

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



2234401

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES
ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

REDIGIRT

VON

G. ERBKAM,

BAURATH IM KÖNIGLICHEN MINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND ÖFFENTLICHE ARBEITEN.

1911. 1702.

JAHRGANG XX.

MIT XCIII KUPFERTAFELN IN FOLIO UND QUART UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN
HOLZSCHNITTEN.



3420

BERLIN, 1870.
VERLAG VON ERNST & KORN.
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

Abgegeben
von der
Bücherei
der Kgl. Technischen
Hochschule Danzig.



General-Register

der Jahrgänge XVI bis XX (1866—1870)

der Zeitschrift für Bauwesen.

	Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.
A.		
Abdampfnischen im neuen chemischen Laboratorium zu Berlin, von A. Cremer	XVII, B	12
Abfahrtsystem von Goux, in Paris in Anwendung, von Voigtel	XX.	265
— s. Canalisirung, auch: Berieselung.		
Abtrittsanlagen im König Wilhelm-Gymnasium zu Berlin, von Lohse	XVII, 11, 13	342
— in den Gemeindeschulen der Stadt Berlin, von Gerstenberg	XIX	505
— im Empfangsgebäude der Königl. Ostbahn in Berlin	XIX, 6	14
— der Königl. Niederschles. Märkischen Eisenbahn in Berlin	XX, N	162
— für durchgehende Eisenbahnzüge, von Weisshaupt	XX	257
— Deren Ventilation mittelst Gasflammen, von Hesse	XX	121
— s. Erdcloset, Watercloset.		
Achslagerkasten, deren Construction betr., von Vogt	XVI	473
Achsmühle. Was versteht man darunter?	XVII	557
Albrechtsburg in Meissen. Deren Restauration betr., von v. Quast	XX	262
Alexandra-Stiftung in Berlin, mitgeth. von Dr. Gaebler	XVII, 42—45	327
Altenbecken, Der große Tunnel bei, von Simon	XVIII, 45, 46, K	251, 407, 563
Ammoniakkrot, Sprengmittel, erfunden von Norrbim, mitgeth. von Steenke	XIX	89, 345
Amtliche Bekanntmachungen, s. Baubeamte, Verfügungen.		
Anatomiegebäude, Das neue, in Berlin, von A. Cremer	XVI, 22—29	161
— in Gießen, Göttingen, Heidelberg und München, mitgeth. von Demselben	XVI, F	162
Angermünde. Ueber die Marienkirche daselbst, von Sell	XX	256
Ankerbojen. Vorrichtung zur Verlegung derselben, mitgeth. von Kubale	XVIII, M	277
Apparat zum Messen der relativen Festigkeit von Eisen, Stahl und Kupfer, von Wöhler	XVI, C	72
— zum Messen der Festigkeiten von Eisen und Stahl, von Demselben	XX, E—I	89
— pneumatischer, bei der Fundirung der Pregelbrücke in Königsberg angewendet,	XVI, 53, 55	527
— für Stromgeschwindigkeitsmessungen, mitgeth. von C. Herschel	XIX	415
— s. Bauwaage.		
Aqueduct über den Wildbach Lauzon im südl. Frankreich, mitgeth. von Michaelis	XIX, K	283
— von Roquefavour, von Demselben	XIX,	286
Aquarium im Königl. botanischen Garten in München, von v. Voit	XVII, 39	324
— in Berlin, von Lüer	XIX	432
Arbeitsnische im neuen chemischen Laboratorium in Berlin, von A. Cremer	XVII, 60	492
Arbeitstisch im neuen chemischen Laboratorium in Berlin, von A. Cremer	XVII, 61	493
Architekten, Die preussischen, in Rom, von R. B.	XVII	545

	Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.
Architektonische Arbeiten. Norm zu deren Berechnung, redig. von J. v. Egle	XIX	425
Architektonisches Skizzenbuch, Referat von Afsmann	XVII	471
Architekten-Unterstützungs-Comité für am Kriege im Jahre 1866 betheiligte Fachgenossen. Rechenschaftsbericht	XVII	259
Architekten-Verein. Abschlufs der Vereinskasse pro 1866, von Roeder	XVII	427
Asphaltirung der Strafsen in Paris, v. E. Müller.	XIX	311
Aufzugmaschine zur Materialförderung bei Hochbauten, von C. Steinhaus	XIX	376
Aufzugsvorrichtung, mechan., im neuen chemischen Laboratorium zu Berlin	XVII, 61	494
—, hydraulische, im neuen Anatomiegebäude zu Berlin	XVI, 29a	167
Ausbildung, ästhetische, der Eisenconstructions, besonders in ihrer Anwendung bei Räumen von bedeutender Spannweite. Vortrag im Architekten-Verein von Lucae	XX	532
— Discussionen hierüber	XX	541, 543
Ausgrabungen am panathenäischen Stadion von E. Ziller	XX, 59—61, C"	485
B.		
Bab' el Ammān (Ammān-Thor) in Gerasa, mitgeth. von Doergens	XVI, 45	349
Backofen mit Heifswasser-Erwärmung, mitgetheilt von Steuer	XVIII	325
Backsteinbau. Uebersichtliche Geographie und Geschichte desselben, Vortrag von F. Adler	XIX	328, 334
— Ob nachträgliche Verblendung statthaft sei?	XIX	443
— Das Färben der Verblendsteine betr.	XVIII	313
— s. Hohlziegel.		
— s. Schinkelfestrede von Adler am 13. März 1869: Die Bauschule in Berlin.		
Backsteinbauten in Kiel von Martens, mitgeth. von Ende	XIX	456
Backsteinformat, s. Ziegelformat.		
Badeeinrichtungen in der Provinzial-Irrenanstalt zu Neustadt-Eberswalde	XIX, 10	177
Bäder, die römischen, in Trier, von Giersberg	XVII	98
Bagger s. Dampfbagger.		
Bahnhof zu Brandenburg, Burg und Genthin, mitgeth. von Quassowski	XX, W'	327
— der Nordbahn in Paris	XVIII, L	273
— in Stuttgart, mitgeth. von Römer	XIX	429
— in Zürich, mitgeth. von Orth	XX	390
Bahnhofs-Umbau auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin	XX, 26—34, L—N	151
— — in Görlitz	XX, 55—57, A' u. B'	471
auf der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, mitgeth. von Quassowski	XX, 49, V, W—W"	322
Bahnhöfe. Notizen über Kohlengruben-Eisenbahn-Stationen von Quassowski	XVII, J	243

	Jahrg. u. Kpftfl.	Pag.		Jahrg. u. Kpftfl.	Pag.
Bahnhöfe. Anordnung der Bahnhöfe betreffs des Rangirens der Züge, von Koch	XVII, U	414	Berlin. Das Zeughaus. Vortrag von Perdisch	XVIII	124
— Welche Bedingungen sind bei Anlage solcher Bahnhöfe zu erfüllen, die besonders für größeren Verkehr mit Schlachtvieh bestimmt sind? von Römer	XVII	423	— —, mitgeth. von Perdisch, Nitschmann und F. Adler	XX, 13, 14	59
— Ueber die mit dem System des Rangirens der Züge mittelst Weichen verbundene große Ausdehnung der Geleis- und Bahnhofsanlagen, von Streckert	XIX	483	— Die Börse, von F. Hitzig	XV, 19—30	145
— Ueber Endbahnhöfe, von Orth	XX	389	— Die neue Markthalle von F. Hitzig, mitgeth. von A. Lent	XVI, 9 u. 9 a	145
Balance-Dock im Kriegshafen von Pola	XVI, 30—32	169	— Der Postwagenschuppen in der Ziegelstraße, von Schwatlo	XVI	447
— in Cartagena und Ferrol	XVI, G	184	— Einrichtung der städtischen Turnhalle im J. 1866 zu einem Festlocal für 1000 Personen, von Lucae	XVII	229
Bankgebäude in Bromberg, von Cuno	XVII, 20	115	— Empfangsgebäude der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Mittheil. von Römer	XVII	425
Baracken-Lazarethe. Ueber deren Anordnung, von Blankenstein	XVIII	307	— Umbau des Bahnhofs der Niederschles.-Märkischen Eisenbahn	XVIII	498
— Ueber die Veröfentlichung derartiger Anlagen	XX	256	— Empfangsgebäude der Königl. Ostbahn	XX, 26—34, L—N	151
Barmen. Bau und Geraderichtung eines 331 Fuß hohen Schornsteins, von C. Steinhaus	XIX, 53	369	— Wohnhaus, herrschaftliches, von F. Adler	XX, 1—6	3
	XVI	1, 145, 338, 481	— — des Herrn L. Gerson in der Victoriastraße, von v. d. Hude & Hennike	XVI, 7, 8	5
	XVII	1, 108, 313, 489	— — des Herrn G. Markwald in der Thiergartenstraße, von Denselben	XVII, 40	325
Baubeamte. Personal-Veränderungen bei den Baubeamten	XVIII	1, 145, 348, 510	— — des Herrn Dr. Leo in der Matthäikirchstraße, von Denselben	XVII, 41	325
	XIX	19, 145, 353, 487	— — des Herrn W. Krause in der Wilhelmsstraße, von F. Hitzig	XVII, 58, 59	491
	XX	2, 149, 289, 461	— für die Directoren etc. der vereinigten Schulanstalten: Sophien-Gymnasium und Realschule, von Gerstenberg	XIX, 16—19	23
— Verzeichniß der im Staatsdienste angestellten Baubeamten am 1. März 1866	XVI	253	— Facade des Hauses Behrenstraße 43/44, von F. Hitzig	XX, 50, 51	464
— — — 1867	XVII	163	— Ausgeführte Wohngebäude von F. Hitzig	XIX, 43	355
— im Februar 1868	XVIII	211	— G. Schwendy's Brauerei „zum Adler“ auf dem Gesundbrunnen, von Bieendt	XVIII	133
— im März 1869	XIX	247	— Halle zur Pariser Ausstellung von 1867, von v. d. Hude & Hennicke	XVI, 42-44, S	339
— — — 1870	XX	199	— Kuppeldachconstructionen über Gasbehältergebäuden, von W. Schwedler	XVIII, 28-32	155
Baugruben. Ueber deren Sicherung durch Beton und Spundwände, von Grund	XVIII	305	— — über der neuen Synagoge, von Denselben	XVI, 10—12	21
Bauwaage, Die, und deren Ergebnisse für den Gewölbebau, von Dr. Heinzerling	XIX, C, D	89	— Cassettenconstruction in der Säulenhalle des neuen Museums, mitgeth. von Afsmann	XVI, 14	32
Belastung der Decken in Mahlmühlen, mitgeth. von Herrmann	XVIII	595	— Eiserne Dachconstructionen über Retortenhäusern der Gasanstalten, von W. Schwedler	XVI	318
— in Speichern, resp. der Magazinböden, von Neumann	XIX	327	— Dach- und Deckenconstruction über dem Festsaal und dem Stadtverordneten-Saal des neuen Rathhauses, von W. Schwedler	XIX, 24—27	65
Berechnungen, technische. Welches Maafs der Genauigkeit ist bei denselben festzuhalten? von Grütteffien	XVII	421	— Der eiserne Ueberbau der Unterspreckbrücke im Zuge der Königl. Bahnhof-Verbindungsbahn	XIX, 54, 55, 56	387 389
Berieselung. Der gegenwärtige Stand der Berieselungsfrage, von E. Wiebe	XX	107	— Die Stadtschleuse, von Stahlenbrecher	XVI, 38—41	267
— Die Petersen'sche Wiesenbaukunst betr., von Franzius	XVIII	323	— Mittheilungen über die hiesige neue Verbindungsbahn, von Dircksen	XVII, 62, 63	493
— s. Hauswasser, Ent- u. Bewässerungsanlagen.			— Die Linkstrassen-Brücke, jetzt Augusta-Brücke genannt, von Quassowski	XVIII	607
Berlin. Die neue Synagoge, von E. Knoblauch	XVI, 1—6, 14	3, 32, 481	— Der gegenwärtige Stand der Canalisierungsfrage, von Afsmann	XX, 47	301
— Die Christuskirche, von F. Adler	XVIII, 1 A	3	— Haus-Einsturz in der Wasserthorstraße, Mittheil. von Afsmann	XVII	231
— Die Zionskirche, von Möller & Orth	XVI, 19—21	159	— Einsturz eines Getreidespeichers in der Alexanderstraße, Mittheil. von Meyer	XVI	311
— Capelle nebst Leichenhalle auf dem Friedhof der St. Georgen-Gemeinde, von Erdmann	XVIII	117	— Haus-Einsturz in der Kronenstraße 37, Mittheil. von Neumann	XVI	311
— Stüler-Denkmal	XX, 52—54	465	— Ueber den Bruch eines gußeisernen Trägers in einer Brauerei, Mittheil. von Berring	XVIII	311
— König Wilhelm-Gymnasium, von A. Lohse	XVIII, 19	147	— Einige Erfahrungen über die hiesigen Bauausführungen, von Afsmann	XIX	450
	XVII, 9—16, N	111, 341	— Abänderungen resp. Ergänzungen der Bau-Polizei-Ordnung vom 21. April 1853, betr. die Bürgersteige und Strafsengerinne, sowie die Form und Construction der Schornsteine	XVI	567
— Ueber den Bau und die Einrichtung der Gemeindeschulen der Stadt, von Gerstenberg	XVII	405	— Ueber die Entwicklung von Paris und Berlin, von Böckmann	XVIII	77
— Die Gemeindeschulen der Stadt Berlin, von Denselben	XIX, 58—60, P—R	489	Bessemerstahl. Ueber dessen Anwendung zu Eisenbahnschienen, von Dr. Wedding	XIX	124, 127
— Die vereinigten Schulanstalten des Sophien-Gymnasiums und der Sophien-Realschule, nebst Directorialgebäude, von Denselben	XX { 7-9, A, 41-43, 50, 51	15, 463	Beton-Mischungs-Verhältniß beim Bau der Königl. Nationalgalerie, mitgeth. von Erbkam	XIX	343
— Das Aquarium, von Lüer	XIX	432	— bei der Fundirung der Augusta-Brücke in Berlin	XIX	277
— Das Johannesstift beim Plötzensee. Mittheil. von Hoffmann	XVI	120	Betonblöcke. Ueber Versuche mit dergl. bei dem Hafen von Swinemünde, von Stuertz	XX	303
— Die gemeinnützige Baugesellschaft und die damit verbundene Alexandra-Stiftung, mitgeth. von Dr. Gaebler	XVII, 42—45	327	Bewegung des Wassers, s. Wasser.	XIX	447
— Erziehungshaus für sittlich verwahrloste Kinder, am Urban, von Möller	XVIII, 20-25	147	Bindemittel, neues, von Hannemann, zur Herstellung von Steinen, Plattirungen, Anstrich, Torfziegeln etc., mitgeth. von Wiebe	XVII	419
— Das neue Anatomiegebäude, von A. Cremer	XVI, 22-29, 29 a, F	161	Birkenhead. Ueber die Spülung des dortigen Hafens, von Lentz	XVIII, B	41
— Das neue chemische Laboratorium, von Denselben	XVII, 1—8, 60 u. 61, A u. B.	3, 491			
— Die Königl. Nationalgalerie. Bauberichte von G. Erbkam	XIX, M	265, 413			
	XX	217			

	Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.
Blitz. Bemerkungen über im Jahre 1867 beobachtete Beschädigungen durch denselben, von Krause	XVIII	596
Bochum. Geraderichtung eines 330 Fuhs hohen Schornsteins auf der dortigen Gufsstahlfabrik, von Haarmann	XVII, 33	223
— Schmiedeeiserner Schuppen daselbst für einen 500 Centner schweren Dampfhammer, von W. Schwedler	XIX, 61, 62	517
Bohrmaschine, s. Dampfbohrmaschine.		
Bologna. Palast Bevilacqua, mitgeth. v. R. Scholtze	XVIII, 43	201
Boulogne. Ueber die Spülung des dortigen Hafens, von Lentz	XVIII, C	55
Brandenburg. Der Bahnhof daselbst	XX, W'	327
Brauerei von G. Schwendy auf dem Gesundbrunnen bei Berlin, von Biebendt	XVI, 42-44, S	339
Bremen. Eisenbahnbrücke, s. Brücken.		
— Selbstregistrirende Pegeluhr an dem Haupt-Weser-Pegel zu Bremen, von Berg	XX, 48, U	313
Bremsen an Wagen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Mittheil. von Wöhler	XVII	296
— Bremsvorrichtungen von Dietz und von Poncio Cuni, mitgetheilt von Streckert	XX	545
Brennmaterial. Beobachtungen über den Verbrauch an Brennmaterial in den seiner baulichen Aufsicht unterstellten öffentlichen Gebäuden, von Hesse	XVIII	472
Breslau. Die kurze und die lange Oderbrücke, von W. Schwedler	XVIII, 33-40	157
— Der eiserne Ueberbau der Oderbrücke in der Rechten Oderufer-Eisenbahn, von W. Schwedler	XVIII, 66, 67	513
— Das Rathhaus (s. Zeichnungen im Jahrg. 1864 u. 1868), mitgeth. von A. Schultz	XIX	49, 229
— Das Krankenhaus zu Bethanien, von Hesse	XVII	432
Bromberg. Das Königl. Bankgebäude, von Cuno	XVII, 20	115
— Die Brücke über die Brahe, von W. Schwedler	XX, 10-12	21
Brönner'sche Patentbrenner betr.	XVIII	322, 462
Brücken. Die eisernen Ueberbrückungen der Altenbeken-Holzmindener Eisenbahn, von Simon	XVI, 16-18	49
— Brücke über die Spree in Berlin an der Mündung des Berlin-Spandauer Canals, mitgeth. von Schmidt	XVI	121
— Brücke über die Unterspree in Berlin im Zuge der Königl. Bahnhofs-Verbindungs-Eisenbahn, mitgeth. von Franz	XVI	122
— Dieselbe	XVI, 38-41	267, 312
— Brücke über die Havel in Spandau (Flofsbrücke), von Beyer	XVI, R	297
— Die Lambethbrücke in London (Drahtseilbrücke), mitgeth. von Heidman	XVI	318, 319
— Die neue Fluthbrücke der Stettiner Eisenbahn über das Oderthal bei Stettin, mitgeth. von Koch	XVI	330
— Die Eisenbahnbrücke über den Pregel in Königsberg i. Pr., mitgeth. von Löffler	XVI, 49-56	517
— Brücke über die Saale bei Bernburg, von Laeuen	XVII, 17, 18, C	13
— Brücken über den Pregel, mitg. von Oppermann	XVII	38
— Brücke über die Weser bei Corvey in der Altenbeken-Holzmindener Eisenbahn, von Simon	XVII, 29-32, G	181
— Der eiserne Ueberbau der Brücke bei Meifsen in der Borsdorf-Meifsenener Eisenbahn, von W. Schwedler	XVIII, 11-17	13
— Die kurze und lange Oderbrücke in Breslau, von W. Schwedler	XVIII, 33-40	157
— Eisenbahnbrücke über den Sicherheitshafen in Bremen, von Berg	XVIII, 54-57, P	353
— Drahthängebrücke über den Ohio bei Cincinnati, von Roebling	XVIII, Y	499
— Der eiserne Ueberbau der Oderbrücke in Breslau in der Rechten Oderufer-Eisenbahn, von W. Schwedler	XVIII, 66, 67	513
— Der eiserne Ueberbau für die großen Oeffnungen der Brücke über die Elbe in der Berlin-Lehrter Eisenbahn, von W. Schwedler	XVIII, 68	517
— Der Bau der Striegisthal-Ueberbrückung bei Freiberg, von R. Wilke	XIX, 38-41, F-J	205
— Brücken sächsischer Eisenbahnen, mitgeth. von R. Wilke	XIX	225
— Die Brücke über die Brahe in Bromberg, von W. Schwedler	XX, 10-12	21
— Die Linkstraßen-Brücke, jetzt Augusta-Brücke genannt, in Berlin, von Quassowski	XX, 47	301
— Brücken der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, mitgeth. von Quassowski	XX	319

	Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.
Brücken. Ueber Hängebrücken, von Dulk	XVII	419
	XVI	133, 571
		86, 96,
		284, 287,
	XVII	291, 431,
		437, 557,
		558
	XVIII	322, 474
	XIX	435
	XX	126, 379
Brückenconstructions etc. Notizen und Fragebeantwortungen betreffs derselben		
Brückenfahrbahnen. Construction und Berechnung von Fahrbahnen für eiserne Strafsenbrücken, von Dr. Fränkel	XVIII, H	175
Brückenportale der Innbrücke bei Passau, von Hügel	XVI, 15	33
— der Rheinbrücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen, von J. Durm	XIX, 14, 15	21
Brückenträger. Vertheilungsgesetz der größten einseitigen Belastung über Brückenträger und dessen Einfluß auf ihre Construction, von Dr. Heinzerling	XVII	147
— Hülfsätze für die Berechnung der Fachwerksträger, von Th. Schäffer	XX, B	33
Brunnen, artesischer, zur Beschaffung von Trinkwasser für das preufs. Marine-Etablissement am Jadebusen, von Martiny	XVI	450
— nach dem System des Ingenieurs Donnet in Lyon	XVIII	109
— Construction etc. der amerikanischen Röhrrunnen betr., von Schwatlo	XX	255
Buenos Ayres. Mittheilungen über die Stadt, von Sell	XVIII	126
Buffer-Vorrichtung von Leon Hamar, mitgeth. von Streckert	XX	547
Building blocks, künstliche Sandsteinblöcke in Ziegelformat, in Amerika, mitgeth. von Plesner	XVII	288, 430
Bürde, Baurath in Berlin. Lebensskizze und Uebersicht der Bauthätigkeit des Verstorbenen, von Lämmerhirt	XVI	311
Burg, Situationsplan des Bahnhofs	XX, W'	327
Burg Hunyad in Siebenbürgen, Mittheil. von Hauczmann	XVIII	465
— s. Albrechtsburg, Marienburg.		
C.		
Canal, Der grofse Norddeutsche. Referat über denselben betreffende Schriften, von Grund	XVI	123
— Der Nord-Ostsee-Canal. Referat über eine denselben betreffende Druckschrift, von A. Wiebe	XVI	571
— Cañale des Staates New-York nebst Bemerkungen über den Wasserverbrauch auf Schiffahrtscanälen, von Hefs	XVII, X, Y	513
— du Verdon im südl. Frankreich, mitgeth. von Michaelis	XIX, B	76
— Carpentras - - - - - von Demselben	XIX, B, H, L	281
— von Marseille - - - - - von Demselben	XIX, B, L	285
— Der Neste-Canal - - - - - von Demselben	XIX, L	292
— Der Suez-Canal, mitgeth. von L. Hagen	XX, P, Q	217
— Die französischen Schiffahrtscanäle und die in Norddeutschland projectirten Canäle, von Hefs	XX	501
— Canal-Anlagen bei der Ausmündung in einen Fluß betr., von Grund	XX	392
Canalisirung der oberen Saar, von L. Hagen	XVI, 33-35, 46-48, A, B, H-K	33, 185, 335, 351, 581
— Der gegenwärtige Stand der Canalisirungsfrage in Berlin, von Afsmann	XVII	231
— Zur Canalisirungsfrage, von Demselben	XIX	121
— der Städte, von Gilbert Child, Referat von Göbbels	XVI	568
Cantian, Baurath in Berlin. Lebensskizze und Uebersicht der Thätigkeit des Verstorbenen, von Afsmann	XVII	72
Capelle S. Ilario in Todi, mitgeth. von P. Laspèyres	XIX	46
— s. Friedhof-Capelle.		
Carlsruhe. Wohnhaus von J. Durm	XVIII, 52, 53	351
Casino-Gebäude in Saarbrücken, von Raschdorff	XIX, 28-30	193
Cassetten-Construction in der Säulenhalle des neuen Museums in Berlin, mitgeth. von Afsmann	XVI	318
Centrifugalpumpe zur Entwässerung des Essenerberger Bruches, von H. Wernekinck	XVI, 57, 58	485
Certosa, Kirche bei Pavia, mitgeth. von Burgmann	XVIII	466
	XIX	123
Chamottöfen, mitgeth. von Böckmann	XVIII	317

	Jahrg. u. Kpfrftl.	Pag.		Jahrg. u. Kpfrftl.	Pag.
Charlottenburg bei Berlin, das Krankenhaus daselbst, von Knoblauch	XVII	102	Danzig. Ueber den Entwurf zur Entwässerung der Stadt, von Wiebe	XVI	325, 475
— Das Mausoleum, Mittheil. von Hesse	XVI	555	— Fundamentunterfahrungen mehrerer Häuser bis auf 16 Fufs Tiefe, mitgeth. von Koch	XVII, L	293
Chausseewalze von Ketzler & Lehmann in Chemnitz, mitgeth. von Lipke	XVIII	591	— Schinkel in Danzig, mitgeth. von Bergau	XVIII	113
— nach Vaissières Idee, zum Macadam in Paris verwendet, mitgeth. von E. Müller	XIX, N	423	Decken-Belastung in Mahlmühlen betr., von Herrmann	XVIII	595
— von Ballaison in Paris (Dampfwalze), mitgeth. von E. Müller	XIX	116	— in Speichern resp. Magazinböden, von Neumann	XIX	327
Cincinnati. Drahtängebrücke über den Ohio, von Roebing	XIX, E	117	Decken-Construction im neuen Rathhaus zu Berlin, von W. Schwedler	XIX, 54—56	387, 389
	XVIII, Y	499	Deichkrone. Ob solche als Leinpfad zu benutzen? von Grund	XVII	90
	XVI	265, 407	Demonstrationstisch im neuen Anatomiegebäude zu Berlin	XVI, 29 a	167
Cöln. Bauberichte über den Ausbau des Domes, von Voigtel	XVII	173	Denkmal der Julier in St. Remy, mitgeth. von Lohde	XVII, 57	503
	XVIII	227	— für Stüler auf dem Friedrich-Werderschen Kirchhof in Berlin	XVIII, 19	147
	XIX	69	Denkmalkarte des Abendlandes im Mittelalter, von Mertens	XIX	445
	XX	69	Diamantfarbe, deren Anwendbarkeit betr.	XVI	119
Concurrenz-Ausschreiben, betr. ein Gymnasialgebäude in Bielefeld	XVI	119	Dichtung des Mauerwerks zur Beseitigung von Quellen betr., von Böckmann	XVII	92
— betr. eine evangel. Kirche zu Neunkirchen, ein Hospital in Düsseldorf, ein Badeetablisement in Kissingen und eine feste Brücke über den See-Abfluß in Luzern	XVI	307	— der Schleusenböden mittelst Beton	XVII	95
— betr. den Bau eines neuen Domes in Berlin und einen Altar in der Marienkirche zu Reutlingen	XVII	549	Docks. Das Balancedock in Pola, in Cartagena und zu Ferrol	XVI, 30—32, G	169
— betr. den Bau eines Rathhauses in Amsterdam	XVII	550	— Sind bei Ostseehäfen schwimmende oder Trocken-Docks vorzuziehen? von Hübbe	XVIII	124
— betr. den Bau eines neuen Rathhauses in Wien	XVIII	457	Dom in Cöln, s. Cöln.		
— s. Preis-Aufgaben zum Schinkelfest.			— in Pienza, mitgeth. von Sommer	XVI, 60	516
Concurrenz-Project des Architekten Hasenauer, betr. den Bau eines Museums in Wien, besprochen von Orth	XVIII	459	— in Xanten, mitgeth. von Cuno	XVI	134
Corvey bei Höxter, Eisenbahnbrücke über die Weser, von Simon	XVII, 29—32, G	181	— in Siena. Façade der Libreria, mitgeth. von Luthmer	XIX, 57	403
			— in Trier. Notiz von Giersberg	XVII	100
Cuxhaven. Ueber die Spülung des Hafens, von Lentz	XVIII, A, B	22	Doppelfenster, s. Fenster.		
			Drehbahn des Baurath Dr. Scheffler in Braunschweig	XVI, Z	547
			Drehfeuer-Apparat auf dem Leuchthurm bei Groß-Horst	XVIII, 10	10
D.			Drehscheibe, mobile, der Oesterreichischen Staats-Eisenbahngesellschaft	XIX	484
Dachconstructions betr., bei einer Spannweite von 98 Fufs und bedeutender Last, von W. Schwedler	XVII	568	Dresden. Friedhof-Capelle für die israelitische Gemeinde daselbst, von E. Giese	XVIII, 60, 61	511
— eiserne, über Retortenhäusern der Gasanstalten in Berlin, von W. Schwedler	XIX, 24—27	65	Dünkirchen. Ueber die Spülung des Hafens, von Lentz	XVIII, B	51
— im neuen Rathhaus zu Berlin, von W. Schwedler	XIX, 54—56	387, 389	Durchdämmung der Oster-Schelde, von G. Hagen	XVII, Z	560
— über der großen Halle des Empfangsgebäudes der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin, mitgeth. von Sandler	XIX	453	Dynamit. Mittheilungen darüber, von Treuding	XVIII	312
— s. Kuppeldächer.			— Sprengung des Eises mittelst desselben auf der Oder bei Oppeln i. J. 1868	XIX	85
— Resultate der Probelastung der Dachconstruction auf dem Görlitzer Bahnhof in Berlin, mitgeth. von Orth	XVIII	460	Dynamo-elektrische Maschine, von Siemens	XIX	486
Dachfilz als Deckmaterial	XVII	556			
Dachrinnen am Empfangsgebäude der Königl. Ostbahn in Berlin	XX	13	E.		
Damascus und der Khân Assâd-Pascha daselbst, mitgeth. von F. Stadler	XIX, 70	567	Einsturz von Gebäuden, s. Berlin.		
Dampfbagger. Notizen über den zur Regulirung des Plauer Canals benutzten Dampfbagger, von Th. Kozłowski	XVII, 46—49	349	— Ueber den am 21. August 1868 stattgehabten Herabsturz eines am Perrondache des Empfangsgebäudes auf Bahnhof Stettin befindlich gewesenen Rahmholzes, von Winterstein	XX	523
Dampfbohrmaschine zur Beseitigung der Felsen unter Wasser im Rhein, von Hipp	XVII, 21	117	Eisenbahnen. Die Eisenbahnverbindungen mit Italien, insbesondere die Gotthardlinie, von Schwabe	XVI, E	105
— s. Steinsprengapparat.			— Die Semmering-Eisenbahn (Wien-Triest)	XVI	105
Dampfhammer-Anlage des Bochumer Vereins für Gußstahlfabrikation, Mittheil. von Schwartzkopff	XVI	334	— Die Brenner-Bahn	XVIII	132
Dampfkoch-Apparate in der Provinzial-Irren-Anstalt zu Neustadt-Eberswalde	XIX, 13	181	— — Ueber die Bauten auf der Brenner-Bahn, von Housselle	XVII, K	276
Dampfkolben-Construction für Locomotivcylinder, von C. Hagen	XIX	129	— Die provisorische Eisenbahn über den Mont-Cenis	XVI	106, 305
Dampfmaschinen. Ueber die Darstellung der Verhältnisse der Schieberbewegung bei den Dampfmaschinen durch Schaulinien, von H. Wiebe	XX { C, D	45	— — — — —	XVII	291
Dampfpfeife der Locomotiven. Deren Mißbrauch betr., von Ebeling	XX { X, Y	337	— — — — —	XIX	129
Dampfrahmen. Deren Leistungen, Betriebskosten etc. beim Bau der Markthalle in Berlin, von Lentz	XVIII	502	— — — — —	XVIII	131
— Ob die Rohrleitung einer Nasmith'schen Dampfmaschine dadurch undicht werde, dafs der Pfahl beim Rammen sich dreht, und ob dies die seltene Anwendung der Ramme rechtfertige? von Franzius u. A.	XVI	448	— — — — —	XX	413
			— Die Alpenübergänge in der Schweiz	XVI	107
Dampfwalzen in Paris, Mittheil. von Lucae	XIX	457	— Ueber den gegenwärtigen Stand des Unternehmens einer Eisenbahnlinie über den St. Gotthard, von Th. Weishaupt	XX	551
— s. Chausseewalze.	XVI	314	— Die schwedischen Eisenbahnen i. J. 1865, von Gärtner	XVI	469
Dampfwash-Apparat in der Provinzial-Irren-Anstalt zu Neustadt-Eberswalde	XIX, 13	181	— Die Berlin-Görlitzer Eisenbahn. Mittheil. von Orth	XVI	558
			— — — — —	XVII	289
			— — — — —	XVIII	335
			— Die Stadt-Eisenbahn in London, mitgeth. von Böckmann	XVII	77
			— Die ostind. Eisenbahnen, mitgeth. von Hagen	XVII	105
			— Die Altenbeken-Holzmindener Eisenbahn. Ausführung des Grunderwerbs für den Bau derselben, von Simon	XVII	205

	Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.		Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.
Eisenbahnen. Die schweizerischen Jura-Eisenbahnen, mitgeth. von Gärtner	XVII	569	Eisenbahntraject, s. Traject.		
— Der Bau der schlesischen Gebirgs-Eisenbahn, von Malberg	XVIII	95	Eisenbahn-Ueberladevorrichtung auf dem Güterbahnhof in Manchester, mitgeth. von Köpcke	XIX	479
— Die Verbindungs-Eisenbahn um Paris, mitgeth. von Koch	XVIII	133	Eisenbahnwagen. Deren Radstand betreffend, von Wöhlert	XVII	467
— Die Berliner Verbindungs-Eisenbahn betr., von Dirksen	XVIII	607	— Construction der Achslagerkasten, von Vogt	XVI	473
— Die Verbindungs-Eisenbahn in Stockholm, mitgeth. von Steenke	XIX	345	— Ueber die doppelten Federsysteme bei Eisenbahnwagen, von Simon	XVIII	497
— Die Pariser Gürtelbahn, mitgeth. von Housselle	XX, R—T	243	— Vorrichtung zum Kuppeln derselben, ohne das Zwischentreten zwischen die Wagen zu erfordern, von Langhoff	XVIII	502
— Die norwegischen Eisenbahnen, mitgeth. von Simon	XIX	484	— Ueber Calibrirung der Walzen für Radreifen (Tyres), von Dr. Wedding	XX	271
— Die Eisenbahn auf den Rigi, mitgeth. von Reuleaux	XX	269	— Ueber Einrichtung von Personenwagen IV. Klasse zum Transport Schwerverwundeter, von Koch	XVIII	134
— Ueber die Anlagen des zweiten Geleises auf den preussischen Eisenbahnen, von Schwabe	XVI	135	Eisenblech, galvanisch verzinktes, von Bischof	XVIII	321
— Ueber Eisenbahn-Anlagen bei Canalisirung der oberen Saar, von L. Hagen	XVI, 46	359	Eisenconstructions. Ueber die ästhetische Ausbildung der Eisenconstructions, besonders in ihrer Anwendung bei Räumen von bedeutender Spannweite, Vortrag im Architekten-Verein von Lucae	XX	532
— Ausführung eines Einschnittes in der Rhein-Nahe-Eisenbahn, von Hesse	XVII	432	— Diskussionen hierüber	XX	541, 543
— Ueber Bau- und Betriebsverhältnisse der Eisenbahnen des industriellen Jura, von Quensell	XX	272, 430	Eissprengung mittelst Dynamit auf der Oder bei Oppeln	XIX	85
— Um- und Neubauten der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn, von Quassowski	XX, 49, V, W—W"	317	Elbe. Die Wasserstände der Elbe in den Jahren 1727 bis 1870, mit Bezug auf die amtlichen Beobachtungen des Pegels zu Magdeburg, von Maafs	XX, D'	495
— Betriebsergebnisse der englischen Eisenbahnen i. J. 1869, mitgeth. von Th. Weishaupt	XX	430	Elberfeld. Das neue Postgebäude von Busse, mitgeth. von E. Boethke	XIX, 49—52	365
— Pferdebahn-Anlagen betr., von Böckmann	XVIII	316	Elektricität. Ueber deren Anwendung auf Eisenbahn-Telegraphie, von Fritsche	XIX	348
— Ueber stattgehabte Berathungen betreffs Bestimmungen für den Bau und Betrieb secundärer Eisenbahnen, von Mellin	XIX	346	Empfangsgebäude des Bahnhofs der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin, von Römer	XVIII	498
— Ueber die Herstellung von Local-Eisenbahnen in Preussen, von Plefsner	XX	423	— des Bahnhofs der Königl. Ostbahn in Berlin	XIX	453
— Ueber Verpflichtungen der Eisenbahngesellschaften dem Publicum gegenüber, namentlich in Bezug des Transportgeschäfts, von Simon	XVIII	597	— in Görlitz	XX, 26-34, N	156
Eisenbahnbrücken, s. Brücken.			— in Görlitz	XX, 1—6	3
Eisenbahnhallen des Bahnhofs der Königl. Ostbahn in Berlin	XX, 2, 3, 6	10	Entwässerung. Verfahren bei Untersuchung von Niederungen behufs Entwässerung, die Wasserhaltigkeit des Bodens zu prüfen, von Roeder	XX, 55, B'	471
— des Bahnhofs der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin	XVIII	498	— der Stadt Danzig, Entwurf dazu von Wiebe	XVI	324
— Einsteigehalle für den König zu Neuendorf bei Potsdam	XIX	453	— des Essener Bruchs durch eine Centrifugalpumpe, von Werneck	XVI	325
— für den Kronprinzen im Wildpark bei Potsdam	XX, 26, 27, 30, 33	165	— des Tunnelmauerwerks, von Rziha	XVI, 57, 58	485
Eisenbahnhöfe, s. Bahnhöfe.	XX	329	— s. Feuchtigkeit oder Trockenlegung.	XIX	315
Eisenbahnoberbau. Bericht über einen dem Architekten-Verein anonym zugegangenen Aufsatz, betreffend ein neues System zu einem ganz eisernen Oberbau, von Korn	XX, 49	329	Ent- und Bewässerungs-Anlagen im südlichen Frankreich, mitgeth. von Michaelis	XIX { A, B, K, L	73 281
— Querschwellen von Eisen, System Vantherin	XVII	292	Erdlosets. Ueber deren Construction und Anwendung, von R. Neumann	XX	262
— Das System von Hartwich für den eisernen Oberbau betreffend, von Dirksen	XVIII, F	109	Erddruck. Ueber die Theorie des Erddrucks, von Dr. Weingarten	XX	122
— Der eiserne Oberbau für Bahngleise nach dem zweitheiligen System, von M. Hilf	XVIII, Z	577	Erziehungshaus für sittlich verwahrloste Kinder, in Berlin am Urban, von Möller	XVIII, 20-25	147
— Mittheilungen über die Erfahrungen, die über die Anwendung eiserner Oberbausysteme vorliegen, von Th. Weishaupt	XX	124	Eschenheimer Thurm in Frankfurt a. M., mitgeth. von v. Cohausen	XVIII, 18	71
— Ob und wo sich heiße resp. kalte Vernietung der Laschen bei Eisenbahnschienen bewährt hat? von Mellin	XVIII	595	Essen. Kreisgerichts-Etablissement, bestehend aus dem Geschäfts- und Gefangenhause, sowie einem besonderen Schwurgerichts-Gebäude, von Kind	XVIII, 47-51	349
— Ueber die Anwendbarkeit von Kreuzungen und englischen Weichen in Hauptgleisen, von Koch	XVII	430	Essenberger Bruch, s. Entwässerung.		
— Ueber die Vermittelung der Gefälle, so wie der geraden und gekrümmten Strecken auf Eisenbahnen	XVIII	101, 433	Expeditionsgebäude mit Weichenstellerwohnung auf der Grubenstation Heinitz	XVII, J	252
— Anordnung der Geleise auf der Nordbahn bei Paris zur Sicherung eines unbehinderten und sicheren Cursirens der Züge	XVIII, L	273	Eydtkuhnen. Anlage einer Saugerrohrleitung zur Versorgung der Wasserstation daselbst, mitgeth. von Löffler	XVII, 64, 65	509
— Ueber Sicherheitsschienen, von H. Scheffler	XVI	553			
— Sicherheits-Stellvorrichtung für Signale und Weichen bei Bahnabzweigungen und Bahnkreuzungen, von E. Rüppell	XIX, 63, 64, S	521	F.		
— s. Weichen.			Fachwerksträger, s. Brückenträger.		
Eisenbahnrecht, Das preussische, insbesondere das Verhältniß der Privat-Eisenbahnen zum Staate, von Simon	XVII	467	Farbe. Eine neue Farbe für Architekten und Aquarellmaler von J. Gärtner	XVIII	305
Eisenbahnschienen. Ueber die Anwendung des Bessemerstahls zu Eisenbahnschienen, von Dr. Wedding	XIX	343	— s. Diamantfarbe.		
Eisenbahnschwellen. Maschine zum Kappen derselben, von Dr. Wedding	XIX	346	Farben. Ueber die Physiologie der Farben von Dr. Brücke, von Jacobstahl	XVIII	328
Eisenbahntarife. Die Einführung des Einpfennigtarifs für Gütertransporte und Herabsetzung der Personentransport-Tarife betreffend	XIX	348	Fenster. Ueber luftdichte Doppelfenster von Siering in Berlin, von Hanel	XIX	571
			Ferrières, das Rothschild'sche Schloß an der Strafsburger Eisenbahn, mitgeth. von Lucae	XVI	314
			Festigkeit. Resultate der in der Central-Werkstatt der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Frankfurt a. d. O. angestellten Versuche über die relative Festigkeit von Eisen, Stahl und Kupfer, von Wöhler	XVI, C	67
			— Versuche über die Widerstandsfähigkeit verschiedener Baumaterialien, mitgeth. von Neumann	XVII	408

	Jahrg. u. Kpfttl.	Pag.		Jahrg. u. Kpfttl.	Pag.
Festigkeit. Resultate der zum Bau der Königl. National-Galerie angestellten Versuche betreffs der rückwirkenden Festigkeit von verschiedenen Beton- und Mauersteinwürfeln, so wie der Druckversuche von verschiedenen Mauersteinen, ohne Verbindung mit Mörtel, mitgeth. von Erbkam	XIX	271, 273	Gewächshäuser. Ob doppelte Verglasung bei Gewächshäusern anzuwenden? von Böckmann	XVII	419
— Ueber die Festigkeitsversuche mit Eisen und Stahl, von Wöhler	XX, E—J	73	Gewerbegesetzgebung in England, im Vergleich zu der in Preußen, von Schönfelder	XVI	560
Feuchtigkeit. Ein Schutzmittel gegen Feuchtigkeit der Wände, von Grubitz	XX	233	Gewerbeschulen. Verordnungen über die Umgestaltung der bestehenden und die Einrichtung neuer Gewerbeschulen in Preußen	XX, Z	359
— Trockenlegung des Mauer- und Holzwerks in Gebäuden, von Kümritz	XX, O	171	Gewölb-Widerlager. Ist bei einer Aufmauerung der Widerlager mit horizontalen Schichten die Stärke der Widerlager im Kämpfer auf Reibung oder auf Abscheeren des Mauerwerks zu berechnen? von W. Schwedler	XIX	436
— Desgl. in Dämpfen ausgesetzten Räumen, von Ende	XX	256	Glanzrufs. Ueber die Ursachen der Bildung desselben	XX	121
— s. Entwässerung.			Glaslinsen zur Erleuchtung von unter dem Hofe etc. liegender Kellereien, mitgeth. von Becker	XVIII	309
Feuerungen mit Rauchverzehrung betr., von Möller	XIX	449, 457	Glockenstuhl. Haben sich eiserne Glockenstühle bewährt und wo ist etwas darüber veröffentlicht? von Orth	XVIII	307
Filteranlagen an der Neifse für den Bahnhof Görlitz	XX	478	Görlitz. Umbau des Bahnhofes daselbst	XX, 55—57, A' u. B'	471
Fischerei. Ueber die Anlagen zur Verbesserung der Fischerei in Irland, von Michaelis	XVI	283, 293	Grofs-Horst (Reg. Bez. Stettin) der Leuchthurm daselbst, von Herr	XVIII, 8—10	7
Flussfahrzeuge. Ueber deren Gröfsenverhältnisse, Tragfähigkeit, etc., von Grund	XVI	315	Grundwasser. Welche Beziehungen bestehen zwischen dem Wasserstande eines Flusses und dem des angrenzenden Grundwassers für sandigen und für thonigen Boden?	XVI	449
— Desgl. von Schönfelder	XX	123	Güterschuppen-Anordnung auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn. Notiz von Römer	XIX	346
Flusskarten. Wie auf denselben die Terrainverhältnisse der Ufer darzustellen, von Roeder	XVII	290	Gymnasium. Das König Wilhelm-Gymnasium in Berlin, von A. Lohse	XVII, 9-16, N	111, 341
Fontana Scalabrini in Todi, mitgeth. von Laspeyres	XIX	47	— Das Sophien-Gymnasium in Berlin, von Gerstenberg	XX, 41—43	463
Frankfurt a/M. Der Eschenheimer Thurm, mitgeth. von v. Cohausen	XVIII, 18	71			
Frankreich. Ent- und Bewässerungs-Anlagen im südlichen Frankreich, mitgeth. von Michaelis	XIX, A, B, K, L	73, 281	H.		
Freiberg in Sachsen. Der Bau der Striegisthal-Ueberbrückung, von R. Wilke	XIX, 38—41, F—J	205	Hafen- und Haldenanlagen bei der Canalisirung der oberen Saar, mitgeth. von L. Hagen	XVI	351
Friedhof-Capelle für die israelitische Gemeinde in Dresden, von E. Giese	XVIII, 60, 61	511	— Ueber den Hafenanbau bei Stolpmünde, von G. Hagen	XVI	322
— nebst Leichenhalle für die St. Georgen-Gemeinde in Berlin, von Erdmann	XX, 52—54	465	— Desgl. mitgeth. von Hübbe	XVIII	323
Fundament-Unterfahrung mehrerer Häuser in Danzig bis auf 16 Fuß Tiefe, mitgeth. von Koch	XVII, L	293	— Die künstliche Spülung der Seehäfen, von H. Lentz	XVIII, A—C	21
Fundirung von Brückenpfeilern mittelst Pfahlrost bei der Eisenbahnbrücke über den Sicherheitshafen in Bremen	XVIII	357	— Der Hafen von Neu York, Mittheil. von Knoblauch	XVIII	324
— mittelst Schraubenpfeile bei der Festungsgrabenbrücke in Königsberg i. Pr., mitgeth. von Ostendorf	XVI	473	— Der Hafen von Hamburg-Altona, von J. Dalmann	XVIII, Q—U	379, 529
— — — mitgeth. von Reiche	XVI, Y	545	Halden s. Kohlenhalden		
— mittelst Brunnensenken, mitgeth. von Menne	XVI	328	Hamburg. Die Kunsthalle, von v. d. Hude	XVIII, 1—7	3
— — — mitgeth. von Franzius	XVIII	593	— Der Hafen s. Hafen.		
— mittelst Beton-Fangedämme resp. versenkter Blechwände, mitgeth. von Franzius	XVII	559	Hängebrücken. Ueber Hängebrücken, von Dulk	XVII	419
— mittelst comprimirt Luft, Mittheil. von Koch	XVI	320	Hängeketten. Deren Befestigung bei eisernen Senkkasten betr.,	XVI	325
— bei der Eisenbahnbrücke über den Pregel in Königsberg i. Pr., von Löffler	XVI, 49—56	517	Hansestädte. Ueber deren handelspolitische Bedeutung, von J. Dalmann	XVIII	379
— bei der Rheinbrücke bei Düsseldorf, mitgeth. von Koch	XIX	482	Haustelegraphen. Ueber die Anwendung des Luftdrucks auf Haustelegraphen, von Koch	XVIII	461
			— Desgl. von Dr. Goldschmidt	XVIII	467
G.			— Mittheilung von Erfahrungen über Haustelegraphen	XX	257
Gasanstalt für die Königl. technischen Institute in Spandau, von Beyer	XIX, 44—48	357	Hauswasser. Ueber die Reinigung und Verwerthung des Hauswassers von B. Lathan und Croydon, mitgeth. von E. Wiebe	XVIII	291, 443, 581
Gasbeleuchtung. Neuere Vorrichtungen in England, die Verbrennungsproducte und die Hitze dabei abzuführen, mitgeth. von Heidman	XVI	134	— s. Berieselung		
— Apparat für kleinere Räume (Wohnzimmer) in Verbindung mit Vorrichtung zur Ventilation, mitgeth. von Heidman	XVII	78	Havre. Ueber die Spülung des Hafens, von Lentz	XVIII	57
— Die Brünner'schen Patentbrenner betr.,	XVIII	322, 462	Heifswasserheizung. Ueber Heifswasserheizung, von Böckmann	XVII	434
— im Stadttheater zu Riga von L. Bohnstedt	XIX, 34	200	Heifswasserheiz-Anlage in dem Krankenhause zu Charlottenburg von Knoblauch	XVII	102
Gascandelaber betr., von Adler	XVII	426, 428	— in den Gewächshäusern des botanischen Gartens in München, von v. Voit	XVIII	318 u. ff.
Gebläse. Neuere und bessere Apparate zu deren Erhitzung von Treuding	XVII	417	— im Stadtgerichtsgebäude zu Berlin, von Hesse	XVIII	472
Geognostische Verhältnisse des mittleren Rheinlandes und über Verwerthung der Gesteinsarten, von R. Neumann	XVIII	129, 313	— in der Provinzial-Irren-Anstalt zu Neustadt-Eberswalde, von Gropius	XIX, 11	178
— des Teutoburger Waldes bei Altenbeken (Rehberg), von Simon	XVIII, K	253	— im neuen Verwaltungsgebäude der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn	XX	386
Gerasa. Das Bab' el Ammān daselbst, mitgeth. von Doergens	XVI, 45	349	Heifswasserheizungs-Explosion, mitgetheilt von Böckmann	XVII	435
Gernode. Ueber die Restauration der Kirche daselbst, von v. Quast	XVI	309	Heizung. Welche Art der Heizung empfiehlt sich für einen großen Saal, der nur sehr wenig benutzt wird? von Herrmann	XVI	560
Gewächshäuser im Königl. botanischen Garten in München, von v. Voit	XVII, 34-39, M	315	— Ueber die zweckmässigste Heizmethode für Kirchen, von Blankenstein	XVII	283
			— Welche Heizmethode eignet sich am besten für die Trockenräume einer Thonwaarenfabrik? von Blankenstein	XVIII	315

	Jahrg. u. Kpfrtl.	Pag.
Heizung. Ueber in Frankreich angestellte Versuche der Verwendung mineralischer Oele zur Kesselheizung, von Baerwald	XX	427
— Ueber die auf der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn angestellten Versuche, die Züge mit Dampf zu heizen, von Mellin	XX	435
— s. Luftheizung		
— s. Warmwasserheizung		
Heliographie. Was versteht man darunter? von Meydenbauer	XVII	419
Heppens an der Jade. Entwurf zu einer Kirche für diesen Ort, von F. Adler	XVI	318
Hildesheim. Ueber den am dortigen Galgenberge im October 1868 gemachten Silberfund, von F. Adler	XIX	454
Hochreservoir der Stadt-Wasserkunst in Lübeck, von Krieg	XX, 44—46	297
Hohlziegel. Ueber deren Verwendung, von Ende	XVII	436
Holz-Cement als Dachdeckungsmaterial	XVI	565, 569
Hospital zu Glasgow und Guy-Hospital in London, in Bezug auf Ventilation mitgeth. von Heidman	XVI, D	96
— Erfahrungen und Bemerkungen über Hospitäler von Miß Florence Nithingale, bespr. von Römer	XVII	273
Hübener, Aug. Wilh., Ober-Bau-Director, geb. 30. Juli 1806, gest. 6. Mai 1867, Nekrolog von { Weishaupt { C. Hoffmann	XVII XVII	83 Beilage zu Heft I u. II
Hunyad, Burg in Siebenbürgen. Mittheil. von Hauczmann	XVIII	465
I.		
Indische Schaufel. Ueber deren Verwendbarkeit, von Franzius	XIX	457
Irland. Ueber Wasserbauanlagen in Irland für Entwässerung, Binnenschiffahrt, Nutzbarmachung von Wasserkraft und Verbesserung der Fischerei, von Michaelis	XVI, L—Q, T—V	275 409
Irrenanstalt. Referat über das Werk: die Irrenanstalt von Illenau in Baden, von Römer	XVI	130
— Die Provinzial-Irrenanstalt zu Neustadt-Eberswalde, von M. Gropius	XIX, 1—13	147
St. Johann. Kuppeldachconstruction über dem dortigen Locomotivschuppen von W. Schwedler	XVI, 13	30
Johannesstift in der Nähe des Plötzensees, Anstalt zur Ausbildung von Männern, die für innere Missions-Zwecke sich bestimmen, mitgeth. von Hoffmann	XVI	120
K.		
Kachelöfen. Ueber fehlerhafte Construction derselben, von Trending	XVIII	326, 462
Kalkpise von Dr. Bernhardt. Notizen darüber, von Lucae und Hanke	XVIII	466, 467
Kalkstein, Rüdersdorfer. Ueber die Dauerhaftigkeit des gelben und des blauen Steins	XX	385
Kamptulikon. Ueber dessen Anwendung in England, von Böckmann	XVII	76
Kappenberg, Kirche der Prämonstratenser-Abtei, mitgeth. von Savels	XX, 15, 16	67
Kappengewölbe. Ueber die Stabilität der flachen tonnenförmigen Kappengewölbe, von W. Schwedler	XVIII	468
Keil und Schraube als Hilfsmaschinen, um große Pressungen bei kleinen Wegen hervorzubringen, von Weise	XVI	475
Kesselbleche. Ueber deren Zerstörung durch Verrostungen, von Schwartzkopff	XVII	573
Kesselsteinbildung. Ueber die Mittel dagegen, von Langhoff	XX	435
Khân Assâd-Pascha in Damascus, mitgeth. von F. Stadler	XX, 70	567
Kiel. Ueber die dortigen Bauten von Martens, mitgeth. von Ende	XIX	456
Kirchen. Die Christuskirche in Berlin v. F. Adler	XVI, 19—21	159
— Ueber die Restauration der Kirche zu Gernrode	XVI	309
— Entwurf zu einer Kirche zu Heppens an der Jade, von F. Adler	XVI	318
— die Cisterzienser Abteikirche in Marienstatt in Nassau, mitgeth. von Luthmer	XVII, 22—24	157, 405
— Notiz über die Kirche zu Malitsch bei Jauer, von Hesse	XVII	432

	Jahrg. u. Kpfrtl.	Pag.
Kirchen. Notiz über die Zionskirche in Berlin von Möller und Orth	XVIII	117
— Neue evangelische Kirche zu Lauenburg in Pomm. entw. von Stüler, ausgeführt von Fritze	XVIII, 26, 27, G	153
— Ueber die Klosterkirche Certosa bei Pavia von Burgmann	XVIII XIX	466 123
— Maria delle carceri in Prato (Toscana) mitgeth. von J. Durm	XVIII, 62, 63	513
— in Todî: Sa Maria della Consolazione, Sa Maria dell' Annunciata und S. Fortunato, mitgeth. von P. Laspeyres	XIX, 20—23	27 u. ff
— auf der Insel Reichenau im Bodensee, mitgeth. von F. Adler	XIX, 65—69	527
— Prämonstratenser Abteikirche zu Kappenberg, mitgeth. von Savels	XX, 15, 16	67
— Ueber die Marienkirche in Angermünde, von Sell	XX	256
— Ueber Kirchenbau, von Giersberg	XX	517
Kirchthurm. Der Thurm der Liebfrauen-Kirche zu Münster, mitgeth. von Savels	XX, 58, C'	481
Kirchthurmsspitzen aus Backsteinen, Mittheil. von Blankenstein	XVII	84
Königsberg. Fundirung der Festungsgrabenbrücke mittelst Schraubenpfähle, mitgeth. von Ostendorf und von Reiche	XVI, Y	473, 545
— Fundirung der Eisenbahnbrücke über den Pregel mittelst eiserner Senkkasten, von Löffler	XVI, 49—56	517
Kohlengruben-Eisenbahnstationen, s. Bahnhöfe.		
Kohlenhalden. Ueber deren Einrichtung und Betrieb, von Quassowski	XX	123
— s. Canalisirung der oberen Saar, von L. Hagen	XVI, 46—48	351
Krahn für Schiffskessel und Untermasten zu 1200 Ctr. Tragfähigkeit, mitgeth. von Kubale	XIX, 36, 37	203
Krähne zum Ent- und Beladen der Schiffe am Sandthor-Quai zu Hamburg, mitgeth. von J. Dalmann	XVIII, S, T, U	529
Krankenhaus in Charlottenburg bei Berlin, von Knoblauch	XVII	102
— Ueber die Geschichte der Krankenhäuser, von Römer	XVII	286
— zu Bethanien in Breslau, von Hesse	XVII	432
— auf dem Asyl Schweizerhof des Dr. Lähr, dem Asyl Villevrard in Noyent sur Marne, Asyl ferme St. Anne bei Paris und im Pflegehaus in Allenburg, mitgeth. von M. Gropius	XIX	186
Kreiselpumpen und Kreiselsräder, s. Turbinen.		
— Deren Aufstellung betr., von Roeder	XVII	94
Kreisgerichts-Etablissement in Essen, von Kind	XVIII, 47—51	349
Kunsthalle in Hamburg, von v. d. Hude	XVIII, 1—7	3
Kunstindustrie. Ueber deren Förderung, namentlich in England, von Afsmann	XVII	251
Kuppeldächer. Theorie der Kuppelflächen, von W. Schwedler	XVI	10
— über Gasbehältergebäuden in Berlin, von W. Schwedler	XVI, 10—12	21
— über dem Locomotivschuppen auf dem Bahnhof St. Johann der Saarbrücker Eisenbahn, von W. Schwedler	XVI, 13	30
— der neuen Synagoge in Berlin, von W. Schwedler	XVI, 14	32
L.		
Laboratorium. Das neue chemische Laboratorium in Berlin, von A. Cremer	XVII, 1—8, 60, 61, B	3, 491
— in Göttingen und Heidelberg, mitgeth. von Demselben	XVII, A	5
Landes de Gascogne im südl. Frankreich. Entwässerung desselben, mitgeth. von Michaelis	XIX, A	73
Laschenbefestigung bei Eisenbahnschienen, siehe Eisenbahnoberbau.		
Lauenburg-Hohnstorf. Die Trajectanstalt daselbst, mitgeth. von Sluyterman van Langenweyde	XVI	316, 331
— in Pommern. Neue evangelische Kirche, mitgeth. von Fritze	XVIII, 26, 27, G	153
Lazareth, s. Baracken-Lazareth.		
Leichenfahrtisch im neuen Anatomiegebäude zu Berlin, von A. Cremer	XVI, 29	166
Leichenhalle der St. Georgen-Gemeinde in Berlin, von Erdmann	XX, 52—54	455
Leipzig. Das Stadt-Theater, von Langhans	XX, 17—25	291
Leuchthurm bei Groß-Horst (Reg. Bezirk Stettin), von Herr	XVIII, 8—10	7
— Ueber die Reparatur des Swinemünder Leuchthurms, von Stuertz	XIX	446

	Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.		Jahrg. u. Kpfrthl.	Pag.
Literatur. Denkschrift über den großen Norddeutschen Canal zwischen Brunsbütteler Koog an der Elbe und dem Kieler Hafen. — Der große Norddeutsche Canal zwischen Ostsee und Nordsee. — Der große Norddeutsche Canal zwischen Ostsee und Nordsee, II. — Referat von Grund	XVI	123	Literatur. Praktische Anleitung zum Erdbau, von L. Henz. 2. Aufl., bearbeitet von E. Plesner. Referat von W.	XX	439
— Die Irrenanstalt von Illenau in Baden. Referat von Römer	XVI	130	— Ueber die Fairlie-Locomotiven von Simon, Referat von Wöhler	XX	546
— Ueber Kunstwerke und Künstler, von Herrmann Grimm. Referat von Blankenstein	XVI	328	— M. Gropius u. L. Lohde. Archiv für ornamentale Kunst. Heft I. Fol. Referat von R. B. Lochstädt, Schloß des deutschen Ordens am frischen Haß, mitgeth. von Nitschmann	XX	556
— Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Danzig. Unter Mitwirkung von Veit-Meyer bearbeitet von E. Wiebe. Referat von G. A.	XVI	475	Locomobilen. Ueber Locomobilen, von Herrmann Locomobilen. Ueber deren nutzbare Dauer, von Redlich	XIX	126
— s. Vortrag im Architekten-Verein, von Wiebe	XVI	325	— Ueber den Bedarf an Locomotiven für die Eisenbahnen Europa's innerhalb des nächsten Jahrzehnts, von Winterstein	XVIII	464
— Die Canalisirung der Städte, von Gilbert Child. Referat von Göbbels	XVI	568	— Die Straßenclocomotive von Larmanjat, mitgeth. von Westphal	XVI, W	431
— Ueber den Nord-Ostsee-Canal, Linie St. Margarethen-Travemünde. Referat von A. Wiebe	XVI	571	— Ueber Bestimmung der Zugkraft der Locomotiven und der Widerstände der Eisenbahnzüge, von Redlich	XVII	468
— Die römische Villa zu Nennig und ihr Mosaik, erläutert von Domcapitular v. Wilmowsky. Referat von L. L.	XVI	573	— Ueber die in Frankreich angestellten Versuche der Verwendung mineralischer Oele zur Kesselheizung, von Bärwald	XVIII	606
— Erfahrungen und Bemerkungen über Hospitäler, von Miss Florence Nithingale. Referat von Römer	XVI	573	— Ueber Bestimmung der Zugkraft der Locomotiven und der Widerstände der Eisenbahnzüge, von Redlich	XIX	349
— Die neue Experimental-Theorie der Bewegung des Wassers in Flüssen, von Humphreys und Abbot. Referat von A. Wiebe	XVII	273	— Ueber die in Frankreich angestellten Versuche der Verwendung mineralischer Oele zur Kesselheizung, von Bärwald	XX	427
— Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst, von Franz Röhla. Referat von M.	XVII	297	Locomotivschuppen. Ueber den Bau größerer Locomotivschuppen, von Römer	XX	550
— Erweiterungsbauten der Rheinischen Eisenbahn, Abtheil. II: Fähranstalten für den Eisenbahnverkehr, von Hartwich. Referat von Housselle	XVII	309	Loire. Die Loire und ihre Wasserverhältnisse. Bericht von Röder	XVII, O—T	377, 443, 577
— Architektonisches Skizzenbuch, Jahrg. 1866. Referat von G. Afsmann	XVII	429	London. Der Thames embarqment und die unterirdische pneumatic dispatch railway, mitgeth. von Henricke	XVI	143
— Das Schloß zu Schwerin. Bearbeitet von A. Stüler, E. Prosch, H. Willebrand. Abtheil. 1. 2. Referat von G. Afsmann	XVII	471	— Die Lambeth-Kettenbrücke, mitgeth. von Heidman	XVI	318, 319
— Gewerbehalle. Organ für den Fortschritt in allen Zweigen der Kunstindustrie, von Wilh. Baumer und Jul. Schnorr. Referat von G. Afsmann	XVII	474	— Ueber die dortige Bauweise, von Böckmann	XVII	73, 79
— Bericht über Schlachthäuser und Viehmärkte in Deutschland, Belgien, Italien, England und der Schweiz, von Jul. Henricke. Desgleichen Bericht etc. wie vor, erstattet von Th. Risch. Referat von A. Lent	XVII	483	— Die Stadt-Eisenbahn (metropolitan railway), mitgeth. von Böckmann	XVII	77
— Schwarz, Uebersicht der Constructionen des Wasser-, Brücken-, Straßens- und Eisenbahnbaues. Referat von Wiedenfeld	XVII	484	Lübeck. Das Hochreservoir der Stadtwasserkunst, von Krieg	XX, 44—46	297
— Ausgeführte Bauwerke von Fr. Hitzig. 4. Heft	XVII	573	Luftdruck-Telegraphen, s. Haustelegaphen.		
— Die Anwendung des Sgraffito auf Façaden-Decoration. Bearbeitet von E. und L. Lange und Jos. Bühlmann. Referat von Max Lohde	XVIII	133	— Ueber die Anwendung von Luftdruck-Telegraphen zum Signalisiren auf Eisenbahnzügen, von Langhoff	XVIII	495
— Bericht über Markthallen in Deutschland, Belgien, Frankreich, England und Italien, von Th. Risch. Referat von Menne	XVIII, O	337	Luftheizung. Erfahrungen bei Anwendung der Luftheizung, von Böckmann	XVII	433
— Vergleichende Statistik über die Real- und Productionswerthe der Landwirthschaft, Montan-Industrie, Verkehrs- und Communications-Anstalten in Oesterreich, von Fillinger. Ref. von Engel	XVIII	501	— Die Construction und Dimensionen eines Luftheizungssofens für einen nur selten benutzten Saal betr., { von Lohse	XVII	71
— C. Doehl, Repertorium des Bau-Rechts und der Bau-Polizei für den Preussischen Staat, im Besonderen für Berlin	XVIII	503	— { von Blankenstein	XVIII	315
— Les Promenades de la ville de Paris par A. Alphonse. Referat von E.	XVIII	503	— Wieviel Cubikfuß Luft pro Quadratfuß Heizfläche zu erwärmen und ob gemauerte Oefen vorzuziehen? von Pflaume & Schwatlo	XVII	82
— Der Schweizer Holzstyl vergleichend dargestellt mit Holzbauten Deutschlands von Ernst Gladbach. Referat von L. Lohde	XVIII	607	— für Kirchen vorzugsweise empfohlen, von Blankenstein	XVII	283
— Taschenbuch der Mathematik, bearbeitet von Dr. W. Ligowski, Professor. Referat von Grützien	XVIII	612	— Welche Maasse erhalten nach neueren Erfahrungen die Luftheizungsöfen pro 1000 Cubikfuß Raum; wie groß macht man die Zuleitungscanäle; wieviel Cubikfuß Raum kann man mit einem Ofen heizen? von Böckmann	XVII	560
— Plesner's Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen, Referat von W.	XIX	129	— in der Börse in Berlin, von F. Hitzig	XVI	156
— Dictionnaire général des termes d'architecture par D. Ramée. Referat von H. A. Müller	XIX	136	— in der Synagoge in Berlin, von Knoblauch	XVI	484
— Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, von R. Gottgetreu. Referat von J. Manger	XIX	349	— im König Wilhelm-Gymnasium, von Lohse	XVII, N	348
— O. Mothes, Die Basilikenform bei den Christen in den ersten Jahrhunderten	XIX	573	— im Betsaal der Provinzial-Irrenanstalt zu Neustadt-Eberswalde, von Gropius	XIX, 7	178
— Handbuch der Wasserbaukunst, von G. Hagen. I. Theil. Die Quellen. Bd. I. Referat von Baensch	XX	131	— im Stadttheater in Riga, von Bohnstedt	XIX	203
— Die Tektonik der Hellenen von Karl Boetticher. I. Lief. Referat von L. Lohde	XX	279	— Die mittelalterlichen Heizvorrichtungen im Ordenshauptause Marienburg, mitgeth. von R. Bergau	XX, K	105
— Fr. Wanderer, Adam Krafft und seine Schule. Referat von R. Bergau	XX	286			
			M.		
			Ueber die Macht des Raumes in der Baukunst, von R. Lucae	XIX	293
			Mannheim. Die Portale der Rheinbrücke zwischen Mannheim und Ludwigshafen, von J. Durm	XIX, 14, 15	21
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg. Das Schloß der deutschen Ordensritter. Mittheil. von Blankenstein	XIX	436
			— Ueber die Heizvorrichtungen in demselben, von R. Bergau	XX, K	105
			Marienburg.</		

