht übersteigen.

§ 11. Die Beförderung unteilbarer Lasten von größeren Abmessungen und größerem Gewicht ist nur nach Genehmigung der Polizeidirektion gestattet.

Bei solchen Überführungen ist nicht anzunehmen, daß gleichzeitig auf der Brücke mehrere sehr schwere Lasten sich befinden. Es ist also auch nicht nötig, wie es mitunter bei der Berechnung von Brücken geschieht, mehrere sehr schwere Wagen von 20 t auf der Brücke aufzustellen. Außer einem 20 t-Wagen wird man also nur noch eine größere

Anzahl 12 t- oder 6 t-Wagen auf der Fahrbahn annehmen dürfen. Berücksichtigt man das Gewicht der Bespannung für ein schweres Lastpferd mit 750 kg, so ergibt sich als Ersatzlast auf der benutzten Fläche des 12 t-

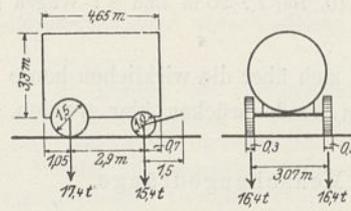
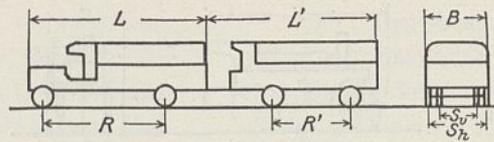


Abb. 2. Kesselförderwagen der Firma Lanz, Mannheim.

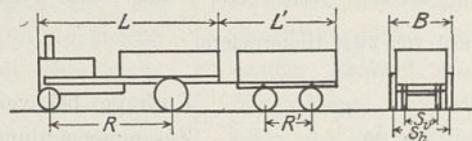
Zahlentafel III.

Gewichte und Abmessungen von Kraftlastwagen und Dampflastwagen.



Kraftlastwagen.

Nr.	Firma	Abmessungen in m					Eigen-gewicht kg	Nutz-last kg	Gesamt-gewicht kg	Achsendrücke		Be-deckte Fläche qm	Gewicht für 1 qm be-deckte Fläche kg	Belastung für 1 qm benutzte Fahr-bahn-fläche	
		L	B	R	S _v	S _h				Vorder-achse	Hinter-achse			Fläche = 2,5 · 1,2 · L in qm	Belastung für 1 qm in kg
1	Adlerwerke, Frankfurt a. M.	4,70	1,80	3,40	1,60	1,60	3000	3500	6500	1500	5000	8,45	770	14,2	460
2	Benzwerke, Gaggenau	6,69	2,00	4,45	1,623	1,685	4000	5000	9000	2160	6840	13,38	673	20,0	450
3	Büsing, Braunschweig	6,60	2,10	4,34	1,52	1,52	4000	5000	9000	2600	6400	13,85	650	19,85	450
		5,40	2,10	2,50	1,52	1,52	2500	5000	7500	3750	3750	11,32	662	16,2	460
4	Daimlerwerke, Berlin	6,55	2,00	4,30	1,46	1,54	4000	5000	9000	2300	6700	13,10	686	19,6	460
5	Fahrzeugfabrik, Eisenach	6,20	1,96	4,25	1,60	1,60	3900	6000	9900	1920	7920	12,07	820	18,6	530
6	Nationale Auto-mobil-Gesell-schaft, Berlin	6,80	2,00	4,5	1,55	1,70	3400	5400	8800	2900	5900	13,6	650	20,4	430



Dampflastwagen.

Nr.	Firma	Abmessungen in m					Eigen-gewicht kg	Nutz-last kg	Gesamt-gewicht kg	Achsendrücke		Be-deckte Fläche qm	Gewicht für 1 qm be-deckte Fläche kg	Belastung für 1 qm benutzte Fahr-bahn-fläche	
		L	B	R	S _v	S _h				Vorder-achse	Hinter-achse			Fläche = 2,5 · 1,2 · L in qm	Belastung für 1 qm in kg
7	Schwefringshaus, Düsseldorf	7,00	2,00	4,10	1,25	1,75	—	—	10000	2500	7500	14,00	720	21,00	475
8	Lamprecht, Jauer	5,80	1,90	3,86	1,275	1,56	5000	5000	10000	4250	5750	11,00	910	17,40	575
		3,80	1,90	1,40	1,56	1,56	2000	5000	7000	3000	4000	7,22	972	11,40	610

Bemerkungen: Zu 3. Anhängewagen. — Zu 5. Die gesetzlichen Vorschriften sind überschritten. — Zu 7. Anhängewagen.

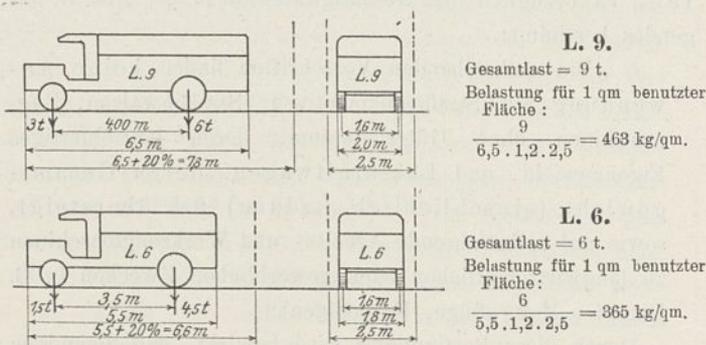


Abb. 3. Normale Kraftlastwagen für die Belastung von Straßenbrücken.

Wagens = 360 kg/qm, und auf derjenigen des 6t-Wagens = 325 kg/qm (vgl. Abb. 1). Beide Werte sind kleiner als das in Rücksicht zu ziehende Menschengedränge (400 bis 500 kg/qm). Das letztere wird also für den nicht durch die größten Einzellasten in Anspruch genommenen Teil der Fahrbahn maßgebend sein.

Unter Umständen kommen allerdings bei Beförderung von Kesseln oder Maschinen noch größere Lasten als 20 t

vor. Nach einer Angabe der Maschinenfabrik R. Wolf A.-G. in Magdeburg-Buckau war ihr schwerster Versand folgender:

- 1 Lokomobile im Gewicht von 27000 kg befördert auf einem Rollwagen mit Eigengewicht von 8550 „ zusammen 35550 kg.

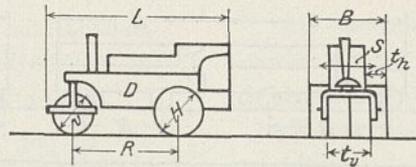
- Die Abmessungen des Rollwagens waren:
Radstand 4,05 m
Spurweite (außen) 2,34 „
Raddurchmesser 1,0/1,13 m
Felgenbreite 0,26 m.

Die schwerste Lastabfuhr der Firma H. Lanz in Mannheim betrug 32800 kg einschl. des 5800 kg schweren Förderwagens. Die Abmessungen des letzteren sind aus der Abb. 2 zu ersehen. Bei dem verhältnismäßig kurzen Radstand von 2,9 m entfallen auf die Vorderachse 15,4 t und auf die Hinterachse 17,4 t.

Derartige Belastungen allgemein bei der Berechnung städtischer Brücken zugrunde zu legen, wie es mitunter geschehen ist, scheint weder notwendig, noch wirtschaftlich. Meist wird sich durch entsprechende Gestaltung des Förder-

Zahlentafel IV.

Gewichte und Abmessungen von Straßen-
dampfwalzen.



Nr.	Firma	Dienstgewicht in kg			Abmessungen in m								Bedeckte Fläche $L \times B$ in qm	Gewicht auf 1 qm kg
		Gesamtgewicht kg	Vorderad kg	Ein Hinterrad*) kg	L	B	R	V	H	t_v	t_h	S		
1	Maschinenbaugesellschaft Heilbronn	11 000	3600	3700	4,96	1,90	3,10	—	—	1,21	0,40	1,50	9,4	1170
		15 500	5700	4900	5,16	2,04	3,25	1,20	1,68	1,28	0,43	1,61	10,5	1480
		19 000	7000	6000	5,40	2,14	3,39	1,30	1,73	1,34	0,45	1,69	11,55	1645
2	Maschinenfabrik Eßlingen	18 000	7500	5250	5,35	2,27	3,60	1,28	1,85	1,33	0,52	1,75	12,15	1480
3	Maschinenfabrik Eßlingen u. H. Kuhn-Stuttgart	12 000	4400	3800	5,10	1,88	3,14	—	—	1,17	0,40	1,48	9,6	1250
		15 500	5750	4875	5,50	2,06	3,46	—	—	1,31	0,44	1,62	11,3	1370
		18 000	6600	5700	5,70	2,10	3,60	—	—	1,45	0,46	1,64	12,0	1500
4	Maschinenfabrik Rutmeyer, Soest	15 000	5500	4750	5,60	2,04	3,36	—	—	1,30	0,48	1,56	11,4	1320
		19 000	700	6000	6,00	2,30	3,65	—	—	1,40	0,51	1,79	13,6	1400
5	John Fowler u. Ko., Magdeburg	18 000	—	—	6,65	2,30	3,63	1,43	1,72	1,42	0,50	1,80	15,3	1175
6	(Dampfflug) John Fowler u. Ko., Magdeburg		Vorderachse	Hinterachse										
		26 000	9000	17000	7,50	2,77	4,60	1,68	2,14	2×0,406	2×0,61	—	20,8	1250

*) Auf die Hinterachse entfällt das Gewicht von zwei Hinterrädern.

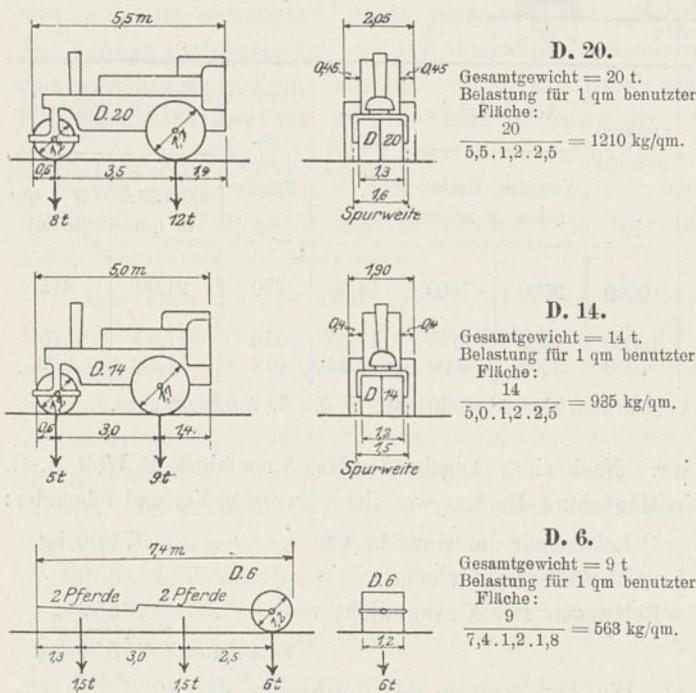


Abb. 4. Normale Straßenwalzen für die Belastung von Straßenbrücken.

wagens (Vermehrung der Achsen) die Achslast auf das für Brücken zulässige Maß herabmindern lassen, oder es wird ausnahmsweise für eine oder mehrere Brücken, welche durch derartige Lasten öfter befahren werden, eine entsprechende Verstärkung auf Kosten der Beteiligten vorzunehmen sein.

c) Belastung durch Kraftwagen.

Mit Rücksicht auf den in den letzten Jahrzehnten entwickelten Kraftwagenverkehr ist noch die Frage zu prüfen, ob an Stelle der sehr schweren, mit Pferden bespannten Wagen nicht Kraftwagenlasten zu setzen sind. Eine

Umfrage bei verschiedenen Kraftwagenfabriken hat zu der Zusammenstellung in Zahlentafel III geführt.

Aus dieser Zahlentafel III (S. 85/86) geht hervor, daß die schwersten Kraftwagen etwa 9 t Gesamtlast aufweisen, von denen 6 t auf die Hinterachse und 3 t auf die Vorderachse entfallen. Im Verkehr befinden sich aber auch viele Lastwagen, deren Gewicht etwa 6 t beträgt, von denen 4,5 t auf die Hinterachse und 1,5 t auf die Vorderachse entfallen. Größere Lasten bei Kraftwagen werden verhältnismäßig selten sein, da die Achsbelastungen durch die gesetzlichen Bestimmungen festgelegt sind. In der Bundesratsverordnung über den Verkehr mit Kraftfahrzeugen vom 3. Februar 1910, ergänzt durch die Bundesratsverordnung vom 21. Juli 1913, ist bezüglich des Gesamtgewichtes in § 2 Abs. 3 folgendes bestimmt:

„Die nachstehenden Vorschriften finden keine Anwendung auf Straßenlokomotiven, Straßenwalzen, Zugmaschinen ohne Güterladerraum, deren betriebfertiges Eigengewicht, und Lastkraftwagen, deren Gesamtgewicht (einschließlich Ladung) 9 t übersteigt, sowie auf selbstfahrende Arbeits- und Werkzeugmaschinen zu landwirtschaftlichen oder gewerblichen Zwecken (z. B. Dampf-, Motorpflüge, Motorsägen).“

Durch diese Bestimmung wird bewirkt, daß diejenigen Lastkraftwagen, welche sich frei unter dem Schutze der gesetzlichen Bestimmungen bewegen wollen, keine Gesamtlast größer als 9 t aufweisen dürfen, und es zeigt sich auch aus der Zahlentafel, daß die Fabriken dementsprechend in der Regel keine Lastwagen bauen, die dieses Gewicht überschreiten.

Die erwähnte Bundesratsverordnung setzt auch die größte Achslast für Lastkraftwagen in § 4 im Schlußsatz fest:

„Bei einem Kraftfahrzeug in beladenem Zustand darf der Druck auf eine Achse 6 t und auf 1 cm Felgenbreite — Basis der Gummireifen — 150 kg nicht überschreiten.“

Für die Belastung von Brücken wird es nötig sein, Normal-Kraftwagen einzuführen, welche ungefähr die gleichen Beanspruchungen wie die ausgeführten Arten erzeugen und welche für die Berechnung abgerundete Achslasten, Radstände und Spurweiten aufweisen. Ich möchte in Würdigung der mitgeteilten Angaben über Kraftlastwagen zwei Arten als Normalien für die Brückenbelastung in Vorschlag bringen, nämlich einen Kraftlastwagen von 9 t Gesamtgewicht, wovon 6 t auf die Hinterachse und 3 t auf die Vorderachse entfallen, und ferner einen Kraftwagen von 6 t Gesamtgewicht, wovon 4,5 t auf die Hinterachse und 1,5 t auf die Vorderachse entfallen (vgl. Abb. 3). Als Bezeichnung für diese Kraftwagen schlage ich **L. 9** für den ersteren und **L. 6** für den letzteren vor.

Es wäre noch die Frage zu entscheiden, ob man eine Brücke mit einem Lastenzug von Kraftwagen schwerster Gewichte hintereinander und nebeneinander belasten soll und wie groß in diesem Falle das entsprechende gleichmäßig verteilte Gewicht ist. In der Zahlentafel III sind zu dem Zwecke zu den wirklichen Längen der Kraftwagen als Verkehrsabstand noch 20 vH. zugeschlagen. Die in Anspruch genommene Breite ist durchweg mit 2,5 m zugrunde gelegt. Die entsprechenden Ersatzlasten betragen 430 bis 530 kg/qm. Für den Normal-Kraftwagen L 9 ergibt sich eine entsprechende gleichmäßig verteilte Belastung von 463 kg/qm und für den Normal-Kraftwagen L 6 eine solche von 365 kg/qm (vgl. Abb. 3). Nimmt man demnach an, daß auf einer Brücke gleichzeitig sich eine große Anzahl Kraftwagen der verschiedenen Gattungen gemischt befinden, so wird die Belastung im Durchschnitt für 1 qm 400 bis 450 kg betragen. Es wird also auch in diesem Falle genügen, außer einer beschränkten Lastengruppe von Einzellasten eine gleichmäßig verteilte Belastung entsprechend dem Menschengedrange auf der Fahrbahn zugrunde zu legen.

d) Belastung durch Straßenwalzen.

Eine Anfrage bei verschiedenen Firmen, welche Dampfwalzen herstellen, führte zu dem Ergebnis der Zahlentafel IV.

Daraus geht hervor, daß die wirklichen Gewichte der Dampfwalzen zwischen 11 t und 19 t schwanken. Bei vielen Stadtverwaltungen und Staatsverwaltungen wird bei der Berechnung von Brücken mit einer Dampfwalze von 23 t Gesamtgewicht und 2,75 m Radstand gerechnet. Diese Dampfwalze ergibt sehr ungünstige Beanspruchungen, kommt aber — wie aus der Tafel zu ersehen ist — in Wirklichkeit gar nicht vor. Auf Grund welcher Erwägungen seinerzeit eine derartige Dampfwalze in die Berechnungen eingeführt worden ist, konnte ich nicht feststellen. Ich möchte daher empfehlen, auf Grund der tatsächlich ausgeführten Straßenwalzen folgende drei Arten in Zukunft bei der Berechnung der Brücken zugrunde zu legen:

1. Eine schwere Dampfwalze von 20 t Gesamtgewicht, wovon 8 t auf die Vorderachse und 12 t auf die Hinterachse entfallen. Diese Dampfwalze soll mit **D. 20** bezeichnet werden.

2. Eine mittelschwere Dampfwalze von 14 t Gesamtgewicht, wovon 5 t auf die Vorderachse und 9 t auf die Hinterachse entfallen. Diese Dampfwalze soll mit **D. 14** bezeichnet werden.

3. Eine Pferdewalze von 6 t Gesamtgewicht, bespannt mit 4 Pferden von je 0,75 t Gewicht und bezeichnet mit **D. 6**.

Die Abmessungen dieser Normal-Straßenwalzen gehen aus Abb. 4 hervor.

Die Gewichte der Vorderräder dieser Straßenwalzen sind größer, als die meist für die Berechnung in Betracht gezogenen größten Raddrucke von Lastfuhrwerken. Außerdem ist ihr Radstand verhältnismäßig klein. Für die Berechnung der ungünstigsten Einzellasten wird es daher meist ausreichen, nur die Normal-Straßenwalzen zu berücksichtigen und von der Belastung durch die Raddrucke schwerer Wagen abzusehen.

e) Belastung durch Straßenbahnen.

Die Belastung der Straßenbrücken durch Straßenbahnen ist entsprechend den Betriebsmitteln der verschiedenen Verwaltungen sehr verschieden. Die nachfolgende Zahlentafel V ergibt eine Zusammenstellung der Abmessungen und Gewichte der Straßenbahnwagen verschiedener Städte.

Bei der Belastung von Straßenbrücken wird es genügen, zu der Gruppe schwerster Fuhrwerke einen schwersten Motorwagen auf jedem Gleis hinzuzufügen und im übrigen die Gleisfläche mit gleichmäßig verteilter Last auf 2,5 m Breite zu belasten. Bei Berechnung dieser Ersatzlast wird man zwischen den einzelnen Wagen einen gewissen Spielraum annehmen dürfen, der sich aus betriebstechnischen Gründen ergibt. Rechnet man diesen Zwischenraum zu 20 vH. der Wagenlänge, so ergibt sich für die verschiedenen Wagenarten aus der Zahlentafel V eine Belastung für 1 qm in Anspruch genommener Grundfläche von 500 bis 600 kg/qm, wenn man von den Belastungen durch Schnell- und Vorortbahnen (Köln und Düsseldorf) absieht.

Bei Brücken mit einem Straßenbahngleis wird man als Ersatz für die Einzellasten mit den auf den Verkehrstreifen entfallenden gleichmäßig verteilten Lasten rechnen können, wie sie sich aus den Gewichten der Betriebsmittel ergeben, z. B. für Berlin mit 490 kg/qm und für München mit 570 kg/qm (vgl. Zahlentafel V).

Bei Brücken mit zwei Straßenbahngleisen wird der Fall, daß auf der Brücke die schwersten Wagen voll besetzt in unbegrenzter Zahl hintereinander stehen und zwar in beiden Verkehrsrichtungen so selten, wenn nicht ausgeschlossen sein, daß man mit demselben nicht zu rechnen braucht. Es genügt in diesem Falle zu der ungünstigsten Belastungsgruppe durch Fuhrwerke oder Dampfwalze auf jedem Gleis noch einen sehr schweren Wagen der Straßenbahn in ungünstigster Stellung aufzustellen und im übrigen die Gleisfläche und den Fahrdamm mit gleichmäßig verteilter Belastung (Menschengedrange) zu belasten.

f) Belastung durch Schnee und durch Militärtransporte.

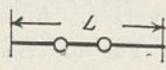
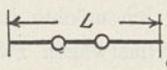
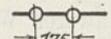
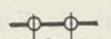
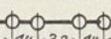
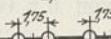
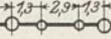
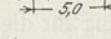
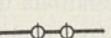
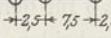
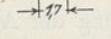
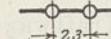
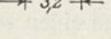
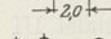
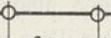
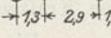
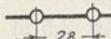
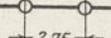
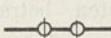
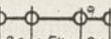
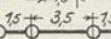
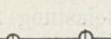
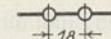
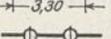
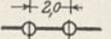
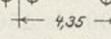
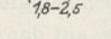
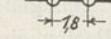
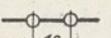
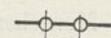
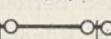
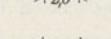
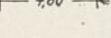
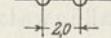
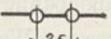
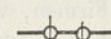
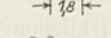
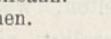
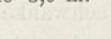
Die Schneebelastung spielt bei der Berechnung von Brücken insofern keine große Rolle, als nicht zu erwarten ist, daß die ungünstigste Verkehrslast gleichzeitig mit der größten Schneelast zusammentrifft.

Bezeichnet p in kg/qm die Schneebelastungszahl, h die Meereshöhe der Brücke über N.N., so kann man nach Schaller⁵⁾ setzen:

$$1) \dots \dots \dots p = 70 \left(1 + \frac{h}{500} \right)$$

5) Vgl. Beton und Eisen 1909, S. 285.

Zahlentafel V.
Abmessungen und Gewichte städtischer Straßenbahnwagen.

Nr.	Stadt		Gesamtgewicht t	Gesamtlänge L m	Breite B m	L+20 vH. m	Benutzte Fahr- bahn- fläche = 2,5 · 1,2 · L qm	Be- lastung für 1qm be- nutzte Fahr- bahn- fläche kg/qm	Nr.	Stadt		Gesamtgewicht t	Gesamtlänge L m	Breite B m	L+20 vH. m	Be- nutzte Fahr- bahn- fläche = 2,5 · 1,2 · L qm	Be- lastung für 1qm be- nutzte Fahr- bahn- fläche kg/qm
1	Berlin		10,52	9,28	2,15	11,10	27,9	380	9	Köln		12,55	9,35	—	11,20	28,0	450
			15,94	10,80	2,15	13,00	32,5	490				19,85	11,85	—	14,22	35,55	560
			15,77	11,70	2,15	14,00	35,0	450				48,0	17,50	2,70	21,00	63,0	760 ¹⁾
2	Danzig		10,8	8,70	2,00	10,40	26,1	415	10	Königs- berg		32,0	17,50	2,70	21,00	63,0	510 ¹⁾
			10,8	8,70	2,00	10,40	26,1	415				13,2	8,85	2,05	10,60	26,5	500
3	Darmstadt		20,6	11,01	2,10	13,20	33,1	620	11	Leipzig		13,05	8,51	2,15	10,20	25,5	512
			12,5	11,01	2,10	13,20	33,1	380				17,92	11,44	—	13,70	34,20	525
4	Dresden		16,0	9,54	2,15	11,40	28,6	560	12	Ludwigs- hafen		13,50	9,90	—	11,90	29,8	460
			16,0	9,54	2,15	11,40	28,6	560				13,0	8,50	2,20	10,20	25,5	510
5	Düsseldorf		15,36	10,25	2,20	12,30	30,70	500	13	Magde- burg		16,0	—	—	—	—	— ⁴⁾
			28,0	13,43	2,30	16,10	40,5	690 ⁴⁾				12,0	8,30	2,02	10,00	25,00	480
6	Frankfurt a. M.		20,55	10,82	—	13,00	32,5	630	14	Metz		12,0	8,30	2,02	10,00	25,00	480
			13,88	10,82	—	13,00	32,5	430				18,5	10,82	—	13,00	32,50	570
			17,20	6,84	—	8,20	20,5	840 ²⁾				9,4	8,52	—	10,20	25,6	367
			12,55	8,80	—	10,60	26,5	475				12,35	8,85	2,10	10,60	26,5	470
7	Hamburg		12,00	—	—	—	—	—	15	München		9,4	8,52	—	10,20	25,6	367
			16,00	9,55	—	11,50	28,7	560				12,35	8,85	2,10	10,6	26,5	280
8	Karlsruhe		14,25	9,53	—	11,50	28,7	495	16	Stettin		12,35	8,85	2,10	10,60	26,5	470
			11,50	8,90	—	10,70	26,8	430				7,5	8,85	2,10	10,6	26,5	280
			12,15	8,20	2,20	9,90	24,8	490	17	Straßburg		12,15	8,20	2,20	9,90	24,8	490
			11,0	8,05	—	9,70	24,30	450				11,0	8,05	—	9,70	24,30	450

1) Schnellbahn. 2) Motorsprengwagen. 3) Schnellbahn mit Verkehrsbreite 3,0 m. 4) Später ist auf Akkumulatorenwagen Rücksicht zu nehmen.