	Jahrg. u. Kpftfl.	Pag.
Mauerwerk aus Ziegeln mit Quaderverblendung am Gerichtsgebäude in Hagen, mitgeth. von v. Bannwarth	XVI	83
Mausoleum in Charlottenburg bei Berlin, mitgeth. von Hesse	XVI	555
Meißen. Ueberbau der Elbbrücke bei Meißen, von W. Schwedler	XVIII, 11-17	13
— Die Restauration der Albrechtsburg, mitgetheilt von v. Quast	XX	262
Metflach. Ueber die Erzeugnisse der dortigen Steingutwaarenfabrik, von Ende	XVII	436
Minen. In welcher Art werden solche zum Sprengen von Brücken angelegt? von Menne	XVII	290
Mittelzell auf der Insel Reichenau im Bodensee. Die Klosterkirche St. Maria und St. Marcus, mitgeth. von F. Adler	XIX, 66-69	559
Mörtelmaschinen. Welche von den gebräuchlichen ist die vortheilhafteste? von Franzius	XIX	123
— beim Bau der Striegisthal-Ueberbrückung, von R. Wilke	XIX, F	222
— s. Börse in Berlin, von F. Hitzig	XVI	147
Mühlen. Was sind Poltrockenmühlen? von Nitschmann	XIX	453
— Der Umbau der großen Mühle in Neisse von H. Wiebe	XX, 35-39	181
München. Die Neubauten im Königl. botanischen Garten, von v. Voit	XVII, 34-39M	315
Münster. Der Thurm der Liebfrauen-Kirche, mitgetheilt von Savels	XX, 58, C'	481
Münze. Ueber das alte Münzgebäude in Berlin und die Münz-Einrichtungen überh., v. Afsmann	XVII	91
Museum. Entwurf zu dem Bau eines Kunst-Museums, von E. Magnus	XVII, H	217
— Botanisches Museum im Königl. botanischen Garten in München, von v. Voit	XVII, 34, 35 M	321
— Die Kunsthalle in Hamburg, von v. d. Hude	XVIII, 1-7	3
Muskau. Die Restauration des Schlosses daselbst, von Wentzel	XVI	324
N.		
Nadelwehre bei der Canalisirung der oberen Saar, von L. Hagen	XVI, 34, 35	202
— Ueber die bisher in Preußen errichteten, von Grund	XVI	445
— Den Procentsatz des Wasserverlustes bei Nadelwehren betr., v. Grund	XX	262
National-Galerie in Berlin. Bauberichte von G. Erbkam	XIX, M	265, 413
Neisse. Der Umbau der großen Mühle daselbst, von H. Wiebe	XX, 35-39	181
Nennig. Die römische Villa daselbst und ihr Mosaik, erläutert von Wilmowsky	XVI	573
Neste-Canal im südl. Frankreich, mitgeth. von Michaelis	XIX, L	425
Neustadt-Eberswalde. Die Provinzial-Irrenanstalt, von M. Gropius	XIX, 1-13	147
Neu-York. Die Canäle des Staates Neu-York, nebst Bemerkungen über den Wasserverbrauch auf Schifffahrtskanälen, von Hefs	XVII, X, Y	513
— Mittheilungen über eine Reise dorthin, von Knoblauch	XVIII	324, 325, 326, 329
Neu-Zelle bei Guben. Ueber die Baugeschichte und Anlage des Cisterzienser-Klosters, von Licht	XIX	448
Niederzell auf der Insel Reichenau im Bodensee. Stiftskirche St. Peter und Paul, m. v. F. Adler	XIX, 66, 67, 69	545
Niete. Ueber die Anordnung von Nietverbindungen, von W. Schwedler	XVIII	318
— Ob und wo sich heiße resp. kalte Vernietung der Laschen bei Eisenbahnschienen bewährt hat? von Mellin	XVIII	595
— Wie die Niete einer angenieteten Console wirken? von W. Schwedler	XX	126
Nitroglycerin. Ueber einen Unfall auf der schlesischen Gebirgsbahn beim Sprengen mit Nitroglycerin, von Plefsner	XVI	331
Nobel'sches Sprengöl. Ueber dessen Bestandtheile und die Art seiner Anwendung, v. Hoffmann	XVI	132
Norm zur Berechnung des Honorars für architektonische Arbeiten, redigirt von v. Egle	XIX	425
O.		
Oberlicht. Ueber die Anlage von Oberlichtern in eleganten Räumen, von Schwatlo	XVII	442

	Jahrg. u. Kpftfl.	Pag.
Oberlicht. Die Anwendung satteldachartig construirter Oberlichtfenster betr.	XVIII	323
— Oberlicht-Construction im Empfangsgebäude der Königl. Ostbahn in Berlin	XX, 5	8
Oberzell auf der Insel Reichenau im Bodensee. Die Stiftskirche St. Georg, mitgeth. v. F. Adler	XIX, 66, 67, 69	549
Oder-Strom. Hydrotechnische Ermittlungen bei demselben, mitgeth. von Graeve	XVIII, D, E	85
— s. Eissprengung.		
Oelen. Ueber Versuche, Locomotivkessel mit mineralischen Oelen zu heizen, von Bärwald	XX	427
Opernhaus. Das neue kaiserliche Opernhaus in Paris von Garnier, mitgeth. von Lucae	XVIII	316
Oppeln. Die Eissprengung mittelst Dynamit auf der Oder bei Oppeln	XIX	85
Orden, Der Deutsche. Historische Mittheilungen über denselben, von Blankenstein	XIX	436
Ostende. Ueber die Spülung des Hafens, v. Lentz	XVIII	49
P.		
Palast Piccolomini in Pienza, m. von Sommer	XVI, 60	517
— Bevilacqua in Bologna, m. von R. Scholtze	XVIII, 43	201
Palazzo comunale in Todi, m. v. Laspeyres	XIX	38
— del governo in Todi, von Demselben	XIX	39
Palmenhaus im Königl. botanischen Garten in München, von v. Voit	XVII, 34-37M	319
Pantheon in Rom. Mittheilung über dasselbe von F. Adler	XVII	409
Paris. Mittheilung über eine Dampfwalze, von Lucae	XVI	314
— Baugeschichte der Stadt, von F. Adler	XVII	438, 440
— Schlachthaus Ville-Juif, mitgeth. von Lent	XVII, W	485
— Central-Viehmarkt, desgl.	XVII	488
— Zur Ausstellung von 1867. Halle von v. d. Hude und J. Hennicke in Berlin	XVIII, 28-32	155
— Anordnung der Geleise auf der Nordbahn	XVIII, L	273
— Das neue kaiserliche Opernhaus von Garnier, mitgetheilt von Lucae	XVIII	316
— Ueber die Unterhaltung der Strafsen der Stadt, von E. Müller	XIX, E	109, 305
— -Berlin. Ueber die Entwicklung beider Städte, von Böckmann	XIX	124, 127
— Ueber die Verbindungs-Eisenbahn um die Stadt, von Koch	XVIII	133
— Ueber die Pariser Gürtelbahn von Housselle	XX, R-T	243
Passau. Brückenportale der Innbrücke, von Hügel	XVI, 15	33
Pavia. Die Kirche Certosa bei Pavia, mitgetheilt von Burgmann	XVIII	466
— von Burgmann	XIX	123
Pegeluhr, selbstregistrirende, an dem Haupt-Weser-Pegel zu Bremen, von Berg	XX, 48, U	313
Personal-Veränderungen bei den Baubeamten s. Baubeamte.		
Pfeiler. Theorie der eisernen Pfeiler, v. H. Lippold	XIX	391
Pferdebahnen. Ueber deren Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, Oberbau-System, Radstand etc., von Böckmann	XVIII	316
Pferdeställe. Ueber die beste Ableitung des Urins der Pferde, von Böckmann	XVII	431
Photogrammetrie. Ueber die neuesten Erfahrungen auf deren Gebiet, mitgeth. von Meydenbauer	XX	257
Photographie. Ueber deren Anwendung zur Architektur- und Terrain-Aufnahme, von A. Meydenbauer	XVII, F	61
— Ueber die Möglichkeit einer praktischen Verwendung derselben im Bau- und Ingenieurfach, von A. Meydenbauer	XVII	81, 97
— Photographische Aufnahmen durch Druck zu vervielfältigen, mitgeth. von A. Meydenbauer	XX	381
Pienza. Die Bauten Pius II. in Pienza, mitgeth. von Sommer	XVI, 60	513
Pillau und seine Umgebungen, mitgeth. von Oppermann	XVII, D, E	46
Pola. Das Balance-Dock im dortigen Kriegshafen von John Gilbert	XVI, 30-32	169
Pompejanische Wanddecorationen. Vortrag im Architekten-Verein von Dr. Schöne	XX	124
Portal-Abschlüsse, s. Brückenportale.		
Porta Nigra in Trier, mitgeth. von Giersberg	XVII	99
Portugiesische Bauwerke und Entwürfe betreffend, mitgeth. von Fritsch	XVIII	309
Postgebäude in Elberfeld von Busse, mitgeth. von E. Boethke	XIX, 49-52	365
— Postwagenschuppen in der Ziegelstraße in Berlin, von Schwatlo	XVII	425

	Jahrg. u. Kpftff.	Pag.
Schornsteine. Ueber Schornsteinanlagen, von v. Schäven	XVII	87
— Kann ein russisches Rohr Rauch aus Oefen verschiedener Stockwerke aufnehmen, und unterliegen bestiegbare Röhren denselben Gesetzen wie russische? von Schwatlo u. A.	XVIII	127
— Wesentlichste Dimensionen ausgeführter Schornsteine, von C. Steinhaus	XIX	369
— Geraderichtung eines 330' hohen Schornsteins in Bochum, von Haarmann	XVII, 33	223
— Bau und Geraderichtung eines 331' hohen Schornsteins in Barmen, von C. Steinhaus	XIX, 53	369
Schraubenpfähle, eiserne, bei der Festungsgrabenbrücke in Königsberg, mitgeth. von Ostendorf, und von Reiche	XVI, Y	473, 545
	XVII	405
	XIX, 58-60, P—R	489
Schulen. Die Gemeindeschulen der Stadt Berlin, mitgeth. von Gerstenberg	XX, Z	359
— Verordnungen über die Umgestaltung der bestehenden und die Errichtung neuer Gewerbeschulen in Preußen	XX, Z	359
— Das König-Wilhelm-Gymnasium in Berlin, von Lohse	XVII, 9-16, N	111, 341
— Das Sophien-Gymnasium in Berlin, mitgeth. von Gerstenberg	XX, 41—43	463
— das Sophien Realschulgebäude in Berlin, mitgeth. von Gerstenberg	XX, 7—9, A	15
— Erziehungshaus für sittlich verwaehrte Kinder, in Berlin am Urban, von Möller	XVIII, 20-25	147
Schuppen. Postwagenschuppen in Berlin, von Schwatlo	XVII	425
— auf dem Sandthorquai in Hamburg, von J. Dalman	XVIII, R	394
— aus Schmiedeeisen für einen 500 Ctr. schweren Dampfhammer in Bochum, von W. Schwedler	XIX, 61, 62	517
— Bau- und Maschinenschuppen bei der Fundamentirung der Pregelbrücke in Königsberg	XVI, 53, 54	517
Schwarz, Ed. Ferd., Professor, geb. d. 23. Novbr. 1808, gest. 22. April 1866 in Berlin. Lebensskizze von Afsmann	XVII	81
Schwetz s. Schloß.		
Serpentin als Baumaterial, Mitheil. von Pape	XVII	421
Sgraffito. Die Sgraffitomalereien der Burg Tschocha in der Lausitz, mitgeth. von M. Lohde	XVII, 19	31
— Das Sgraffito in Gruner's Terra-cotta-Architecture. — Das Sgraffito auf der Pariser Weltausstellung. — Zwei- und mehrfarbige Sgraffiten aus Florenz. — Die Sgraffiten des Klostersgutes Sächsisch-Hangsdorf in der Lausitz. — Mitheil. von M. Lohde	XVIII, 44	201
— Die Anwendung desselben für Facaden-Decoration von E. & L. Lange und J. Bühlmann Ref. von M. Lohde	XVIII	141
Sicherheitsschienen, s. Eisenbahnoberbau.		
Sicherheits-Stellvorrichtung, s. Signale.		
Siel. Was sind Nothschützen bei einem Siel, und wo und wie sind sie anzubringen? von Schönfelder	XIX	334
Siena. Die Façade der Libreria im Dome zu Siena, mitgeth. von F. Luthmer	XIX, 57	403
Signale und Weichen bei Bahnabzweigungen und Bahnkreuzungen. Sicherheits-Stellvorrichtung für dieselben, von E. Rüppell	XIX, 63, 64, S	521
— Vorrichtungen in England zur Communication zwischen Zugpersonal und Passagieren betr., von Weishaupt	XIX	481
— Signallaterne auf der Eisenbahnbrücke über den Sicherheitshafen in Bremen, von Berg	XVIII, P	377
Sonnenbrenner. Ueber deren Anwendung in London in öffentlichen und Geschäftslocalen, von Böckmann	XVII	72, 75
— im König Wilhelm-Gymnasium in Berlin, von Lohse	XVII, 16	348
Spandau. Die Flosbrücke über die Havel daselbst, von Beyer	XVI, R	297
— Die Gasanstalt für die Königl. technischen Institute der Artillerie, von Beyer	XIX, 44—47	357
— Die Durchlegung eiserner Consumtionsrohre für Gas und Wasser durch das Spreebett, von Beyer	XIX, 48	357
Speicher. Ueber die Bestimmung deren Größe bei gegebenen Verhältnissen, von Franzius	XIX	458
— s. Deckenbelastung.		
Sprengung der Felsen im Rhein von Bingen bis St. Goar, s. Rhein-Strom.		
— von Felsen unter Wasser im Hafen von Boston, mitgeth. von C. Herschel	XVIII, X	441
— des Eises auf der Oder mittelst Dynamit	XIX	85

	Jahrg. u. Kpftff.	Pag.
Staatshaushalts-Etat pro 1867. Notizen aus demselben	XVII	259
Stadion in Athen. Ausgrabungen des panathenäischen Stadion, von E. Ziller	XX, 58, C''	485
Statistik auf allen Gebieten des Bauens. Ueber die Zweckmäßigkeit der Einführung einer solchen, von Schwatlo	XVII	558
Steine. Ueber Anwendung bunter Steine als Schmuck in der Architektur, von R. Neumann	XX	382
Steinbrechmaschine von Schwartzkopf, und ihre Leistungen	XVIII	431
— von Spencer & Clermontel, mitgetheilt von E. Müller	XIX	113
Steinspreng-Apparat zur Beseitigung zweier Felsenriffe im Hafen von Boston, mitgetheilt von C. Herschel	XVIII, X	441
— s. Dampfbohrmaschine.		
Stettin. Ueber die Bauten zum neuen Güterbahnhof am Parnitz-Thore und den Bau der neuen Fluthbrücke im Oderthale, mitgeth. von Koch und von Tobien	XVI	330, 556
— s. Einsturz von Gebäuden.		
Stolpmünde. Ueber den Hafenbau daselbst, von G. Hagen	XVI	322
— Desgl. von Hübbe	XVIII	323
Straßen-Asphaltirung in Paris, mitgetheilt von E. Müller	XIX	311
Straßenbau im Herzogthum Schleswig, mitgeth. von Herzbruch	XVIII, N	283
Straßen-Besprengvorrichtungen in Paris (Arrosoirs, Tonneaux, Boyaux à roulettes), mitgeth. von E. Müller	XIX	308
Straßenbrücken, eiserne. Construction und Berechnung der Fahrbahnen derselben, von Dr. Fränkel	XVIII, H	175
— Ueber die Minimalhöhe des freien Raumes über dem Straßenspflaster bei denselben, v. W. Schwedler	XIX	574
Straßen-Kehrmachine von Tailfer in Paris, und die in London angewendete, mitgetheilt von E. Müller	XIX	306
Straßenunterhaltung in Paris, mitgetheilt von E. Müller	XIX, E	109, 305
Straßenwalze, s. Chaussee- resp. Dampfwalze.		
Stromgeschwindigkeits-Messapparat, mitgeth. von C. Herschel	XIX	415
Stromregulirung. Worin besteht die Becker'sche Stromregulirungs-Methode? von Schönfelder	XVII	101
— Ueber die technische Behandlung der Stromregulirungen, von Graeve	XVIII	79
Stuhm. Die Reste mittelalterlicher Baukunst in Stuhm, mitgeth. von R. Bergau	XIX	405
Sturzbahnen zum Verladen von Kohlen am Hafen von Saarbrücken, von L. Hagen	XVI, 47, 48	362
— Welches sind die besten Sturzvorrathungen bei einer Niveaudifferenz von 20 Fufs? von Franzius	XIX	449
— Absturzvorrathung zum Verladen von Steinkohlen im Hafen zu Ruhrort, von Kayser	XX, 40	229
— s. Kohlengruben-Eisenbahnstationen und Kohlenhalden.		
Stuttgart. Ueber die Bahnhofsanlage daselbst, von Römer	XIX	429
Subsellien im König Wilhelm-Gymnasium in Berlin von Lohse	XVII	343
— in den Gemeindeschulen der Stadt Berlin, von Gerstenberg	XIX	500
— Ueber Construction von Schultischen in Mädchenschulen, von A. Meier	XX	373
Suez-Canal, mitgeth. von L. Hagen	XX, P, Q	217
Swinemünde. Ueber die Reparatur des Swinemünder Leuchthurms, von Stuertz	XIX	446
— Ueber Versuche mit großen Betonblöcken bei der Nordostmole des Hafens, von Stuertz	XIX	447
Syenit aus dem bairischen Fichtelgebirge betr., von Neumann	XVIII	474
	XVI, 1—6	3, 481
	XVI, 14	32
	XVIII, 1, A	3
Synagoge, Die neue, in Berlin, v. E. Knoblauch	XIX, L	283
Syphon (Unterleitung) am Canal von Carpentras, mitgeth. von Michaelis	XIX, L	283
T.		
Taucher-Regulator, mitgeth. von Baumeister	XVIII	279
Telegraphie. Ueber den neuen Drucktelegraphen-Apparat von Hughes, von Elsasser	XVI	474

	Jahrg. u. Kpftfl.	Pag.		Jahrg. u. Kpftfl.	Pag.
Telegraphie. Ueber einen neuen elektromagnetischen Inductions-Apparat aus der Fabrik von Siemens und Halske, von Elsasser	XVIII	501	Ventilation. Studien über die Ventilation von Morin. Mittheilungen aus denselben von Heidman	XVI, D	85, 537
— Ueber die Anwendung der Elektrizität auf Eisenbahn-Telegraphie, von Fritsche	XIX	348	— im neuen Anatomiegebäude in Berlin, von A. Cremer	XVII	49
— Ueber den Bau einer neuen Telegraphenlinie von Europa nach Indien, von Siemens	XIX	485	— im König Wilhelm-Gymnasium in Berlin von Lohse	XVI	166
— Ueber die durch den Sturm am 7. Decbr. 1868 hervorgebrachten Zerstörungen an oberirdischen Telegraphenleitungen, von Elsasser	XX	129	— im Erziehungshause für sittlich verwaehrte Kinder in Berlin, von Möller	XVII, 16	348
— Ueber die Dauer der verschiedenartig inprägnirten Telegraphenstangen, von Elsasser	XX	130	— in der Irrenanstalt zu Neustadt-Eberswalde, von M. Gropius	XVIII	152
— s. Haustelegaphen.			— in den Gemeindegchulen der Stadt Berlin	XIX	180
Terrain-Darstellung in Karten und Plänen durch Anwendung äquidistanter Horizontalen, mitgeth. von Liebenow	XIX	482	— in Theatern mittelst des Kronleuchters, von Blankenstein	XIX	497
Theater in Riga von L. Bohnstedt	XIX, 31—35	195	— in Tanzräumen	XIX	574
— in Leipzig von Langhans	XX, 17—25	291	— von Abritten mittelst einer Gasflamme, v. Hesse	XVII	554
Thonröhren. Ueber die Art und Weise der Prüfung eines mit Muffen versehenen glasirten Thonrohrs hinsichtlich seiner absoluten Festigkeit, von Herrmann	XIX	572	XX	121	
Thürband-Construction von Koch, bei der beim Oeffnen nichts von Licht der Thür verloren geht	XVIII	462	Verein für Eisenbahnkunde. Beschreibung der im Sommer 1865 statt gehaltenen Vereins-Reise, von Veit-Meyer	XVI	329
Todi. Architektonische Mittheilungen über Todi von P. Laspeyres	XIX, 20—23	25	— Das Stiftungsfest am 8. Octbr. 1867	XVIII	329
Torf-Pressmaschine zur Herstellung des sogen. Kugeltorfs, Mittheilung von Neumann	XVIII	310	Verfügungen. Circular-Verfügung vom 26. Mai 1866, die im Anschlage nicht vorgesehenen Mehrarbeiten bei Bauausführungen in Entreprise betreffend	XVI	337
Träger von Gußeisen. Ueber den Bruch eines solchen in einer Brauerei in Berlin, v. Berring	XIX	450	— Circular-Verfügung vom 2. November 1866, Eisenbahn-Anlagen über Bergwerke betreffend	XVII	105
Traject-Anstalt zwischen Lauenburg und Hohnstorf, m. von Sluyterman van Langeweyde und Veit-Meyer	XVI	316, 331	— Circular-Erlafs vom 11. December 1866, die Bewilligung von Diäten beim Umzug der Unterbeamten der Bau-Verwaltung betreffend	XVII	105
— über den Rhein bei Rheinhausen, v. Hartwich	XVII, 52—56	368, 429	— Circular-Erlafs vom 4. Januar 1867, den Glanzrufs in engen Schornsteinröhren betreffend	XVII	105
— über den Firth of Forth bei Edinburg, mitgeth. von Hartwich	XVII, 50	365	— Circular-Verfügung vom 16. Februar 1867, die dauernde Aufbewahrung der Anschläge, Zeichnungen und Revisions-Nachweisungen über Neubauten, Haupt-Reparaturen und wichtige Umänderungen von Baulichkeiten betreffend	XVII	108
— bei Devenport, Portsmouth und Southampton (Kettenfähre), mitgeth. von Hartwich	XVII, 51	366	— Circular-Verfügung vom 13. Juli 1867, betreffend die Aufhebung der Bestimmung, wonach Wege-Baubeamte bei Uebergabe verpachteter Chausseegeld-Hebestellen eine Taxe von den beweglichen Inventariestücken und Utensilien anzufertigen haben	XVII	489
— Beschreibung des Bodensee-Trajectes von Streckert	XX	270	— Circular-Verfügung vom 11. Mai 1868, die Superrevision der Anschläge über 1000 Thlr. resp. 500 Thlr. bei Reparatur- resp. Neubauten betr.	XVIII	345
Transport- und Hebe-Vorrichtungen für Materialien beim Bau der Striegisthal-Ueberbrückung, von R. Wilke	XIX, G—J	223	— Circular-Verfügung vom 28. Mai 1868, die Errichtung baulicher Anlagen in den Festungs-Rayons betreffend	XVIII	346
Trocken-Apparate für Wäsche, Kleider, Matratzen etc. in der Provinzial-Irrenanstalt zu Neustadt-Eberswalde, von M. Gropius	XIX, 12	182	— Circular-Verfügung vom 20. Juli 1868, die Anfertigung von Photographien bei der Ausführung hervorragender Bauwerke betreffend	XVIII	505
Trockenlegung des Mauer- und Holzwerks in Gebäuden, von Kümmitz	XX, O	171	— Circular-Verfügung vom 21. Juli 1868, das Verfahren bei Projectirung von Chausseen und Canälen in Bergwerksbezirken betreffend	XVIII	505
— von Räumen, welche Dämpfen ausgesetzt sind, von Ende	XX	256	— Circular-Erlafs vom 24. Juli 1868, die Ausführung des Gewerbe-Gesetzes vom 8. Juli d. J. betreffend	XVIII	507
— Ein Schutzmittel gegen Feuchtigkeit der Wände, von Grubitz	XX	233	— Circular-Verfügung vom 2. August 1868, die Verpflichtung der Unterbeamten zur Unterhaltung ihrer Dienstwohnungen betreffend	XVIII	510
— s. Entwässerung.			— Circular-Verfügung vom 18. September 1868, betreffend die Vorschriften vom 3. September 1868 für die Ausbildung und Prüfung derjenigen, welche sich dem Baufache im Staatsdienste widmen, und für die Königliche Bau-Akademie	XIX	1
Trier. Ueber die römischen Alterthümer daselbst, von Giersberg	XVII	97	— Vorschriften für die Ausbildung und Prüfung derjenigen, welche sich dem Baufache im Staatsdienste widmen	XIX	1
Tunnel. Der Tunnel durch den Mont-Cenis, nach einer Mittheilung von Hoffmann	XVI	299	— Vorschriften für die Königliche Bauakademie	XIX	11
— Der große Tunnel bei Altenbeken in der Altenbeken-Holzmindener Eisenbahn, von Simon	XVIII, 45, 46, K	251, 407, 563	— Circular-Verfügung vom 19. Februar 1869, die photographische Aufnahme von Bauwerken betreffend	XIX	145
— Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst von Franz Rziha	XVII	309	— Circular-Verfügung vom 26. October 1869, die Verwendung der Einnahmen aus dem Erlöse für Baumaterialien etc. zu den Baukosten betr.	XX	1
— Tunnelprofile betr., von W. Schwedler	XVIII	465	— Nachtrag zu den Vorschriften für die Ausbildung und Prüfung derjenigen, welche sich dem Baufache im Staatsdienste widmen, vom 3. September 1868	XX	145
— Die Entwässerung des Tunnelmauerwerks, von Fr. Rziha	XIX	315	— Circular-Verfügung vom 21. November 1869, das Verfahren bei Verwendung von Privat-Eigenthum zu öffentlichen Bauten betreffend	XX	145
Turbinen. Allgemeine Theorie der Turbinen, mit specieller Anwendung auf die Kreisräder und Kreiselpumpen, von F. K. H. Wiebe	XVI	215, 371, 489	— Circular-Verfügung vom 16. Januar 1870, betreffend die Anwendung des Metermaafses bei Bauprojecten im Ressort der Militairverwaltung in den neuen Landestheilen	XX	147
	XVII	19, 125			
U.					
Ueberbrückungen s. Brücken.					
Ueberladevorrichtung auf dem Güterbahnhofe in Manchester, mitgeth. von Köpcke	XIX	479			
Ufer- und Leinpfadsbauten bei der Canalisirung der oberen Saar, von L. Hagen	XVI	47			
Uhren zur Controllirung der Bewegung der Eisenbahnzüge von Station zu Station, von Schäfer & Budenberg in Magdeburg, m. von Kretschmar	XVII	293			
— s. Pegeluhr.					
V.					
Velocipeden. Beschreibung eines solches Fahrzeuges, von Mellin	XIX	327			

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.



HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

JAHRGANG XX.

1870.

HEFT I BIS III.

Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung, die Verwendung der Einnahmen aus dem Erlöse für Baumaterialien etc. zu den Baukosten betreffend.

Berlin, den 26. October 1869.

Um der Anordnung: „dafs die bei Bauausführungen entstehenden Einnahmen aus dem Erlöse für unbrauchbare alte Baumaterialien, Geräthschaften, Grundstücke etc. nur dann zu den Baukosten verwendet werden dürfen, wenn sie im Anschlag vorgesehen sind“, eine gleichmäfsige Befolgung zu sichern und das Rechnungswesen zu vereinfachen, ist durch Circular-Erlafs vom 2. April 1852 (III. 606. 2781) bestimmt worden, dafs dergleichen Einnahmen künftig überall bei Aufstellung der Bauanschlätze annähernd ermittelt, beim Titel „Insgemein“ ausgeworfen und von der Summe desselben abgerechnet, zugleich aber diese Gelegenheit benutzt werde, den Gesamtbetrag des Anschlages auf Thaler, ohne Groschen und Pfennige, abzurunden.

Ein Specialfall giebt mir Veranlassung, die genaue Beachtung dieser Bestimmung in Erinnerung zu bringen, wonach die Königliche Regierung die Baubeamten Ihres Bezirks mit Weisung versehen wolle.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

Im Auftrage:

gez. Mac Lean.

An
sämmliche Königliche Regierungen etc. und
die Königliche Ministerial-Bau-Commission.

Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XX.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

Des Königs Majestät haben ernannt:

den Ober-Bau-Director Weishaupt zum Ministerial-Director der Eisenbahn-Verwaltung des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten,
die Regierungs- und Bauräthe Giersberg und Kinel in Berlin zu Geheimen Bauräthen und vortragenden Räthen im Ministerium für Handel etc.,
den von Düsseldorf nach Berlin versetzten Ober-Bauinspector Zeidler zum Regierungs- und Baurath und technischen Mitdirigenten der Ministerial-Bau-Commission in Berlin,
den Eisenbahn-Bauinspector und Vorsteher des technischen Eisenbahn-Bureaus im Ministerium für Handel etc. Vogel zum Regierungs- und Baurath und
den Lehrer an der polytechnischen Schule in Hannover, Baurath von Kaven zum Director der Rheinisch-Westfälischen polytechnischen Schule in Aachen mit dem Range eines Raths dritter Klasse;

des Königs Majestät haben ferner den Charakter als Baurath verliehen:

dem Kreis-Baumeister Küster zu Gummersbach, Reg.-Bezirk Cöln, bei der Versetzung in den Ruhestand,
dem Eisenbahn-Betriebsinspector Priefs zu Görlitz,
dem Hafen-Bauinspector Frey zu Pillau,
dem Wasser-Bauinspector Lettgau zu Labiau,

dem Bauinspector Trübe zu Stralsund und dem Ober-Betriebsinspector Wex zu Cassel, welcher demnächst als technisches Mitglied der Eisenbahn-Direction zu Hannover dahin versetzt worden ist.

Befördert sind:

der Wasser-Bauinspector Cuno zu Torgau zum Ober-Bauinspector in Düsseldorf,
der Eisenbahn-Baumeister Quensell im technischen Eisenbahn-Bureau des Ministeriums für Handel etc., zum Eisenbahn-Bauinspector, und
der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schmeitzer in Hannover zum Ober-Betriebsinspector daselbst.

Versetzungen, Verleihungen von Stellen mit und ohne Versetzung, Uebertragungen commissarischer Verwaltungen:

Der Regierungs- und Baurath Brandhoff zu Hannover ist als technisches Mitglied der Eisenbahn-Direction zu Elberfeld dahin versetzt,
desgl. der Eisenbahn-Bauinspector Pichler zu Düsseldorf.

Ernannt sind:

der Baumeister Jacobi und
der Baumeister Schilling zu Eisenbahn-Baumeistern bei der Hannoverschen Staats-Eisenbahn in Hannover.

Der Kreis-Baumeister Werder in Bunzlau tritt am 1. Januar 1870 in den Ruhestand.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original - Beiträge.

Das Empfangsgebäude der Königlichen Ostbahn zu Berlin.

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

Das Empfangsgebäude der Ostbahn zu Berlin, welches in den Jahren 1866 und 1867 nach einem höheren Orts festgestellten Programm an einem in der Fruchtstrasse belegenen, im Bebauungsplane der Stadt Berlin vorgesehenen freien Platze erbaut wurde, bildet den Abschluss des in Form einer Kopfstation hergestellten Personen-Bahnhofes der Ostbahn nach der Stadtseite.

Wie aus den Zeichnungen auf Blatt 1 bis 6 im Atlas, welche die Ansichten, den Grundriss des Erdgeschosses, die Durchschnitte durch die Halle, sowie einige Constructions- und Decorations-Details geben, hervorgeht, besteht das Gebäude aus einem dreistöckigen Kopfbau und zwei größtentheils einstöckigen Flügeln, welche nur in den Endrisaliten zur Gewinnung eines angemessenen Abschlusses und in den Vestibülen zweistöckig aufgeführt sind.

Den wesentlichsten Theil der Anlage bildet die große Halle, welche bei 120 Fufs lichter Weite zwei Perrons von 24 Fufs Breite und 5 Geleise ohne Stützen überdeckt.

In dieser Halle ist die Entfernung der beiden zunächst den Perrons belegenen Geleise auf 17 Fufs von Mitte zu Mitte angenommen, um durch Anlage von Zwischenperrons in der Längenausdehnung der Halle die gleichzeitige Expedition zweier ankommenden und zweier abgehenden Züge zu ermöglichen. Der Abstand des mittleren Geleises von den beiden benachbarten erschien mit 14 Fufs von Mitte zu Mitte in Rücksicht auf die zwischen den Geleisen passirenden Beamten und Arbeiter nothwendig und ausreichend.

Die Länge der Halle, für welche zunächst die räumliche Ausdehnung der zu beiden Seiten derselben befindlichen Betriebs-Lokalitäten bestimmend war, beträgt 600 Fufs und genügt für Züge von 45 Achsen, um den Reisenden das vor Unwetter geschützte Ein- und Aussteigen zu gestatten. Es ist hierbei vorbehalten, bei eintretendem Bedürfnis für größere Vergnügungszüge in der Verlängerung der großen Halle noch

zwei kleinere Perronhallen von ausreichender Länge auszuführen.

Bei der allgemeinen Anordnung der Halle war ferner, abgesehen von der vorgeschriebenen freien Ueberdeckung derselben ohne Stützen, vorzugsweise die Rücksicht auf eine reichliche Beleuchtung maassgebend. — Eine weitere Bedingung ergab sich durch die wünschenswerthe Vermeidung aller stark vorspringenden Theile an den Innenseiten der Einfassungsmauern, weil dieselben erfahrungsmässig Schmutzwinkel bilden, welche nicht rein zu erhalten sind.

Die Anordnung der Betriebsräume zu beiden Seiten der Halle ist aus dem Grundriss auf Blatt 2 ersichtlich und in der Weise getroffen, dass dieselben sich mit der üblichen Zusammensetzung der Eisenbahnzüge in thunlichster Uebereinstimmung befinden. Abgesehen hiervon, ist insbesondere auf eine einfache und übersichtliche Grundriss-Disposition, sowie auf die reichliche Beleuchtung der sämtlichen Räume Bedacht genommen worden, indem die Ueberzeugung sich geltend machte, dass den meisten derartigen Anlagen der Neuzeit nicht die erforderliche Berücksichtigung in dieser Beziehung zu Theil geworden ist.

Der südliche Flügel bildet die Abfahrtsstation, der nördliche Flügel die Ankunftsstation, während der Kopfbau die sowohl bei der Abfahrt als auch bei der Ankunft der Züge zu benutzenden Königlichen Zimmer enthält.

Die Abfahrtsstation.

Auf der Abfahrtsseite tritt zunächst das in der Mitte derselben angeordnete, aus der übrigen Gebäudemasse hervorragende Vestibül als Haupteingang weithin erkennbar hervor. Dasselbe ist mit einem 1450 Quadratfufs grossen Oberlicht versehen, hat bei ca. 68 Fufs Länge und 49 Fufs Tiefe eine lichte Höhe von 42½ Fufs und ist nach aussen durch eine von polirten Granitsäulen getragene Vorhalle abgeschlossen,

zu deren beiden Seiten sich kleine Räume für den Portier und die Gepäckträger befinden. Es ist vorbehalten worden, vor dem Vestibül demnächst eine auf eisernen Säulen ruhende bedeckte Halle, wie solche bei den Personen-Stationen Londons mehrfach im Gebrauche sind, in solcher Gröfse auszuführen, dafs 4 bis 6 Wagen gleichzeitig unter dem Schutze derselben vorfahren können.

Der Billetverkauf erfolgt innerhalb des Vestibüls, dem Eingange gegenüber, an einem mit drei Schalterfenstern versehenen Einbau, um bei aufsergewöhnlichem Zudrange die Abfertigung der Reisenden möglichst beschleunigen zu können.

An das Vestibül reihen sich links die Wartesäle mit den Büffets und die Retiraden, der Wartesaal IV. Klasse direct vom Vestibül aus, die übrigen Wartesäle durch einen geräumigen ($11\frac{1}{2}$ Fufs breiten) Corridor zugänglich. Die Wartesäle der III. und IV. Klasse haben bei 60 Fufs Länge und 36 Fufs Tiefe eine Gröfse von je 2160 Quadratfufs, während der eben so grofse Saal II. Klasse auferdem noch mit 3 kleineren, nach dem Saal zu offenen, unter einander durch $6\frac{1}{2}$ Fufs hohe Zwischenwände getrennten Räumen verbunden ist, welche isolirte und deshalb für einzelne Familien erwünschte Plätze darbieten.

Die vorgenannten 3 Wartesäle sind im Lichten 25 Fufs hoch und mit 800 Quadratfufs großem Oberlicht versehen, welches mit Rücksicht auf die gute Erwärmung der Räume während des Winters doppelt in der Weise angeordnet ist, dafs die untere, aus matt geschliffenen Scheiben bestehende Glasdecke den inneren Raum der Säle abschließt, während die obere, aus Rohglas bestehende Decke sich in der Dachfläche befindet.

Der Wartesaal I. Klasse, von dem Saal II. Klasse nur durch eine mit Säulen decorirte Wandöffnung geschieden, hat eine Gröfse von rund 870 Quadratfufs und steht auf der einen Seite mit einem reservirten Salon für distinguirte Personen und einem Damenzimmer nebst Toilette in Verbindung, während auf der anderen Seite sich ein Herren-Toilettenraum (Waschzimmer) befindet, um solchen Reisenden, welche sich in Berlin nicht aufzuhalten beabsichtigen, die Annehmlichkeit einer Erfrischung und Reinigung im Empfangsgebäude selbst zu bieten.

Zwischen dem Damenzimmer und dem reservirten Salon ist ein besonderer Zugang angelegt worden, welcher die Möglichkeit bietet, den Reisenden aus den distinguirten Ständen, kranken Personen u. s. w. die Bequemlichkeit eines abgesonderten directen Zuganges zu den Wartesälen zu gewähren.

Die Büffets mit den Wirthschafts-Lokalitäten des Restaurateurs sind mit möglichster Rücksichtnahme auf einen bequemen Betrieb des Restaurationsgeschäftes, mit welchem das Interesse des Publikums Hand in Hand geht, in der Weise disponirt worden, dafs die zu den Wartezimmern II. und III. Klasse gehörigen beiden Büffets durch ein geräumiges Anrichtezimmer direct in Verbindung stehen, von welchem der Restaurations-Pächter im Stande ist, eine bequeme und einheitliche Controle seines Geschäftes nach allen Richtungen auszuüben.

Die Küche befindet sich im Souterrain, unmittelbar unter dem Anrichtezimmer, mit welchem sie durch eine bequeme Treppe in directer Verbindung steht; auferdem ist dieselbe vermittelst eines, auferhalb der Umfassungsmauer angelegten, 4 Fufs breiten Ganges von aufsen zugänglich. Dieser Gang, wie aus dem Querschnitt auf Blatt 3 ersichtlich, bis auf die Kellersohle vertieft, und gegen die Strafse durch ein Geländer aus leichtem Schmiedeeisen abgegrenzt, gestattet einerseits eine helle Erleuchtung der Küche und der zum Restaurations-

Betriebe gehörigen Nebenräume, andererseits das bequeme Einbringen der Vorräthe und des Brennmaterials u. s. w. in die anliegenden umfangreichen Kellereien des Restaurateurs.

Zwischen den Wartesälen der III. und IV. Klasse liegen die Abtrittsanlagen, zu welchem Behufe der hierfür bestimmte 30 Fufs hohe, mit Oberlicht erleuchtete und sowohl vom Corridor als von der Perronhalle zugängliche Raum durch 8 Fufs hohe Brettwände in die erforderlichen Abtheilungen getrennt ist.

Rechts vom Abfahrtsvestibül, und von diesem nur durch eine offene Säulenstellung getrennt, befindet sich zunächst die 95 Fufs lange, 49 Fufs tiefe, 27 Fufs im Lichten hohe Gepäckannahme-Halle, welche zur besseren Erleuchtung, aufer den Seitenfenstern, ein in der Dachfläche liegendes, aus Rohglas gebildetes 1600 Quadratfufs großes Oberlicht erhalten hat. In unmittelbarer Verbindung mit der Gepäckannahme-Halle ist das Arbeitszimmer der Gepäck-Expediten, ein Raum für reservirtes Gepäck und ein Aufenthaltszimmer für Gepäckträger angelegt. In der Gepäckannahme-Halle selbst scheidet ein langer, $1\frac{1}{2}$ Fufs hoher Tisch zur Auflagerung der Gepäckstücke den Vorraum für das Publikum von dem eigentlichen Gepäckraum, in welchem letzteren die sonst üblichen Einbauten vermieden und für die Gepäck-Expediten nur freistehende Arbeitspulte aufgestellt sind, so dafs die Reisenden an dieselben herantreten, etwaige Beschwerden über die Gepäckträger u. s. w. anbringen, und die richtige Beklebung ihrer Gepäckstücke selbst überwachen können.

Weiter rechts folgen die Stationskasse mit Kassengelafs, sowie die Räume für den Stations- und Telegraphen-Dienst, derartig angeordnet, dafs die Haupträume nach der Seite des directen Lichtes belegen und vom Perron durch Passagen zugänglich sind, während die untergeordneten Lokale für den Aufenthalt der Bahnhofsarbeiter, Utensiliengelasse u. s. w. sich auf der Perronseite befinden. Auferdem ist dort das Arbeitszimmer des Stations-Vorstehers und ein besonderer Abtritt für die Beamten angelegt.

Für das den Bahn-Telegraphen benutzende Publikum dient neben dem Telegraphen-Bureau ein vom Vorplatz nach dem Perron durchgehender Flur, welcher zugleich rechts zur Eilgut-Expedition führt. Die Verladung des Eilgutes erfolgt von hier aus auf einem am östlichen Ende des Eilgut-Schuppens angelegten Hülfsgeleise, dessen Anfang aus dem Grundriß auf Blatt 2 ersichtlich ist.

Das über der Eilgut-Expedition befindliche Stockwerk enthält Beamtenwohnungen.

Die Ankunftsstation.

Auf der Ankunftsseite tritt das in der Mitte des Gebäudes symmetrisch mit der Abfahrtsstation liegende, zwei Stockwerke hohe Ausgangsvestibül ebenfalls als bedeutsame Anlage hervor. Dasselbe hat dieselbe Breite wie das Vestibül auf der Abfahrtsseite, jedoch nur eine Tiefe von $35\frac{1}{2}$ Fufs erhalten und ist in Bezug auf Ueberdeckung u. s. w. mit diesem conform behandelt.

Vom Ausgangsvestibül gelangt der Reisende geradeaus zum Vorplatze, während sich zu beiden Seiten zwei kleinere, 240 Fufs lange, 16 Fufs breite, bedeckte Hallen befinden, unter deren Schutz ein bequemes Einsteigen der Reisenden in die Fahrwerke ermöglicht wird.

An das Vestibül schließt sich links ein mit der Gepäckannahme auf der Abfahrtsstation conform eingerichteter und mit Oberlicht versehener Gepäckaushang-Raum, neben welchem sich 2 Räume zur Revision steuerpflichtiger Gepäckstücke resp. für zurückgebliebene Gegenstände befinden. Weiter

links und von den vorigen durch einen Flur getrennt, liegt die Expedition für ankommendes Eilgut mit ihren Nebenräumen.

Rechts vom Ausgangsvestibül befindet sich zwischen 2 kleinen Räumen für Portier und Gepäckträger der Eingang zum Wartesaal für die ankommenden Züge. Derselbe ist zu dem Zwecke angelegt, um denjenigen Personen, welche Reisende erwarten oder sich vor der Abfahrt zur Stadt einige Zeit aufzuhalten wünschen, einen geschützten Aufenthaltsraum zu gewähren.

Die übrigen für den Betriebsdienst bestimmten Räumlichkeiten auf der Ankunftsseite bestehen in einigen Zimmern für den Wagen-Controleur, für Zugpersonal (Schaffner und Wagenschmierer), für einen Telegraphen-Aufseher, für die Einübung der Beamten im Telegraphiren, sowie in einem kleinen Zimmer für den Stations-Vorsteher.

Die Anlage eines Büffets für den Restaurateur und von Retiraden für das Publikum erschien auf dieser Seite ebenfalls unentbehrlich.

Am äußersten Ende der Ankunftsseite und von den Eisenbahn-Betriebs-Räumen vermittelt eines durchgehenden Flures getrennt, sind endlich die Geschäftslokale für die Stadt-Telegraphie und Postverwaltung eingerichtet, welche letztere dort auch beim stärksten Verkehr ihren Geschäftsbetrieb bequem und ohne Störung für das reisende Publikum bewirken kann. Während nämlich bei den von Berlin abgehenden Zügen Post- und Gepäckwagen den Personenwagen vorangehen, werden die ankommenden Züge derartig rangirt, daß auf die Locomotive zunächst der Gepäckwagen, dann die Eilgut- und Personenwagen und zuletzt der Postwagen folgen. Hierdurch wird sowohl bei den abfahrenden als auch bei den ankommenden Zügen das Verladen der Poststücke ohne Belästigung der Reisenden möglich.

Für die Lage des Ausgangsvestibüls war die erwähnte Zusammensetzung der Züge ebenfalls insofern maßgebend, als es nothwendig erschien, die Entfernung desselben vom Ende der Geleise so zu bemessen, daß selbst bei lebhaftem Verkehr, welcher häufig mehrere Gepäckwagen erfordert, die Reisenden von den Personenwagen nach dem Ausgangsvestibül gelangen können, ohne mit dem Ausladen der Gepäck- und Eilgutwagen zu collidiren.

Das obere Stockwerk im Endrisalit der Ankunftsseite ist lediglich für den Postdienst bestimmt und enthält die erforderlichen Räumlichkeiten für die Encartirungs- und Decartirungs-Expedition.

Der Kopfbau.

Der, die beiden Seitenbauten nach der Stadt zu verbindende Kopfbau, aus einem Mittelrisalit und zwei Flügelbauten bestehend, enthält, abgesehen von dem im südlichen Flügel befindlichen und bereits beschriebenen Wartesaal I. Klasse mit seinen Nebenräumen, im nördlichen Flügel das Bureau der Betriebs-Inspection, während im Mittelbau die Zimmer für die Königlichen Herrschaften angeordnet sind. Zu diesen gelangt man mittelst einer aus Eisen construirten, mit Glas bedeckten Unterfahrt, indem man zunächst einen kleinen, mit einer Säulenstellung abgeschlossenen Vorraum, und mittelst einiger Stufen das 28 Fufs im Lichten hohe, von einem kuppelförmigen Oberlicht beleuchtete Vestibül betritt, welchem letzteren sich zu beiden Seiten in symmetrischer Anordnung die Königlichen Zimmer, und an der Hinterwand eine Halle für das Königliche Gefolge anschließen; die durch diese Halle vom Vestibül nach dem Perron führende Passage ist, wie aus der Zeichnung Blatt 4 Figur 2 erhellt, durch eine Säulenstellung und mittelst Draperie abgeschlossen.

Die oberen Geschosse des Kopfbaues enthalten außer einem Conferenzsaal für die Direction und einigen Commissionszimmern ausschließlich Beamtenwohnungen.

Die äußere Architektur.

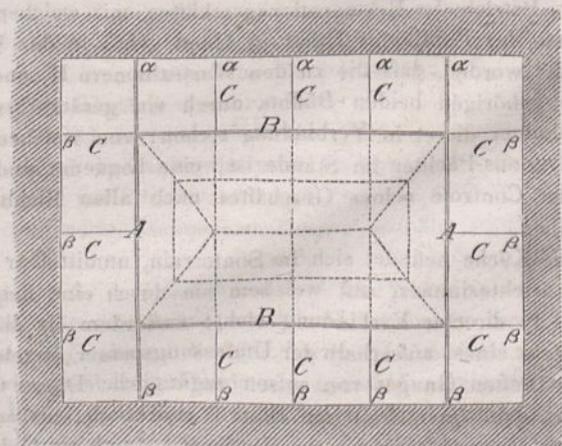
Dieselbe ist nach den Entwürfen des verstorbenen Hof-Baurath Lohse in Ziegelrobbau, unter Anwendung von hellfarbigen Verblend- und Formsteinen, welche größtentheils nachträglich vorgeblendet wurden, ausgeführt worden. — Der Kopfbau ist in dem mittleren Theile erhöht und hat hier eine hervorragende Architektur erhalten, um die in demselben befindlichen Königlichen Zimmer auch im Aeufsern vor den übrigen Gebäudetheilen hervorzuheben. Im Uebrigen sind die oberen Stockwerke des Kopfbaues und die Seitenflügel einfach durch Lisenen getheilt, während das Erdgeschofs des Kopfbaues, als der hervorragendste Theil des ganzen Gebäudes, durch eine Arkadenstellung ausgezeichnet ist.

Einen besonderen Schmuck hat der Kopfbau in seiner Krönung durch 8 Stück in Sandstein ausgeführte Figuren erhalten, von denen die auf dem Mittelbau neben einander befindlichen die vier Provinzen Brandenburg, Preußen, Pommern und Posen darstellen, während die auf den Ecken aufgestellten vier Figuren die Dampfkraft, die Elektrizität, den Gewerfleiß und den Ackerbau versinnbildlichen. Durch diesen Figurenschmuck gelangte allegorisch die durch die Ostbahn bewirkte innige Verbindung der genannten vier Provinzen sowie der einfache Gedanke zum Ausdruck, daß die Ostbahn dazu bestimmt ist, vermittelt der Dampfkraft und Elektrizität die Producte des Gewerfleißes aus dem Westen mit den Erzeugnissen des Ackerbaues aus dem Osten auszutauschen.

Innere Einrichtung.

Was die innere Einrichtung des Gebäudes betrifft, so wurde, wie bereits erwähnt, vor Allem auf eine möglichst vollkommene Erleuchtung der sämtlichen Räume Rücksicht genommen und denselben daher überall, wo das vorhandene Seitenlicht zu einer reichlichen Erhellung nicht ausreichend erschien, noch Oberlicht gegeben, was bei den einstöckigen Gebäudetheilen, in denen sich der größte Theil der Räume befindet, ohne Schwierigkeit zu erreichen war.

Blatt 5 zeigt die in den beiden Vestibülen auf der Abfahrts- und Ankunftsseite getroffene Anordnung, bei welcher das Oberlicht nahezu $\frac{2}{3}$ der ganzen Grundfläche einnimmt. Die Deckenconstruction ist mit der Substruction des Daches combinirt, derart, daß beide durch ein gemeinschaftliches System schmiedeeiserner Gitterträger gebildet werden, auf denen sowohl die eisernen Hängewerke des Oberlichts, als



die mit gewelltem Eisenblech eingedeckten übrigen Dachflächen ruhen.

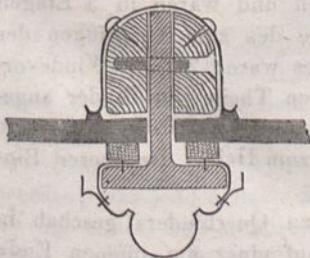
Das Gerippe der Construction wird, wie aus vorstehender Grundrisskizze ersichtlich, durch 2 Hauptquerträger *A* gebildet, welche mit 2 Längsträgern *B* fest vernietet sind. Zur Versteifung dieser Träger dienen die Querträger *C* und eine über die letzteren in der Ebene ihrer oberen Gurtung gelegte Vergitterung.

Um den Temperaturveränderungen des auf diese Weise hergestellten festen Systems Rechnung zu tragen, sind nur die Auflager der Träger in den Punkten *a* fest construirt, während die Auflager in den Punkten *β* beweglich sind. Einem etwaigen Zusammentreffen der beweglichen Auflagerplatten ist durch zwischengelegte Messingplatten vorgebeugt.

Sämmtliche Träger sind nach Blatt 5, Figur 2 und 3, als Gitterträger construirt, die Haupt-Querträger *A* mit doppelten, die übrigen mit einfachen Diagonalen. Die Gurtungen bestehen bei den Trägern *A* und *B* aus 2, bei den Trägern *C* aus einem Winkeleisen, die Vertikalen im Allgemeinen aus 2 Flacheisen und nur in denjenigen Punkten, wo die Hauptträger unter einander oder mit den Versteifungsträgern zusammentreffen, aus Winkeleisen. Die Diagonalen sind je nach ihrer Inanspruchnahme aus einem oder zwei Flachstäben gebildet.

So weit die Träger in den vertikalen Theilen von den Vestibülen aus sichtbar bleiben, sind dieselben mit Holzwerk und mit durchbrochenen gusseisernen Platten verkleidet, zu deren Befestigung, wie aus dem Längenschnitt durch das Vestibül der Abfahrtsseite, Blatt 5, ersichtlich, leichte Holzwände auf hölzernen, durch die Maschen der Träger gesteckten Querschwellen angebracht wurden, um die Tafelungen von dem, der Bewegung unterworfenen Trägersystem unabhängig zu halten. Der horizontale Theil der Decken ist ebenfalls aus Holztafelung gebildet und an den erwähnten Querschwellen befestigt.

Das Oberlicht bildet nach Blatt 5, Figur 2 und 3, ein einfaches, auf den schmalen Seiten abgewalmtes Satteldach, mit 2 Fufs breiten, 6 bis 8 Fufs langen mattgeschliffenen Rohglastafeln eingedeckt. Die Glastafeln sind auf $\frac{1}{2}$ Zoll starken Filzstreifen gelagert und an den Sprossen mit Holzleisten gedeckt, welche Zinkkappen erhalten haben. Der Zwischenraum zwischen den Zinkkappen und den Glastafeln ist mit getheertem Werg gedichtet. Zur Aufnahme des bei Schlagregen etwa durchsickernden Wassers dienen decorativ gehaltene Längs- und Querrinnen von Zink, welche unter die Sprossen und an die Z-Eisen gehängt sind, und das von ihnen aufgenommene Wasser an dem untern Ende der Längsrinnen durch die entsprechend geformten Unterstützungsböcke der Sprossen hindurch auf die folgenden Glastafeln resp. auf



das anschließende Wellblech abführen. Das Detail dieser Construction, welche sich bei der Ostbahn durch langjährige Erfahrung als vollkommen dicht und zuverlässig erwiesen hat, ist aus den Fig. 6 bis 9 auf Blatt 5 und der nebenstehenden Zeichnung ersichtlich.

Um den zwischen der Holzdecke des Vestibüls und der mit Wellblech gedeckten Dachfläche befindlichen Raum zugänglich zu machen, ist zwischen je 2 kurzen Querträgern eine Blechtafel zum Anheben von oben eingerichtet.

Die Eisenconstruction jeder der beiden Vestibül-Bedachungen hat ein Gesamtgewicht von 361 Ctr. excl. Wellblech; die Grundfläche der Construction enthält 3297 Quadratfufs, mithin beträgt das Gewicht pro Quadratfufs rot. 11 Pfd.

Die Kosten stellen sich für jedes Dach incl. der Rüstungen und der Eindeckung mit Wellblech auf rund 3675 Thlr. hierzu für die Eindeckung mit Rohglas incl. der Zinkrinnen bei ca. 1570 Quadratfufs Dachfläche $\frac{1200}{-}$ zusammen auf 4875 Thlr., mithin pro Quadratfufs Grundfläche auf 1 Thlr. 14 Sgr. 4 Pf. Für die Eisenconstruction allein, excl. Eindeckung, berechnet sich der Preis auf 1 Thlr. 1 Sgr. 3 Pf. pro Quadratfufs Grundfläche.

Wie die Vestibüle, haben auch die Gepäckannahme- und Ausgabe-Hallen, sowie die Retiraden nur ein in der Dachfläche liegendes Oberlicht aus Rohglas erhalten, während es, wie bereits erwähnt, für die Wartesäle zur besseren Conservirung der Wärme in der kalten Jahreszeit angemessen erschien, noch eine Zwischendecke aus mattgeschliffenem Glase anzuordnen. Beide Constructionen sind in dem Querschnitt auf Blatt 3 gezeichnet.

Im Uebrigen sind die Decken der Wartesäle II., III. und IV. Klasse, sowie der Wartesaal an der Ankunftsseite nach gleichem Princip construirt, und nur in decorativer Beziehung mit einigen, der Bestimmung der Säle entsprechenden Abweichungen ausgebildet. Der das Oberlicht enthaltende horizontale Theil der Decke wird theils durch die Spannriegel der doppelten Hängewerke, theils durch besonders eingezogene Rahmhölzer in 12 kleinere und 3 gröfsere Felder getheilt, in welche die eisernen Oberlichtfenster eingelegt sind. Den Uebergang zu den Oberlichtern bilden schräge, mit Holzbekleidung und Schablonenmalerei versehene Deckenflächen, der Neigung der Hängewerksstreben entsprechend und mit Benutzung derselben angeordnet, wie aus dem Durchschnitt auf Blatt 3 ersichtlich.

Die Wände sind in allen für das Publikum bestimmten Räumen 4 Fufs hoch mit Holzpaneelen bekleidet, im Uebrigen durch profilirte Holzleisten in Felder getheilt, mit Leimfarbe gestrichen und mit Linien abgezogen. Einen Theil der Decorationen des Wartesaales II. Klasse und der Vestibüle geben die Figuren 1 auf Blatt 4 und 5.

Besondere Erwähnung verdienen die Königlichen Empfangsräume, welche eine dem Zweck entsprechende gediegene Ausstattung erhalten haben. Blatt 4 Figur 2 giebt einen Durchschnitt durch das Vestibül und die anschließende Halle für das Königliche Gefolge. In dem ersteren sind die Säulen und die mit denselben in einheitlicher Architektur ausgebildeten Pilaster und Thüreinfassungen von carrarischem Marmor, die dem Auge entfernter liegenden Architrave, Gesimse u. s. w. von Stuck, die Wandflächen in *stucco lustro* ausgeführt, und die 4 Felder in dem Fries unter der Glaskuppel mit allegorischen Oelbildern versehen. Die Königlichen Empfangszimmer selbst zeigen eine dem Vestibül entsprechende Ausbildung; sämmtliche Holzarbeiten in denselben sind aus polirtem Eichen- oder Nufsbaumholz hergestellt und zum Theil geschnitzt, die Wände mit Stofftapeten bekleidet.

Die Halle, wie bereits erwähnt, 600 Fufs lang und 120 Fufs tief, zeigt in ihrer Ueberdeckung das Bogenträgersystem unter Anwendung kastenförmig construirter Gitterträger als Binder, welche in einer durchschnittlichen Entfernung von 24 Fufs angeordnet sind. Nur an den Endrisaliten der Halle ist die Entfernung der beiden letzten Binder von einander, der Fenstertheilung entsprechend, auf rot. 14 Fufs gekürzt, wodurch zugleich eine gröfsere Festigkeit der Dachfläche gegen Winddruck am Ende der Halle erzielt wird. Blatt 3 und 6 zeigen die Anordnung der Querbinder mit der zugehörigen Längenverbindung.

Jeder Querbinder besteht hiernach aus 2 einfachen, in

3 Fufs Entfernung von einander durch Horizontal- und Diagonal-Vergitterung der äusseren und inneren Gurtungen fest verbundenen Bogenträgern; im Scheitel haben dieselben eine Charnierverbindung und ruhen an ihren Fufspunkten vermittelst gufseiserner Platten und schmiedeeiserner Drehbolzen auf gufseisernen, in die Umfassungsmauern der Halle eingemauerten Consolen. Diese charnierartige Gestaltung der Bogenträger am Fufs und Scheitel derselben war nothwendig, damit die Träger den bei Temperaturwechsel etc. unvermeidlichen Bewegungen der Dachconstruction unbehindert folgen können. — Ausserdem werden die Binder in den vertikalen Theilen an den Umfassungsmauern mittelst angeschraubter gufseiserner Arme, die in entsprechend geformte, gufseiserne, in der Mauer befestigte Kästen eingreifen, seitlich gehalten (Blatt 6, Figur 1 und 2). Die Unterkante der Bogenträger setzt in einer Höhe von 22 Fufs über dem Perron an den Umfassungsmauern der Halle an, während der Charnierpunkt im Scheitel ca. 60 Fufs über Schienenoberkante liegt.

Jeder einfache Bogenträger ist als Gitterträger mit einfachen Diagonalen construirt, dessen Gurtungen aus 2 gegenseitig vernieteten Winkeleisen bestehen; die Vertikalen sind in gleicher Weise aus 2 Winkeleisen gebildet, während die Diagonalen aus 2 Flachstäben bestehen, welche durch Futterstücke mittelst Nietung verbunden sind. Je nach ihrer Inanspruchnahme auf Zerknicken sind diese Flachstäbe in ihrer Mitte von $\frac{3}{4}$ Zoll bis $1\frac{1}{2}$ Zoll auseinander gebogen. Im Scheitel und an den Fufspunkten der Träger erfolgt die Verbindung der Gurtungen durch $\frac{3}{4}$ Zoll starke Platten.

Zur Ausgleichung der Längenänderungen, denen die Dachconstruction durch Temperaturwechsel ausgesetzt ist, ist der Längenverband nur in jedem zweiten Felde fest mit den Querbändern vernietet, im Uebrigen dagegen lose, resp. derartig vernietet, dafs eine Bewegung innerhalb der erforderlichen Grenzen erfolgen kann.

Die Eindeckung des Hallendaches besteht in dem, dem First zunächst liegenden Theile, auf etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Dachfläche, aus gewelltem Eisenblech auf armirten Holzsetzen, im Uebrigen ganz aus Rohglas. Das letztere nimmt beiderseits eine Fläche von rot. 26100 Quadratfufs ein und hat demnach einen Gesamtinhalt von 52200 Quadratfufs; die von der Halle bedeckte Grundfläche beträgt $600 \cdot 120 = 72000$ Quadratfufs, mithin ist das Verhältnifs der Lichtfläche zu der Gröfse des beleuchteten Raumes nahezu 5 : 7.

Die Glassprossen werden von Zförmigen Fetten getragen, welche mit Spannstangen und Stützen armirt und einestheils mittelst Platten, an welche die Horizontalgitter anschliessen, andernteils mittelst einfacher Futterstücke mit der äusseren Gurtung der Querbänder vernietet sind.

Um dem in der Längenrichtung der Halle wirkenden Winddruck zu begegnen, ist in sämtlichen Feldern ein Diagonalverband aus Flachstäben eingelegt und mittelst Platten sowohl gegen die Querbänder als auch gegen die Zförmigen Fetten angeschlossen.

Die Eindeckung der Rohglastafeln erfolgte im Wesentlichen in derselben Weise wie bei den Vestibülen, wobei jedoch die Anbringung von Querrinnen unter den Glastafeln, sowie die Dichtung des Zwischenraumes zwischen den Zinkkappen und den Glasscheiben unterblieben ist, indem auf eine absolute Dichtigkeit des Hallendaches gegen den in staubförmiger Gestalt mitunter eindringenden Schlagregen weniger Gewicht gelegt wurde, als auf die schnelle Abführung des Rauchs und die gute Ventilation der Halle, welche letztere durch die zwischen den treppenförmigen Ueberdeckungen der Rohglastplatten gebliebenen kleinen Oeffnungen wesent-

lich befördert wird. — Vier gröfsere Oeffnungen von circa 9 Zoll Höhe zu diesem Zwecke befinden sich ausserdem im Scheitel der Halle, indem die gewellten Bleche auf die ganze Länge des Daches an ihrem unteren Ende entsprechend gehoben sind (Blatt 6, Figur 1), und haben diese Einrichtungen bisher ihrem Zwecke völlig genügt.

Es mag hier noch die Bemerkung Platz finden, dafs das Oberlicht der Halle absichtlich in der unteren, den Umfassungsmauern zunächst liegenden Theilen der Dachfläche angeordnet ist. Für diese Anordnung sprach zunächst der Umstand, dafs vorzugsweise die Perrons und die in den anschließenden Gebäudetheilen befindlichen Betriebsräume einer möglichst intensiven Beleuchtung durch das Oberlicht der Halle bedurften, während dieses bei dem mittleren Theile der Halle, in welchem sich die Geleise befinden, weniger der Fall ist. — Ausserdem kam in Betracht, dafs nach bekannten physikalischen Gesetzen die Intensität des Lichtes in geschlossenen Räumen im Verhältnifs des Quadrats der Entfernung der Lichtöffnungen von den beleuchteten Objecten abnimmt, weshalb ein im First des Daches eines so hohen Raumes belegenes Oberlicht an und für sich einen ungünstigeren Effect gewähren mufs, als wenn dieses Oberlicht sich in den niedriger gelegenen Theilen des Daches befindet.

Wie aus dem Grundrifs, Bl. 2, ersichtlich, treffen die Querbänder grösstentheils auf Quermauern, und war an diesen Stellen eine Stärke der Hallenmauern von $3\frac{1}{2}$ Fufs im unteren Theile und von 3 Fufs im oberen Theile genügend, während bei den Vestibülen rechnermäfsig eine untere Stärke der Mauern von 5 Fufs, eine obere Stärke derselben von $4\frac{1}{2}$ Fufs erforderlich war.

Bei den Wartesälen und Gepäck-Expeditionen konnten diese letzteren Maafse auf $4\frac{1}{2}$ Fufs, beziehungsweise 4 Fufs ermäfsigt werden, indem der für die Stabilitäts-Berechnung angenommene ungünstige Fall einer gleichzeitigen Inanspruchnahme des Hallendaches durch einen Orkan von 120 Fufs Geschwindigkeit und eine 2 Fufs hohe Schneedecke in Wirklichkeit nicht wohl eintreten kann, schlimmsten Falls auch die Annahme gerechtfertigt erschien, dafs die Deckenconstructionen der Säle immerhin eine Uebertragung des Schubes auf die Front- resp. Querswände bewirken würden.

Die Aufstellung des Hallendaches erfolgte, um die durch überwiegende Rücksichten gebotene thunlichste Beschleunigung der Arbeiten zu ermöglichen, mittelst zweier von einander unabhängiger beweglicher Gerüste, von denen das eine zum Aufbringen der Querbänder und Fetten, das andere, leichter construirt, zu Montiren der Sprosseneisen, Diagonalverbände u. s. w., sowie für die Eindeckungsarbeiten diente. Beide Gerüste standen auf Rollen und waren in 3 Etagen erbaut. — In der zweiten Etage des zum Aufbringen der Binder bestimmten ersten Gerüsts waren 2 feste Windevorrichtungen zum Heben der unteren Theile der Binder angebracht, während die dritte Etage dieses Gerüsts mit einem auf Schienen beweglichen Krahn zum Heben der oberen Bindertheile versehen war.

Das Aufbringen jedes halben Querbänders geschah in drei einzelnen Theilen, welche auf einer am offenen Ende der Halle auf eingerammten Pfählen hergestellten Zulage zusammengenietet waren, und wurde diese Arbeit mit dem Aufziehen des unteren Stücks *a b c* (Blatt 6, Figur 1) vermittelst der bereits erwähnten festen Hebevorrichtungen begonnen. Nach Befestigung dieses Stücks auf dem eingemauerten Consollager und nach provisorischer Absteifung desselben von der Rüstung aus, erfolgte das Aufziehen der beiden oberen Theile *b c d e* und *d e f* (Blatt 6, Figur 1)

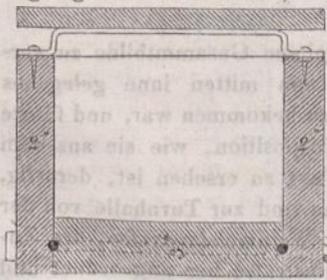
eines halben Binders durch den Laufkrahnen und ihre genaue Einrichtung auf Rüstböcken. Während des Vernietens der einen Binderhälfte zu einem Ganzen wurde sodann die andere Hälfte in gleicher Weise aufgebracht und in die Drehbolzen des Kopflagers eingelegt, worauf sofort das Vernieten dieser zweiten Binderhälfte und das Aufbringen der Fetten erfolgte. Nach Befestigung der letzteren konnten die Unterstützungsböcke entfernt und das erste Gerüst um eine Binderweite vorgeschoben werden, an dessen Stelle nunmehr behufs Befestigung der Glassprossen und des Diagonalverbandes, sowie zur Eindeckung des Wellblechs das zweite Gerüst trat. Die Eindeckung der Rohglastafeln erfolgte demnächst durch eine im First des Daches angebrachte besondere Winder Vorrichtung und wurde zur Vermeidung einseitiger Belastung auf beiden Seiten gleichmäßig bewirkt.

Das Gewicht der Eisenconstruction des Hallendaches, excl. der gußeisernen Consollager und excl. Wellblech, beträgt 8480 Ctr., mithin bei 72000 Quadratfuß Grundfläche pro Quadratfuß $11\frac{1}{2}$ Pfd. Mit Einschluß der Wellblech- und Rohglas-Eindeckung wiegt das Dach im Ganzen 13200 Ctr. oder pro Quadratfuß $18\frac{1}{2}$ Pfd.

Die Kosten desselben betragen mit Einschluß der auf rund 6000 Thlr. sich belaufenden Ausgaben für die Gerüste 122000 Thlr. (pro Quadratfuß 1 Thlr. 20 Sgr. 10 Pf.), die Eisenconstruction allein kostete in fertiger Arbeit rot. 68500 Thlr., daher pro Quadratfuß $28\frac{1}{2}$ Sgr.

Von der auf der Ankunftsseite ausgeführten Droschkenhalle geben die Figuren 8 und 9 auf Blatt 6 einen Querschnitt und einen Theil des Längsschnittes, woraus die Construction derselben ersichtlich ist. Zwischen den Säulen und dem Gebäude ist diese Halle mit Rohglas nach dem beim Perronhallendache angewendeten Verfahren, im Uebrigen mit gewelltem Eisenblech eingedeckt. Zur Unterstützung der Glassprossen dienen 2 mit den Querträgern fest verbundene Gitterträger einfachen Systems, während zur Befestigung des Wellblechs und der Dachrinnen am anderen Ende der Querträger ein I Eisen als Langträger angebracht ist.

Von den zur Anwendung gekommenen sonstigen constructiven Details mag hier die Construction derjenigen Dachrinnen, welche ohne freie Abwässerung innerhalb der Gebäude angelegt werden mußten, besonders erwähnt werden.



Dieselben sind nach nebenstehender Handzeichnung aus kiefern Bohlen angefertigt, in den Fugen sorgfältig zusammengearbeitet und mit einer eingelegten wollenen Schnur gedichtet, und behufs Abhaltung des Schnees mit einer zum Abheben eingerichteten Deckbohle versehen. Die durch den Boden und die Seitenwände in etwa 3 Fuß Entfernung von einander gezogenen Schraubenbolzen können nach Bedürfnis nachgezogen werden, was jedoch nach den vorliegenden Erfahrungen nur in der ersten Zeit nothwendig ist, während dieselben später einer derartigen Nachhülfe nicht mehr bedürfen.

Diese Rinnen, welche im Innern wiederholt mit einem Anstriche von heißem Steinkohlentheer versehen wurden, haben, namentlich wenn dieselben von allen Seiten zugänglich bleiben, vor Metallrinnen den wesentlichen Vorzug, daß sie den Beschädigungen, welche bei allen Metallrinnen durch die bei Temperatur-Differenzen unvermeidlichen Bewegungen derselben entstehen, nicht ausgesetzt sind, und daß sie ferner wegen des aus schlechtem Wärmeleiter hergestellten Materials

weniger leicht einfrieren, erforderlichen Falls ohne nachtheilige Beschädigung aufgeeist werden können. Bei der Ostbahn haben sich dieselben unter schwierigen Verhältnissen seit einer Reihe von Jahren als vollkommen zuverlässig und zweckentsprechend bewährt.

Das von den Dächern der Gebäudetheile abgeführte Wasser gelangt durch die Abfallröhren direct in ein unterirdisches Röhrensystem, welches zugleich die angrenzenden Straßen und das Bahnhofsterrain entwässert; die Röhren vereinigen sich an der südöstlichen Ecke des Kopfbaues und führen von hier nach der Fruchtstraße in den dort vorhandenen städtischen Entwässerungs-Canal. Das Röhrensystem dient gleichzeitig zur Spülung der im Empfangsgebäude befindlichen Retiraden, zu welchem Behufe dieselben mit entsprechenden Vorrichtungen versehen sind. Die specielle Anordnung einer solchen Spülvorrichtung ist aus den Zeichnungen Blatt 6, Figur 10 bis 14, speciell ersichtlich; dieselbe unterscheidet sich von den sonst gebräuchlichen Einrichtungen im Wesentlichen dadurch, daß die Anbringung von Senkgruben oder Fässern innerhalb des Gebäudes, bei welchen erfahrungsmäßig eine hinreichende Reinlichkeit und Geruchlosigkeit auf die Dauer nicht erreicht werden kann, vermieden ist, indem die Excremente direct in die außerhalb des Gebäudes befindlichen luftdicht abgeschlossenen Senkgruben gespült werden.

Die Einrichtung der Spülvorrichtung ist folgende: Ein von dem Wasserstationsgebäude ausgehender Rohrstrang *a*, Figur 11 und 13, führt in unterirdischer Leitung in den Retiradenraum und bewirkt dort die Speisung zweier, über den Closets und Pissoirs aufgestellten Wasserreservoirs *RR* mittelst der von denselben abgezweigten Bleiröhren *bb*. Die Regulirung dieser Speisung erfolgt durch je einen, in den Reservoirs angebrachten Schwimmkugelhahn *c*, welcher sich öffnet, sobald die Schwimmkugel *d* in Folge der Abnahme des Wasserstandes zu sinken beginnt. Je geringer demnach der Wasserstand in den Reservoirs wird, desto mehr öffnen sich die Schwimmkugelhähne *cc* und desto schneller strömt das Wasser wieder zu. Von diesen Reservoirs führen Ueberfallrohre *ee*, Figur 13, mittelst der Rohre *gg* nach den Closets und mittelst der Rohre *hh* nach den Pissoirs. Die beiden Rohre *gg* und *hh* können durch Haupt-Absperrhähne *ii* und *kk* unabhängig von einander außer Thätigkeit gesetzt werden, so daß durch Schließen der Hähne *ii* sämtliche Closets, durch Schließen der Hähne *kk* sämtliche Pissoirstände abgesperrt werden können, wodurch der Vortheil erreicht ist, daß bei einer vorkommenden Reparatur ein Theil der Retiraden-Anlagen immer benutzbar bleibt. Die Rohre *gg* führen in den Raum unterhalb der Closets, vereinigen sich daselbst, und theilen sich zugleich in so viele kleinere Leitungen *ll*, als Closets vorhanden sind. Jede dieser Zuleitungen ist noch mit einem Regulirungshahn *m* versehen, welcher durch den Spielraum seiner Stellungen eine Regulirung des Wasser-Zuflusses zu sämtlichen Closets ermöglicht. Die Rohre *hh* vereinigen sich ebenfalls und führen ihr Wasser einem über dem Pissoir entlang laufenden Rohre *n*, Figur 10 und 12, zu, von dem aus wiederum so viele kleine Abzweigungen mit kleinen Regulirungshähnen abgehen, als Pissoirstände vorhanden sind. Die Pissoirs bestehen aus senkrecht stehenden geschliffenen Schieferplatten, an deren oberen Enden eine kleine offene Kupferrinne so weit entlang läuft, als die Schieferplatten bespült werden sollen; diese Kupferinnen befinden sich unmittelbar unter dem Zuflußrohr *n* und sind in Abständen von etwa 1 Zoll mit eingefeilten Schlitzlöchern versehen, durch welche das Wasser auf die Außenseite der

Schieferplatten continuirlich abläuft; dasselbe sammelt sich auf dem asphaltirten Boden der Stände, und fließt in jedem Stande durch ein Messingsieb und ein senkrechttes Rohr *p*, Figur 12, in ein gemeinschaftliches horizontales Abflußrohr *q*, welches in das Hauptabflußrohr *r* von den Closets mündet. Die Kupferrinne und das Zuleitungsrohr nebst den kleinen Regulirungshähnen werden durch ein mit Messingbeschlag versehenes Gesims verdeckt und dadurch gegen unbefugte Hände geschützt.

Das durch die Closets laufende Wasser geht durch die senkrechten, 4 Zoll weiten Abfallröhren *ss*, Figur 12 und 14, nach den beiden, für jede Seite des Closets gemeinschaftlich angeordneten 8 Zoll weiten Röhren *tt*; die letzteren münden an ihrem tiefsten Punkte in einen Kreuzkopf, in welchem ein Abflußventil *u* eingesetzt ist. Dies Ventil besteht nach Figur 14 aus 2 Röhren, einem äußeren gußeisernen Rohr, 8 Zoll weit, mit conischem Messingventilsitz, und einem 5 Zoll weiten Kupferrohr, welches mit seinem unteren conischen Ende in diesen Ventilsitz paßt und oben mit einem Handgriff zum Herausziehen versehen ist. In der Wandung des Kupferrohres sind 4 Löcher genau in derjenigen Höhe angebracht, welche für den constanten Wasserstand in den Abflußröhren *ss* bestimmt ist. Für gewöhnlich sind die Haupt-Absperrhähne *ii* und *kk* geöffnet, während die am Boden der Reservoirs angebrachten Ventile *ff*, sowie das Haupt-Abflußventil *u* geschlossen bleiben; es findet in diesem Falle eine continuirliche Spülung mit einer, der Druckhöhe über dem oberen Ende der Ueberfallrohre *ee* entsprechenden geringen Geschwindigkeit statt, wobei die Excremente in das, in den Röhren *s* und *t* befindliche Wasser gespült werden, welches letztere in demselben Maasse, in welchem das Spülwasser aus den Reservoirs zufließt, durch die Ueberlauflöcher im Kupferrohr nach dem Hauptabflußrohr *r* abfließt. Nach Abgang

jedes Zuges oder in anderweit bestimmten angemessenen Zeitabschnitten wird das Ventil *u* durch Ausheben des Kupferrohrs geöffnet, wodurch das Wasser mit den in den Röhren *s* und *t* angesammelten Excrementen durch den Ventilsitz und das Rohr *r* mit großer Vehemenz in das außerhalb des Gebäudes befindliche Röhrensystem und die in demselben eingeschalteten luftdicht abgedeckten Schlammkasten getrieben wird. Gleichzeitig werden vermittelst der Zugstangen *vv*, Figur 13, die Bodenventile *ff* der Reservoirs geöffnet und das Rohrsystem auf kurze Zeit einer kräftigen Spülung unterworfen, worauf das Ventil *u* wieder eingesetzt und die Ventile *ff* geschlossen werden können. Sobald dies geschehen, füllen sich die Reservoirs von Neuem, worauf sich wieder der constante Wasserstand in den Röhren *s* und *t* bildet.

Um das Einfrieren der Spülungsvorrichtung im Winter zu verhüten, ist ein kupferner Heizcylinder *O*, Figur 11, 12, 13, im Aufsichtsraum aufgestellt, welcher vermittelst communicirender Röhren *zz* mit den Reservoirs in Verbindung steht und gleichzeitig den Aufsichtsraum mit erwärmt.

In den Damen-Retiraden ist ein Schiefertisch für Nachtgeschirre aufgestellt, unter dessen einem Ende sich ein Ausgußbecken befindet, von welchem das Schmutzwasser aufgenommen und nach dem allgemeinen Abflußrohr abgeführt wird. Ein an diesem Becken angebrachter Wasserverschluß sichert gegen alle etwaigen Ausdünstungen.

Die Kosten für das ganze Gebäude haben in runder Summe 554000 Thlr. betragen; die Bauausführung wurde unter der speciellen Leitung des damaligen Eisenbahn-Bau-meisters, jetzigen Bauinspectors Geiseler zu Brandenburg bewirkt, wobei die Ausarbeitung der Entwürfe für die architektonischen Details unter wesentlicher Mitwirkung des Bau-meisters Cuno zu Berlin erfolgte.

Die vereinigten Schulanstalten des Sophien-Gymnasiums und der Realschule in der Weinmeister- und Stein-Straße zu Berlin.

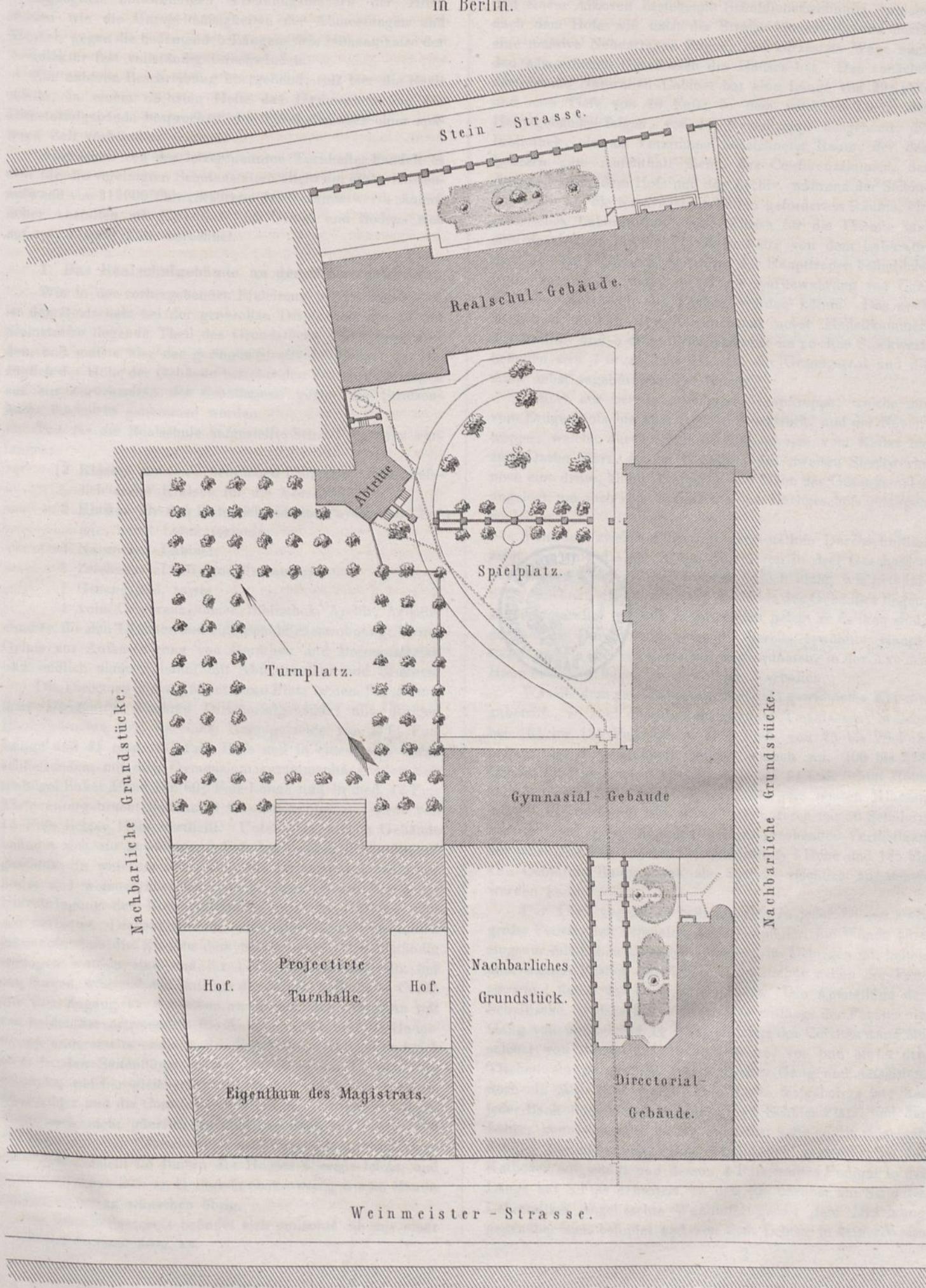
(Mit Zeichnungen auf Blatt 7 bis 9 im Atlas und auf Blatt A im Text.)

Zur Befriedigung des in Berlin fortwährend im Steigen begriffenen Bedürfnisses nach höheren Schulen, insbesondere für die bis dahin überaus spärlich bedachten Stadttheile der Königsstadt, des Spandauer und des Rosenthaler Viertels, ist es den städtischen Behörden mit vieler Mühe und unter Aufwendung sehr beträchtlicher Kosten möglich gewesen, durch Ankauf eines Zimmerplatzes und mehrerer kleineren Grundstücke ein, wenn auch unregelmäßiges, so doch zusammenhängendes und zwischen zwei Straßen belegenes Areal von rot. 600 Quadratruthen Flächeninhalt zu gewinnen. Die an die Bauverwaltung gerichtete Forderung ging dahin, auf diesem Grundstücke ein Gymnasium, eine Realschule und eine große Turnhalle zu errichten, außer für die zum Unterricht notwendigen Räumlichkeiten auch für die geeigneten Spiel- und Turnplätze Sorge zu tragen und für die drei Dirigenten entsprechende Wohnungen zu beschaffen; es wurde verlangt, daß alle drei Anstalten in einer gewissen Verbindung unter einander stehen, gleichzeitig aber derartig getrennt sein sollten, daß jede derselben ihren besonderen Ein- und Ausgang, wie auch besonderen Hof und besondere Abtrittsanlagen erhalte.

Einer solch' bedeutsamen Vereinigung an einer der beiden zu Gebote stehenden Straßenfronten Ausdruck zu geben

und so alle drei Anstalten zu einem Gesamtbilde zu vereinigen, scheiterte daran, daß ein mitten inne gelegenes Privatgrundstück durchaus nicht zu bekommen war, und führte dieser Umstand zu derjenigen Disposition, wie sie aus dem Situationsplan auf Blatt A im Text zu ersehen ist, derartig, daß der Zugang zum Gymnasium und zur Turnhalle von der bedeutenderen, nämlich von der Weinmeisterstraße, der Zugang zur Realschule von der Steinstraße her angeordnet und bezüglich der ersteren beider Anstalten die größere Front von 110 Fufs der Turnhalle und die kleinere Front von 58½ Fufs dem Gymnasium zugewiesen wurde. Letztere Front erschien jedoch für das Schulhaus selbst nicht, wohl aber zur Beschaffung der Wohnungen für die Dirigenten geeignet; es wurde daher das Directorialgebäude unmittelbar an der Straße, dagegen das Schulhaus dahinter und in der Weise projectirt, daß die Klassen desselben, wie es auch bei den Klassen der Realschule der Fall ist, auf den inmitten des Grundstücks verbleibenden großen Platz hinaussehen, der, nunmehr die beiden Spielhöfe sowie den Turnplatz umfassend, ordentlich planirt und mit Bäumen bepflanzt, einen überaus angenehmen Aufenthalt gewährt und einen herrlichen Luft- und Lichtraum, sowie einen Totalüberblick über die zu einer gemeinsamen

Situationsplan der vereinigten Schulanstalten
Sophien-Realschule und Sophien-Gymnasium.
in Berlin.



Baugruppe vereinigten Schulanstalten darbietet, wobei die unumgänglich nothwendigen Trennungsmauern der Höfe, ebenso wie die Unregelmäßigkeiten der Abmessungen und Winkel, gegen die bedeutenden Längen- wie Höhenmaasse der Architektur fast vollständig verschwinden.

Zur näheren Beschreibung übergehend, soll hier die Realschule, in einem nächsten Hefte das Gymnasium und das Directorialgebäude besprochen, die Turnhalle aber einer späteren Zeit vorbehalten werden.

Abgesehen von der letztgenannten Turnhalle, handelt es sich für die vereinigten Schulanstalten allein um einen Kostenaufwand von 312000 Thlr., während der Gesamtwertb sämtlicher Anstalten mit Einschluss des Grund und Bodens sich auf rot. 421000 Thlr. berechnet.

I. Das Realschulgebäude an der Steinstrasse.

Wie in der vorbergehenden Einleitung bereits angedeutet, ist der Realschule bei der generellen Disposition der an der Steinstrasse liegende Theil des Grundstücks zugewiesen worden, und mußte hier der geringen Strafsenbreite und der bezüglich der Höhe der Gebäude bestehenden Vorschriften wegen auf ein Zurücktreten des Schulhauses gegen die Strafsenflucht Rücksicht genommen werden.

Das für die Realschule aufgestellte Schul-Programm verlangte:

- 12 Klassen für den ordentlichen Unterricht, einschliesslich dreier Klassen für die Vorschule;
- 2 Klassen für den Unterricht in der Physik und Chemie, nebst Laboratorium;
- 1 Naturalien-Cabinet;
- 1 Zeichensaal mit Modellkammer;
- 1 Gesangssaal, sowie
- 1 Aula, Conferenzzimmer, Bibliothek, Archiv, Arbeitszimmer für den Director und eine Schuldienerwohnung; ferner Gelaß zur Aufbewahrung von Geräthen und Brennmaterial, und endlich einen Spielhof mit Abtrittsanlage und Brunnen.

Die Directorwohnung findet ihren Platz in dem für sämtliche Dirigenten erbauten Directorialgebäude; alle übrigen Räumlichkeiten sind in einem Hauptgebäude von 171½ Fufs Länge und 41 resp. 55½ Fufs Tiefe und in einem sich daran schließenden, mit dem Gymnasium zusammenhängenden Seitenflügel linker Hand von 60½ Fufs Länge und in med. 47 Fufs Tiefe untergebracht und auf 3 Geschosse über der Erde von 14 Fufs lichter Höhe vertheilt. Unter dem ganzen Gebäude befindet sich ein gewölbtes, 8 Fufs im Lichten hohes Kellergeschoss, in welchem namentlich die Heizanlage ihren Platz findet und welches überdies mehr als genügenden Raum zur Unterbringung der Brennmaterialien und der Geräthe aller Art darbietet. Die auf Blatt 8 befindlichen Grundrisse lassen erkennen, daß die Klassen dem Strafsengeräusch vollständig entzogen worden sind und ihr Licht von der Hofseite her empfangen, während der entlang der Strafsen befindliche Corridor den Zugang zu denselben vermittelt, den Mittelbau mit den beiden hervortretenden, die Aula einerseits und die Haupttreppe andererseits enthaltenden Bautheilen verbindet und sich auch in den Seitenflügel, sowie bis zu einem Lichthof hin erstreckt, welcher gleichzeitig die Grenze gegen das Gymnasium bildet und die Communication mit den dortigen Schülern, wenn auch nicht gänzlich aufhebt, so doch erschwert. Bei der vollkommenen Beleuchtung dieses Corridors ist die Uebersicht und Aufsicht im Innern des Hauses überaus leicht, und auch die Treppe läßt an Helligkeit ebensowenig wie an Räumlichkeit etwas zu wünschen übrig.

In dem Erdgeschoss befindet sich zunächst die aus einer

zweifenstrigen und zwei einfenstrigen Stuben, einer Küche und einem Alkoven bestehende Schuldienerwohnung, welche nach dem Hofe wie nach der Strafsen hinaussieht und durch eine massive Nebentreppe Zugang auf kürzestem Wege nach den sämtlichen Geschossen des Hauses hat. Das zunächst anstossende Naturalien-Cabinet hat eine Länge von 29½ Fufs und eine Tiefe von 20 Fufs; in dem mittleren Theile des Hauptgebäudes folgen, von der Nebentreppe ausgehend, die Bibliothek, ein als Vorzimmer bezeichneter Raum, der den Lehrern zum Aufenthalt dient, das Conferenzzimmer, der Ausgang nach dem Hofe und das Archiv, während der Seitenflügel die für die Naturwissenschaften geforderten Räume, ein chemisches Laboratorium, eine Klasse für die Chemie und eine desgleichen für die Physik enthält; von dem Laboratorium aus ist auch noch der unter der Haupttreppe befindliche Raum zugänglich, damit dieser zur Aufbewahrung von Chemikalien, Vorräthen etc. benutzt werden könne. Das erste Stockwerk enthält den Zeichensaal nebst Modellkammer, 3 Vorschul- und 5 ordentliche Klassen; im zweiten Stockwerk befinden sich 4 ordentliche Klassen, der Gesangssaal und die Aula nebst zugehörigem Vorzimmer.

Außer der bereits erwähnten Haupttreppe, welche nur vom Erdgeschoss bis zum zweiten Stockwerk, und der Nebentreppe, welche durch sämtliche Geschosse vom Keller bis zum Dache führt, ist im Grundriss des zweiten Stockwerks noch eine dritte, kleine Treppe in der Nähe des Gesangssaales angelegt, um auch von da aus nach dem Dachgeschoss gelangen zu können.

Von den zwei auf Blatt 9 dargestellten Durchschnitten zeigt der eine die neben den Corridoren in drei Geschossen befindlichen Klassen, über welchen jedoch nicht, wie irrthümlich gezeichnet, die Balken nach der Tiefe des Gebäudes liegen, sondern parallel mit den Frontwänden gelegt zu denken sind; der andere Durchschnitt zeigt die bereits erwähnte Haupttreppe, sowie die vor derselben angeordneten, in der Axe des Hauptcorridors liegenden gewölbten Vorhallen.

Was die dem gewöhnlichen Unterricht gewidmeten Klassen anbetrifft, so sind dieselben sogenannte Tiefklassen, welche bei 16½ bis 18½ Fufs Länge eine Tiefe von 25 bis 28 Fufs haben; der Flächeninhalt beträgt sonach rot. 406 bis 518 Quadratfufs, und der cubische Inhalt bei 14 Fufs lichter Höhe rot. 5684 bis 7252 Cubikfufs. Da nun die oberen Klassen mit 30, die mittleren mit 40 und die unteren mit 50 Schülern besetzt werden, so kommen bei entsprechender Vertheilung auf jeden Schüler 10½ bis 13½ Quadratfufs Fläche und 145 bis 189 Cubikfufs Raum, was als überaus reichlich angesehen werden kann.

Der Thür gegenüber befinden sich in jeder Klasse zwei große Fenster mit schmalen Zwischenpfeilern, die Wände sind ringsum mit hohen Paneelen versehen, im Uebrigen mit hellen aber matten Farben gestrichen. Unmittelbar neben der Fensterwand findet der Ofen seinen Platz. Die Aufstellung der Schultische ist derartig bewirkt, daß entlang der Fenster ein Gang von mindestens 1½ Fufs, entlang der Corridorwand ein solcher von mindestens 3½ Fufs Breite, vor und hinter den Tischen ein mindestens 2 Fufs breiter Gang und außerdem noch ein Mittelgang von 1½ Fufs Breite festgehalten ist; auf jeder Bank finden alsdann nur 4 bis 5 Schüler Platz, und der Lehrer kann von allen Seiten möglichst nahe an die einzelnen Schüler herankommen. Den Schultischen gegenüber ist das Katheder aufgestellt und dessen 4 Fufs breites Podium in der Länge auf 8 Fufs erweitert, so daß die darüber zur Seite des Lehrersitzes angebrachte Wandtafel genau dem Mittelgang gegenüber sich befindet und von dem Lehrer in keiner Weise

gedeckt, vielmehr vor derselben ein Platz geschaffen wird, der sowohl zu deklamatorischen Uebungen vortrefflich geeignet ist, als auch das Herantreten der Schüler an die Tafel gestattet, ohne daß der Lehrer selbst dadurch incommodirt wird. Es ist somit die frühere Sitte, die Tafel unmittelbar hinter dem Rücken des Lehrers anzubringen, vollständig verlassen. Zur Seite des Katheders und des zugehörigen Podiums bleibt überdies noch vollkommen genügender Platz zur Aufstellung einer Staffelei mit einer zweiten Tafel und eines zur Aufbewahrung der Bücher und der kleinen Geräthe etc. erforderlichen Schränkchens.

Was die Construction und Gröfse der Schultische anbelangt, so ist zunächst zu bemerken, daß, während in den Gemeindeschulen jedesmal der Tisch mit der zugehörigen Sitzbank verbunden und somit deren horizontaler Abstand unveränderlich festgestellt ist, hier, wie in den Gymnasien und Gewerbeschulen, der Tisch mit der zu der vorderen Reihe gehörigen Bank fest verbunden ist. Bevor das Festschrauben auf den Fußboden stattfindet, ist man daher in der Lage, den horizontalen Abstand zwischen Tisch und zugehöriger Sitzbank nach Belieben regeln zu können; selbstredend bleibt dabei der vorderste Tisch und die letzte Bank übrig, welche für sich allein gefertigt werden müssen, auch muß die letzte Bank mit besonderer Lehne versehen werden. Um den horizontalen Abstand zwischen Tisch und Bank auf ein Minimum und bis auf Null oder gar, wie von anderer Seite verlangt wird, bis auf — 2 Zoll zu reduciren, d. h. die Bank mit ihrer Vorderkante bis auf 2 Zoll unter den Tisch hinunterzuschieben, bedarf es, so lange nicht Einzelsitze oder höchstens Bänke für nur 2 Schüler eingeführt werden, außergewöhnlicher Einrichtung der Tische oder Bänke, sei es eine Klappvorrichtung, eine Verschiebbarkeit oder dergleichen, und da man sich vor derartigen künstlichen Einrichtungen scheut, solche vielmehr als nicht nur in der Anschaffung, sondern namentlich in der Unterhaltung kostspielig erachtet, so ist bis jetzt ein Abstand von 2 bis 3, auch wohl bis zu 3½ Zoll beibehalten worden. Die Tischplatten sind durchweg um ca. 1 Zoll geneigt, 14 bis 15 Zoll breit und an der Vorderkante 28½ bis 29½ Zoll hoch, die Bänke haben eine Höhe von 14 bis 15 Zoll und eine Breite von 9 bis 10 Zoll erhalten; in den untersten Klassen sind überdies noch Fußbretter angebracht.

Die übrige Ausstattung der Schulklassen betreffend, sind außer den bereits erwähnten Gegenständen in jeder noch ein Papierkasten und Schirmständer vorhanden, und die zum Anhängen der Mäntel, Ueberzieher und Mützen erforderlichen Haken befinden sich an der ringsum laufenden Holzbekleidung der Wände.

Die beiden Klassen für den Unterricht in der Physik und Chemie sind mit ansteigenden Sitzen und an Stelle des Katheders mit einem großen zu Experimenten geeigneten Tisch, das Laboratorium, den besten derartiger Einrichtungen gleichkommend, mit besonderen Arbeitsplätzen, Koch-, Abdampf- und Filtrir-Apparaten, Repositorien, Gas- und Wasserleitungs-Anlagen versehen; der Zeichensaal ist mit größeren Zeichentischen nebst zugehörigen Schemeln, mit sehr sorgsam construirten Einzeltischen mit Reitsitz, mit Staffeleien, Wandtafeln, Schränken mit Modellen und Apparaten aller Art, der Gesangssaal dagegen mit einfachen Sitzbänken, Notentafeln, Pianoforte und Notenschrank, ebenso die Bibliothek, das Conferenz- und Director-Zimmer, sowie das Naturalien-Cabinet und die Modellkammer mit den entsprechenden Tischen, Stühlen und Schränken ausgestattet. Gesangs- und Zeichensaal haben etwa die doppelte Gröfse einer Lehrklasse, nämlich $37\frac{1}{2}$ Fuß \times $27\frac{1}{2}$ resp. $40\frac{1}{2}$ Fuß \times 21 Fuß, also rund

1052 resp. 843 Quadratfuß Gröfse erhalten, während das Naturalien-Cabinet etwa 630 und die Modellkammer 380 Quadratfuß enthält.

Die im zweiten Stockwerk belegene Aula hat eine Gröfse von $41\frac{1}{2}$ Fuß in der Länge und 52 Fuß in der Tiefe, bei 28 Fuß Höhe erhalten. Sie wird von jeder der beiden Fronten her durch vier hohe Fenster erhellt, ist auch mit Gas Kronen und Wandarmen zur Abendbeleuchtung versehen. Den in drei Reihen aufgestellten Sitzbänken gegenüber befindet sich an der, auch den Eingängen gegenüber liegenden Wand ein durch die ganze Tiefe der Aula reichendes Podium mit den für die Sänger bestimmten Bänken und mit dem über das Podium erhöhten, in der Form einer Kanzel ausgeführten Lehrstuhl; die Decke der Aula ist als Holzdecke construirt, die Wände sind mit allegorischen Figuren sowohl, wie auch mit den Büsten des Königs und der Heroen der Wissenschaft und Kunst geschmückt.

Gleiche Maßse, wie der Aula, sind dem Treppenhause und den dazu gehörigen Vorhallen zu Theil geworden, und gereicht diese überaus geräumige Anlage der ganzen Schulanstalt zu besonderem Schmucke.

Von dem 40 Fuß langen und 20 Fuß breiten, den Corridoren und den Treppenläufen entsprechend getheilten Vestibül ersteigt man die dreiarmlige, in dem Hauptarm 10 und in den Nebenarmen 8 Fuß breit gehaltene Treppe bis zu dem zweiten Stockwerke, wo, wie auf Blatt 9 ersichtlich, auch die Corridorwand in Bogenöffnungen aufgelöst ist und zu der durch vier große Fenster erzielten Helle noch das Oberlicht hinzutritt. Von einer reicheren decorativen Ausschmückung hat allerdings Abstand genommen werden müssen; vielmehr mußte das Bestreben dahin gerichtet sein, mit verhältnißmäßig geringen Mitteln der ganzen Anlage den Charakter einer zweckmäßigen, klaren und freundlichen Anlage zu geben. Auch die Aufstellung von Bildwerken hat wohl vorgesehen werden können, ist aber der Zukunft vorbehalten worden.

Als ein überaus wesentlicher Theil der Bauausführung wurde dagegen die Heizung und Ventilation erachtet und erlaubten die von den städtischen Behörden bewilligten Mittel, daß eine Warmwasserheizung eingerichtet werden konnte. Dieselbe erstreckt sich mit Ausschluß der Schuldienervohnung auf sämtliche zum Unterricht bestimmte Klassen, einschließlic des Gesangs- und des Zeichensaals, und selbst auf die Aula. Letztere ist in den vier Ecken mit größeren, durch verzierte Gitter bedeckten Rohrsystemen, alle übrigen Räume aber sind mit Oefen aus Eisenblech von 21 bis 24 Zoll Durchmesser und incl. Gesims bis 10 Fuß hoch versehen worden, welche je nach der Gröfse mit 3 bis 5 Zoll weiten Röhren durchzogen sind. Bei der bedeutenden Anlage sind zwei schmiedeeiserne Kessel von 12 Fuß Länge und $4\frac{1}{4}$ Fuß Durchmesser mit Feuerrohr, sowie einschließlic der Façonstücke ca. 600 laufende Fuß gußeisernes Rohr von 2 bis 6 Zoll und ca. 1080 laufende Fuß schmiedeeisernes Rohr von $1\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll lichter Weite veranschlagt worden. Die Zahl der Oefen beläuft sich auf 29, die Heizfläche für die Klassen variirt zwischen 85 und 155 Quadratfuß und beträgt für die Aula viermal 250 Quadratfuß. Der gesammte Cubikinhalte berechnet sich auf ca. 225000 Cubikfuß, und da die Gesamtkosten, einschließlic jedoch der Ventilationsvorrichtungen, rund 11500 Thlr. betragen, müssen pro 1000 Cubikfuß rot. 52 Thlr. in Ansatz gebracht werden.

Da fast sämtliche Klassen nach dem schönen großen Hofe hinaussehen, so hat behufs Herstellung der Ventilation die frische Luft ebendaher entnommen und auf directem Wege

den in nächster Nähe der Frontwand befindlichen Oefen zugeführt werden können. Durch entsprechende Stellvorrichtungen ist es ermöglicht, die Luft entweder ohne Weiteres in das Zimmer eintreten zu lassen oder sie zu zwingen, ihren Weg durch die Oefen hindurch zu nehmen, damit sie zur Winterszeit bereits erwärmt und somit ohne Nachtheil für die Schüler ausströme. In der Richtung der Diagonale finden sich alsdann die Ausströmungsöffnungen für die heiße und verbrauchte Luft, die durch ein in den Mauern befindliches Canalsystem schliesslich dem grossen und hohen, durch die Kesselheizung erwärmten Luftschnornstein zugeführt wird. Eine nach Art eines Vorgelegtes angelegte Hilfsfeuerung ist dazu angethan, auch im heißen Sommer eine lebendige Luftströmung zu bewirken.

Hinsichtlich der Construction der Baulichkeiten ist durchweg auf einfache und solide Arbeit unter Verwendung tüchtiger Materialien gerücksichtigt worden. Während die Fundamente aus Kalksteinmauerwerk bestehen, sind die gesammten Mauern und Wände über der Erde, mit Ausschluss zweier kleinen, in der Wohnung des Schuldieners befindlichen Fachwerkwände, massiv in Ziegelsteinen hergestellt; das Dach ist mit Schiefer gedeckt, beide Treppen sind in Granit ausgeführt, die Vorhallen und Corridore gewölbt, die Klassen mit gestaakten Balkendecken versehen und die Decken und Wände durchweg mit Kalkputz überzogen; nur die Decke der Aula ist in reicherer Weise als Holzdecke ausgebildet worden. Zum Schutz der Wände sind sowohl innerhalb der Klassen, als auch auf den Corridoren Paneele von Holz auf $4\frac{1}{2}$ Fufs Höhe angebracht; die Fufsböden über den gewölbten Decken sind in Fliesen, im Uebrigen aus starken Brettern, gehobelt und gespundet angefertigt und letztere tüchtig mit Oel getränkt.

Thüren und Fenster sind aus bestem Kiefern-, die Sprossen und Wasserschenkel der letzteren aus Eichenholz angefertigt; mit Ausnahme der zur Aula führenden und der Haupteingangs-Thüren kommen nur einflügelige Sechsfüllungsthüren vor. Bei den Subsellen sowohl, wie auch bei den Tischen, Schränken und Repositorien ist jeder Anstrich möglichst vermieden, das Holzwerk derselben vielmehr natur-

farben belassen und in solcher Weise geölt oder polirt worden. Für eine geeignete Abendbeleuchtung der Klassen ist durch Gasleitung Sorge getragen.

Auch in der äusseren Architektur ist von jedweder Ueberfüllung und Verdunkelung des wirklichen Materials Abstand genommen und sind die Façaden lediglich in gebrannten Mauersteinen unter Anwendung von Formsteinen und Gesimsen von gebranntem Thon ausgeführt; zu dem Maafswerk der grossen, der Aula und dem Treppenhaus zugehörigen Fenster hat Sandstein verwendet werden können, der bei seiner milden röthlichen Farbe mit den Verblendsteinen sehr gut harmonirt. Bei grösster Einfachheit in den durch den Zusammenhang mit dem Gymnasium sehr bedeutenden Hof-façaden ist eben nur die nach der Steinstrafse gerichtete, gegen diese Strafse um die Tiefe eines mit eisernem Gitter abgeschlossenen Vorgartens zurücktretende Front in etwas reicherer Weise, wie solches Blatt 7 zeigt, ausgebildet worden; Aula und Treppenhaus durften ein Hervorheben derselben auch in der äusseren Ansicht beanspruchen, während der zwischen beiden liegende Gebäudetheil wegen der entlang der Strafse befindlichen Corridore lediglich schlicht behandelt werden mußte.

Ob die Absicht, ein den Zwecken der Schule entsprechendes, übersichtlich und einfach gegliedertes Ganzes herzustellen und solches unter Vermeidung alles Gesuchten und Gefältschten, ohne Aufwand und ohne Prunk in die äussere Erscheinung treten zu lassen, gleichzeitig aber zu der Wiedereinführung des Backsteinbaues, namentlich für öffentliche Bauten, beizutragen — ob diese Absicht und in wie weit solche erreicht ist, mögen insbesondere die Fachgenossen ermesen.

Dafs im Uebrigen die als Realschule erbaute Anstalt schliesslich nicht als solche, sondern als eine höhere Bürgerschule benutzt wird, ist in keiner Weise von nachtheiligem Einfluss gewesen.

Auf den Zusammenhang mit dem Gymnasium und auf die Anlage des Hofes, sowie der damit in unmittelbarer Verbindung stehenden Abtrittsanlage wird in der nächsten, die vereinigten Schulanstalten betreffenden Mittheilung zurückgegangen werden.

Gerstenberg.

Die Brücke über die Brahe in Bromberg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 10 bis 12 im Atlas.)

Die in Bromberg in dem neuen Strafsenzuge von Grostowo (Wilhelms-Strafse) nach dem Kornmarkte im Bau begriffene, auf Blatt 10 in Ansicht und Grundrifs dargestellte Brücke überschreitet den Brahe-Flufs unter einem Winkel von $63\frac{1}{2}$ Grad gegen den Stromstrich in einer Oeffnung, welche zwischen den Stirnen der Uferpfeiler, rechtwinklig zum Strome gemessen, 100 Fufs lichte Weite hat.

Die Hauptträger derselben haben eine Länge von 117 Fufs zwischen den Auflagermitten, und beträgt daher die normal zur Stromlinie gemessene Entfernung der Auflagermitten $117 \cdot \sin. 63\frac{1}{2} \text{ Grad} = 117 \cdot 0,895 = 104,72$ Fufs. Es verbleibt somit nach Abzug von 2 Fufs $4\frac{1}{2}$ Zoll für jedes der beiden Auflager, von der Mitte bis zur Pfeilerkante gemessen, eine lichte Weite von 100 Fufs zwischen den Pfeilern, normal zur Flufsrichtung gemessen.

Die Höhenlage der Brücke ist so gewählt, dafs die Unterkante der Construction in gleicher Höhe liegt mit der oberhalb gelegenen sogenannten Danziger Brücke (Ordinate

53 Fufs $1\frac{1}{2}$ Zoll). Es ergibt sich daraus die Höhenlage der Fahrbahn bei 3 Fufs $4\frac{1}{2}$ Zoll Constructionshöhe auf Ordinate 49 Fufs 9 Zoll.

Die Brücke hat eine Fahrbahn von 24 Fufs Breite innerhalb der Hauptträger und 2 Fufswege von je 6 Fufs Breite ausserhalb derselben. Rechnet man dazu für die Hauptträger jederseits 2 Fufs, so ergibt sich die Gesamtbreite zwischen den Geländern zu 40 Fufs. Die angeordnete Lage der Hauptträger zwischen der Fahrbahn und den Fufswegen gestattet neben einer günstigeren Ansicht des Bauwerkes eine leichtere und deshalb billigere Construction der Querträger. Die Ausdehnung der erhöhten Fufswege auf eine Breite von je 10 Fufs bildet eine Begrenzung der Fahrbahn und verhindert die Beschädigung der Hauptträger durch die Naben der die Brücke passirenden Wagen.

Wie aus der Zeichnung auf Blatt 10 hervorgeht, sind die Gaslaternen auf den Hauptträgern placirt und ein 8 Zoll weites Gasrohr unterhalb der Trottoirs übergeführt.

Die Form der Pfeiler ergab sich aus ihren Functionen. Sie sind Stützmauern gegen den Druck der hinter ihnen liegenden Erdmassen, gewähren den Hauptträgern und den Enden der Strafsenbalken Unterstützung und dienen zur Durchführung der Leinpfade. Außerdem ist der Anschluss von Quaimauern für eventuelle Anlage von Uferstraßen ermöglicht.

Der linksseitige Leinpfad hat wegen des Treidelns mit Pferden eine Breite von 7 Fufs, der rechtsseitige dagegen eine solche von 5 Fufs erhalten. Zur Freihaltung des Fluthprofils werden die Leinpfade unter der Brücke durch eiserne eingemauerte Balken unterstützt. Sie liegen 7 Fufs unter der Unterkante der Brücke und werden vom höchsten Hochwasser, welches zu den größten Seltenheiten gehört und bei welchem die Schifffahrt ruht, überfluthet.

Ein Eisgang findet wegen oberhalb belegener Mühlen nicht statt. Die Träger der Leinpfade sind in vorbereitete Oeffnungen der Mauer eingesteckt, am hinteren Ende dieser Oeffnung durch einen oberhalb gelegenen Lagerstein gestützt und vorn am Rande der Oeffnung auf eine $\frac{1}{2}$ Zoll starke gusseiserne Unterlagsplatte gelagert. Der Anschluss der Leinpfadsbrücke an den Leinpfad auf dem Ufer ist durch bewegliche Rampen bewirkt, welche einem eventuel eintretenden Sacken des Bodens folgen können.

Die Fahrbahn der Brücke besteht aus einem Unter- und einem Oberbelag aus Holz. Der Unterbelag ist aus 4 Zoll starken Bohlen von Kiefernholz gebildet, welche eine Einzelast von 50 Ctr. bei 3 Fufs Stützweite mit Sicherheit tragen können. Der Oberbelag besteht aus 2 Zoll starken Fahrbohlen von Buchenholz. Das seitliche Gefälle der Fahrbahn beträgt $4\frac{1}{2}$ Zoll auf 10 Fufs Breite. Die so befestigte Fahrbahn hat eine Breite von 20 Fufs, und springt am Rande derselben ein Banquett von $4\frac{1}{2}$ Zoll Höhe vor, welches an der Kante durch ein Winkeleisen verstärkt ist, um die Fuhrwerke von der Eisenconstruction abzuhalten. Unter demselben kann das Wasser der Fahrbahn abfließen, während der äußerste Längsträger der Fahrbahn (Strafsenbalken) durch einen Blechstreifen vor Feuchtigkeit geschützt wird. Der Unterbelag ist von unten mittelst Hakennägeln an die oberen Winkeleisen der Strafsenbalken befestigt, der Oberbelag dagegen auf diesem durch Nagelung.

Die Fufswege ruhen auf eisernen Querträgern, auf denen $3\frac{1}{2}$ Zoll starke Hölzer aufgefüttert sind, die zur Nagelung der 3zölligen Fufswegbohlen dienen. Nach der Außenseite der Brücke wird die Bohlenbahn durch ein Gesimsholz von 6 Zoll Stärke abgeschlossen.

Der eiserne Ueberbau der Brücke besteht aus zwei zwischen der Fahrbahn und den Fufswegen angeordneten, 26 Fufs von Mitte zu Mitte auseinander liegenden Haupt-Tragesystemen von 15 Fufs Höhe, im mittleren Theile zwischen den Schwerpunkten der Gurtungen gemessen. Die gesammte Länge des Trägers zwischen den Auflagermitten ist durch Vertikalen, welche stark genug sind, ein Ausbiegen der gedrückten Gurtung zu verhindern, in 9 Felder von 13 Fufs Länge getheilt. Die Krümmung der oberen Gurtung ist so bestimmt, daß die in jedem Felde befindliche Diagonale immer Zugspannung hat, welche je nach der stattfindenden Belastung der Brücke zwischen 0 und der für ihre Stärke maassgebenden Maximalspannung wechselt. Im mittelsten Felde sind zwei sich kreuzende Zugdiagonalen angeordnet.

Zwischen beiden Hauptträgern befinden sich Querträger, normal zur Brückenaxe. Da die Tangente des Winkels der Brückenaxe gegen die Flufsrichtung (tang. $63\frac{1}{2}$ Grad) den Werth 2 hat, so trifft die von dem Knotenpunkte des einen

Trägers normal abgehende Querverbindung auf den nächstfolgenden Knotenpunkt des andern Trägers. Die mittelst Anschlussplatten an die Vertikalen der Haupttragesysteme angreifenden Querträger sind als Fachwerksträger mit gekreuzten Diagonalen construirt und schliessen sich dem Querprofil der Fahrbahn an. Die Stärke der Constructionstheile derselben ist, gleich denen der Strafsenbalken, so bestimmt, daß bei einer Belastung durch Wagen, welche mit 50 Ctr. auf jedes Rad drücken, die Anstrengung des Materials unter 100 Ctr. pro Quadratzoll bleibt, während bei einer etwaigen Belastung mit Wagen, welche 100 Ctr. Druck auf jedes Rad ausüben, ausnahmsweise eine Spannung bis zu 150 Ctr. pro Quadratzoll Querschnitt stattfinden würde. Die Fufswege werden durch Consolen unterstützt, welche eine Verlängerung der Querträger über die Vertikalen der Haupttragesysteme hinaus bilden und am Ende einen 9 Zoll hohen Γ förmigen Walzbalken tragen, auf welchem die Fufswege mittelst Querbohlen ruhen.

Zwischen den Querverbindungen liegen 8 Blechträger als Strafsenbalken, von denen die mittleren 2 Fufs, die übrigen 3 Fufs im oberen Theile von einander entfernt sind. Nur die beiden äußersten stehen vertikal, während bei den übrigen die Blechwand normal zur oberen Gurtung der Querträger gestellt ist. Die Gurtungen dieser 13 Fufs langen Strafsenbalken sind durch je ein Winkeleisen gebildet. Auf den Strafsenbalken liegen direct die 4 Zoll starken Bohlen der Fahrbahn. Die Auflager der Haupttragesysteme sind auf dem rechtsseitigen Pfeiler als feste, auf dem linksseitigen als bewegliche, sogenannte Pendel-Auflager construirt, und ist deshalb auch der linksseitige Anschluss der hölzernen Brückenbahn an das Pflaster, sowie der Anschluss des Brückengeländers beweglich construirt. Aus dem angegebenen Grunde liegen die Unterlagsteine für die Hauptträger (siehe Profil CD, Blatt 10) auf dem linksseitigen Pfeiler um 6 Zoll tiefer, als auf dem rechtsseitigen.

Da, wo die obere Gurtung der Haupttragesysteme in die Fahrbahn einschneidet, haben Gas-Candelaber einen passenden Platz gefunden.

Das Geländer der Brücke besteht, der leichten Construction der Fahrbahn entsprechend, aus Schmiedeeisen mit gusseisernem Ornamente (Blatt 12). Die Befestigung der vertikalen Stäbe an den Kopf eines jeden der 4 Zoll hohen, die Fufswege unterstützenden Γ Eisen wird durch eine gusseiserne Hülse bewirkt, welche nach außen ein Consol zur Unterstützung des Gesimsholzes bildet. Unter und über der Hülse ist eine gewalzte Platte an den Flanschen des Γ Eisens befestigt, welche, ebenso wie die Gufshülse, eine Oeffnung für den vertikalen Geländerstab hat. Der letztere ist über dem Gesimsholze mit einer zweiten gusseisernen, 6 Zoll hohen Hülse umgeben, welche durch einen $\frac{1}{8}$ Zoll starken Keil befestigt ist, und hat am unteren Ende ein Schraubengewinde mit Mutter.

Der Anschluss des Geländers der Fahrbahn an das auf dem linksseitigen Pfeiler befindliche ist beweglich hergestellt, indem die Horizontalstäbe des Geländers in den ersten der beiden auf dem Pfeiler angeordneten gusseisernen Pfosten ohne weitere Befestigung eingesteckt sind, so daß die vorkommende Längenänderung, die $\frac{1}{1000}$ der Trägerlänge = 1,4 Zoll nicht erreichen wird, am Geländer nicht auffällig erscheint.

Die speciellen Dimensionen der Eisenconstruction, deren Details durch Zeichnungen auf Blatt 11 und 12 genau dargestellt sind, erläutert folgende durch den Herrn Baumeister Harbeck ausgeführte

Statische Berechnung:

Den geometrischen Zusammenhang eines Hauptträgers zeigt Blatt 12 der Zeichnungen. Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Längen der Schwerpunktslinien der Constructionstheile in Fufs, resp. die Maximal-Spannungen der einzelnen Gurtungstheile und Diagonalen in Centnern.

Die Anordnung des Grundrisses ist auf Blatt 10 ersichtlich.

Eigengewicht und Belastung sind für eine Länge von 13 Fufs wie folgt eingeschätzt worden:

1. Das Eigengewicht der 2 Hauptträger 8 Ctr. pro laufenden Fufs oder pro Brückenfeld 8 . 13 . . . = 104 Ctr.
 2. Ein Querträger von 26 Fufs Länge . . = 16,5 -
 3. Zwei Consolen = 4,75 -
 4. 104 Fufs innere Strafsenbalken . . . = 31,33 -
 5. 84 Fufs Walzbalken, 4 Zoll hoch, à 10,7 Pfd. = 9 -
 6. 26 - - 9 - - à 24 - = 6,25 -
 7. Der horizontale Kreuzverband . . . = 3 -
 8. 13 Fufs Brückenbahn = 13 . 15 Cbkffs.
Holz à 0,4 Ctr. = 78 -
 9. Für 26 Fufs Geländer, 13 Fufs Gasrohr
und zur Abrundung = 31,17 -
- Summa 284 Ctr.
10. Die variable Belastung wird in Rechnung gestellt mit 75 Pfund pro Quadratfuß nutzbarer Brückenbahn = 13 . 36 . 0,75 = 351 -
überhaupt 635 Ctr.

oder pro Träger und Knotenpunkt:

- p = constante Belastung 142 Ctr.
 π = variable Belastung 176 -
 Summa 318 Ctr.

Die Auflagerreaction und die Belastung der einzelnen Knotenpunkte ist für den halben Hauptträger folgende nach Blatt 12:

	A.	J.	L.	M.	N.
p = 568	142	142	142	142	142
π = 704	176	176	176	176	176
zusammen 1272	318	318	318	318	318

Auflager-Reaction. Belastungen.

Es ist hiernach das Verhältniß der constanten zur variablen Belastung nahe = 4:5, und ist hierauf die Form der oberen Gurtung mit Rücksicht auf die bereits erwähnte Spannung der Diagonalen gebildet. Dieser Maximalbelastung steht eine Anstrengung des Materials mit höchstens 100 Ctr. pro Quadrat Zoll gegenüber.

Die größte Spannung der Gurtungen der Hauptträger findet statt bei voller Belastung der Brückenbahn. Diese Spannungen in den einzelnen Gurtungstheilen ergeben sich aus nachstehenden Gleichungen, worin d_1 bis d_5 die einzelnen Felder der oberen Gurtung, z_1 bis z_5 die der unteren Gurtung, vom Auflagerpunkte an gerechnet, bezeichnen. (conf. Blatt 12).

$$d_1 = \frac{1272 \cdot 15,5}{8,4} = 2347 \text{ Ctr.}$$

$$d_2 = \frac{1272 \cdot 26 - 318 \cdot 13}{12,2} = 2372 \text{ Ctr.}$$

$$d_3 = \frac{318 \cdot 13 (4 \cdot 3 - 3)}{14,8} = 2514 \text{ Ctr.}$$

$$d_4 = \frac{318 \cdot 13 (4 \cdot 4 - 6)}{15} = 2756 \text{ Ctr.}$$

$$d_5 = \frac{318 \cdot 13 (4 \cdot 5 - 10)}{15} = 2756 \text{ Ctr.}$$

und $z_1 = \frac{13}{15,5} d_1 = 1968 \text{ Ctr.}$

$z_2 = z_1 = 1968 \text{ Ctr.}$

$$z_3 = \frac{318 \cdot 13 (4 \cdot 2 - 1)}{13} = 2226 \text{ Ctr.}$$

$$z_4 = \frac{318 \cdot 13 (4 \cdot 3 - 3)}{15} = 2480 \text{ Ctr.}$$

$$z_5 = \frac{318 \cdot 13 (4 \cdot 4 - 6)}{15} = 2756 \text{ Ctr.}$$

Zur Berechnung der Diagonalen wird die ungünstigste Belastung vorausgesetzt, bei welcher der Brückentheil bis zum nächstliegenden Auflager unbelastet bleibt, während der andere Theil im Maximo belastet ist. Es ergibt sich dann die Spannung der einzelnen Diagonalen x_2 bis x_5 , vom Auflagerpunkte nach der Mitte gezählt, wie folgt:

$$x_2 = \frac{\left(142 \cdot \frac{16}{18} + 7 \cdot 318 \cdot \frac{8}{16}\right) \cdot 10,6 - 142 \cdot 23,6}{19,8}$$

$$= \frac{1115 \cdot 10,6 - 142 \cdot 23,6}{19,8} = 427 \text{ Ctr.}$$

$$x_3 = \frac{\left(2 \cdot 142 \cdot \frac{15}{18} + 6 \cdot 318 \cdot \frac{7}{18}\right) \cdot 57,4 - 142 (70,4 + 83,4)}{68}$$

$$= \frac{979 \cdot 57,4 - 142 \cdot 153,8}{68} = 505 \text{ Ctr.}^*)$$

$$x_4 = \frac{19,8}{15} \left[\left(3 \cdot 142 \cdot \frac{14}{18} + 5 \cdot 318 \cdot \frac{6}{18}\right) - 3 \cdot 142 \right]$$

$$= \frac{19,8}{15} (849 - 3 \cdot 142) = 558 \text{ Ctr.}$$

$$x_5 = \frac{19,8}{15} \left[\left(4 \cdot 142 \cdot \frac{13}{18} + 4 \cdot 318 \cdot \frac{5}{18}\right) - 4 \cdot 142 \right]$$

$$= \frac{19,8}{15} (763 - 4 \cdot 142) = 257 \text{ Ctr.}$$

In den Vertikalen überschreiten die Zugspannungen nicht die Belastung eines Knotenpunktes von 318 Centner, die Druckspannungen bleiben immer kleiner als die Zugspannungen der nächsten Diagonale. Eine genaue Ermittlung ist daher nicht erforderlich, da den Constructionstheilen doch behufs der Aussteifung der oberen Gurtungen gröfsere Dimensionen gegeben werden müssen.

Den Spannungen entsprechend, sind nachstehende Querschnitte angeordnet:

1. Für die obere Gurtung in der Mitte:
 - 2 Horizontalplatten 14 Zoll breit, $\frac{3}{8}$ Zoll stark = 10,5 Quadrat Zoll
 - 1 Stehrippe 11 Zoll hoch, 1 Zoll stark = 11 -
 - 2 Winkeleisen 3 Zoll \times 3 Zoll \times $\frac{3}{8}$ Zoll = 6,7 -
- 28,2 Quadrat Zoll

für die erforderlichen 27,6 Quadrat Zoll.

An den Enden derselbe Querschnitt mit Winkeleisen von $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke, daher daselbst 27 Quadrat Zoll Querschnitt.

Zwischen den vertikalen Schenkeln der Winkeleisen und der Stehrippe befindet sich ein Zwischenraum von $\frac{1}{2}$ Zoll für die Stofsplatten der Stehrippe, die in den Knotenpunkten liegen, und bei $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke so breit sind, daß sie gleichzeitig den Anschluß der Diagonalen vermitteln. Die Stöße der Deckplatten sind 2 mal in den Knotenpunkten und 3 mal in der Mitte eines Feldes durch gemeinsame $\frac{3}{8}$ Zoll starke Stofsplatten gedeckt. Die Stöße der Winkeleisen fallen mit denen der Deckplatten nahezu zusammen und haben zur Deckung sowohl im vertikalen wie im horizontalen Schenkel Stofsplatten von 3 resp. 2 $\frac{1}{2}$ Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ resp. $\frac{3}{8}$ Zoll Stärke erhalten.

*) Bei den Gleichungen für x_2 und x_3 ist die Summe der Momente auf den Durchschnittspunkt der oberen und untern Gurtung der Felder 2 und 3 bezogen, für den betreffenden linksseitigen Abschnitt gleich Null gesetzt.

Die Maximalanstrengung der Diagonalen und der Constructionstheile in den äußeren Feldern des Querträgers findet theils bei gleichförmig vertheilter Belastung, theils bei Einzel-lasten statt; theils bei belasteter Fahrbahn und unbelasteter Console, theils bei belasteter Console und unbelasteter Fahrbahn.

Die Maximalspannungen, welche die für die verschiedenen Belastungen durchgeführte Rechnung für die einzelnen Con-structionstheile ergeben hat, sind in vorstehende Figur ein-geschrieben.

Hiernach ist die obere Gurtung aus 2 Winkeleisen von $2\frac{1}{2}$ Zoll \times $2\frac{1}{2}$ Zoll \times $\frac{3}{8}$ Zoll = 3,46 Quadrat Zoll Querschnitt, denen auf die Länge der 5 Mittelfelder eine Deckplatte von $6\frac{1}{4}$ Zoll \times $\frac{1}{16}$ Zoll = 1,95 Quadrat Zoll hinzugefügt ist, gebildet.

Ebenso besteht die untere Gurtung aus 2 Winkeleisen von 3 Zoll \times 3 Zoll \times $\frac{3}{8}$ Zoll = 3,66 Quadrat Zoll netto, wel-chen für die 5 Mittelfelder eine Deckplatte von $6\frac{1}{4}$ Zoll \times $\frac{3}{8}$ Zoll = 1,97 Quadrat Zoll netto zugefügt ist.

Die Diagonalen sind sämmtlich doppelt in der Art, daß die Zugdiagonalen zwischen den Druckdiagonalen liegen und letztere auseinander halten; sie bestehen sämmtlich aus Flach-eisen von 2 bis $3\frac{1}{4}$ Zoll Breite und $\frac{3}{8}$ bis $\frac{7}{16}$ Zoll Stärke.

Die Vertikalen, von denen nur zwei, die 10 Fufs von der Mitte entfernten, wirklich vertikal gestellt sind, während die 6 mittleren normal zur oberen Gurtung stehen, sind aus 2 Winkeleisen von $2\frac{1}{2}$ Zoll \times $2\frac{1}{2}$ Zoll \times $\frac{3}{8}$ Zoll gebildet, deren Stellung zu einander aus der Zeichnung Bl. 12 ersichtlich ist. Dieselben vermitteln gleichzeitig den Anschluß der Strafsen-balken.

Die Anordnung der Niete, welche sämmtlich $\frac{3}{4}$ Zoll stark sind, ergibt sich gleichfalls aus der Zeichnung; sie erhalten zur Aussteifung der Constructionstheile die entsprechenden Einlagen.

Die abweichende Anordnung des letzten Querträgers an jedem Ende der Brücke, welcher nur nach einer Seite ein Consol zur Unterstützung des Fußweges hat, während das andere Ende über dem Auflager des Hauptträgers unterstützt wird, zeigt Bl. 12 der Zeichnungen.

6. Die Strafsenbalken, welche die Fahrbahn tragen, haben 13 Fufs Länge bei einer Gesamthöhe von $15\frac{1}{2}$ Zoll, welcher eine Entfernung der Gurtungsschwerpunkte von etwa 1,1 Fufs entspricht. Bei 3 Fufs Entfernung der Strafsenbalken von einander beträgt die constante Belastung:

$$20 \text{ Cbkffs. Bohlenbelag} \dots \dots \dots = 9\frac{1}{2} \text{ Ctr.}$$

$$\text{Eigengewicht eines 13 Fufs langen Balkens} = 6\frac{3}{4} \text{ -}$$

$$\text{Summa } 16 \text{ Ctr.}$$

Der Balken soll bei einer Einzellast von 50 Ctr. mit höchstens 100 Ctr. pro Quadrat Zoll beansprucht werden, bei 100 Ctr. Einzellast aber keine gröfsere Inanspruchnahme erleiden, als 150 Ctr. pro Quadrat Zoll. Das Biegemoment beträgt im ersten Falle

$$\frac{16 \cdot 13}{8} + \frac{50 \cdot 13}{4} = 188,5 \text{ Ctrfufs,}$$

und ist der erforderliche Querschnitt

$$\frac{M}{hk} = \frac{188,5}{1,1 \cdot 100} = 1,71 \text{ Quadrat Zoll;}$$

im andern Falle ist das Biegemoment

$$\frac{16 \cdot 13}{8} + \frac{100 \cdot 13}{4} = 351 \text{ Ctrfufs,}$$

und der erforderliche Querschnitt

$$\frac{351}{1,1 \cdot 150} = 2,13 \text{ Quadrat Zoll.}$$

Der letztere Querschnitt ist also maafsgebend.

Die Strafsenbalken bestehen aus einer $\frac{1}{2}$ zölligen Blech-platte von $15\frac{1}{2}$ Zoll Höhe, oben und unten gurtet durch

ein Winkeleisen von $2\frac{1}{2}$ Zoll Schenkellänge bei $\frac{3}{8}$ Zoll Stärke.