Für Meereshöhen bis 200 m genügt es, mit dem üblichen Wert von 75 kg/qm zu rechnen, was einer Schneehöhe von etwa 0,6 m entspricht. Bei einer derartigen Schneebelastung ist aber ein großer und schwerer Verkehr auf der Brücke ausgeschlossen. Man kann annehmen, daß die größten Nutzlasten für 1 qm Fläche in diesem Falle um den Betrag der Schneebelastung kleiner sind, so daß diese bei der Berechnung von Straßenbrücken nicht in Betracht zu ziehen ist.

Es wurde ferner noch die Frage geprüft, ob nicht bei Militärtransporten größere Belastungen der Straßenbrücken zu erwarten sind. Anfragen bei den zuständigen Militärbehörden und Vergleiche mit wirklichen Lasten von Feld- und Festungsgeschützen und von Truppenverbänden haben jedoch ergeben, daß diese Belastungen geringere Beanspruchungen sämtlicher Brückenteile hervorrufen als die vorher besprochenen Belastungen. Es kann also bei der Berechnung von Brücken auch auf die besondere Berücksichtigung militärischer Transporte verzichtet werden.

C. Vorschläge für einheitliche Belastungsannahmen von Straßenbrücken.

Auf Grund der vorstehenden Mitteilungen und Erwägungen möchte ich zunächst in Vorschlag bringen, bei der Berechnung der Straßenbrücken diese allgemein in drei Klassen einzuteilen und entsprechend der Klasseneinteilung verschiedene Belastungen zugrunde zu legen. Zugunsten möglichst einfacher Belastungsgrundlagen werde ich die zu berücksichtigenden Einzellasten in Gruppen zusammenfassen, und deren Gewicht der Klasse der Brücke entsprechend abstufen. Jede Lastengruppe enthält drei schwere Lasten in geeigneter Zusammenstellung mit Menschengedränge, so daß weitere Einzellasten bei der Berechnung nicht zu berücksichtigen sind. Um die Aufstellung der Lastengruppe zu vereinfachen und dabei möglichst ungünstig zu gestalten, wurde auf die gewöhnliche Fahrtrichtung (Rechtsfahren) keine Rücksicht genommen. Es kann auch ausnahmsweise eine Belastung der ganzen Fahrdammbreite mit Fahrzeugen in einer Fahrtrichtung vorkommen. Die Einzellasten der Gruppen

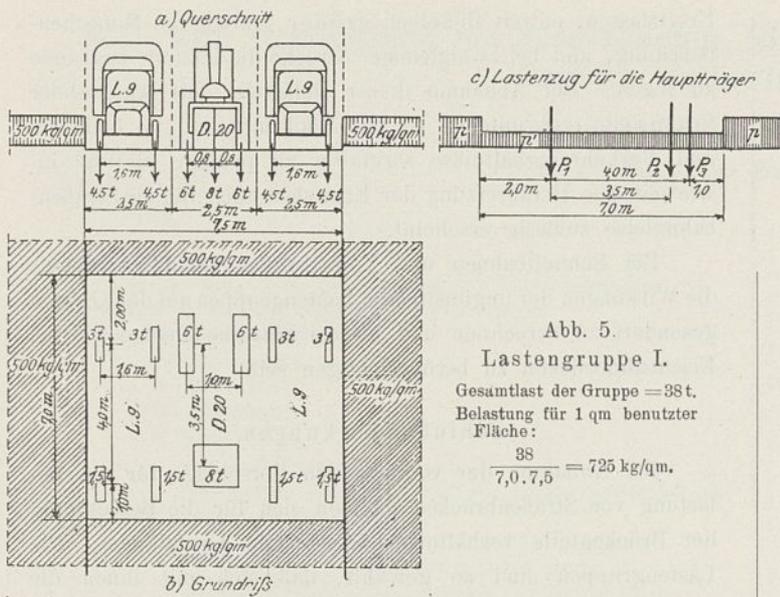


Abb. 5.
Lastengruppe I.

Gesamtlast der Gruppe = 38 t.
Belastung für 1 qm benutzter Fläche:
 $\frac{38}{7,0 \cdot 7,5} = 725 \text{ kg/qm.}$

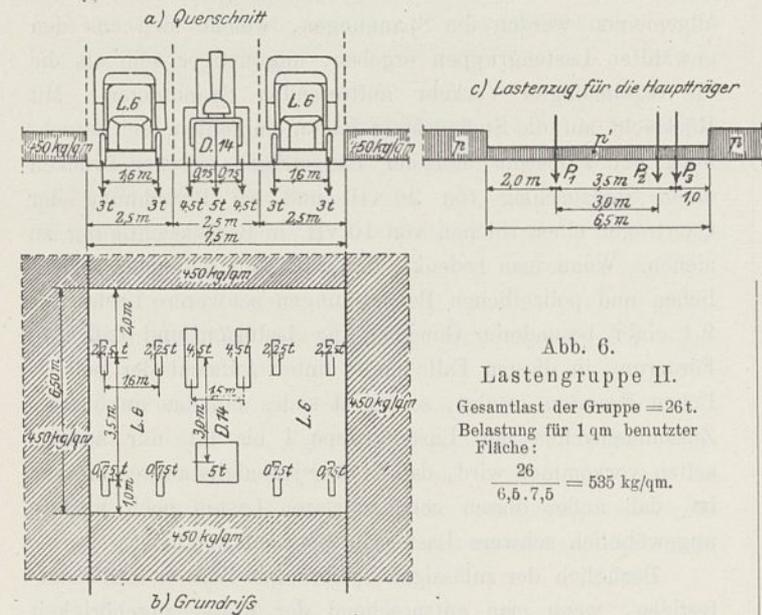


Abb. 6.
Lastengruppe II.

Gesamtlast der Gruppe = 26 t.
Belastung für 1 qm benutzter Fläche:
 $\frac{26}{6,5 \cdot 7,5} = 535 \text{ kg/qm.}$

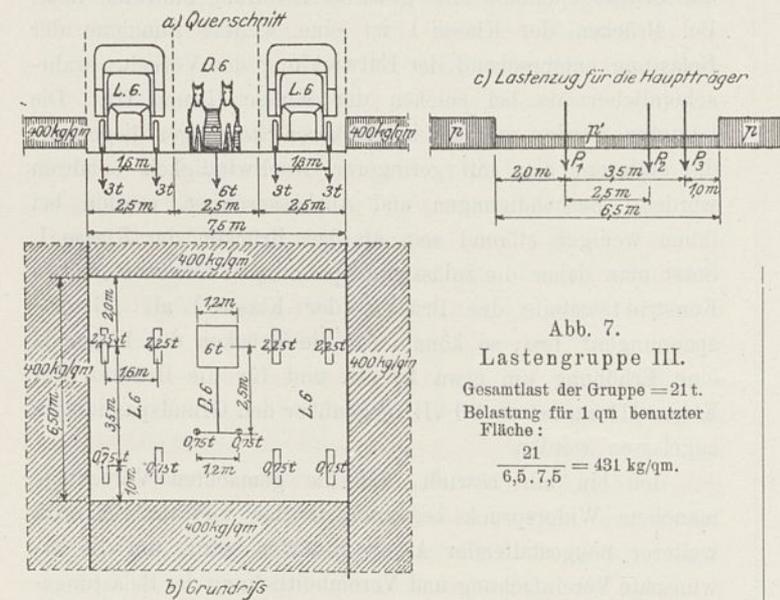


Abb. 7.
Lastengruppe III.

Gesamtlast der Gruppe = 21 t.
Belastung für 1 qm benutzter Fläche:
 $\frac{21}{6,5 \cdot 7,5} = 431 \text{ kg/qm.}$

bestehen aus einer Straßenwalze und zwei Kraftlastwagen; auf die meist gebräuchlichen Lastwagen konnte verzichtet werden, da die Straßenwalzen größere Einzellasten aufweisen und bei den Kraftlastwagen infolge ihrer Bauart

der größere Teil des Gesamtgewichtes auf die Hinterachse entfällt, wodurch sie ungünstiger wirken als gleich schwere Lastwagen mit zwei gleichen Achslasten.

Die Belastung von Brücken durch Straßen- oder Schnellbahnen wird besonders behandelt.

a) Belastungsannahmen für die Brücken der Klasse I. Staats- und Hauptstraßen.

Zu dieser Klasse werden alle Brücken gerechnet, die in Hauptverkehrsstraßen mit mäßiger Steigung liegen, und alle solche Brücken, die Industriegebiete mit schwerem Lastverkehr in Verbindung mit Haupt- und Staatsstraßen bringen. Für die Brücken der Klasse I schlage ich als Belastungsschema die Lastengruppe I vor (Abb. 5). Diese Lastengruppe besteht aus einer sehr schweren Dampfwalze D 20 und zwei schweren Kraftlastwagen L 9. Diese drei Lasten werden für die Berechnung der Fahrbahn in ungünstigster Stellung nebeneinander oder hintereinander angeordnet. Die von jeder Last in Anspruch genommene Breite beträgt 2,5 m. Die von der Lastengruppe bei Berechnung der Quer- und Hauptträger in Anspruch genommene Länge beträgt 7 m. Vor und hinter der Lastengruppe und zu ihren beiden Seiten wird die übrige Brückenfläche gleichmäßig verteilt mit Menschengedränge von 500 kg/qm belastet. Für die Berechnung der Hauptträger sind die drei Lasten in ungünstigster Stellung anzunehmen, also die Straßenwalze zunächst dem zu berechnenden Hauptträger aufzustellen. Hiernach ergibt sich ein Lastenzug (c in Abb. 5), der auf 7 m Länge aus drei Einzellasten und einer gleichmäßig verteilten Last p' und vor und hinter dieser Strecke aus einer gleichmäßig verteilten Last p besteht. Mit diesem Lastenzug wären alle Brücken bis etwa 100 m Spannweite zu berechnen. Darüber hinaus spielen für die Berechnung der Hauptträger die Einzellasten keine große Rolle mehr, und diese könnten ebenfalls durch eine gleichmäßig verteilte Last von 500 kg/qm ersetzt werden.

Sind auf der Fahrbahn der Brücke weniger als drei Verkehrsstreifen vorhanden, so werden die leichteren Einzellasten der Gruppe weggelassen; sind mehr als drei Verkehrsstreifen möglich, so sind noch so viel Kraftwagen L 9 neben der Gruppe aufzustellen, als Platz finden.

Die Menschenbelastung von 500 kg/qm kann bei zunehmender Länge der Brücke vermindert werden, und zwar nach Maßgabe der nachfolgenden Zahlentafel:

Zahlentafel VI.
Menschenbelastung für 1 qm Brückenfläche in kg/qm.

Länge der Brücke in m	Klasse		
	I	II	III
0 — 50	500	450	400
50 — 100	450	400	350
100 — 200	400	350	300
200 — 300	350	300	275
300 — 400	325	275	250
400 — 500	300	250	225
500 — 750	275	225	200
750 — 1000	250	200	200

Ob und inwieweit eine Abnahme der Ersatzlasten für Lastwagen und Kraftwagen unter 300 kg/qm mit wachsender Spannweite zulässig ist, wäre auf Grund der örtlichen und der Verkehrsverhältnisse von Fall zu Fall zu prüfen.

b) Belastungsannahmen für die Brücken der Klasse II.
Verbindungsstraßen.

Zu Klasse II wären alle Brücken zu rechnen, welche in wichtigen Verbindungsstraßen liegen, d. h. in Straßen, welche Hauptstraßen miteinander verbinden oder Ortschaften und Industriegebiete an Hauptstraßen anschließen. Als Belastungsschema für diese Brücke schlage ich die Lastengruppe II vor (Abb. 6).

Diese Lastengruppe besteht aus einer schweren Dampfwalze D 14 und zwei schweren Kraftwagen L 6. Diese drei Lasten werden für die Berechnung der Fahrbahn und der Hauptträger in ungünstigster Stellung nebeneinander oder hintereinander angeordnet und der übrige Teil der Fahrbahn und der Bürgersteige mit gleichmäßig verteilter Belastung durch Menschengedränge von 450 kg/qm belastet. Für die Belastung der Hauptträger ergibt sich dann ein Lastenzug, bestehend auf eine Länge von 6,5 m aus drei Einzellasten und einer gleichmäßig verteilten Last p' und davor und dahinter aus einer gleichmäßig verteilten Last p . Bei mehr oder weniger als drei Verkehrsstreifen der Brückenfahrbahn wird ähnlich wie bei Klasse I verfahren. Die gleichmäßig verteilte Menschenbelastung von 450 kg/qm könnte bei größerer Spannweite entsprechend der vorstehenden Zahlentafel VI abgestuft werden.

Für die Ersatzlasten der Fahrzeuge gelten die Bemerkungen unter a.

c) Belastungsannahmen für die Brücken der Klasse III.
Nebenstraßen und Feldwege.

Zu den Brücken der Klasse III gehören alle Nebenstraßen und Wohnstraßen, die Wohnviertel mit den Verbindungs- und Hauptstraßen verbinden, sowie alle Feldwege. Als Belastungsschema für diese Brücken bringe ich in Vorschlag Lastengruppe III (Abb. 7), bestehend aus einer Pferdewalze D 6 und zwei Kraftlastwagen L 6. Diese drei Lasten würden für die Berechnung der Fahrbahn und der Hauptträger in ungünstigster Stellung neben- oder hintereinander anzuordnen und der übrige Teil der Brückenfahrbahn und der Fußwege mit gleichmäßig verteilter Belastung von 400 kg/qm zu belasten sein. Für die Belastung der Hauptträger ergibt sich auch hierbei ein Lastenzug, bestehend auf 6,5 m Länge aus drei Einzellasten und einer gleichmäßig verteilten Last p' und im übrigen aus einer gleichmäßig verteilten Belastung p . Bei mehr oder weniger als drei Verkehrsstreifen der Brückenfahrbahn wird ähnlich wie bei Klasse I verfahren. Die gleichmäßig verteilte Menschenbelastung von 400 kg/qm könnte bei größerer Spannweite entsprechend der Zahlentafel VI abgestuft werden.

Für die Ersatzlasten der Fahrzeuge gelten die Bemerkungen unter a.

d) Belastungsannahmen für Straßenbahnen.

Zu den Einzellasten der drei Lastengruppen ist noch auf jedem Gleis ein schwerster Kraftwagen der Straßenbahn hinzuzufügen und im übrigen auch für die Gleisfläche mit gleichmäßig verteilter Last zu rechnen. Bei eingleisigen Strecken empfiehlt es sich, die dem schwersten Wagen mit 20 vH. Längenzuschlag entsprechenden gleichmäßig verteilten

Ersatzlasten, soweit dieselben größer sind als die Menschenbelastung, und bei zweigleisiger Strecke die letztere zugrunde zu legen. Bei Abnahme dieser Belastung mit wachsender Spannweite (vgl. unter a) ist mit Rücksicht auf die örtlichen und Verkehrsverhältnisse sorgfältig zu prüfen, ob und inwieweit eine Herabsetzung der Ersatzlast auch für die Straßenbahngleise zulässig erscheint.

Bei Schnellbahnen und Vorortbahnen werden meistens die Wirkungen der ungünstigsten Lastengruppen auf den Gleisen gesondert zu berechnen und hierbei Einzellastenzüge wie bei Eisenbahnbrücken zu berücksichtigen sein.

Schlußbemerkungen.

Bei Annahme der vorstehenden Vorschläge für die Belastung von Straßenbrücken ergeben sich für die Berechnung der Brückenteile verhältnismäßig einfache Grundlagen. Die Lastengruppen sind so gewählt, daß sich mit ihnen die Berechnungen möglichst einfach durchführen lassen. Im allgemeinen werden die Spannungen, welche sich aus den gewählten Lastengruppen ergeben, ungünstiger sein als die im regelmäßigen Verkehr auftretenden Spannungen. Mit Rücksicht auf die Stoßwirkung ist zu empfehlen, bei Berechnung der Fahrbahn und der Längsträger eiserner Brücken einen Stoßzuschlag von 20 vH. und bei Berechnung der Querträger einen solchen von 10 vH. in Berücksichtigung zu ziehen. Wenn man bedenkt, daß nach den geltenden gesetzlichen und polizeilichen Bestimmungen schwerere Lasten als 9 t einer besonderen Genehmigung bedürfen und daß ihre Förderung in diesem Falle meist unter Aufsicht der polizeilichen Beamten erfolgt, so ergibt sich, daß das ungünstige Zusammentreffen der Lastengruppe I bis III nur äußerst selten vorkommen wird, daß es aber jedenfalls ausgeschlossen ist, daß außer diesen sehr schweren Lasten noch weitere ungewöhnlich schwere Lasten in Betracht kommen.

Bezüglich der zulässigen Spannungen ließe es sich rechtfertigen, wenn man entsprechend der Klassenzugehörigkeit der Brücke ebenfalls eine gewisse Abstufung eintreten ließe. Bei Brücken der Klasse I ist eine weitere Zunahme der Belastung entsprechend der Entwicklung des Verkehrs wahrscheinlicher als bei solchen der Klasse II und III. Die letzteren werden vielfach in stärkeren Steigungen liegen als die ersteren, also mit geringerer Geschwindigkeit befahren werden. Beschädigungen und Ausbesserungen werden bei ihnen weniger störend sein als bei Brücken der Klasse I. Setzt man daher die zulässigen Spannungen für die einzelnen Konstruktionsteile der Brücken der Klasse I als „Grundspannungen“ fest, so könnte für die Brücken der Klasse II eine Erhöhung um etwa 10 vH. und für die Brücken der Klasse III um etwa 20 vH. gegenüber den Grundspannungen zugelassen werden.

Ich bin mir bewußt, daß die gemachten Vorschläge manchem Widerspruch begegnen werden und daß es noch weiterer neugestaltender Arbeit bedürfen wird, um die erwünschte Vereinfachung und Vereinheitlichung der Belastungsannahmen für Straßenbrücken möglichst für das ganze Reich zu erzielen, hoffe aber, daß meine Ausführungen das Interesse für diese Frage wecken und die Grundlage für weitere Erörterungen bilden werden.

RiB- und Rostbildung bei ausgeführten Eisenbetonbrücken der Eisenbahndirektionsbezirke Kattowitz und Breslau.

Vom Regierungs- und Baurat Perkuhn in Kattowitz.

(Mit Abbildungen auf Blatt 12 bis 22 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Inhalt.

- I. Einleitung.
- II. Auswahl und kurze Beschreibung der Versuchsbrücken.
- III. Durchführung der örtlichen Untersuchungen.
 1. Reinigungsverfahren.
 2. Untersuchungen.
 - A. RiBbildung.
 - B. RiBstärken.
 - C. Rostbildung.
 - a) Rostbefunde.
 - b) Einfluß des Alters und der Luftbeschaffenheit auf den Rostgrad.
 - c) Einfluß des Abstandes a auf den Rostgrad.
 - d) Einfluß der RiBstärken auf den Rostgrad.
 - e) Querschnittsverminderungen der Eiseneinlagen.
 - f) Einfluß der Lokomotivgase.
- IV. Rechnerische Untersuchung der Versuchsbrücken.
- V. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.
- VI. Schlußbemerkungen.

I. Einleitung.

Seit mehreren Jahren ist die Frage der RiBbildung und ihrer Folgen bei Eisenbetonbauten, namentlich bei Eisenbahnbrücken, Gegenstand regen Gedankenaustausches in der Fachwelt geworden. Die Eisenbahnbrücken stellen an den Baustoff, den Eisenbeton, die denkbar größten Anforderungen; sie sind nicht nur einem steten Belastungswechsel unterworfen, sondern auch allen Einflüssen der Witterung und der Rauchgase ausgesetzt. Bilden sich bei diesen Bauwerken Risse, so erscheint sogleich die Rostgefahr, die an irgendeiner Stelle ihre gefährlichen Keime in den Baukörper einpflanzt. Hat die Rostkrankheit einmal das Eisengerippe erfaßt, so setzt sie im Innern des Bauwerks rastlos und unbemerkt ihre Zerstörungsarbeit weiter fort.

Geheimer Oberbaurat Labes hat in seinen Aufsätzen: „Wie kann die Anwendung des Eisenbetons in der Eisenbahnverwaltung wesentlich gefördert werden?“ (Zentralblatt der Bauverwaltung 1906, Seite 327 u. ff.) und „Zur Begrenzung der Zugspannungen des Betons in Eisenbahnbrücken aus Eisenbeton“ (Zentralblatt der Bauverwaltung 1913, Seite 50 u. ff., Seite 73 u. ff.) diese Erscheinungen eingehend behandelt und empfohlen, die Bauwerke so zu konstruieren, daß das Eintreten von Rissen ausgeschlossen wird. Er schreibt im Zentralblatt 1913 auf Seite 50: „Der Eisenbahnbetriebsbeamte, dem die Unterhaltung von Eisenbetonbrücken obliegt, befindet sich in einer schwierigen Lage, sobald er das Vorhandensein von Rissen in diesen Bauten entdeckt hat oder auch nur vermuten muß. Zu welcher Zeit dann die Gefahr einer zu großen Zerstörung der Eiseneinlagen durch Abrosten gegeben ist, ist schwer zu entscheiden, da eine vollständige Freilegung des Eisens ohne Zerstörung des Bauteiles nicht möglich ist. Oft sind auch die Stellen, an denen Risse zu erwarten sind, im Betriebe schwer oder gar nicht zugänglich. Es erscheint daher der Fall nicht ganz ausgeschlossen, daß eine zu große Zerstörung der Eiseneinlagen durch Abrosten eingetreten ist, ohne daß der Betonriß, der dazu Veranlassung gegeben hat, zuvor entdeckt wurde. Jedenfalls dürfte die Untersuchung einer solchen Brücke mehr Arbeit und Sorge verursachen

und doch nicht mit der gleichen Sicherheit bewirkt werden können, wie die Unterhaltung eines eisernen Überbaues, dessen tragende Teile jederzeit einer eingehenden Besichtigung und Untersuchung unterzogen werden können. Diese Erwägungen begründen die Berechtigung der Forderung, daß Eisenbetonbrücken so gebaut werden sollen, daß das Eintreten von Rissen vermieden wird. Zurzeit ist uns kein anderes einfaches Mittel bekannt, dies zu erreichen, als daß dafür gesorgt wird, daß in jedem einzelnen Falle die Zugbeanspruchung des Betons um ein gewisses Maß hinter seiner Zugfestigkeit zurückbleibt.“

Nach den zurzeit gültigen Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton für Hochbauten vom 24. Mai 1907 ist die Rechnung für zwei Fälle durchzuführen:

- a) ohne Berücksichtigung der Betonzugspannungen,
- b) mit Berücksichtigung der Betonzugspannungen.

Da die nach b) berechneten Betonzugspannungen nur von der Größe der nachgewiesenen Festigkeiten abhängig gemacht werden, schwanken sie naturgemäß in weiten Grenzen. Geheimer Oberbaurat Labes empfiehlt in den genannten Aufsätzen, die Betonzugspannungen auf 20 kg/qcm zu begrenzen. Diese zahlenmäßige Begrenzung ist mit zwei Nachteilen verbunden; einerseits werden dadurch die Bauwerkabmessungen, also auch die Baukosten, größer, andererseits wird das an sich schon umständliche Rechnungsverfahren noch verwickelter. Der erstere Nachteil trifft die Eisenbetonindustrie, der zweite den ausführenden Ingenieur. Zur Vereinfachung des Rechnungsganges hat Professor Mörsch ein Verfahren erdnen, das in dem Aufsatz: „Zur Begrenzung der Zugspannungen des Betons im Eisenbetonbau“ (Zentralblatt der Bauverwaltung 1914, Seite 204 u. ff.) niedergelegt ist und die Rechnung nach Fall b) unnötig macht. Hierbei soll die Betonzugspannung die Grenze von 24 kg/qcm nicht überschreiten. Eine weitere Vereinfachung hat Professor Hager im Zentralblatt der Bauverwaltung 1915 auf Seite 391 vorgeschlagen.

Gleichlaufend mit den Erörterungen in den Zeitschriften haben ausgedehnte Versuche an Eisenbetonkörpern verschiedenster Art in den Versuchsanstalten der technischen Hochschulen, namentlich der Stuttgarter Hochschule unter Leitung des Professors Dr. C. v. Bach, stattgefunden. Diese Versuche sind in einer Reihe von Forschungsheften des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton und des Vereins Deutscher Ingenieure niedergelegt. In Heft 24 (1913) der ersteren Gruppe ist die „Spannung σ_{bx} des Betons in der Zugzone von Eisenbetonbalken unmittelbar vor der RiBbildung“ besonders ausführlich behandelt worden. Die Versuche, die die RiBbildung zum Gegenstand haben, sind von dem Ingenieur Otto Graf in seinem Aufsatz: „Einiges zur RiBbildung des Eisenbetons“ (Beton und Eisen 1910, Seite 175, 263, 275, 299 u. ff.) zusammengefaßt worden. Versuche über Rostbildung sind veröffentlicht von Professor M. Gary, Großlichterfelde, im

Zahlentafel Nr. 1.
Übersicht der untersuchten Bauwerke.