Der Gurtungsquerschnitt beträgt demnach:

$$\frac{1}{8} \text{ der Vertikalplatte: } \frac{1}{8} \cdot 15,5 \cdot \frac{3}{8} = 0,94$$

$$\text{Quadrat Zoll brutto und} \dots \dots \dots 0,84 \text{ Qdrtzoll netto}$$

$$1 \text{ Winkeleisen } 2\frac{1}{2} \text{ Zoll} \times 2\frac{1}{2} \text{ Zoll} \times \frac{3}{8} \text{ Zoll} = 1,45 \text{ -}$$

$$\text{Summa } 2,29 \text{ Qdrtzoll netto}$$

Nietung, Aus- und Absteifung an den Auflagern ergibt die Zeichnung Bl. 10 und 12.

7. Die 4 Zoll hohen E-förmigen Balken unter den Fußwegen liegen in 3 Fufs Abstand von einander, nahezu $7\frac{1}{2}$ Fufs freitragend.

Die Belastung eines solchen Balkens pro laufenden Fufs ist:

$$\text{Eigengewicht} \dots \dots \dots = 10,7 \text{ Pfd.}$$

$$3 \text{ Quadratfufs Belag} = \frac{3}{4} \text{ Cbkffs. à } 50 \text{ Pfd.} = 37,5 \text{ -}$$

$$\text{Summa constante Belastung } 48,2 \text{ Pfd.}$$

oder rot. 50 Pfd. pro laufenden Fufs.

Die Nutzlast von 75 Pfd. pro Quadratfufs ergibt 3.75 = 225 Pfd. pro laufenden Fufs, mithin beträgt die Gesamt-belastung 2,75 Ctr. pro laufenden Fufs oder 0,92 Ctr. pro Quadratfufs.

Der Träger liegt auf $7\frac{1}{2}$ Fufs frei, daher

$$pl = 2,75 \cdot 7,5 = 20,6$$

$$M = \frac{pl^2}{8} = \frac{20,6 \cdot 7,5 \cdot 12}{8} = 232 \text{ Ctr Zoll,}$$

daher das erforderliche Widerstandsmoment

$$W = 2\frac{1}{2}.$$

Das 4 Zoll hohe E Eisen, im Gewichte von 10,7 Pfd. pro laufenden Fufs, hat ein Widerstandsmoment $W = 3,7$ und ist mithin mehr als ausreichend stark.

8. Der äußere von den Consolen getragene Längs-balken unter den Fußwegen hat auf 13 Fufs Länge zu tragen $6\frac{1}{4} \cdot 13 \cdot 0,92 = 75 \text{ Ctr.} = pl$, daher

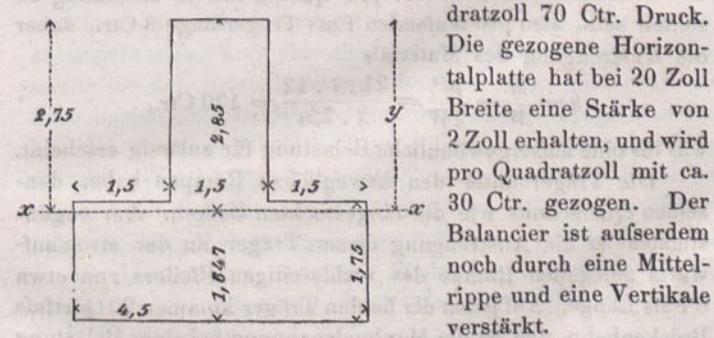
$$W = \frac{pl^2}{8k} = \frac{75 \cdot 13 \cdot 12}{8 \cdot 100} = 14,6.$$

Der gewählte 9 Zoll hohe E förmige Walzbalken von etwa 24 Pfd. pro laufenden Fufs hat ein Widerstandsmoment $W = 16$, ist also reichlich bemessen.

9. Die gusseisernen Auflager.

Der Balancier des auf Bl. 11 dargestellten Auflagers bei A empfängt den Vertikaldruck von 1272 Ctr. vorzugsweise an den Enden und ist in der Mitte gestützt. Er ist in seiner Gliederung als ein Dreieck von 27 Zoll Grundlinie und $6\frac{3}{4}$ Zoll Höhe aufzufassen, das an den 3 Spitzen durch die parallelen Kräfte - 636, - 636, + 1272 gedrückt wird. Die Spannungen in den 3 Seiten des Dreiecks sind demnach circa 1400, 1400 und 1250 Ctr.

Die gedrückten Theile haben 20 Quadrat Zoll Querschnitt, oder bei 20 Zoll Breite 1 Zoll Stärke, und erleiden pro Qua-



dratzoll 70 Ctr. Druck. Die gezogene Horizontalplatte hat bei 20 Zoll Breite eine Stärke von 2 Zoll erhalten, und wird pro Quadrat Zoll mit ca. 30 Ctr. gezogen. Der Balancier ist außerdem noch durch eine Mittel-rippe und eine Vertikale verstärkt.

Der Sattel des Lagers über dem Pendelsatze des be-weglichen resp. über der Unterlagplatte des festen Auflagers ist als Balken berechnet, der in der Mitte belastet und gleich-

förmig gestützt wird. Der Druck pro laufenden Zoll, wenn man denselben gleichmäßig vertheilt denkt, während in Wirklichkeit der Druck der äußeren Pendel geringer sein wird, beträgt $\frac{1272}{15} = 85$ Ctr. Bei Zerlegung in 4 gleiche L-förmige Theile von vorstehend skizzirtem Querschnitt kommt auf jeden derselben pro laufenden Zoll circa 20 Ctr.

Das Widerstandsmoment des vorstehenden Querschnittes ist $W = \frac{J}{y} = \frac{1}{8} \left[\frac{(BH^2 - bh^2)^2 - 4BHbh(H-h)^2}{BH^2 - 2bHh + bh^2} \right] = 11$,

daher $\frac{pl^2}{2} = 11k$ und (conf. Bl. 11)

$$k = \frac{20 \cdot 7,5 \cdot 7,5}{2 \cdot 11} = 51 \text{ Ctr.}$$

für die gedrückte Faser. Die gezogene Seite des Balkens wird also mit $\frac{51 \cdot 1,65}{2,85} = 30$ Ctr. pro Quadratfuß angestrengt.

Die 5 Pendel übertragen bei 6 Zoll Höhe und 20 Zoll Länge pro laufenden Zoll circa 12 Centner, die Halbzapfen bei 4 Zoll Durchmesser und 20 Zoll Länge pro Quadratfuß circa 15 Centner.

10. Berechnung der Leinpfadsbrücke.

Die Bohlenbahn der Leinpfadsbrücken wird getragen durch Träger auf einem Stützpunkte. Dieselben liegen im Allgemeinen 3 Fufs von einander entfernt, und beträgt somit die Belastung eines Trägers der 7 Fufs breiten Leinpfadsbrücke:

21 Quadratfuß Bohlenbelag 3 Zoll stark, = 5½	
Obkffs.	= 262 Pfd.
7 Fufs Walzbalken à 14 Pfd.	= 98 -
3 Fufs [Eisen à 16 Pfd. = 48 Pfd., dafür gleichförmig vertheilt	= 96 -
Für das Geländer, gleichförmig vertheilt gedacht = 34 -	
Holzauffütterung, Verbindungstheile und zur Abrundung	= 35 -
	<hr/>
	525 Pfd.

Mithin beträgt die Belastung durch das Eigengewicht pro Quadratfuß = 25 Pfd.

Die größte Nutzlast, welche auf einen Träger kommen kann, würde das Gewicht eines Pferdes und eines Menschen sein, etwa 7½ Ctr.

Diese Last im Abstände von 5½ Fufs vom Stützpunkte vereinigt, dazu das concentrirte Eigengewicht mit rund 3½ Ctr. an derselben Stelle angreifend, giebt eine Gesamt-Einzellast von 11 Ctr., daher

$$W = \frac{M}{k} = \frac{Pl}{k} = \frac{11 \cdot 5,5 \cdot 12}{100} = 7,26.$$

Der gewählte Walzbalken von 5½ Zoll Höhe hat ein Widerstandsmoment $W = 7,34$.

Für eine ausnahmsweise Belastung durch Menschen würde die Gesamtlast mit 1 Ctr. pro Quadratfuß in Rechnung zu stellen sein, also pro laufenden Fufs Trägerlänge 3 Ctr., daher die Anstrengung des Materials

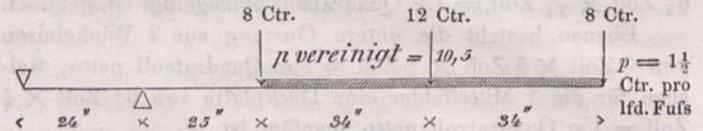
$$k = \frac{M}{W} = \frac{pl^2}{2W} = \frac{21 \cdot 7 \cdot 12}{2 \cdot 7,34} = 120 \text{ Ctr.,}$$

was für eine aufsergewöhnliche Belastung für zulässig erscheint.

Die Träger unter den beweglichen Rampen haben denselben Querschnitt wie die eingesteckten Balken. Am ungünstigsten ist die Anstrengung dieser Träger an der stromaufwärts gelegenen Rampe des rechtsseitigen Pfeilers von etwa 8 Fufs Länge. Auf jeden der beiden Träger kommen 20 Qdrtfufs Brückenbahn, und ist die Maximalspannung bei einer Belastung durch Menschen von (1 Ctr. pro Quadratfuß) $pl = 20$ Ctr.,

$$k = \frac{pl^2}{8W} = \frac{20 \cdot 8 \cdot 12}{8 \cdot 7,34} = \text{rot. } 33 \text{ Ctr.}$$

Das eine Ende der Rampenträger findet sein Auflager auf dem Ufer, während das andere durch einen Bolzen von 1 Zoll Durchmesser den Druck auf einen 9 Zoll hohen Walzbalken überträgt. Der meist belastete von diesen Trägern ist der auf Blatt 11 dargestellte Träger der stromabwärts gelegenen linksseitigen Rampe. Bei einer Gröfse der Rampe von 56 Quadratfuß würde die durch die Charniere zu übertragende Last im ungünstigsten Falle 28 Ctr. betragen, dazu die halbe Belastung des ersten Feldes vom festen Theile der Leinpfadsbrücke = $\frac{3 \cdot 7}{2} = 10,5$ Ctr., ergiebt eine Gesamtbelastung von in max. 38,5 Ctr.



Dieselbe vertheilt sich annähernd in vorstehend angedeuteter Weise, und ist daher das Maximal-Moment

$$M_{\max} = 8 \cdot 25 + 22,5 \cdot 59 + 8 \cdot 93 = 2271$$

$$k = \frac{M}{W}$$

Das Widerstands-Moment des gewählten 9 Zoll hohen Walzbalkens ist $W = 19,65$, mithin die größte Faserspannung

$$k = \frac{2271}{19,65} = 115 \text{ Ctr.}$$

Es ist also diese Spannung bei aufsergewöhnlicher Belastung geringer als die der Träger des festen Brückentheils.

Nach vorstehend ermittelten Dimensionen berechnet, ist das Gewicht der Eisen-Construction folgendes:

A. des eisernen Ueberbaues:

	Schmiedeeisen	Gufseisen	Blei
2 Hauptträger incl. Auflager	62986 Pfd.	4662 Pfd.	206 Pfd.
7 mittlere Querträger	16058 -		
2 Endquerträger	4078 -		
8 Strafsenbalken unter der			
Fahrbahn	33409 -	} 250 - 55 -	
Walzbalken u. d. Fufswegen	15819 -		
Der horizontale Kreuzverband	2175 -		
	<hr/>		
	134525 Pfd.	4912 Pfd.	261 Pfd.
Nietköpfe, Einlagen etc. ca. 4%	5475 -		
	<hr/>		
	140000 Pfd.	4912 Pfd.	261 Pfd.

B. der Leinpfadsbrücken	9796 -	125 -	
C. Geländer d. gr. Brücke	5417 -	4689 -	
D. Geländer d. Leinpfadsbrücken.	1382 -	210 -	
	<hr/>		
Summa	156595 Pfd.	9936 Pfd.	261 Pfd.
	<hr/>		
	rund	1566 Ctr.	100 Ctr. 2½ Ctr.
	<hr/>		
überhaupt		1668 Ctr.	

Es beträgt mithin das auf einen Knotenpunkt der Brücke kommende Gewicht $\frac{1400 + 101}{9}$ Ctr. (einschließlich des Geländers) und mit dem Holzbelag:

$$\frac{1400 + 101}{9} + 78 = 244,7 \text{ Ctr. gegen } 284 \text{ Ctr.,}$$

die in Rechnung gestellt sind.

Die Differenz von rot. 40 Ctr. kommt der Nutzlast zu Gute.

Die Gesamtkosten für Herstellung der Brücke, einschließlic der Pfeiler, Flügelmauern, Brückenrampen, Herstellung der Uferböschungen, Pflasterung der Rampen, Holzbelag, Gaslaternen u. s. w. berechnen sich auf rund 45000 Thlr. Berlin, den 22. October 1869.

J. W. Schwedler.

Hülfsätze für die Berechnung der Fachwerksträger.

(Mit Zeichnungen auf Blatt B im Text.)

Die Gesetze für die Anordnung und Vertheilung der Belastungen, durch welche in den einzelnen Theilen einer Fachwerksbrücke die Grenzspannungen hervorgerufen werden, sind bekannt. Es sind insbesondere diejenigen Untersuchungen, welche sich auf eine der Verkehrsbelastung äquivalente gleichförmig vertheilte Belastung beziehen, vollständig geführt, sowie auch, vornehmlich seit der Verwendung graphischer Methoden, verschiedene Gesetze für die ungünstigste Anordnung und Stellung der Züge aufgefunden und veröffentlicht worden. In letzterer Beziehung habe ich seit einer Reihe von Jahren einige Sätze benutzt, welche im Folgenden mitgetheilt werden sollen. Außerdem werden im Zusammenhang schon bekannte Sätze, sowie einige Modificationen der Belastungsgesetze erwähnt werden, welche für besondere Trägerformen eintreten und nicht ohne Interesse sind.

Es beziehen sich die folgenden Betrachtungen auf den einfachsten der möglichen Fälle, in welchem ein durch Aneinanderordnung beliebiger Dreiecke gebildeter Träger eine Oeffnung überdeckt und nur in den sogenannten Knotenpunkten mit äußeren Kräften in Verbindung tritt.

1. Bestimmung der Kräfte in den Gurtungen.

Die Beanspruchungen der Gurtungen sind Functionen des Angriffsmomentes der äußeren Kräfte. Letzteres ergibt sich aber, wenn (Fig. 1) G resp. G' die Gesammtheit der links und rechts von einer bestimmten Abscisse x sich vorfindenden Belastungen, g und g' die Entfernungen der Schwerpunkte derselben von den zugehörigen Auflagerpunkten, l die Stützweite bezeichnen, durch den Ausdruck:

$$M_x = \frac{G \cdot g (l-x) + G' \cdot g' \cdot x}{l} \quad (1)$$

Man ersieht hieraus, dafs das Moment der äußeren Kräfte nur positive Werthe annehmen kann, indem eine jede Belastung, sie mag rechts oder links von der betreffenden Stelle angebracht sein, das Moment an derselben, und zwar um so mehr vergrößert, je näher an x sie sich befindet.

Sobald daher die Belastung der einzelnen Knotenpunkte bekannt ist, wird das Maximum der Gurtungsspannungen eintreten, wenn jeder Lastpunkt mit der höchsten in ihm möglichen Belastung versehen wird.

Hierauf gründet sich die sehr übliche Berechnungsweise: auf Grund einer die Verkehrsbelastung repräsentirenden, gleichförmig vertheilten Last die Größe der auf jeden Knotenpunkt entfallenden Belastung zu ermitteln, dem Eigengewichte zuzufügen und hiermit die Größe der Angriffsmomente zu bestimmen.

Dieses Verfahren ist indirect, da zunächst erforderlich wird, die der Verkehrsbelastung für verschiedene Spannweiten äquivalenten Belastungen zu ermitteln. Es ist außerdem nicht ganz zutreffend, weil die der gleichförmig vertheilten Belastung entsprechenden Momente gegen die Enden geringer ausfallen, als die für die verschiedenen Maximalstellungen eines Zuges ermittelten, wenn man, wie üblich, der Herleitung jener gleichwerthigen Belastung das durch einen Zug in resp. nahe der Mitte erzeugte Maximalmoment zum Grunde legt. Es erscheint daher zweckmäßig, die Momente für jeden speciellen Fall direct zu bestimmen, und um so mehr, als dies unter Anwendung graphischer Methoden rasch und sicher geschehen kann.

Die hier zu erledigende Aufgabe bezieht sich nun zunächst darauf: diejenige Zugstellung zu ermitteln, für welche das Moment an beliebiger Stelle ein Maximum wird.

Befinden sich auf einem Träger eine Reihe von Einzellasten (Wagenzug), welche denselben direct belasten, so wird für jede beliebige Stellung und beliebige Stelle das Moment der äußeren Kräfte mit Hülfe von Gleichung 1 oder auf anderem Wege leicht bestimmt werden können. Trägt man diese Momente graphisch auf (oder ermittelt sie direct auf graphischem Wege), so bildet sich ein Polygon, dessen Ecken über den Lastpunkten gelegen sind, und aus welchem die Momente abgegriffen werden können. Die so erhaltenen Werthe sind indessen nur dann für den Träger unmittelbar anwendbar, wenn die Lasten sich direct auf ihm befinden. Dies ist aber der Regel nach nicht der Fall, indem selbst dann, wenn die Hauptträger unter dem Geleise liegen, eine stetige Belastung derselben nicht stattfindet, diese vielmehr nur an einzelnen Punkten durch Vermittelung von Zwischenplatten oder hölzernen Schwellen bewirkt wird. Für größere Weiten und allgemein bei beschränkter Constructionshöhe findet die Lastübertragung durch Vermittelung von Querträgern in mehr oder weniger großen Entfernungen statt, und ergibt in allen diesen Fällen die obige Gleichung oder eine graphische Darstellung oder Ermittlung der Momente nicht unmittelbar die Werthe, welche für eine beliebige Stelle des Hauptträgers in Anwendung zu bringen sind. Um hierüber klar zu werden, betrachte man die Wirkung einer zwischen zwei Knotenpunkten (zwischen den Querträgern, event. auf den Schwellenträgern) befindlichen Belastung, so ist dieselbe bezüglich des Hauptträgers durch die Componenten $\frac{P(a-\lambda)}{a}$ und $\frac{P \cdot \lambda}{a}$ zu ersetzen, für welche die beiden Auflagerdrucke

$$A = \frac{P(l-x-\lambda)}{l}$$

$$B = \frac{P(x+\lambda)}{l}$$

sich gerade so ergeben, als wenn die Last direct an dem Hauptträger angebracht wäre (Fig. 2).

Hieraus folgt unmittelbar, dafs die der Belastung P entsprechenden Momente an allen Stellen des Hauptträgers dieselben bleiben, als wenn die Last direct an ihm wirkte, und dafs nur für die zwischen x und $(x+a)$ gelegenen Punkte eine Veränderung eintritt, indem das der Last P entsprechende Momentenpolygon abc die Gestalt $adec$ annimmt. Erweitert man diese Betrachtung für eine Reihe von Einzellasten, so ergibt sich, dafs für eine beliebige Zugstellung die Momente in den Knotenpunkten dieselben sind, als wenn die Einzellasten am Hauptträger selbst wirkten. Trägt man daher die für eine beliebige Zugstellung nach Gleichung 1 ermittelten Werthe graphisch auf, oder construirt direct ein sogenanntes Seilpolygon, so erhält man das für den Hauptträger gültige Momentenpolygon, indem man das erstere durch in den Lastpunkten errichtete Senkrechte schneidet und die erhaltenen Schnittpunkte durch Gerade zu dem gesuchten Polygon verbindet.

Das Vorstehende erfährt noch eine Modification für diejenigen Belastungen, welche sich auf den Endschwellenträgern befinden, sofern solche vorhanden sind. Es sei i die Länge

derselben, Δ die des Endfaches, λ die Entfernung der Last P vom Querträger, so ist der Druck auf diesen $\frac{P(i-\lambda)}{i}$ und der Auflagerdruck dieses durch die Hauptträger gehenden Theiles $\frac{P(i-\lambda)}{i} \frac{(l-\Delta)}{l}$, während bei directer Belastung dieser Druck $\frac{P(l-\Delta+\lambda)}{l}$ und die Momente außerhalb des Endfaches in beiden Fällen:

$$M_i = \frac{P(i-\lambda)}{i} \frac{(l-\Delta)}{l} \cdot x - \frac{P(i-\lambda)}{i} (x-\Delta)$$

$$M_{ii} = \frac{P(l-\Delta+\lambda)}{l} x - P(x-\Delta+\lambda)$$

oder

$$M_i = \frac{P(i-\lambda)}{l} \cdot \frac{\Delta}{l} (l-x)$$

$$M_{ii} = \frac{P(\Delta-\lambda)}{l} \cdot (l-x)$$

sind.

Beide Werthe stimmen überein für $i = \Delta$ oder dann, wenn die Länge der Endschwellenträger der Länge des letzten Faches gleich ist. Da dies in der Regel wenigstens nahezu der Fall ist, so bleibt die oben angegebene Regel unverändert, und es folgt im Allgemeinen:

dafs die Bestimmung der Maximalmomente in Bezug auf die einzelnen Lastpunkte gerade so vorgenommen werden darf, als wenn die Träger direct belastet wären.

Hierfür können nun die folgenden Betrachtungen angestellt werden.

Gleichung 1 lehrt, wie schon erwähnt, dafs die Werthe des Momentes an einer bestimmten Stelle um so gröfser werden, je mehr und je gröfsere Lasten sich auf dem Träger befinden und je näher zugleich die Schwerpunkte der beiderseits angebrachten Lasten der betreffenden Stelle liegen. Es folgt hieraus zunächst, dafs im Allgemeinen die schwersten Lasten in der Nähe dieses Punktes zu concentriren sind.

Bezeichnet man weiter mit a die Entfernung der Schwerpunkte der rechts und links befindlichen Lasten G und G' von einander, welche Entfernung constant bleibt für jede Verschiebung des Zuges, bei welcher kein Rad den Träger verlässt oder von der einen auf die andere Seite übertritt, so besteht nach den früheren Bezeichnungen $g + g' + a = l$. Wird der hieraus folgende Werth von g' in Gleichung 1 eingeführt, so folgt:

$$M_x = \frac{G \cdot g (l-x) + G' \cdot x (l-a-g)}{l} \\ = \frac{g}{l} [G(l-x) - G' \cdot x] + \frac{G'(l-a)x}{l} \quad (2)$$

Der zweite Theil dieser Gleichung ist für eine bestimmte Abscisse bei jeder Verschiebung des Zuges constant, welche die oben angegebenen Grenzen nicht überschreitet; der erste Theil dagegen wächst oder nimmt ab mit dem Wachsen von g , je nachdem die Klammergröfse positiv oder negativ ausfällt. Das ist aber der Fall, je nachdem:

$$\frac{G}{G'} > \frac{x}{l-x}$$

und folgt hieraus, dafs je nachdem eine dieser Ungleichungen stattfindet, der Zug entweder nach der rechten oder linken Seite zu verschieben ist, bis das dem Querschnitte x in dem einen oder anderen Sinne nächste Rad in denselben tritt. In demselben Augenblicke, in welchem dieses Rad (ρ) die Abscisse x passirt, ändern sich die Werthe G und G' in $G \mp \rho$ und $G' \pm \rho$, ebenso die Werthe von g und g' und a . Wer-

den die neuen Werthe durch G_i , G'_i , g_i , g'_i und a' bezeichnet, so gilt nun für M_x die Gleichung

$$M_x = \frac{g'_i}{l} (G_i(l-x) - G'_i x) + \frac{G'_i(l-a_i)}{l} \cdot x$$

Für diese aber gelten ganz die früheren Ueberlegungen. Das Moment wächst mit der Zunahme von g , wenn

$$\frac{G_i}{G'_i} > \frac{x}{l-x},$$

es nimmt ab, wenn das Umgekehrte der Fall ist. Da nun aber der Werth des Angriffsmomentes in dem Augenblicke, in welchem das Rad ρ die Abscisse x passirt, den beiden bis dahin betrachteten Lagen des Zuges als End- resp. Anfangswerth gemeinschaftlich ist und dieselbe Ueberlegung sich ebenso fortsetzen läfst, so folgt allgemein:

dafs das Angriffsmoment der äufseren Kräfte für einen bestimmten bei der Abscisse x gelegenen Schnitt so lange mit dem Verschieben des Zuges von der Linken zur Rechten wächst, als das Verhältnifs der links und rechts von der Abscisse x angebrachten Lasten G und G' nach der Ungleichung

$$\frac{G}{G'} > \frac{x}{l-x}$$

Genüge leistet, und dafs das Umgekehrte der Fall ist, so lange die Ungleichung

$$\frac{G}{G'} < \frac{x}{l-x}$$

besteht.

Hieraus folgt als Regel:

Das Maximalmoment in einem bestimmten Querschnitte wird durch einen bestimmten Zug dann erreicht, wenn dasjenige Rad, dessen Verschieben auf die rechte Seite das Verhältnifs

$$\frac{G}{G'} < \frac{x}{l-x}$$

und dessen Verschieben auf die linke Seite das Verhältnifs

$$\frac{G}{G'} > \frac{x}{l-x}$$

zu Stande bringt, über den Querschnitt gestellt, oder wenn dies nicht geschehen kann, ohne dafs ein Rad über die Stützweite heraus oder herein tritt, gedachtes Rad so nahe als möglich an den Querschnitt gebracht wird.

Verlässt indessen bei diesem Verschieben ein Rad die Stützweite, so sieht man, dafs dadurch die Ungleichung, welche die Verschiebung veranlafste, noch vermehrt wird und, weil die Grenzwerte immer zwei Lagen gemeinschaftlich angehören, eine weitere Verschiebung jedenfalls gröfsere Momente hervorrufen wird und dieselbe aus gleichen Gründen auch fortzusetzen ist, wenn neue Räder eintreten sollten.

Wird durch die Verschiebung das Verhältnifs

$$\frac{G}{G'} = \frac{x}{l-x}$$

hergestellt, so giebt Gleichung 1

$$M_x = \frac{G'(g+g')x}{l}$$

und wenn noch $G+G'=P$ gesetzt wird, auch

$$M_x = \frac{P(l-x)(g+g')}{l}$$

Diese Werthe sind unabhängig von der Stellung der Belastung, da die Summe $g+g'$, so lange G und G' ihre Werthe nicht ändern, eine constante Gröfse für jede Verschiebung ist.

2. Bestimmung der Kräfte in den Diagonalen.

Die Beanspruchung der Diagonalen ergeben bei beliebiger Trägerform die nachstehenden Gleichungen (Fig. 3):

1) für die von links nach rechts steigenden

$$N_x = \frac{d_x}{y_{x-1}} \left(\frac{M_x}{y_x} \cdot \frac{\Delta y_x}{\Delta x} - V_x \right) = - \frac{d_x}{\Delta x} \left(\frac{M_x}{y_x} - \frac{M_{x-1}}{y_{x-1}} \right) \quad (3)$$

2) für die von links nach rechts fallenden:

$$\dot{N}_x = \frac{d_x}{y_{x-1}} \left(V_x - \frac{M_x}{y_x} \cdot \frac{\Delta y_x}{\Delta x} \right) = \frac{d_x}{\Delta x} \left(\frac{M_x}{y_x} - \frac{M_{x-1}}{y_{x-1}} \right) \quad (4)$$

Es bezeichnen hierbei M_x und M_{x-1} die Angriffsmomente der äusseren Kräfte bezüglich Vertikalschnitten bei x und $(x-1)$, wobei die Momente positiv gezählt sind, wenn die Paare von links nach rechts im Sinne der Bewegungsrichtung der Zeiger der Uhr zu drehen streben. Ferner ist V_x die Resultierende der auf den linksseitigen Balkentheile wirkenden äusseren Kräfte, d_x die Länge der Diagonale, y_x und y_{x-1} die Ordinaten bei x und $x - \Delta x$ [resp. $(x-1)$], $\Delta y_x = y_x - y_{x-1}$. Endlich bedeuten positive Resultate Beanspruchung auf Zug, negative Beanspruchung auf Druck.

Die Spannung der Diagonalen lässt sich hiernach allgemein unter der Form

$$N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \cdot A \quad (5)$$

darstellen, wobei A die Grösse

$$\frac{M_x}{y_x} \cdot \frac{\Delta y_x}{\Delta x} - V_x = - \left(\frac{M_x}{y_x} - \frac{M_{x-1}}{y_{x-1}} \right) \frac{y_{x-1}}{\Delta x}$$

repräsentirt und das positive oder negative Zeichen zu wählen ist, je nachdem die Diagonale von rechts nach links steigt oder fällt. Die Art der Inanspruchnahme hängt somit von dem Vorzeichen der Grösse A ab.

Um die Belastungen zu erfahren, für welche die relativen Spannungsmaxima eintreten, müssen für M_x und V_x die Werthe eingeführt werden. Für M_x giebt Gleichung 1

$$M_x = \frac{G \cdot g (l-x) + G' \cdot g' \cdot x}{l} \quad (1)$$

ferner findet sich leicht:

$$V_x = \frac{G_i g_i - G \cdot g}{l} \quad (6)$$

und hiernach:

$$A = \frac{G \cdot g}{l} \left(\frac{(l-x) \cdot \Delta y_x}{y_x \cdot \Delta x} + 1 \right) - \frac{G' \cdot g'}{l} \left(1 - \frac{x \cdot \Delta y_x}{y_x \cdot \Delta x} \right)$$

und wenn noch $\frac{y_x \cdot \Delta x}{\Delta y_x}$ mit s bezeichnet wird,

$$A = \frac{G \cdot g}{l} \left(\frac{l-x+s}{s} \right) - \frac{G' \cdot g'}{l} \left(\frac{s-x}{s} \right) \quad (7)$$

Für die weiteren Untersuchungen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1) Die über resp. unter der Diagonale gelegenen Gurtungstheile schneiden sich ausserhalb der Stützweite.

2) Die über resp. unter der Diagonale gelegenen Gurtungstheile schneiden sich innerhalb der Stützweite.

Das erstere wird im Allgemeinen der Fall sein, wenn die Vertikalabstände der Curven, auf welchen die Eckpunkte der Gurtungspolygone gelegen sind, den Ordinaten einer nach unten concaven Curve entsprechen. Der zweite Fall kann eintreten, wenn aus besonderen Gründen diese Curve nach unten convex ist.

Ad 1. Ist s positiv, so ist es zugleich gröfser als x , ist es dagegen negativ, so ist es gröfser als $(l-x)$ und sind darum die Coefficienten $\frac{l-x+s}{s}$ und $\frac{s-x}{s}$ stets positiv. Die

Wirkung der Belastung ist daher eine verschiedene, je nachdem sie auf der rechten oder linken Seite sich befindet, und zwar derart, dass eine rechts angebrachte Belastung A negativ, eine links liegende A positiv macht. Man ersieht hieraus, dass die relativen Maxima der Diagonalspannungen für

Belastungen eintreten, welche von x bis zum jenseitigen Auflager, resp. von diesseits bis $(x - \Delta x)$ reichen. Ueber die Art der gesammten Inanspruchnahme einer Diagonale kann hierbei im Allgemeinen nichts gesagt werden, da diese von der durch das Eigengewicht hervorgerufenen Spannung resp. von dem Verhältnisse von Eigengewicht und Verkehrslast abhängt. Es ist nur festzustellen, dass die vom Fufs der Diagonale ausgehenden Belastungen die relativen Maxima, die vom Kopf ausgehenden die relativen Minima, oder an und für sich Beanspruchungen auf Zug resp. Druck hervorrufen.

Demnächst aber werden diese Maxima um so gröfser, je gröfser die Producte $G \cdot g$, resp. $G' \cdot g'$ ausfallen, d. h. je näher die Schwerpunkte der Lasten an die betreffende Abscisse gebracht werden.

Ad 2. Ist s positiv, so ist der Coefficient $\frac{l-x+s}{s}$ positiv, $\frac{s-x}{s}$ aber negativ. Es wird somit auch A positiv und

am gröfsten bei voller Belastung. In den betreffenden Fachen sind daher die von links nach rechts steigenden Diagonalen stets auf Zug und am stärksten bei voller Belastung beansprucht; die umgekehrt liegenden erfahren entsprechend Beanspruchung auf Druck.

Ist s negativ, so ist $\frac{s-x}{s}$ positiv, $\frac{l-x+s}{s}$ aber negativ, also auch A negativ und absolut am gröfsten bei ganz belastetem Träger. In den betreffenden Fachen sind die von links nach rechts steigenden Diagonalen auf Druck, die umgekehrt liegenden auf Zug und im Maximum bei voller Last beansprucht, wie sich dies unmittelbar auch aus dem Vorhergehenden ergibt.

Sind die Gurtungen gerade und schneiden sich im Auflager, so gilt das ad 2 Vorgetragene, und kommt noch hinzu, dass die rechts von einer Diagonale gelegenen Lasten gar keinen Einfluss auf ihre Spannung üben, wenn die Gurtungen sich am Anfang (links) schneiden, und umgekehrt die linken Lasten, wenn die Gurtungstheile sich am Ende (rechts) schneiden. Dieser Fall findet sich hauptsächlich bei Dachstühlen nach dem sogenannten englischen System und sind solche für volle Belastung am einfachsten zu berechnen.

Bei Brückenconstructions ist die ad 1 gestellte Bedingung die Regel und beziehen sich die folgenden Untersuchungen auch nur auf diesen Fall.

Findet die Belastung durch isolirte Lasten statt, so sind die vorstehenden Betrachtungen vollständig gültig für alle ausserhalb des Faches $(x - \Delta x)$ sich befindenden. Die in dasselbe eintretenden Belastungen aber liefern Componenten, welche links und rechts von x wirksam sind, und ist daher eine besondere Untersuchung erforderlich, wie viele Räder und wie weit dieselben in das Fach vorzurücken sind.

Um hierfür ein ganz allgemeines Resultat zu erhalten, werde vorausgesetzt, dass die ersten Lastpunkte links resp. rechts von der Abscisse x (Fig. 4) sich in den Entfernungen a' und a'' befinden und eine Belastung P , welche einen oder mehrere Raddrucke repräsentiren kann, um λ über a'' hinaus gerückt sei. Diese Last P zerlegt sich in zwei Componenten $\frac{P\lambda}{a}$ und $\frac{P(a-\lambda)}{a}$ und giebt hiernach die Formel 7 nach den Bezeichnungen der Figur die Beanspruchung der Diagonale:

$$N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \left[\frac{P\lambda}{a \cdot l} (x-a') \frac{(l-x+s)}{s} - \frac{P(a-\lambda)}{a \cdot l} (l-x-a'') \left(\frac{s-x}{s} \right) - \frac{G'(l-x-a''+\lambda-e)}{l} \left(\frac{s-x}{s} \right) \right]$$

Für eine Verschiebung $\Delta\lambda$ folgt hieraus:

$$\Delta N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \cdot \frac{1}{l} \left[\frac{P \cdot \Delta\lambda}{a} (x-a') \left(\frac{l-x+s}{s} \right) + \frac{P \cdot \Delta\lambda}{a} (l-x-a'') \frac{s-x}{s} - G \cdot \Delta\lambda \cdot \frac{s-x}{s} \right]$$

und nach einigen Reductionen:

$$\Delta N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \cdot \frac{\Delta\lambda}{l} \left[P \left(\frac{l-a}{a} - \frac{a'l-ax}{a \cdot s} \right) - G' \cdot \frac{s-x}{s} \right] \quad (8a)$$

und für $a''=0$

$$\Delta N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \cdot \frac{\Delta\lambda}{l} \left[P \left(\frac{l-a}{a} - \frac{l-x}{s} \right) - G' \cdot \frac{s-x}{s} \right] \quad (8b)$$

Letztere Gleichung kann noch

$$\Delta N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \cdot \frac{\Delta\lambda}{l} \cdot \frac{s}{s-x} \left[P \left(\frac{l(s-a)}{a(s-x)} - 1 \right) - G' \right] \quad (8c)$$

geschrieben und auch leicht auf die Form gebracht werden, in welcher sie von Professor Culmann in seiner graphischen Statik gegeben wird.

Man ersieht, daß die Diagonalspannung mit dem Vorrücken des Zuges zunimmt, so lange die Klammergröße negativ ist und umgekehrt. Der Zug ist daher so lange vorzuschieben, resp. müssen so viele Räder eintreten, als noch

$$\frac{G}{P} > \left(\frac{l-a}{a} - \frac{a'l-ax}{a \cdot s} \right) \frac{s}{s-x}$$

und für $a''=0$, so lange

$$\frac{G}{P} > \left(\frac{l \cdot (s-a)}{a \cdot (s-x)} - 1 \right)$$

ist. Für den Parallelbalken wird $s = \infty$ und die Bedingung

$$\frac{G}{P} > \frac{l}{a} - 1$$

und wenn die Theilung gleich ist:

$$\frac{G}{P} > (n-1)$$

wobei n die Anzahl der Fache bedeutet.

Rückt ein Zug von der linken Seite vor, so ergibt sich:

$$N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \left[\frac{P \cdot \lambda}{al} (x-a') \left(\frac{l-x+s}{s} \right) - \frac{P(a-\lambda)}{al} (l-x-a'') \left(\frac{s-x}{s} \right) + \frac{G}{l} (x+a''-\lambda-e) \left(\frac{s-x}{s} \right) \right]$$

und

$$\Delta N = \pm \frac{d_x}{y_{x-1}} \cdot \frac{\Delta\lambda}{l} \left[P \left(\frac{l-a}{a} - \frac{a'l-ax}{as} \right) - G \left(\frac{l-x+s}{s} \right) \right] \quad (9a)$$

und ist derselbe daher von der Linken zur Rechten so lange vorzuschieben, als

$$\frac{G}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - \frac{a'l-ax}{as}}{\frac{l-x+s}{s}} \quad \text{u. s. f.}$$

Bei den in Rede stehenden Verschiebungen des Zuges darf im Allgemeinen kein Rad über den folgenden Endpunkt des betreffenden Faches hinaus geschoben werden, da die Belastung des jenseitigen Theiles die Inanspruchnahme vermindert.

Es werden auch im Allgemeinen für die Bestimmung des Maximums die den Zug bespannenden Maschinen vorwärts stehen müssen.

Indessen ereignet es sich doch, insbesondere in den Endfachen und bei schweren Güterzugmaschinen mit kurzem Radstand, daß die erste Maschine mit dem Tender voraus zu stellen und die Tenderräder auf die Jenseite zu schieben sind. Die größere Annäherung der schwerbelasteten Maschinenräder an den Querschnitt gleicht dann den Einfluss der leichteren Tenderräder aus. Die Maximalstellung bestimmt man dann ganz unabhängig von den Tenderrädern.

Als Beleg für die vorstehenden Bemerkungen kann die folgende Berechnung der Diagonalen einer Brücke von 24^m,₀ Stützweite dienen, dieselbe übersetzt die Mümling bei Michelstadt im Odenwald.

Der Disposition sind die schweren, vierfach gekuppelten Güterzugmaschinen der hessischen Ludwigsbahn zum Grunde gelegt, deren Gewicht und Abmessungen aus den Skizzen Fig. 5 bis 12 ersichtlich sind. Die Brücke selbst erhält 8 Fache von je 3^m,₀ Länge und wird eine besondere 3^m,₅ breite Fahrbahn für jedes Geleise von zwei Hauptträgern unterstützt. Letztere sind Fachwerkträger mit parallelen Gurtungen, Vertikalen und Diagonalen, welche letzteren nur auf Zug widerstehen sollen. Zur Berechnung der Diagonalen sind die Maxima der Vertikalkräfte für abfahrenden Zug zu ermitteln.

Es geschieht dies im Folgenden:

1. für zwei gegeneinandergekehrte Maschinen,
 2. für zwei aufeinanderfolgende Maschinen,
- und zwar durch Berechnung. Zugleich werden die bei der Projectirung graphisch ermittelten Resultate beigegeben.

Die Formel ist $V_x = \frac{G_i g_i - G g}{l}$ und ergibt dieselbe:

Ad 1.

- 1) Bei Punkt 1, wenn das dritte Rad der rückwärts gekehrten Maschine darüber steht (Fig. 5):

$$V_1 = \frac{74.84 + 3.120.79,4 + 4.120.46,3 + 3.70.17,8}{96} = 632,94 \text{ (630) Centner}$$

- 2) Für dasselbe Rad (Fig. 6):

$$V_2 = \frac{-70.3,8 - 46.12 + 74.72 + 3.120.67,4 + 4.120.34,3 + 2.70.8,8}{96} = 484,06 \text{ (480) Centner}$$

- 3) Für dasselbe Rad (Fig. 7):

$$V_3 = \frac{-3.70.9,8 - 46.24 + 3.120.55,4 + 4.120.22,3 + 74.60}{96} = 332,4 \text{ (330) Centner}$$

- 4) Für dasselbe Rad (Fig. 8):

$$V_4 = \frac{-3.70.21,8 - 46.36 + 74.48 + 3.120.43,4 + 4.120.10,3}{96} = 186,5 \text{ (184) Centner u. s. f.}$$

Ad 2.

- 1) Das zweite Rad auf Punkt 1 (Fig. 9):

$$V_1 = \frac{74.84 + 3.120.79,4 + 3.70.53,2 + 4.120.21,7}{96} = 587,3 \text{ (590) Centner}$$

- 2) Dasselbe Rad auf Punkt 2 (Fig. 10):

$$V_2 = \frac{-46.12 + 74.72 + 3.120.67,4 + 3.70.41,2 + 4.120.9,7}{96} = 441,1 \text{ (442) Centner}$$

- 3) Das erste Rad über 3 (Fig. 11):

$$V_3 = \frac{4.120.53,1 + 3.70.24,6}{96} = 319,3 \text{ (320) Centner}$$

- 4) Dasselbe Rad über 4 (Fig. 12):

$$V_4 = \frac{4.120.41,1 + 3.70.12,6}{96} = 233,06 \text{ (236) Centner u. s. f.}$$

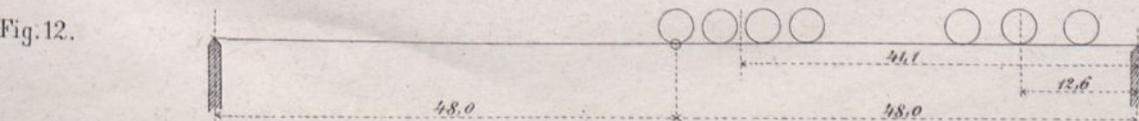
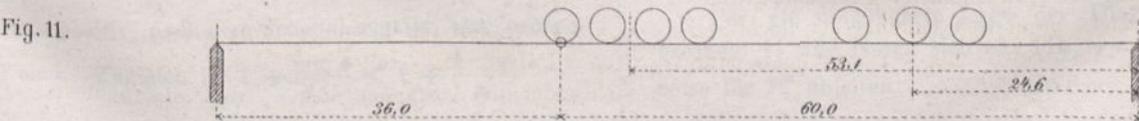
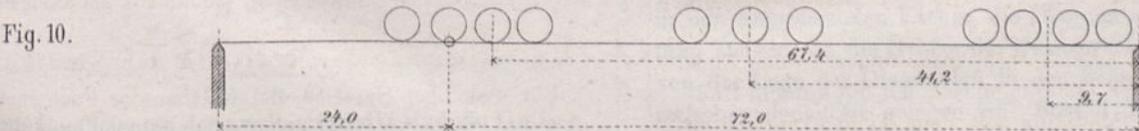
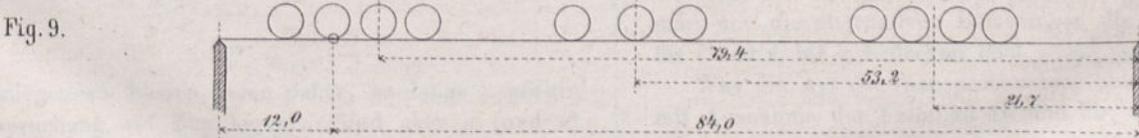
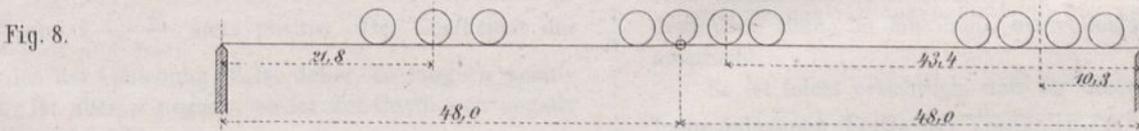
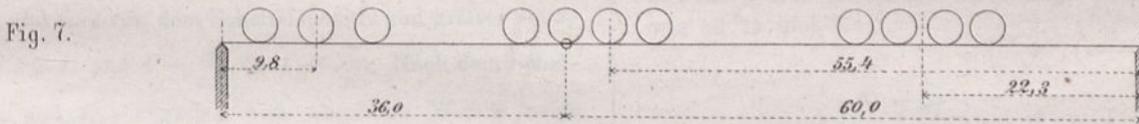
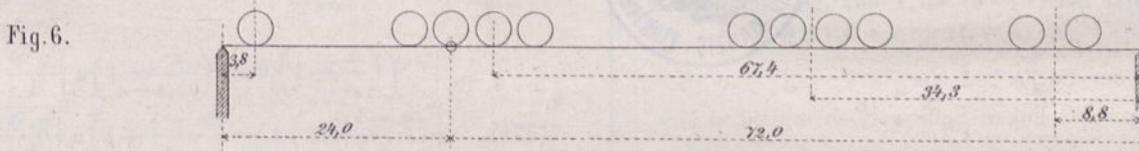
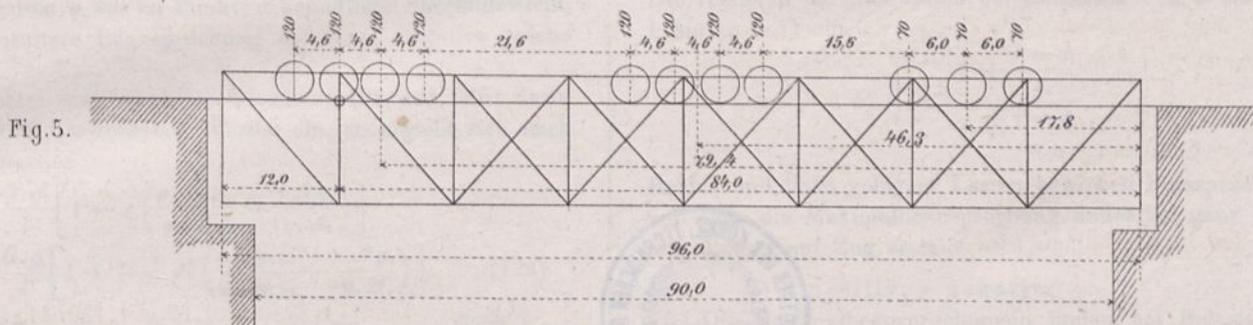
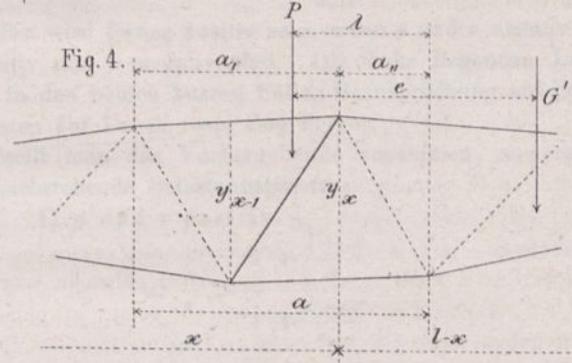
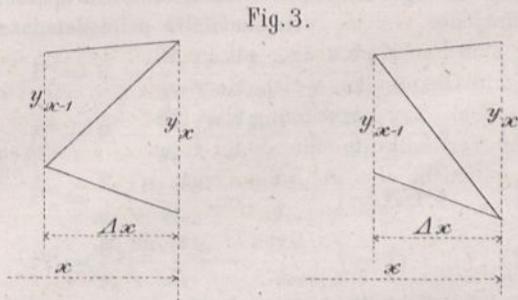
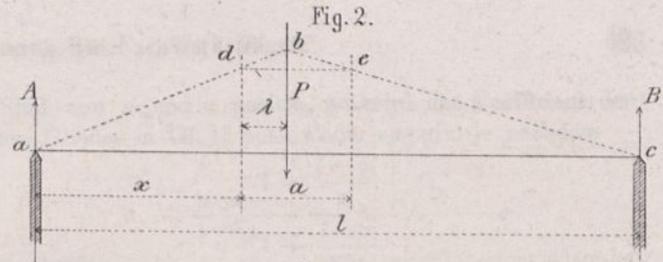
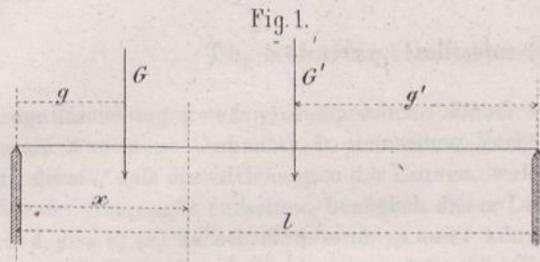
Anm. Die Maasse sind hessische Fulse, von denen 4 auf den Meter gehen.

3. Bestimmung der Kräfte in den Vertikalen.

Für diejenigen Systeme, bei welchen das Fachwerk durch senkrechte Pfosten (Vertikalen) und Diagonalen gebildet wird, ist noch eine besondere Untersuchung für die Vertikalen erforderlich.

Diese soll für Träger geführt werden, deren Gurtungen nach Polygonen gestaltet sind, deren Eckpunkte vertikal übereinander in Abständen liegen, welche den Ordinaten einer

Hilfssätze für die Berechnung der Fachwerkträger.



Curve von der Gleichung $y=f(x)$ entsprechen. Dabei soll eine horizontale Axe diese Ordinaten in demselben Verhältnisse theilen, derart, daß die Gleichungen der Curven, welche die Eckpunkte der Gurtungen enthalten, bezüglich dieser Linie $y = \mu f(x)$ und $y = \nu f(x)$ zu schreiben sind. μ und ν können hierbei positive oder negative Zahlen sein, welche der Gleichung $y = f(x) = (\mu - \nu)f(x)$ oder der Gleichung $\mu - \nu = 1$ zu genügen haben.

Die Inanspruchnahmen der Vertikalen ergeben sich dann aus den nachstehenden Gleichungen

$$\dot{P}_x^o = V_x - \frac{M_x}{y_x} \left(\frac{\mu \Delta y_{x+1}}{\Delta_{x+1}} - \frac{\nu \Delta y_x}{\Delta_x} \right) \quad (10a)$$

$$\dot{P}_x^\mu = V_x - \frac{M_x}{y_x} \left(\frac{\mu \Delta y_{x+1}}{\Delta_{x+1}} - \frac{\nu \Delta y_x}{\Delta_x} \right) - q \quad (10b)$$

$$\dot{P}_x^o = \frac{M_x}{y_x} \left(\frac{\mu \Delta y_x}{\Delta_x} - \frac{\nu \Delta y_{x+1}}{\Delta_{x+1}} \right) - V_x + q \quad (11a)$$

$$\dot{P}_x^\mu = \frac{M_x}{y_x} \left(\frac{\mu \Delta y_x}{\Delta_x} - \frac{\nu \Delta y_{x+1}}{\Delta_{x+1}} \right) - V_x \quad (11b)$$

Hierin bedeuten q das im Punkte x befindliche Specialgewicht, positive Resultate Beanspruchung auf Zug, negative solche auf Druck.

Betrachtet man zunächst Gleichung 10a und führt darin für M_x und V_x die früheren Werthe ein, so ergibt sich nach einiger Reduction:

$$\dot{P}_x^o = \frac{G'g'}{l} \left[1 - x \left(\frac{\mu \Delta y_{x+1}}{y_x \Delta_{x+1}} - \frac{\nu \Delta y_x}{y_x \Delta_x} \right) - \frac{G \cdot g}{l} \left[1 + (l-x) \left(\frac{\mu \Delta y_{x+1}}{y_x \Delta_{x+1}} - \frac{\nu \Delta y_x}{y_x \Delta_x} \right) \right] \right] \quad (12a)$$

und wenn noch $1 = \mu - \nu$, ferner $\frac{y_x \Delta_{x+1}}{\Delta y_{x+1}} = s_{x+1}$, $\frac{y_x \Delta_x}{\Delta y_x} = s_x$ gesetzt werden:

$$\dot{P}_x^o = \frac{G'g'}{l} \left[\mu \left(1 - \frac{x}{s_{x+1}} \right) - \nu \left(1 - \frac{x}{s_x} \right) \right] - \frac{G \cdot g}{l} \left[\mu \left(1 + \frac{l-x}{s_{x+1}} \right) - \nu \left(1 + \frac{l-x}{s_x} \right) \right] \quad (12b)$$

Ist die Curve $y=f(x)$ concav nach unten, so sind die Größen s_x und s_{x+1} vor dem Scheitel positiv und größer als x , zugleich $s_{x+1} > s_x$ und $1 - \frac{x}{s_{x+1}} > 1 - \frac{x}{s_x}$. Nach dem Scheitel sind s_x und s_{x+1} negativ, dem absoluten Werthe nach $s_x > s_{x+1}$ und somit ebenfalls $1 - \frac{x}{s_{x+1}} > 1 - \frac{x}{s_x}$. Außerdem sind $1 - \frac{x}{s_x}$ und $1 - \frac{x}{s_{x+1}}$ stets positiv. Der Coefficient des ersten Gliedes der Gleichung 12 ist daher, so lange μ positiv ist, positiv. Ist aber μ negativ, so ist der Coefficient negativ oder positiv, je nachdem

$$\frac{\mu}{\nu} > \frac{1 - \frac{x}{s_x}}{1 - \frac{x}{s_{x+1}}}$$

Die rechtsliegenden Lasten rufen daher, so lange μ positiv ist, Beanspruchung auf Zug hervor. Sind aber μ (und ν) negativ, so bewirken sie Beanspruchung auf Druck oder Zug, je nachdem

$$\frac{\mu}{\nu} > \frac{1 - \frac{x}{s_x}}{1 - \frac{x}{s_{x+1}}}$$

Bei dem Coefficienten des zweiten Gliedes sind die Größen $1 + \frac{l-x}{s_{x+1}}$ und $1 + \frac{l-x}{s_x}$ immer positiv, da vor dem Scheitel s_x und s_{x+1} positiv, nach dem Scheitel negativ, aber größer als $(l-x)$ sind. Zugleich ist $1 + \frac{l-x}{s_{x+1}} < 1 + \frac{l-x}{s_x}$.

Sind nun μ und ν positiv, so wird der Coefficient des zweiten Gliedes in Gl. 12 positiv oder negativ, je nachdem

$$\frac{\mu}{\nu} > \frac{1 + \frac{l-x}{s_x}}{1 + \frac{l-x}{s_{x+1}}}$$

Derselbe wird ferner positiv sein, wenn μ und ν negativ oder μ positiv und ν negativ sind. Die links liegenden Lasten rufen in den beiden letzten Fällen Beanspruchung auf Druck, im ersten auf Druck resp. Zug hervor.

Stellt man das Vorhergehende zusammen, so ergeben sich nachstehende Belastungsgesetze:

1) μ und ν positiv.

$$a) \frac{\mu}{\nu} > \frac{1 + \frac{l-x}{s_x}}{1 + \frac{l-x}{s_{x+1}}}$$

Rechts gelegene Lasten bewirken Zug, links gelegene Druck. Die relativen Maxima treten bei Belastung von x bis l resp. 1 bis $(x-1)$ ein.

$$b) \frac{\mu}{\nu} < \frac{1 + \frac{l-x}{s_x}}{1 + \frac{l-x}{s_{x+1}}}$$

Rechts und links gelegene Lasten bewirken Inanspruchnahme auf Zug, die Maximalbeanspruchung findet bei ganz belastetem Träger auf Zug statt.

2) μ positiv, ν negativ.

Die Maximalbeanspruchungen finden bei Belastung von x bis l auf Zug, von 1 bis $(x-1)$ auf Druck statt.

3) μ und ν negativ.

$$a) \frac{\mu}{\nu} < \frac{1 - \frac{x}{s_x}}{1 - \frac{x}{s_{x+1}}}$$

Rechtsliegende Lasten bewirken Zug, links gelegene Druck, wie ad 1a und 2.

$$b) \frac{\mu}{\nu} > \frac{1 - \frac{x}{s_x}}{1 - \frac{x}{s_{x+1}}}$$

Alle Lasten bewirken Druck, die Vertikalen sind stets in demselben Sinn, im Maximum bei vollbelastetem Träger beansprucht.

Es ist leicht ersichtlich, daß für die unterhalb der Fahrbahn gelegenen Theile der Vertikalen (P_x^μ) die im Punkte x wirksame Belastung zu denen der linken Seite zu rechnen ist. Die Belastungsgesetze bleiben daher unverändert, wenn man nur die alternativen Belastungen die Strecken $(x + \Delta)$ bis l und 1 bis x bedecken läßt.

Was die Art der Inanspruchnahme anlangt, so gilt dafür, mit Ausnahme der Fälle ad 1b und 3b, die schon bei den Diagonalen gemachte Bemerkung.

Die vorstehenden Gesetze gelten aber nur so lange, als in den angrenzenden Fachen die Diagonalen nach einer Richtung steigen, da die Größe der Beanspruchung der Vertikalen von der Lage der Diagonalen in den beiden Fachen abhängt, zwischen denen sie gelegen ist. Sobald daher von dem einfachen Rhythmus des Systemes abgewichen wird, müssen besondere Untersuchungen für die Vertikale stattfinden.

Für die umgekehrte Lage der Diagonalen gelten die Formeln 11 und lassen sich aus 11b, wie oben, folgende Gesetze für \dot{P}_x^μ ableiten:

1) μ und ν positiv.

$$a) \frac{\mu}{\nu} > \frac{1 - \frac{x}{s_{x+1}}}{1 - \frac{x}{s_x}}$$

Rechts gelegene Lasten bewirken Druck, links gelegene Zug, die alternativen Maxima treten bei Belastung von x bis l , resp. von 1 bis $(x-1)$ ein.

$$b) \frac{\mu}{\nu} < \frac{1 - \frac{x}{s_{x+1}}}{1 - \frac{x}{s_x}}$$

Rechts und links gelegene Lasten bewirken gleichmäßig Inanspruchnahme auf Zug, die Vertikalen sind stets in demselben Sinne, im Maximum bei vollbelastetem Träger gespannt.

2) μ positiv, ν negativ.

Die linksseitigen Lasten bewirken Zug, rechtsseitige Druck, wie ad 1a.

3) μ und ν negativ.

$$a) \frac{\mu}{\nu} < \frac{1 + \frac{l-x}{s_{x+1}}}{1 + \frac{l-x}{s_x}}$$

Links liegende Lasten bewirken Zug, rechts liegende Druck, wie ad 1a und 2.

$$b) \frac{\mu}{\nu} > \frac{1 + \frac{l-x}{s_{x+1}}}{1 + \frac{l-x}{s_x}}$$

Links und rechts angebrachte Lasten bewirken Druck.

Für den oberhalb der Fahrbahn gelegenen Theil (\dot{P}_x^0) gelten dieselben Gesetze, nur müssen die Alternativbelastungen die Strecken $x+1$ bis l und 1 bis x bedecken.

Ist die Curve $y=f(x)$ nach unten convex, so lassen sich in derselben Weise die Belastungsgesetze herleiten. Dieselben werden indessen weitläufig und sollen darum, da sie praktisch nur selten zur Anwendung kommen, hier übergangen werden.

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich noch auf die in das Fach selbst eintretenden Lasten. Hierbei wird nur der Fall μ positiv (oder Null), ν negativ (oder Null) in Betracht gezogen, in welche Rubrik der Regel nach die eigentlichen Fachwerksbrücken gehören.

Sei eine Belastung P wiederum um λ in das Fach vorgebracht, während der Zug von der rechten Seite kommt, so ergibt Gleichung 12a den Werth:

$$\begin{aligned} \dot{P}_x^0 &= \frac{G'}{l} (l-x+\lambda-e) \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \\ &+ \frac{P(a-\lambda)}{a \cdot l} (l-x) \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \\ &- \frac{P \cdot \lambda}{a \cdot l} (x-a) \left[1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \end{aligned}$$

und für eine Verrückung $\Delta\lambda$

$$\begin{aligned} \Delta \dot{P}_x^0 &= \frac{\Delta\lambda}{l} \left\{ G' \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \right. \\ &- \frac{P}{a} (l-x) \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \\ &\left. + (x-a) \left[1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \right\} \end{aligned}$$

und nach Reductionen:

$$\begin{aligned} \Delta \dot{P}_x^0 &= \frac{\Delta\lambda}{l} \left\{ G' \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \right. \\ &\left. - P \left[\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \right\} \end{aligned}$$

Hieraus folgt, daß der Zug so lange vorzuschieben ist, als die Bedingung:

$$\frac{G'}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}{1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}$$

noch erfüllt ist.

Für den Parallelbalken ist wieder

$$\begin{aligned} \frac{G'}{P} &> \frac{l}{a} - 1 \\ &> n - 1 \end{aligned}$$

Für einen von der Linken auffahrenden Zug (Beanspruchung auf Druck) ergibt Gleichung 12a

$$\begin{aligned} \Delta \dot{P}_x^0 &= \frac{\Delta\lambda}{l} \left\{ G \left[1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \right. \\ &\left. - P \left[\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right) \right] \right\} \end{aligned}$$

Die Klammergröße ist positiv, so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}{1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)},$$

somit der Zug so lange von links nach rechts zu verschieben, als diese Ungleichung stattfindet und kein Rad über das Fach hinaustritt. Für den Parallelbalken ist wieder

$$\begin{aligned} \frac{G}{P} &> \frac{l}{a} - 1 \text{ resp.} \\ &> n - 1. \end{aligned}$$

Für den unterhalb der Fahrbahn gelegenen Theil der Vertikalen betrachtet man am einfachsten die Gleichung 11b, indem die betreffenden Gesetze sich leicht auf jede Lage der Diagonale beziehen lassen, wenn man nur das betreffende Auflager als Koordinatenanfang wählt.

Die Gleichung 11b ergibt nach Einführung der Werthe

$$\begin{aligned} \dot{P}_x^\mu &= \frac{G \cdot g}{l} \left[1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \\ &- \frac{G_i g_i}{l} \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \end{aligned}$$

und wenn von der rechten Seite eine Belastung P in das Fach um λ vorgeschoben ist,

$$\begin{aligned} \dot{P}_x^\mu &= \frac{P\lambda}{al} (x-a) \left[1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \\ &- \frac{P(a-\lambda)}{al} (l-x) \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \\ &- \frac{G_i(l-x+\lambda-e)}{l} \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Somit } \Delta \dot{P}_x^\mu &= \frac{\Delta\lambda}{l} \left\{ P \left[\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \right. \\ &\left. - G' \left[1 - x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \right\} \end{aligned}$$

Die Klammergröße ist negativ, so lange

$$\frac{G'}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}{1 - x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}$$

somit der Zug so lange nach links vorzuschieben, als dies Verhältniß statt hat.

Für einen von links kommenden Zug ergibt sich gleicherweise

$$\begin{aligned} \Delta \dot{P}_x^\mu &= \frac{\Delta\lambda}{l} \left\{ P \left[\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \right. \\ &\left. - G \left[1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right) \right] \right\} \end{aligned}$$

Die Klammergröße ist negativ, so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}{1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}$$

und darum, so lange als dies stattfindet, der Zug nach rechts in das Fach vorzuschieben.

Für den Parallelbalken bleibt überall die Bedingung

$$\frac{G}{P} > \frac{l}{a} - 1 \text{ resp.} \\ > n - 1$$

gültig.

Stellt man die Resultate zusammen, schreibt resp. die betreffenden Formeln um, so ergeben sich:

1) Für P_x^0

Von rechts ins x te Fach, so lange:

$$\frac{G'}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}{1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}$$

Von links ins x te Fach a , so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}{1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}$$

2) Für P_x^μ

Von rechts ins $(x+1)$ te Fach (a) , so lange

$$\frac{G'}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} + x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}{1 - x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}$$

Von links ins $(x+1)$ te Fach (a) , so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} + x \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}{1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_{x+1}} - \frac{\nu}{s_x} \right)}$$

3) Für P_x^0

Von rechts ins $x+1$ te Fach, so lange

$$\frac{G'}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} + x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}{1 - x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}$$

Von links ins $(x+1)$ te Fach, so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} + x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}{1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}$$

4) Für P_x^μ

Von rechts ins x te Fach, so lange

$$\frac{G'}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}{1 - x \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}$$

Von links ins x te Fach, so lange

$$\frac{G}{P} > \frac{\frac{l-a}{a} - (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}{1 + (l-x) \left(\frac{\mu}{s_x} - \frac{\nu}{s_{x+1}} \right)}$$

Die vorstehende Zusammenstellung bezieht sich auf die Anordnung, bei welcher die Diagonalen auf Zug und Druck eingerichtet sind. Es lassen sich leicht diejenigen Abänderungen übersehen, welche erforderlich werden, wenn durch entsprechende Anordnung von Gegendiagonalen die Beanspruchung auf Druck in den Diagonalen vermieden wird.

Darmstadt, im Juli 1869.

Th. Schäffer.

Ueber die Darstellung der Verhältnisse der Schieberbewegung bei den Dampfmaschinen durch Schaulinien.

(Mit Zeichnungen auf Blatt C und D im Text.)

§. 1. Allgemeine Disposition des Schiebers.

Die innere Steuerung der Dampfmaschinen, d. h. die Vorrichtung, durch welche man den Dampf, welcher in der Maschine zur Wirkung gelangt so vertheilt, daß er bei der einen Bewegungsrichtung des Kolbens auf denselben treibend wirkt (in den Cylinder einströmt) und bei der entgegengesetzten Bewegungsrichtung des Kolbens einen Ausweg nach dem Condensator oder in die Atmosphäre erlangt, wird in den meisten Fällen durch den sogenannten kasten- oder muschelförmigen Schieber bewirkt.

Die allgemeine Anordnung dieses Schiebers ist in Figur 1 auf Blatt C dargestellt, und zwar ist der Schieber in seiner mittleren Stellung gezeichnet.

In der Wandung des Cylinders befinden sich drei Canäle, die beiden äußeren sind die „Vertheilungswege“, welche den Dampf in resp. aus dem Cylinder führen können, der mittlere ist der Ausgangsweg, welcher mit dem Condensator, oder mit der Atmosphäre communicirt; die Vertheilungswege sind von dem Ausgangsweg durch die „innern Stege“ $b_1 b_2$ getrennt. Die Oberflächen dieser innern Stege

nebst den Mündungen der drei Dampfwege, und den zu beiden Seiten der Vertheilungswege liegenden bearbeiteten Flächen der Canalwandungen, welche Flächen wir die „äußern Stege“ $b_1 b_2$ nennen, bilden die Schieberbahn, auf welcher der Schieber dampfdicht gleitend verschoben werden kann. Steht der Schieber in seiner mittleren Stellung, so überdecken seine Lappen oder Ränder die beiden Vertheilungswege. Das Stück, um welches jeder Lappen den betreffenden Vertheilungsweg nach Außen hin überragt, heißt die äußere Deckung $d_1 d_2$, und das Stück, um welches jeder Lappen noch auf dem innern Stege aufliegt, die innere Deckung $d_1 d_2$. Bezeichnen wir mit

l die ganze Länge der Schieberbahn, so folgt unmittelbar aus dieser Disposition

$$l = a + 2(e + b_1 + b_2).$$

Der Raum zwischen beiden Schieberlappen heißt die Schieberhöhle (q), und bezeichnen wir mit

s die Länge des ganzen Schiebers,

m die Breite der Schieberlappen,

so folgt unmittelbar: $s = q + 2m$.

Aus der mittleren Stellung, welche der Schieber in Fig. 1 einnimmt, denken wir denselben nunmehr in seine äußerste Stellung nach rechts oder nach links verschoben. Fig. 2 zeigt diese größte Verschiebung nach rechts.

Das Stück, um welches der Schieber hierbei verschoben worden ist, nennen wir die Excentricität des Schiebers, und bezeichnen den Werth derselben mit r .

Nach dieser Verschiebung sollen die Schieberlappen m auf der Schieberbahn noch dampfdicht schliessen, das Stück, um welches die äußere Deckung auf dem innern Stege dabei noch aufliegt (links in der Figur), nennen wir die äußere Schließung, und bezeichnen sie mit n , und das Stück, um welches die innere Deckung auf dem äußeren Stege hierbei noch aufliegt, nennen wir die innere Schließung, und bezeichnen sie mit n' .

Bei der Construction des Schiebers geht man gewöhnlich von folgenden Werthen als gegebenen aus:

- 1) die Breite der Vertheilungswege e ,
- 2) die äußere Deckung des Schiebers d_a ,
- 3) die innere Deckung des Schiebers d_i ,
- 4) die Weite des Auslafsweges, wenn der Schieber am weitesten aus seiner mittleren Stellung verschoben ist, a' ,
- 5) und 6) die Größe der äußeren Schließung n , und die Größe der inneren Schließung n' . Gewöhnlich nimmt man beide Werthe gleich groß an.

7) die Excentricität des Schiebers r . — Es wird vorausgesetzt, daß die Excentricität für die Ausweichung des Schiebers aus seiner mittleren Stellung nach rechts und nach links gleich groß sei.

Nach diesen Annahmen ergeben sich sodann die übrigen Werthe in folgender Weise:

- 1) die Lappenbreite m

$$m = d_a + d_i + e$$
- 2) die Breite des inneren Steges b_i
 Nach Fig. 2 ist (links)

$$r = d_a + e + (b_i - n)$$
 folglich

$$b_i = r - (d_a + e) + n$$
- 3) die Breite des äußeren Steges b_a
 Nach Fig. 2 ist (rechts)

$$r = b_a - n' + e + d_i$$
 folglich

$$b_a = r + n' - (d_i + e)$$
- 4) Die Weite des Austrittsweges a (Fig. 2 links)

$$a = m - n + a'$$

$$= d_a + d_i + e + a' - n$$
- 5) die Weite der Schieberhöhle q (Fig. 1)

$$q = a + 2(b_i - d_i)$$

$$= d_a + d_i + e + a' - n + 2(b_i - d_i)$$

$$= d_a - d_i + e + a' - n + 2b_i$$

$$= 2r + a' - (d_a + d_i) + n - e$$
- 6) die Länge des ganzen Schiebers s

$$s = q + 2m$$

$$= 2r + a' + d_a + d_i + n + e$$

$$= 3(d_a + e) + a' + d_i + 2b_i - n$$
- 7) die Länge der Schieberbahn l

$$l = a + 2(e + b_i + b_a)$$

$$= 3(d_a + e - n) + a' - d_i + 4b_i + 2n'$$

$$= 4r + 2n' + n - (e + d_a + d_i) + a'$$

Wenn sich der Schieber aus seiner mittleren Stellung (Fig. 1) nicht um den ganzen Betrag der Excentricität verschiebt, sondern nur um einen aliquoten Theil derselben x , so öffnet sich bei einer Verschiebung nach rechts der Vertheilungsweg links für den Eintritt des Dampfes um ein

Stück e_x , und zugleich der Vertheilungsweg rechts für den Austritt des Dampfes um ein Stück a_x . Es ist aber, wie sich sofort aus Fig. 1 und 2 ergibt,

- 1) $e_x = x - d_a$
- 2) $a_x = x - d_i$

Gleitet dagegen der Schieber um ein ebenso großes Stück aus seiner mittleren Stellung nach links, so findet eine Eröffnung des Vertheilungsweges rechts für den Dampftritt, und des Weges links für den Dampfaustritt statt; die Weiten, um welche diese Wege geöffnet werden, sind aber immer nach den Gleichungen 1 und 2 zu bestimmen.

Die Gleichungen 1 und 2 sind so zu verstehen, daß, so lange e_x negativ wird, d. h. so lange x kleiner als d_a ist, eine Eröffnung des Eintrittsweges überhaupt nicht erfolgt, vielmehr der Schieberlappen mit seiner äußeren Deckung den Eintrittsweg geschlossen erhält, und dasselbe gilt für den Austrittsweg und die innere Deckung, so lange a_x negativ wird, d. h. so lange x kleiner als d_i ist.

Ferner kann die größte Weite der Eröffnung eines Vertheilungsweges immer nur gleich der Weite e des Weges selbst werden. So lange also e_x oder a_x größer als e werden, bleibt die Weite des Durchgangsweges constant gleich e .

Der Augenblick der Eröffnung oder Schließung eines Durchgangsweges fällt also mit der Erfüllung der Bedingung

$$e_x = 0 \quad a_x = 0$$

$$x = d_a \quad x = d_i$$

zusammen.

Der Weg bleibt geöffnet, so lange
 $x > d_a$ resp. $x > d_i$
 ist; das Maximum der Eröffnung ist in beiden Fällen e und der Weg bleibt geschlossen, so lange
 $x < d_a$ resp. $x < d_i$
 ist.

Diese Gesetze sind ganz unabhängig von der Art und Weise des Mechanismus, durch welchen der Schieber bewegt wird, und von dem Gesetze, nach welchem sich die Wege des Schiebers verhalten; sie folgen einfach aus der ganzen Anordnung des Schiebers selbst.

§. 2. Allgemeine Disposition des Bewegungsmechanismus für den Schieber.

Der als innere Steuerung der Dampfmaschinen construirte Schieber wird gewöhnlich durch einen Mechanismus bewegt, welcher von dem Gange der Dampfmaschine abhängig ist, und welchen wir die äußere Steuerung nennen. Hat die Dampfmaschine eine rotirende Welle (Kurbelwelle, Schwungradwelle), so benutzt man diese gewöhnlich zur Anordnung der äußeren Steuerung, welche dann aus irgend einem Mechanismus bestehen kann, durch welchen die Rotation dieser Welle in eine geradlinig alternirende Bewegung umgeformt wird, die dem Schieber diejenige Verschiebung aus seiner mittleren Stellung (§. 1) ertheilt, welche der zur Kolbenbewegung erforderlichen Dampfvertheilung entspricht.

Man kann für diesen Zweck fast alle Mechanismen anwenden, die überhaupt zur Verwandlung einer stetig rotirenden in eine alternirende Bewegung dienen, also namentlich alle Arten von Excentriks, Hebedaumen u. s. w. Der bei Weitem am häufigsten angewendete Mechanismus ist die Kurbel, entweder in ihrer bekannten unmittelbaren Gestalt, oder in der Form des Kreis-Excentriks. Das Kreis-Excentrik ist nämlich nichts anderes, als eine Kurbel, bei welcher der Halbmesser der Kurbelwarze größer geworden ist, als der Kurbelhalbmesser, so daß die, eine kreisförmige

Scheibe bildende Kurbelwarze die Axe der Kurbel umschließt. Die Entfernung des Mittelpunktes dieser kreisförmigen Scheibe (Kreis-Excentrik) von der Axe der Welle, auf welcher sie befestigt ist, heißt die Excentricität, und vertritt vollkommen den Kurbelhalbmesser (Entfernung des Mittelpunktes der Kurbelwarze von der Axe der Kurbelwelle) einer gewöhnlichen Kurbel.

Im Folgenden betrachten wir einstweilen nur den Fall, in welchem der Schieber (§. 1) durch einen Kurbelmechanismus (Kurbel oder Kreis-Excentrik) bewegt wird; wir brauchen daher die Bezeichnungen „Kurbelhalbmesser des Schiebers“ und „Excentricität“ als identisch.

Indem die Kurbel des Schiebers rotirt, wird der Schieber selbst hin und her bewegt. Wir denken dabei den Schieber in unmittelbarstem Zusammenhange mit seiner Kurbel, so nämlich, daß wenn in Wirklichkeit zwischen der Kurbel des Schiebers und diesem selbst sich Zwischenglieder befinden, z. B. Hebel und dergleichen, der Einfluß dieser Maschinenteile beseitigt gedacht wird, und demnächst durch eine besondere Untersuchung zu betrachten bleibt. Durch diese Voraussetzung wird der hier zu behandelnde Fall wesentlich vereinfacht, und in dieser einfacheren Gestalt soll die vorliegende Abhandlung als ein Auszug aus einer größeren Arbeit des Verfassers, welche auch alle die complicirteren Fälle umfaßt, ein Bild geben von der Methode, welche der Verfasser zur Untersuchung der bei den Schieberbewegungen vorkommenden Verhältnisse in Anwendung gebracht hat.

Als eine weitere Voraussetzung, welche den Kreis der hier zu behandelnden Fälle wesentlich einschränkt, stellen wir die, freilich am häufigsten vorkommende Bedingung auf: daß die Richtung, in welcher der von seiner Kurbel in unmittelbarster Weise bewegte Schieber sich gleitend verschiebt, durch die Drehaxe der Schieberkurbel gehe.

Die oben erwähnte umfangreichere Arbeit des Verfassers behandelt auch diejenigen Fälle, in welchen diese Richtung des Schieberweges nicht durch die Kurbelaxe geht.

Die eben gemachte Voraussetzung läßt noch zwei Fälle für die Anwendung des Kreis-Excentriks zur Bewegung des Schiebers zu. Mit dem Kreis-Excentrik oder mit der Kurbel ist nämlich immer eine Stange verbunden, welche den Schieber bewegt, so nämlich, daß diese Stange mit einem Theile an das Excentrik oder die Kurbel sich anschließt, während das andere Ende sich in der geradlinigen Bahn bewegt, die mit der Bewegungsrichtung des Schiebers zusammenfällt. Diese Verbindungsstange (Lenkerstange, Pleyelstange, Excenterstange) kann nun so geordnet sein, daß entweder

- a) die Stange sich stets parallel mit der Gleitrichtung des Schiebers verschiebt, oder
- b) das eine Ende der Stange die Kreisbewegung der Kurbel mitmacht, während das andere Ende sich in gerader Linie verschiebt. — Die Stange bleibt bei dieser Anordnung bei der Bewegung nicht parallel mit der Gleitrichtung des Schiebers.

Fig. 3 zeigt eine Kurbel, bei welcher die den Schieber bewegende Stange S stets in der Richtung der Schieberbahn AB bleibt. Das Ende des Kurbelarmes ist von einem sogenannten Stein umschlossen, welcher sich in dem Gleitstück g , der sogenannten Kurbelschleife, während der Drehung der Kurbel verschiebt. Die Kurbelschleife ist zwischen Parallelschienen geradlinig geführt.

Fig. 4 zeigt ein Kreis-Excentrik, bei welchem die den Schieber bewegende Stange S stets in der Richtung der

Schieberbahn AB bleibt; diese Stange ist in zwei Punkten KK geradlinig geführt. Das Excentrik ist mit einem Rahmen r umschlossen, welcher dasselbe in jeder Lage des Excentriks in zwei Punkten, in der Figur z. B. p und q , berührt, und welcher bei der Drehung des Excentriks zugleich mit der an derselben befestigten Stange S verschoben wird.

Diese beiden Figuren geben also Beispiele für den ersten der beiden oben genannten Fälle, welcher dort unter a bezeichnet worden ist. Die unter b erwähnte Anordnung wird durch die Figuren 5 und 6 beispielsweise erläutert.

Fig. 5 giebt die gewöhnliche Anordnung der Kurbel. Die den Schieber bewegende Stange S ist mit dem einen Ende an die Kurbelwarze angeschlossen, das andere Ende greift mittelst eines Gelenkes an die in der Richtung des Schiebers gleitende Stange a .

Fig. 6 giebt die gewöhnliche Anordnung des Kreis-Excentriks; mn ist die Excentricität, welche den Kurbelarm repräsentirt; die den Schieber bewegende Stange S ist mit einem Ende an das Excentrik angeschlossen, das andere Ende greift mittelst eines Gelenkes an eine in der Richtung des Schiebers gleitende Stange. — Die Richtung der Verbindungsstange S geht stets durch den Mittelpunkt n des Kreis-Excentriks. Wir denken entweder an die Stange S unmittelbar (in den Fig. 3 und 4) oder mit Hilfe des Gelenkes und der Stange a (in den Fig. 5 und 6) den Schieber angeschlossen.

Bei der Drehung der Kurbel aus einer Position in eine andere (folgende) verschiebt sich jeder Punkt, welcher entweder bei den Figuren 3 und 4 mit der Stange S oder in den Figuren 5 und 6 mit der Stange a fest verbunden ist, in der Gleitrichtung AB resp. parallel mit derselben um gleich viel. Um die Größe dieser Verschiebung zu bestimmen, ist es gleichgiltig, welchen von diesen genannten Punkten wir betrachten; den also betrachteten Punkt aber nennen wir den gleitenden Punkt. Da der Schieber mit den genannten Stangen fest verbunden ist, so ist die Verschiebung jedes Punktes des Schiebers gleich derjenigen des gleitenden Punktes.

§. 3. Allgemeine Disposition der Schaulinie.

Unter einer Schaulinie (Diagramm) verstehen wir eine geometrische Zeichnung, durch welche ein aus zwei stetig veränderlichen Werthen entstehendes Resultat in Form einer Curve anschaulich gemacht werden soll. Jede aus einer Gleichung construirte Curve würde hiernach auch als Schaulinie (Diagramm) zu bezeichnen sein.

Wenn die Schaulinie so gebildet wird, daß einer der veränderlichen Werthe stets proportional ist der Winkeldrehung eines Radius um einen festen Punkt, und der andere veränderliche Werth in jedem Augenblick proportional ist dem Abstände eines auf dem drehbaren Radius verschiebbaren Punktes von dem festen Punkte, um welchen sich der Radius dreht (Mittelpunktsabstand), so nennen wir eine solche Schaulinie eine mittelpunktliche (centrales Diagramm).

Alle Resultate, welche man durch Schaulinien verdeutlichen will, und bei denen der eine veränderliche Werth durch die verschiedenen Positionen eines rotirenden Körpers gebildet wird, werden in der Regel passend durch mittelpunktliche Schaulinien dargestellt.

Durch die Drehung der Kurbel wird der Schieber verschoben; er nimmt dabei verschiedene Entfernungen von seiner mittleren Stellung an. Nach §. 1. aber ist die jedesmalige Weite der Durchgangswege von der Entfernung aus seiner mittleren Stellung abhängig.

Diese Verhältnisse werden sich passend durch eine mittelpunktliche Schaulinie verdeutlichen lassen. Die zu diesem Zweck zu lösende Aufgabe ist in folgender Weise zu formulieren:

An einen Kurbelarm, der sich um eine feste Axe dreht, ist mittelst einer Verbindungsstange ein geradlinig gleitender Punkt (§. 2) angeschlossen; es sei die Stellung der Kurbel bestimmt, bei welcher sich der gleitende Punkt in seiner Mittellage befindet; wenn sich die Kurbel aus dieser Stellung dreht, so verschiebt sich der gleitende Punkt aus seiner Mittellage. Es ist nun eine mittelpunktliche Schaulinie zu construiren, so daß für jede Stellung, welche die Kurbel einnehmen kann, der Mittelpunktsabstand gleich sei der gleichzeitigen Entfernung des gleitenden Punktes von seiner Mittellage.

Die Construction der Schaulinien wird für die beiden im vorigen Paragraphen unter a und b genannten Fälle verschieden ausfallen.

Im Folgenden wollen wir zunächst für einige bei der Schieberbewegung vorkommenden Fälle die mittelpunktlichen Schaulinien construiren, und sodann dieselben zur Bestimmung der Verhältnisse bei der Dampfvertheilung durch Schieber anwenden.

Unter der kürzern Bezeichnung „Schaulinie“ verstehen wir in Folgendem überhaupt „mittelpunktliche Schaulinien“, da von andern, als solchen, hier nicht die Rede sein wird.

§. 4. Schaulinie für die Entfernung des gleitenden Punktes aus seiner Mittellage, wenn die Verbindungsstange stets parallel mit der Gleitrichtung bleibt.

Die in der Ueberschrift genannte Anordnung stellt den in §. 2 unter a) bezeichneten Fall dar.

Es sei $AC = r$ der Kurbelhalbmesser (Fig. 7), die Gleitrichtung gehe durch C und habe die Richtung ACE . Während die Kurbel von E durch D nach A geht, legt der gleitende Punkt (§. 2) parallel mit der Gleitrichtung den Weg $EA = 2r$ zurück (vergl. Fig. 3 und 4), und während die Kurbel den zweiten Halbkreis von A durch M , nach E durchläuft, legt der gleitende Punkt einen ebenso großen Weg rückwärts zurück.

Während die Kurbel von der Anfangsstellung E den Bogen \widehat{ED} durchläuft, ist der gleitende Punkt, wie sofort ersichtlich, um ein Stück gleich \overline{GE} geradlinig fortgerückt. Hieraus folgt:

die Projection des durchlaufenen Bogens \widehat{ED} auf die Gleitrichtung ist für diese Anordnung gleich der geradlinigen Verschiebung des gleitenden Punktes, während die Kurbel diesen Bogen durchläuft.

Der gleitende Punkt hat also die Hälfte seines Weges durchlaufen, d. h. er befindet sich in der Mittellage, wenn die Projection des durchlaufenen Bogens gleich dem Radius ist, d. h. wenn die Kurbel normal zur Gleitrichtung steht. Hieraus folgt:

Wenn der gleitende Punkt in der Mitte seines Weges ist, dann steht die Kurbel normal zur Gleitrichtung.

Die Stellung, welche die Kurbel einnimmt, wenn der gleitende Punkt in der Mitte seiner Bahn ist, nennen wir die Mittelstellung der Kurbel, und die entsprechende Lage des gleitenden Punktes dessen Mittellage.

Der Uebereinstimmung wegen denken wir in allen folgenden Untersuchungen, wenn es nicht ausdrücklich anders bemerkt wird, daß die Kurbel sich von rechts nach links drehe, und daß die Gleitlinie stets auf der rechten Seite des Kurbelmittelpunktes liege.

Wir nennen den Weg des gleitenden Punktes, bei welchem die Verbindungsstange ziehend wirkt, und welcher also von rechts nach links durchlaufen wird, den Vorwärtsweg, den andern den „Rückwärtsweg“.

Die Mittelstellung der Kurbel während des Vorwärtsganges nennen wir die „Mittelstellung vorwärts“, — die entgegengesetzte aber „die Mittelstellung rückwärts“.

\overline{MC} in Fig. 7 ist die Mittelstellung vorwärts; geht die Kurbel aus dieser Mittelstellung von M nach D' , so entfernt sich der gleitende Punkt um die Projection des Bogens $\widehat{MD'}$ auf AE , also um das Stück $\overline{CG'}$ aus der Mittellage nach vorwärts; kommt die Kurbel durch D in A an, so war in der Stellung \overline{CD} die Entfernung aus der Mittellage \overline{CG} , und in der Stellung \overline{CA} ist diese Entfernung am größten, nämlich gleich $\overline{CA} = r$. Geht die Kurbel weiter von A nach M^0 , so schiebt sich der gleitende Punkt wieder rückwärts, die Entfernung von der Mittellage wird wieder kleiner, bis sie bei der Mittelstellung $\overline{CM^0}$ (Mittelstellung rückwärts — normal zur Gleitrichtung) wieder gleich Null wird, und nun bei der Weiterdrehung der Kurbel von M^0 nach E hin wieder wächst, in der Endstellung der Kurbel \overline{CE} wieder ein Maximum, nämlich gleich r wird, und endlich auf dem Wege, den die Kurbel von E nach M hin durchläuft, wieder von r bis zu Null hin abnimmt.

Um die mittelpunktliche Schaulinie zu construiren, deren Abstände von dem Mittelpunkt C bei jeder Kurbelstellung gleich der Entfernung des gleitenden Punktes von seiner Mittellage sind, hat man nur nöthig, die Entfernungen \overline{CG} , $\overline{CG'}$ u. s. w., d. h. die Projectionen der von der Mittelstellung aus durchlaufenen, oder bis zu dieser hin noch zu durchlaufenden Bögen, und zwar von dem Mittelpunkte C an gemessen, auf die betreffende Kurbelstellung abzutragen.

Dies sei geschehen: \overline{CH} sei gleich \overline{CG} , $\overline{CH'} = \overline{CG'}$ gemacht, u. s. w.

Verbinden wir nun A mit H , A mit H' u. s. w., so ist das Dreieck AHC congruent dem Dreieck DGC , denn Winkel $\widehat{DCG} = \widehat{ACH}$ (zusammenfallend), Seite $\overline{CG} = \overline{CH}$ (abgetragen) und Seite $\overline{CD} = \overline{AD}$ (als Radien), folglich ist

Winkel $\widehat{AHC} = \widehat{DGC}$, also gleich einem Rechten.

Dies läßt sich für jede Kurbelstellung zeigen. — Verbindet man also die gefundenen Punkte der Schaulinie, H, H' u. s. w., mit dem Endpunkt der Kurbelstellung A , so sind diese Verbindungslinien stets normal zur Kurbelstellung; es entstehen lauter Dreiecke, welche bei H, H' u. s. w. rechtwinklig sind, und deren gemeinschaftliche Hypotenuse \overline{AC} ist. Der über \overline{AC} als Durchmesser beschriebene Kreis nimmt also alle Punkte der Schaulinie auf, muß also mit dieser zusammenfallen.

Aus dieser Darstellung folgt:

Wenn die Gleitlinie durch den Kurbelmittelpunkt geht, und die Verbindungsstange stets parallel mit der Gleitrichtung bleibt, so wird die Schaulinie für die Entfernung des gleitenden Punktes aus seiner Mittellage gefunden, wenn man über den beiden Endstellungen der Kurbel als Durchmesser Kreise beschreibt.

Die Sehne dieser Kreise, welche von einer beliebigen Stellung der Kurbel abgeschnitten wird, giebt die Entfernung des gleitenden Punktes von seiner Mittellage für den Augenblick, in welchem die Kurbel die betrachtete Stellung einnimmt.

In Fig. 8 sind die Schaulinien für den vorliegenden Fall gezeichnet.

Wenn sich die Kurbel um einen beliebigen Winkel φ aus der Mittelstellung vorwärts gedreht hat, z. B. wenn sie sich in CD^1 oder CD^2 , CD^3 oder CD^4 u. s. w. befindet, so geben immer die Abschnitte CH^1 , resp. CH^2 , CH^3 oder CH^4 u. s. w. die Entfernung an, um welche der gleitende Punkt sich aus seiner Mittellage verschoben hat. Auch ist zu bemerken, daß nach den obigen Entwicklungen der Abstand CH^1 u. s. w. gleich der Projection des Bogens MD^1 auf die Gleitrichtung AE ist, also $CH^1 = CG^1$ u. s. w.

Der Werth der Länge der Verbindungsstange kommt bei diesen Bestimmungen gar nicht in Betracht.

§. 5. Schaulinie für die Entfernung des gleitenden Punktes aus seiner Anfangslage, wenn die Verbindungsstange stets parallel mit der Gleitrichtung bleibt.

Die eben construirte Schaulinie kann noch zu einem anderen Zwecke dienen.

In Fig. 8 beginne die Kurbel bei A ihren Hub; wenn dieselbe sich bis D^1 gedreht hat, so ist die Entfernung des gleitenden Punktes von seiner Mittellage gleich CH^1 (§. 4); beim Beginn des Hubes war diese Entfernung gleich CA , folglich hat der gleitende Punkt, während sich die Kurbel um den Winkel $\widehat{ACD^1}$ gedreht hat, von seiner Anfangslage aus den Weg

$$\overline{CA} - \overline{CH^1} \text{ zurückgelegt,}$$

und da $\overline{CA} = \overline{CD^1}$ ist (als Radien), so ist dieser Weg auch $\overline{CD^1} - \overline{CA} = \overline{H^1D^1}$;

hieraus folgt, daß wenn man die „mittelpunktliche Schaulinie für die Entfernung des gleitenden Punktes aus seiner Mittellage“ beschrieben hat (§. 4), dieselbe zugleich für jede Kurbelstellung die Entfernung des gleitenden Punktes aus seiner Endlage giebt. Diese Entfernung ist nämlich gleich dem Abschnitte des Kurbelradius in der betrachteten Stellung, welcher zwischen der Schaulinie und dem Kurbelkreise liegt.

Hieraus folgt die Regel:

Man erhält die Schaulinie für die Entfernung des gleitenden Punktes von seiner Anfangslage, wenn man über der Stellung der Kurbel beim Beginn des Hubes mit dem Kurbelradius als Durchmesser einen Kreis, und einen zweiten Kreis mit dem Kurbelradius als Halbmesser aus der Drehaxe der Kurbel beschreibt. Für irgend eine Stellung der Kurbel, z. B. für den Drehungswinkel φ aus der Anfangsstellung, ist das Stück des Kurbelradius, welches bei dieser betrachteten Stellung zwischen beiden Kreisen liegt, gleich dem Wege, welchen der gleitende Punkt von seiner Anfangslage bis zu dieser Kurbelstellung geradlinig durchlaufen hat.

Fig. 9 giebt diese Schaulinie. AC ist die Anfangsstellung der Kurbel; dreht sich die Kurbel um den Winkel $\varphi = \widehat{ACD}$, so hat sich der gleitende Punkt um den Weg HD von seiner Anfangslage verschoben. Wenn die Kurbel in der Mittelpunktsstellung CM steht, so ist die Verschiebung des gleitenden Punktes $\overline{CM} = r$. Wird der Winkel

φ größer als 90 Grad, z. B. gleich φ' , so wird die Verschiebung aus der Anfangslage gleich $D'H'$, nämlich gleich der Verschiebung bis zur Mittellage plus der Verschiebung aus der Mittellage bis zur Position CD' , das ist:

$$\overline{CM} + \overline{CH^0} = \overline{CD'} + \overline{CH'} = \overline{D'H'}$$

Wenn es nicht auf den Absolutwerth der Verschiebung des gleitenden Punktes aus seiner Endlage ankommt, sondern nur auf das Verhältniß zum ganzen geradlinig zu durchlaufenden Wege, so ergibt sofort

$$\frac{\overline{DH}}{\overline{DK}} \text{ für den Drehungswinkel } \varphi$$

$$\frac{\overline{D'H'}}{\overline{D'K'}} \text{ für den Drehungswinkel } \varphi'$$

dieses Verhältniß. Da aber der Werth des Verhältnisses unabhängig von dem Absolutwerth $\overline{CA} = r$ ist, so kann man für den Fall, daß man nur das Verhältniß anschaulich machen will, den Kreis aus C mit jedem beliebigen Radius, und den Kreis über AC mit diesem Radius als Durchmesser beschreiben; es wird immer das Verhältniß des Stückes HD zum ganzen Kurbeldurchmesser das Verhältniß des von dem gleitenden Punkte aus seiner Anfangslage durchlaufenen Weges zu seinem ganzen Wege darstellen.

Nun braucht man nur auf einem Papierstreifen (Fig. 10) oder auf einem abgekanteten Lineal den Durchmesser des Kreises AE abzutragen, denselben in eine entsprechende Anzahl gleicher Theile zu theilen (z. B. in 24). Um zu untersuchen, wie weit der gleitende Punkt bei irgend einer Kurbelstellung sich von seiner Endlage entfernt hat, legt man den Papierstreifen in der gegebenen Kurbelstellung als Durchmesser an und liest sofort auf dem Maasstabe das gesuchte Verhältniß ab; man hat dabei nicht nöthig, die Zeichnung mit vielen Linien zu belästigen.

Fig. 10 giebt ein Beispiel. Ist die Kurbel von ihrer Endstellung aus nach G gerückt, und man legt den beweglichen Durchmesser in CG an, so ergibt sich, daß bei dieser Kurbelstellung der gleitende Punkt um $\frac{1}{2}$ seines Gesamtweges fortgerückt ist.

§. 6. Schaulinien für die Entfernung des gleitenden Punktes aus seiner Mittellage, wenn die Verbindungsstange nur mit dem einen Ende in der Gleitlinie bleibt, das andere Ende aber sich mit der Kurbel dreht.

Diese Anordnung entspricht dem in §. 2 mit b bezeichneten Falle. Hierbei ist die Verbindungsstange nicht stets parallel mit der Gleitlinie, ihre Richtung geht vielmehr stets durch den Mittelpunkt der Kurbelwarze (vergl. Fig. 5 und 6); als gleitender Punkt ist jeder Punkt der Stange a , oder auch der mit dieser verbundene Endpunkt der Stange S zu betrachten, und die Construction der Schaulinie ist hier nicht, wie in §. 4 und 5, unabhängig von der Länge der Verbindungsstange, sondern durch diese selbst bedingt.

Es sei Fig. 11 (auf Blatt D) $AMEM^0$ der von der Kurbel durchlaufene Kreis, die Länge der Verbindungsstange sei gleich l , die Gleitrichtung sei CAQ ; nehmen wir $\overline{EQ} = l$ in den Zirkel und beschreiben wir von E und A die Abschnitte $\overline{EQ} = l$ und $\overline{AQ'} = l$, so geben die Punkte Q und Q' die entferntesten Lagen des gleitenden Punktes, und man erkennt sofort, daß der Weg $\overline{QQ'} = \overline{AE} = 2r$ ist.

Halbiren wir $\overline{QQ'}$ in N , so ist N die Mittellage des gleitenden Punktes, und wenn wir wieder l in den Zirkel nehmen und von N aus nach dem Kurbelkreise \overline{NM} und $\overline{NM_0} = l$ abschneiden, so sind \overline{CM} und $\overline{CM_0}$ die Mittelstellungen der Kurbel.

Da $\overline{EA} = l$ ist, $\overline{EC} = r$ und auch $\overline{QN} = r$, so ist

$$\overline{CN} = \overline{CQ} + \overline{QN} = \overline{EQ} - \overline{EC} + \overline{QN} = \overline{EQ} = l$$

Die Mittellage des gleitenden Punktes ist also von der Drehaxe um die Länge der Verbindungsstange l entfernt. Der aus N mit der Länge l beschriebene Kreis geht also durch C , und Dreieck CMN sowohl, als Dreieck CM_0N sind gleichschenklige Dreiecke.

Dreht sich die Kurbel von M um den Winkel φ nach D hin, und man nimmt wieder die Länge l in den Zirkel und schneidet von D aus nach der Gleitlinie das Stück $\overline{DX} = l$ ab, so ist $\overline{NX} = x$ das Stück, um welches bei dieser Kurbeldrehung der gleitende Punkt sich aus seiner Mittellage verschoben hat. Machen wir $\overline{CH} = x$, so ist H ein Punkt der gesuchten Schaulinie, und da wir für jede Kurbeldrehung diese Verschiebung x bestimmen und demnächst den Werth x auf der betreffenden Kurbelstellung abtragen können, so würde dadurch die gesuchte Schaulinie construirt sein.

Für die Kurbelstellungen \overline{CM} und \overline{CM}_0 wird $x = \text{Null}$. — Die Schaulinie wird also auf beiden Seiten diese Kurbelstellungen tangiren; für die Kurbelstellungen \overline{CA} und \overline{CE} wird $x = r$; die Schaulinie geht daher durch die Punkte A und E . Ferner erkennt man leicht, daß die Schaulinie zwei geschlossene Curven darstellen wird, die sich in C berühren, daß diese Curven einander nicht congruent sind, daß aber jede Curve durch die Richtung CE in zwei Theile zerlegt wird, welche für jede Curve einzeln einander congruent sind.

Es ist: $\overline{XN} = x = \overline{CN} - \overline{CX} = l - \overline{CX}$.

Wir können also auch x erhalten, wenn wir von dem Punkt X aus mit $\overline{XD} = l$ einen Kreisbogen \widehat{DP} beschreiben, und das Stück $\overline{CP} = x$ von C aus auf die Stellung der Kurbel herumschlagen $= \overline{CH}$.

Diese Construction setzt aber voraus, daß wir zuerst den Punkt X construirt haben, und sie macht außerdem das Herumschlagen des Abschnittes $\overline{CP} = x$ auf die Kurbelstellung nothwendig.

Wir stellen uns die Aufgabe:

die Abschnitte $\overline{CH} = x$ auf den Kurbelstellungen unmittelbar abzuschneiden, und zwar ohne erst vorher die Verschiebungen $\overline{NX} = x$ construirt zu haben.

Um das Stück $\overline{CP} = x$ zu construiren, ist nur nöthig, das Dreieck DCX zu zeichnen, und die Seite \overline{DX} auf die Seite \overline{CX} herabzuschlagen. Von dem Dreieck DCX sind gegeben: die Seite $\overline{DX} = l$, die Seite $\overline{CD} = r$, und der Winkel \widehat{DCX} , welcher durch die Kurbelstellung bedingt ist. Wenn wir \overline{CD} rückwärts über C hinaus verlängern, so ist Winkel $\widehat{ECR} = \widehat{DCX}$, außerdem ist $\overline{EC} = \overline{CD} = r$, und ist nur noch nöthig, von E aus mit $\overline{ER} = l$ einen Kreisbogen zu beschreiben, welcher die Richtung \overline{CR} in R schneidet, und das Dreieck $ECR \cong DCX$ ist construirt. Setzen wir den Zirkel in R ein und schlagen die Länge $\overline{ER} = \overline{HR} = l$ auf RO herab, so ist offenbar $\overline{HC} = \overline{HR} - \overline{CR} = l - \overline{CX} = x$.

Da nun für jede Kurbelstellung $\overline{ER} = l$ ein constanter Werth ist, so hat man nur nöthig, mit dem Radius l aus E einen Kreis zu beschreiben und die Kurbelstellungen rückwärts bis zu diesem Kreise zu verlängern, da, wo sie denselben schneiden, den Zirkel mit der Spannung gleich l einzusetzen, und das Stück \overline{RH} auf der Kurbelstellung abzuschneiden. Man erhält so unmittelbar die betreffenden Punkte der Schaulinie.

Diese Construction setzt aber voraus, daß die dem Winkel bei C gegenüberliegende Seite des Dreiecks DCX die größere sei; für die Mittelstellungen \overline{CM} und \overline{CM}_0 wird das Dreieck CMN und CM_0N gleichschenklige, und, wie die

Figur 11 zeigt, wird für jede Kurbelstellung, z. B. $\overline{CD'}$, innerhalb des Bogens \widehat{MAM}_0 , die dem Winkel bei C gegenüberliegende Seite die kleinere. Die Figur zeigt unmittelbar, daß man für die innerhalb dieses Bogens fallenden Kurbelstellungen die betreffenden Abschnitte erhält, wenn man mit dem Radius $\overline{AR'} = l$ aus A einen Kreis beschreibt, die Kurbelstellungen vorwärts bis zu diesem Kreise verlängert, und dann von den Durchschnittspunkten derselben mit dem Kreise (R') die Länge $\overline{RH'} = l$ abschneidet.

Hiernach ist die Schaulinie Fig. 12 construirt.

Die Länge der Lenkerstange ist hier gleich $3r$ angenommen. Aus den Endpunkten A und E sind mit $\overline{EE'}$ und mit $\overline{AA'}$ gleich l die Kreise beschrieben. Der Kurbelkreis ist in 16 gleiche Theile getheilt, und diesen Theilen entsprechend sind die verschiedenen Kurbelstellungen gezeichnet. Mit 0 ist die zur Gleitrichtung normale, der Mittelstellung vorwärts zunächst liegende Stellung bezeichnet.

Aus N , in der Mitte von $\overline{A'E} = \overline{AE} = 2r$ kann man mit $\overline{NM} = l$ die Mittelstellung der Kurbel bestimmen, M und M_0 .

Die sämtlichen Kurbelstellungen auf dem Bogen \widehat{MEM}_0 sind rückwärts bis zu dem mit l um E beschriebenen Kreise verlängert, — dagegen sind die sämtlichen Kurbelstellungen auf dem Bogen \widehat{MAM}_0 vorwärts bis zu dem um A mit l beschriebenen Kreise verlängert. Die Durchschnittspunkte dieser Verlängerungen mit den Kreisen sind mit denselben Ziffern, resp. Buchstaben bezeichnet.

Die den Mittelstellungen \overline{CM} und \overline{CM}_0 diametralen Stellungen \overline{CM} und \overline{CM}_0 sind mit benutzt worden, um Punkte der Curven zu finden. Von den in dem großen Kreise liegenden Durchschnittspunkten 0, 1, 2 u. s. w. sind mit l Abschnitte nach den betreffenden Kurbelstellungen gemacht worden, so z. B. $\overline{1H'} = l$ u. s. w. Hierdurch sind die Punkte der Schaulinie bestimmt.

Für den in §. 4 behandelten Fall, wenn nämlich die Verbindungsstange stets parallel zur Gleitlinie bleibt, würde die Schaulinie aus zwei Kreisen bestehen. Diese Kreise sind in der Fig. 12 punkirt, um zu zeigen, wie weit die Schaulinie für den Fall, daß $l = 3r$ ist, und daß nur das eine Ende der Verbindungsstange in der Gleitlinie bleibt, von der Schaulinie jenes Falles abweicht.

§. 7. Schaulinie für die Entfernung des gleitenden Punktes aus seiner Anfangslage, wenn die Verbindungsstange nur mit dem einen Ende in der Gleitlinie bleibt, das andere Ende aber sich mit der Kurbel dreht.

Wenn es von Interesse ist, wie in §. 5 die Ausweichungen des gleitenden Punktes nicht aus seiner Mittellage, sondern aus seiner Anfangslage durch eine Schaulinie darzustellen, so führen die Betrachtungen des §. 6 unmittelbar auf die erforderliche Construction.

Wenn in Fig. 11 die Kurbel von der Anfangsstellung A sich um einen beliebigen Winkel, z. B. in die Position $\overline{CD'}$ bewegt hat, und es ist H' ein Punkt der Schaulinie des vorigen Paragraphen, so ist der gleitende Punkt von der Mitte seines Weges um $\overline{CH'}$ entfernt, folglich von dem Anfange seines Weges um $\overline{CD'} - \overline{CH'} = \overline{D'H'}$. Hat man also die Schaulinie für den Fall des §. 6 für diesen Theil der Kurbeldrehung construirt, so sind:

die Abschnitte des Kurbelarmes zwischen dem Kurbelkreise und der Schaulinie gleich den Entfernungen des gleitenden Punktes aus seiner Anfangsposition.

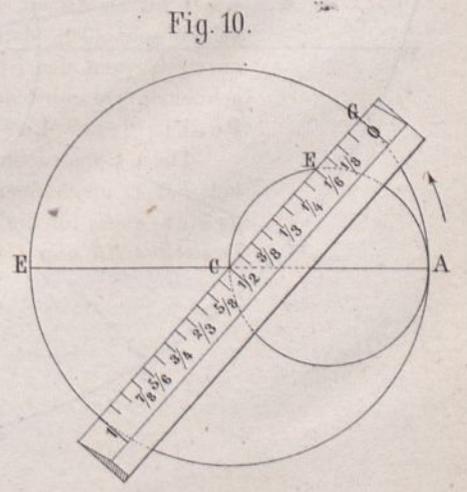
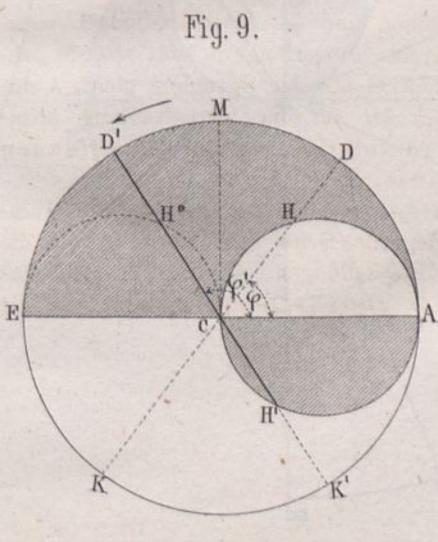
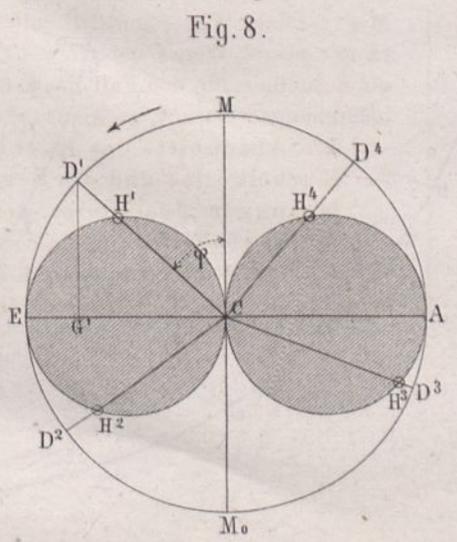
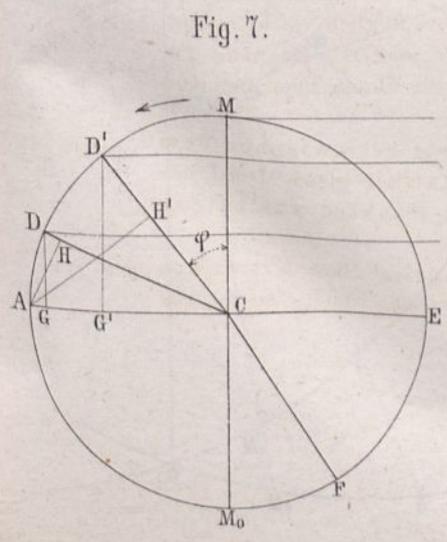
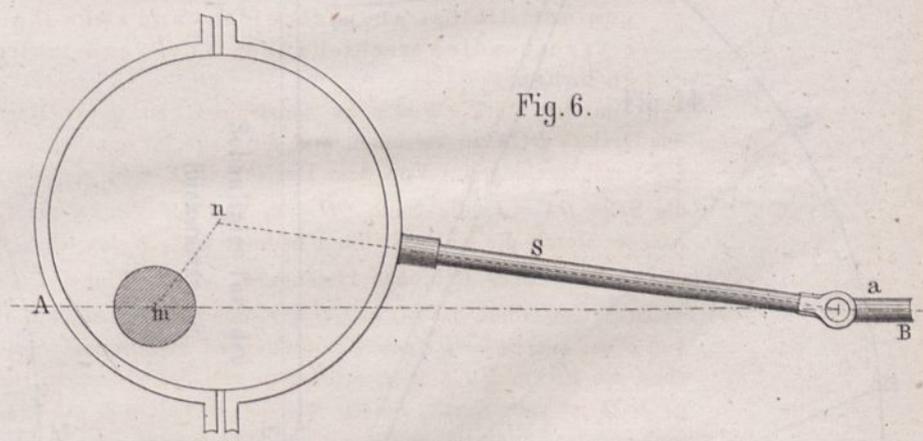
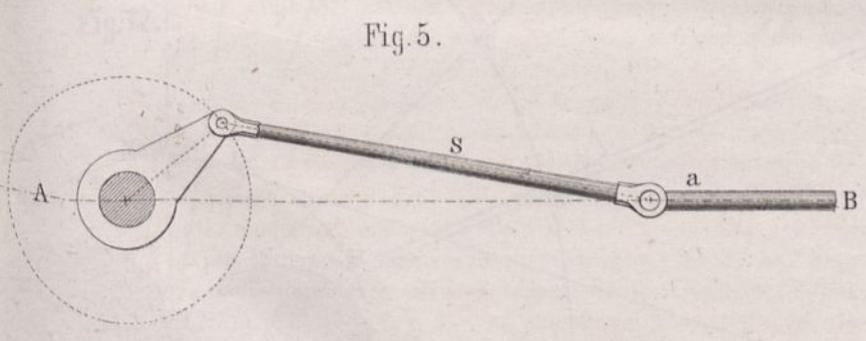
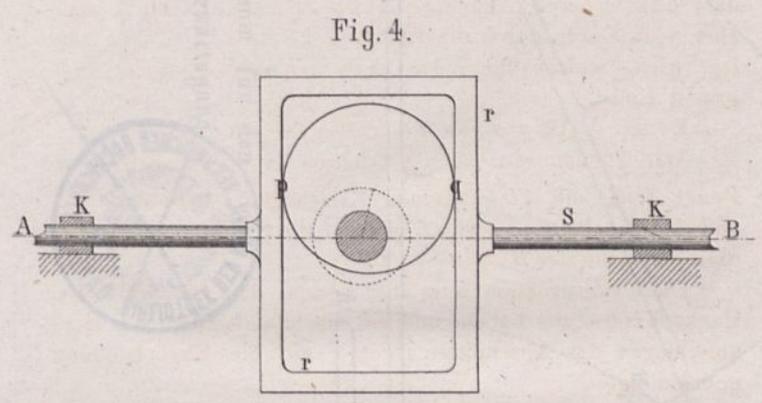
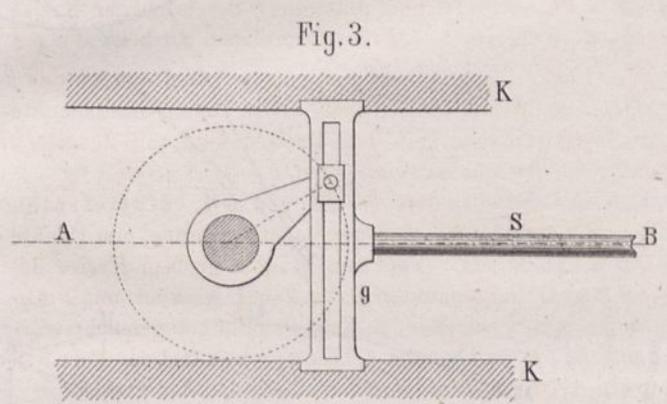
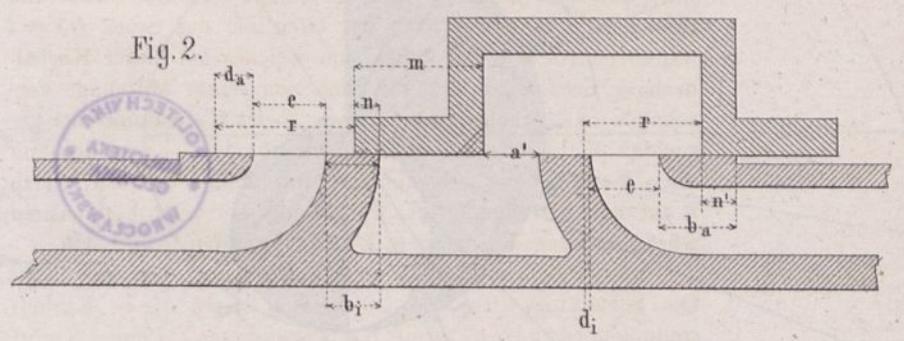
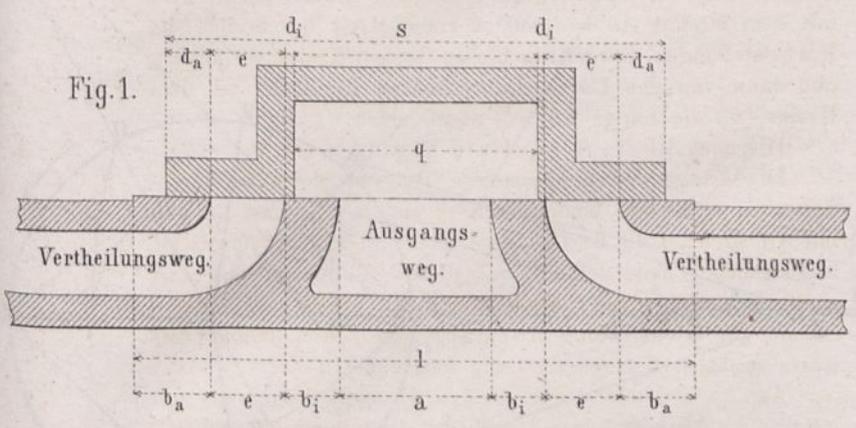
Dies gilt jedoch nur, bis die Kurbel ihre Mittellage erreicht hat. — \overline{CM} — Bewegt sie sich weiter, so ist der

Schieberbewegung bei Dampfmaschinen.

Zeitschrift f. Bauwesen 1870.

Schieberbewegung bei Dampfmaschinen.

Jahrg. XX Blatt C.



Schieberbewegung bei Dampfmaschinen.

Fig. 11.

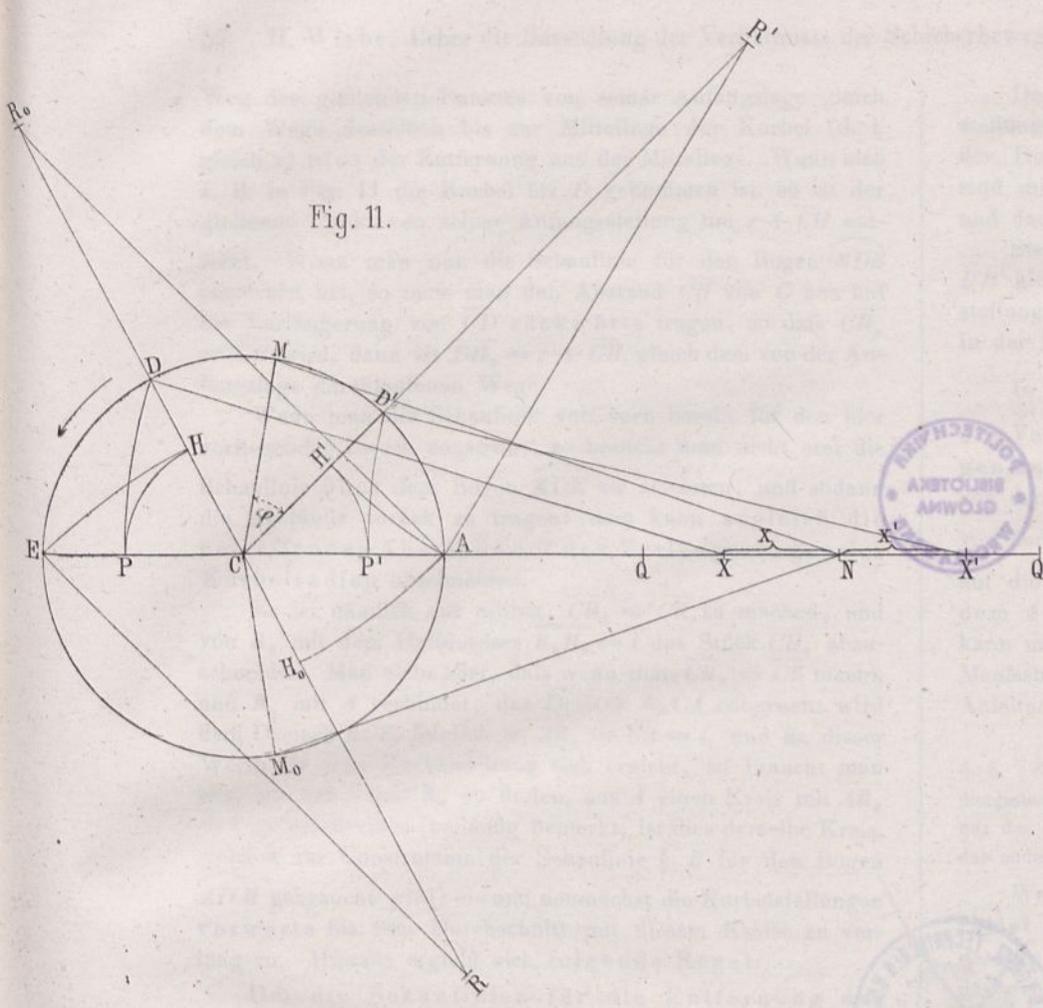
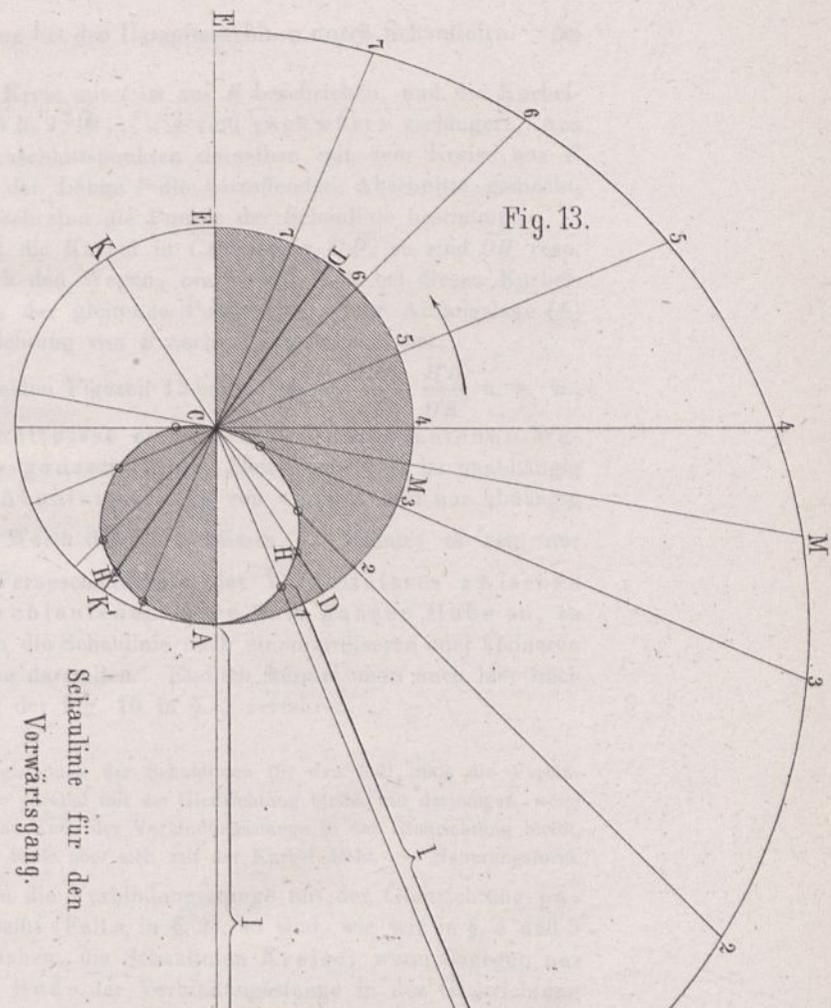
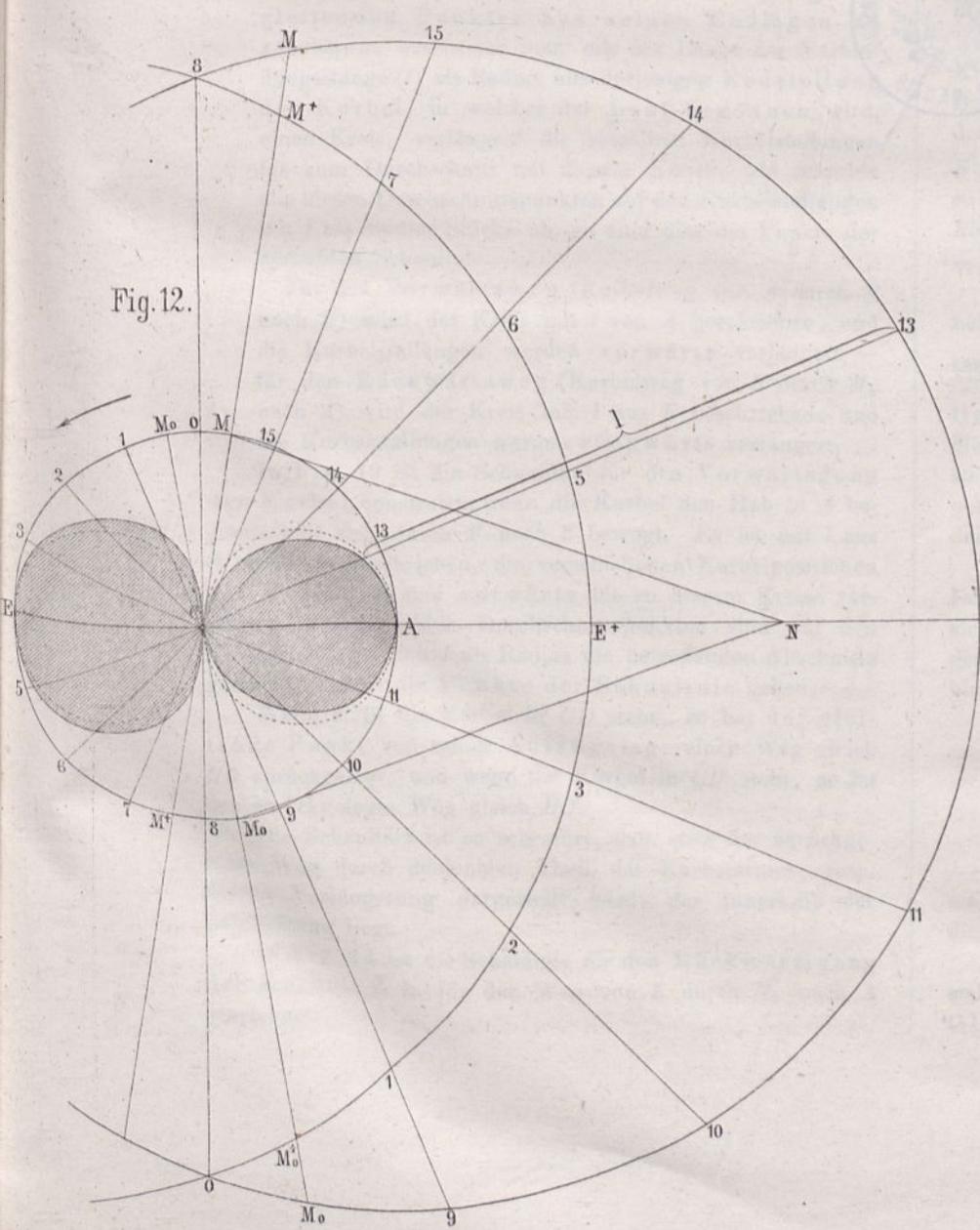


Fig. 13.



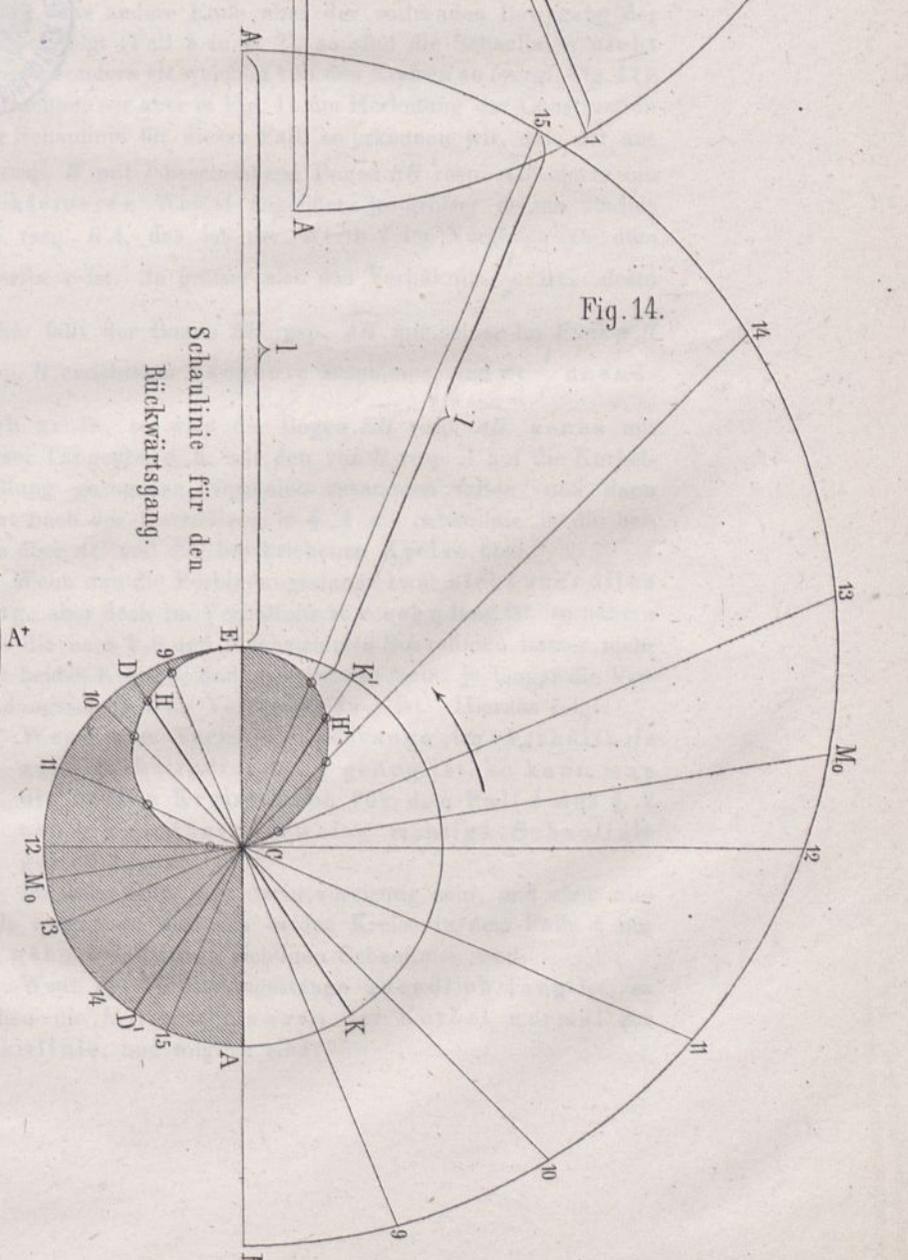
Schaublinie für den Vorwärtsgang.

Fig. 12.



Schaublinie für den Rückwärtsgang.

Fig. 14.



Weg des gleitenden Punktes von seiner Anfangslage gleich dem Wege desselben bis zur Mittellage der Kurbel (d. i. gleich r) plus der Entfernung aus der Mittellage. Wenn also z. B. in Fig. 11 die Kurbel bis D gekommen ist, so ist der gleitende Punkt von seiner Anfangsstellung um $r + \overline{CH}$ entfernt. Wenn man nun die Schaulinie für den Bogen \widehat{MDE} construirt hat, so muß man den Abstand \overline{CH} von C aus auf die Verlängerung von \overline{CD} rückwärts tragen, so daß $\overline{CH_0} = \overline{CH}$ wird, dann ist $\overline{DH_0} = r + \overline{CH}$, gleich dem von der Anfangslage durchlaufenen Wege.

Wenn man die Schaulinie von vorn herein für den hier vorliegenden Zweck construirt, so braucht man nicht erst die Schaulinie über dem Bogen \widehat{MDE} zu zeichnen, und sodann die Abstände zurück zu tragen: man kann sogleich die betreffenden Abstände auf den Verlängerungen der Kurbelradien abschneiden.

Es ist nämlich nur nöthig, $\overline{CR_0} = \overline{CR}$ zu machen, und von R_0 mit dem Halbmesser $R_0H_0 = l$ das Stück $\overline{CH_0}$ abzuschneiden. Man sieht aber, daß wenn man $\overline{CR_0} = \overline{CR}$ macht, und R_0 mit A verbindet, das Dreieck R_0CA congruent wird dem Dreieck RCE , folglich ist $\overline{AR_0} = \overline{ER} = l$, und da dieser Werth für jede Kurbelstellung sich ergibt, so braucht man nur, um den Punkt R_0 zu finden, aus A einen Kreis mit $\overline{AR_0} = l$ zu beschreiben (beiläufig bemerkt, ist dies derselbe Kreis, welcher zur Construction der Schaulinie §. 6 für den Bogen \widehat{ADM} gebraucht wird) — und demnächst die Kurbelstellungen vorwärts bis zum Durchschnitt mit diesem Kreise zu verlängern. Hieraus ergibt sich folgende Regel:

Um die Schaulinien für die Entfernung des gleitenden Punktes aus seinen Endlagen zu zeichnen, beschreibe man mit der Länge der Verbindungsstange (l) als Radius aus derjenigen Endstellung der Kurbel, in welcher der Lauf begonnen wird, einen Kreis, verlängere die einzelnen Kurbelstellungen bis zum Durchschnitt mit diesem Kreise, und schneide aus diesen Durchschnittspunkten auf den Kurbelstellungen mit l als Radius Stücke ab, so sind dies die Punkte der gesuchten Schaulinie.

Für den Vorwärtsweg (Kurbelweg von A durch M nach E) wird der Kreis mit l von A beschrieben, und die Kurbelstellungen werden vorwärts verlängert — für den Rückwärtsweg (Kurbelweg von E durch M_0 nach A) wird der Kreis mit l aus E beschrieben, und die Kurbelstellungen werden rückwärts verlängert.

In Fig. 13 ist die Schaulinie für den Vorwärtsgang der Kurbel construirt, wenn die Kurbel den Hub in A beginnt, und sich durch M nach E bewegt. Es ist mit l aus A ein Kreis beschrieben, die verschiedenen Kurbelpositionen $A 1. 2. \dots E$ sind vorwärts bis zu diesem Kreise verlängert, und aus den Durchschnittspunkten sind auf den Kurbelstellungen mit l als Radius die betreffenden Abschnitte gemacht, welche die Punkte der Schaulinie geben.