1	2	3	4	5	6	
Art der Brücken	Bezeichnung der Bauwerke	Nr. des Bauwerkes	Skizze des Bauwerkes	Alter des Bauwerkes	Luft-klasse	
Eisenbahnbrücken	Hauptbahn	1		4 1/2	I	
		2		4 1/2	I	
	Normal-spurige Anschlußbahn	3		5	IV	
		4		5	IV	
	Hochbahn v. Giesches Erben, Hüttenbezirk Schoppinitz, Liereshütte.	5		5 1/2	IV	
		6	" " " "	5 1/2	IV	
		7	" " " "	5 1/2	V	
	Schmal-spurbahn	Wilhelminehütte	8	" " " "	5 1/2	IV
		Liereshütte (Brückenstumpf).	9		5 1/2	IV
		Liereshütte (Wegeunterführung).	10		5 1/2	IV
		Reckehütte (Roßbahnunterführung)	11		5 1/2	IV
Schwer belastet	Kunststraßenbrücke bei Bahnhof Kuchelna (Strecke Ratibor-Troppau).	12		2	II	
		13		12	II	
	Wegebrücken	Brücke bei Kynau (Strecke Schweidnitz-Charlottenbrunn)	14		12	II
			15		5	III
		Brücke bei Oberjastrzemb (Strecke Sohrau (O.-S.)-Loslau).				

Forschungsheft 22 (1913) des Deutschen Betonausschusses („Versuche über das Rosten von Eisen in Mörtel und Mauerwerk“) und vom Geheimen Hofrat H. Scheit, Dresden, im Forschungsheft 31 (1915) des Deutschen Betonausschusses („Versuche zur Ermittlung des Rostschutzes der Eiseneinlagen im Beton“). Versuchsergebnisse aus den Versuchsanstalten sind somit in reichlichem Maße vorhanden. Dagegen besteht ein auffälliger Mangel an Untersuchungen von ausgeführten Bauwerken, besonders aus dem Eisenbahngebiet. Diese Tatsache wird vom Geheimen Oberbaurat Labes in seinen Aufsätzen bestätigt.

Da im Eisenbahndirektionsbezirk Kattowitz, namentlich auch in den Hüttengebieten des ober-schlesischen Industriebezirkes seit mehreren Jahren viele Eisenbetonbrücken errichtet sind, lag der Gedanke nahe, das Verhalten dieser Brücken näher zu untersuchen. Die ersten Versuche fallen in die Jahre 1913 und 1914. Als das Ergebnis derselben zur weiteren Fortsetzung ermunterte, wurden die Untersuchungen im Jahre 1915 unter Aufwendung verhältnismäßig großer Mittel wiederholt und mit möglichster Sorgfalt durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Ausführungen erörtert. Diese Mitteilungen werden sich aber lediglich auf die tatsächlichen Befunde und auf die Schlußfolgerungen beschränken, die aus den Tatsachen selbst sich ergeben. Weitergehende Folgerungen sind grundsätzlich nicht gezogen worden, da sie den berufenen Vertretern der Eisenbetonindustrie vorbehalten bleiben sollen.

II. Auswahl und kurze Beschreibung der Versuchsbrücken.

1. Auswahl der Versuchsbrücken.

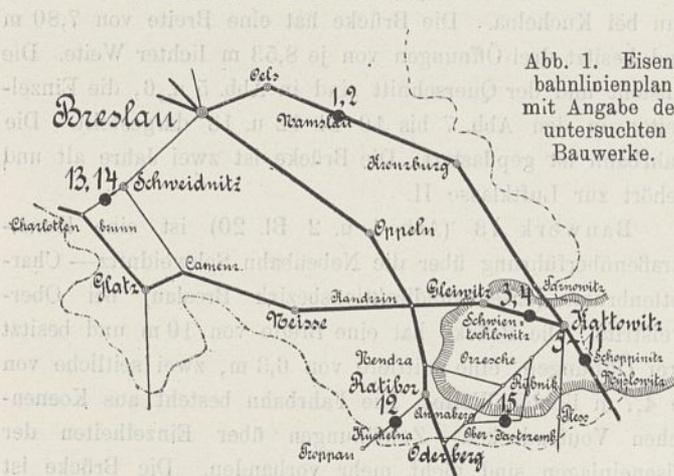


Abb. 1. Eisenbahnlinienplan mit Angabe der untersuchten Bauwerke.

Die Versuchsbrücken sind so ausgewählt, daß möglichst viele und verschiedenartige Einflüsse des Betriebes, der Bauformen, der Größenabmessungen und der Luftbeschaffenheit berücksichtigt werden konnten; sie sind teils bahneigene Brücken der Eisenbahndirektionsbezirke Kattowitz und Breslau, teils unter Bahnaufsicht stehende Brücken von Bergwerksgesellschaften und Hütten. Sie sind

a) dem Betriebe nach: Eisenbahnbrücken unter Hauptbahnen, normalspurigen Anschlußgleisen und Schmalspurbahnen;

Wegebrücken unter Kunststraßen (schwer belastet) und unter Feldwegen (leicht belastet);

b) der Bauform nach: Balkenbrücken auf zwei bis sechs Stützen;

Bogenbrücken.

Die Fahrbahnen sind als Platten, Plattenbalken und Koenensche Voutendecken ausgebildet.

c) die Größenabmessungen schwanken in weiten Grenzen. Die Stützweiten der untersuchten Brücken liegen zwischen rd. 4 und 40 m;

d) die Luftbeschaffenheit (Reinheitsgrad der Luft) und die Einflüsse der Witterung kommen bei den folgenden Untersuchungen durch die Einreihung der Bauwerke in fünf Luftklassen zum Ausdruck.

Luftklasse I bis III umfaßt landwirtschaftliche Bezirke mit guter Luftbeschaffenheit, und zwar:

I. günstige Verhältnisse. Die Bauwerke sind vor Lokomotivgasen und Witterungseinflüssen besonders geschützt (z. B. überdachte Personentunnel);

II. gewöhnlich vorkommende Verhältnisse;

III. ungünstige Verhältnisse. Die Bauwerke sind wegen ihrer niedrigen Lage den Lokomotivgasen oder wegen ihrer hohen Lage den Witterungsverhältnissen besonders ausgesetzt.

Luftklasse IV u. V umfaßt Industriebezirke mit schlechter Luftbeschaffenheit, und zwar:

IV. sehr ungünstige Verhältnisse. Die Bauwerke liegen in den Gruben- und Hüttenbezirken der Industriegebiete bei sonst normalen Verhältnissen.

V. außergewöhnlich ungünstige Verhältnisse. Die Bauwerke liegen im Bezirk von Hütten, durch deren Betrieb die Luft durch säurehaltige Gase verschiedenster Art besonders verunreinigt wird (z. B. Zink- und Bleihütten).

Im ganzen sind 15 selbständige Bauwerke untersucht worden, die in der Zahlentafel Nr. 1 nach ihrer betrieblichen Bedeutung (Spalte 1 und 2) gruppiert sind. Jedes Bauwerk hat eine eigene Nummer (Spalte 3) erhalten, unter der es in den folgenden Untersuchungen behandelt wird. In der Spalte 4 sind Bauwerkskizzen dargestellt, aus denen die Form und die wesentlichsten Abmessungen der Brücken hervorgehen; in Spalte 5 ist das Alter der Brücken, in Spalte 6 die betreffende Luftklasse angegeben.

In dem Eisenbahnlinienplan Text-Abb. 1 sind die vorstehenden 15 Bauwerke mit ihren Nummern eingetragen. Der ober-schlesische Industriebezirk ist schraffiert umrandert.

2. Kurze Beschreibung der Versuchsbrücken.

Bauwerk 1 und 2 (Abb. 1 Bl. 12 u. 13) sind Gleisbrücken des 4 m weiten Personentunnels auf Bahnhof Namslau (Hauptbahn Kattowitz—Kreuzburg—Öls—Breslau). Einzelheiten und Abmessungen sind aus Abb. 1 bis 4*) Bl. 12 u. 13 ersichtlich. Die Tunneldecke ist völlig geschlossen, die Treppenaufgänge sind überdacht. Die Bauwerke sind 4 $\frac{1}{2}$ Jahre alt und gehören zur Luftklasse I. Die Gleise liegen auf einer Schotterbettung von 27,5 cm Stärke unter Schwellenunterkante. Diese Bauwerke sind übrigens die einzigen Eisenbetonbrücken des Eisenbahndirektionsbezirks Kattowitz, die unter Hauptbahngleisen liegen.

Bauwerk 3 und 4 (Bl. 14 u. 15) sind Teile der normalspurigen Hochbahn der Falvahütte in Schwientochlowitz.

*) Aufgebogene Eisen (Abb. 2) ausgeführt nach Schnitt S. 147.

Die Hochbahn ist wiederum ein Teil des umfangreichen Gleisanschlusses der Hütte an den Bahnhof Bismarckhütte. In dem Lageplan (Abb. 8 Bl. 14 u. 15) ist die zweiarmige Hochbahn mit Doppelstrichen angedeutet. Die beiden Versuchsbrücken 3 und 4 sind mit starken Strichen ausgezogen und befinden sich am Ende des nördlichen Hochbahnammes. Es war beabsichtigt, noch ein drittes Bauwerk in demselben Arme, etwa 100 m weiter östlich, zu untersuchen. Dieses Stück war aber zur Untersuchung nicht geeignet, weil es auf einer Abgrabung (schraffiert umrandert) steht, die vor dem Bau der Bahn mit Haldenmassen ausgefüllt worden und nach Fertigstellung der Hochbahn in Brand geraten war. Bei den auf dieser Fläche stehenden Teilen der Hochbahn mußten die Stützenfüße z. T. unterfangen und erneuert werden. Die Gründungsverhältnisse der Bauwerke 3 und 4 sind einwandfrei, da sich kein Abbau unter ihnen befindet. Die Abbaugrenze der benachbarten Deutschlandgrube ist gestrichelt angedeutet. Der Abbau fand in den Jahren 1875 bis 1880 statt, ist demnach 35 Jahre alt und für den Bestand von Bauwerken ungefährlich.

Querschnitt und Ansicht der beiden Brücken ist in Abb. 1 und 2, die Einzelheiten in Abb. 4, 5 u. 7 Bl. 14 u. 15 dargestellt.

Bauwerk 3 besteht aus vier Überbauten ($2 \times 7,5$ und 2×8 m), Bauwerk 4 aus zwei Überbauten ($1 \times 7,5$ und 1×8 m). Zwischen den Fahrbahnträgern der beiden Bauwerke befindet sich eine 10 cm breite Dehnungsfuge. Die Schienen liegen auf hölzernen Längsschwellen auf, die auf seitlichen Ansätzen der Überbauten aufgelagert und wagerecht und senkrecht durch Schraubenbolzen befestigt sind (Abb. 3 Bl. 14 u. 15).

Über den beiden Hochbahnammen läuft ein Magnetkran, der Eisenschrot aus den Eisenbahnwagen entladet und auf den die Hochbahn umgebenden Bodenflächen aufstapelt. Auch Verladungen kommen vor. Durch dieses Ladegeschäft werden die Bauwerke stark in Anspruch genommen. Die Bauwerke sind fünf Jahre alt und gehören zur Luftklasse IV.

Die Bauwerke 5 bis 11 (Bl. 16 bis 19) sind Teile der schmalspurigen Hochbahnen der Bergwerksgesellschaft „Georg von Giesches Erben“ in ihrem Zink- und Bleihüttenbezirk Rosdzin-Schoppinitz. Das Untersuchungsgebiet der Lieres-, Reeke-, Pauls- und Wilhelminehütte ist durchzogen von Hochbahnen aus Eisen und Eisenbeton, die vorzugsweise der Beförderung von Zinkerzen und Kohle dienen und an das Schmalspurbahnnetz der Eisenbahndirektion Kattowitz angeschlossen sind. Diese Hochbahnen sind im Lageplan (Abb. 9 Bl. 16 u. 17) dargestellt, die eisernen Hochbahnen durch Doppelstriche, die aus Eisenbeton durch starke Striche. Die Eisenbetonhochbahnen haben eine Ausdehnung von etwa 5 km und setzen sich zusammen aus einzelnen, durch Dehnungsfugen getrennten Bauwerkteilen von 30 m Länge. Jeder Teil besteht aus fünf Überbauten zu je 6 m Weite zwischen den Stützenmitten. Für den größten Teil der Hochbahnen (Bauwerk 5, 6, 7, 8, 9) ist eine Regelform ausgeführt, die in der Ansicht in Abb. 6 Bl. 18 u. 19, in ihren Einzelheiten in Abb. 3 bis 5 Bl. 16 u. 17 dargestellt ist.

Bauwerk 9 besteht nur aus einem selbständigen Überbau und endet als Stumpf. An dieser Stelle ist eine Weiche angeordnet, deren abzweigender Strang auf dem Brückenstumpf liegt. Bei Bedarf kann später ein neuer Hochbahn-

zweig an die alte Bahn ohne Störung des Betriebes angeschlossen werden.

Bauwerk 10 (Wegeunterführung, Abb. 15 bis 18 Bl. 16 u. 17) und Bauwerk 11 (sogenannte Roßbahnunterführung, Abb. 11 bis 14 Bl. 16 u. 17) haben entsprechend ihrer anderen Bestimmung andere Abmessungen, Bauwerk 11 außerdem eine von den sonstigen Ausführungen abweichende stoffliche Durchbildung (Abb. 11 Bl. 16 u. 17) erhalten. Von dem Bauwerk 11 sind außer dem Querschnitt keine weiteren Entwurfszeichnungen aufzufinden. Die Ansicht des Bauwerks (Abb. 14 Bl. 16 u. 17) ist auf Grund von Nachmessungen gezeichnet. Die Schienen liegen auf hölzernen Längsschwellen, die in die Aussparungen der Fahrbahn eingelegt sind.

Die Grenzen der Abbaugebiete sind in Abb. 9 Bl. 16 u. 17 gestrichelt angedeutet. Der Abbau unter der Lieres- und Paulshütte hat 1875 bis 1882 stattgefunden, ist demnach 33 Jahre alt und hat keine nachteiligen Einwirkungen mehr auf den Bestand der Bauwerke. Unter der Wilhelminehütte ist im Jahre 1912 mit Spülversatz abgebaut. Auch hier ist nach Ansicht der örtlichen Aufsichtsstellen kein schädlicher Einfluß auf die oberirdischen Anlagen vorhanden. Bei dem ersteren Abbaugebiet kommen die Bauwerke 5, 6, 9, 10, beim zweiten Bauwerk 8 in Frage. Höhen- und Lagemessungen an den Bauwerken haben keine Veränderungen feststellen können. Die Bauwerke sind $5\frac{1}{2}$ Jahre alt und gehören mit Ausnahme von Nr. 7 der Luftklasse IV an. Bauwerk 7, das inmitten der eng zusammengebauten Zink- und Bleihüttenanlagen der Paulshütte liegt und den Angriffen von schädlichen Gasen ganz besonders ausgesetzt ist, ist der Luftklasse V zugewiesen worden.

Bauwerk 12 (Abb. 5 bis 10 Bl. 12 u. 13) ist eine Kunststraßenüberführung über die Nebenbahn Ratibor—Tropkau bei Kuchelna. Die Brücke hat eine Breite von 7,80 m und besitzt drei Öffnungen von je 8,53 m lichter Weite. Die Ansicht und der Querschnitt sind in Abb. 5 u. 6, die Einzelheiten in den Abb. 7 bis 10 Bl. 12 u. 13 dargestellt. Die Fahrbahn ist gepflastert. Die Brücke ist zwei Jahre alt und gehört zur Luftklasse II.

Bauwerk 13 (Abb. 1 u. 2 Bl. 20) ist eine Kunststraßenüberführung über die Nebenbahn Schweidnitz—Charlottenbrunn (Eisenbahndirektionsbezirk Breslau) bei Oberweistritz. Die Brücke hat eine Breite von 10 m und besitzt drei Öffnungen, eine mittlere von 6,3 m, zwei seitliche von je 4,7 m lichter Weite. Die Fahrbahn besteht aus Koenenschen Voutendecken. Zeichnungen über Einzelheiten der Eiseneinlagen sind nicht mehr vorhanden. Die Brücke ist 12 Jahre alt und gehört zur Luftklasse II.

Bauwerk 14 (Abb. 6 u. 7 Bl. 20) ist eine Feldwegeüberführung über die Nebenbahn Schweidnitz—Charlottenbrunn bei Kynau. Die Brücke hat eine Breite von 5 m und besitzt drei Öffnungen, eine mittlere von 6 m und zwei seitliche von je 4,6 m l. W. Die Fahrbahn besteht aus Koenenschen Voutendecken. Der eigenartig ausgebildete Zwischenbau dient als Schutz gegen Felsrutschungen und ist mit Eiseneinlagen bewehrt. Weitere Zeichnungen über Einzelheiten der Eiseneinlagen sind nicht mehr vorhanden. Das Bauwerk ist 12 Jahre alt und gehört zur Luftklasse II.

Bauwerk 15 (Bl. 21 u. 22) ist eine Feldwegeüberführung über die Nebenbahn Sohrau O.-S.—Loslau. Die Brücke

— ein Dreigelenkbogen — hat eine Breite von 5 m, das Gewölbe eine Stützweite von 40 m und eine Pfeilhöhe von 6,5 m. Das Mittelgelenk liegt 18,5 m, die Straßenoberkante in Brückenmitte 20 m über Schienenoberkante. Das Bauwerk ist in den Abb. 1 bis 5 Bl. 21 u. 22 dargestellt. Das Bauwerk ist fünf Jahre alt und gehört wegen seiner hohen, den Witterungsverhältnissen besonders ausgesetzten Lage zur Luftklasse III.

III. Durchführung der örtlichen Versuche.

1. Reinigungsverfahren.

Ein Teil der 15 Brücken ist bereits in den Jahren 1913 und 1914 untersucht worden, allerdings unter Anwendung bescheidener Mittel. Man begnügte sich mit der Reinigung der zu untersuchenden Brückenflächen durch Wasser und Bürsten. Die damals festgestellten Ribbilder können daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen; sie ergeben im allgemeinen ein zu günstiges Bild, da zweifellos eine Reihe von Rissen nicht entdeckt worden ist. Dies ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Eisenbetonflächen unter dem Einfluß verunreinigter Luft außerordentlich verschmutzen. Die an und für sich schon schwierige Feststellung, namentlich feinerer Risse, wird dadurch noch erheblich erschwert. Um diese Schwierigkeiten möglichst zu beseitigen und die Untersuchungen auf eine möglichst mit der Wirklichkeit übereinstimmende Grundlage zu stellen, wurde bei den im Jahre 1915 wiederholten Untersuchungen ein für diesen Zweck besonders geeignetes Sandstrahlgebläse von einer Kölner Firma leihweise beschafft und bei allen Brücken mit Ausnahme von Bauwerk 15, das sich fast vollständig rein erhalten hatte, benutzt.

Vor Beginn des Abspritzens wurde bei jedem Bauwerk zunächst der anzuwendende Druck des Gebläses durch Versuche bestimmt. Es wurde z. B. der Druck von 1 Atm. eingestellt. War dieser Druck zu stark, so zeigten sich Absplitterungen an den Ribkanten. Durch allmähliche Herabminderung des Druckes und gleichzeitige Beobachtung des Verhaltens des Betongefüges war es leicht möglich, in kurzer Zeit die richtige Stärke des Sandstrahles zu erreichen. Sie schwankte je nach der Härte des Betons zwischen $\frac{1}{2}$ und 1 Atm. Sehr wichtig war auch die Auswahl des Sandes. Der zuerst aus Köln bezogene Sand war zu grob und scharf, daher unbrauchbar. Dagegen erwies sich der aus den Sandgewinnungsstellen der Bergwerksgesellschaft v. Giesches Erben entnommene Spülversatzsand wegen seiner Feinheit und Reinheit als außerordentlich geeignet. Da er in Gruben feucht gewonnen wird, wurde er vor seiner Verwendung auf Rosttrögen getrocknet; er wurde in Säcke gefüllt und in solchen Mengen in gedeckten Eisenbahnwagen aufgesammelt, daß er zum Abspritzen aller anderen Bauwerke ausreichte. Bei den 14 behandelten Bauwerken mit rd. 1100 qm Fläche wurden rd. 14,5 cbm oder 14500 Liter gebraucht, demnach für 1 qm rd. 13 Liter.

Die Reinigung der Betonflächen war bei der Verwendung des Sandstrahlgebläses eine fast vollkommene. Die Risse traten in überraschend großer Anzahl und mit einer außerordentlichen Schärfe in die Erscheinung. Auf das vollkommenere Reinigungsverfahren 1915 ist wohl hauptsächlich der große Unterschied in der Ribausbeute zwischen den Untersuchungen 1915 und denen der Jahre 1913 und 1914

zurückzuführen, wenn auch die inzwischen verstrichene Zeit sicher zur Vermehrung der Risse beigetragen haben wird. Die Untersuchung 1913 fällt in die Monate Juli, August nach vorhergegangener Trockenheit, die von 1914 in den Monat März nach vorhergegangenen starken Frost und die von 1915 in die sehr trockenen Monate Juni, Juli und August.

Das Sandstrahlgebläse war mit allem Zubehör auf einem besonderen Wagengestell aufgebaut, so daß es nicht nur vom Brückenprüfungszuge aus benutzt werden, sondern auch auf eigenen Rädern durch zwei Pferde zu den Untersuchungsstellen gefahren werden konnte. Es befand sich, abgesehen von der Reisezeit von und nach Köln, 38 Tage im Untersuchungsgebiet. Davon gehen insgesamt 6 Tage ab als Ruhetage und für Reisezeiten bei der Fahrt von Bauwerk zu Bauwerk. Somit verblieben 32 Arbeitstage zu 10 Stunden reiner Arbeitszeit. Die Leihgebühr für das Gebläse einschließlich Personal (1 Maschinist und 1 Bläser) betrug 50 Mark für den Tag. Dazu kommen die Kosten für die Beschaffung der Betriebsstoffe (Benzol usw.) und das Hilfspersonal für die Sandgewinnung, die Aufstellung der Gerüste und das Ausmeißeln der Anschlagstellen.

Die Kosten betragen demnach:

für 38 Tage Leihgebühr zu je 50 Mark	1900 Mark,
„ 32 „ Betriebsstoffe	500 „
„ Hilfsarbeiter	600 „
	insgesamt 3000 Mark.

In dieser Summe sind die Kosten für das von der Königlichen Eisenbahndirektion Kattowitz gestellte Aufsichtspersonal, für das verwendete Gerüstholz und die Beförderung des Gebläses und seiner Bedienung von Köln nach Kattowitz nicht mit einbegriffen.

Bei 1100 qm behandelter Gesamtfläche der Bauwerke stellen sich die Kosten der Reinigung für 1 qm Fläche auf rd. 2,70 Mark, die Tagesleistung auf rd. 35 qm.

2. Durchführung der Untersuchungen.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf:

- A. die Ribbildung,
- B. die Ribstärken,
- C. die Rostbildung.

A. Ribbildung.

Nachdem die Ansichtsflächen eines Bauwerks durch das Sandstrahlgebläse gereinigt waren, erfolgte die Aufsuchung und Feststellung der Risse. Dabei wurde besondere Sorgfalt der Frage zugewandt, ob die vorgefundenen Risse als Kraftrisse oder lediglich als Luftrisse anzusprechen seien.

Nach Professor Karl Seidl, Oberingenieur der Firma Wayss u. Freytag in Neustadt a. d. Haardt (s. Zentralblatt der Bauverwaltung 1906, Seite 329, 330 im Aufsatz Labes: „Wie kann die Anwendung des Eisenbetons in der Eisenbahnverwaltung wesentlich gefördert werden?“) handelt es sich bei den Luftrissen „nur um Tiefen von Bruchteilen eines Millimeters“. Es heißt in dem Aufsätze weiter: „Dieser Befund im Verein mit dem unterscheidenden Aussehen der Luftrisse, die immer einen unregelmäßigen, geäderten Verlauf nehmen und von einem dunklen Streifen begleitet sind, erscheint genügend, um stets im Einzelfall mit Sicherheit darüber zu entscheiden, ob ein wirklicher Rib oder nur ein Luftrib vorliegt.“

Bei den hier untersuchten Bauwerken waren die Rißbildungen so umfangreich und zeigten so verschiedenartigen Verlauf und so verschiedenes Aussehen, teils geradlinig, teils geädert, teils farblos, teils farbig, daß der oben angegebene Beurteilungsmaßstab unter den vorliegenden Verhältnissen nicht ausreichend erschien. Um Klarheit zu schaffen, wurde bei den 15 untersuchten Bauwerken eine große Anzahl von Rissen (im ganzen 584) mit dem Meißel bis auf Tiefen von 10 bis 100 mm angeschlagen. Die flacheren Abstimmungen befanden sich hauptsächlich dort, wo Eiseneinlagen freigelegt wurden; im freien Beton wurden die Risse möglichst tief, also bis zu 100 mm verfolgt. Luftrisse wurden verhältnismäßig wenig vorgefunden, sie kennzeichneten sich im allgemeinen als kurze Oberflächenrisse, die sich um bestimmte Stellen mehr oder weniger bogenförmig gruppierten. Auch zeigten sie Neigung zu schalenförmiger Abblätterung. Diese Luftrisse sind in der oben genannten Zahl der Anschlagstellen nicht enthalten, auch nicht in die Rißbilder aufgenommen.