Wenn z. B. die Kurbel in \overline{CD} steht, so hat der gleitende Punkt von seiner Anfangslage einen Weg gleich \overline{HD} zurückgelegt, und wenn die Kurbel in $\overline{CD'}$ steht, so ist der zurückgelegte Weg gleich $\overline{HD'}$.

Die Schaulinie ist so schraffirt, daß stets der zurückgelegte Weg durch denjenigen Theil des Kurbelarmes, resp. dessen Verlängerung dargestellt wird, der innerhalb der Schraffirung liegt.

In Fig. 14 ist die Schaulinie für den Rückwärtsgang der Kurbel, d. h. für den Weg von E durch M_0 nach A gezeichnet.

Der Kreis mit l ist aus E beschrieben, und die Kurbelstellungen $E, 9, 10 \dots A$ sind rückwärts verlängert. Aus den Durchschnittspunkten derselben mit dem Kreise aus E sind mit der Länge l die betreffenden Abschnitte gemacht, und dadurch sind die Punkte der Schaulinie bestimmt.

Steht die Kurbel in \overline{CD} resp. in $\overline{CD'}$, so sind \overline{DH} resp. $\overline{D'H'}$ gleich den Wegen, um welche sich bei diesen Kurbelstellungen der gleitende Punkt von seiner Anfangslage (E) in der Richtung von E nach A hin entfernt hat.

In beiden Figuren 13 und 14 geben $\frac{\overline{HD}}{\overline{DK}}$, $\frac{\overline{HD'}}{\overline{D'K'}}$ u. s. w., die Verhältnisse zwischen den durchlaufenen Wegen zum ganzen Hube. Dies Verhältniß ist unabhängig von den Absolutwerthen von r und l , und nur abhängig von dem Werth des Verhältnisses $\frac{l}{r}$. Kommt es also nur auf die Veranschaulichung des Verhältnisses zwischen dem durchlaufenen Wege zum ganzen Hube an, so kann man die Schaulinie nach einem größeren oder kleineren Maasstabe darstellen. Endlich könnte man auch hier nach Anleitung der Fig. 10 in §. 5 verfahren.

§. 8. Vergleichung der Schaulinien für den Fall, daß die Verbindungsstange parallel mit der Gleitrichtung bleibt, mit derjenigen, wenn nur das eine Ende der Verbindungsstange in der Gleitrichtung bleibt, das andere Ende aber sich mit der Kurbel dreht. — Näherungsform.

Wenn die Verbindungsstange mit der Gleitrichtung parallel bleibt (Fall a in §. 2), so sind, wie wir in §. 4 und 5 gesehen haben, die Schaulinien Kreise; wenn dagegen nur das eine Ende der Verbindungsstange in der Gleitrichtung bleibt, das andere Ende aber der rotirenden Bewegung der Kurbel folgt (Fall b in §. 2), so sind die Schaulinien nicht Kreise, sondern sie weichen von den Kreisen ab (vergl. Fig. 12). Betrachten wir aber in Fig. 11 die Herleitung der Construction der Schaulinie für diesen Fall, so erkennen wir, daß der aus R resp. R' mit l beschriebene Bogen \widehat{EH} resp. $\widehat{AH'}$ einem um so kleineren Winkel angehört, je größer dessen Radius \overline{RE} resp. $\overline{R'A}$, das ist der Werth l im Vergleich zu dem Werthe r ist. Je größer also das Verhältniß $\frac{l}{r}$ ist, desto näher fällt der Bogen \widehat{EH} resp. $\widehat{AH'}$ mit seiner im Punkte H resp. H' errichteten Tangente zusammen, und ist $\frac{l}{r}$ unendlich groß, so wird der Bogen \widehat{EH} resp. $\widehat{AH'}$ genau mit dieser Tangente, d. h. mit den von E resp. A auf die Kurbelstellung gezogenen Normalen zusammen fallen, und dann geht nach der Darstellung in §. 4 die Schaulinie in die beiden über \overline{AC} und \overline{EC} beschriebenen Kreise über.

Wenn nun die Verbindungsstange zwar nicht unendlich lang, aber doch im Verhältniß zu r sehr lang ist, so nähern sich die nach §. 6 und 7 construirten Schaulinien immer mehr den beiden Kreisen, und zwar um so mehr, je länger die Verbindungsstange l im Verhältniß zu r ist. Hieraus folgt:

Wenn die Verbindungsstange im Verhältniß zum Kurbelradius lang genug ist, so kann man die beiden Kreise auch für den Fall b des §. 2 als eine näherungsweise richtige Schaulinie gelten lassen.

Indessen muß man darin vorsichtig sein, und eben niemals vergessen, daß die beiden Kreise in dem Falle b nur die näherungsweise richtigen Schaulinien sind.

Wenn die Verbindungsstange unendlich lang ist, so stehen die Mittelstellungen der Kurbel normal zur Gleitlinie, und folglich sind:

für eine unendlich lange Verbindungsstange, sowie für den Fall a des §. 2 bei den zur Gleitlinie normalen Kurbelstellungen die Mittelpunktsabstände der Schaulinie gleich Null.

Hat dagegen die Verbindungsstange die endliche Länge l , so ist, wenn die Kurbel normal zur Gleitlinie steht, die Entfernung ihres gleitenden Endes von der Drehaxe $\sqrt{l^2 - r^2}$, und da diese Entfernung bei der Mittellage des gleitenden Punktes gleich l war, so ist die Verschiebung, welche der gleitende Punkt aus seiner Mittellage erleidet, indem die Kurbel aus ihrer Mittelstellung in die Normalstellung übergeht,

$$l - \sqrt{l^2 - r^2}.$$

Diese Verschiebung verhält sich zum Kurbelhalbmesser wie

$$\frac{l - \sqrt{l^2 - r^2}}{r} = \frac{l}{r} - \sqrt{\frac{l^2}{r^2} - 1}.$$

Die Verschiebung beträgt also für:

$\frac{l}{r} =$	2	2,5	3	4	5
	0,268 r	0,209 r	0,172 r	0,127 r	0,101 r
$\frac{l}{r} =$	6	7	8	9	10
	0,084 r	0,072 r	0,063 r	0,056 r	0,050 r

Man kann hieraus sehen, welchen Fehler man für die Normalstellung der Kurbel macht, wenn man anstatt der richtigen Schaulinien die Kreise als Näherungswerthe gelten läßt, denn es ist die Verschiebung bei der Normalstellung nicht wirklich Null, sondern gleich den eben zusammengestellten Werthen.

Ebenso kann man leicht den Winkel bestimmen, um welchen die wirkliche Mittelstellung der Kurbel (Stellung

bei der Mittellage des gleitenden Punktes) von der Normalstellung der Kurbel (Stellung normal zur Gleitrichtung) abweicht.

In Fig. 11 ist CNM ein gleichschenkliges Dreieck, folglich

$$\cos(\widehat{MCN}) = \frac{1}{2} \frac{r}{l} = \sin(90^\circ - \widehat{MCN}) = \sin \alpha,$$

wenn wir unter α jenen Abweichungswinkel verstehen. Hiernach ist der Winkel α , um welchen die Mittelstellung der Kurbel von der Normalstellung abweicht,

für $\frac{l}{r} =$	2	2 $\frac{1}{2}$	3	4	5
$\sin \alpha =$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{10}$
$\alpha =$	14° 18'	11° 32'	9° 36'	7° 11'	5° 44'
für $\frac{l}{r} =$	6	7	8	9	10
$\sin \alpha =$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{20}$
$\alpha =$	4° 47'	4° 6'	3° 35'	3° 11'	2° 52'

Bei den folgenden Entwicklungen sollen zwar der Kürze wegen überall nur die kreisförmigen Schaulinien in der Zeichnung dargestellt werden, jedoch mit der hier ein für alle Male hingestellten Vorbemerkung:

dafs man überall, wo die Verbindungsstange nicht stets parallel mit der Gleitlinie bleibt, die kreisförmigen Schaulinien nur als Näherungsformen gelten lassen darf, und dafs man dieselben durch die in §. 6 und 7 gegebenen Constructionen ersetzen muß, wenn man für die Beurtheilung der Dampfvertheilung durch den Schieber genaue Resultate erlangen will.

(Fortsetzung folgt.)

Das Zeughaus zu Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 15 und 16 im Atlas.)

Unter den zahlreichen kleineren wie gröfseren Gebäuden, welche der weitreichenden und viele Gebiete des Hof- wie Staatslebens umfassenden Kunstpflege des letzten Kurfürsten Friedrich III. und ersten Königs Friedrichs I., zwischen 1688—1713, entstammen, nimmt das Zeughaus zu Berlin eine der ersten Stellen ein. Schon sind manche der damals oft in grofser Eile aber ohne nachhaltiges Interesse hergestellten Bauwerke bereits verschwunden oder durch Umbau völlig verändert worden. Andere stehen zwar noch aufrecht, finden aber wenig Beachtung, weil sie entweder schwer erreichbar sind oder überhaupt weder einen ästhetischen noch einen geschichtlich dauernden Werth besitzen. Dies gilt von einer beträchtlichen Anzahl kleinerer fürstlicher Schlösser oder „maisons de plaisance“ genannter Landhäuser, welche in der Umgegend Berlins noch zahlreich erhalten sind. Ihre eigentliche Bedeutung liegt nur innerhalb der Lokalgeschichte Berlins; denn ihr künstlerischer Werth gestattet nicht, das Interesse gröfserer Kreise in Anspruch zu nehmen. Wohl aber verdienen die Kurfürstenbrücke mit dem herrlichen Reiterbilde, das Zeughaus und das königliche Schlofs zu Berlin eine allgemeinere und genauere Kenntnifs, als ihnen bisher zu Theil geworden. Denn diese drei, einander so glücklich ergänzenden Bauwerke gewähren einen völlig sicheren Einblick in die lebhaft und glänzende Kunstthätigkeit Berlins zur Zeit des oben genannten Herrschers, sie gestatten einen prüfenden Vergleich mit gleichzeitigen, ähnlichen Zwecken gewidmeten Bauanlagen Deutschlands, Frankreichs und Englands, sie bezeugen endlich das grofse und hervorragende Talent ihrer Meister und Urheber.

Das wohlhaltenste dieser drei Bauwerke ist das Zeughaus, da das Schlofs durch die Hinzufügung von Kuppel und Gartenterrassen, und die Kurfürstenbrücke durch die Zerstörung ihrer plastischen Gruppen an den Pfeilern, sowie durch die Ersetzung der alten Sandsteinbalustrade durch ein Eisgitter vieles von ihrer ursprünglichen Erscheinung schon verloren haben. Das Zeughaus ist im Grofsen und Ganzen unberührt geblieben und bildet durch diese Eigenschaft sowie durch seine selten glückliche Lage eine der wesentlichsten Zierden Berlins.

Die bisherigen Darstellungen dieses Bauwerks waren sehr mangelhaft. Besonders gilt dies von der Façade, welche in den „Denkmälern der Kunst von Guhl und Caspar auf Tafel D. XXVIII. A. mit einer solchen Sorglosigkeit als Copie eines alten Stiches von Jeremias Wolff hergestellt worden ist, dafs der Verfasser des Textes sich schon zu der Bemerkung gedrängt sah: „Die Trophäen, sowie sämtliche bildliche Verzierungen an dem Gebäude, welche aber auf unserer Abbildung nicht ganz richtig angegeben sind, sind von Hulot's und Schlüter's Erfindung.“ Da auch ältere Abbildungen in dem Bröbes'schen Werke: *Vues des Palais*, sowie die Stiche von Busch und Schleuen nicht zuverlässig erschienen, war eine erneute Aufnahme dringend erforderlich. Auf meine Anregung entschlossen sich die Herren Perdisch und Nitschmann im Jahre 1867, eine Aufnahme anzufertigen. Sie benutzten der gröfseren Genauigkeit halber eine der in bestimmten Jahren wiederkehrenden Reparaturen, bei welcher die Façade ganz eingerüstet zu werden pflegt. Auf Grund dieser

sehr gewissenhaften Messungen ist dann von Herrn Perdisch eine treffliche Bearbeitung für den Stich erfolgt, welche leider bei der hier stattfindenden Publikation auf ein Minimum von Darstellungen eingeschränkt werden mußte, so daß wohl die großartige Schönheit einer Hauptfronte des Gebäudes erkannt, aber ein eingehendes Urtheil über die Eigenartigkeit und den seltenen Werth vieler Details nicht gewonnen werden kann. Hoffentlich wird eine Ergänzung dieser fühlbaren Lücke sich später ermöglichen lassen.

Die Erbauung eines stattlichen Arsenal's für die von 1658—1678 neugeschaffene Festung Berlin war schon von dem Kurfürsten Friedrich Wilhelm in den achtziger Jahren des XVII. Jahrhunderts beabsichtigt worden. Sein für alle Kunstunternehmungen leidenschaftlich begeisterter Sohn Friedrich III. brachte diesen Plan zehn Jahre später zur Ausführung, indem er das zwischen der Hundebrücke und dem in der Richtung der Lindenallee neu angelegten Festungsthor auf der Nordseite belegene und von zwei Bastionen eingefasste Terrain als Bauplatz bestimmte. Seine Kunstliebe hat höchst wahrscheinlich das ursprünglich nur die praktischen Bedürfnisse in's Auge fassende Programm des Baues gleichzeitig dahin erweitert, daß der Arsenalbau ein prachtvoller, alle ähnlichen Anlagen weit überbietender Denkmalbau werden sollte. In solchem Sinne hat Johann Arnold Nering, ein Schüler des alten Matthias Smids, schon während der Erbauung der steinernen Kurfürstenbrücke von 1692—1696, den Auftrag erhalten, mehre Entwürfe für das neue Arsenal aufzustellen. Am 28. Mai 1695 fand in Gegenwart des Kurfürsten und des Hofes die feierliche Grundsteinlegung statt, welche durch das schöne Talent des berühmten Stempelschneiders R. Falz in einer werthvollen Medaille, welche die Vorderfronte des Zeughauses darstellt, verewigt worden ist.

Der Bau begann mit jener Hast und Eile, welche die damaligen Bauunternehmungen in Berlin kennzeichnen und mehrfach den Keim der Zerstörung in die eben begonnenen Werke gelegt haben.

Doch ging der Arsenalbau nicht so rasch vorwärts, als die Ungeduld des fürstlichen Bauherren es erwartete. Schon im October desselben Jahres starb der talentvolle aber mit praktischen Ausführungen und Geschäften sehr überladene Nering, vom Schlage getroffen, eben als er im Begriff war, zum Kurfürsten nach Cleve zu reisen. Während des zweiten Baujahres, 1696, hat wahrscheinlich Martin Grünberg (geb. 1655) die obere Leitung gehabt, obschon er erst während des Jahres 1697 als Baumeister des Zeughauses genannt wird. Mit ihm gemeinsam wirkte auch bereits Schlüter an dem Baue, doch läßt sich weder aus den zeitgenössischen Mittheilungen, noch aus den bisher veröffentlichten Acten die speciellere Thätigkeit beider Männer ermitteln. Wir sind selbst noch in dieser Epoche oftmals nur auf Vermuthungen angewiesen, wo wir actenmäßige Geschichte erwarten dürften. Nur das successive Fortschreiten des Baues läßt sich mit einiger Sicherheit verfolgen.

Andreas Schlüter (geb. 1664), welcher 1694 in kurfürstliche Dienste getreten war, hatte durch die rasche und geschickte Ausführung plastischer Arbeiten in Potsdam und Berlin seinen Ruf innerhalb eines Jahres so fest begründet, daß ihm neben dem soeben begonnenen Schloßbaue zu Charlottenburg im Jahre 1695 der umfassende Auftrag zu Theil wurde, für den Arsenalbau den gesammten plastischen Schmuck zu liefern. Mit jugendlicher Thatkraft und feuriger Begeisterung gab er sich dieser hohen Aufgabe hin, wurde aber durch andere rasch sich drängende kurfürstliche Aufträge leider häufig darin unterbrochen. Im Jahre 1696 wurde er nach Italien geschickt, um Gypsabgüsse für die eben damals gegründete

Kunstakademie zu besorgen. Unmittelbar nach der Rückkehr von dieser für seine höchste Ausbildung so eminent wichtigen Reise, fertigte er das Fußstandbild des Kurfürsten Friedrich III., welches den Hof des Zeughauses schmücken sollte. Nach glücklich bewirktem Gusse (1697) dieser für das XVII. Jahrhundert ganz einzigen Portraitstatue, welche jetzt in Königsberg aufgestellt ist, begann er im Jahre 1698 die Modellirung des kolossalen Reiterbildes des großen Kurfürsten für die neue Brücke. Mit Aufbietung aller Kräfte vollendete er das Modell in der unglaublich kurzen Zeit von anderthalb Jahren, so daß der Guss am 2. November 1700 erfolgen konnte. Gleichzeitig hatte er den Fortbau des Schlosses zu Charlottenburg geleitet, die Einrichtung der Kunstakademie besorgt und zu diesen vielen Thätigkeiten unter dem 30. März 1698 den Befehl erhalten, an Grünberg's Stelle den Zeughausbau als oberster Leiter fortzuführen.

Grünberg war nämlich bei dem Kurfürsten vorstellig geworden, ihn von der Bauausführung des Zeughauses zu entbinden, angeblich wegen zu vieler Geschäfte, richtiger wohl, wie ich aus bestimmten Angaben entnehme, wegen häufiger Collision, theils mit der Militairbehörde, theils mit Schlüter, dessen Ideenreichtum und künstlerische Gestaltungskraft den gewissenhaften, ängstlich treuen aber künstlerisch wenig hervorragenden Grünberg oftmals fast erdrückt zu haben scheint.

Genug — Schlüter empfing 1698 die Oberleitung des Baues, und hat dieselbe bis zum Anfang des Jahres 1699 behalten, wo auch er zurücktrat, um sich, seinem eigenen sicherlich wahrheitsgemäßen Berichte zufolge, der Modellirung der Reiterstatue ausschließlicly zu widmen. Der Bau war inzwischen schon so weit vorgeschritten — wahrscheinlich im Rohbau vollendet — daß bereits unter dem 5. Juli 1699 Specificationen aufgestellt wurden von „denjenigen Geschützen, so ohne Präjudiz Sr. Kurfürstl. Durchl. Diensten, aus denen Festungen können gezogen und nach Berlin im neuen Arsenal geliefert werden.“

Die weitere Fortführung des Baues übernahm in der Mitte des Jahres 1699 Jean de Bodt (geb. 1670 zu Paris), welcher vermuthlich schon einige Monate unter Schlüter bei dieser Ausführung beschäftigt gewesen und in die Geschäfte eingeweiht worden war. Diesem sehr begabten Architekten wird von zeitgenössischen sowie von späteren Berichterstattern die Thatsache zugeschrieben, daß er den bis dahin festgehaltenen Original-Entwurf des Arnold Nering wesentlich umgestaltet habe. Und zwar einerseits darin, daß er den Grundriß, welchen Nering an der Hinterseite halbkreisförmig projectirt hatte, quadratisch gestaltete, und andererseits darin, daß er die vielen Reliefs (Thaten des großen Kurfürsten darstellend), welche die obere Attika schmücken sollten, völlig aufgab und durch große Freigruppen ersetzte.

Eine Abbildung des ursprünglichen Grundrisses ist mir nicht bekannt geworden, dagegen findet sich Nering's strenge und charakteristische Façade, welche von der wirklich ausgeführten in einigen Punkten abweicht, sowohl in einem Stiche bei Wolff, als auch in den obengenannten *Vues des Palais etc.* von Bröbes' auf Blatt 6a mittgetheilt. An letzterem Orte trägt sie die auffallende Unterschrift: *Façade de l'Arsenal de Berlin du dessin de Mr. Blondel* mit dem Zusatze *Conduit par Nering Architecte*. Grunberger. *Schr. j. Bot.* Daß Blondel diese Façade gezeichnet hat, ist sehr unwahrscheinlich, da Nering als ein begabter, wenn auch in den Schranken seiner Zeit befangener Architect nicht nöthig hatte, einen solchen Plan durch Blondel herstellen zu lassen, und von einer directen Bestellung Seitens des Kurfürsten nicht die geringste Nachricht in den Archiven vorhanden ist. Allerdings äußert auch Humbert in der *Bibliothèque germanique* T. XLIV p. 122 dieselbe Meinung, ohne nähere

Gründe anzugeben, aber es ist sehr wahrscheinlich, daß der Bröbes'sche Stich, welcher fünf Jahre früher (1733) erschienen war, ihn zu seiner irrthümlichen Behauptung veranlaßt hat. *) Auf die schriftlichen Mittheilungen im Bröbes'schen Werke ist wenig Gewicht zu legen, da die Eitelkeit dieses Mannes sowie das Streben des späteren Verlegers seiner Stiche, dem ganzen Werke ein besonderes Relief zu leihen, eine Menge von falschen Nachrichten und Irrthümern veranlaßt hat. Marperger, der als Zeitgenosse und Künstler gute Nachrichten über Berlins Kunstthätigkeit haben konnte, weiß von Blondel nichts, sondern schreibt 1711 die Anlage des Zeughauses dem Nering und die Perfectionirung dem „Obrist Pott“ und Jean de Bodt zu. Daß aber der Letztere durch die geschickte und künstlerische Aenderung des Nering'schen Façadensystems sich den Ruhm erworben hat, dauernd neben Nering genannt zu werden, dafür sprechen die Stimmen der Zeitgenossen wie späterer Kunstschriftsteller. Man wird aber schwerlich irren, wenn man Jean de Bodt's Verlegung des Schwerpunktes der Façaden in den reichen plastischen Schmuck der Gruppen, Trophäen, Helme und Masken zum nicht geringen Theil auf Schlüter's hochgesinnten Einfluß zurückführt. Denn es ist sicher, daß dieser Meister trotz der Ueberhäufung mit anderen, wesentlich architektonischen Arbeiten dem Arsenalbau mit Rath und That fortdauernd zur Seite gestanden hat, bis das Wesentlichste für die Außenfronten wie für die Hoffaçaden geleistet war. Inwieweit Schlüter ganz selbstständig, vielleicht schon während der Zeit seiner Oberleitung im Jahre 1698, diese treffliche Verwerthung der Plastik in das Project eingeführt hat, inwieweit de Bodt eigene Ideen dabei durchgesetzt hat, dies läßt sich nicht mehr sicher entscheiden. Aber die Gerechtigkeit erfordert die Mittheilung, daß de Bodt nächst Schlüter der talentvollste und gebildetste aller damals in kurfürstlichen Diensten beschäftigten Architekten gewesen ist, wenn auch seine Werke nicht von jenem Ernst und jener strengen Haltung durchdrungen sind, welche Schlüter's Arbeiten kennzeichnen. Jean de Bodt war es auch, welcher durch seine fortdauernde Verbindung mit Paris den talentvollen Architekten Longueune und den noch hervorragenderen Bildhauer Hulot, ferner Charpentier u. A. nach Berlin zog.

Leider erhielt de Bodt schon im Jahre 1700 die Oberleitung an dem Ausbau und Erweiterungsbaue des Potsdamer Stadtschlusses, so daß seine unmittelbare Fürsorge für den Zeughausbau etwas aufhören oder nachlassen mußte, wenn er auch an der Leitung dauernd theilhaftig blieb. Wer sein unmittelbarer Nachfolger oder Stellvertreter wurde, ist nicht überliefert. Doch scheint der Bau nicht ganz in's Stocken gerathen zu sein. Wenigstens meldet Toland in seiner Relation von den Königl. Preussischen und Kurhannoverschen Höfen schon im Jahre 1702, daß das Zeughaus beinahe ganz fertig und theilweis bereits mit schönen Stücken und anderen Kriegsrüstungen angefüllt sei. Vermuthlich war nur ein Theil des Erdgeschosses für diese schon seit 1699 zusammengebrachte Stücksammlung eingerichtet worden, denn eine Reihe authentischer Actenstücke, welche ich dem von Schöning'schen Werke: „Historisch biographische Nachrichten zur Geschichte der Brandenburgisch-Preussischen Artillerie“ entlehne, **) läßt unmittelbar darauf die Lauheit des ferneren Baubetriebes erkennen. Im Anfange des Jahres 1703 befahl der König auf eine Relation des mit der specielleren Leitung betrauten Obersten Schlundt die Fort-

*) Humbert berichtet auch, daß dem Architekten Grünberg wegen zu geringer Stärke der Mauern ein Theil des Gebäudes verunglückt sei, weshalb de Bodt den Bau weiter führen mußte. Für dieses Factum habe ich aus andern Quellen ebenfalls keine Bestätigung erlangen können.

**) Der Abschnitt über den Zeughausbau ist bereits im „Soldatenfreund“ von L. Schneider, Jahrg. XII, S. 5706 ff. abgedruckt worden.

setzung des Baues, allerdings unter Betonung, daß nur die pro Jahr ausgeworfenen Summen zur Disposition ständen und das beantragte Mehr nicht bewilligt werden könne. Im Herbst desselben Jahres findet sich eine Verfügung des Generalfeldzeugmeisters Markgrafen Philipp, worin ernstlich darauf hingewiesen wird, die zum Ausbau des Zeughauses bewilligten Gelder nicht für andere Zwecke, wie z. B. zur Reparatur der sogenannten Artillerie-Offizierhäuser, zu verwenden. Zur rascheren Förderung des Baues wurde 1705 sogar ein Kapital von 53000 Thlr. von den französischen Refugiés aufgenommen und ein Jahr später empfing die Hauptfront den wesentlichen Schmuck der Inschrifttafel nebst dem vergoldeten Medaillonbrustbilde Königs Friedrich I., welches Hulot modellirt und Jakobi gegossen hatte.

Nach abermaliger Aufnahme eines Darlehns von 30000 Thalern gegen 6 Procent Zinsen im Jahre 1707, stand man im Anfange des Jahres 1708 vor der ähnlichen Frage, woher die ferneren Summen zum Ausbau zu nehmen seien, und berathschlagte, „ob das bisherige Splitter-Dach nicht mit einem Firnis zur besseren Erhaltung zu überziehen sei.“ Nach Ermittlung der dringend nothwendigen Baukosten wurde in einer geheimen Kriegsraaths-Sitzung am 17. Juli 1708 darüber verhandelt, „ob nicht das Haus zuvörderst in Dach und Fach zu bringen und das Andere nach und nach zu continuiren sei, weil zu jenem allein 41000 Thaler erfordert würden.“

Nachdem im Februar 1710 eine Anzahl neu eroberte Trophäen im Zeughause niedergelegt worden waren, wurde de Bodt am 5. April beauftragt, die erforderlichen Treppen für das obere Stockwerk anzugeben. Vorläufig begnügte man sich mit einer hölzernen Treppe. Hieraus erkennt man, daß das Project noch während des Baues in der Planbildung, besonders in der Treppenanlage abgeändert, und diese selbst bis auf einen späteren Termin hinausgeschoben worden sein muß, da man doch nicht annehmen darf, daß in den früheren Projecten die Treppen völlig vernachlässigt worden seien. Im Mai des Jahres 1711 beschloß der geheime Kriegsraath, alle Jahre den zwölften Theil des Hauses mit Kupfer decken zu lassen und an de Bodt zu schreiben, damit er untersuche: ob dies praktikabel, ohne daß die Balustraden und Ornamente abgenommen würden? Aus dieser Mittheilung ergibt sich das wichtige Factum, daß der wesentlichste Theil der reicheren plastischen Ausstattung vollendet gewesen sein muß, und nur die Dächer und Treppen noch Schwierigkeiten machten. Nach vielfachen Vorschlägen über die zweckmäßigste Anordnung von zwei steinernen Treppen legte de Bodt im März des Jahres 1712 dem geheimen Kriegsraathe einen Plan vor, wonach diese Treppen an der hinteren Hofseite passend angebracht werden könnten. Sein Vorschlag fand Billigung und gelangte, wenn auch wieder sehr viel später, zur Ausführung.

Bald darauf erfolgten neue Berathungen über die Kosten des völligen Ausbaues, und am 7. October 1712 befahl der geheime Kriegsraath, zur Deckung des neuen Arsenal's mit Kupfer jährlich 6000 Thaler zu assigniren. Der Tod des Königs Friedrich I. unterbrach zwar im Anfange des Jahres 1713 diese Absicht, doch gehörte es zu den ersten Sorgen des neuen Herrschers Friedrich Wilhelm I., den Bau des Arsenal's entsprechend und solid zu vollenden. Freilich geschah dies der sparsamen Sinnesweise dieses Fürsten entsprechend mit höchster Oekonomie und nur successive, wie die Finanzlage es gestattete. Mit Rücksicht auf die Thatsache, daß die Zeitgeschichte, also auch die Baugeschichte durch kleine Züge oft werthvoll illustriert wird, möge es gestattet sein, den weiteren Fortgang durch einige charakteristische Momente (wieder aus dem v. Schöning'schen Werke) zu veranschaulichen.

Unter dem 13. Mai 1713 hatte der Artillerie-Intendant, Kriegsrath Möller berichtet:

„Weil das Dach am neuen Arsenal in einem so schlechten Zustande, dafs, wofern nicht daran gearbeitet, der Schade in wenigen Jahren nicht mit vielen tausend Thalern zu ersetzen sein wird, indem die Plattformen oben im Dache noch nicht durchgehends mit Kupfer gedeckt, so dafs der Regen dergestalt durchdringet, dafs die Balken stark angelaufen, einige derselben auch bereits zu faulen angefangen, die Gewölbe auch bei starkem Regenwetter mit Wasser ganz bedeckt werden, welches die Mauern dermaßen durchweicht, dafs unumgänglich grosser Schaden daraus entstehen mufs.“ Hierauf schlug Möller dem Könige vor, drei Artilleriehäuser auf der Dorotheenstadt öffentlich zu verkaufen und das Geld zum Ausbau des Zeughauses verwenden zu lassen. Diese Häuser bildeten die heutigen Nummern 35 und 36 unter den Linden. Der König genehmigte den Vorschlag und der Bau fand erneuten Fortgang.

Im Jahre 1716 verlangte der König einen ohngefähren Anschlag: „wie hoch sich die Baukosten der vier Seiten des inneren Platzes am hiesigen Zeughause, wenn mit selbigen, wie bereits angefangen, ohnmaßgeblich continuiret würde, belaufen möchte, exclusive der zwei Treppen, so in den zwei Winkeln des Platzes kommen sollen.“ Der auf 7574 Thlr. 5 Gr. 4 Pf. sich belaufende Anschlag wies nach, dafs ein grosser Theil dieser Bauarbeiten bereits Reparaturen wären, welche ihren Grund in dem bisher unvollendet gebliebenen Gebäude hätten. Ausdrücklich wurde hervorgehoben: „Alles ausgewettete vollends wegbrechen, wieder aufzumauern, die Gesimse wieder rechtzulegen etc. Die Brüstungen in den Fenstern zu mauern etc.“ In dem vom Oberst von Linger erstatteten Berichte wurde auch vorgestellt, dafs, wenn Se. Majestät die Schloßbaumaterialien erlauben wollten, sowie statt kupferner Regelläufe dergleichen von Blech, man noch 1000 Thlr. an dem Anschlage sparen würde. Hierauf erfolgte die Anweisung auf 6000 Thlr. und der Befehl an den Ober-Marschall von Printzen: die erforderlichen Schloßbaumaterialien verabfolgen zu lassen.

Auf die Vorstellung des Obersten von Linger vom 29. Febr. 1716 hatte der König eigenhändig nachstehendes für die Geschichte des Baues sehr interessante Decret gesetzt:

„von Kreutz soll ein Dessin lassen machen von 1200 Thlr. nur zum Unterhalt, dafs das Gewölbe, das geritzt ist, mit einfällt, soll mein Tage keiner davon sprechen, das zu bauen als 1200 Thaler.“

Noch im Sommer 1717 wurde von Linger beauftragt, 10 bis 12 Centner altes Kupfer von der zu Stendal eingegangenen St. Annenkirche sowie von dem dortigen Schulhause anhero zu ziehen, woraus wenigstens soviel ersichtlich, dafs die Kupferdeckung noch einmal weiteren Fortgang genommen hat.

Am 2. Mai 1718 formulirte von Linger folgenden Antrag:

„Zu Ausbahrung und Perfectionnirung der nothwendigen Stücke an dem grossen Arsenal, als die beiden Treppen und die Hälfte der oberen Etage, als worauf das Gewehr plaziret und verwahret werden solle, ingleichen, wo das Schanzzeug und andere nothwendige Dinge können in guter Ordnung und Verwahrung behalten werden, wie dann auch die Thüren- und Steinmetzer-Gesims-Arbeit anzustreichen, damit es nicht ferner verderben könne, ist ein ganz genauer Ueberschlag gemacht worden, und beläuft sich die Summe aufs Genauste, weil die Steinmetzer alleine noch an 1800 Thlr. zu fordern haben, 4000 Thlr. Der Oberst bittet allerunterthänigst um allergnädigste Ordre zu dieser Summe, damit der Bau bei guter Saison vollführet und also alles gut und dauerhaft gemacht werden könne.“

Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. XX.

Das hierauf vom Könige eigenhändig geschriebene Decret lautete: „Dieses Jahr habe nit so viel Geld.“ F. W.

Nicht minder kurz und deutlich lautete ein anderer Bescheid auf eine Bitte des Königl. Ministeriums (Grumbkow, v. Kreutz und v. Kraut): den Berliner Steinmetzmeistern Geiger und Anger aus dem Jahre 1717 einen bereits vom Oberst v. Linger als richtig attestirten Rückstand von 754 Thlr. zu bewilligen. Der König schrieb: „sollen 150 Thlr. ein vor Alle haben, wollen sie damit nit zufrieden seyn, sollen nichts haben.“ Friedrich Wilhelm.

Zwei Jahre später erging folgender Befehl an Oberst v. Linger:

„Demnach Se. Königliche Majestät in Preussen etc. Unser allergnädigster Herr in Gnaden resolviret, dafs so wie Dero etc. v. Linger bereits bekannt ist, das hiesige grosse Arsenal mit Schiefer gedeckt, und die Kosten dazu zum Theil von denen alten Bomben und Kugeln, die S. K. Majestät zu verkaufen geordert, genommen werden sollen. Als befehlen Sie Dero etc. von Linger hierdurch allergnädigst, dazu alle behörige Anstalten zu machen, den Verkauf besagter Bomben und Kugeln möglichermaßen zu besorgen, dann auch die Anschaffung des Schiefers und was ferner nöthig zu befördern, und über alles richtige Rechnung führen zu lassen.“

Berlin den 6ten August 1720.

In Folge des vom Könige selbst vollzogenen Contracts mit dem Schieferdecker Georg Wilhelm Leydeck vom 27. Januar 1721 wurde das Zeughaus mit Goslarschem und Elbingerodeschem Schiefer gedeckt, nachdem es über zwanzig Jahre lang mit Schindeln gedeckt gewesen und die begonnene Kupferbedeckung in's Stocken gerathen war. Diese Bauarbeiten kosteten bis zum Jahre 1723 in Summa 10160 Thlr.

Im Februar des Jahres 1723 wurde auf Grund eines von Linger eingereichten Anschlages die Summe von 4564 Thlr. 23 Gr. 11 Pf. bewilligt, um die halbe Seite der zweiten Etage auszubauen und in den Stand zu setzen, auch die Gelder aus den Beständen der Artilleriekasse zu entnehmen.

Nach einer Pause von mehreren Jahren, aus denen keine Berichte vorliegen, erbat sich der inzwischen zum General avancirte Herr v. Linger im Jahre 1728 unter Einreichung eines Anschlages über 4805 Thlr. die Bewilligung: den Fußboden auf dem Königlichen Zeughause in dem Flügel, welcher gegen das Gießhaus geht, und für die Decke zu schalen und den obern Fußboden zu verfertigen. Der König decretirte eigenhändig:

„Gut, soll in Gottes Namen anfangen zu 4000 Thlr., dafs es gegen Winter fertig werde.“ F. W.

Hieran schloß sich folgende Ordre:

„Seine Königl. Majestät in Preussen, Unser allergnädigster Herr, lassen Dero General-Major von Linger hierdurch in Gnaden bekannt machen, dafs die Churmärkische Kriegs- und Domainen-Kammer befehligt sei, zu völliger Ausbahrung der letzten Face am hiesigen grossen Zeughause die specificirte Bau-Materialien, und zwar den Kalk nebst Gips, Steine, gegen Bezahlung Brenn- und Brecherlohnes, die Bretter und Bauholz aber, gegen die gewöhnliche Transportkosten, und hat Er, der von Linger, darunter das Nöthige weiter zu besorgen.

Signatum Berlin den 24ten Juny 1728. Fr. Wilhelm.“

Im nächsten Jahre, unterm 3. März 1729, erfolgte der Befehl zum Bau der noch fehlenden Gewehr-Stellagen auf Grund eines mit 1213 Thlr. abschliessenden Anschlages, und damit war endlich der Bau im Wesentlichen abgeschlossen.

Dies ergibt sich aus dem vom 22. Februar 1731 datirten Königlichen Befehl an von Linger:

„Seine Königl. Majestät in Preussen etc. Unser allergnädigster Herr lassen Dero General-Major von Linger hier-

durch in Gnaden bekannt machen, dafs wegen der in der Beilage specificirten, sich in den Arsenalen noch befindenden Sachen, als Fahnen, Estandarten etc. aus denen Festungen Friedrichsburg, Memel, Pillau, Magdeburg, Wesel, Stettin und Peitz anhero gesandt, und zum hiesigen Zeughause abgeliefert werden sollen, dato die nöthige Ordres an die Gouverneurs und Commandanten ergehen, und solche Sachen theils zu Wasser, zum Theil zu Lande, bei erster Gelegenheit anhero schicken, und zum hiesigen Zeughause abliefern zu lassen.

Signatum Berlin, den 15. Februari 1731. Fr. Wilhelm.

Zuletzt bewilligte der König im Juni desselben Jahres zum völligen Ausputz von Trophäen noch 600 Thlr.

Das Actenstück, welches alle diese für die Berliner Baugeschichte so werthvolle Angaben überliefert, enthält zuletzt eine summarische Angabe über die Baukosten in nachstehender Art:

Bis anno 1718 kommt das Arsenal zu stehen an	253000 Thlr.
die inwendige Treppe	5000 -
Hierzu 1721 das Dach etc.	10160 -
1723 die halbe Seite der zweiten Etage (Ausbau)	4564 -
1728 Fufsboden und Schlufs	4805 -
1729 die Gewehr-Stellagen	1213 -

Latus: 278742 Thlr.

Uebertrag: 278742 Thlr.

1731 zu einer Trophäe etc. 600 -
279342 Thlr.

oder rund gerechnet 280000 Thlr., das ist bei ca. 68000 Quadratfufs bebauter Grundfläche etwa pro Quadratfufs 4 $\frac{1}{2}$ Thlr. Dies sind Ziffern, die, ganz abgesehen von dem veränderten Geldwerthe, doch unglaublich erscheinen, und bei denen auch ausdrücklich hinzugefügt werden mufs, dafs durch die Summe von 280000 Thlr. nicht die wirklichen Baukosten ausgedrückt werden, weil beispielsweise alle Modelle von den Hofbildhauern Schlüter, Wehmeyer, Hulot, Glume u. A. für ihren Jahrgelohn geliefert werden mußten und nur unmittelbare Auslagen, wie Besoldungen an Hilfsarbeiter, Auslagen für Materialien etc., liquidirt werden durften.

Immerhin ist es interessant, auch aus der Entstehungsgeschichte dieses Bauwerkes zu ersehen, wie die grosartigen hochfliegenden Kunstabsichten des Königs Friedrich I. über die engen und knappen Verhältnisse des preussischen Staates weit hinausgingen. Es bedurfte hier wie bei dem Schlofsbaue einer so nüchternen, verständigen, maßhaltenden, aber durch eiserne Consequenz so nachdrücklich wirksamen Natur, wie Friedrich Wilhelm I. sie besafs, um das angefangene grosse Werk glücklich und gut zu beendigen. (Schlufs folgt.)

Die Kirche der Prämonstratenser-Abtei zu Kappenberg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 15 und 16 im Atlas.)

Zu den wenigen erhaltenen Monumenten der früh-mittelalterlichen Kunst gehört als eins der merkwürdigsten von gleichzeitigen Bauwerken des frühern Hochstiftes Münster die Kirche der Prämonstratenser-Abtei zu Kappenberg.

Wenn schon überhaupt in Deutschland Bauwerke dieser ersten christlichen Zeit ziemlich selten sind, so sind besonders in Westfalen solche Reste schwer zu finden, wo im neunten Jahrhundert, als kaum das Christenthum dort Wurzel gefafst hatte, die Cultur hier, selbst gegenüber dem Rheinlande und dem mittleren sowie südlichen Deutschland, noch sehr weit zurück stand. Als eines der frühesten Beispiele der noch erhaltenen kirchlichen Baukunst tritt uns nun obengenannte Kirche entgegen.

Graf Godfried von Kappenberg gründete nämlich im Jahre 1122 nach der vom h. Norbertus gegebenen Ordensregel ein Kloster, indem er sowohl seine Güter demselben schenkte, als auch selbst, trotz vieler Anfeindungen seines Schwiegervaters, des Grafen von Arnsberg, nebst seinem Bruder Otto in dasselbe eintrat. Anfangs benutzte man zum Gottesdienste die kleine Burgcapelle, welche, an der Nordseite vom Querschiff des jetzigen Baues befindlich, zu Anfang unsres Jahrhunderts weggebrochen wurde. Bald jedoch genügte dieses Kirchlein nicht mehr, und man unternahm den Bau eines gröfseren Gotteshauses, welches Bischof Werner von Münster 1147 einweihte. Derselbe Bischof scheint Kappenberg als Lieblingsaufenthaltsort gewählt zu haben zur Erholung von den Mühen seines Amtes; er starb daselbst laut seines in mitten der Kirche liegenden Grabsteines am 2. Januar 1150.

Bei näherer Besichtigung der Kirche würde vielleicht mancher geneigt sein, dieselbe für älter zu halten. Das einfache, aus grossen Bruchsteinen roh ausgeführte Mauerwerk, der Mangel jeglichen ornamentalen Schmuckes an Capitälen, Fenster- und Thüreinrahmungen, das Fehlen der Gewölbe, alles erinnert an ein früheres Jahrhundert, wo die Kunst noch

keine reiche Entwicklung zeigte. Man könnte nun gemäfs der Zahl 1147, als Termin der Einweihung durch Bischof Werner, annehmen, dafs die Kirche zwar älter sei, jedoch etwa in Folge eines Brandes eine bedeutendere Restauration oder theilweise Vollendung des vorhandenen Bauwerks und 1147 eine zweite Einweihung erfordert habe. Faßt man jedoch in's Auge, dafs die mittelalterliche Kunst im elften Jahrhundert begann, sich in Deutschland zu reicherer Blüthe zu entwickeln, und im südlichen Deutschland sowie am Rhein ihre Fortschritte weit eher zeigt, als in Westfalen, weil dieses später zum Christenthum herangebildet wurde, so ist leicht einzusehen, dafs es auch in der Kunst den obengenannten Provinzen erst allmählig nachkam. Was daher dort als Merkmal bestimmter Jahrzehnte gilt, müssen wir hier als ein Zeichen einer etwa um dreifsig Jahre spätern Zeit ansehen. Im spätern Mittelalter, in der gothischen Periode, ist dieser Unterschied weniger bemerkbar, da die Cultur des Landes durchaus auf gleicher Stufe mit der der übrigen Gaue unseres Vaterlandes stand.

Einen weiteren Belag liefert die zu gleicher Zeit gebaute Stiftskirche zu Freckenhorst, ein unserer Kirche in Bezug auf Form und Abmessung so ähnliches Bauwerk, dafs man sie demselben Baumeister zuschreiben möchte, der das einfache System von Kappenberg in Freckenhorst durch eine stattliche Anlage von fünf Thürmen bereichert hat.

Die Kirche selbst, welche zu den gröfsern des Münsterlandes gehört, zeigt sich uns, wie aus den Zeichnungen auf Blatt 15 und 16 im Atlas zu ersehen, in ihrer ursprünglichen Anlage als dreischiffige flachgedeckte Basilika mit Querschiff. Die Choranlage enthält im Grundrifs vier Quadrate von 27 Fufs 9 Zoll Seite, deren eines das eigentliche Chor, die drei übrigen das Querschiff mit der Vierung bilden. Das Langhaus erreicht eine Länge von 73 Fufs bei einer Höhe von ungefähr 40 Fufs. An dasselbe lehnen sich die Seitenschiffe von halber

Breite und Höhe, durch je sechs quadratische Pfeiler von 3 Fuß 8½ Zoll Stärke von ihm getrennt. Ob nun das Chor des Hauptschiffes, wie es bei vielen ältern Kirchen Westfalens der Fall ist, geradlinig abschloß oder mit einer halbrunden Absis versehen war, läßt sich zwar nicht mit Sicherheit entscheiden, weil eine spätere Verlängerung des Chors durch einen gothischen Achtecksabschluss die ursprüngliche Gestaltung nicht mehr erkennen läßt, jedoch möchte der letztere Fall als der wahrscheinlichere anzunehmen sein, da ein kleines Modell auf der Hand eines Steinbildes des Stifters diese Form zeigt und das Querschiff ebenfalls mit zwei kleineren halbrunden Absiden geziert war.

Das Fehlen einer Thurmanlage könnte vielleicht befremdend erscheinen, namentlich da Freckenhorst dieselbe in so reicher Weise zeigt. Freilich scheinen auch in Kappenberg zwei große jetzt zugemauerte Bogenöffnungen in der Westfaçade auf dieselbe hinzudeuten, jedoch verbanden diese vielleicht einen Narthex, der aus Holz bestand, mit der eigentlichen Kirche. Getrennt von derselben aber erhob sich ein Glockenthurm, der leider wegen großer Baufähigkeit zu Anfang unseres Jahrhunderts weggebrochen ist.

So edel und großartig für damalige Verhältnisse die Kirche uns entgegentritt, eben so dürftig ist sie, wie schon erwähnt, in der Ornamentation behandelt, denn außer kleinen Gesimsen, lesbischen Kymatien ähnlich, welche die Kämpferlinien der Bögen markiren, und einem ganz einfachen Sockel, entbehrt die Kirche jedes ornamentalen Schmuckes, und vermögen nur die zahlreich eingeschnittenen Rundbogenfenster den glatten Flächen einiges Leben zu verleihen. Dagegen lassen sich unter der stellenweise abgefallenen Kalktünche im Innern deutliche Spuren früherer Bemalung erkennen.

Die Größe der vorhandenen Fenster, welche in starkem Contrast zu den kleinen Lichtöffnungen der romanischen Periode stehen, spricht für die Annahme, daß diese Oeffnungen der Verglasung entbehrten und mit Decken oder Matten zur Abhaltung des Zuges und der Feuchtigkeit verhängt wurden, oder daß sie als eine Reminiszenz an die Basilikenbauten der ersten Christenheit anzusehen ist, in denen die Fenster bekanntlich mittelst durchlöcherter Marmortafeln geschlossen wurden.

Im fünfzehnten Jahrhundert wurde die Kirche, wahrscheinlich weil man an den Mauern ein genügendes Widerlager zu haben glaubte, ohne Weiteres mit gothischen Gewölben überspannt, und das Chor durch einen Achtecksabschluss verlängert. Jedoch liefs man im Mittelschiff Gebälk und Gespärre bestehen, an denen man jetzt noch deutlich die Spuren der alten Decke erkennt. Da man jedoch der Gewölbe halber in den Seitenschiffen die sehr flachen Pultdächer erhöhen

mußte, so wurden die oberen Fenster des Mittelschiffs bis auf die Hälfte zugemauert; jedoch bewog die in Folge dessen entstandene Dunkelheit zur Anlage größerer gothischer Fenster in den Seitenschiffen. Zur selbigen Zeit oder vielleicht etwas später, nämlich im Jahre 1520, sind auch die Chorstütze errichtet, welche einzig in ihrer Art als Schnitzwerke in Eichenholz dastehen, und in der kühnen Composition, sowie der äußerst reichen und zierlichen Ausführung bei weitem die berühmten Meisterwerke Syrlin's im Ulmer Münster übertreffen. Als sonstige Kunstwerke sind noch zu erwähnen: zwei Steinbilder aus der alten Godfrieds-Capelle und der Grabstein des Stifters, beides Sculpturen von anscheinend sehr hohem Alter; ferner das Denkmal von Godfried und Otto und ein steinerner Reliquienschrein, der die Gebeine der Stifter birgt. Schließlich besitzt die Kirche einen großen Schatz in einem Flügelbilde, welches als Gruppe von fünf Bildern nach der Art der Zeichnung und des Colorits dem berühmten Münsterschen Maler Ludger tom Rink zuzuschreiben sein möchte.

Zu Ende des siebenzehnten Jahrhunderts wurde das jetzt noch stehende Klostergebäude an der Südseite der Kirche errichtet, während das alte Kloster an der Nordseite stand. Ferner vermauerte man die Fenster der Chorabsis und glaubte die Kirche mit Altären im krassesten Zopfstyl ausschmücken zu müssen, überzog außerdem die ganze Kirche im Innern mit weißer Tünche und verdeckte äußerlich das schöne Bruchsteinmauerwerk durch aufgebrauchten Putz.

Dieses Leichengewand hat sich bis in die Jetztzeit erhalten. Die Gewölbe haben die Mauern allmähig so sehr nach außen gedrückt, daß eine durchgehende Verankerung nöthig wurde, um die Seitenwände zusammenzuhalten; ja, der stark geneigte Westgiebel wird sich auf die Dauer wohl nur durch eine dagegen gebaute Thurmanlage sicherstellen lassen.

In solcher Jammergestalt tritt das einst so herrliche Bauwerk uns jetzt entgegen; auch ist noch keine Hoffnung auf Rettung vorhanden, da der eben erwähnte Neubau die Zufahrt zum Schlosse sehr verengen würde. Nach der Säcularisation wurde nämlich das Kloster nebst den sich weithin erstreckenden Gründen dem Minister von Stein geschenkt und fiel nach dessen Tode seinem Schwiegersohne, dem jetzigen Grafen von Kielmannsegge zu. Die Kirche aber wurde zur Pfarrkirche für die Umwohnenden eingerichtet. Wenn nicht der Fiscus, dem die Conservirung des Bauwerks obliegt, energische Schritte zu seiner Erhaltung thut, so ist zu befürchten, daß der westliche Giebel mit der Verankerung das Dach und einen großen Theil der Kirche selbst mit sich in's Verderben hineinzieht.

C. Aug. Savels.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

59ster Baubericht über den Ausbau des Domes zu Cöln.

Der Aufbau des nördlichen Thurmes bis zum zweiten Hauptgesimse, die Fortführung des Mittelpfeilers der Thurmhalle und die Einfügung der vier großen Gurtbögen daselbst hat dem Betriebsplane gemäß die Thätigkeit der Baubütte während des Jahres 1868 allseitig in Anspruch genommen, und gestattete die milde Witterung in den Wintermonaten die Fortführung der Versetz- und Rüstungsarbeiten mit geringen Unterbrechungen, so daß die in Vorrath gearbeiteten

Sockelsteine der dritten Thurmetage noch im Vorjahre hinaufgeschafft und versetzt werden konnten.

Der bis zu einer Höhe von 150 Fuß vollendete nördliche Thurm mit den reich profilirten Fensterwölbungen, Wimpergen, Galerien und Maafwerksverzierungen ragt nunmehr, von den verdeckenden Gerüsten größtentheils befreit, als gewaltige Masse neben dem Südthurme empor, und läßt schon jetzt die Totalwirkung der Westfaçade deutlich übersehen.

Während des Jahres 1868 sind in den Bauhütten im Ganzen 6400 Steine bearbeitet, deren kunstreiche Ausführung die tüchtigsten Kräfte und kunstgeübtesten Hände erforderte, umso mehr, als sämtliche Blendsteine und Ornamente im Aeufseren der Thürme, welche dem Einflusse der Witterung ausgesetzt sind, aus dem sehr harten und wetterbeständigen Kohlensandsteine von Obernkirchen gefertigt worden.

Die vier großen Fensterwimberge des ersten Geschosses am nördlichen Thurme, deren durchbrochene Maafswerksgiebel, Crochets und Kreuzblumen im Jahre 1868 ausgeführt wurden, sind nunmehr vor Abbruch des alten Baugerüstes versetzt, und die anschließenden Brüstungsgalerien eingefügt worden.

Neben den für die Fortführung des nördlichen Thurmes beschafften Sandsteinquadern bedurfte es auch zur Restauration der nördlichen Wand des südlichen Thurmes einer großen Zahl von ornamentirten Steinen, da die daselbst befindlichen Fenstermaafswerke und Triforien-Galerien durch Verwitterung des Drachenfelsen Trachyts baulos geworden und nur durch eine durchgreifende Erneuerung der Fenstersprossen zu erhalten waren.

Der bis zur Höhe des ersten Hauptgesimses zu Anfang des 16ten Jahrhunderts aufgeführte westöstliche Pfeiler des nördlichen Thurmes, dessen Architekturdetails und Ornamente die geschwungenen Formen der Spät-Gothik aufweisen und einen Anhalt für die Form-Änderungen geben, denen die Architektur der Cölner Domthürme wahrscheinlich unterworfen gewesen wäre, wenn nicht die Ungunst der Zeiten die Bauhätigkeit in der Mitte des 16. Jahrhunderts unterbrochen hätte, mußte gleichfalls vor Abbruch der Baugerüste einer durchgreifenden Restauration unterworfen werden, da die vom Kerne des Pfeilers abgelösten freistehenden Ornamente theils durch Verwitterung zerstört, theils durch spätere Restaurationsversuche bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt waren.

Seit Beginn des Jahres 1869 ist der nördliche Thurm in seinen Umfassungswänden allseitig um 15 Fufs erhöht worden, und sind bereits die Werkstücke bis zur Oberkante der Fensterverdachungen, bis zu einer Höhe von 20 Fufs über dem Hauptgesimse, fertig bearbeitet, so daß die Gerüstconstruction über dem Nordthurme im Laufe des Sommers um eine Etagenhöhe von 25 Fufs erhöht werden muß.

Außerdem sind die Fenstermaafswerke und Profilbögen über den Fenstern des dritten Geschosses nahezu vollendet, um später bei Einwölbung der Fenster jeden Aufenthalt in den Versetzarbeiten zu vermeiden. Wenn somit die Fortschritte des Baues am nördlichen Thurme im Laufe des Jahres 1869 allseitig sichtbar hervortreten, so dürften die Arbeiten am südlichen Thurme wegen der nothwendigen Abtragung der nördlichen und westlichen Umfassungsmauer bis zum Hauptgesimse zunächst kaum merkbar erscheinen.

Die Annahme, daß nach Abbruch von wenigen Schichten, soweit der Pflanzenwuchs die Quadern gesprengt und der Mörtel durch Auswaschung entfernt war, die Blendquadern und die Hintermauerung des Süd-Thurmes brauchbar und tragfähig sein würden, hat sich bei fortgesetzter Arbeit im Frühjahr nicht bestätigt, vielmehr fand sich die zumeist aus Tuffsteinstücken und schlechten Bausteinen bestehende Ausmauerung der Pfeiler bis zur Sockelschicht des dritten Geschosses in einem Grade zerbröckelt und gesprengt, daß eine Erhaltung und dauernde Belastung dieser Mauertheile völlig unzulässig erschien. Die östliche und südliche Wand waren vor Einstellung der Bauhätigkeit im 16. Jahrhundert bis zur Höhe von ca. 22 Fufs aufgeführt und bedarf es hier nur der Abtragung der Mauern bis zur Höhe der Fensterverdachungen.

Die aus dem Abbruche gewonnenen noch brauchbaren Quadern sind zur Ausmauerung der Pfeiler des nördlichen Thurmes verwendet und werden zur Zeit noch die Arbeiten auf dem südlichen Thurme in dem Maafse fortgesetzt, als die gleichzeitige Verwendung der Abbruchssteine beim Aufbau des nördlichen Thurmes dies gestattet.

Unabhängig von den Restaurationsarbeiten am südlichen Thurme sind die Werksteine zu den neu zu errichtenden Umfassungsmauern des südlichen Thurmes bereits seit dem Februar d. J. in Arbeit gegeben, und wird der Fortbau des südlichen Thurmes voraussichtlich zu Anfang Juni allseitig in Angriff genommen werden können.

Nachdem am 6. Februar 1869 die höhere Genehmigung zur Anlage einer mit Dampf zu betreibenden Fördermaschine nunmehr ertheilt ist und die Detailzeichnungen zur Dampfmaschine und Kesselanlage unter dem 13. Mai cr. die polizeiliche Genehmigung erhalten haben, wird die Aufstellung und Inbetriebsetzung der Maschine bis zum 15. August cr. erfolgen, und somit die nothwendige Beschleunigung der Materialförderung beginnen, welche der seit Beginn des Jahres eingetretenen Betriebsausdehnung der gesamten Bauarbeiten entspricht.

Der Neubau des Capitelsaales und des Archivs, an der Nordostseite des Domchores gelegen, ist im Laufe des Jahres 1868 beendet und wird nunmehr die Aufbringung der eisernen Dachconstruction, wie die Eindeckung und Wölbung im Laufe des Sommers erfolgen. Einen großen Aufwand an Zeit und Arbeitskraft erforderte der Umbau der stehen gebliebenen alten Sakristei, deren Kreuzgewölbe durch zahlreiche Streben abzustützen waren, um die neuen Fenster in die nördliche Wand einzubrechen und die Fensterpfeiler stückweise zu ergänzen.

Im Zusammenhange mit dem Bau der Futtermauer und den Treppenanlagen der Domterrasse sind die den Dom umgebenden Strafsen und Plätze des Domhofes und des Platzes zwischen dem Domchore und der Brückenrampe abgetragen und unter Beseitigung des Rasenplatzes daselbst neu gepflastert, wie auch durch einen bis zum Rhein führenden Canal entwässert worden. Durch diese umfangreichen von der Stadt Cöln ausgeführten Regulierungsarbeiten ist die Anlage einer Freitreppe vor dem Südportale bedingt, die bei einer Länge von ca. 90 Fufs dem Portalbaue zur wesentlichen Zierde gereicht.

Die Portalhallen des Südportals erhielten durch Aufstellung der Figuren und Baldachine in den Laibungen und vor den Pfeilern den bisher noch fehlenden plastischen Schmuck, und sind die seit dem Jahre 1842 begonnenen Sculpturarbeiten bis auf wenige Figuren in den Seitenhallen durch den Bildhauer Herrn Professor Mohr modellirt und in dem aus Rochefort und Caën bezogenen Kalksteine ausgeführt worden.

Auch im Innern des Domes konnte, durch zahlreiche Schenkungen und Vermächtnisse veranlaßt, die Zahl der an den Pfeilern des Hochschiffes im Lang- und Querschiffe aufzustellenden Heiligenfiguren wiederum um 16 Statuen vermehrt werden, die, von den Bildhauern Herrn Fuchs und Werres modellirt und ausgeführt, die Hallen der Domkirche sichtlich beleben.

Außer dem von 5 Directoren der Cöln-Mindener Eisenbahn geschenkten großen Glasgemälde im südlichen Seitenschiffe, die Bekehrung des Paulus darstellend, wurden durch die Königliche Glasmalerei-Anstalt zu München 4 Heiligenfiguren für ein Fenster im Hochschiffe des südlichen Seitenschiffes als Geschenke der Familien Steinberger, Haack und Merckens ausgeführt, und konnten außerdem 8 Figuren

zu 2 Fenstern als Geschenke der Familie Boisserée und des Commerzienraths Herrn Seydlitz in Auftrag gegeben werden.

Als planmäßiger Reinertrag der vierten Dombauprämiencollecte ist bei Absatz sämtlicher Loose die Summe von 180000 Thlr. in die Kasse des Central-Dombauvereins geflossen und beträgt der Seitens des Central-Dombauvereins pro 1868 gezahlte Beitrag im Ganzen 175000 Thlr.

Laut Nachweis der Königlichen Regierungs-Hauptkasse zu Cöln ist pro 1868 ein Betrag von 235617 Thlr. 13 Sgr.

6 Pf. beim Ausbau des Cölnner Domes zur Verwendung gekommen, in welcher Summe die Ausgabe für den Fortbau des nördlichen Thurmes mit 161385 Thlr. 24 Sgr. 7 Pf. enthalten ist.

Unter Hinzunahme der Baukosten für den nördlichen Thurm in den Jahren 1864 bis 1867 zum Betrage von 388694 Thlr. 7 Sgr. 9 Pf. sind innerhalb 5 Jahre somit im Ganzen 550080 Thlr. 2 Sgr. 4 Pf. für den Ausbau der Domthürme angewiesen und verwendet worden.

Cöln, den 12. Juni 1869. Der Dombaumeister Voigtel.

Ueber die Festigkeits-Versuche mit Eisen und Stahl.

(Mit Zeichnungen auf Blatt E bis J im Text.)

Das Gesetz, wonach die allmälige Zerstörung des Zusammenhanges der Körper von der Gröfse wiederholter Verschiebungen ihrer Molekule gegen einander abhängig ist, wurde nach dem Bericht vom 20. Mai 1865*) bis dahin durch Versuche bloß für die relative Festigkeit erwiesen.

Nur mit Wahrscheinlichkeit konnte dasselbe deshalb als allgemein gültig hingestellt werden, weil die verschiedenen Arten der Festigkeit in bestimmten Beziehungen zu einander stehen.

Es sind seitdem directe Versuche mit den verschiedenen Festigkeiten ausgeführt.

Bevor über die erlangten Resultate berichtet wird, soll versucht werden, jene Beziehungen in einfacher Weise klar zu legen.

Die Zerstörung eines Körpers kann nicht wohl anders gedacht werden, als durch Trennung seiner Molekule von einander.

Direct tritt dies nur bei der Zerreißungs-Festigkeit ein, deshalb müssen die übrigen Festigkeiten auf die Zerreißungs-Festigkeit zurückgeführt werden.

Die relative Festigkeit ist lediglich eine Zusammensetzung aus Zug-, Druck- und Schubfestigkeit, sie wird durch Untersuchung dieser mit erledigt, es bleiben daher nur noch die Druck- und Schubfestigkeit übrig. Zunächst soll die Druckfestigkeit in Betracht genommen werden.

Auf eine Endfläche eines prismatischen Körpers wirke pro Flächeneinheit die Druckkraft p , auf die entgegengesetzte Endfläche die Reaction p .

Auf die Seitenflächen des Körpers sollen äußere Kräfte der Art wirken, daß eine Form-Aenderung desselben nur in der Richtung der Kraft p möglich ist.

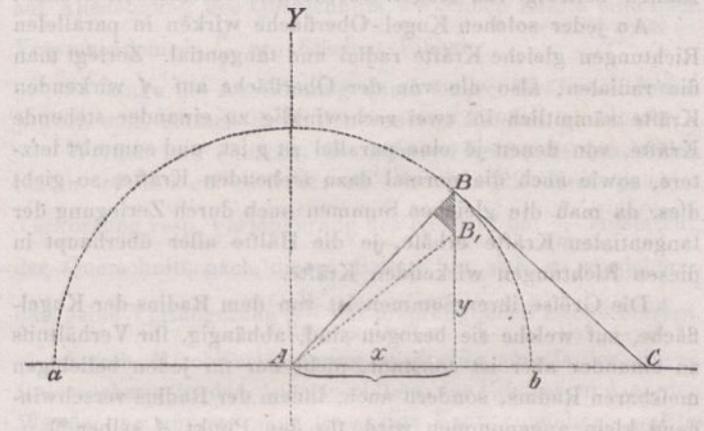
Der Körper sei isotrop, die Verkürzung desselben durch die Kraft p betrage $\frac{1}{m}$ seiner ursprünglichen Länge. Die Elasticitätsgrenze werde dabei nicht überschritten.

Die Linie ab in Figur 1 liege in einer in der Richtung der Kraft p geführten Schnittebene rechtwinklig zu p , A sei ein Punkt in ab .

Es soll untersucht werden, welche Spannungen in Folge der Druckkraft p auf A wirken. B sei die Lage eines beliebigen Punktes, also AB eine beliebige Richtung in der gedachten Schnittebene, vor der Belastung des Körpers.

Ab sei die x -Achse, AY die y -Achse eines rechtwinkligen Coordinaten-Systems; x und y die Coordinaten von B . Durch die Wirkung der Kraft p rücke der Punkt B nach B_1 ,

es verkürze sich also y um $BB_1 = \frac{y}{m}$. Dadurch wird AB auf AB_1 verkürzt und eine dieser Verkürzung entsprechende



Figur 1.

Spannung zwischen A und B_1 hervorgerufen. Diese Spannung soll bestimmt werden.

Es werde $AB=r$ und $AB-AB_1 = \Delta r$ bezeichnet, dann ist $\frac{\Delta r}{r}$ das Verkürzungs-Verhältniß von AB , dem die in dieser Linie stattfindende Spannung proportional ist. Die Zahl m sei so groß, daß das mit dem Radius AB_1 beschriebene kleine Bogenstück von B_1 nach AB als gerade Linie betrachtet werden darf, dann ist durch die Aehnlichkeit der Dreiecke

$$\frac{\Delta r}{y} = \frac{y}{r}, \quad \frac{\Delta r}{r} = \frac{1}{m} \left(\frac{y}{r} \right)^2$$

Da nun der Punkt B in der Richtung AB beliebig verschoben werden kann, ohne daß der Werth $\frac{y}{r}$ sich ändert, ist auch der Werth $\frac{\Delta r}{r}$, d. h. also die Spannung, in allen

Punkten, welche in der Richtung AB_1 liegen, gleich, woraus unter Mitberücksichtigung, daß die Schnittebene, in welcher A und B gedacht sind, beliebig um die Achse AY gedreht werden kann, weiter folgt, daß jede in dem gedachten Körper von A aus gezogene gerade Linie in allen ihren Punkten eine gleichmäßige Spannung hat, deren Gröfse von der Neigung der Linie gegen die Richtung von p abhängt.

Außer den radialen Kräften können an dem mit dem Radius AB um A gezogenen Kreise nur noch tangentielle Kräfte existiren. Bezeichnet t die ursprüngliche Länge der Tangente BC (Fig. 1) und Δt deren Verkürzung, wenn B

*) Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1866 Seite 67.

nach B_1 rückt, so findet man durch eine der vorstehenden analoge Entwicklung die tangential Spannung

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{1}{m} \cdot \frac{x^2}{r^2},$$

woraus folgt, daß in zwei um einen Quadranten auseinander liegenden Punkten die tangential Spannung in dem einen gleich der radialen Spannung in dem andern ist, und umgekehrt.

Mit andern Worten: Die parallelen radialen und tangentialen Spannungen sind einander gleich, und es wirken an dem Kreise in Summa gleiche Spannungen radial und tangential.

Da der Körper isotrop angenommen ist, würden, wenn vom Punkte A nach jedem auf ihn einwirkenden Punkt des Körpers eine gerade Linie gezogen werden sollte, in jeder durch A gelegten Ebene gleiche Winkelflächen auch gleich viel solcher Linien einschließen, und wenn man um A als Mittelpunkt eine Kugel-Oberfläche beschreibt, muß jeder gleiche Theil dieser Kugel-Oberfläche eine gleiche Zahl der von A ausgehenden Linien in sich aufnehmen.

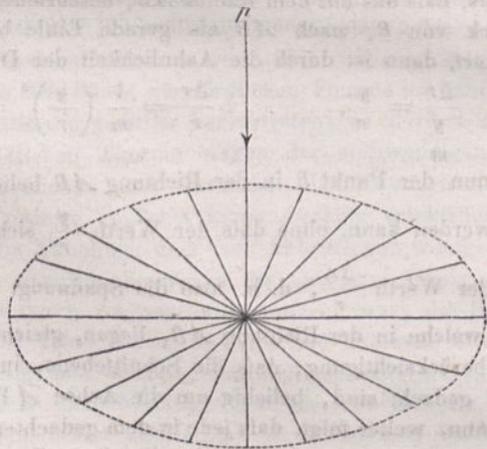
Man kann sich um den Punkt A mit verschiedenen Radien beliebig viel Kugel-Oberflächen beschrieben denken.

An jeder solchen Kugel-Oberfläche wirken in parallelen Richtungen gleiche Kräfte radial und tangential. Zerlegt man die radialen, also die von der Oberfläche auf A wirkenden Kräfte sämmtlich in zwei rechtwinklig zu einander stehende Kräfte, von denen je eine parallel zu p ist, und summirt letztere, sowie auch die normal dazu stehenden Kräfte, so giebt dies, da man die gleichen Summen auch durch Zerlegung der tangentialen Kräfte erhält, je die Hälfte aller überhaupt in diesen Richtungen wirkenden Kräfte.

Die Größe ihrer Summen ist von dem Radius der Kugel-Oberfläche, auf welche sie bezogen sind, abhängig, ihr Verhältniß zu einander aber ist constant, nicht nur für jeden beliebigen meßbaren Radius, sondern auch, indem der Radius verschwindend klein angenommen wird, für den Punkt A selber.*)

Das, was für den Punkt A gilt, gilt aber für jeden Punkt des gedachten Körpers, mithin kann man mit Hülfe jenes Verhältnisses von einer bekannten Druckkraft p auf die Summe der durch sie hervorgerufenen rechtwinklig gegen ihre Richtung wirkenden secundären Kräfte schließen.

Hierbei muß aber wohl beachtet werden, daß diese rechtwinkligen Kräfte keineswegs in eine Richtung fallen, sondern nur in einer, zu der Kraft p normalen Ebene liegen, jedoch



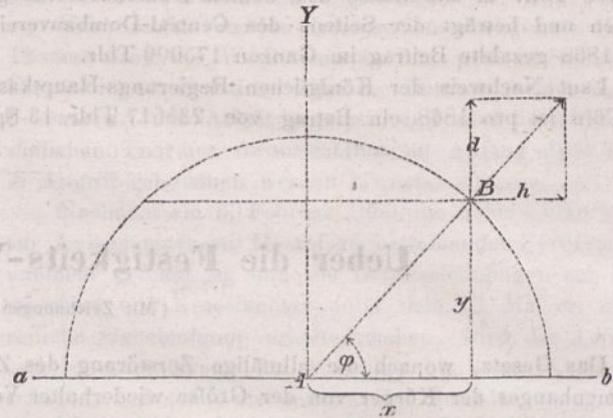
Figur 2.

gleichmäßig vertheilt, weil der Körper als isotrop vorausgesetzt ist.

*) Für dieses Verhältniß ist es gleichgültig, ob man die radialen und auch die tangentialen Kräfte oder erstere allein in Betracht zieht. Letzteres einfachere Verfahren ist bei der weiteren Untersuchung befolgt.

Will man daraus die Kraft in irgend einer bestimmten Richtung in dieser normalen Ebene ermitteln, so verhält sich die Größe derselben zu der ganzen Summe der Kräfte wie $1:\pi$.

Durch das Vorstehende ist der Gang, den die Rechnung zu nehmen hat, klar gelegt.



Figur 3.

Sei unter Festhaltung der vorhin benutzten Bezeichnung B (Fig. 3) ein Punkt einer um A beschriebenen Kugel-Oberfläche, sei φ der Winkel, welchen AB mit der Abscissen-Achse bildet, also

$$x = r \cos \varphi \quad y = r \sin \varphi$$

$$\text{und } \frac{\Delta r}{r} = \frac{1}{m} \left(\frac{y}{r} \right)^2 = \frac{1}{m} \sin^2 \varphi.$$

Da das Verkürzungs-Verhältniß $\frac{1}{m}$ einer Spannung pro Flächen-Einheit = p entspricht, so ist die in der Richtung AB wirkende Spannung pro Flächen-Einheit = $p \sin^2 \varphi$.

Diese Kraft werde zerlegt in eine Kraft h parallel mit x und eine Kraft d parallel mit y .

Durch die Aehnlichkeit der Dreiecke ist

$$\frac{p \sin^2 \varphi}{h} = \frac{r}{x}$$

$$h = \frac{x}{r} \cdot p \sin^2 \varphi = p \sin^2 \varphi \cos \varphi$$

$$\text{und } \frac{p \sin^2 \varphi}{d} = \frac{r}{y}$$

$$d = \frac{y}{r} \cdot p \sin^2 \varphi = p \sin^3 \varphi$$

Wird die Linie AB um die Achse AY gedreht, so gelten die vorstehend entwickelten Formeln für alle in dem von B beschriebenen Kreise der Kugel-Oberfläche liegenden Punkte und $2 x \pi r \partial \varphi$ ist das Differential der Kugel-Oberfläche, in welchem die durch jene Formeln ausgedrückten Kräfte wirken. Folglich ist das Differential der an der Kugel-Oberfläche parallel mit y wirkenden Kraft

$$\partial \Sigma d = 2 x \pi r \partial \varphi \cdot p \sin^3 \varphi \text{ oder für } x = r \cos \varphi$$

$$= 2 p r^2 \pi \cos \varphi \sin^3 \varphi \partial \varphi$$

Dieser Ausdruck, integrirt für die über ab liegende Halbkugel, giebt

$$\Sigma d = \int_0^{\frac{\pi}{2}} 2 p r^2 \pi \cos \varphi \sin^3 \varphi \partial \varphi = 2 p \cdot r^2 \pi \left(\frac{\sin^4 \varphi}{4} \right) \Big|_0^{\frac{\pi}{2}}$$

$$\Sigma d = \frac{p r^2 \pi}{2} *$$

*) Aus den an der Kugel-Oberfläche wirkenden Tangential-Kräften resultirt, dem Früheren gemäß, die gleiche Druckkraft; mithin ist die Gesamtdruckkraft gleich dem Doppelten des obigen Ausdruckes = $p r^2 \pi$ d. h. gleich p pro Flächen-Einheit; was der ursprünglichen Annahme gemäß ist.

Ferner ist das Differenzial der normal zur Achse AY wirkenden Kräfte

$$\partial \Sigma h = 2\pi r \partial \varphi p \sin^2 \varphi \cos \varphi \text{ oder, für } x = r \cos \varphi, \\ = 2\pi r^2 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi \partial \varphi$$

Betrachtet man nun die Kräfte, welche in der unterhalb ab liegenden Halbkugel liegen, so findet man leicht, daß die parallel zu y mit den entsprechenden Kräften der oberen Halbkugel zusammenfallen, aber in entgegengesetztem Sinne wie diese gerichtet sind und daher denselben das Gleichgewicht halten, was ja auch mit der ursprünglichen Annahme über die Kraft p stimmt, indem Druckkraft und Reaction einander das Gleichgewicht halten sollten; deshalb würde obiger Ausdruck in den Grenzen für $\varphi = \pi - 0$ integrirt $\Sigma d = 0$ geben; es mußte somit, um die gesuchte auf A wirkende Kraft dieser Richtung zu erhalten, für $\varphi = \frac{\pi}{2} - 0$ integrirt werden.

Anders verhält es sich mit den Kräften, welche normal zur Achse AY wirken; diese sind in der unteren Kugelhälfte in gleichem Sinne wie in der oberen gerichtet, addiren sich also zu diesen. Deshalb muß, um die ganze Summe der auf A wirkenden Kräfte zu finden, in den Grenzen $\varphi = \pi - 0$ integrirt werden, also

$$\Sigma h = \int_0^{\pi} 2\pi r^2 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi \partial \varphi = \frac{1}{4} p r^2 \pi \left(\varphi = \frac{\sin^4 \varphi}{4} \right) \Big|_0^{\pi} \\ \Sigma h = \frac{p r^2 \pi^2}{4}$$

Diese Kräfte liegen, wie schon erörtert wurde, strahlenförmig von A ausgehend in der Normal-Ebene zu AY gleichmäÙig vertheilt. Um die in dieser Ebene in irgend einer bestimmten Richtung wirkende Kraft zu finden, hat man vorstehenden Ausdruck mit $\frac{1}{\pi}$ zu multipliciren und erhält somit die in einer durch AY geführten Schnittebene rechtwinklig zu p wirkende Kraft

$$\Sigma \frac{p}{\pi} = \frac{p r^2 \pi}{4}$$

und das gesuchte Verhältniß dieser Kraft zu der Kraft Σd ist 1:2. Also unter den Eingangs gemachten Voraussetzungen wird in dem prismatischen Körper durch die Druckkraft p , rechtwinklig zu derselben, aber in bestimmter Richtung eine auf Ausdehnung des Körpers wirkende secundäre Kraft $= \frac{p}{2}$ erzeugt, wobei aber unter den gemachten Voraussetzungen auch die ist, daß eine wirkliche Ausdehnung des Körpers in der Richtung solcher secundären Kräfte nicht stattfinden kann.

Bevor die Untersuchung weiter geführt wird, soll constatirt werden, daß das Vorstehende auch auf den Fall Anwendung findet, wenn die auf den Körper wirkende Kraft p keine Druckkraft, sondern eine Zugkraft ist.

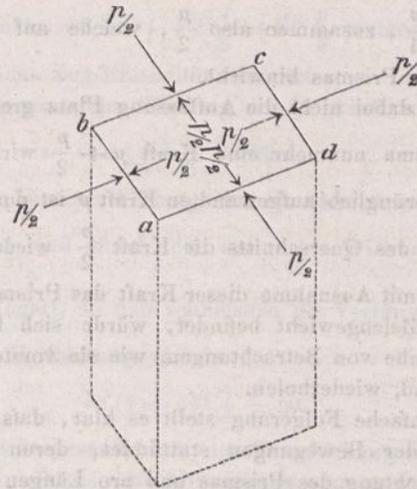
Man darf dann nur in Fig. 1 die Lage des Punktes B_1 als die ursprüngliche annehmen.

Durch die Wirkung der Zugkraft rückt der Punkt von B_1 nach B .

Die ganze weitere Untersuchung stimmt völlig mit der vorstehenden, nur daß überall in Stelle der Druckkräfte Zugkräfte treten, und somit ist das Endergebniß, daß durch die Wirkung der Zugkraft p normal zu derselben Kräfte entstehen, die den Querschnitt des Körpers verringern wollen, und daß diese Kräfte, auf eine bestimmte Richtung bezogen, sich zu p verhalten wie 1:2.

Nunmehr soll untersucht werden, wie die Verhältnisse sich gestalten, wenn die der Querschnitts-Aenderung des Prismas entgegenstehenden äußeren Kräfte beseitigt werden.

Der Querschnitt des mit einem Druck p pro Flächen-Einheit belasteten Körpers sei ein Rechteck. Die inneren



Figur 4.

auf Ausdehnung des Querschnitts wirkenden Kräfte sind nach Vorstehendem $= \frac{p}{2}$ pro Flächen-Einheit.

So lange die Ausdehnung durch äußere Kräfte verhindert werden soll, müssen diese den inneren Kräften gleich sein.

Werden nun zunächst die äußeren Kräfte an den beiden Seiten ab und cd entfernt, so wird, da die Kraft p einer Verkürzung resp. Verlängerung des Körpers um $\frac{1}{m}$ entspricht, der Querschnitt nach diesen Seiten hin sich so ausdehnen, daß seine Verlängerung $\frac{1}{2m}$ der ursprünglichen Länge beträgt.

Durch diese Verlängerung wird aber gemäß der obigen Untersuchung in der Achsenrichtung des Prismas und an den Wänden bc und ad eine secundäre Kraft entstehen, welche auf Zusammenziehung des Körpers wirkt und $= \frac{p}{4}$ pro Flächen-Einheit ist.

Die aus den Querschnitts-Aenderungen resultirenden Kräfte in der Achsenrichtung des Prismas seien vorerst durch hinzutretende äußere Kräfte im Gleichgewicht gehalten.

Bevor die eben nachgewiesene Kraft $\frac{p}{4}$ an den Wänden bc und ad entstand, war dort Gleichgewicht vorhanden, mit-hin wird dieselbe eine Zusammenziehung des Querschnittes um $\frac{1}{4m}$ seiner Breite herbeiführen.

Werden nunmehr auch die äußeren Kräfte an den Seiten bc und ad entfernt, so wird der Querschnitt sich um $\frac{1}{2m}$ seiner ursprünglichen Breite ausdehnen, wodurch in der Achsenrichtung des Prismas, sowie an den Seiten ab und cd secundäre Kräfte $= \frac{p}{4}$ pro Flächen-Einheit entstehen, welche auf Zusammenziehung des Körpers wirken und die Länge des Querschnitts um $\frac{1}{4m}$ verringern.

Das Gesamt-Ergebniß dieser verschiedenen Bewegungen ist, daß der Querschnitt des Prismas sich nach beiden Richtungen hin um $\frac{1}{4m}$ seiner ursprünglichen Maasse vergrößert.

Vorstehend war angenommen, daß die aus den Querschnitts-Aenderungen in der Achsenrichtung des Prismas resultirenden Kräfte vorerst durch äußere Kräfte im Gleichgewicht gehalten werden sollten. Diese Annahme sei nunmehr

aufgehoben. Die in der Achsenrichtung des Prismas durch jede der beiden Seiten-Bewegungen des Querschnitts erzeugte Kraft war $\frac{p}{4}$, zusammen also $\frac{p}{2}$, welche auf Zusammendrückung des Prismas hinwirkt.

Es darf dabei nicht die Auffassung Platz greifen, als ob auf das Prisma nunmehr eine Kraft $p + \frac{p}{2}$ wirke, sondern von der ursprünglich aufgewandten Kraft p ist durch die freie Ausdehnung des Querschnitts die Kraft $\frac{p}{2}$ wieder frei geworden. Da mit Ausnahme dieser Kraft das Prisma sich vollständig im Gleichgewicht befindet, würde sich für dieselbe die ganze Reihe von Betrachtungen, wie sie vorstehend für p angestellt sind, wiederholen.

Eine einfache Folgerung stellt es klar, daß eine Reihe sich addirender Bewegungen stattfindet, deren Summe in der Achsenrichtung des Prismas und pro Längen-Einheit

$$= \frac{1}{m} (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{2} r \dots) = \frac{2}{m}$$

ist und rechtwinklig dagegen

$$= \frac{1}{m} (\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \dots) = \frac{1}{2} m,$$

d. h. also, wenn die Zusammendrückung pro Längen-Einheit des nicht eingeschlossenen Prismas in der Achsenrichtung gleich 1 ist, so ist die Ausdehnung im Querschnitt gleich $\frac{1}{2}$.

Wird die Ausdehnung des Querschnitts verhindert, so ist die Zusammendrückung in der Achsenrichtung nur $\frac{1}{2}$.

In beiden Fällen wird aber, da m als eine sehr große Zahl angenommen werden darf, der cubische Inhalt des Körpers um $\frac{1}{m}$ des ursprünglichen, also um die Hälfte des linearen Zusammendrückungs-Verhältnisses verringert, sein spezifisches Gewicht also um ebensoviel vergrößert.

Aus dem Vorstehenden darf nicht gefolgert werden, daß ein auf Druckfestigkeit in Anspruch genommener Körper zur Zerstörung das Vierfache der Kraft, welche ihn zerreißt, erfordert; dies trifft nicht zu, denn einmal gilt die Untersuchung nur innerhalb der Elasticitätsgrenze, über welche hinaus namentlich bei zähen Körpern die Bestimmung der inneren Spannungen völlig unmöglich ist, und zweitens treten, wie in Nachstehendem erwiesen werden soll, auch noch andere zerstörende Einflüsse auf.

Bis jetzt sind die Wirkungen der Kräfte als Schubkräfte noch nicht in Betracht gezogen, dies soll nunmehr geschehen.

Im Vorstehenden wurde nachgewiesen, daß jede durch irgend einen Punkt A des Körpers gezogene gerade Linie an allen ihren Punkten eine gleiche Spannung hat, deren Größe abhängt von dem Winkel, den die Linie mit der Richtung der Kraft p bildet, und daß, wenn dieser Winkel $= 90^\circ - \varphi$ ist, die Spannung pro Flächen-Einheit ausgedrückt wird durch $p \sin^2 \varphi$, bezogen auf die Schnittfläche des Prismas normal zu der Richtung der Spannung.

Wenn diese Spannung, von der Druckkraft ausgehend, sich mit der gleichen Spannung, von der Reaction ausgehend, in's Gleichgewicht setzt, entsteht, sofern die Linie nicht in beide Endflächen des Körpers trifft, eine Spannung auf Abscheerung in dem Körpertheil, durch welchen die beiden Kräfte fortgepflanzt werden.

Wenn z. B. in nachstehender Figur 5 die Kraft in der Linie li (die auch als Schnitt gedacht werden kann) sich mit der Reaction in fs in's Gleichgewicht setzen soll, so kann dies nur mittelst der Schubfestigkeit des Körpertheils $ilsf$ geschehen.

Es soll nun ermittelt werden, für welchen Werth von φ die Abscheerungskraft pro Flächen-Einheit, also die Gefahr der Zerstörung des Zusammenhanges am größten ist.

Der Querschnitt des Prismas, normal zu der Richtung von p , werde durch F bezeichnet, ferner die Schnittfläche in der Richtung der Abscheerungskraft, also in der Richtung li , durch F_i und die, die Schubkraft erzeugende Schnittfläche, also normal zu dieser Kraft, durch F_n , so ist

$$F_i = \frac{F}{\cos \varphi} \text{ und } F_n = \frac{F}{\sin \varphi}.$$

Die Schubkraft pro Flächen-Einheit war

$$= p \cdot \sin^2 \varphi,$$

also ist dieselbe für die ganze Schnittfläche

$$= F_n p \cdot \sin^2 \varphi = F p \cdot \sin \varphi.$$

Wenn man diese Kraft durch die abzuschneidende Fläche F_i theilt, so erhält man die Abscheerungskraft pro Flächen-Einheit

$$= \frac{F p \cdot \sin \varphi}{F_i} = p \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi.$$

Dieser Werth erreicht sein Maximum, wenn $\varphi = 45^\circ$ ist, also $\sin \varphi = \cos \varphi = \sqrt{\frac{1}{2}}$, und

$$p \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi = \frac{p}{2},$$

d. h. also, das Maximum der Abscheerungskraft pro Flächen-Einheit tritt bei einem Abscheerungswinkel von 45° ein und ist $= \frac{p}{2}$.

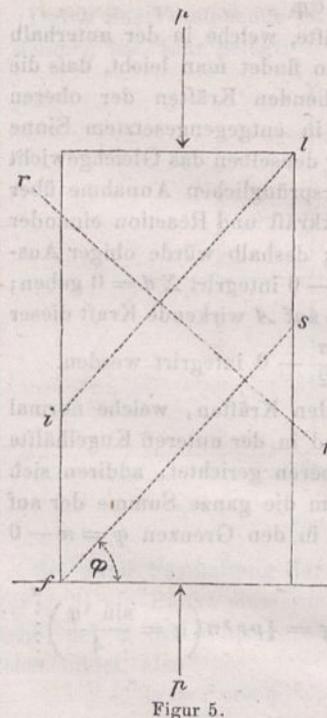
Hiernach würde bei vollkommen elastischen Körpern und wenn die Festigkeit gegen Abscheerung gleich der gegen das Zerreißen wäre, das Doppelte der Kraft, welche das Prisma zerreißt, genügen, dasselbe durch Druck zu zerstören, wenn nicht noch die Reibung der auf einander zu verschiebenden Flächen dem Widerstande hinzuträte. Um diese Reibung zu bestimmen, fehlt es an jedem Anhalt, nur eine Grenze ist dadurch gegeben, daß der Reibungs-Widerstand nicht größer sein kann, als die Festigkeit. Danach würde also die Widerstandsfähigkeit eines solchen Körpers gegen Druckfestigkeit zwischen dem Doppelten und dem Vierfachen seiner Zerreißfestigkeit liegen.

Wenn man übrigens berücksichtigt, daß die vorher betrachtete Kraftwirkung, welche den Querschnitt des Körpers auseinander treiben will, gleichzeitig mit der eben untersuchten eintritt, so ist zu schließen, daß unter Umständen, namentlich bei spröden Körpern, beide Wirkungen einander unterstützen.

Die pyramidale Bruchform steinartiger Körper dürfte solchem Zusammenwirken zuzuschreiben sein.

Es darf noch darauf hingewiesen werden, daß die Maximal-Abscheerungs-Spannung ebensowohl in einer unter 45° gegen die Achse gebildeten Kegeloberfläche, als in einer geraden Schnittebene liegt.

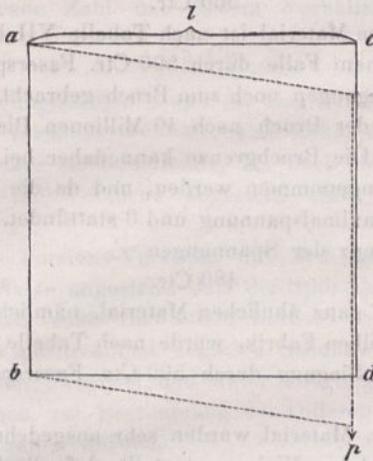
Im Allgemeinen werden zähe Körper mehr durch Ausbauchen resp. Zerquetschen und spröde mehr durch Abscheerung zerstört werden.



Figur 5.

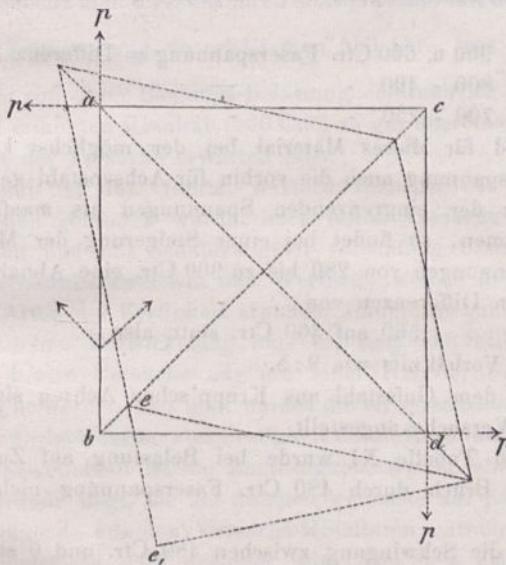
Es bleibt jetzt noch die Schubfestigkeit zu untersuchen.
Eine durch zwei um die Längen-Einheit von einander entfernte parallele Schnittebenen begrenzte quadratische Platte, deren Seite gleich l ist, Figur 6, sei an ab gehalten, während an cd die Schubkraft p wirke.

Figur 6.



Die Größe der Verschiebung von cd gegen ab , verglichen mit der Ausdehnung, welche dieselbe Platte erleiden würde durch eine an der Seite cd auf Zug wirkende Kraft, giebt das Verhältniß des Moduls der Zug-Elasticität zu dem Modul der Schub-Elasticität.

Figur 7.



Die Kraft p in cd , Fig. 7, ruft eine gleich starke aber entgegengesetzte Kraft in ba hervor, und das so gebildete Kräfte-Paar bedingt ein zweites, an ca und bd in entgegengesetztem Sinne wirkendes Paar von gleicher Intensität.

Diese Kräfte sind sämtlich über die Länge der Seiten, an denen sie wirken, gleichmäßig vertheilt anzunehmen. Werden sie nun je in 2 Richtungen nach den Diagonalen ad und bc zerlegt, so wirken diese Kräfte in der Richtung ad als Zugkräfte, in der Richtung bc als Druckkräfte, wodurch das Quadrat in die punkirt angedeutete Form übergeht, wobei ee , die Größe der Verschiebung zweier paralleler Seiten ist.

Die Summe der Zugkräfte gleich der Summe der Druckkräfte ist $= p\sqrt{2}$.

Das Maafs für die Größe der Fläche, an welcher sie wirken, ist die Länge der Diagonale ad resp. $bc = l\sqrt{2}$.

Mithin ist die Kraft pro Flächen-Einheit $= \frac{p}{l}$.

Durch die directe Wirkung der Zugkraft wird die Platte in der Diagonale ad um $l \cdot \sqrt{2} \frac{l}{E} = \sqrt{2} \frac{p}{E}$ verlängert, wobei E den Modul der Zug-Elasticität bedeutet.

Durch die secundäre Wirkung der Zugkraft wird bc um $\frac{1}{4}$ jener Länge, also um $\frac{1}{4} \sqrt{2} \frac{p}{E}$ verkürzt.

Durch die directe Wirkung der Druckkraft wird bc um $\sqrt{2} \frac{p}{E}$ verkürzt und durch die secundäre Wirkung ad um $\frac{1}{4} \sqrt{2} \frac{p}{E}$ verlängert, so dafs schliesslich die Verlängerung von ad gleich der Verkürzung von bc

$$= (1 + \frac{1}{4}) \sqrt{2} \frac{p}{E} \text{ ist.}$$

In Rücksicht darauf, dafs die Verschiebung immer nur sehr klein ist, dafs also die Abweichung vom rechten Winkel aufer Acht gelassen werden darf, bestimmt sich die Verschiebung zweier paralleler Seiten gegen einander, ee , gleich dem Doppelten der Verkürzung resp. Verlängerung einer Diagonale multiplicirt mit $\sqrt{2}$, also $= 2(1 + \frac{1}{4}) \frac{p}{E}$. Die Ausdehnung der Platte durch eine an der Seite cd wirkende Zugkraft p würde $= \frac{p}{E}$ sein, folglich verhalten sich

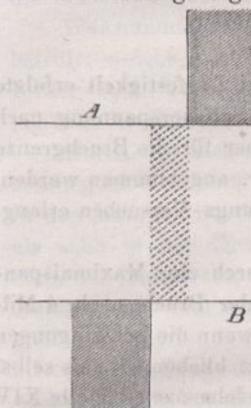
$$\frac{\text{Modul der Zug-Elasticität}}{\text{Modul der Schub-Elasticität}} = \frac{2(1 + \frac{1}{4})}{1} = \frac{5}{2}$$

Die größte Faserspannung in der Richtung ad , also unter 45° gegen die Richtung der Kraft geneigt, ist wie 5 : 4 gröfser als die Faserspannung, welche durch eine an cd auf Zug wirkende Kraft p veranlaßt wurde.

Diese Gesetze finden Anwendung bei der Torsions-Festigkeit.

Denkt man sich die Platte zu einem Cylinder gerollt, dessen Achse normal zur Kraft p liegt, so erscheint letztere als Torsionskraft.

Die größte Faserspannung findet statt in einer unter 45° gegen p geneigten Schraubenlinie, und die Zerreißung muß eintreten in einer rechtwinklig hierzu gezogenen Schraubenlinie, welche also in entgegengesetzten Windungen ebenfalls unter 45° geneigt den Cylinder umschreibt.



Bei vorstehender Untersuchung der Schubfestigkeit ist vorausgesetzt, dafs zwischen den abscheerenden Kräften immer ein gewisser Abstand bleibt, innerhalb dessen in dem abzuscheerenden Körper sich Druck- und Zugkräfte bilden können, und der Hergang ist dann, dafs, wie in nebenstehender Figur punkirt angedeutet, unter 45° gegen die Richtung der Kräfte Zerklüftungen entstehen, welche die völlige Trennung des Körpers zur Folge haben.

Bei derartigen Versuchen trifft der Festigkeits-Coefficient $= \frac{5}{4}$ der Zugfestigkeit recht gut zu; anders liegt die Sache bei eng geschlossener Vernietung, wobei zwischen den Platten durchaus kein Spielraum bleibt.

Nach einigen Versuchen, bei denen freilich die Reibung nicht von dem Festigkeits-Widerstand getrennt werden konnte, scheint es, als ob die Abscheerung in einer Ebene gleiche Kraft wie die Zerreißung erfordere.

Es soll nunmehr zur Betrachtung der Versuchs-Resultate übergegangen werden, wobei auf die im Anhang beigefügten Tabellen, so wie auf die Beschreibung nebst Zeichnungen der benutzten Apparate Bezug genommen wird.

Das von mir entdeckte Gesetz, dessen allgemeine Gültigkeit für Eisen und Stahl durch diese Versuchs-Resultate geprüft werden soll, lautet:

„Der Bruch des Materials läßt sich auch durch vielfach wiederholte Schwingungen, von denen keine die absolute Bruchgrenze erreicht, herbeiführen. Die Differenzen der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen, sind dabei für die Zerstörung des Zusammenhanges maßgebend. —

„Die absolute Größe der Grenz-Spannungen ist nur insoweit von Einfluß, als mit wachsender Spannung die Differenzen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern.“

Für solche Schwingungen, bei denen dieselbe Faser aus Zugspannung in Druckspannung übergeht und umgekehrt, werden die Zugspannungen als positiv, die Druckspannungen als negativ betrachtet, so daß also in diesem Falle die Differenz der äußersten Faserspannungen gleich der größten Zugspannung plus der größten Druckspannung ist.

Mit Eisen, welches aus Achsen, die im Jahre 1857 von der Gesellschaft Phoenix geliefert wurden, kalt geschnitten ist, sind folgende Versuchs-Resultate erlangt.

Nach Tabelle I. Wenn der auf relative Festigkeit belastete Versuchsstab continuirlich gedreht wurde, so daß bei jeder Umdrehung in derselben Faser ein Uebergang aus der größten Zugspannung in die größte Druckspannung und umgekehrt stattfand, erfolgte der Bruch noch bei 180 Ctr. pro Quadratzoll größter Faserspannung; bei 160 Ctr. trat er nicht mehr ein, obgleich der Stab schon weit über hundert Millionen Biegungen erlitten hat.

Die Bruchgrenze kann daher bei 160 Ctr. pro Quadratzoll Faserspannung angenommen werden.

Da die Grenzspannungen positiv und negativ waren, ist die nach dem vorstehenden Gesetze maßgebende Differenz = 320 Ctr.

Nach Tabelle V wurde dasselbe Material bei einseitiger Biegung noch zum Bruch gebracht bei 360 Ctr. pro Quadratzoll größter Faserspannung, bei 300 Ctr. ist der Bruch nach mehr als 48 Millionen Biegungen noch nicht eingetreten.

Die Grenzspannungen waren 0 und 300 Ctr.

Folglich ist die maßgebende Differenz = 300 Ctr.

Nach Tabelle X. Bei Belastung auf Zugfestigkeit erfolgte der Bruch noch durch 320 Ctr. größter Faserspannung nach 10 Millionen Dehnungen; es kann daher für die Bruchgrenze die maßgebende Differenz = 300 Ctr. angenommen werden, also übereinstimmend mit dem bei Biegungs-Versuchen erlangten Resultat.

Nach derselben Tabelle wurde durch eine Maximalspannung von 440 Ctr. pro Quadratzoll der Bruch nach 4 Millionen Dehnungen noch nicht erreicht, wenn die Schwingungen zwischen 240 und 440 Ctr. eingegrenzt blieben, so daß selbst bei dieser hohen Maximalspannung, welche nach Tabelle XIV ganz nahe mit der absoluten Zerreißungsgrenze zusammenfällt, doch noch eine Differenz

von 200 Ctr. zulässig war,

also die Abnahme dieser Differenz bei der möglichst kleinsten Maximalspannung bis zu derjenigen, welche unmittelbar an die absolute Bruchgrenze streift, in dem Verhältniß wie 8:5 stattfand.

Mit Gußstahl, welcher aus Achsen, die Krupp im Jahre 1862 lieferte, kalt geschnitten ist, sind folgende Versuchs-Resultate erlangt.

Nach Tabelle III. Wenn der auf relative Festigkeit belastete Stab continuirlich gedreht wurde, trat der Bruch bei 300 Ctr. größter Faserspannung noch ein nach 45 Millionen Umdrehungen. Die Bruchgrenze ist daher bei 280 Ctr. pro Quadratzoll Faserspannung anzunehmen. Die dabei stattfindende Differenz der eingrenzenden Spannungen ist

560 Ctr.

Das gleiche Material ist nach Tabelle VII bei einseitiger Biegung in einem Falle durch 500 Ctr. Faserspannung nach 5 Millionen Biegungen noch zum Bruch gebracht, während im anderen Falle der Bruch nach 40 Millionen Biegungen noch nicht eintrat. Die Bruchgrenze kann daher bei 480 Ctr. Faserspannung angenommen werden, und da die Biegung zwischen dieser Maximalspannung und 0 stattfindet, ist die maßgebende Differenz der Spannungen

480 Ctr.

Mit einem ganz ähnlichen Material, nämlich Guß-Federstahl aus derselben Fabrik, wurde nach Tabelle IX der Bruch bei einseitiger Biegung durch 500 Ctr. Faserspannung nicht mehr erreicht.

Mit diesem Material wurden sehr ausgedehnte Biegungs-Versuche in solcher Weise angestellt, daß die kleinsten und größten Faserspannungen sich zwischen bestimmten über Null liegenden Grenzen bewegten, namentlich um zu ermitteln, wie die für den Bruch maßgebende Differenz abnimmt, wenn die Maximalspannung steigt.

Der Bruch ist nicht mehr erreicht worden bei Schwingungen zwischen folgenden Grenzspannungen des ungehärteten Stahls:

zwischen 900 u. 600 Ctr. Faserspannung = Differenz 300 Ctr.
- 800 - 400 - - - - - 400 -
- 700 - 250 - - - - - 450 -

Wird für dieses Material bei der möglichst kleinsten Maximalspannung auch die vorhin für Achsenstahl gefundene Differenz der eingrenzenden Spannungen als maßgebend angenommen, so findet bei einer Steigerung der Maximal-Faserspannungen von 280 bis zu 900 Ctr. eine Abnahme der zulässigen Differenzen von

560 auf 300 Ctr. statt, also

etwa im Verhältniß wie 9:5.

Mit dem Gußstahl aus Krupp'schen Achsen sind noch weitere Versuche angestellt.

Nach Tabelle XI wurde bei Belastung auf Zugfestigkeit der Bruch durch 480 Ctr. Faserspannung nicht mehr erreicht.

Da die Schwingung zwischen 480 Ctr. und 0 stattfand, ist die für die Bruchgrenze maßgebende Differenz

480 Ctr.

Diese Zahl stimmt vollständig mit der bei gleichem Material durch Biegungs-Versuche erlangten überein.

Nach derselben Tabelle wurde durch eine Maximalspannung von 800 Ctr. der Bruch noch nicht herbeigeführt, wenn die Schwingungen zwischen 350 und 800 Ctr. eingegrenzt blieben, die Differenz betrug also

450 Ctr.,

so daß eine Steigerung der Maximal-Spannung von 280 Ctr. auf 800 Ctr. pro Quadratzoll eine Abnahme der für die Grenzen der Schwingungen maßgebenden Spannungs-Differenz von 560 auf 450 Ctr. bedingt, was etwas günstiger ist, als bei dem Guß-Federstahl.

Endlich sind mit dem gleichen Achsenstahl noch Torsions-Versuche angestellt.

Nach Tabelle XIII wurde der Bruch bei 380 Ctr. pro Quadratzoll Schubspannung durch mehr als 23 Millionen Ver-

windungen nicht mehr erreicht. Die Schwingungen fanden statt zwischen Schubspannungen von 380 Ctr. und 0. Die Differenz ist daher 380 Ctr.

Nach den angestellten Untersuchungen über Schubspannungen sollten die Spannungen in den Bruchgrenzen für Schubfestigkeit und Zugfestigkeit sich verhalten, wie 4:5.

Vorstehende Zahl mit diesem Verhältniß multiplicirt, $380 \cdot \frac{5}{4}$, giebt 475 Ctr.

Für Biegungsfestigkeit und für Zugfestigkeit ergaben die betreffenden Versuche 480 Ctr., eine Zahl, die so nahe mit der vorstehenden übereinstimmt, als nach den Abstufungen, in welchen die Versuche angestellt sind, erwartet werden kann.

Weitere Torsions-Versuche mit dem gleichen Material sind in der Weise angestellt, daß der Stab abwechselnd nach links und nach rechts verwunden wurde.

Da dies positive und negative Schubspannungen giebt, müssen analog, wie bei den unter Biegungs-Belastung gedrehten Stäben, zur Bestimmung der Differenz, die Maximalspannungen addirt werden.

Nach Tabelle XIII wurde der Bruch bei 220 Ctr. pro Quadrat Zoll größter Schubspannung und durch 19 Millionen Verwindungen nicht mehr erreicht. Diese Schubspannung kann daher als Bruchgrenze angesehen werden.

Die maafsgebende Differenz ist somit 440 Ctr.

Reducirt man dieselbe durch Multiplication mit dem Factor $\frac{5}{4}$ auf Zugspannung, so erhält man 550 Ctr., was wiederum mit dem von unter Biegungs-Belastung continuirlich gedrehten Stäben erlangten Resultat (560 Ctr.) so gut übereinstimmt, als die Art der Versuche erwarten läßt.

Somit ist das Gesetz, welches zunächst bei Biegungs-Versuchen gefunden wurde, auch durch Versuche mit Zugfestigkeit und mit Schubfestigkeit vollständig bestätigt, und das Verhältniß zwischen den Werthen, welche die verschiedenen Arten der Festigkeit ergaben, stimmt so genau mit der theoretischen Entwicklung überein, daß es völlig genügt, wenn directe Versuche nur mit einer Art der Festigkeiten angestellt werden und man daraus die entsprechenden Werthe für die übrigen Arten von Festigkeit durch Rechnung herleitet.

Unzweifelhaft ist die Zugfestigkeit, welche allen übrigen zum Grunde liegt, für die directen Versuche am passendsten.

Folgende aus den Versuchs-Resultaten entnommene Zusammenstellung wird geeignet sein, von dem Effect des in Rede stehenden Festigkeits-Gesetzes ein Bild zu geben.

Es können bei Inanspruchnahme auf Biegungs- oder auf Zugfestigkeit mit gleicher Sicherheit gegen Bruch Schwingungen stattfinden in den Grenzen

bei Eisen	}	zwischen + 160 Ctr. und - 160 Ctr.	Faserspannung pro □Zoll
		- + 300 - - Null -	
		- + 440 - - + 240 -	
bei Achsen-Gußstahl	}	zwischen + 280 Ctr. und - 280 Ctr.	Faserspannung pro □Zoll
		- + 480 - - Null -	
		- + 800 - - + 350 -	
bei ungehärtetem Feder-Gußstahl	}	zwischen + 500 Ctr. und Null Ctr.	Faserspannung pro □Zoll
		- + 700 - - 250 -	
		- + 800 - - 400 -	
und bei Inanspruchnahme auf Schubfestigkeit bei Achsen-Gußstahl	}	zwischen + 220 Ctr. und - 220 Ctr.	Schubspannung pro □Zoll.
		- + 380 - - Null -	

Als selbstredend muß hierbei vorausgesetzt werden, daß

die größte angewandte Faserspannung überall noch unter der absoluten Bruchgrenze liegt.

Als nahe liegende Anwendungen des Gesetzes werden Folgende hervorgehoben.

Constructionstheile, welche positiv und negativ in Anspruch genommen werden, z. B. Kolbenstangen, Kurbelstangen, Balanciers u. dergl. müssen im Verhältniß etwa wie 9:5 stärker sein, als solche, deren Inanspruchnahme nur in einem Sinne erfolgt, z. B. Träger, Brücken, Dachconstructionen etc.

Bei Berechnung der Festigkeit großer Brücken und Dachconstructionen kann das Eigengewicht, weil es eine absolut constante Minimal-Belastung bildet, unberücksichtigt bleiben, so lange durch die Summe der Wirkung von Eigengewicht und Belastung die Elasticitätsgrenze des Materials nicht erreicht wird.

Bei den Federn der Eisenbahn-Fahrzeuge finden die Schwingungen in Grenzen statt, deren Differenz im Verhältniß zu der Maximalspannung ziemlich klein ist; bei ihnen kann der Stahl daher erheblich über das sonst gewöhnliche Maafs hinaus in Anspruch genommen werden, und thatsächlich geschieht dies auch, indem der Stahl durch den belasteten Wagen meistens eine Faserspannung bis 800 Ctr. pro Quadrat Zoll erleidet. Nicht selten steigt dieselbe sogar bis 900 und 1000 Ctr. und bei gutem Stahl ist auch letztere Spannung noch völlig unbedenklich, ja selbst eine weitere Steigerung recht wohl möglich. Für den sanften Gang der Personenwagen ist dies nicht unwichtig.

Diejenigen Theile der Dampfkessel, welche dem Feuer nicht ausgesetzt sind, erleiden bei einfacher cylindrischer Form nur geringe Spannungsschwingungen, welche durch die Schwankungen der Dampfspannung herbeigeführt werden.

Es ist daher bei ihnen eine höhere Faserspannung zulässig, als im Allgemeinen bisher angewandt wurde; bei denjenigen Kesseltheilen dagegen, welche dem Feuer ausgesetzt sind, muß aufser der Abnutzung auch die Bewegung der Moleküle berücksichtigt werden, welche die schwankende Temperatur der Feuerung veranlaßt.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die vielfach wiederholte Bewegung der Moleküle durch Wärme in ähnlicher Weise auf die Zerstörung des Zusammenhanges hinwirkt, wie die Schwingungen, welche durch Kräfte veranlaßt werden.

Was nunmehr die Feststellung der Sicherheits-Coefficienten betrifft, welche anzuwenden sind, wenn nach Maafsgabe der vorliegenden Versuche construirt werden soll, so sind dabei folgende Gesichtspunkte fest zu halten.

Durch die Sicherheits-Coefficienten soll dem Unvorherzusehenden Rechnung getragen werden; dasselbe kann sowohl in den Mängeln des Materials resp. der sonstigen Ausführung, als auch in der Größe der Anspannung liegen. Letzteres muß bei Normirung der Leistung berücksichtigt werden, nur erstere beide sind durch die Sicherheits-Coefficienten auszugleichen.

Die Wirkung der Anspannung ist eine ganz andere, wenn dieselbe constant, also ruhend ist, oder variabel, also Schwingungen hervorruft; auch kommt sehr in Betracht, ob von der Construction unbegrenzte Dauer gefordert wird, oder ob man nur eine begrenzte Dauer beansprucht.

Daraus folgt, daß nicht für alle Constructionen dieselben Sicherheits-Coefficienten passen.

Es sind in jedem Falle zwei Coefficienten nöthig: einer, der das Verhältniß zur absoluten Bruchgrenze regelt, der andere für das Verhältniß zu derjenigen Schwingung, deren vielfache Wiederholung ebenfalls den Bruch herbeiführt.

Für Constructionen von unbegrenzter Dauer wird in Anbetracht, daß schon die einmalige Erreichung der absoluten Bruchgrenze die sofortige Zerstörung zur Folge hat, der Sicherheitsgrad gegen diese Bruchgrenze so groß zu nehmen sein, daß jede vorauszusetzende Ungleichmäßigkeit des Materials dadurch compensirt ist. Dies muß der Fall sein, wenn man auf die Hälfte der gewöhnlichen Bruchgrenze zurück geht, also den Coefficienten 2 einführt.

Material, welches einen größeren Coefficienten nöthig macht, ist überhaupt als unbrauchbar anzusehen.

Bei obigem Coefficienten ist auf die Elasticitätsgrenze des Materials nicht Rücksicht genommen. Es muß der Beurtheilung im einzelnen Falle überlassen bleiben, ob und in welchen Grenzen eine bleibende Biegung von Nachtheil ist. Es kann dabei eine einmalige Ueberlastung, welche dann weiteres Verbiegen im gewöhnlichen Gebrauche verhindert, wenn dieselbe der Bruchgrenze nicht zu nahe kommt, kein Bedenken erregen.

Da es jedoch bei großen Bauwerken in der Regel nicht zulässig ist, die Elasticitätsgrenze merkbar zu überschreiten, muß für dieselbe, falls jener Coefficient eine über die Elasticitätsgrenze hinausreichende Belastung ergeben sollte, auf diese zurückgegangen werden.

Als Sicherheits-Coefficient der Schwingung, bei welcher selbst wiederholte Ueberschreitung der Sicherheitsgrenze noch keine unmittelbare Gefahr bringt, ist 2 unter allen Umständen ausreichend und kann in vielen Fällen noch verringert werden.

Unter Beachtung des Vorstehenden ergeben sich aus den hier berichteten Versuchen für Constructionen von unbegrenzter Dauer folgende zulässigen Faserspannungen:

a) Für Schmiedeeisen

nach beiden Richtungen angestrengt . . . 80 Ctr. pro □"
 nach einer Richtung angestrengt, größte
 Gesamtspannung 180 - - -
 wovon höchstens 150 Ctr. auf die variable Belastung entfallen dürfen.

Ist die constante Spannung geringer als 30 Ctr., so verringert sich die zulässige Gesamtspannung um eben so viel.

b) Für ungehärteten Gußstahl

nach beiden Richtungen angestrengt . . . 120 Ctr. pro □"
 nach einer Richtung angestrengt, größte
 Gesamtspannung 330 - - -
 wovon höchstens 220 Ctr. auf die variable Belastung entfallen dürfen.

Dabei muß aber hervorgehoben werden, daß die Zahlen im Allgemeinen nur für schlichte Stäbe gelten.

Die Festigkeit der Verbindungen, als Vernietung, Verkeilen und dergleichen, sowie auch abweichende Formen bedürfen specieller Feststellung durch Versuche.

Die Ergebnisse mit scharf abgesetzten Stäben und der beobachtete Einfluß der Nabenpressung haben die Nothwendigkeit solcher Specialversuche hinreichend erwiesen.

Für Constructionen von beschränkter Dauer kommen andere Erwägungen zur Geltung.

Wenn man z. B. weiß, daß die Achse eines Eisenbahnfahrzeuges gewisse größte Anspannungen nur beim Passiren von Weichen erleidet, und darnach die Zahl solcher Biegungen in einem bestimmten Zeitraume taxiren kann, so ist es sehr wohl mit der Sicherheit verträglich, daß diese größte Biegung derjenigen nahe kommt, bei welcher nach vielen Millionen Wiederholungen der Bruch eintritt, daß sie also bei Eisen bis zu 160 Ctr. und bei Gußstahl bis zu 220 Ctr. Faserspannung pro Quadrat Zoll reicht.

Die Versuche mit gehärtetem Federstahl zeigen ferner, daß es unbedenklich ist, Eisenbahn-Wagenfedern bis vielleicht zu $\frac{3}{4}$ der absoluten Bruchgrenze in Anspruch zu nehmen, wenn das Spiel der Feder hinreichend klein ist im Verhältniß zur gesammten Durchbiegung derselben.

Nach den Versuchen kann bei einer constanten Anspannung von 900 Ctr. pro Quadrat Zoll noch ein Spielen der Feder zwischen 900 und 1200 Ctr. für zulässig angesehen werden.

Diejenigen Bewegungen, welche das Be- und Entladen der Wagen herbeiführt, kommen so selten vor, daß man, da es sich nicht um einen Gegenstand von unbeschränkter Dauer handelt, dieselben in die Bruchgrenze hinein legen darf. Die Versuche geben den nöthigen Anhalt zur Beurtheilung, auf welche Dauer der Federn man dabei rechnen kann.

Schließlich soll noch einiger Versuchs-Resultate, welche von allgemeinem Interesse sein dürften, Erwähnung geschehen.

In dem Eingangs angegebenen Berichte war aus Biegungs-Versuchen mit ungehärtetem Krupp'schem Gußstahl der Elasticitäts-Modul für dies Material zu 28725441 Pfd. *) ermittelt.

Aus den in nachfolgender Tabelle XVIII zusammengestellten Torsions-Versuchen mit gleichem Material berechnet sich der Modul der Schubelasticität zu
 11236500 Pfd.

Nach der Theorie sollen beide Module sich verhalten wie
 5 : 2.

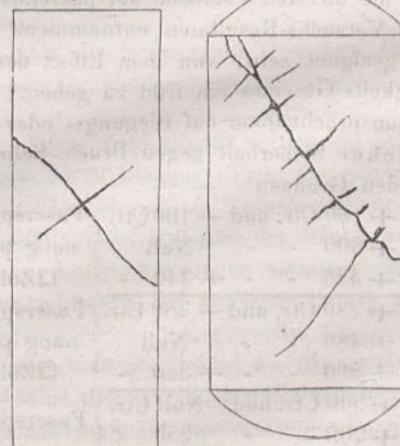
Nach den Versuchen ist dies Verhältniß
 5 : 1,95.

Nach der theoretischen Entwicklung soll bei verwundenen Wellen der Bruch unter einem Winkel von 45° gegen die Achse geneigt erfolgen; dies trifft bei den durch wiederholtes Verwinden gebrochenen Stäben genau zu.

In einem Fall, bei welchem der Stab abwechselnd vor- und rückwärts gewunden war, erfolgte der Einbruch für beide Richtungen der Verwindung gleichzeitig und bildete in genau rechtwinkliger Durchschneidung ein Kreuz, wie nachstehend in Figur 1 skizzirt ist. In der einen Richtung erfolgte der Bruch dann vollständig durch den ganzen Querschnitt, wie auch die Skizze andeutet.

Gußstahl und Schmiedeeisen zu zerdrücken, ist nicht gelungen, die Stäbe bogen sich sämmtlich, auch dann noch, als das Verhältniß zwischen Länge und Durchmesser etwa wie 3 : 1 genommen wurde.

Figur 1.



Dagegen ergaben die Versuche mit Gußeisen Resultate, welche, so weit es bei der Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze erwartet werden darf, mit der theoretischen Entwicklung stimmen. — Die wirkliche Trennung erfolgte meistens, wie neben skizzirt, unter einem Winkel etwas

*) Ob der direct bestimmte Modul der Zug-Elasticität mit dem aus der Biegungs-Elasticität hergeleiteten Modul genau übereinstimmt, ist nicht festgestellt. Der Apparat Blatt G Figur 1 und 2 war dafür nicht ausreichend, weil die nutzbare Länge des gedehnten Stabes nur 30 Zoll betrug. Es wird daher nur beiläufig erwähnt, daß eine Versuchsreihe mit Krupp'schem Gußstahl den Modul zu rot. 29600000 ergab.

620 kg/cm²
1395

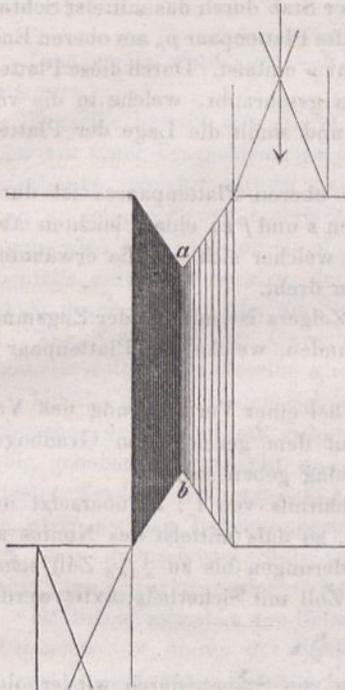
930 kg/cm²
2560

1700 kg/cm²

spitzer als 45° . Dagegen bildeten sich in umgekehrter Richtung Risse, welche im Allgemeinen die Neigung von 45° gegen die Achse haben. Mitunter zeigen sich solche Risse auch in demselben Sinne mit der wirklichen Abschiebung.

Abscheerungs-Versuche mit Gufseisen wurden in folgender Weise angestellt.

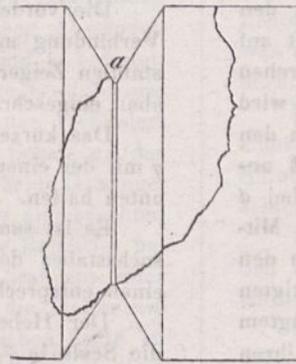
Damit die Abscheerungskraft möglichst gleichmäßig sich auf die abzuschneidende Fläche vertheile, wurden die Stäbe wie nachstehend, auf Figur 1, in natürlicher Gröfse skizzirt ist, eingefeilt.



Figur 1.

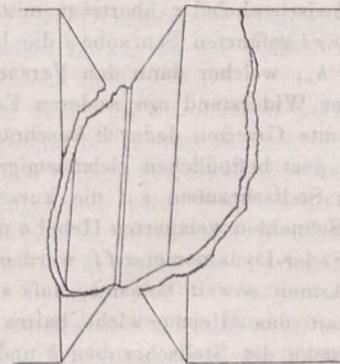
Der weitere Verlauf des Bruches wird durch Fig. 3 erläutert.

Der Querschnitt ab war somit ganz überwiegend der schwächste, und der Bruch dort zu erwarten; er trat aber nicht dort ein, sondern stets in der in Fig. 2



Figur 2.

gezeichneten Weise, bei a etwa unter 45° (also der Theorie entsprechend) beginnend.



Figur 3.

In ähnlicher Weise sind auch Versuche mit Eisen und Stahl angestellt, wobei jedoch ein Einreißen unter 45° nur in einem Falle stattfand.

Diese Art Versuche verdienen insofern Beachtung, als sie leicht anzustellen sind, und auch weil dabei der Bruch-Querschnitt nicht wie beim Zerreißen von Stäben wesentlich verkleinert wird.

Die Resultate derselben sind in Tabelle XIX zusammengestellt.

Die Versuche, welche ich hiermit abschließen muß, bieten auch in den engen Grenzen, in denen sie vorgenommen wurden, noch viele Lücken, dennoch erforderten dieselben einen Zeitraum von fast zwölf Jahren und eine große Zahl verschiedenartiger sämtlich neu zu konstruierender Apparate. Wenn ich einerseits, um meine Ansprüche auf nachsichtige Beurtheilung zu begründen, nicht unerwähnt lassen darf, daß

diese Versuche eine Nebenarbeit neben umfangreichen Berufsgeschäften sind, muß ich andererseits doch dankend hervorheben, daß mir, abgesehen von der Zeit, keinerlei Beschränkung auferlegt wurde, weder hinsichtlich der Art der Ausführung der Versuche, noch hinsichtlich der Beschaffung der Apparate.

Anhang.

Beschreibung der Apparate.

1. Apparat zum Messen der Verdrehung durch ruhende Belastung verwundener Stäbe.

(Blatt E.)

Der Apparat ist so konstruirt, daß auf den zu prüfenden Stab nur verwindende, aber keine biegende Kräfte wirken.

Das Gestell besteht aus einem gufeisernen Kasten k von solchen Abmessungen, daß die größten erforderlichen Belastungen keinerlei meßbare Formveränderungen in demselben hervorbringen können. Auf diesem Kasten sind die Lagerböcke $b b$, festgeschraubt, zwischen deren in Spitzen auslaufenden Lagerzapfen der Versuchsstab A drehbar aufgehängt ist. Derselbe ist in seinem mittleren Theile cylindrisch und an beiden Enden mit schlank conischem Uebergange etwas stärker gedreht, wie aus der Zeichnung ersichtlich.

Auf seinen beiden Enden sitzen die gleicharmigen und unter einander gleichen Hebel h und h_1 , welche mittelst Schrauben fest gegen die Stirnseiten warm auf den Stab gezogener Scheiben gepreßt sind. Ueber, aber in paralleler Richtung mit ihnen sind ferner zwei unter einander gleiche und gleicharmige Hebel l , mit den Stützpunkten in $d d$, angebracht, welche mit ihrem einen Ende direct und mit dem anderen Ende mittelst der Querstücke $q q$, mit den darunter befindlichen Hebeln durch Gehänge verbunden sind.

Jede in der Mitte von q wirkende Kraft zerlegt sich in zwei gleiche Theile, von denen der eine, direct auf h übertragene, abwärts zieht, während der andere, mittelst l auf das entgegengesetzte Ende von h übertragen, mit gleicher Kraft aufwärts zieht. Es ist hierdurch ein Kräftepaar gebildet, dessen Drehpunkt in der Mittellinie des Versuchsstabes liegt. Ein gleich großes, aber entgegengesetzt wirkendes Kräftepaar wird am andern Ende des Stabes durch die Hebel h_1 und l_1 erzeugt.

Der Stab wird also nur auf Verdrehung um seine Achse in Anspruch genommen. Zwischen den Hebeln h und h_1 und in gleichem Abstände von der Mitte des Stabes sind auf demselben die Zeiger z und z_1 , festgeschraubt, welche die Gröfse der Verwindung des zwischen ihnen liegenden Stückes an den Scala's s und s_1 , angeben. Letztere ruhen auf den von Lagerbock zu Lagerbock reichenden Trägern $m m$, auf denen auch die Stützen der Hebel l und l_1 befestigt sind.

Die Theilung der Scala's ist so gewählt, daß mittelst der Nonien an den Enden der Zeiger die Gröfse des Verdrehungswinkels bis auf eine Minute scharf bestimmt und bis auf eine halbe Minute mit Sicherheit taxirt werden kann. Die Differenz der Bewegung beider Zeiger giebt die Gröfse der Verwindung des zwischen ihnen liegenden cylindrischen Theiles des versuchten Stabes.

2. Apparat zum Brechen von Stäben durch wiederholte Verwindung.

(Blatt F.)

Der Apparat zum Verwinden von Stäben durch wiederholte Belastung innerhalb fest bestimmter Grenzen ist, wie der vorstehend beschriebene, so construirt, daß der zu prüfende Stab nur von verdrehenden Kräften in Anspruch genommen wird. Das Gestell wird von einem doppelten Lagerbock b gebildet, in dem der Versuchsstab A gelagert ist.

Auf seinen stärkeren und schwach conisch gedrehten Enden sitzen warm aufgezugene und mit eingetriebenen Stiften unverrückbar gehaltene Muffen, an deren äußere Flanschen die Hebel h und h_1 angeschraubt sind. Letztere erhielten eine solche Kröpfung, daß der an ihren Enden erzeugte Druck von der Mitte der Lager aufgenommen wird.

Die Wirkungsweise des Apparates ist folgende:

Der Zwischenhebel c überträgt mittelst der, durch den Gegenlenker l geführten Schraube s die bewegendende Kraft auf den Hebel h_0 , welcher dann den Versuchsstab zu verdrehen strebt. Der Widerstand am anderen Ende des Stabes wird auf bestimmte Grenzen dadurch beschränkt, daß die an den Enden der dort befindlichen gleicharmigen Hebel h und h_1 angebrachten Stellschrauben auf die kurzen Enden der bei d und d_1 in Schneiden gelagerten Hebel g und g_1 drücken. Mittelst der Feder-Dynamometer ff_1 werden diese Hebel an den längeren Armen soweit belastet, daß sie der beabsichtigten Torsionskraft das Gleichgewicht halten und bei erlangtem Maximaldrucke die Stellschrauben k und k_1 eben von ihren Unterlagen abgehoben werden.

Es bedarf jedoch die Uebertragung der Bewegung auf h_0 noch einer Regulirung. Diese erfolgt durch Stellmuttern auf der Schraube s , welche unterhalb h_0 sowohl, als oberhalb h_0 so gestellt werden, daß von dem ganzen Wege, den s macht, auf Zug sowohl, als auf Druck nur soviel auf h_0 übergeht, daß am Ende jedes Hubes die beiden an den langen Armen von g und g_1 angebrachten Stellschrauben eben gelüftet sind, also die Spannung der Federn f und f_1 mit der verwindenden im Gleichgewicht steht.

Bei der beschriebenen Einrichtung findet eine Verwindung vor- und rückwärts statt. Soll der Stab nur in einem Sinne Verwindung erleiden, so wird einer der beiden Hebel g oder g_1 entfernt.

3. Apparat zum Zerreißen von Stäben durch ruhende Belastung.

(Blatt G, Fig. 1 und 2.)

Der Apparat besteht (Fig. 1) aus einem kastenförmigen Gerüst, zwischen dessen Wandungen der Probestab A im Kopfe der Schraubenspindel s aufgehängt und mittelst des Bügels b an dem kurzen Arme des darunter liegenden einarmigen Hebels h in Verbindung gebracht ist.

Letzterer, im Verhältniß von 1 : 5 übersetzt, wird am langen Arme durch den im Verhältniß von 1 : 20 übersetzten Hebel h_1 belastet.

Diese Hebel haben in den Köpfen der Schraubenspindeln t resp. u ihre Stützpunkte.

Die Spindel v dient nur zum Abheben des Hebels h_1 von h_1 .

Der Probestab A wird an seinen stärkeren Enden durch getheilte, mittelst aufgeschobener Ringe zusammengehaltene Büchsen in der Spindel s und dem Bügel b festgehalten; zwischen diesen Büchsen und den Widerlagsflächen sind Kugel-segmente eingeschaltet, um einseitigen Zug zu verhindern.

Zur Verminderung der Reibung erhielten sämtliche Bolzen in den Hebeln, so weit sie als Stütz- resp. als Angriffs-

punkte dienen, schneidenförmige Gestalt und ruhen in entsprechend geformten Pfannen aus gehärtetem Stahle.

Aus gleichem Grunde sind Pfannen und Schneiden zwischen den Muttern der Spindeln s , t und u und den zugehörigen Widerlagern angebracht.

Die in Fig. 2 in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Größe gezeichnete Zeiger-Vorrichtung diente bei einzelnen Stäben zum Messen der durch die Belastung hervorgebrachten Verlängerung.

Die Länge des Stückes, dessen Verlängerung gemessen werden sollte, wurde durch Körnerpunkte am Stabe markirt.

Am unteren Ende war der Stab durch das mittelst Schrauben verbundene resp. abgesteifte Plattenpaar p_1 , am oberen Ende durch das ähnliche Plattenpaar p umfaßt. Durch diese Plattenpaare sind feine Stahlspitzen geschraubt, welche in die vorbezeichneten Körner treten und somit die Lage der Plattenpaare fixiren.

Die vordere Platte des oberen Plattenpaares ist durch Verbindung mit den Stangen z und f zu einem leichten aber stabilen Zeiger ausgebildet, welcher sich um die erwähnten, oben eingeschraubten Spitzen dreht.

Das kurze Ende dieses Zeigers ist mittelst der Zugstange g mit der einen Spitze verbunden, welche das Plattenpaar p_1 unten halten.

Es ist somit klar, daß bei einer Verlängerung des Versuchsstabes der Zeiger z auf dem gezeichneten Gradbogen einen entsprechenden Ausschlag geben muß.

Der Hebel ist im Verhältniß von 1 : 20 übersetzt und die Scala in $\frac{1}{25}$ Zoll getheilt, so daß mittelst des Nonius am Ende des Zeigers Längenänderungen bis zu $\frac{1}{50000}$ Zoll scharf bestimmt und bis zu $\frac{1}{100000}$ Zoll mit Sicherheit taxirt werden können.

4. Apparat zum Zerreißen von Stäben durch wiederholte Dehnung.

(Blatt G.)

Der Apparat besteht aus einem kastenförmigen Gestell, in welchem gleichzeitig 4 Stäbe probirt werden können.

Der Versuchsstab A wird in diesem Apparate in gleicher Weise, wie in dem vorstehend beschriebenen, eingeschaltet, an seinem unteren Ende bei b festgehalten, während das obere Ende durch den Hebel h angespannt wird.

Die spannende Kraft, welche von dem Arme d ausgeht, wirkt auf das Zwischenstück em und wird in ganz ähnlicher Weise durch ein Feder-Dynamometer f normirt, wie bei dem vorstehend beschriebenen Apparate für Torsionsfestigkeit.

In die von d nach em führende Stange ist eine Feder g eingeschaltet, um für den Hub des Hebels d eine für die Regulirung zweckmäßige Größe zu erlangen.

Um auch den Rückgang der Spannung in gewissen Grenzen zu halten, ist die Zugstange, mittelst welcher d an em wirkt, nach unten verlängert und tritt durch den unterhalb d liegenden Steg h hindurch; eine stellbare Mutter hindert sie, weiter zurückzugehen, als der verlangten Minimal-Spannung entspricht.

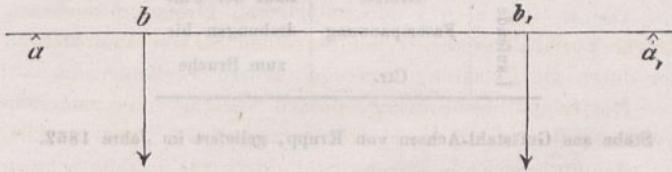
Man findet die Stellung der Mutter, wenn man das Feder-Dynamometer zunächst für die Minimalspannung regulirt.

5. Apparat zum Messen der Biegung ruhend belasteter prismatischer Stäbe.

(Blatt H.)

Ein prismatischer Stab an zwei Punkten a und a_1 gestützt, und in gleichen Abständen von diesen in zwei Punkten b und b_1 gleichmäßig belastet, oder umgekehrt, erleidet in allen Querschnitten zwischen b und b_1 dasselbe Kraft-Moment, wird

daher in diesen Grenzen kreisförmig gebogen; die Elasticitätsgrenze wird somit auch in der ganzen Länge bb , gleichzeitig erreicht, eine bleibende Dehnung der Fasern muß also weit früher meßbar sein, als bei Körpern, welche nur in einem Punkte belastet sind.



Demgemäß wurde der auf Blatt H dargestellte Apparat construiert.

Derselbe besteht aus einem kräftigen hölzernen Gestell, oben mit einer Tragschiene, an dieser sind die Schwingen aa , aufgehängt, welche mittelst Schneiden den zu probirenden Stab an seinen Enden unterstützen. In gleichen Abständen davon wird der Stab durch die Gehänge b und b_1 belastet, ebenfalls mittelst Schneiden, deren nachtheilige Eindrückung jedoch durch untergelegte, am Stabe fixirte Platten verhindert ist. Zur Aufnahme der Gewichte dient die Schale c ; der Balancier d überträgt dieselbe gleichmäßig auf beide Gehänge.