Die Untersuchung und Feststellung der anderen Risse gestaltete sich verschieden. Bei den Bauwerkteilen, die im vollen Tageslicht lagen, war die Auffindung der Risse auf der Außenhaut, namentlich an den freiliegenden Seitenflächen der Bauwerke verhältnismäßig leicht. Es genügte in den meisten Fällen das unbewaffnete Auge. Schwieriger wurde die Feststellung bei feineren Rissen und bei der Untersuchung der Anschlagstellen. Mit dem Eindringen des Meißels in den Beton wurden die Risse feiner, ihre Erkennbarkeit wurde außerdem durch den sich beim Ausstemmen bildenden Betonstaub und durch die Unebenheiten der Anschlagflächen erschwert. Hier wurden die Untersuchungen mit Lupen durchgeführt. Es waren hauptsächlich zwei Sorten im Gebrauch. Die größere, aber schwächere (6 cm Durchmesser, zweifache Vergrößerung) war für das Auffinden der Risse, die kleinere, aber stärkere (2,5 cm Durchmesser, dreifache Vergrößerung) für die weitere Verfolgung einmal entdeckter Risse besonders geeignet. Noch schwieriger und auch mühsamer war die Untersuchung der unteren und namentlich der inneren Bauwerkflächen, die teils im tiefen Schatten lagen. Hier wurden starke Nordlichter angewandt, außerdem zur genaueren Beleuchtung einzelner Stellen kleine Azetylenlampen. Diese dienten zum Teil auch zur Aufhebung von Schattenwirkungen der Nordlichter auf den unebenen Flächen der Anschlagstellen. Trotz dieser Hilfsmittel konnte eine Reihe von Rissen, die an der Außenhaut deutlich erkennbar waren, auf den Anschlagstellen, besonders wenn diese mehrere Zentimeter in den Beton eingedrungen waren, nicht mehr erkannt werden. In diesen Fällen wurden die Anschlagstellen möglichst geglättet, mit reinem Wasser abgespritzt und sich selbst überlassen. Nach einiger Zeit (etwa acht Tage) wurde die Anschlagstelle wieder besichtigt. In den meisten Fällen waren solche Risse deutlich erkennbar geworden. Offenbar hatte das Atmen des Bauwerks unter der Verkehrslast und infolge von Feuchtigkeits- und Wärmeschwankungen in Verbindung mit den Farbstoffen der Luft den Riß sichtbar gemacht. Unter Umständen wurde das Verfahren mehrmals wiederholt.

Öfters waren gelockerte Stellen im Betongefüge (siehe Heft 39 der Forschungsarbeiten des Vereins Deutscher Ingenieure, Seite 13 u. ff.) Wegweiser zum Auffinden der

Risse, vielfach auch die Roststellen an den angeschlagenen Eiseneinlagen. Wo sich aus der Rostumgebung eine besondere Rostanhäufung hervorhob, wurde fast immer bei genauerer Untersuchung ein Riß aufgefunden. So gibt es eine Reihe von Hilfsmitteln, die die Auffindung der Risse erleichtern. Immerhin gehört eine gewisse Übung dazu, die erst durch häufige Beobachtungen erworben werden muß.

Bei der Untersuchung der wenigen verputzten Bauwerke oder Bauwerkteile wurde besonders sorgfältig verfahren. Erst wurde der Putz ganz oder teilweise entfernt, dann wurde die Untersuchung in dem Betonkern weiter fortgesetzt.

Risse, bei denen es zweifelhaft sein konnte, ob sie Kraft- oder Luftrisse waren, oder die nicht mit Sicherheit verfolgt und festgestellt werden konnten, wurden nicht berücksichtigt. Die in die Rißbilder eingetragenen Risse können daher alle mit großer Wahrscheinlichkeit als Kraftrisse angesehen werden.

Nach Beendigung dieser Feststellungen wurden die Risse für jedes Bauwerk aufgenommen, bei einfachen Gebilden durch unmittelbare Messungen, bei schwierigeren durch quadratische Netzeinteilung der Rißfelder, in ganz verwickelten Fällen durch Abpausen. Bei letzterem Verfahren wurden die Risse auf den Bauwerkflächen durch Kreide genau gekennzeichnet. Die so entstandenen Rißbilder wurden im Maßstab 1:20 aufgetragen und photographisch auf den vorliegenden Maßstab verkleinert.

Die angeschlagenen Stellen sind in den Rißbildern vier-eckig umgrenzt und erhielten besondere Nummern, die aber zur Vermeidung zu hoher Zahlen nur in den einzelnen Überbauten durchlaufen.

B. Rißstärken.

Bei allen Bauwerken wurde auf der Betonoberfläche eine große Anzahl von Rißstärken gemessen. Davon sind 1991 der Lage nach festgestellt und in die Rißbilder eingetragen. Längere Risse sind oft an mehreren Stellen gemessen. Die Messung erfolgte unter der Lupe, unmittelbar an einem Millimetermaßstab. Die Genauigkeit der Messung beträgt etwa 0,1 mm. Vollkommenere Meßvorrichtungen standen nicht zur Verfügung. Deshalb mußte auch auf die Messung der Rißstärken unmittelbar an den Eiseneinlagen verzichtet

Zahlentafel Nr. 2.

1	2		3		4		5		6	7		
	Zahl der Anschlagstellen	im ganzen	Länge		Breite		Tiefe				Anzahl der gemessenen Rißstärken	Durchschnittliche Rißstärke mm
			kleinste mm	größte mm	kleinste mm	größte mm	kleinste mm	größte mm				
1	25	8	100	475	100	320	10	60	—	0,1—0,5		
2	10	10	200	1100	80	260	20	25	—	0,1—0,5		
3	36	17	80	350	100	180	10	100	306	0,25		
4	20	10	40	350	80	150	15	80	153	0,25		
5	36	16	100	600	100	130	15	70	261	0,21		
6	67	28	80	550	100	350	20	70	326	0,22		
7	10	10	100	500	80	220	20	60	16	0,32		
8	24	17	80	400	100	150	30	60	121	0,23		
9	4	4	80	150	100	120	20	60	19	0,19		
10	14	8	75	500	80	150	20	60	76	0,22		
11	22	17	50	400	50	120	15	60	109	0,29		
12	136	28	100	500	90	200	25	80	—	0,1—0,3		
13	30	17	100	900	80	300	15	25	—	0,1—1,0		
14	6	4	120	200	200	250	35	40	—	0,1—0,3		
15	144	74	—	—	—	—	—	—	604	0,16		
Zus.	584	268	—	—	—	—	—	—	1991	—		

werden. Die Rißstärken schwanken bei allen Messungen zwischen 0,1 und 1 mm, bei der großen Mehrzahl der Risse zwischen 0,1 und 0,5 mm.

Eine Übersicht über die Zahl der Anschlagstellen und die Größe ihrer Abmessungen, sowie über die Zahl der Rißmessungen und ihre durchschnittlichen Stärken befindet sich in Zahlentafel Nr. 2.

Besondere Erscheinungen und Beobachtungen werden bei den einzelnen Bauwerken mitgeteilt werden.

Bauwerk 1 und 2 (Abb. 1 bis 4 Bl. 12 u. 13).

Beide Bauwerke besitzen einen etwa 10 mm starken Zementputz. Nach Reinigung der Zementflächen beider Bauwerke mit dem Sandstrahlgebläse zeigte das Rißbild des Bauwerks 2 (Abb. 4a Bl. 12 u. 13) ein so engmaschiges Rißnetz und unterschied sich in der Gesamterscheinung so auffällig von dem Bauwerk 1 (Abb. 3a), daß besondere Ursachen vorliegen mußten. Um diese näher zu untersuchen, wurde der gesamte Putz vom Bauwerk 2 bis auf den Betonkern abgemeißelt. Dabei traten die Eiseneinlagen zum großen Teil frei zutage. Dann wurden die abgestemmtten Flächen, so weit als möglich, geglättet. An den abgeschlagenen Stücken konnte genau festgestellt werden, daß die Risse die ganze Stärke des Putzes bis auf die Eisen durchdrungen hatten. Die Rißfortsetzungen im Betonkern über die Eisen hinaus waren aber trotz wiederholter und sorgfältigster Untersuchung nicht aufzufinden. Dagegen zeigte sich an den Kanten des Bauwerks eine Reihe feiner Risse, die aufgemessen und in den beiden herausgezeichneten Streifen *a* und *b* (Abb. 4a Bl. 12 u. 13) dargestellt sind. Die Untersuchung war mit ganz besonderen Schwierigkeiten verbunden, einerseits wegen der mühsamen und ermüdenden Beobachtungen nach oben, andererseits wegen der Schattenwirkungen der künstlichen Beleuchtung. Nach abgeschlossener Untersuchung machte sich der Eindruck geltend, daß die auffälligen Erscheinungen wohl auf eine nicht sachgemäße Herstellung des Putzes zurückzuführen seien. Näheres über den Bauvorgang konnte nicht ermittelt werden.

Die Rißstärken schwankten zwischen 0,1 bis 0,5 mm, sie sind der Lage nach nicht eingemessen, auch im Rißbild nicht dargestellt.

Bauwerk 3 (Bl. 14 u. 15).

Die Rißbilder 1914 und 1915 sind in Abb. 10a u. 10b Bl. 14 u. 15 dargestellt. 1914 sind die Flächen 1 bis 4, 1915 die Flächen 1 bis 5 (Abb. 6 Bl. 14 u. 15) untersucht. Das Rißbild 1914 zeigt bereits eine größere Anzahl senkrechter Risse, hauptsächlich an den Unterkanten der einzelnen Überbauten, außerdem Ansätze für wagerechte Risse an den Stützenköpfen. 1915 haben sich die Risse gegen 1914 fast durchweg verlängert. Dazu treten noch eine große Anzahl neuer Risse, besonders in den Flächen 2 und 3, den seitlichen Ausladungen der Fahrbahnträger. Die Mehrzahl der Risse verläuft senkrecht zu den Haupteiseneinlagen. Das Bauwerk ist nicht geputzt.

Die 306 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in einem besonderen Rißbild (Abb. 10c Bl. 14 u. 15) durch starke Punkte bezeichnet. Die zugehörigen Zahlen für die Rißstärken stehen am Fuße der Zeichnung. Mittlere Rißstärke 0,25 mm.

Bauwerk 4 (Bl. 14 u. 15).

Die Rißbilder 1914 und 1915 sind in Abb. 9a u. 9b Bl. 14 u. 15 dargestellt. 1914 sind die Flächen 1 bis 4, 1915 die Flächen 1 bis 5 untersucht (Abb. 6 Bl. 14 u. 15). Für die Rißbildung gilt im allgemeinen das bei Bauwerk 3 Gesagte. Nur treten im Rißbild 1915 mehr Schalenrisse an den Unterkanten auf; wagerechte Risse am Kopf der mittleren Stütze sind nicht vorhanden. Das Bauwerk ist nicht geputzt.

Die 153 gemessenen Risse sind in Abb. 9c Bl. 14 u. 15 der Lage und Stärke nach eingetragen. Mittlere Rißstärke 0,25 mm (siehe Zahlentafel Nr. 7, S. 119).

Bauwerk 5 (Bl. 18 u. 19).

Die Rißbilder 1913, 1914 und 1915 sind in den Abb. 1a, 1b und 1c Bl. 18 u. 19 dargestellt. 1913 und 1914 ist die Fläche 1, 1915 die Fläche 1 u. 2 untersucht (Abb. 2 Bl. 18 u. 19). Das Rißbild 1913 zeigt senkrechte Risse an den Unterkanten der einzelnen Überbauten, außerdem zwei Risse im Überbau 1 und 4, die oben anfangen und in der Nähe der Unterkanten auslaufen. Im Rißbild 1914 hat sich die Zahl der Risse vermehrt, im Überbau 3 ist ein weiterer, oben anfangender Riß hinzugekommen. Das Rißbild 1915 zeigt gegen 1913 und 1914 eine außerordentliche Vermehrung der Risse. Zu den senkrechten Rissen tritt noch eine Reihe wagerechter und schräger Risse hinzu. Bemerkenswert ist der Riß *a* im Überbau 1 des Rißbildes 1913. Derselbe wurde nach seiner Entdeckung ausgestemmt und mit Zement neu vergossen. Im Jahre 1915 ist dieser Riß nicht mehr aufgetreten.

Das Bauwerk ist mit einem dünnen Zementputz versehen, der an seiner stärksten Stelle 5 mm beträgt.

Die 261 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 1d Bl. 18 u. 19 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,21 mm (siehe Zahlentafel Nr. 8, S. 121).

Bauwerk 6 (Bl. 18 u. 19).

Die Rißbilder 1914 und 1915 sind in Abb. 3a u. 3b Bl. 18 u. 19 dargestellt. 1914 ist die Fläche 1, 1915 im Überbau 1 und 2 (halb) die Fläche 1 bis 9, im Überbau 2 (halb) bis 5 die Fläche 1 bis 2 untersucht (Abb. 4 Bl. 18 u. 19).

Über die Rißbildung gelten im allgemeinen die bei Bauwerk 5 gemachten Bemerkungen. Das Bauwerk ist im Überbau 1 und 2 geputzt (0 bis 0,5 mm), im übrigen ungeputzt. Die 326 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 3c Bl. 18 u. 19 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,22 mm (s. Zahlentafel Nr. 9, S. 123).

Bauwerk 7 (Bl. 16 u. 17).

Das Bauwerk 7 ist ein Teil der Hochbahnen der Paulshütte. Die Untersuchung mittels Sandstrahlgebläses mußte mit Rücksicht auf den beschränkten Platz und die große Zahl der Förderbahnen, die neben und unter den Hochbahnen laufen, auf dieses eine Bauwerk beschränkt werden. Durch sehr eingehende Untersuchung der andern Bauwerke, wenn auch mit einfacheren Mitteln, konnte doch zweifelsfrei festgestellt werden, daß die Zerstörungserscheinungen der meisten Bauwerke dieses Bezirks mindestens die gleichen waren wie bei Bauwerk 7.

Das Rißbild 1915 ist in Abb. 6 Bl. 16 u. 17 dargestellt. Untersucht wurden die Flächen 1 und 2 (Abb. 7 Bl. 16 u. 17).

Das Rißbild ist nicht so dichtmaschig wie bei den vorhergehenden Bauwerken, dagegen treten hier die Schalenrisse an den Unterkanten in ganz besonders ausgeprägter Form hervor. Diese Erscheinung trifft man bei der Mehrzahl der Bauwerke desselben Hüttenbezirks. Das Bauwerk ist nicht geputzt.

Die 16 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 6 Bl. 16 u. 17 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,32 mm (siehe Zahlentafel Nr. 10, S. 120).

Bauwerk 8 (Bl. 16 u. 17).

Die Rißbilder 1914 und 1915 sind in Abb. 1a und 1b Bl. 16 u. 17 dargestellt. 1914 wurde Fläche 1, 1915 Fläche 1 und 2 untersucht (Abb. 2 Bl. 16 u. 17). Das Rißbild 1915 zeigt starke Vermehrung der Risse gegen 1914. Auffällig sind die Risse in der Mitte der Überbauten, die über die ganze Höhe des Querschnitts durchlaufen. Schalenrisse treten namentlich im Überbau 3 und 4 auf. Über den Stützen sind verhältnismäßig wenig Risse. Das Bauwerk ist nicht geputzt.

Die 121 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 1b Bl. 16 u. 17 dargestellt. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,23 mm (siehe Zahlentafel Nr. 11, S. 125).

Bauwerk 9 (Bl. 16 u. 17).

Das Rißbild 1915 ist in Abb. 8 Bl. 16 u. 17 dargestellt. Untersucht wurden die Flächen 1 und 2 (Abb. 2 Bl. 16 u. 17). Über die Rißbildung ist nach den vorhergehenden Ausführungen nichts Besonderes zu bemerken. Das Bauwerk ist nicht geputzt.

Die 19 gemessenen Risse sind in Abb. 8 Bl. 16 und 17 der Lage und Stärke nach eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,19 mm (siehe Zahlentafel Nr. 12, S. 122).

Bauwerk 10 (Bl. 16 u. 17).

Die Rißbilder 1914 und 1915 sind in den Abb. 20a und 20b Bl. 16 u. 17 dargestellt. 1914 wurde Fläche 1, 1915 Fläche 1 und 2 untersucht (Abb. 19 Bl. 16 u. 17). Das Rißbild 1915 zeigt eine wesentliche Vermehrung und Verlängerung der Risse gegen 1914. Die Risse treten hauptsächlich in den Zuggurten (unten und oben) auf. Das Bauwerk ist nicht geputzt.

Die 76 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 20b Bl. 16 u. 17 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,22 mm (siehe Zahlentafel Nr. 13, S. 126).

Bauwerk 11 (Bl. 16 u. 17).

Die Rißbildungen 1914 und 1915 sind in Abb. 10a und 10b Bl. 16 u. 17 dargestellt. 1914 sind die Flächen 1 bis 4, 1915 im Überbau 1 die Flächen 1 bis 15, im Überbau 2 die Flächen 1 bis 5 untersucht (Abb. 11 Bl. 16 u. 17). Rißbildung tritt hauptsächlich in den Zuggurten und seitlichen Ausladungen ein (Fläche 1 bis 3). Das Bauwerk ist nicht geputzt.

Die 109 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 10b Bl. 16 u. 17 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,29 mm (siehe Zahlentafel Nr. 14, S. 127).

Bauwerk 12 (Bl. 12 u. 13).

Die Rißbilder 1914 und 1915 sind in den Abb. 12a und 12b Bl. 12 u. 13 dargestellt. 1914 ist die Fläche 4, 1915 sind in der Mittelöffnung die Flächen 1 bis 17, in den beiden Seitenöffnungen die Flächen 1 bis 5, 9 bis 11, 15 bis 17 untersucht. Im Rißbild 1914 sind nur wenige kürzere senkrechte Risse an den Unterkanten der einzelnen Überbauten aufgefunden. 1915 haben sich die Risse nicht nur verlängert, sondern auch stark vermehrt. Zu den bisherigen senkrechten tritt eine Reihe von schrägen, wagerechten und Schalenrisen hinzu. Die Mehrzahl der Risse läuft senkrecht zu den Haupteiseneinlagen und mehr oder weniger durch den ganzen Querschnitt durch. Das Bauwerk ist mit Zement abgeschlemmt.

Die Rißstärken schwanken zwischen 0,1 und 0,3 mm, sie sind ihrer Lage nach nicht eingemessen und auch nicht in die Rißbilder eingetragen.

Bauwerk 13 (Bl. 20).

Untersucht wurde nur Überbau 3; Überbau 2 war wegen der geringen Höhe über dem Gleise unzugänglich, Überbau 1 zeigte im allgemeinen dieselben Erscheinungen wie Überbau 3. Bei diesem Bauwerk haben Senkungen des Grundmauerwerks stattgefunden, die sich auch auf die Auflagerkanten der Koenenschen Voutendecke übertragen haben. Diese Kanten sind in der Abb. 3 Bl. 20 mit $a-b$ (Widerlager) und $c-d$ (Zwischenpfeiler) bezeichnet. Wenn Punkt a , der am höchsten liegt, die Höhe 0 erhält, hat sich Kante $a-b$ bis 28 mm, Kante $c-d$ bis 59 mm ungleichmäßig gesenkt. Die Folge dieser Senkungen sind die vier durch die ganze Decke parallel zu den Eiseneinlagen durchlaufenden Risse. Außerdem hat sich die Decke selbst unabhängig durchgebogen, und zwar in zwei Mulden, links bis 50 mm, rechts bis 70 mm. Zur übersichtlicheren Darstellung der Mulden-gestaltung sind Schichtenlinien im Abstände von 5 mm in die Abb. 3 Bl. 20 eingezeichnet worden. Die Ursache der selbständigen Deckensenkungen konnte nicht mehr festgestellt werden. Es ist die Vermutung ausgesprochen worden, daß sie in Senkungen des Lehrgerüsts gelegen hat. Die Rißstärken schwanken zwischen 0,1 und 1 mm. Sie sind ihrer Lage nach nicht eingemessen.

Bauwerk 14 (Bl. 20).

Die Rißbilder sind in Abb. 4a u. 4b dargestellt. An den Stirnseiten der drei Überbauten haben sich kürzere Risse an den unteren Kanten der Überbauten gebildet. Die Rißbildung in den unteren Flächen ist sehr ungleichmäßig. Das Bauwerk ist mit Zement abgeschlemmt. Die Risse schwanken zwischen 0,1 und 0,3 mm. Sie sind ihrer Lage nach nicht eingemessen.

Bauwerk 15 (Bl. 21 u. 22).

1. Die Fahrbahn. Die Rißbilder 1913, 1914 und 1915 sind in den Abb. 6, 7 u. 9 Bl. 21 u. 22 dargestellt. 1913 und 1914 wurden die Flächen 5 bis 7, 1915 die Flächen 1 bis 13 untersucht (Abb. 8 Bl. 21 u. 22). Das Rißbild 1913 zeigt im Feld 2, 4 und 9 je einen Querriß, im Feld 6 zwei Risse. Die Felder 1, 3, 5, 7, 8 und 10 waren rißfrei. Die mittleren Fahrbahnfelder sind unzugänglich und daher nicht untersucht. 1914 hatten bereits sämtliche Felder mehr oder weniger Querrisse. 1915 hat sich die Rißzahl

in allen Feldern gegen 1914 noch bedeutend vermehrt. Die Rißbildung ist am größten im mittleren Balken der Fahrbahn (Fläche 5 bis 9) auf der rechten (nördlichen) Bauwerkhälfte. Da das Bauwerk in allen drei Jahren mit denselben Mitteln gereinigt worden ist, zeigt sich hier am deutlichsten die mit den Jahren vorgeschrittene Rißbildung. Die Flächen sind mit Zement abgeschlemmt.

Die 133 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 9 Bl. 21 u. 22 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,16 mm (siehe Zahlentafel Nr. 18¹, S. 132).

2. Die Zwischenpfeiler. Im ganzen sind zehn Pfeiler untersucht worden, 1 bis 5 auf der linken, 6 bis 10 auf der rechten Brückenhälfte. Die Mittelfelder sind unzugänglich. Bei jedem Pfeiler sind alle Flächen mit Ausnahme der beiden äußeren Stirnflächen untersucht worden. In den Bildflächen *a* sind die inneren Säulenflächen, in den Bildflächen *b* die unteren Querträgerflächen mit dargestellt (Abb. 10 u. 11 bis 20 Bl. 21 u. 22). Die Untersuchungen im Jahre 1913 erstreckten sich auf die Zwischenpfeiler überhaupt nicht, im Jahre 1914 nur auf die Pfeiler 3 und 6. Die Rißbildung 1915 hat gegen 1914 bedeutend zugenommen. Bemerkenswert sind die Rißanhäufungen auf der rechten Brückenhälfte, sowohl in Bildfläche *a* als auch in Bildfläche *b*. Die Mehrzahl der Risse in den Decken und Säulen sind Querrisse. Längsrisse in den Säulen treten nur im Pfeiler 5 und 9 auf. Die Pfeiler sind mit Zement abgeschlemmt.

Die 387 gemessenen Risse sind ihrer Lage und Stärke nach in Abb. 11 bis 20 Bl. 21 u. 22 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen 0,13 mm (siehe Zahlentafel Nr. 18², S. 134).

3. Das Gewölbe. Die untere Leibung und die Stirnseiten des Gewölbes sind wegen der großen Schwierigkeiten nicht untersucht worden. Das Rißbild 1915 erstreckt sich demnach nur auf den Gewölberücken (Abb. 21 Bl. 21 u. 22). Die Rißzahl nimmt von der Mitte nach den beiden Kämpfern auffällig zu, namentlich auf der linken Brückenhälfte. Die Risse verlaufen ausnahmslos parallel zu den Eiseneinlagen. Das Gewölbe ist mit Zement abgeschlemmt.

Die 84 gemessenen Risse sind der Lage und Stärke nach in Abb. 21 Bl. 21 u. 22 eingetragen. Mittlere Rißstärke an den Anschlagstellen der Eiseneinlagen 0,15 mm (siehe Zahlentafel Nr. 18³, S. 136).

Die Einzelbeobachtungen können zu folgenden Ergebnissen zusammengefaßt werden. Die Rißbildung zeigt bei allen untersuchten Bauwerken einen gleichartigen Verlauf und annähernd gleiche Dichte. Die Risse nehmen an Länge und Zahl mit wachsendem Bauwerkalter zu. Die Risse laufen bei den Fahrbahnen und Säulen in der Mehrzahl quer zu den Hauptbewegungseisen und mehr oder weniger durch den ganzen Querschnitt; sie bilden sich mit Vorliebe an den Bügelstellen. Wagerechte und schräge Risse sind seltener. In dem doppelt bewehrten Gewölbe des Bauwerks 15 laufen die Risse parallel zu den Eiseneinlagen. Schalenrisse treten hauptsächlich bei höheren Rostgraden auf; überschreitet der Rost eine bestimmte Stärke, so wird der Beton schalenförmig abgesprengt.

C. Rostbildung.

a) Rostbefunde.

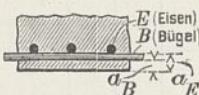
Durch 268 der unter A. angegebenen 584 Anschlagstellen wurden Eiseneinlagen (Stäbe oder Bügel) freigelegt. Die Längen dieser Anschlagstellen schwankten zwischen 40 und 1100 mm, die Breiten zwischen 50 und 350 mm. Die Eisen wurden sorgfältig von den anhaftenden Betonteilchen befreit und dann genau auf Rosterscheinungen untersucht. Der Regel nach befanden sich an den Rißstellen auch Roststellen. Nach dem allgemeinen Rostbefund ist es nicht zweifelhaft, daß die Rostbildung ihren Ausgangspunkt an den Rißstellen genommen hatte, und daß der Rost nach beiden Seiten des Risses vorgedrungen war. Das konnte man namentlich an den jüngeren Bauwerken beobachten. An der Rißstelle war ein verhältnismäßig hoher Rostgrad, der aber schnell nach beiden Seiten an Stärke abnahm und in die blaue Walzhaut überging. Bei älteren Bauwerken, namentlich der höheren Luftklassen, war die Walzhaut mehr oder weniger verschwunden und der Eisenstab ganz oder größtenteils mit durchgehendem Rost überzogen. Aber auch hier bedeuteten die Rißstellen stets die Höhepunkte der Rostbildung.

Bei vielen Eisenstäben konnte nur einseitiger Rost, und zwar auf der nach außen gerichteten Mantelhälfte des Eisens, festgestellt werden. Bei doppelt gestaffelten Eiseneinlagen im Zuggurt waren häufig die unteren Eisen verrostet, während die oberen noch unversehrt waren. Die zur Beurteilung des Rostbefundes wichtigen Angaben sind für jedes Bauwerk bestimmt und in die nachfolgenden Zahlentafeln 4 bis 18 eingetragen. Der Kopf dieser Tafeln hat folgende Einteilung erhalten (s. Zahlentafel 3).

Zahlentafel Nr. 3.

Bauwerk (Blatt)
Alter — Luftklasse

$E = \dots$ mm $a_E = \dots$ mm
 $B = \dots$ mm $a_B = \dots$ mm



^{*)} σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1 – 3 entnommen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Der angeschlagenen Rißstellen					<i>d</i>	Δd	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung	Querschnittsverminderung	Rißstärke	σ_{bx}^*
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	ursprünglich mm	Zunahme durch Rost mm	mm	mm	vH	mm	kg/qcm

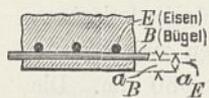
Rostgrad: Niedrigstbefund
Höchstbefund
{ Durchschnitt
 Im Mittel =
Rißstärken: im Mittel = mm.

In der Überschrift ist die Nummer und die Bezeichnung des Bauwerks, sein Alter und die Luftklasse angegeben,

Zahlentafel Nr. 4.

Bauwerk 1 (Blatt 12 u. 13) **Personentunnel Namslau.**

Alter 4 1/2 Jahre. — Luftklasse I.



$E = 20 \text{ mm}$ $a_E = 15 \text{ mm}$
 $B = - \text{ mm}$ $a_B = - \text{ mm}$

*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bx}^* kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- veränderung vH.		RiBstärke mm
1		200	220	30	20	—	1	—	—	0,1 bis 0,5	18,9
6		250	240	40	20	—	3 1	—	—	"	18,9
7		100	100	10	20	—	3	—	—	"	18,9
8		160	150	10	20	—	3	—	—	"	15,6
13		475	270	30	20	—	3	—	—	"	15,6 19,1
17		200	180	60	20	—	2	—	—	"	18,9
20		475	320	35	20	—	3 3 3 3	—	—	"	15,6 19,1
24		160	160	60	20	—	2	—	—	"	18,4

Rostgrad: Niedrigstbefund $E=0$ $B=-$
 Höchstbefund $E=3$ $B=-$
 { Durchschnitt $E=2,0$ $B=-$
 { Im Mittel = **2,0**

RiBstärken: im Mittel = — mm.

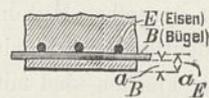
darunter die Abmessungen der Eiseneinlagen (E) und der Bügel (B), außerdem die Abstände der Eiseneinlagen und Bügel (a_E, a_B) von der Betonaußenfläche (s. Abb.). Sind die Abmessungen dieser Eiseneinlagen für die einzelnen Überbauten verschieden, so stehen die Angaben für E, B, a_E und a_B unter den betreffenden Überbauten.

Spalte 1 enthält die Nummer der Anschlagstelle, deren Lage ohne weiteres aus den Rißbildern ersehen werden kann.

Zahlentafel Nr. 5.

Bauwerk 2 (Blatt 12 u. 13) **Personentunnel Namslau.**

Alter 4 1/2 Jahre. — Luftklasse I.



$E = 20 \text{ mm}$ $a_E = 15 \text{ mm}$
 $B = - \text{ mm}$ $a_B = - \text{ mm}$

*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bx}^* kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- veränderung vH.		RiBstärke mm
1		350	180	25	20	—	1	—	—	0,1 bis 0,5	18,9
2		500	80	20	20	—	1	—	—	"	18,9
3		200	140	20	20	—	1	—	—	"	18,9
4		400	80	25	20	—	1	—	—	"	19,1
5		750	260	20	20	—	1	—	—	"	18,4 19,1
6		950	260	20	20	—	3 3 3	—	—	"	14,2 19,1
7		220	200	25	20	—	2	—	—	"	9,5
8		950	200	25	20	—	3 3 3	—	—	"	18,4 19,1
9		650	100	20	20	—	2	—	—	"	9,5 15,6
10		1100	220	20	20	—	1 3	—	—	"	18,4 18,9

Rostgrad: Niedrigstbefund $E=1$ $B=-$
 Höchstbefund $E=3$ $B=-$
 { Durchschnitt $E=1,8$ $B=-$
 { Im Mittel = **1,8**

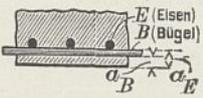
RiBstärken: Im Mittel = — mm.

Da die Anzahl der angeschlagenen Eisen geringer ist als die der Anschlagstellen überhaupt, so treten in der Nummernfolge naturgemäß öfters Lücken ein.

Zahlentafel Nr. 6.

Bauwerk 3 (Blatt 14 u. 15) **Falvahütte.**

Alter 5 Jahre. — Luftklasse IV.



$E = 26 \text{ mm}$ $a_E = 22 \text{ mm}$
 $B = 20 \text{ mm}$ $a_B = 2 \text{ mm}$

*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Der angeschlagenen Ribstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	Ribstärke mm	σ _{bx} *) kg/qcm
4		80	180	40	26	0,5	1	0	—	0,2	—
5		100	100	25	20	—	0	—	—	0,2	17,0
7		100	150	30	20	0,5	0	—	—	0,1	—
Überbau 2											
2		100	150	40	26	1,0	5	—	—	0,3	—
3		120	120	20	20	—	0	—	—	0,2	—
5		100	110	30	20	1,5	5	—	—	0,2	17,0
6		80	100	70	26	1,5	1	—	—	0,2	—
7		300	120	30	20	1,0	5	—	—	0,2	—
Überbau 3											
1		100	140	10	20	—	0	—	—	0,3	—
3		200	110	30	26	1,0	5	0,4	3,96	0,4	—
4		260	100	35	26	—	1	—	—	0,3	—
5		120	140	40	20	—	0	—	—	0,2	17,0
6		100	150	40	20	—	1	—	—	0,2	—

Zahlentafel Nr. 6 (Fortsetzung).

Der angeschlagenen Ribstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	Ribstärke mm	σ _{bx} kg/qcm
2		350	100	100	26	2,0	5	0,2	1,53	0,2	—
3		270	100	70	26	—	1	—	—	0,3	—
4		100	100	40	26	1,5	5	—	—	0,2	—
8		120	150	55	26	—	0	—	—	0,3	—
Rostgrad: Niedrigstbefund $E = 1$ $B = 0$ Höchstbefund $E = 5$ $B = 5$ { Durchschnitt $E = 2,0$ $B = 3,3$ { Im Mittel = $2,65$ Ribstärken: Im Mittel = $0,25 \text{ mm}$.											

Zahlentafel Nr. 17.

Bauwerk 14 (Blatt 20) **Wegeüberführung Kynau.**

Alter 12 Jahre. — Luftklasse II.

$E = 16 \text{ mm}$ $a_E = 22 \text{ mm}$
 $B = \text{— mm}$ $a_B = \text{— mm}$

*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

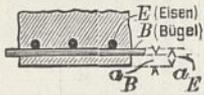
Der angeschlagenen Ribstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	Ribstärke mm	σ _{bx} *) kg/qcm
1		200	200	40	16	—	0	—	—	0,1 bis 0,3	—
2		150	200	35	16	—	0	—	—	"	—
Überbau 2											
2		150	250	35	16	—	4	—	—	"	—
Überbau 3											
1		120	200	40	16	—	4	—	—	"	—
Rostgrad: Niedrigstbefund $E = 0$ Höchstbefund $E = 4$ { Durchschnitt $E = 2,8$ { Im Mittel = $2,8$ Ribstärken: Im Mittel = — mm .											

Zahlentafel Nr. 7.

Bauwerk 4 (Blatt 14 u. 15) Falvahütte.

Alter 5 Jahre. — Luftklasse IV.

$E = 26 \text{ mm}$ $a_E = 22 \text{ mm}$
 $B = 20 \text{ mm}$ $a_B = 2 \text{ mm}$



*) σ_{bz} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1 — 3 entnommen.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bz} *) kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		RiBstärke mm
Überbau 1											
3		250	100	30	26	1,5	5	0,4	3,06	0,2	—
4		180	100	25	20	1,2	5	1,0	9,75	0,4	—
5		250	90	50	26	—	5	—	—	0,4	17,0
7		90	100	40	20	—	5	—	—	0,2	—
9		90	110	30	20	0,8	5	—	—	0,2	—
Überbau 2											
2		100	100	80	20	1,2	5	—	—	0,1	—
4		70	100	15	20	1,3	5	—	—	0,2	—
7		300	80	30	20	0,6	5	—	—	0,2	17,0
8		350	130	40	26	—	5	—	—	0,3	—
10		350	150	40	20	0,6	5	—	—	0,1	—
Rostgrad:					Niedrigbefund	$E = \overset{\circ}{2}$	$B = \overset{\circ}{2}$				
					Höchstbefund	$E = \overset{\circ}{5}$	$B = \overset{\circ}{5}$				
					Durchschnitt	$E = 3,3$	$B = 4,7$				
					Im Mittel	4,0					
RiBstärken:					Im Mittel	0,25 mm.					

(Fortsetzung von S. 116)

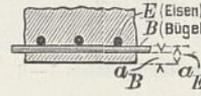
In Spalte 2 bis 5 sind die Skizzen der Anschlagstellen und ihre Abmessungen eingetragen. In Spalte 6 ist der ursprüngliche Durchmesser der Eiseneinlagen, in Spalte 7 seine Vergrößerung infolge Rostansatzes, in Spalte 9 seine

Zahlentafel Nr. 10.

Bauwerk 7 (Blatt 16 u. 17) Paulshütte.

Alter 5 1/2 Jahre. — Luftklasse V.

$E = 22 \text{ mm}$ $a_E = 19 \text{ mm}$
 $B = 7 \text{ mm}$ $a_B = 12 \text{ mm}$



*) σ_{bz} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1 — 3 entnommen.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bz} *) kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		RiBstärke mm
1		400	100	30	22	4,0	6	1,5	13,2	0,2	—
2		380	100	40	22	3,2	6	1,2	10,6	—	—
3		500	120	40	22	2,2	6	1,2	10,6	0,4	20,3
4		100	80	30	7	1,0	5	0,5	13,8	0,3	20,3
5		350	100	20	22	3,2	6	1,2	10,6	—	20,3
6		100	220	35	22	4,0	6	1,5	13,2	0,2	—
7		300	100	30	22	3,5	6	1,7	14,8	—	—
8		100	100	35	7	2,0	5	1,0	26,5	0,2	—
9		300	100	30	22	4,0	6	1,5	13,2	0,3	—
10		100	120	60	22	0,5	5	—	—	0,7	—
Rostgrad:					Niedrigbefund	$E = \overset{\circ}{5}$	$B = \overset{\circ}{5}$				
					Höchstbefund	$E = \overset{\circ}{6}$	$B = \overset{\circ}{5}$				
					Durchschnitt	$E = 5,9$	$B = 5,0$				
					Im Mittel	5,45					
RiBstärken:					Im Mittel	0,32 mm.					

Verkleinerung nach Entfernung des Rostes angegeben. Durchmesser-Verkleinerungen waren nur bei sehr starken Rostgraden meßbar. Die Eisen wurden mittels Tasters gemessen. — Die Querschnittsverminderung wurde in Teilen vom Hundert des ursprünglichen Querschnitts ausgerechnet und in Spalte 10 eingetragen. Der Rostgrad ist in Zahlen von 0 bis 6 bestimmt und in Spalte 8 aufgenommen. Diese Zahleneinteilung entspricht „der Festlegung und Bezeichnung des Rostansatzes an den Eiseneinlagen“ auf S. 4 des Forschungs-

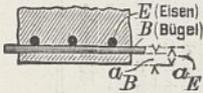
(Fortsetzung S. 128)

Zahlentafel Nr. 8.

Bauwerk 5 (Blatt 18 u. 19) Liereshütte.

Alter 5 1/2 Jahre. — Luftklasse IV.

$E = 22 \text{ mm}$ $a_E = 19 \text{ mm}$
 $B = 7 \text{ mm}$ $a_B = 12 \text{ mm}$



*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Der angeschlagenen Ribstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	Ribstärke mm	σ_{bx} *) kg/qcm
1		100	120	30	22	—	1	—	—	0,1	—
3		180	100	40	22	—	3	—	—	0,1	20,3
5		230	100	45	22	1,3	5	0,8	7,1	0,2	—
Überbau 2											
2		300	100	50	22	1,4	5	0,5	4,5	0,2	—
4		200	100	30	22	0,8	5	0,2	1,8	0,2	20,3
6		100	100	40	22	0,3	4	—	—	—	—
6		100	100	40	22	0,3	4	—	—	—	—
Überbau 3											
1		200	100	35	22	—	3	—	—	0,2	—
4		100	100	30	22	—	0	—	—	0,3	20,3
6		100	100	15	7	—	1	—	—	0,3	—
7		370	100	30	22	0,8	5	—	—	0,2	—
Überbau 4											
3		120	120	35	22	—	0	—	—	0,2	—
6		100	100	30	22	—	0	—	—	0,2	20,3
7		600	100	30	22	1,3	5	0,5	4,5	0,2	—

Zahlentafel Nr. 8 (Fortsetzung).

Der angeschlagenen Ribstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	Ribstärke mm	σ_{bx} *) kg/qcm
3		120	130	70	22	—	3	—	—	0,2	—
4		270	100	70	22	—	3	—	—	0,1	—
7		120	120	50	22	—	0	—	—	0,2	—
Rostgrad: Niedrigstbefund $E = 0$ $B = 1$ Höchstbefund $E = 5$ $B = 5$ Durchschnitt $E = 2,7$ $B = 3,9$ Im Mittel = $3,3$ Ribstärken: Im Mittel = 0,21 mm.											

Zahlentafel Nr. 12.

Bauwerk 9 (Blatt 16 u. 17) Brückenstumpf Liereshütte.

Alter 5 1/2 Jahre. — Luftklasse IV.

$E = 22 \text{ mm}$ $a_E = 19 \text{ mm}$
 $B = 7 \text{ mm}$ $a_B = 12 \text{ mm}$

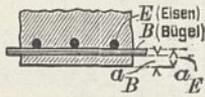
*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Der angeschlagenen Ribstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	Ribstärke mm	σ_{bx} *) kg/qcm
1		100	100	20	7	0,3	4	—	—	0,1	—
2		150	100	60	22	—	1	—	—	0,1	5,88
3		100	120	50	22	—	3	—	—	0,1	5,88
4		80	100	25	7	0,6	5	—	—	0,2	—
Rostgrad: Niedrigstbefund $E = 1$ $B = 4$ Höchstbefund $E = 3$ $B = 5$ Durchschnitt $E = 2,0$ $B = 4,7$ Im Mittel = $3,35$ Ribstärken: Im Mittel = 0,19 mm											

Zahlentafel Nr. 9.

Bauwerk 6 (Blatt 18 u. 19) Liereshütte.

Alter 5 1/2 Jahre. — Luftklasse IV.



$E = 22 \text{ mm}$ $a_E = 19 \text{ mm}$
 $B = 7 \text{ mm}$ $a_B = 12 \text{ mm}$

*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bx} *) kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		Rißstärke mm
Überbau 1											
1		100	120	40	22	—	5	—	—	0,2	—
2		100	100	40	22	—	5	—	—	0,3	—
4		150	120	45	22	—	15	—	—	0,1	—
6		120	180	30	22	—	5	—	—	—	—
12		100	100	40	22	—	3	—	—	0,2	—
14		150	100	50	22	—	3	—	—	0,2	20,3
16		100	180	20	22	—	3	—	—	0,2	—
Überbau 2											
5		120	100	50	22	—	3	—	—	0,3	20,3
8		100	100	40	22	—	3	—	—	0,1	—
9		130	110	40	22	—	3	—	—	0,2	—
Überbau 3											
1		180	100	25	22	0,4	4	—	—	0,1	—
2		250	100	25	22	—	3	—	—	0,1	—
3		100	200	25	7	—	3	—	—	0,2	—
4		450	130	20	22	0,3	4	0,2	1,8	0,2	20,3
7		120	150	50	26	0,5	5	—	—	0,2	—

Zahlentafel Nr. 9 (Fortsetzung).

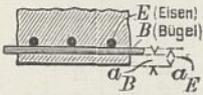
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bx} kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		Rißstärke mm
Überbau 4											
2		100	200	70	7	—	3	—	—	0,2	—
3		200	350	30	22	0,6	5	0,2	1,8	—	—
7		100	100	20	22	—	3	—	—	0,3	—
8		250	100	25	22	—	3	—	—	0,2	20,3
11		100	100	35	22	—	3	—	—	—	20,3
13		110	100	35	7	—	3	—	—	—	—
14		100	100	45	22	—	3	—	—	0,2	—
16		100	100	25	7	—	3	—	—	—	—
18		550	100	30	22	—	3	—	—	0,5	—
19		80	300	20	7	—	3	—	—	0,2	—
Überbau 5											
3		450	250	30	22	—	3	—	—	0,2	—
12		80	100	25	7	—	3	—	—	0,2	—
14		160	110	55	22	—	3	—	—	0,3	—
<p>Rostgrad: Niedrigstbefund $E=2$ $B=2$ Höchstbefund $E=5$ $B=5$ { Durchschnitt $E=3,1$ $B=3,4$ Im Mittel = <u>3,25</u></p> <p>Rißstärken: Im Mittel = 0,22 mm.</p>											

Zahlentafel Nr. 11.

Bauwerk 8 (Blatt 16 u. 17) **Wilhelminehütte.**

Alter 5 1/2 Jahre. — Luftklasse IV.

$E = 22 \text{ mm}$ $a_E = 19 \text{ mm}$
 $B = 7 \text{ mm}$ $a_B = 12 \text{ mm}$



*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen				Rißstärke mm	σ_{bx}^* kg/qcm
					d ursprünglich mm	+ Δd Zunahme durch Rost mm	- Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		
Überbau 1										
1		200	100	50	22	—	—	—	0,2	—
3		120	100	60	22	—	—	—	0,3	—
4		80	100	30	7	—	—	—	0,2 0,3	—
5		120	100	50	22	—	—	—	0,2	—
Überbau 2										
2		120	150	45	22	—	—	—	0,2	—
3		200	100	50	22	—	—	—	0,2	—
5		100	150	30	22	—	—	—	0,2	—
Überbau 3										
1		400	100	50	22	0,4	—	—	0,2	—
4		120	100	50	22	—	—	—	0,2	—
5		200	110	30	22	—	—	—	0,2 0,4	—
Überbau 4										
1		100	100	30	7	0,7	—	—	0,3	—
2		100	130	30	7	0,8	—	—	0,2	—
3		400	100	40	22	0,3	—	—	0,2	20,3
5		200	100	40	22	—	—	—	0,3 0,1	—

Zahlentafel Nr. 11 (Fortsetzung).

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen				Rißstärke mm	σ_{bx} kg/qcm
					d ursprünglich mm	+ Δd Zunahme durch Rost mm	- Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		
Überbau 5										
2		150	100	30	22	—	—	—	0,2	—
3		80	100	30	7	—	—	—	0,2 0,2	—
4		180	100	40	22	0,4	—	—	0,3	20,3

Rostgrad: Niedrigstbefund $E=0$ $B=3$
 Höchstbefund $E=4$ $B=5$
 { Durchschnitt $E=2,5$ $B=3,6$
 { Im Mittel = $3,05$
 Rißstärken: Im Mittel = 0,23 mm.

Zahlentafel Nr. 13.

Bauwerk 10 (Blatt 16 u. 17) **Wegeunterführung Liereshütte.**

Alter 5 1/2 Jahre. — Luftklasse IV.

$E = 22 \text{ mm}$ $a_E = 19 \text{ mm}$
 $B = 7 \text{ mm}$ $a_B = 12 \text{ mm}$

*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen				Rißstärke mm	σ_{bx}^* kg/qcm
					d ursprünglich mm	+ Δd Zunahme durch Rost mm	- Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		
Überbau 1										
1		75	120	20	7	0,2	—	—	0,1 0,2	—
2		100	120	25	7	—	—	—	0,2 0,2	—
4		260	120	40	22	—	—	—	0,3	20,9
6		120	150	40	22	—	—	—	0,2	—
7		200	120	40	22	—	—	—	0,1	—

(Fortsetzung umseitig)

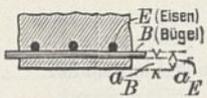
Zahlentafel Nr. 13 (Fortsetzung).

Der angeschlagenen Rißstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d	Δd	Rostgrad	$\bar{\Delta d}$	Querschnitts- verminderung vH.	RiBstärke	σ_{bx}
					ursprünglich	Zunahme durch Rost	mm	mm	mm	mm	mm
Überbau 2											
1		120	80	50	22	—	3	—	—	0,3	—
2		500	100	50	22	7	0	—	—	0,3	—
5		200	100	60	22	—	3	—	—	0,3	—
Rostgrad:					Niedrigstbefund		E = 2		B = 0		—
					Höchstbefund		E = 3		B = 4		—
					Durchschnitt		E = 3,0		B = 2,6		—
					Im Mittel		=		2,8		—
RiBstärken:					Im Mittel		=		0,22 mm.		—

Zahlentafel Nr. 14.

Bauwerk 11 (Blatt 16 u. 17) Reckehütte.

Alter 5 1/2 Jahre. — Luftklasse IV.



E = 22 mm a_E = 19 mm
B = 7 mm a_B = 12 mm

*) σ_{bx} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

Der angeschlagenen Rißstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d	Δd	Rostgrad	$\bar{\Delta d}$	Querschnitts- verminderung vH.	RiBstärke	σ_{bx} *)
					ursprünglich	Zunahme durch Rost	mm	mm	mm	mm	mm
Überbau 1											
1		200	100	35	22	1,0	5	—	—	0,2	—
3		300	100	40	22	7	5	—	—	0,1	—
5		400	80	50	22	1,0	5	—	—	0,2	—
6		120	100	30	22	—	3	—	—	0,1	—
8		100	100	30	7	—	4	—	—	0,2	—
9		300	80	35	22	1,0	5	—	—	0,5	—

Zahlentafel Nr. 14 (Fortsetzung).

Der angeschlagenen Rißstellen											
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	d	Δd	Rostgrad	$\bar{\Delta d}$	Querschnitts- verminderung vH.	RiBstärke	σ_{bx}
					ursprünglich	Zunahme durch Rost	mm	mm	mm	mm	mm
Überbau 2											
10		200	80	60	22	—	3	—	—	0,2	—
11		80	120	15	7	—	3	—	—	0,5 0,8	—
12		50	100	35	22	—	3	—	—	0,2	—
13		100	120	30	7	—	3	—	—	0,2	—
Rostgrad:					Niedrigstbefund		E = 3		B = 3		—
					Höchstbefund		E = 5		B = 4		—
					Durchschnitt		E = 3,7		B = 3,5		—
					Im Mittel		=		3,6		—
RiBstärken:					Im Mittel		=		0,29 mm.		—

(Fortsetzung von S. 120)

heftes 31 des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, das Geheimer Hofrat A. Scheit, Direktor der Versuchsanstalt Dresden, unter dem Titel: „Versuche zur Ermittlung des Rostschutzes der Eiseneinlagen im Beton“ vor kurzem herausgegeben hat. In diesem Forschungsheft sind sechs Rostgruppen unterschieden worden, und zwar die Gruppen:

- 0 rostfrei,
- 1 Rostspuren,
- 2 Rostanflug,
- 3 schwacher Rostansatz,
- 4 starker Rostansatz,
- 5 Rostkuppen und Blätterrost.

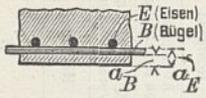
(Fortsetzung S. 137)

Zahlentafel Nr. 16.

Bauwerk 13 (Blatt 20) Wegeüberführung Oberweistriz.

Alter 12 Jahre. — Luftklasse II.

$E = 16 \text{ mm}$ $a_E = 22 \text{ mm}$
 $B = - \text{ mm}$ $a_B = - \text{ mm}$



*) σ_{bz} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

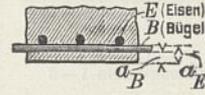
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bz} *) kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		Rißstärke mm
1		350	100	25	a—	30	—	—	—	0,1 bis 1,0	—
2		300	100	20	a—	30	—	—	—	—	—
4		150	100	20	a—	30	—	—	—	—	—
8		300	300	20	a—	30	—	—	—	—	—
9		100	120	25	a—	0	—	—	—	—	—
11		150	110	15	a—	1	—	—	—	—	—
12		100	100	15	a—	30	—	—	—	—	—
13		100	100	20	a—	30	—	—	—	—	—
15		130	150	15	a—	30	—	—	—	—	—
18		120	100	15	a—	30	—	—	—	—	—
21		120	100	20	a—	30	—	—	—	—	—
23		100	120	20	a—	0	—	—	—	—	—
25		300	110	15	a—	30	—	—	—	—	—
27		900	100	20	b—	1,2	0,5	6,16	—	—	—
28		150	80	25	c—	1,0	0,7	8,57	—	—	—
29		100	100	20	a—	30	—	—	—	—	—
30		100	120	25	a—	30	—	—	—	—	—

Rostgrad: Niedrigstbefund $E = 0$
 Höchstbefund $E = 5$
 { Durchschnitt $E = 2,7$
 { Im Mittel $= 2,7$
 Rißstärken: Im Mittel = — mm.

Zahlentafel Nr. 18.

Bauwerk 15 (Blatt 21 u. 22) Wegeüberführung Ober-Jastrzeb.

Alter 5 Jahre.
 Luftklasse III.

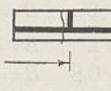
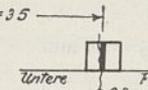
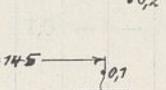


*) σ_{bz} (Spalte 12) ist aus den Berechnungstafeln 1—3 entnommen.

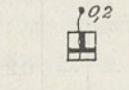
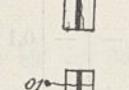
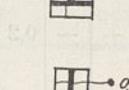
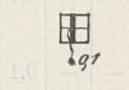
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bz} *) kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		Rißstärke mm
1. Fahrbahn. E (Decke) = 14 mm; E (Träger) = 18 mm; $B = \frac{3}{14}$ mm; $a_E = 21$ mm $a_B = 18$ mm											
1		120	100	55	18	—	2	—	—	0,1	—
2		180	100	50	18	—	0	—	—	0,1	—
4		100	100	30	18	—	1	—	—	0,1	—
6		150	100	70	18	—	0	—	—	0,1	—
9		100	100	60	18	—	1	—	—	0,1	—
10		120	100	20	14	—	0	—	—	0,3	—
12		150	120	25	18	—	1	—	—	0,1	—
13		100	100	20	14	—	0	—	—	0,3	—
15		100	120	40	18	—	2	—	—	0,1	—
19		80	120	20	14	—	2	—	—	0,1	—
20		120	100	20	14	—	2	—	—	0,1	—
22		100	100	15	14	—	0	—	—	0,1 0,3	—

Zahlentafel Nr. 18 (Fortsetzung).

Zahlentafel Nr. 18 (Fortsetzung).

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bz} kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		Rißstärke mm
24		140	100	55	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,1	—
25		70	100	15	14	—	1	—	—	0,3	—
26		400	100	20	18 $\frac{3}{14}$	—	2	—	—	0,1	—
28		120	80	15	14	—	1	—	—	0,1	—
31		120	100	40	18 $\frac{3}{14}$	—	3	—	—	0,3	—
34		120	80	20	14	—	1	—	—	0,2	—
36		120	100	50	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,1	—
38		120	80	15	14	—	1	—	—	0,2	—
39		200	100	50	18	—	0	—	—	0,1 0,1	—
40		100	80	10	14	—	0	—	—	0,2	—
42		100	80	20	14	—	1	—	—	0,2	—
43		180	100	50	18 $\frac{3}{14}$	—	2	—	—	0,1 0,2	—

Rostgrad: Niedrigstbefund $E=0$ $B=1$
 Höchstbefund $E=2$ $B=3$
 Durchschnitt $E=1,1$ $B=1,6$
 Im Mittel = $\frac{1,35}{0,16}$
 Rißstärken: Im Mittel = 0,16 mm.

Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen					σ_{bz} kg/qcm	
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.		Rißstärke mm
2. Zwischenpfeiler. E (Säulen) = 22 mm; E (Träger) = 18 mm; $B = \frac{3}{14}$ mm; $a_E = 21$ mm $a_B = 15$ mm											
3		150	250	60	22	—	0	—	—	0,1	—
4		150	100	30	18 $\frac{3}{14}$	—	2	—	—	0,2	—
5		250	120	40	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,1	3,7
6		120	120	55	22	—	0	—	—	0,1	—
8		120	100	30	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,2	—
9		150	100	50	18 $\frac{3}{14}$	—	2	—	—	0,3	—
11		150	150	45	22	—	0	—	—	0,1	—
12		100	100	70	18 $\frac{3}{14}$	—	2	—	—	0,1	—
13		100	150	30	18 $\frac{3}{14}$	—	0	—	—	0,1	3,7
16		100	120	50	22	—	1	—	—	0,1	—
17		100	180	60	22	—	1	—	—	0,2	—
18		150	100	25	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,2	3,7
21		150	120	60	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,1	3,7
23		120	120	45	22	—	0	—	—	0,1	—
25		100	100	20	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,1	—
27		100	100	30	18 $\frac{3}{14}$	—	2	—	—	—	—
28		120	100	30	18 $\frac{3}{14}$	—	2	—	—	0,1	—
30		80	100	30	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,1	—

Zahlentafel Nr. 18 (Fortsetzung).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen						σ_{bx}^*
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	RiBstärke mm	
32		120	200	45	18 $\frac{3}{14}$	—	10	—	—	0,1	—
34		100	100	20	$\frac{3}{14}$	—	28	—	—	0,1	—
38		100	100	20	$\frac{3}{14}$	—	28	—	—	0,1	—
39		150	135	50	$\frac{3}{14}$	—	28	—	—	0,1	—
42		100	100	35	$\frac{3}{14}$	—	0	—	—	0,2	—
43		80	100	15	$\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,2	—
46		130	150	65	22	—	0	—	—	0,1	—
47		150	100	60	$\frac{3}{14}$	—	28	—	—	0,1	—
49		100	100	20	$\frac{3}{14}$	—	28	—	—	0,1	—
50		100	100	60	22	—	1	—	—	0,1	—
52		100	100	45	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,2	—
54		300	100	40	18 $\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,1	—
60		150	100	50	18 $\frac{3}{14}$	—	0	—	—	0,1	3,7
62		200	100	35	$\frac{3}{14}$	—	1	—	—	0,2	—
67		100	100	40	$\frac{3}{14}$	—	0	—	—	0,1	—
68		100	130	40	22	—	0	—	—	0,1	—
70		100	100	50	22	—	28	—	—	0,1	—
71		120	100	45	$\frac{3}{14}$	—	0	—	—	0,1	—
74		250	100	30	$\frac{3}{14}$	—	0	—	—	0,2	—

Zahlentafel Nr. 18 (Fortsetzung).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Skizze	Länge mm	Breite mm	Tiefe mm	Der angeschlagenen Rißstellen						σ_{bx}
					d ursprünglich mm	Δd Zunahme durch Rost mm	Rostgrad	Δd Abnahme nach Reinigung mm	Querschnitts- verminderung vH.	RiBstärke mm	
75		120	100	60	22	—	0	—	—	0,1	—
80		100	140	60	22	—	1	—	—	0,2	—
82		80	100	23	$\frac{3}{14}$	—	0	—	—	0,1	—

Rostgrad: Niedrigstbefund $E=0$ $B=0$
 Höchstbefund $E=2$ $B=2$
 Durchschnitt $E=0,8$ $B=1,4$
 Im Mittel = $1,1$
 RiBstärken: Im Mittel = 0,13 mm.

3. Gewölberücken.

$E = 28$ mm; $B = 6$ mm; $a_E = 36$ mm; $a_B = 30$ mm

1		100	100	50	28	—	0	—	—	0,2	—
3		100	100	50	28	—	0	—	—	0,2	—
4		100	100	25	28	—	0	—	—	0,2	—
6		100	100	30	28	—	1	—	—	0,2 0,1	—
7		100	100	45	28	—	0	—	—	0,2	—
9		100	100	30	28	—	0	—	—	0,1	—
11		100	120	20	28	—	1	—	—	0,1 0,2	—
12		100	150	25	28	—	0	—	—	0,1	—
14		100	100	35	28	—	0	—	—	0,1	—
15		100	100	50	28	—	0	—	—	0,1	—

Rostgrad: Niedrigstbefund $E=0$ $B=—$
 Höchstbefund $E=1$ $B=—$
 Durchschnitt $E=0,3$ $B=—$
 Im Mittel = $0,3$
 RiBstärken: Im Mittel = 0,15 mm.

Aus den vorstehenden Zahlentafeln Nr. 4 bis 18 ergibt sich für jedes Bauwerk zunächst die Tatsache, daß die Schwankungen des Rostgrades bei den Einzelbeobachtungen sehr erheblich und außerordentlich unregelmäßig sind. Es erschien deshalb für die weiteren Untersuchungen zweckmäßig, Durchschnittswerte nicht nur für die einzelnen, sondern für sämtliche Bauwerke zu bilden. Die so gewonnenen Zahlen sind Durchschnittswerte von mehreren Hundert Einzelbeobachtungen und können als hinreichend zuverlässig angesehen werden.

b) Einfluß des Alters und der Luftklassen auf den Rostgrad.

In der Zahlentafel Nr. 19 (S. 137) sind unter a) die Bauwerke nach ihrer Nummer, unter b) nach ihrem Alter, unter c) nach ihrer Luftklasse geordnet.

Bei der Tafel b) bilden die mittleren Rostgrade eine Zahlenreihe, die zwischen Anfangszahl (1,65) und Endzahl (2,8) nur wenig (um 1,15) ansteigt. Ihr Hauptmerkmal ist der unregelmäßige, sprunghafte Verlauf der Zahlenwerte. Vergleicht man die Luftklassen (letzte Reihe) mit diesen Schwankungen, z. B. bei den durch fetten Druck gekennzeichneten Zahlen, so erkennt man, daß der Rostgrad bei den Bauwerken 15, 13, 14 durch die niedrige Luftklassen vermindert, bei 7 durch die höhere Luftklasse vergrößert worden ist.

Bei der Tafel c) schreiten die Zahlen des Rostgrades schneller und gleichmäßiger aufwärts. Hier beträgt der

Zahlentafel Nr. 20.
Einfluß des Abstandes *a* auf den Rostgrad.

Bauwerk Nr.	Abstand der Eisen		Rostbefund						Bemerkungen
	<i>a_E</i> mm	<i>a_B</i> mm	niedrigster		höchster		Durchschn.		
			<i>E</i>	<i>B</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	
1	15	—	0	—	3	—	2,0	—	
2	15	—	0	—	3	—	1,8	—	
3	22	2	1	0	5	5	2,0	3,3	
4	22	2	2	2	5	5	3,3	4,7	
5	22	2	0	1	5	5	2,7	3,9	
6	22	2	2	2	5	5	3,1	3,4	
7	22	2	5	5	6	5	5,9	5,0	
8	22	2	0	3	4	5	2,5	3,6	
9	22	2	1	4	3	5	2,0	4,7	
10	22	2	2	0	3	4	3,0	2,6	
11	22	2	3	3	5	4	3,7	3,5	
12	19	13	1	1	2	2	1,7	1,3	Seitenöffnung
	22	16	0	0	2	2	1,6	2,0	Mittelloffnung
13	22	—	0	—	5	—	2,7	—	
14	22	—	0	—	4	—	2,8	—	
15	21	18	0	1	2	3	1,1	1,6	Fahrbahn
	21	15	0	0	2	2	0,8	1,4	Zwischenpfeiler
	36	30	0	—	1	—	0,3	—	Gewölbe
Durchschnitt im ganzen							2,4	3,2	

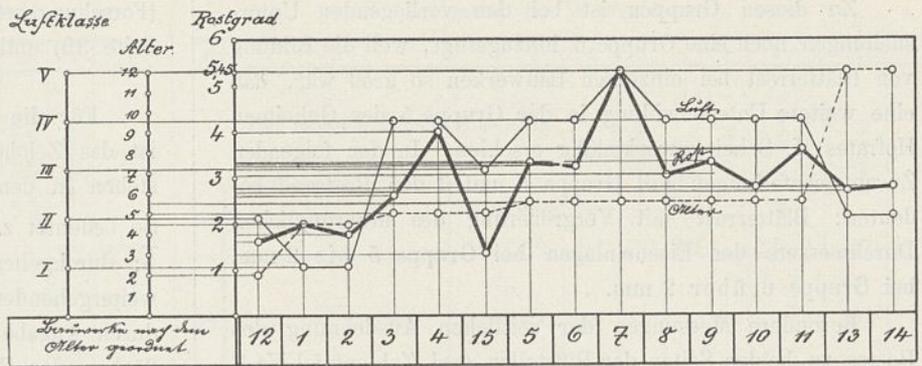


Abb. 2a.

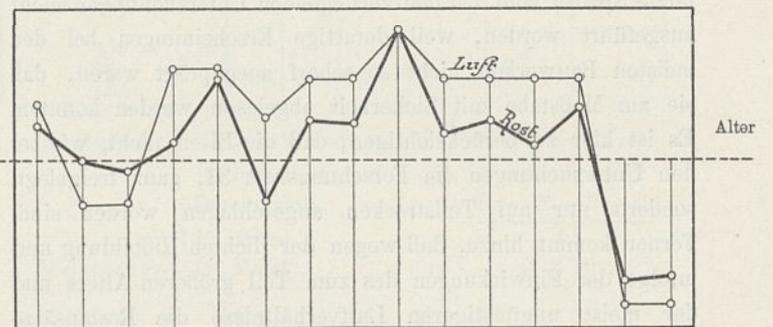


Abb. 2b.

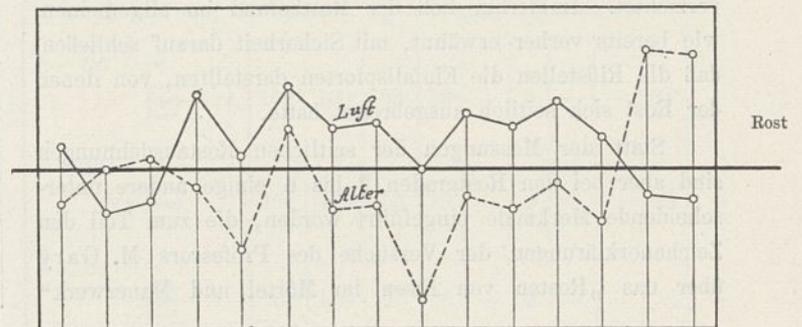


Abb. 2c.

Abb. 2. Einfluß des Alters und der Luftklassen auf den Rostgrad. Die Bauwerke sind nach dem Alter geordnet.

Unterschied zwischen Anfangszahl (2,0) und Endzahl (5,45) des Rostgrades 3,45. Die Schwankungen der Rostlinien sind nicht so stark ausgeprägt wie bei b). Bei den halbfetten Zahlen sind die Abweichungen am größten, sie finden ihre Erklärung in dem Einflusse des Alters.

In den Text-Abb. 2a und 3a ist entsprechend den Zahlentafeln 19b und c der Verlauf der Rostlinien (starke Linien), der Alterslinien (gestrichelt) und der Luftlinien (schwache Linien) bildlich dargestellt.

Die Text-Abb. 2b und 2c sind aus der Abb. 2a dadurch entstanden, daß in Text-Abb. 2b die Alterslinie, in Text-Abb. 2c die Rostlinie als Nulllinie behandelt worden ist. In ähnlicher Weise sind Text-Abb. 3b und 3c aus Text-Abb. 3a entstanden. Die Text-Abb. 2b zeigt besonders deutlich den Einfluß des Alters, Text-Abb. 3b den Einfluß der Luftklasse und Text-Abb. 2c und 3c den Einfluß beider Einwirkungen.

Aus den beiden letzten Abbildungen geht hervor, daß gleichlaufende Werte (höheres Alter und höhere Luftklasse) sich in ihren Wirkungen auf den Rostgrad verstärken, entgegengesetzte Werte (z.B. höheres

Alter, aber niedrigere Luftklasse) sich mehr oder weniger aufheben.

Der Einfluß der Lufteinwirkungen scheint verhältnismäßig bedeutender zu sein als der Einfluß des Alters. Das zeigt sich z. B. in auffallender Weise bei den den Zink- und Bleidämpfen besonders ausgesetzten Bauwerken der Paulshütte. Wie bereits früher erwähnt, ist das Bauwerk 7, wenn es auch aus besonderen Gründen nur als einziges aus diesem Hüttenbezirk aufgeführt ist, vorbildlich für das Verhalten aller anderen dieses Gebietes. Hier war die Rostbildung gegenüber den gleichaltrigen Bauwerken 5, 6, 8 bis 11 verhältnismäßig sehr viel stärker und so bedeutend, daß der Beton an den Unterkanten der einzelnen Überbauten infolge der Rostaufreibungen in langen Schalen abgesprengt wurde, und die Eiseneinlagen mehr oder weniger freilagen. Wo die Absprengung noch nicht erfolgt war, genügten leichte Hammerschläge, um größere Betonmassen abzulösen. Hier sind auch die größten Querschnittsvermindierungen der Eiseneinlagen beobachtet worden. Nach Feststellung dieser Schäden wurden im Jahre 1914 Wiederherstellungsarbeiten ausgeführt; die losen Betonschalen wurden abgeschlagen und durch neuen Beton ersetzt. Trotzdem haben sich 1915 dieselben Erscheinungen gezeigt. Bei den ausgebesserten Bauteilen trat wieder Riß- und Schalenbildung und darauf die Zerstörung ein. Diese Beobachtungen über die Sprengwirkungen des Blätterrostes decken sich mit den Mitteilungen im Zentralblatt der Bauverwaltung 1906, Seite 442.

c) Einfluß des Abstandes *a* auf den Rostgrad.

In der Zahlentafel Nr. 20 sind die am Fuße der Zahlentafeln 4 bis 18 angegebenen Rostbefunde (Niedrigst-, Höchst-

Zahlentafel Nr. 21.

Einfluß des Abstandes *a* auf den Rostgrad.

Bauwerk Nr.	Durchschnittlicher Rostbefund													
	Luftklasse Nr. I bis III										IV und V			
	2 Jahre		4 bis 5 Jahre			12 J.					5 bis 6 Jahre			
	bei Abstand <i>a</i> der Eisenstäbe bzw. Bügel =													
	13 mm	16 mm	19 mm	22 mm	15 mm	18 mm	21 mm	30 mm	36 mm	22 mm	2 mm	12 mm	19 mm	22 mm
1					2,0									
2					1,8									
3											3,3			2,0
4											4,7			3,3
5												3,9	2,7	
6												3,4	3,1	
7												5,0	5,9	
8												3,6	2,5	
9												4,7	2,0	
10												2,6	3,0	
11												3,5	3,7	
12	1,3	2,0	1,7	1,6										
13										2,7				
14										2,8				
15					1,4	1,6	1,1	—	0,3					
Durchschnitt	1,3	2,0	1,7	1,6	1,7	1,6	1,0	—	0,3	2,75	4,0	3,8	3,2	2,65

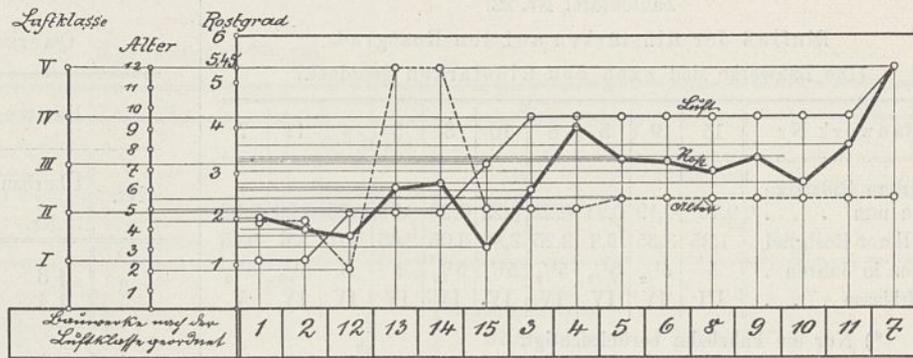


Abb. 3a.

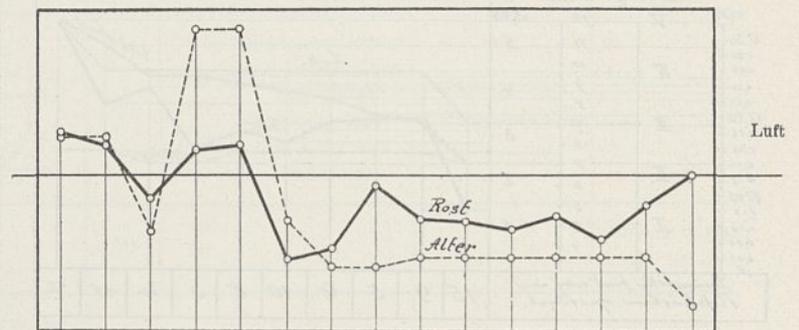


Abb. 3b.

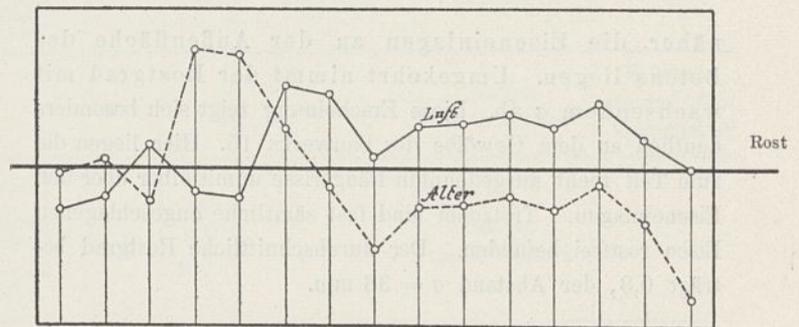


Abb. 3c.

Abb. 3. Einfluß des Alters und der Luftklassen auf den Rostgrad. Die Bauwerke sind nach der Luftklasse geordnet.

und Durchschnittsbefund), getrennt nach *E* und *B*, für die einzelnen Bauwerke zusammengestellt. Der Gesamtdurchschnitt der Rostgrade aller Bauwerke beträgt bei den Eiseneinlagen 2,4, bei den Bügeln 3,2. Während hierbei die verschiedenen Größenwerte der Abstände *a* nicht berücksichtigt sind, ist in der Zahlentafel 21 der Einfluß von *a* näher untersucht worden. Um annähernd gleiche Grundlagen zu schaffen, sind die Bauwerke etwa gleichen Alters und gleicher Luftklasse zu besonderen Gruppen zusammengefaßt worden. Innerhalb dieser Gruppen sind die durchschnittlichen Rostgrade der Eiseneinlagen — hier ist zwischen *E* und *B* nicht mehr unterschieden — lediglich nach steigendem *a* geordnet.

Wenn man von der Zahl 1,3 in der ersten Spalte (Luftklassen I bis III, Alter 2 Jahre, Bauwerk 12) und von den Bauwerken 13 und 14 (Luftklasse I—III, Alter 12 Jahre), bei denen keine Vergleichswerte vorhanden sind, absieht, so zeigen die in jeder Gruppe am Fuße der Zahlentafel 21 gebildeten Gesamtdurchschnittswerte des Rostgrades deutlich den Einfluß von *a*. Hiernach scheint die Tatsache festzustehen, daß der Rostgrad um so stärker ist, je

Zahlentafel Nr. 22.

Einfluß der Rißstärken auf den Rostgrad.
(Die Bauwerke sind nach den Rißstärken geordnet.)

Bauwerk Nr.	15	9	5	6	10	8	3	4	11	7
Mittlere Rißstärke in mm . . .	0,16*	0,19	0,21	0,22	0,22	0,23	0,25	0,25	0,29	0,32
Mittlerer Rostgrad	1,35	3,35	3,3	3,25	2,80	3,05	2,65	4,0	3,6	5,45
Alter in Jahren . .	5	5½	5½	5½	5½	5½	5	5	5½	5½
Luftklasse	III	IV	V							

*) Nur die Fahrbahn berücksichtigt.

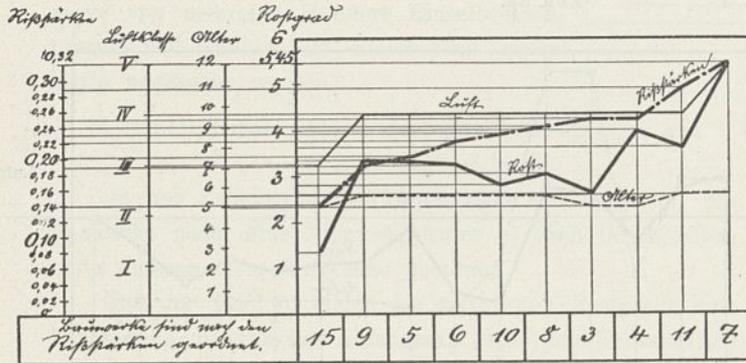


Abb. 4. Einfluß der Rißstärken auf den Rostgrad.
Die Bauwerke sind nach den Rißstärken geordnet.

näher die Eiseneinlagen an der Außenfläche des Betons liegen. Umgekehrt nimmt der Rostgrad mit wachsendem a ab. Diese Erscheinung zeigt sich besonders deutlich an dem Gewölbe des Bauwerks 15. Hier liegen die zum Teil recht ausgedehnten Längsrisse unmittelbar über den Eiseneinlagen. Trotzdem sind fast sämtliche angeschlagenen Eisen rostfrei befunden. Der durchschnittliche Rostgrad beträgt 0,3, der Abstand $a = 36$ mm.

d) Einfluß der Rißstärken auf den Rostgrad.

In der Zahlentafel Nr. 22 und der bildlichen Darstellung (Text-Abb. 4) sind die Bauwerke nach den mittleren Rißstärken geordnet. Hierbei sind aber diejenigen Bauwerke, bei denen die Rißmessungen nicht der Lage und Zahl nach bestimmt, sondern nur allgemein angegeben sind, also Bauwerk 1, 2, 12 bis 14 nicht berücksichtigt. Die Zahlenreihe der mittleren Rostgrade steigt von 1,35 bis 5,45 an und zeigt ebenfalls größere Schwankungen, die auf Alter und Luftklasse zurückzuführen sind. Trotzdem ist der Einfluß der Rißstärken auf den Rostgrad unverkennbar. Der Rost wächst mit zunehmenden Rißstärken.

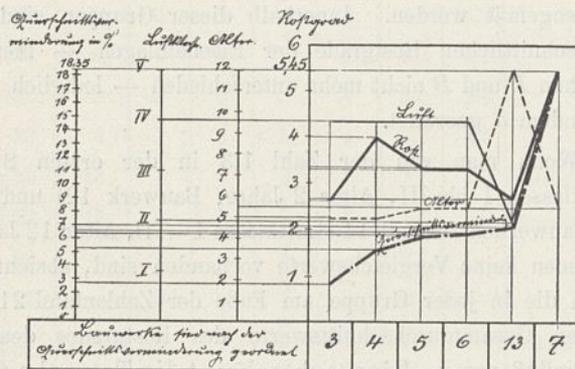


Abb. 5.

Zahlentafel Nr. 23.

Querschnittsverminderungen der E und B .

Nr.	Bauwerk		Querschnittsverminderung ΔF_e in Hundertstel				im Mittel
	Überbau Nr.	Anschlagstelle Nr.	E	B	durchschnittlich E	B	
3	{ 3 4	3	—	1,96	1,53	3,96	2,75
		2	1,53	—			
4	1	{ 3 4 5	3,05	—	3,05	7,35	5,20
		4	—	9,75			
		5	—	4,94			
5	{ 1 2 3 4	5	7,10	13,80	4,5	7,7	6,1
		2	4,50	5,60			
		4	1,80	—			
		7	—	5,60			
6	{ 1 3 4	2	—	8,40	1,8	11,1	6,45
		4	1,80	13,80			
		3	1,80	—			
7	—	1	13,10	26,50	12,3	24,4	18,35
		2	10,60	—			
		3	10,60	26,50			
		4	—	13,80			
		5	10,60	—			
		6	13,10	26,50			
		7	14,80	—			
		8	—	26,50			
		9	13,10	26,50			
13	1	{ 1 27 28	6,16	—	6,96	—	6,96
		27	6,16	—			
		28	8,57	—			
Durchschnitt im ganzen			7,39	14,52			

e) Querschnittsverminderungen der Eiseneinlagen.

Querschnittsverminderungen der Eiseneinlagen (ΔF_e in Hundertstel) infolge Rostangriffes sind nur bei höheren Rostgraden (4 bis 6) beobachtet worden, und zwar bei den Brücken 3 bis 7 und 13. Bei diesen Bauwerken sind die Einzelbeobachtungen aus den Zahlentafeln Nr. 6 bis 10 und 16 herausgezogen und in der Zahlentafel Nr. 23 zusammengestellt worden, getrennt nach ΔF_e für Eisen und Bügel. Die Gesamtdurchschnittswerte sind am Fuße der Zahlentafel Nr. 23 angegeben und betragen bei E : 7,39, bei B : 14,52. ΔF_e ist demnach bei den Bügeln größer als bei den Eiseneinlagen. Das war zu erwarten, weil die Bügel näher an der Außenfläche liegen und wegen ihres kleineren Durchmessers vom Rost bedeutend wirksamer angegriffen werden.

In den beiden letzten Spalten der Tafel 23 sind die Durchschnittswerte bzw. die mittleren Werte ΔF_e für jedes Bauwerk berechnet. Zahlentafel 24 und die bildliche Darstellung (Text-Abb. 5) zeigt wiederum die Einwirkung der verschiedenen Einflüsse.

Zahlentafel Nr. 24.

Die Bauwerke sind nach dem Grade der Querschnittsverminderung geordnet.

Bauwerk Nr.	3	4	5	6	13	7
Querschnittsverminderung i. M. . . .	2,75	5,20	6,5	6,45	6,96	18,35
Mittlerer Rostgrad . .	2,65	4,0	3,3	3,25	2,7	5,45
Alter in Jahren . . .	5	5	5½	5½	12	5½
Luftklasse	IV	IV	IV	IV	II	V

Zahlentafel Nr. 25.

1 Nr. des Bauwerks	2 Zahl der Überbauten	3 Stützweiten m	4 Bauart der Fahrbahn	5 Belastung		7 Zuschläge in Hundertstel zu Spalte		9 Lastübertragung	10 Berechnet als	11 Bemerkungen		
				6 Verkehrslast		5	8 6					
				Rechnungslast	tatsächliche Last							
1 und 2	1	4,65	Platte	<p>57 t 1.5 1.5 19 19 19 Lastenzug „A“ von 1903 (3 Achsen)</p>		0	50	100	Schotterbettung 27,5 cm bis Unterkante Eisenschwelle	Balken auf 2 Stützen		
3	4	2 je 7,5 2 je 8,0	Plattenbalken	<p>15 15 15 15 13 13 1,05 1,05 1,23 1,34 1,30 60 t Motiferr. 26 t Abzugsw. 14 14 13 13 1,8 1,3 1,7 1,5 1,5 1,5 28 t Motiferr. 26 t Abzugsw.</p>		50	0	50	100	Schienen liegen auf Längsbalken und diese unmittelbar auf Fahrbahn (Konsole)	Rahmen mit 3 Rahmenfeldern	
4	2	2 je 8,0	"	"	"	50	0	50	100	"	—	Abmessungen wie bei 3
5 bis 8	5	5 je 6,0	"	<p>10 10 10 10 10 10 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 40 t 40 t 75 75 75 75 75 75 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 30 t 30 t</p>		0	0	50	100	Holzschwellen unmittelbar auf Fahrbahn	Balken auf 4 Stützen (3 Felder)	
9	1	6,0	"	Eigengewicht		0	"	"	"	Balken auf 2 Stützen	Brückstumpf ohne Verkehrslast	
10	2	2 je 9,0	"	<p>10 10 10 10 10 10 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 40 t 40 t 75 75 75 75 75 75 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 1,4 30 t 30 t</p>		0	0	50	100	"	Balken auf 3 Stützen	
12	3	1 je 9,7 1 je 10 1 je 9,7	"	ein 20 t-Wagen und Menschengedränge von 500 kg/qm		0	"	"	"	Kleinpflaster auf Magerbeton	Balken auf 4 Stützen (3 Felder)	
15	1	40,0	"	Fahrbahn: Platte: Einzellast von 3 t. Plattenbalken: zwei 6 t-Wagen Gewölbe: Menschengedränge von 500 kg/qm		0	"	"	"	Chaussierung auf Sandbettung	Fahrbahn: Balken auf 3 Stützen für M_{max} bzw. $\frac{4}{5} M_{max}$ Gewölbe: Dreigelenkbogen	Bogenbrücke mit 3 Gelenken Pfeilhöhe 6,5 m

Wenn auch bei den vorstehenden Erörterungen zu a) bis e) sicher manche Zufälligkeiten mitbewertet worden sind, so wird man doch im Hinblick auf die ausgleichende Wirkung der Durchschnittsbildungen annehmen können, daß der Einfluß dieser Fehlerquellen auf ein verhältnismäßig niedriges Maß zurückgeführt worden ist. Die Zahlentafeln und Schaubilder dürften von der Gesamterscheinung ein einigermaßen richtiges Bild geben.

f) Einfluß der Lokomotivgase.

Bei den Untersuchungen über die Rostbildung hat leider ein Frage, die gerade bei Eisenbahnbrücken von Wichtigkeit ist, nicht geprüft werden können, nämlich die Einwirkung der Lokomotivgase auf die Eiseneinlagen. Das hat seinen Grund darin, daß die unteren Flächen der Überführungen fast immer

unzugänglich sind, da die Unterkanten der Bauwerke gewöhnlich so tief gelegt werden, daß die Höhe des Normalprofils gerade noch vorhanden ist. Bei derartigen Bauwerken wird die eingehendere Untersuchung der unteren Flächen bei stärkerem Zugverkehr überhaupt unmöglich, bei schwächerem Verkehr unverhältnismäßig kostspielig, da die Beobachtungen nur in den Zuspausen stattfinden können, und die Gerüstvorrichtungen am Ende dieser Pausen jedesmal beseitigt werden müssen. Dazu sind die Flächen derartig verrostet, daß schon ihre Reinigung auf große Schwierigkeiten stößt. Von den hier untersuchten Bauwerken kommen nur in Frage Bauwerk 12, 13, 14 und 15. Die Mittelöffnungen von Bauwerk 13 und 14 (Bl. 20) waren unzugänglich; Bauwerk 15 (Bl. 21 und 22) ist so hoch, daß einerseits besondere Einwirkungen der Lokomotivgase nicht zu erwarten waren, andererseits wäre die Aufstellung von Gerüsten so kostspielig, die

Berechnungstafel Nr. 1,

1 Nr. des Bauwerks	2 Bezeichnung des Bauwerks	3 Alter des Bauwerks in Jahren	4 Zusammensetzung des Betons	5 Festigkeit des Betons		6 Bauart des Balkens (Abmessungen in cm)						7 Eiseneinlagen in cm					8 $\frac{f_e}{F_b} \cdot 100$ vH. f_e nur für Zugzone
				D Druck kg/qcm	Z Zug kg/qcm	Querschnitt					Hauptbewehrung			Bügel			
						b	b ₁	h	d	F _b (voll)	d	f _e	u	d	Abstände		
1 und 2	Hauptbahnbrücke. Personentunnel auf Bahnhof Namslau	4 1/2	1:4 1/2	270	—							2,0	für 1 m Breite 50,24	100,5	0,6	10 bis 25	0,773
												2,0	50,24	100,5	0,6	10 bis 25	0,797
												2,0	37,68	75,4	0,6	10 bis 25	0,603
												2,0	37,68	75,4	0,6	10 bis 25	0,608
												2,0	25,12	50,24	0,6	10 bis 25	0,408
												2,0	25,12	50,24	0,6	10 bis 25	0,412

Untersuchung von Seilen usw. aus aber so gefährlich geworden, daß von der Untersuchung der unteren Gewölbeleibung ganz abgesehen wurde. Es blieb somit, da andere geeignete Bauwerke nicht zur Verfügung standen, nur noch Bauwerk 12 übrig, das mit seiner Unterfläche noch etwa 3 m über dem Normalprofil liegt, also mit Gerüsten noch unterbaut werden konnte. Diese Brücke ist aber noch so jung (zwei Jahre), und der Zugverkehr ist so gering, daß die Untersuchungen keinen Anhalt gegeben haben. Die Rosterscheinungen der Brückenunterflächen sind bei allen drei Überbauten annähernd gleich. Übrigens würden die Lokomotivgase wegen der verhältnis-

mäßig großen lichten Höhe hier nur geringere Wirkung gehabt haben als bei ganz niedrigen Bauten. Die Untersuchung derartiger niedriger Brücken wird man nur vornehmen können, wenn ein solches Bauwerk gelegentlich eines Überbaues oder aus sonstiger Veranlassung ganz oder teilweise aus dem Betriebe ausgeschaltet wird.

IV. Rechnerische Untersuchung der Versuchsbrücken.

(Hierzu die Berechnungstafeln Nr. 1 bis 3 und die Zahlentafeln Nr. 25 (S. 148), 26 (S. 157) und 27 (S. 168).)

Die Berechnungen sind durchgeführt worden für die Bauwerke Nr. 1 bis 10, 12 und 15. Die Bauwerke Nr. 11,

Berechnungstafel Nr. 1.

9							10													
Belastung							Spannungen berechnet nach den ministeriellen Vorschriften 1907 $n = 15; \sigma_e \leq 1000 \text{ kg}; \sigma_{bd} \leq 40 \text{ kg}$													
Ei- gen- ge- wicht	Verkehrslast		Zu- schlag in vH. von P	Momente in mt			V max t	mit							ohne					
	Rechnungslast	Tatsächliche Last		M_G	M_P	M_{G+P}		Berücksichtigung des Betons in der Zugzone												
G t/m	P_t	P_t					x	σ_{bz}	σ_{bd}	σ_e	τ_o	τ_e	τ_1	x	σ_{bd}	σ_e	$\tau_o = \tau_e$	τ_1		
2,46			50	6,65	17,64	24,29	4,99	35,7	24,9	30,3	341	1,10	0,48	0,47	24,1	37,1	888	0,92	0,91	
			0	6,65	11,76	18,41	3,33	35,7	18,9	23,0	259	0,73	0,32	0,32	24,1	28,1	674	0,61	0,61	
			100	6,65	23,52	30,17	6,67	35,7	30,9	37,7	424	1,47	0,63	0,63	24,1	45,9	1102	1,23	1,22	
2,46			50	6,13	16,27	22,40	10,46	34,6	24,3	29,7	333	2,39	1,05	1,05	23,6	36,1	847	1,99	1,98	
			0	6,13	10,84	16,97	7,66	34,6	18,4	22,5	252	1,75	0,77	0,77	23,6	27,3	643	1,46	1,45	
			100	6,13	21,67	27,80	13,25	34,6	30,4	37,1	416	3,03	1,33	1,33	23,6	45,1	1060	2,52	2,51	
2,46			50	5,58	14,82	20,40	12,2	33,6	25,4	29,4	348	3,02	1,17	1,55	21,8	40,9	1080	2,68	3,55	
			0	5,58	9,86	15,44	9,08	33,6	19,1	22,2	262	2,15	0,85	1,12	21,8	31,0	817	1,98	2,63	
			100	5,58	19,72	25,30	15,45	33,6	31,3	36,4	417	3,74	1,45	1,92	21,8	50,7	1340	3,37	4,47	
2,46			50	4,82	12,80	17,62	14,38	32,5	20,6	22,7	283	3,34	1,27	1,69	19,9	29,3	873	2,71	3,60	
			0	4,82	8,52	13,34	10,68	32,5	15,6	17,2	214	2,49	0,95	1,25	19,9	22,4	668	2,01	2,67	
			100	4,82	17,03	21,85	18,10	32,5	25,5	28,1	351	4,22	1,60	2,13	19,9	36,7	1092	3,41	4,53	
2,46			50	3,88	10,28	14,16	16,50	31,7	18,7	19,9	257	4,00	1,28	2,55	17,8	31,3	1086	3,74	7,45	
			0	3,88	6,86	10,74	12,29	31,7	14,2	15,1	195	2,98	0,96	1,90	17,8	24,0	832	2,79	5,55	
			100	3,88	13,72	17,60	20,70	31,7	23,3	24,8	320	5,03	1,61	3,21	17,8	39,3	1365	4,69	9,35	
2,46			50	2,73	7,25	9,98	18,6	30,6	12,5	12,6	172	4,35	1,37	2,72	15,4	17,8	747	3,45	6,87	
			0	2,73	4,82	7,55	13,9	30,6	9,5	9,6	131	3,25	1,02	2,03	15,4	13,3	558	2,58	5,14	
			100	2,73	9,64	12,37	23,26	30,6	15,5	15,6	214	5,44	1,71	3,41	15,4	21,8	915	4,32	8,60	

13 und 14 konnten nicht untersucht werden, da die für die Berechnung erforderlichen Unterlagen fehlten. Sämtliche in Betracht kommenden Bauwerke (Eisenbahn- und Wegebrücken) sind nach den preußischen Ministerialvorschriften ($\sigma_e \leq 1000 \text{ kg}, \sigma_{bd} \leq 40 \text{ kg}$), die Eisenbahnbrücken Nr. 1 bis 10 außerdem nach dem Verfahren des Prof. Dr. Mörsch ($\sigma_e \leq 750 \text{ kg}, \sigma_{bd} \leq 30 \text{ kg}$) unter Benutzung der Vereinfachungen des Professors Dr. Hager berechnet worden (Zentralblatt der Bauverwaltung 1914, S. 204 u. ff., 1915 S. 391). Nach dem zweiten Verfahren, das naturgemäß nicht auf die ausgeführten Querschnitte angewandt werden

kann, sind für die maßgebenden Querschnitte der einzelnen Bauwerke neue Abmessungen berechnet worden, die die Bauwerke bei Erfüllung der Voraussetzungen und Bedingungen des Professors Mörsch hätten erhalten müssen.

Die rechnerischen Untersuchungen gehen von den ursprünglichen Festigkeitsnachweisen aus, die seinerzeit durch die Aufsichtsbehörde geprüft und genehmigt worden sind. Diese Berechnungen entsprechen im allgemeinen den Vorschriften von 1907, sind aber ohne Berücksichtigung der Betonzugspannungen aufgestellt; sie sind, soweit es für den vorliegenden Zweck erforderlich schien, ergänzt und in den

Berechnungstafel Nr. 2.

1 Nr. des Bauwerks	2 Bezeichnung des Bauwerks	3 Alter des Bauwerks in Jahren	4 Zusammensetzung des Betons	5 Festigkeit des Betons		6 Bauart des Balkens (Abmessungen in cm)					7 Eiseneinlagen in cm					8 $\frac{f_e}{F_b} \cdot 100$ vH. f_e nur für Zugzone	
				D Druck kg/qcm	Z Zug kg/qcm	Querschnitt	b	b ₁	h	d	F _b (voil)	Hauptbewehrung			Bügel		
												d	f _e	u	d		Abstände
3 und 4	Normal-spurige Anschlußbahn Hochbahn auf Falvahütte	5	—	—	—		124	60	105	15	7260	2,6	85,0	130,6	2,0	25 bis 35	1,171
							124	60	175	15	11460	2,6	106,2	163,3	2,0	25 bis 35	0,928
5 bis 8	Schmal-spurige Hochbahn v. Giesches Erben	5 1/2	1 : 4	vor-geschriebene Mindestfestigkeit 180	—		112	56	85	21	5936	2,2	68,4	124,34	0,7	25 bis 50	1,151
							112	56	100	21	6776	2,2	45,6	82,9	0,7	25 bis 50	0,673
							112	56	85	21	5936	2,2	22,8	41,45	0,7	25 bis 50	0,385

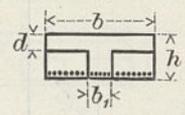
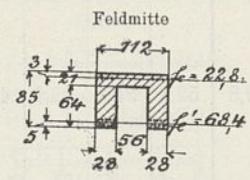
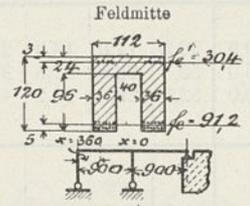
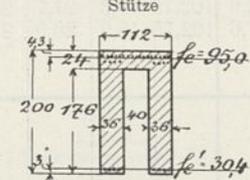
Berechnungstafel Nr. 2,

9								10											
Belastung								Spannungen berechnet nach den ministeriellen Vorschriften 1907 $n = 15; \sigma_e \leq 1000 \text{ kg}; \sigma_{bd} \leq 40 \text{ kg}$											
Ei- gen- ge- wicht	Verkehrslast		Zu- schlag in vH. von P	Momente in mt			V max t	mit							ohne				
	Rechnungslast	Tatsächliche Last		M_G	M_P	M_{G+P}		Berücksichtigung des Betons in der Zugzone											
G t/m	P_t	P_t					x	σ_{bx}	σ_{bd}	σ_e	τ_o	τ_e	τ_1	x	σ_{bd}	σ_e	$\tau_o = \tau_e$	τ_1	
2,40		—	50	12,0	60,0	72,0	19,8	52,3	34,0	33,7	481	4,15	2,13	0,98	(37,2 41,5)	36,9 42,8	963) ¹⁾ 937	3,53	1,63
	—		0 50 100	12,0 12,0 12,0	24,1 36,15 48,2	36,1 48,15 60,2	10,0 15,0 20,0	52,3 52,3 52,3	17,0 22,8 28,4	16,9 22,6 28,2	241 322 402	2,09 3,15 4,19	1,07 1,61 2,15	0,49 0,74 0,99	41,5 41,5 41,5	21,5 28,7 35,8	470 627 783	1,78 2,67 3,57	0,82 1,23 1,64
2,40		—	50	-22,3	-72,1	-94,4	69,1	102,75	18,2	25,9	261	9,75	2,33	1,77	71,6	30,5	643	7,99	2,94
	—		0 50 100	-22,3 -22,3 -22,3	-37,8 -56,7 -75,6	-60,1 -79,0 -97,9	33,6 45,6 57,6	102,75 102,75 102,75	11,6 15,3 18,9	16,5 21,7 26,9	167 232 272	4,73 6,43 8,11	1,13 1,54 1,94	0,86 1,17 1,48	71,6 71,6 71,6	19,4 25,6 31,7	409 538 666	3,89 5,27 6,66	1,43 1,94 2,45
1,74		—	0	5,01	29,4	34,41	7,6	40,5	25,8	23,5	361	2,13	1,14	0,51	(28,7 29,1)	26,1 26,4	727) ¹⁾ 722	1,88	0,85
	—		0 50 100	5,01 5,01 5,01	22,05 33,08 44,10	27,06 38,10 49,11	5,68 8,53 11,37	40,5 40,5 40,5	20,3 28,6 36,8	18,5 26,0 33,5	284 400 515	1,60 2,40 3,20	0,85 1,27 1,70	0,38 0,57 0,77	29,1 29,1 29,1	20,9 29,3 37,8	568 799 1031	1,40 2,11 2,81	0,63 0,95 1,27
1,74		—	0	-6,26	-25,44	-31,70	30,0	56,3	15,9	20,5	222	7,31	1,24	1,67	32,4	26,8	802	6,18	4,18
	—		0 50 100	-6,26 -6,26 -6,26	-19,10 -28,65 -38,20	-25,36 -34,91 -44,46	24,72 34,5 44,3	56,3 56,3 56,3	12,7 17,5 22,4	16,4 22,6 28,8	178 245 312	6,03 8,42 10,80	1,02 1,42 1,83	1,38 1,92 2,47	32,4 32,4 32,4	21,5 29,6 37,5	642 884 1125	50,9 7,12 9,13	3,44 4,81 6,17
1,74		—	0	+1,57	-12,84	-11,27	7,6	44,5	7,7	8,5	107	2,13	0,29	0,77	18,15	12,2	646	1,77	2,45
	—		0 50 100	+1,57 +1,57 +1,57	-9,63 -14,45 -19,26	-8,06 -12,88 -17,69	5,68 8,53 11,37	44,5 44,5 44,5	5,5 8,8 12,1	6,0 9,7 13,3	76 122 168	1,59 2,40 3,19	0,21 0,32 0,43	0,58 0,87 1,16	18,15 18,15 18,15	8,8 14,0 19,2	462 738 1012	1,33 1,98 2,65	1,79 2,69 3,58

1) Bei Berücksichtigung der Druckzone im Steg.

(Fortsetzung umseitig)

Berechnungstafel Nr. 2 (Fortsetzung).

1	2	3	4	5		6					7					8	
				Festigkeit des Betons		Bauart des Balkens (Abmessungen in cm)					Eiseneinlagen in cm						
				D Druck kg/qcm	Z Zug kg/qcm						Hauptbewehrung			Bügel			
		Querschnitt	b	b ₁	h	d	F _b (voll)	d	f _e	u	d	Abstände					
9	Brückensumpf (unbelastet)	5 1/2	1:4	180	—		112	56	85	21	5936	2,2	68,4	124,34	0,7	25 bis 50	1,151
10	Wegeunterführung Liereshütte	5 1/2	1:4	180	—		112	72	120	24	9600	2,2	91,2	165,8	0,7	25 bis 50	0,950
							112	72	200	24	15360	2,2	95,0	172,7	0,7	25 bis 50	0,618

(Fortsetzung von S. 150)

Berechnungstabellen in einer besonderen Zahlenreihe zusammengefaßt worden. Die Berechnungen sind nur für Fahrbahn, für Eigengewicht und Verkehrslast einschließlich etwaiger Zuschläge (s. weiter unten) durchgeführt worden. Anfangs- und Temperaturspannungen sind nicht berücksichtigt, auch nicht die Einflüsse der Bremskräfte.

Die für die Berechnung erforderlichen Unterlagen sind in Zahlentafel Nr. 25 (S. 145) zusammengestellt.

Die weiteren Angaben und die Rechnungsergebnisse für die einzelnen Bauwerke sind für die Berechnung nach den Vorschriften 1907 in den Berechnungstabellen Nr. 1 bis 3, für die Berechnung nach dem Verfahren Mörsch in der Zahlentafel Nr. 26 (S. 157) eingetragen. Die Einteilung dieser Tabellen entspricht im allgemeinen den gleichartigen Zusammenstellungen in den Forschungsarbeiten des Professors Dr. C. v. Bach.

Spalte 1 und 2 enthält die Nummer und die Bezeichnung, Spalte 3 das Alter des Bauwerks, Spalte 4 die Zusammensetzung, Spalte 5 die Festigkeit des Betons. Zu 5 wird bemerkt, daß Zugproben bei keinem Bauwerke aus-

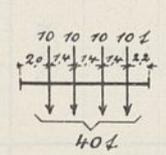
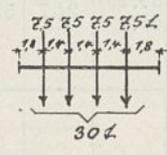
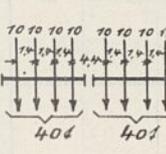
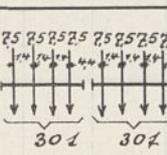
geführt sind. Dagegen liegen, mit Ausnahme von Bauwerk 3 und 4, Würfeldruckproben vor.

In Spalte 6 sind die Querschnitte und die Abmessungen der Balken eingetragen. Im allgemeinen sind nur die maßgebenden Querschnitte dargestellt und berechnet worden. Nur bei Bauwerk 1 und 2 sind außer dem Querschnitt in der Mitte der Platte noch weitere fünf Querschnitte berechnet worden, die in der Annahme, daß sie von Bedeutung sein könnten, mit aufgenommen sind. Spalte 7 enthält die Abmessungen der Eiseneinlagen, Spalte 8 das Bewehrungsverhältnis des Querschnitts in Hundertsteln. Dabei sind die Eiseneinlagen nur in der Zugzone berücksichtigt.

In Spalte 9 sind die Belastungen nebst ihren Zuschlägen, die größten Momente und Querkräfte eingetragen. Bei den Bauwerken 1 u. 2 (Berechnungstafel Nr. 1, S. 147)), 12 u. 15 (Berechnungstafel Nr. 3, S. 159) entsprechen die den ursprünglichen statischen Berechnungen zugrunde gelegten Verkehrslasten den tatsächlichen Verhältnissen. Bei den Bauwerken 3 bis 10 aber (Berechnungstafel Nr. 2, S. 151) sind die wirklichen Belastungen erheblich kleiner.

(Fortsetzung S. 164)

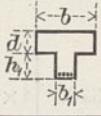
Berechnungstafel Nr. 2 (Fortsetzung).

9								10											
Belastung								Spannungen berechnet nach den ministeriellen Vorschriften 1907 $n = 15; \sigma_e \leq 1000 \text{ kg}; \sigma_{bd} \leq 40 \text{ kg}$											
Ei- gen- gewicht	Verkehrslast		Zu- schlag in vH. von P	Momente in mt			V max t	mit						ohne					
	Rechnungslast	Tatsächliche Last		M_G	M_P	M_{G+P}		Berücksichtigung des Betons in der Zugzone											
G t/m	P_t	P_t					x	σ_{bx}	σ_{bd}	σ_e	τ_o	τ_e	τ_1	x	σ_{bd}	σ_e	$\tau_o = \tau_e$	τ_1	
1,74	„Null“		0	7,83	—	7,83	0	40,5	5,88	5,35	82	—	—	—	29,1	6,04	165	—	—
2,60		—	0	25,15	49,6	74,75	14,7	60,0	25,1	25,1	358	2,29	1,04	0,45	(40,4 42,6	28,5 30,4	809) ¹⁾	1,93	0,84
	—		0 50 100	14,75 14,75	37,2 55,8 74,4	51,95 70,55 89,15	11,0 16,5 22,0	60,0 60,0	17,5 23,7 29,9	17,5 23,7 29,9	249 338 427	1,71 2,57 3,42	0,78 1,17 1,56	0,34 0,51 0,68	42,6 42,6	21,1 28,7 36,3	554 752 948	1,45 2,17 2,89	0,63 0,94 1,26
2,60		—	0	-78,3	-60,0	-138,8	47,2	110,0	17,8	21,8	258	4,51	0,94	0,61	66,2	28,1	834	3,72	1,55
	—		0 50 100	-26,3 -26,3 -26,3	-45,0 -67,5 -90,0	-71,3 -93,8 -116,3	39,1 51,3 63,5	110,0 110,0	9,2 12,1 15,0	11,2 14,8 18,3	133 175 217	3,74 4,91 6,06	0,78 1,02 1,26	0,50 0,66 0,82	66,2 66,2 66,2	14,5 19,1 23,7	431 566 702	3,08 4,05 5,01	1,29 1,69 2,09

1) Bei Berücksichtigung der Druckzone im Steg. 2) Einschließl. 10,4 mt für halbe Bremskraft. 3) Einschl. -52,0 mt für volle Bremskraft. 4) Ohne Bremskraft.

Zahlentafel 26. Verfahren Mörsch.

(Zentralbl. d. Bauverw. 1914, S. 204/7) unter Berücksichtigung der Vereinfachungen von Prof. Dr. Hager (Zentralbl. d. Bauverw. 1915, S. 391)
 $n = 15; \sigma_e \leq 750 \text{ kg}; \sigma_{bd} \leq 30 \text{ kg}$

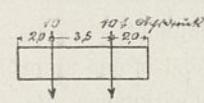
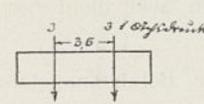
Nr. des Bau- werks	Quer- schnitt	Platte $d = h$ (1907) Plattenbalken $h_1 = (h - d)$ (1907)								Spannungen			F_b 1914	f_e 1914
			d	h_1	f_e	β	$\frac{\mu}{\alpha}$	μ	α	b_1	σ_e	σ_{bd}	σ_{bx}	$F_b =$ Beton- querschnitt (voll)
Zur Berechnungstafel 1														
1 und 2	1	78	—	52,65	—	—	0,00675	—	—	750	30,0	19,0	1,200	1,048
	2	75	—	50,6	—	—	0,00675	—	—	750	30,0	18,8	1,191	1,007
	3	71,5	—	48,3	—	—	0,00675	—	—	750	30,0	18,9	1,144	1,282
	4	66,5	—	44,8	—	—	0,00675	—	—	750	30,0	18,8	1,073	1,189
	5	59,5	—	40,2	—	—	0,00675	—	—	750	30,0	18,9	0,968	1,602
	6	50,0	—	33,8	—	—	0,00675	—	—	750	30,0	18,8	0,819	1,346
Zur Berechnungstafel 2														
3 u. 4 5-8 10	Endfeld	15	105	92,2	0,143	0,00708	0,0135	1,905	66,0	(771 747	30,0 43,3	25,7) [*] 26,6	1,212	1,084
	"	21	79	55,2	0,266	0,00624	0,0163	2,590	44,0	723 (743	25,2 26,3	24,05 24,5) [*]	0,982	0,807
	Feldmitte	24	106	91,0	0,226	0,00766	0,0148	1,925	58,0	742	33,6	25,3	0,920	0,998

*) Bei Berücksichtigung der Druckzone im Steg.

Berechnungstafel Nr. 3.

1 Nr. des Bauwerks	2 Bezeichnung des Bauwerks	3 Alter des Bauwerks in Jahren	4 Zusammensetzung des Betons	5 Festigkeit des Betons		6 Bauart des Balkens (Abmessungen in cm)						7 Eiseneinlagen in cm					8 $\frac{f_e}{F_b} \cdot 100$ vH. f_e nur für Zugzone				
				D Druck kg/qcm	Z Zug kg/qcm	Querschnitt					Hauptbewehrung			Bügel							
						b	b ₁	h	d	F _b (voll)	d	f _e	u	d	Abstände						
12	Kunststraßenbrücke bei Kuchelna (schwer belastet)	2	1:3	270	—	Endfeld 						2,2	38,0	69,1	0,6	25 bis 80	0,884				
						1:3	270	—	Stütze 						3 × 2,0 3 × 2,2 5 × 1,8	33,5		67,8	0,6	25 bis 35	0,663
									1:3	270	—	Mittelfeld 						3 × 2,0 6 × 1,8	24,7	52,75	
15	Wegebrücke bei Oberjastrzemb (leicht belastet)	5	1:4 1/2	—	—	Längsträger; Endfeld c-d 						3 × 1,8	7,63	17,0	1,4 · 0,3	25	0,266				
						Längsträger; Stütze e-f 						4 × 1,8	10,18	22,6	1,4 · 0,3	20		0,367			
						Längsträger; Mittelfeld a-b 						3 × 1,8	7,63	17,0	1,4 · 0,3	25			0,275		
						Querträger; Feldmitte a-b 						4 × 1,8	10,18	22,6	1,4 · 0,3	20 bis 25		0,275			
						Querträger; Stütze c-d 						4 × 1,8	10,18	22,6	1,4 · 0,3	20			0,275		
						Bogen a-b 						3 × 2,8	18,5	26,4	0,6	25		0,247			
						Bogen c-d 						3 × 2,8	18,5	26,4	0,6	25			0,247		

Berechnungstafel Nr. 3.

9								10											
Belastung								Spannungen berechnet nach den ministeriellen Vorschriften 1907 $n = 15; \sigma_e \leq 1000 \text{ kg}; \sigma_{bd} \leq 40 \text{ kg}$											
Ei- gen- ge- wicht	Verkehrslast		Zu- schlag in vH. von P	M o m e n t e in mt			V max t	mit						o h n e					
	Rechnungslast	Tatsächliche Last		M_G	M_P	M_{G+P}		Berücksichtigung des Betons in der Zugzone											
G t/m	P_t	P_t		M_G	M_P	M_{G+P}	t	x	σ_{bz}	σ_{bd}	σ_e	τ_o	τ_e	τ_1	x	σ_{bd}	σ_e	$\tau_o = \tau_e$	τ_1
1,70	 20 t-Wagen und 400 kg/qm Menschengedränge		0	12,444	13,374	25,82	3,20	37,3	30,1	21,3	426	1,58	0,78	0,34	21,9	21,3	907	1,38	0,60
1,70			0	-17,88	-10,62	-28,50	20,34	69,5	13,9	21,2	195	7,75	2,33	1,01	36,6	27,9	863	6,72	2,92
1,70			0	4,47	10,87	15,34	3,25	35,5	20,5	13,3	291	1,65	0,66	0,38	20,3	16,6	816	1,39	0,79
2,60	 2 Wagen von je 6 t Gesamtgewicht		0	1,72	0,86	2,58	0,75	26,2	8,7	6,1	121	0,56	0,16	0,28	12,2	9,9	617	0,18	0,78
2,60			0	-1,72	-0,86	-2,58	4,50	39,1	5,6	8,8	74	1,34	0,44	1,47	18,8	13,8	462	2,73	3,75
2,60			0	1,378	0,688	2,07	0,75	26,4	7,0	4,9	96	0,55	0,16	0,28	12,2	8,0	476	0,18	0,78
3,60			0	1,225	0,670	1,90	0,955	38,2	3,7	3,9	51	0,37	0,10	0,23	18,0	6,5	287	0,29	0,65
3,60			0	-2,178	-0,737	-2,92	7,00	37,6	5,5	5,7	76	2,75	0,73	1,60	17,0	9,2	437	2,14	4,72
120 t Gesamtgewicht auf 1 m Tiefe	Menschengedränge von 500 kg/qm		0	P_G = 82,72 t	P_P = 2,97 t	P_{G+P} = 85,7 t	—	59,5	7,6	28,8	-397 (oben) +84 (unten)	—	—	—	52,1	31,1	-431 (oben) +169 (unten)	—	—
				Exzentrische Kraft. $e = 14,2 \text{ cm}$ von der Druckfaser.															

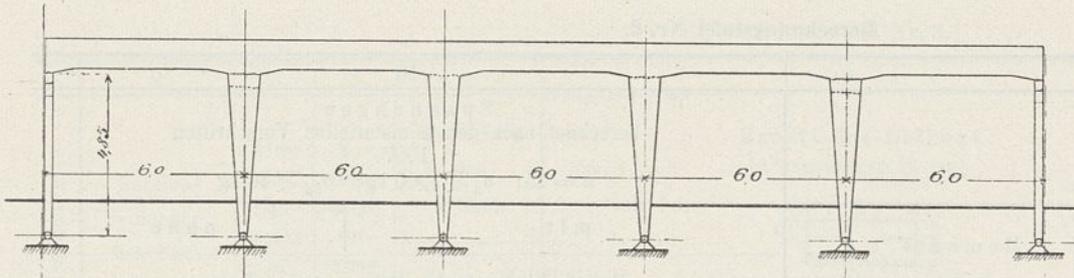


Abb. 6. Rißbildung an den Stützenköpfen der Regelform, Bauwerk 5 bis 8.
 Risse, stets vorhanden; - - - - - Risse, häufig vorhanden.
 1 : 225.

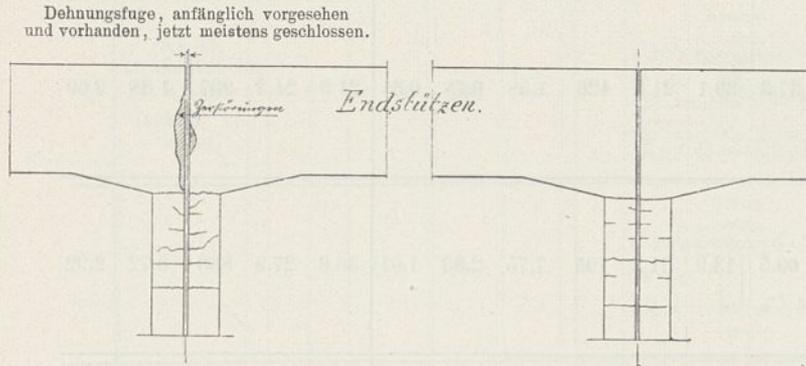


Abb. 7a. 1 : 60. Abb. 7b.
 Abb. 7. Bemerkenswerte Rißbildungen an den Köpfen der Endstützen (maßstäblich aufgenommen).

Zahlentafel Nr. 27.

Zusammenstellung der Werte σ_{bx} , σ_{bd} , σ_e und $\frac{\sigma_{bx}}{\sigma_e}$.
 (Zuschlag „Null“ zur tatsächlichen Verkehrslast.)

Bauwerk Nr.	Querschnitt	Vorschriften 1907				Rißbilder Bl. im Atlas u. Abb.
		mit		ohne		
		σ_{bx}	σ_{bd}	σ_e	$\frac{\sigma_{bx}}{\sigma_e}$	
1, 2	1 (Mitte)	18,9	28,1	674	0,028	Bl. 12 u. 13 Abb. 3 ^a u. 4 ^a
	2	18,4	27,3	643	0,029	
	3	19,1	31,0	817	0,023	
	4	15,6	22,4	668	0,023	
	5	14,2	24,0	832	0,017	
	6	9,5	13,3	558	0,017	
3, 4	Endfeld	17,0	21,5	470	0,036	Bl. 14 u. 15 Abb. 9 ^{a-c} u. 10 ^{a-c}
	Stütze	11,6	19,4	409	0,028	
5-8	Endfeld	20,3	20,9	568	0,036	Bl. 16 u. 17 Abb. 1 ^{a-b} , 6, 10 ^{a-b} Bl. 18 u. 19 Abb. 1 ^{a-d} , 3 ^{a-c}
	Stütze	12,7	21,5	642	0,020	
	Mittelfeld	5,5	8,8	462	0,012	
9	Feldmitte	5,88	6,04	165	0,036	Bl. 16 u. 17 Abb. 8
10	Feldmitte	17,5	21,1	554	0,032	Bl. 16 u. 17 Abb. 20 ^{a-b}
	Stütze	9,2	14,5	431	0,021	
12	Endfeld	30,1	24,3	907	0,033	Bl. 12 u. 13 Abb. 12 ^a , 12 ^b
	Stütze	13,9	27,9	863	0,016	
	Mittelfeld	20,5	16,6	816	0,025	
Längsträger 15	Endfeld	8,7	9,9	617	0,014	Bl. 21 u. 22 Abb. 6, 7 u. 9 Abb. 11 bis 21
	Stütze	5,6	13,8	462	0,012	
	Mittelfeld	7,0	8,0	476	0,015	
Querträger	Endfeld	3,7	6,5	287	0,013	
	Stütze	5,5	9,2	437	0,013	
	Bogen	7,6	31,1	- 431 + 169	0,018 0,045	

So verkehrt auf der Hochbahn der Falvahütte (Bauwerk 3 und 4) statt der in Rechnung gezogenen vierachsigen Tendermaschine von 60 t eine solche von nur 28 t Dienstgewicht, auf den Bauwerken der Bergwerksgesellschaft v. Giesches Erben (Bauwerk 5 bis 10) statt einer Maschine von 40 t eine solche von nur 30 t Dienstgewicht.

Bauwerk 9 ist als Brückenstumpf überhaupt unbelastet; hier kommt lediglich das Eigengewicht in Betracht.

Bei den Eisenbahnbrücken 1 bis 4 sind in den ursprünglichen statischen Berechnungen die Stoßwirkungen des Betriebes mit 50 vH. zur angenommenen Verkehrslast berücksichtigt worden (siehe Vorschriften 1907 § 16 Ziff. 3c, wonach bei Belastungen mit starken Stößen die Nutzlast bis zu 100 vH. erhöht werden soll).

Bei den Eisenbahnbrücken 5 bis 10 und den Wegebrücken 12 und 15 sind diese Stoßwirkungen überhaupt nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse der ursprünglichen Berechnungen (ergänzt) erscheinen, wie bereits erwähnt, in den Berechnungstafeln als eine besondere, und zwar als erste Zahlenreihe. Wegen der Ungleichmäßigkeit der Berechnungsunterlagen sind diese Zahlenwerte zu Vergleichszwecken aber nicht besonders geeignet.

Deshalb sind in der Spalte 9 der Berechnungstafeln außer den sonstigen Annahmen

1. die tatsächlichen Belastungen, soweit sie mit den ursprünglichen Rechnungsannahmen nicht übereinstimmen,
2. bei den Eisenbahnbrücken Zuschläge von 0, 50 und 100 vH. zu den tatsächlichen Belastungen mit aufgenommen.

Diesen drei Zuschlägen entsprechen drei weitere Zahlenreihen, von denen die „Null“reihe als die wichtigste durch fetten Druck hervorgehoben ist.

Spalte 10 umfaßt die nach den Vorschriften 1907 berechneten Spannungen (mit und ohne Berücksichtigung des Betons in der Zugzone).

In der Zahlentafel Nr. 26 (S. 157) sind die Berechnungsunterlagen und Spannungswerte des Verfahrens Mörsch eingetragen. Die Abbildung im Kopfe dieser Tafel stellt die vom Prof. Mörsch gewählten Bezeichnungen der Querschnittsabmessungen dar. Die Berechnungen sind für die Annahmen der ursprünglichen Berechnungen durchgeführt worden. In den beiden letzten Spalten dieser Zahlentafel sind die Verhältniszahlen der nach den beiden Verfahren berechneten Beton- und Eisenquerschnitte $\frac{F_b 1914}{F_b 1907}$ und $\frac{f_e 1914}{f_e 1907}$ angegeben.

In der Zahlentafel Nr. 27 sind die nach den Vorschriften 1907 für die tatsächlichen Belastungen und den Zuschlag „Null“ berechneten Spannungen σ_{bx} , σ_{bd} , σ_e und die Verhältniszahlen $\frac{\sigma_{bx}}{\sigma_e}$ für alle untersuchten Bauwerksquerschnitte zusammengestellt. In der letzten Spalte ist die Stelle (Blatt im Atlas und Abbildung), an der die entsprechenden Rißbilder dargestellt sind, angegeben.

Die Betonzugspannungen σ_{bz} , die wegen ihres Einflusses auf die Ribbildung von besonderer Wichtigkeit sind, schwanken bei allen untersuchten Bauwerken zwischen 3,7 und 30,1 kg. Die Höchst- und Niedrigstwerte sind in der Zahlentafel 27 fett gedruckt. Trotz der großen Verschiedenheit dieser Werte bieten die Ribbilder aber im allgemeinen die gleiche Erscheinung, nämlich eine Ribbildung von fast übereinstimmender Dichte und Verteilung. Danach erscheint die Größe der Werte σ_{bz} für die Ribbildung nicht allein ausschlaggebend zu sein. Es müssen noch andere Ursachen wirksam gewesen sein, die zu untersuchen nicht zu den Aufgaben dieses Aufsatzes gehört.

Die Bauwerkteile der Brücken 9 und 15 sind auffallend niedrig beansprucht. Das hat bei Bauwerk 9 seinen Grund darin, daß es als unbenutzter Brückenstumpf nur mit seinem Eigengewicht belastet ist. Bei Bauwerk 15 waren ursprünglich schwächere Abmessungen mit entsprechend höheren Beanspruchungen zur Ausführung bestimmt. Aus Gründen, die jetzt nicht mehr festgestellt werden konnten, sind die Querschnittabmessungen wesentlich vergrößert und damit die Spannungen entsprechend herabgesetzt worden.

Bemerkenswert ist das Verhalten der Stützenköpfe der mehrgliedrigen Brücken 3 u. 4, 5 bis 8. An den meisten Köpfen der Stützen haben sich durchgehende wagerechte Risse gebildet, die bei den äußeren Stützen häufiger auftreten als bei den inneren. Die Endstützen zeigen meistens mehrere Risse übereinander. Diese Erscheinungen sind wohl hauptsächlich auf die Bremskräfte zurückzuführen und treten besonders deutlich bei den Stützen der Bauwerke 5 bis 8 hervor. Diese sind ungünstiger beansprucht als die der Bauwerke 3 und 4. Während letztere als völlig steife Rahmen wirken und ihre gesamte Masse den Bremskräften entgegenzusetzen, müssen bei den Bauwerken 5 bis 8, die Fußgelenke besitzen, die Bremskräfte ausschließlich von den Stützenköpfen übernommen werden. In der Text-Abb. 6 ist die regelmäßig auftretende Ribbildung bei der Regelform der Bauwerkgruppe 5 bis 8 dargestellt. Die ausgezogenen Linien bedeuten die Risse, die fast immer vorhanden sind, die punktierten Linien die Risse, die außerdem häufig beobachtet sind. Text-Abb. 7a und 7b stellen besonders bemerkenswerte Ribbilder an den Endsäulen dar, Abb. 7a außerdem eigenartige Zerstörungen des Betongefüges an den Dehnungsfugen (schräffierte Fläche). Von einer rechnerischen Untersuchung dieser Erscheinungen ist abgesehen worden.

V. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Ribbildung.

1. Die Ribbildung zeigt bei allen untersuchten Bauwerken, d. h. bei Eisenbahn- und Wegebrücken jeder Art, im allgemeinen einen gleichartigen Verlauf und annähernd gleiche Dichte.

2. Die Risse treten allgemein auch in Bauwerkteilen auf, in denen die berechneten Betonzugspannungen sehr klein sind. Die Größe der rechnerisch nachgewiesenen Betonzugspannungen scheint demnach nicht allein maßgebend zu sein für das Auftreten, die Zahl und die Verteilung der Risse.

3. Die Risse nehmen an Länge und Zahl mit wachsendem Alter des Bauwerks zu.

4. Die Risse laufen bei den Fahrbahnen und Säulen in der Mehrzahl quer zu den Hauptbewehrungseisen und mehr oder weniger durch den ganzen Querschnitt; sie bilden sich mit Vorliebe an den Bügelstellen. Wagerechte und schräge Risse sind seltener. In dem doppelbewehrten Gewölbe des Bauwerks 15 (Dreigelenkbogen) laufen die Risse parallel zu den Eiseneinlagen.

5. Die Schalenrisse (wagerechte Risse an den Unterkanten der Überbauten in Höhe der Eiseneinlagen) treten hauptsächlich bei höheren Rostgraden auf. Überschreitet der Rost eine bestimmte Stärke, so wird der Beton schalenförmig abgesprengt.

6. Die Stützen der mehrteiligen Bauwerke zeigen an ihren Köpfen fast durchweg wagerechte Risse, die wohl hauptsächlich auf Bremskräfte zurückzuführen sind. Die Ribbildung nimmt von der Mitte nach den Bauwerkenden zu. Die Endstützen zeigen häufig mehrere Risse übereinander.

Rostbildung.

7. Rostbildung tritt bei allen untersuchten Bauwerken auf, also bei Brücken jeden Betriebes, jedes Alters, jeder Abmessung und jeder Luftklasse. Die Allgemeinverbreitung des Rostes ist die gleiche; nur der Rostgrad ist verschieden.

8. Die Einfallpforten für den Rost sind die Ribstellen. An diesen ist der Rost am stärksten, nach beiden Seiten nimmt er ab. Bei großer Ribdichte bildet sich durchgehender Rost, der je nach den Verhältnissen alle Rostgrade durchlaufen kann. Die Risse selbst bilden stets die Höhepunkte der Rostbildung. Erreicht der Rost eine bestimmte Stärke, so tritt die Zerstörung des Betons durch Sprengung ein.

9. Die Rostbildung nimmt zu:

- a) mit wachsendem Alter des Bauwerks,
- b) mit wachsender Verunreinigung der Luft,
- c) mit wachsender Ribstärke,
- d) mit abnehmendem Abstand der Eiseneinlagen von der Außenfläche des Betons.

Der Einfluß der Luftbeschaffenheit scheint größer zu sein als der Einfluß des Alters.

VI. Schlußbemerkungen.

Die vorliegende Untersuchung bildet nur ein Glied einer Untersuchungsreihe, da die Fortsetzung dieser Untersuchungen beabsichtigt ist. Die nächste Untersuchung wird nach einer längeren Regenzeit durchgeführt werden. Ergebnisse von allgemeiner Wichtigkeit sollen wieder veröffentlicht werden. Bei den künftigen Untersuchungen wird ein eigenes Sandstrahlgebläse verwandt werden. Dadurch werden sich die Kosten voraussichtlich wesentlich herabmindern lassen. Das neue Gebläse wird einen so starken Antrieb erhalten, daß auch Eisenkonstruktionen, die eine größere Stärke des Sandstrahls erfordern, abgespritzt werden können. Die ganze Einrichtung soll auch Vorrichtungen für das Preßement- und Farbspritzverfahren erhalten und in einem Beiwagen des Brückenprüfungszuges der Königlichen Eisenbahndirektion Kattowitz untergebracht werden.

Zum Schluß mögen noch einige Worte über die Unterhaltung der untersuchten Bauwerke hinzugefügt werden. Wie bereits erwähnt, haben die Ausbesserungsarbeiten an den Bauwerken der Bergwerksgesellschaft v. Giesches Erben (Bauwerk 5 bis 11) bereits 1914 stattgefunden. Sie bestanden im allgemeinen darin, daß die schadhaften Stellen ausgemeißelt