Mittelst der zu beiden Seiten des Gestelles angebrachten Schrauben und Hebel mit Schlingen kann der Balancier beliebig gehoben und gesenkt und dadurch der Stab ent- oder belastet werden. Im ersteren Falle nehmen die Halter nn' die oben an den Belastungsgehängen befindlichen Stifte so auf, daß dadurch der Stab vor jeder Berührung mit dem Belastungs-Apparate gesichert ist.

Endlich ist zwischen den Belastungspunkten und in gleichen Abständen von diesen der Fühlhebel aufgehängt, und zwar mittelst Stellschrauben, welche in Körnerpunkte gesetzt sind; derselbe ist durch die Bleischeiben ee , so balancirt, daß er nicht nur den Stab in beiden Aufhängepunkten gleich belastet, sondern daß auch die Ebene, in welcher der mit einem Nonius versehene Fühlhebel sich bewegt, vertikal hängt.

Der Abstand der Aufhängepunkte des Stabes von einander beträgt 5 Fuß 6 Zoll, der der Belastungspunkte 3 Fuß 6 Zoll, mithin messen die Hebelsarme der Last 12 Zoll. Der Abstand der Aufhängepunkte des Nonius von einander ist 3 Fuß; für diese Entfernung wird also von dem Zeiger die Durchbiegung angegeben.

Das Hebel-Verhältniß des Zeigers ist 1:10; der Gradbogen ist in Zehntel Zoll getheilt.

Mit Hilfe des Nonius wird $\frac{1}{1000}$ Zoll Durchbiegung mit Sicherheit abgelesen, ein $\frac{1}{2000}$ Zoll kann noch taxirt werden.

6. Apparat für wiederholte einseitige Biegung prismatischer Stäbe.

(Blatt J).

Der Apparat besteht aus einem Holzgerüst, auf welchem 6 Stäbe gleichzeitig probirt werden können.

Der zu prüfende Stab A wird an beiden Enden bei a und b durch Schneiden gestützt, welche von Gelenkstücken getragen sind, deren eines am festen Punkte o aufgehängt ist, während das zweite an das kürzere Ende des Hebels cd angreift.

Dieser Hebel ist in e mittelst Schneiden gestützt und am längeren Ende in f durch ein Feder-Dynamometer so gespannt, daß diese Spannung der biegenden Kraft, welche in

der Mitte m des zu probirenden Stabes angreifen soll, das Gleichgewicht hält. Die Stellschraube bei d wird so regulirt, daß sie, wenn jenes Gleichgewicht stattfindet, eben gelüftet ist.

Die biegende Kraft geht von dem unten liegenden Hebel h aus, welcher auf der Welle g festgekeilt ist; auf derselben Welle ist der Arm k angebracht, welcher von der Dampfmaschine mittelst der Zugstange p auf- und abbewegt wird.

Die Verbindung zwischen dem Hebel h und der Mitte des zu probirenden Stabes ist durch die Stange q hergestellt, deren Länge durch eine Mutter mit rechtem und linkem Gewinde regulirt werden kann. Dabei ist das untere Auge n dieser Stange in solcher Weise länglich gemacht, daß dieselbe den Stab A nur nach unten ziehen, nicht aber nach oben drücken kann, also nur eine Biegung nach unten möglich ist, wonach der Stab jedesmal in seine ursprüngliche Form zurückkehrt.

Die Stange q wird so lange verkürzt, bis das vorher richtig angespannte Feder-Dynamometer eben gelüftet wird, was sich durch ein leises Zucken an der Stellschraube bei d leicht und sicher erkennen läßt.

Für Versuche, bei denen die Spannungen des Stabes von einer constanten ausgehend bis zu einer höheren in demselben Sinne gesteigert werden sollen, bei denen der Stab also auf seinem Rückgange aufgehalten wird, dient die Ueberlage m_1 .

Die in der Mitte von m_1 angebrachte Stellschraube hält den Probestab auf, sobald er bis zu der bestimmten Grenze entlastet ist.

Die Spannung, bei der dies stattfindet, ist in derselben Weise, wie die Maximalspannung durch das Feder-Dynamometer zu messen.

7. Apparat zu Versuchen mit belasteten Stäben, welche continuirlich gedreht wurden.

(Blatt J).

Der Apparat besteht aus einem hölzernen Gerüst, auf welchem die aus Stahl gefertigte Welle a in den Lagern bb ruht, die mittelst der Riemscheibe c continuirlich gedreht wird.

Die vorstehenden Köpfe dd der Welle sind schlank conisch ausgebohrt, in diese Bohrung werden die zu probirenden gedrehten Stäbe mit einem Ende eingepreßt. Das andere, frei herausragende Ende wird demnächst mittelst eines Supports vollständig nachgedreht, so daß es mit der Welle a in den Lagern bb genau rund läuft. Dieses nachgedrehte Ende dient zur Aufnahme des Lagers e , durch dessen Belastung der Stab in Spannung gesetzt wird, welche im Querschnitt ff , am größten ist. Die Belastung geschieht mittelst der Feder-Dynamometer g . Das eingepreßte Ende des Stabes ist etwas stärker als der übrige cylindrische Theil, und durch eine schlanke Hohlkehle in diesen übergeführt, damit die Pressung des Wellenkopfes oder andere störende Kräfte nicht auf den Bruchquerschnitt einwirken.

Bei jeder Umdrehung der Welle wird der Probestab einmal nach allen Seiten mit der vom Dynamometer ausgehenden Kraft gebogen, so daß in jeder Faser eines Querschnittes die entsprechende Kraft einmal auf Dehnung und einmal auf Zusammendrückung wirkt.

Sämmtliche bewegte Apparate wurden durch dieselbe Hauptwelle betrieben, es war daher ein gemeinschaftlicher Zählapparat angebracht und ausreichend.

Tabellen.

Tabelle I — IV.

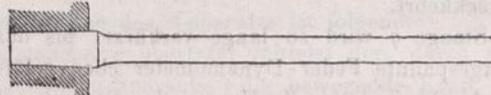
Versuche mit belasteten Stäben, welche continuirlich gedreht wurden.

(Zeichnung des Apparates auf Blatt J).

Tabelle I. Stäbe aus eisernen Achsen von der Gesellschaft Phönix, geliefert im Jahre 1857.

Laufende No.	Größte Faserverspannung Ctr.	Zahl der Umdrehungen bis zum Bruche
--------------	------------------------------	-------------------------------------

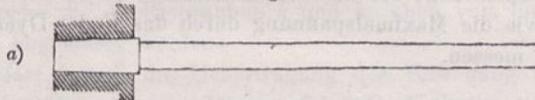
Mit schlanker Hohlkehle abgesetzte Stäbe.



1	320	56430
2	300	99000
3	280	183145
4	260	479490
5	240	909810
6	220	3 632588
7	200	4 917992
8	180	19 186791
9	160	—

No. 9 war nach 132 250000 Umdrehungen noch im Betriebe.

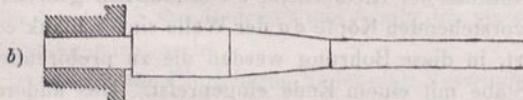
Scharf abgesetzte Stäbe.



10	200	—
11	180	1 603570
12	180	2 063760
13	160	—

ad 10. Zerstört nach 4 315359 Umdrehungen, Einbruch am scharfen Ansatz sichtbar.

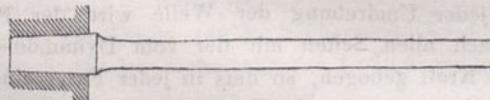
ad 13. Aufser Betrieb gesetzt nach 14 695000 Umdrehungen.



14	280	40274
15	260	58449
16	240	85576
17	220	224111
18	200	445377
19	200	409860
20	180	956803
21	180	535302
22	160	1 386072
23	140	8 999942

Tabelle II. Stäbe aus Homogen-Eisen von Pearson, Coleman & Co., geliefert im Jahre 1862.

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzte Stäbe.



1	500	2375
2	480	4986
3	460	11636
4	380	31586
5	340	94311
6	300	161262
7	280	464786
8	260	636500
9	240	3 930150

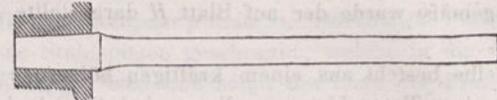
Bei No. 4 und 5 erfolgte der Bruch im verstärkten Theil dicht an der Muffe in Folge der dort stattfindenden Pressung; wird auf dieselbe nicht Rücksicht genommen, so beträgt die größte Faserverspannung im Bruchquerschnitt 338 Ctr. bei No. 4 und 316 Ctr. bei No. 5.

Tabelle III. Stäbe aus Gufsstahl.

Laufende No.	Größte Faserverspannung Ctr.	Zahl der Umdrehungen bis zum Bruche
--------------	------------------------------	-------------------------------------

Stäbe aus Gufsstahl-Achsen von Krupp, geliefert im Jahre 1862.

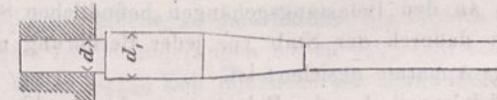
a) mit schlanker Hohlkehle abgesetzt.



1	420	55100
2	360	127775
3	340	797525
4	320	642675
5	320	1 665580
6	320	3 114160
7	300	4 163375
8	300	45 050640

Bei No. 6 und 7 erfolgte der Bruch im verstärkten Theil dicht an der Muffe in Folge der dort stattfindenden Pressung; wird auf dieselbe nicht Rücksicht genommen, so beträgt die größte Faserverspannung im Bruchquerschnitt 229 Ctr. bei No. 6 und 194 Ctr. bei No. 7.

b) scharf abgesetzt.

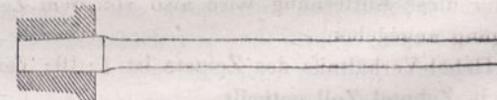


9	260	156275
10	260	170525
11	260	164350
12	260	478325
13	260	2 776850

Bei No. 9 war der Durchmesser von d_1 $\frac{1}{2}$ Zoll, bei No. 10 $\frac{1}{4}$ Zoll, bei No. 11 $\frac{1}{8}$ Zoll, bei No. 12 $\frac{1}{8}$ Zoll, bei No. 13 $\frac{1}{8}$ Zoll größer als der von d und bei No. 13 der Bruch innerhalb der Muffe ca. $\frac{3}{8}$ Zoll von der Außenkante.

Stäbe aus Gufsstahl-Achsen vom Bochumer Verein, geliefert im J. 1863.

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzt.



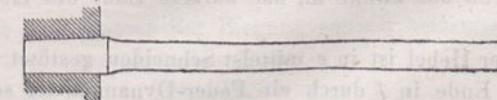
1	360	127775
2	340	342850
3	320	627000
4	320	20 467780
5	300	2 845250
6	300	—
7	280	3 558700
8	260	—

No. 6 war nach 57 360000 Umdrehungen noch im Betriebe.

No. 8 wurde nach 14 176171 Umdrehungen aufser Betrieb gesetzt.

Stäbe aus einer Gufsstahlachse von Borsig, geliefert im Jahre 1863.

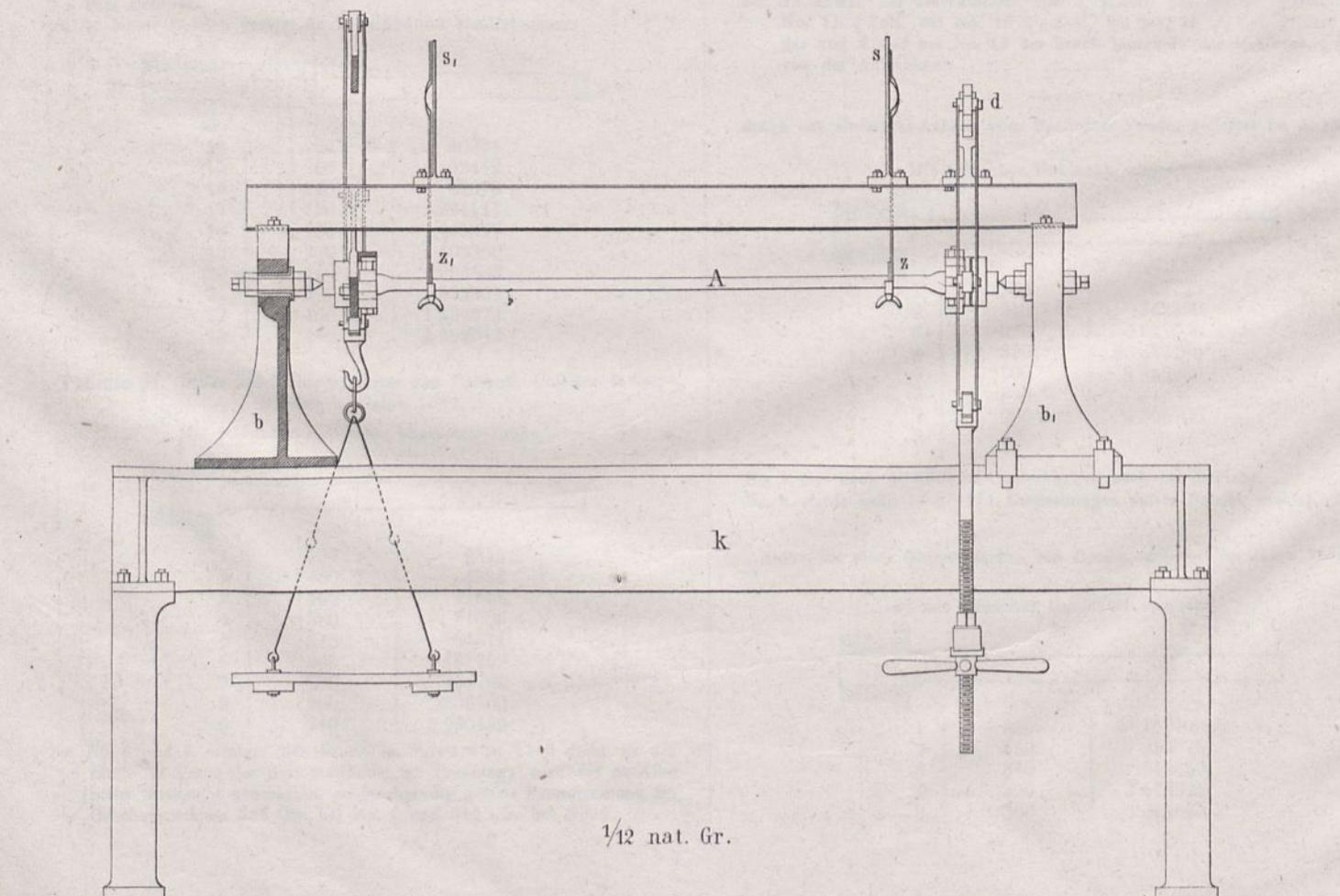
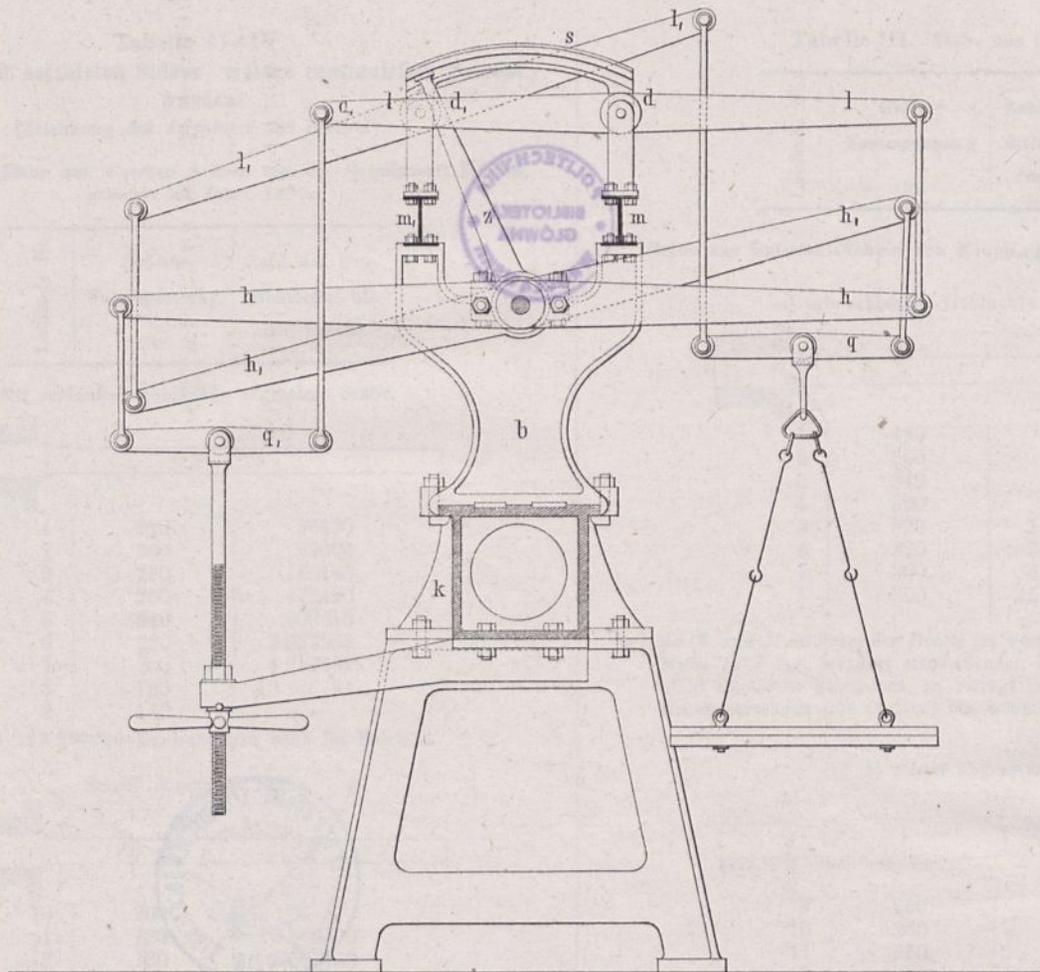
a) mit schlanker Hohlkehle abgesetzt.



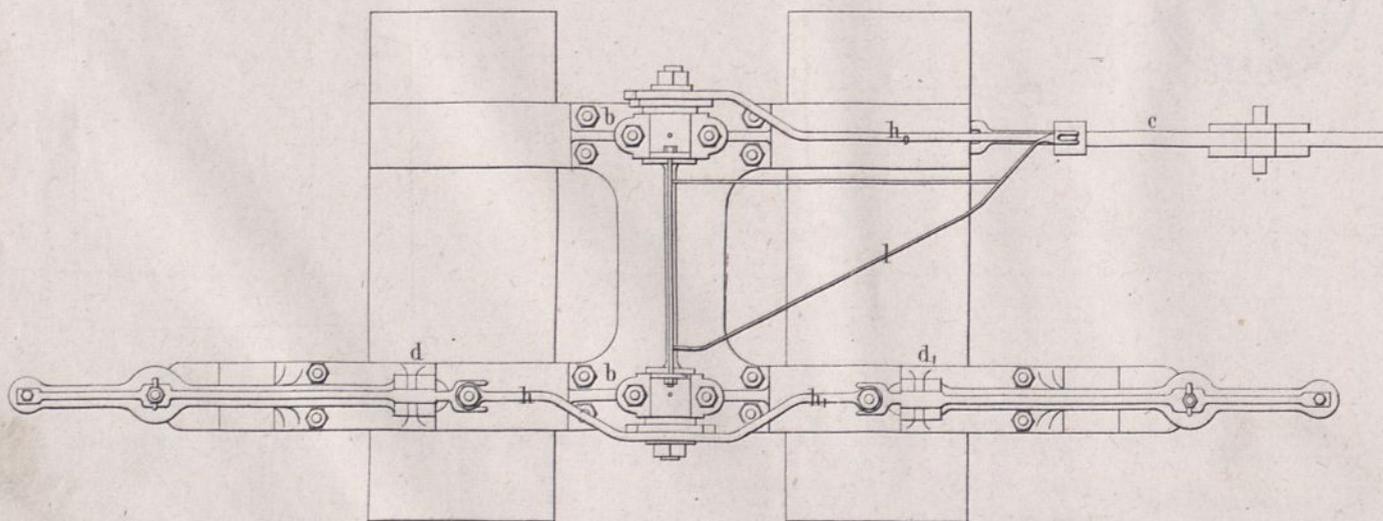
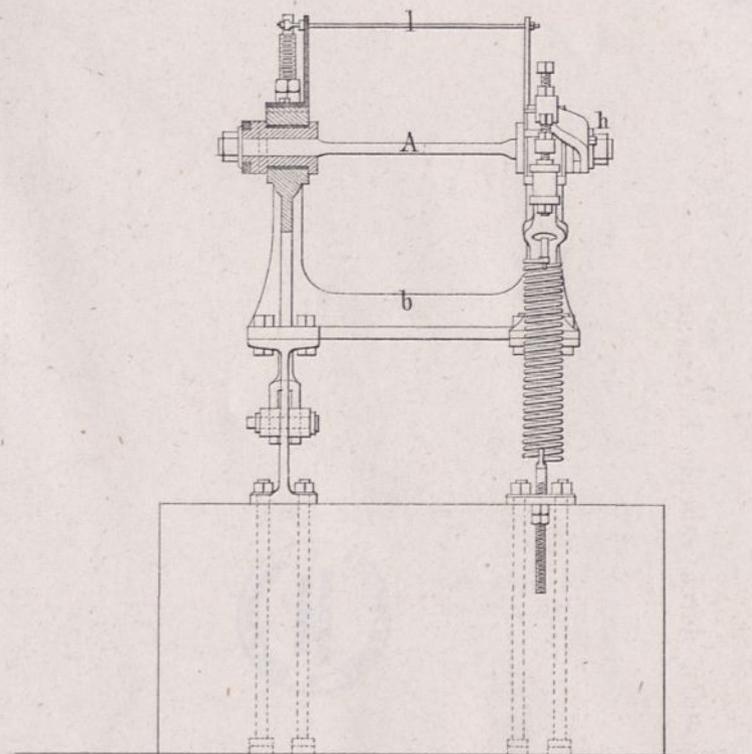
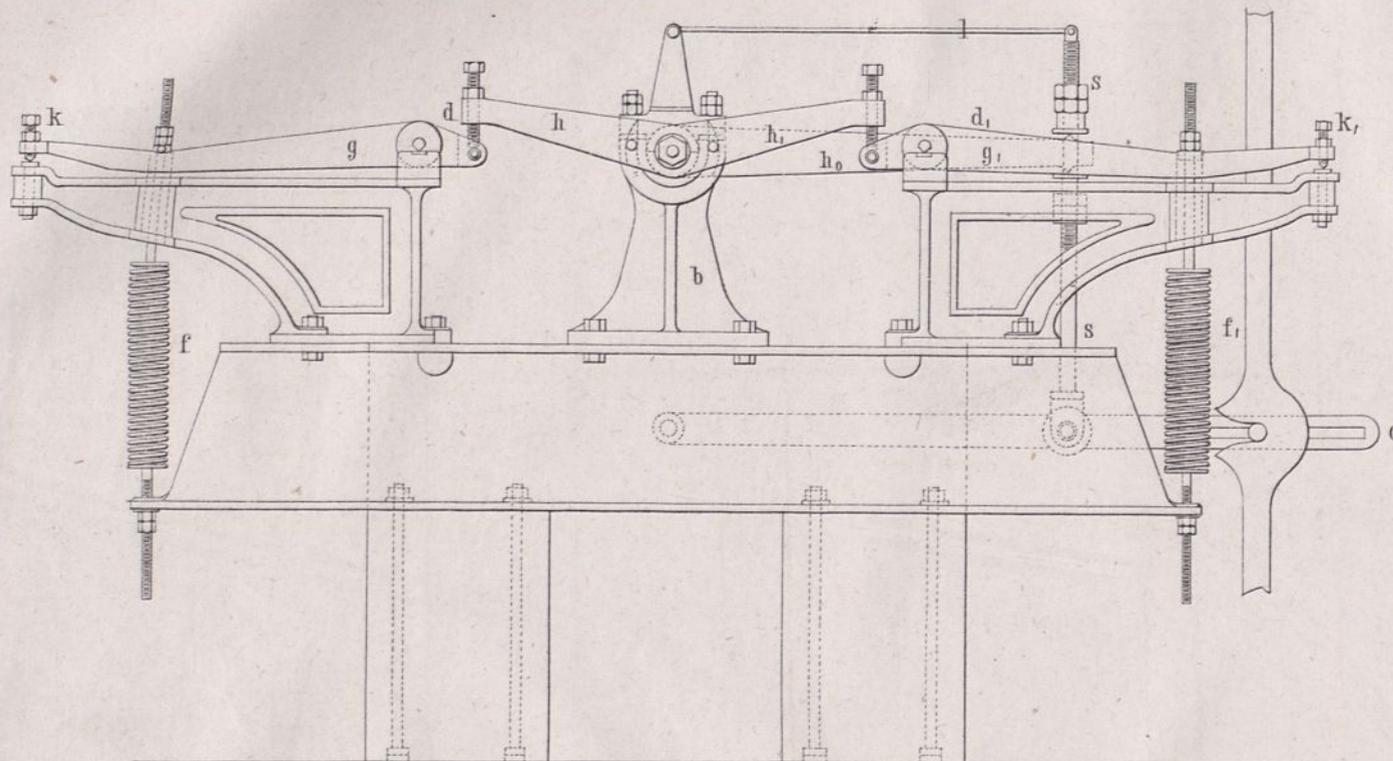
1	380	157700
2	360	239875
3	340	538850
4	320	1 373225
5	300	1 023625

Versuche über die Festigkeit von Eisen und Stahl.

Apparat zum Verwinden durch ruhende Belastung.



Versuche über die Festigkeit von Eisen und Stahl.



Apparat zum Verwinden durch wiederholte Belastung.

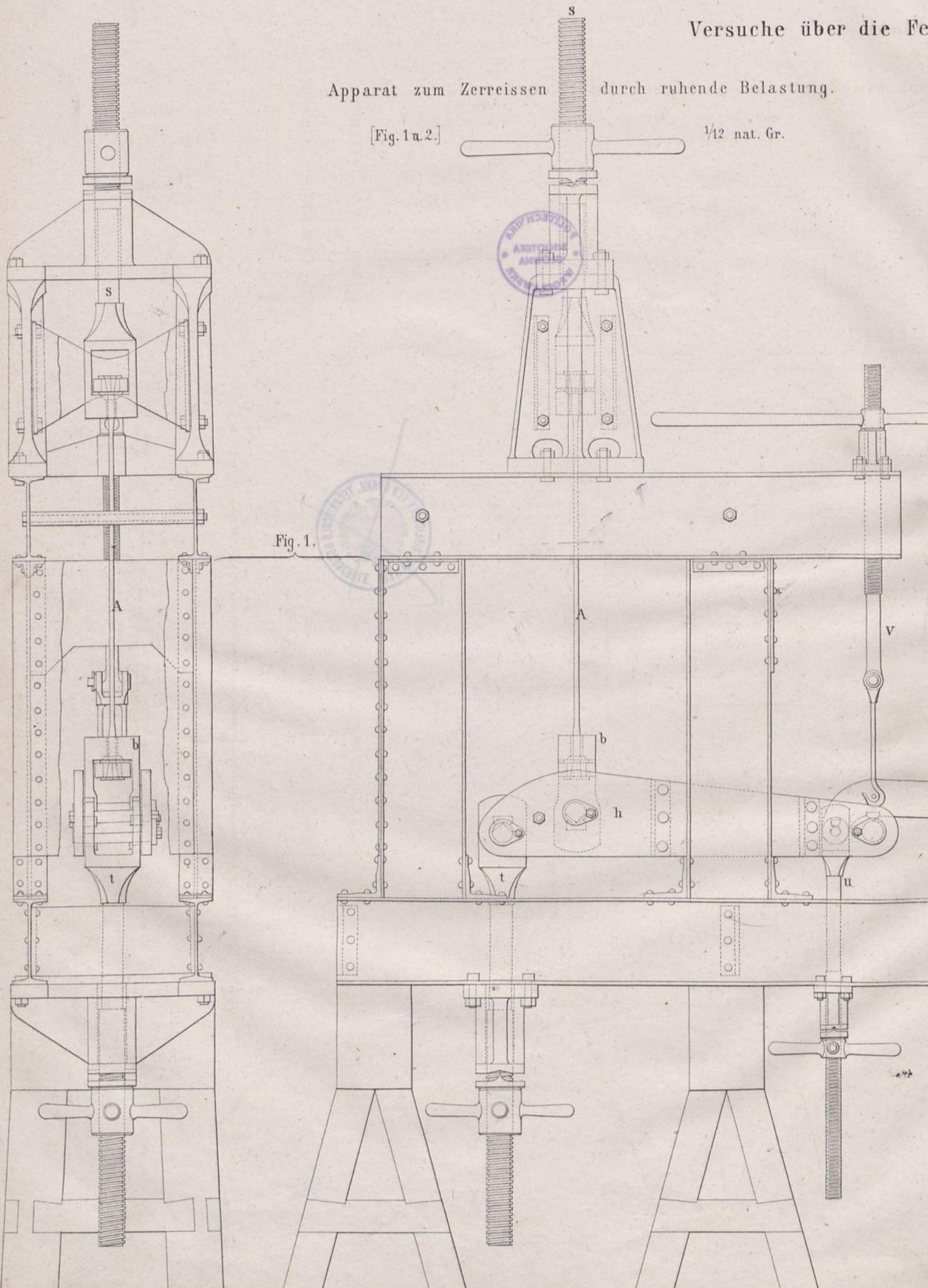
1/12 nat. Gr.

Versuche über die Festigkeit von Eisen und Stahl.

Apparat zum Zerreißen durch ruhende Belastung.

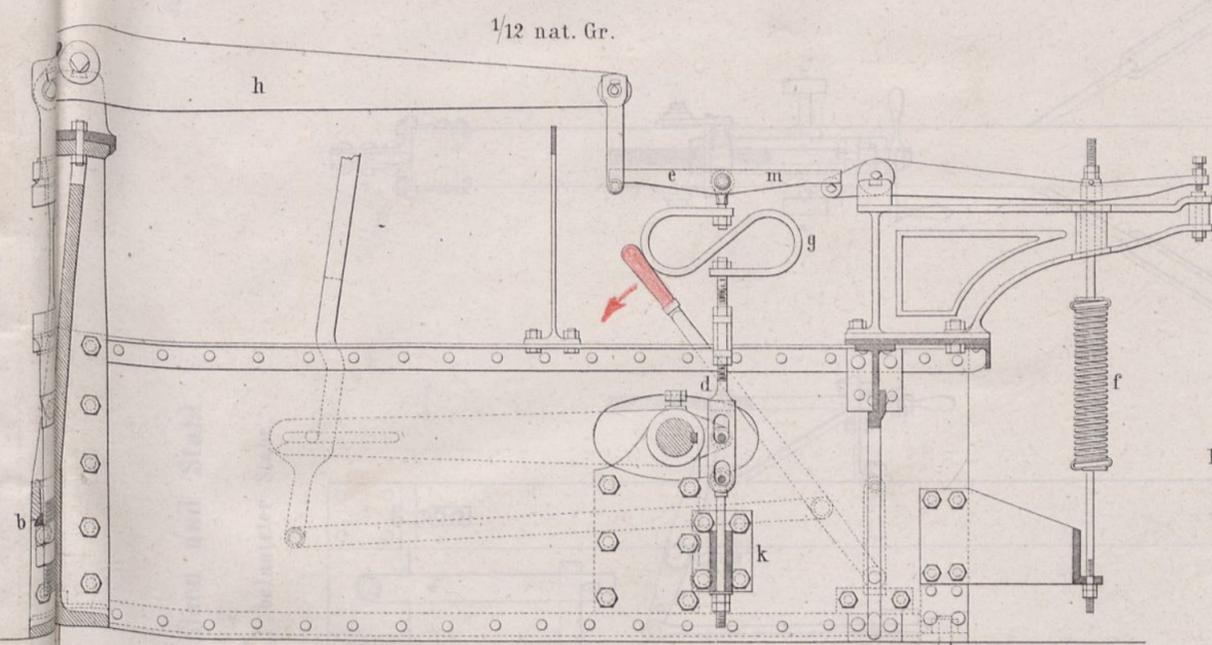
[Fig. 1 u. 2.]

1/12 nat. Gr.



Apparat zum Zerreißen durch wiederholte Belastung.

1/12 nat. Gr.



Zeigervorrichtung.

1/6 nat. Gr.

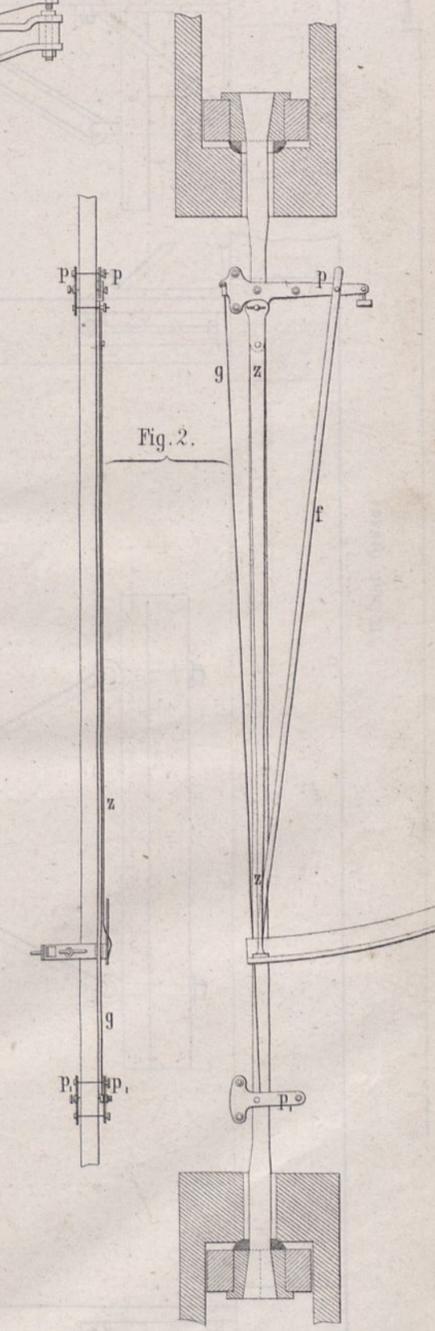
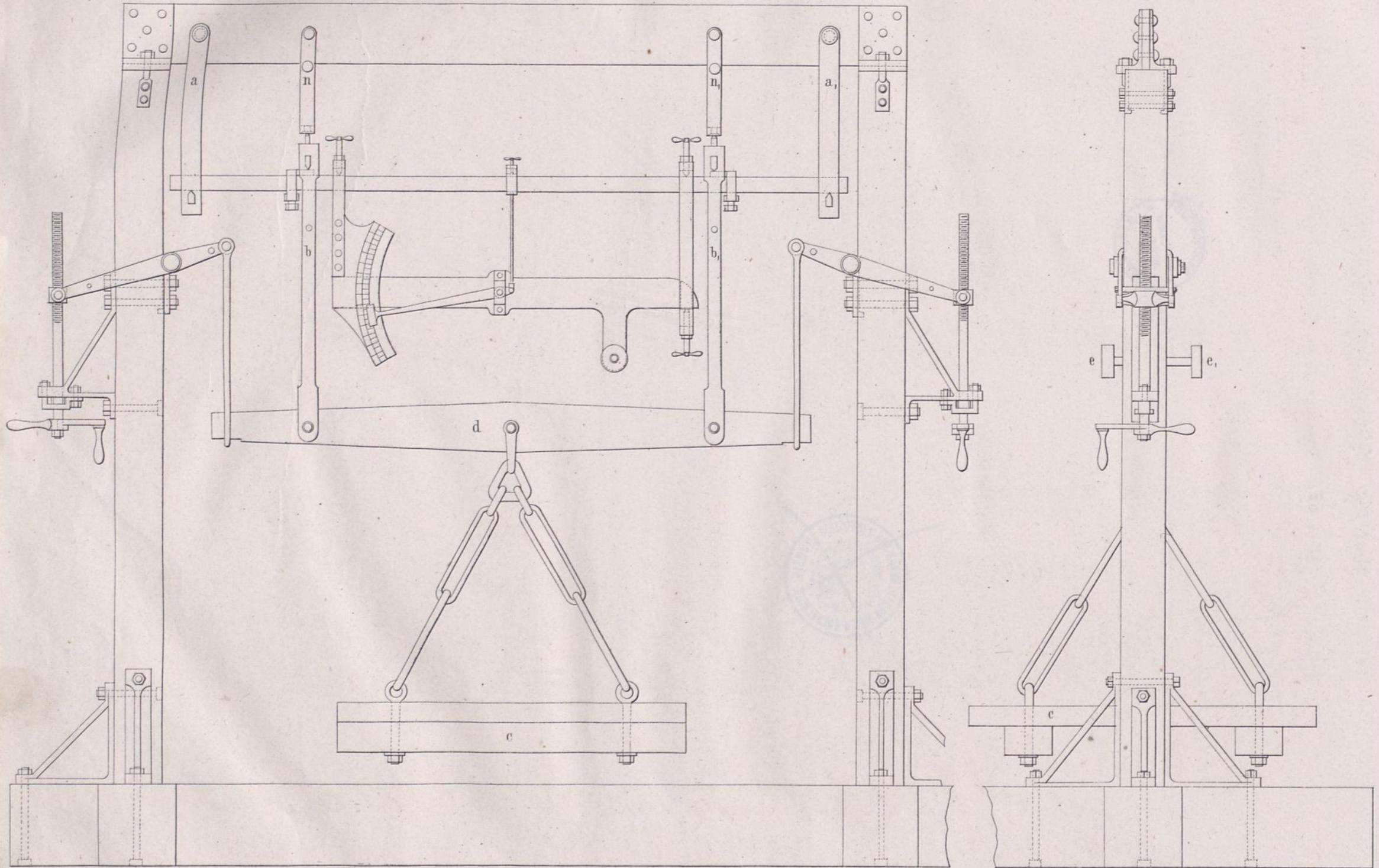


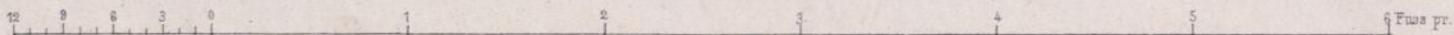
Fig. 1.

Fig. 2.

Apparat zum Messen der Biegung ruhend belasteter Stäbe.

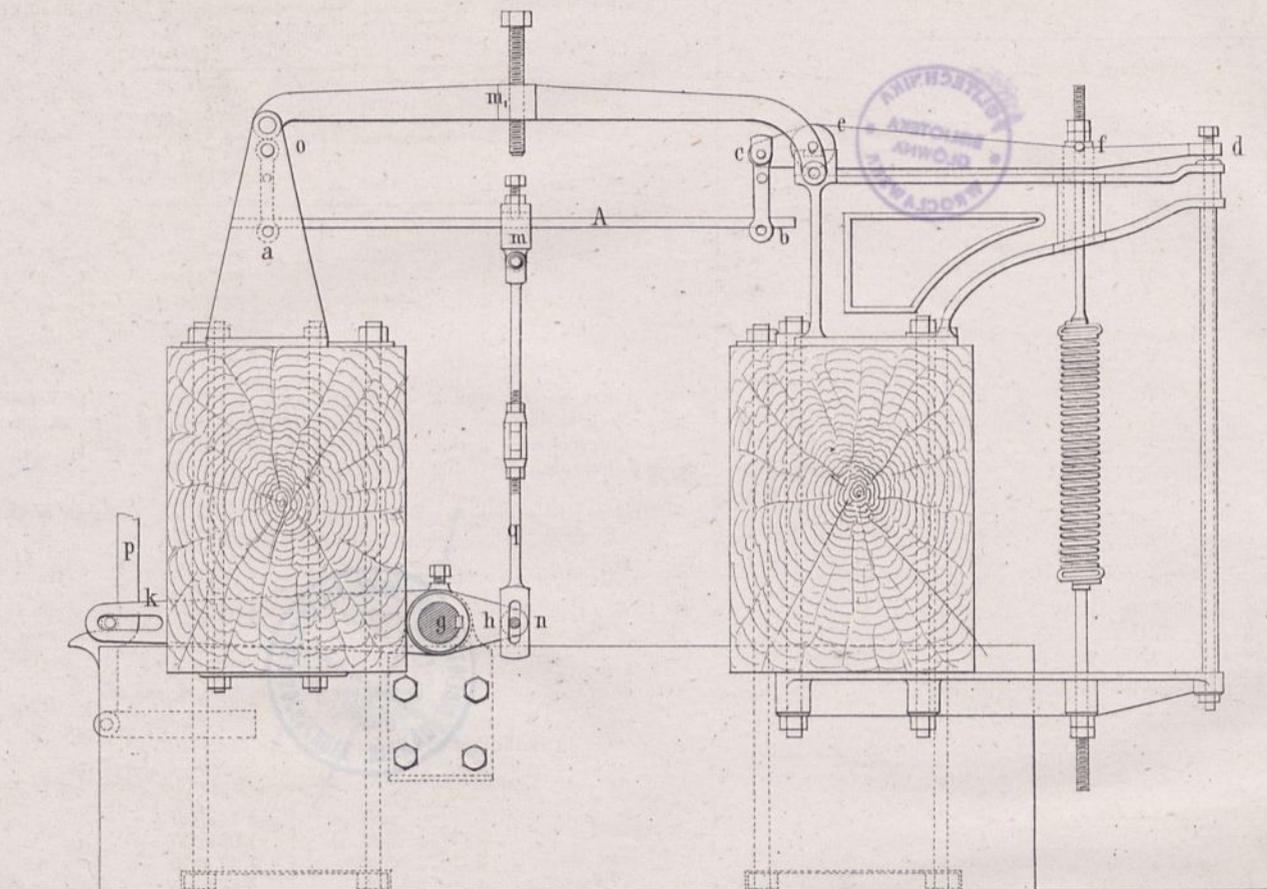


1/12 nat. Grösse.



Versuche über die Festigkeit von Eisen und Stahl.

Apparat für wiederholte einseitige Biegung prismatischer Stäbe.



Apparat zu Versuchen mit belasteten Stäben, welche continuirlich gedreht wurden.

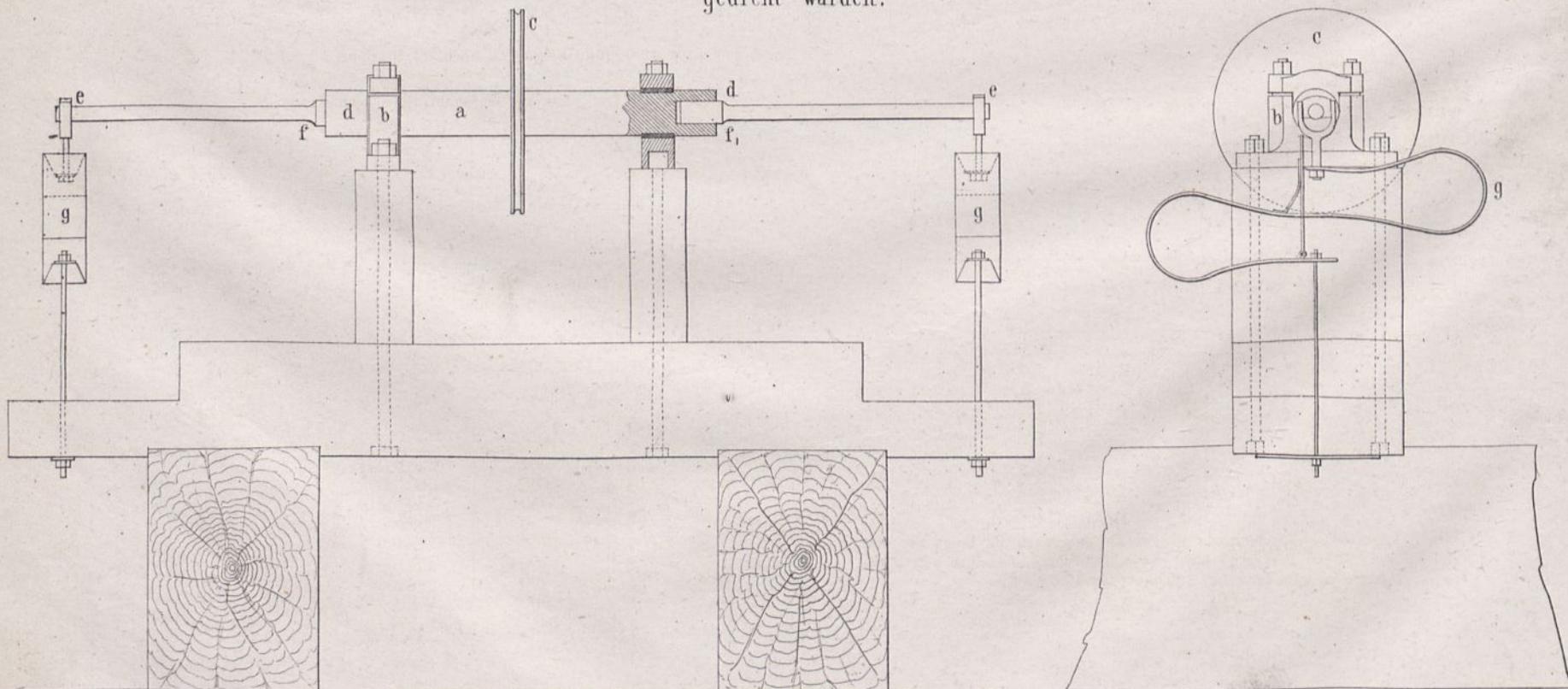
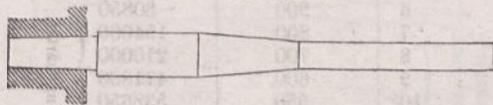


Tabelle III. Stäbe aus Gußstahl.

Laufende No.	Größte Fasertension Ctr.	Zahl der Umdrehungen bis zum Bruche
6	260	177650
7	240	544350
8	220	600950
9	200	2 132225

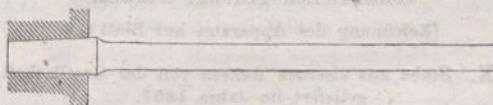
b) scharf abgesetzt.



6	260	177650
7	240	544350
8	220	600950
9	200	2 132225

Stäbe aus einer Gußstahl-Achse von Vickers & Sons, geliefert im J. 1868.

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzt.

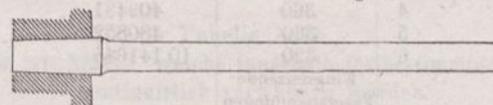


1	340	51240
2	320	72940
3	300	205800
4	280	278740
5	260	564900
9	240	3 275860
7	220	

No. 7 war nach 8 660000 Umdrehungen noch im Betriebe.

Stäbe aus englischem Werkzeugstahl von Firth & Sons, geliefert i. J. 1863.

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzt.



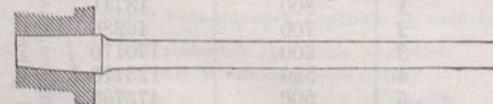
1	360	370975
2	340	694450
3	320	233700
4	300	1 528550

Die Stäbe No. 1, 2, 4 brachen im verstärkten Theil dicht an der Muffenkante in Folge der dort stattfindenden Pressungen. Ohne Berücksichtigung derselben betrug die größte Fasertension im Bruchquerschnitt von No. 1 266 Ctr., von No. 2 248 Ctr., von No. 4 220 Ctr.

Tabelle IV. Stäbe aus Stangen-Kupfer von Heckmann, geliefert i. J. 1864.

Laufende No.	Größte Fasertension Ctr.	Zahl der Umdrehungen bis zum Bruche
1	160	30875
2	160	67725
3	140	480700
4	130	663100
5	125	798000
6	120	2 834325
7	100	19 327460

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzte Stäbe.



1	160	30875
2	160	67725
3	140	480700
4	130	663100
5	125	798000
6	120	2 834325
7	100	19 327460

Im verstärkten Theil dicht an der Muffe gebrochen in Folge der dort stattfindenden Pressung; ohne Berücksichtigung derselben betrug die größte Fasertension im Bruchquerschnitt 69,5 Ctr.

Tabelle V—IX.

Versuche mit Stäben, welche innerhalb fest bestimmter Grenzen continuirlich nach einer Richtung gebogen wurden. (Zeichnung des Apparates auf Blatt J.)

Tabelle V. Stäbe aus eisernen Achsen von der Gesellschaft Phönix, geliefert im Jahre 1857.

Laufende No.	Größte Fasertension Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruche
1	550	169750
2	500	420000
3	450	481950
4	400	1 320000
5	360	4 035400
6	320	
7	300	

No. 6 war nach 3 420000 Biegungen noch im Betriebe. Der Versuch No. 6 ist erst nachträglich begonnen und konnte, weil er zu kurze Zeit andauert, noch zu keiner Folgerung benutzt werden. No. 7 war nach 48 200000 Biegungen noch im Betriebe.

Tabelle VI. Stäbe aus Homogen-Eisen von Pearson, Coleman & Co., geliefert im Jahre 1862.

1	800/400	475500
2	700/300	1 234600
3	400	

No. 1 und 2 eingrenzende Fasertensionen. No. 3 war nach 34 500000 Biegungen noch im Betriebe.

Tabelle VII. Stäbe aus Gußstahl-Achsen.

a) aus Gußstahl-Achsen von Krupp, geliefert im Jahre 1862.

1	550	1 762300
2	525	1 031200
3	520	1 477400
4	500	5 234200
5	500	

No. 5 war nach 40 600000 Biegungen noch im Betriebe.

b) aus Gußstahl-Achsen vom Bochumer Verein, geliefert im Jahre 1863.

1	700	104300
2	600	317275
3	550	612500
4	500	729400
5	500	1 499600
6	450	

No. 6 war nach 43 000000 Biegungen noch im Betriebe.

Tabelle VIII. Stäbe aus Gußstahl-Blech von Krupp.

1	600	175300
2	550	387700
3	500	
4	480	271800
5	600	420100
6	500	

No. 1 bis 4 waren rechtwinklig zur Walzrichtung, No. 5 und 6 nach der Walzrichtung des Bleches geschnitten.

No. 3 war nach 4 100000 Biegungen und No. 6 - - 3 600000 - - noch im Betriebe.

Tabelle IX. Stäbe aus Guß-Federstahl.

a) Federstahl von Krupp.

1	1100	54600
2	1000	76300
3	900	200100
4	800	339150
5	750	330750
6	750	389200
7	700	293300
8	700	455700
9	700	268900
10	600	

Gehärtet.

No. 10 war nach 36 500000 Biegungen noch im Betriebe.

Tabelle IX. Stäbe aus Guß-Federstahl.

a) Federstahl von Krupp.

Laufende No.	Größte Fasertension Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruche	
11	1000	39950	Ungehärtet.
12	900	72450	
13	800	132650	
14	800	117000	
15	700	197400	
16	600	468200	
17	500		
18	450		

No. 17 war nach 40 600000 Biegungen noch im Betriebe.
No. 18 wurde nach 32 942000 Biegungen aufser Betrieb gesetzt.

Eingrenzende Fasertensionen

1	1200/300	22900	Gehärtet.
2	1200/400	35600	
3	1200/500	86000	
4	1200/600	191100	
5	1200/700	50100	
6	1200/700	251400	
7	1200/800		
8	1200/900	33 478700	

No. 7 war nach 35 600000 Biegungen noch im Betriebe.

9	1000/166	62000	Ungehärtet.
10	1000/333	149800	
11	1000/500	400050	
12	1000/583	376700	
13	1000/660		

No. 13 wurde nach 19 678300 Biegungen aufser Betrieb gesetzt.

14	900/200	81200	Ungehärtet.
15	900/300	156200	
16	900/400	225300	
17	900/500	1 238900	
18	900/500	300900	
19	900/600		

No. 19 war nach 33 600000 Biegungen noch im Betriebe.

20	800/100	99700	Ungehärtet.
21	800/200	176300	
22	800/300	619600	
23	800/300	2 135670	
24	800/400		
25	800/400		
26	800/560		
27	700/100	286100	
28	700/200	701800	
29	700/250		
30	700/300		

No. 24 war nach 35 800000 Biegungen noch im Betriebe.

No. 25 - - 38 000000 - -
No. 26 - - 36 000000 - - aufser Betrieb gesetzt.
No. 29 - - 36 600000 - - noch im Betriebe.
No. 30 - - 31 150000 - - aufser Betrieb gesetzt.

b) Federstahl vom Bochumer Verein.

Größte Fasertension			
1	1100	45850	Gehärtet.
2	1000	108850	
3	900	93800	
4	800	148400	

c) Federstahl von Mayr in Leoben.

1	1000	39860	Gehärtet
2	700	212700	Ungehärtet.
3	650	360100	
4	600		
5	500		

No. 4 war nach 30 500000 Biegungen noch im Betriebe.
No. 5 wurde nach 26 260000 Biegungen aufser Betrieb gesetzt.

d) Federstahl von Seebohm.

1	1300	28350	Gehärtet.
2	1200	45500	
3	1100	46550	
4	1000	141750	
5	950	190050	

Tabelle IX. Stäbe aus Guß-Federstahl.

d) Federstahl von Seebohm.

Laufende No.	Größte Fasertension Ctr.	Zahl der Biegungen bis zum Bruche	
6	900	80850	Ungehärtet.
7	800	154000	
8	700	210000	
9	600	471800	
10	550	538650	
11	500	1 165500	

Tabelle X—XII.

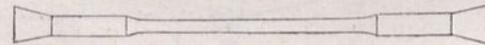
Versuche mit Stäben, welche innerhalb fest bestimmter Grenzen continuirlich gedehnt wurden.

(Zeichnung des Apparates auf Blatt G.)

Tabelle X. Stäbe aus eisernen Achsen von der Gesellschaft Phönix; geliefert im Jahre 1857.

Laufende No.	Größte Fasertension Ctr.	Zahl der Dehnungen bis zum Bruche
1	480	800
2	440	106910
3	400	340853
4	360	409481
5	360	480852
6	320	10 141645
Eingrenzende Fasertensionen		
7	440/200	2 373424
8	440/240	

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzte Stäbe.

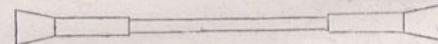


1	480	800
2	440	106910
3	400	340853
4	360	409481
5	360	480852
6	320	10 141645
Eingrenzende Fasertensionen		
7	440/200	2 373424
8	440/240	

No. 1 wurde zerrissen, ehe die bleibende Dehnung überwunden war.
Bei No. 4 scheint eine Schlackenstelle das frühe Zerreißen veranlaßt zu haben.

No. 8 war nach 4 000000 Dehnungen gegenwärtig noch im Betriebe.

Mit scharfem Ansatz abgesetzter Stab.

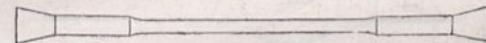


Größte Fasertension		
9	360	37828

No. 9 war am scharfen Ansätze gerissen.

Tabelle XI. Stäbe aus Gußstahl-Achsen von Krupp.

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzte Stäbe.



1	800	18741	Aus Achsen geschnitten, die im Jahre 1862 geliefert waren.
2	700	46286	
3	600	170170	
4	550	123770	
5	500	473766	
6	480		
7	460		
Eingrenzende Fasertensionen			
8	800/500		
9	800/400		
10	800/350		

No. 6 war nach 13 600000 Dehnungen noch im Betriebe.

No. 7 - - 13 200000 - -

No. 8 - - 1 801000 - - aufser Betrieb gesetzt.

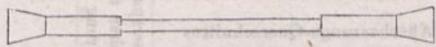
No. 9 - - 12 100000 - - noch im Betriebe.

No. 10 - - 12 000000 - -

Tabelle XI. Stäbe aus Gußstahl-Achsen von Krupp.

Laufende No.	Größte Faserspannung Ctr.	Zahl der Dehnungen bis zum Bruche
--------------	---------------------------	-----------------------------------

Mit scharfem Ansatz abgesetzte Stäbe.



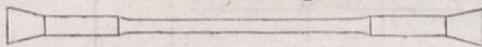
11	500	23546
12	460	35486
13	420	65658
14	400	75343
15	360	208883
16	320	274970
17	300	

Sämmtliche Stäbe zerrißen am scharfen Ansatz.

No. 13 war aus einer Achse geschnitten, die im Jahre 1853 geliefert war. No. 17 war nach 1 100000 Dehnungen noch im Betriebe.

Tabelle XII. Stäbe aus einem gußeisernen Locomotiv-Dampf-Cylinder von der Gesellschaft Vulkan in Stettin.

Mit schlanker Hohlkehle abgesetzte Stäbe.



1	150	3140
2	140	4000
3	130	10342
4	120	45028
5	110	78685
6	105	27885
7	105	35599
8	100	208439
9	100	
10	100	

No. 9 war nach 7 200000 Dehnungen außer Betrieb gesetzt. No. 10 - - 7 600000 - - - - -

Tabelle XIII.

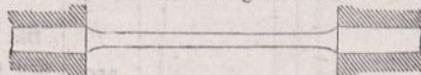
Versuche mit Stäben, welche innerhalb festbestimmter Grenzen continuirlich verwunden wurden.

(Zeichnung des Apparates auf Blatt F.)

Stäbe aus Gußstahl-Achsen von Krupp, geliefert im Jahre 1862.

Laufende No.	Größte Faserspannung Ctr.	Zahl der Verwindungen bis zum Bruche
--------------	---------------------------	--------------------------------------

Stäbe mit schlanker Hohlkehle abgesetzt. Nach einer Richtung verwunden.

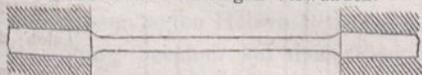


1	480	198600
2	450	373800
3	420	334750
4	400	879700
5	380	

Der Stab No. 1 hat vorher bei 450 Ctr. Faserspannung 286630 Verwindungen erlitten.

No. 5 ist nach 23 850000 Verwindungen gegenwärtig noch im Betriebe.

Stäbe mit schlanker Hohlkehle abgesetzt. Nach zwei Richtungen verwunden.



6	280	187500
7	260	1 007550
8	240	859700
9	220	

Der Stab No. 6 hat vorher erlitten: 273800 Verwindungen bei 200 Ctr. Faserspannung 253800 - - 220 - - 291100 - - 240 - - 251850 - - 260 - -

No. 9 ist nach 19 100000 Verwindungen gegenwärtig noch im Betriebe.

Tabelle XIV — XVII.

Versuche mit Stäben, welche durch ruhende Belastung zerrissen wurden.

(Zeichnung des Apparates auf Blatt G, Figur 1 und 2.)

Tabelle XIV. Eisen aus Achsen und Stäben.

Laufende Nummer	Faserspannung, bei der die Stäbe zerrissen, berechnet nach dem		Direct gemessene Dehnung in Procent der ursprünglichen Länge
	anfänglichen Querschnitte Ctr.	Querschnitte nach dem Zerreißen Ctr.	

a) Stäbe aus eisernen Achsen von der Gesellschaft Phönix, geliefert 1857.

1	440	618	17,8
2	450	667	21,8

b) Stäbe aus Rundeisen von der Königshütte.

3	610	905	7,0
4	510	900	20,8

c) Stäbe aus Rundeisen von Borsig.

1. Nieteisen.

5	690	970	22,0
6	710	964	23,6

2. Eisen zu Locomotiv-Ankerbolzen.

7	620	877	17,0
8	510	866	19,0

Tabelle XV. Stäbe aus Homogen-Eisen von Pearson, Coleman & Co.

1	575	857	24,6
2	580	1075	16,2
3	610	1000	21,7

Tabelle XVI. Gußstahl aus Achsen und Stäben.

Laufende Nummer	Faserspannung, bei der die Stäbe zerrissen, berechnet nach dem		Direct gemessene Dehnung in Procent der ursprünglichen Länge
	anfänglichen Querschnitte Ctr.	Querschnitte nach dem Zerreißen Ctr.	

a) Stäbe aus Gußstahl-Achsen von Krupp, geliefert im Jahre 1862.

1	1025	1271	12,1
2	1050	1312	18,6
3	1050	1328	11,7

b) Stäbe aus einer Gußstahl-Achse von Krupp, geliefert im Jahre 1853.

4	875	1340	23,7
5	875	1270	17,4

c) Stäbe aus Gußstahl-Achsen vom Bochumer Verein, geliefert i. J. 1863.

6	880	1304	18,3
7	890	1203	19,0

d) Stäbe aus einer Gußstahl-Achse von Borsig, geliefert im Jahre 1863.

8	825	1320	21,7
9	780	1240	22,3

e) Stäbe aus einer Gußstahl-Achse von Vickers & Sons, geliefert i. J. 1868.

10	610	1084	19,5
11	550	1196	15,8

f) Stäbe aus einer gehärteten Achse von Werner auf Carlswerk, geliefert im Jahre 1852.

12	1100	1114	1,08
13	1260	1276	2,15
14	1020	1040	2,68

Der Stab No. 14 wurde vor dem Zerreißen ausgeglüht.

Tabelle XVI. Gufsstahl aus Achsen und Stäben.

Laufende Nummer	Faserspannung, bei der die Stäbe zerrissen, berechnet nach dem		Direct gemessene Dehnung in Procent der ursprünglichen Länge
	anfänglichen Querschnitte	Querschnitte nach dem Zerreißen	
	Ctr.	Ctr.	

g) Stäbe aus Köpfen von Krupp'schen Gufsstahlschienen, geliefert i. J. 1864.

15	1000	1367	15,8
16	1020	1258	15,4

h) Stab aus englischem Werkzeug-Stahl von Firth & Sons, geliefert i. J. 1862.

17	1150	1289	9,1
----	------	------	-----

Tabelle XVII. Gufsstahl-Blech.

Laufende Nummer	Faserspannung, bei der die Stäbe zerrissen, berechnet nach dem		Direct gemessene Dehnung in Procent der ursprünglichen Länge
	anfänglichen Querschnitte	Querschnitte nach dem Zerreißen	
	Ctr.	Ctr.	

a) Stäbe aus Gufsstahl-Blech von Krupp.

1	710	1315	12,2
2	760	1330	10,8
3	670	1580	10,2
4	760	1311	9,5
5	790	1374	22,0

No. 1 und 2 rechtwinklig zur Walzrichtung des Bleches geschnitten.
No. 3 und 4 nach der Walzrichtung des Bleches geschnitten.

b) Stab aus Gufsstahl-Blech von Borsig.

6	690	1189	22,25
---	-----	------	-------

Tabelle XVIII.

Versuche mit einem durch ruhende Belastung verwundenen Stabe.
(Zeichnung des Apparates auf Blatt E.)

Größte Faserspannung berechnet nach d. Formel $K = \frac{16 \cdot P \cdot r^*}{\eta \cdot d^3}$	Verwindung des Stabes zwischen den Zeigern			
	Elastische		Bleibende	
	Grad	Minuten	Grad	Minuten

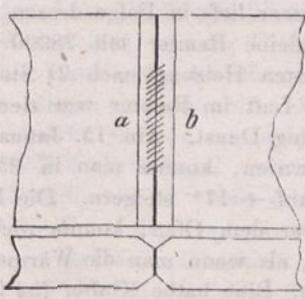
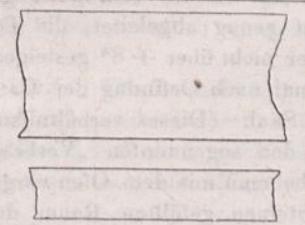
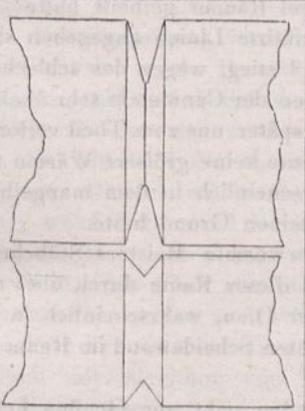
Stab aus einer Gufsstahl-Achse von Krupp, geliefert im Jahre 1862.

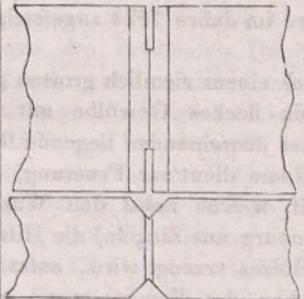
28,939	1	11		
48,424	1	58		
72,973	2	58		
97,721	3	58		
122,650	4	58		1
147,706	6	—	—	1
172,885	7	2	—	1
188,035	7	39	—	1
198,161	8	6	—	1,5
208,289	8	40	—	2,0
218,422	8	55	—	3,0
228,582	9	22	—	4,5

*) Hierin bedeutet K die Faserspannung in Ctr., P die Belastung, r den Hebelarm der Last in Zollen, d den Diameter des Stabes in Zollen. Die Länge des zwischen den Zeigern liegenden Theiles des probirten Stabes beträgt 30 Zoll und sein Durchmesser 0,75 Zoll.

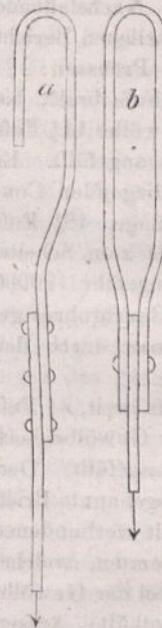
Tabelle XIX. Versuche mit Stäben, welche durch ruhende Belastung abgescheert wurden.

Material der Stäbe	Form des Abscheerungs-Querschnittes	Faserspannung, bei welcher die Abscheerung erfolgte	Bemerkungen
Gufsstahlblech von Krupp. Geliefert Februar 1867		ca. 550 Ctr.	Die Abscheerung des Stabes erfolgte, ehe die Belastung für 600 Ctr. Faserspannung zur vollen Wirkung kam.
do.		550	
do.		550	Die Einkerbungen a und a1 sind mit einer Uhrfeder von circa 0,02 Zoll Stärke erzeugt.
do.		550	Die Einkerbungen sind mit einer Uhrfeder von ca. 0,02 Zoll Stärke erzeugt.
Stab aus einer Krupp'schen Gufsstahl-Achse geschnitten. Lieferung vom Jahre 1862.		675	Durch die anfängliche Belastung für 500 Ctr. Faserspannung bog sich der Stab oben zusammen. Bei 550, 575 und 600 Centner Faserspannung war ein knisterndes Geräusch hörbar, dem bei 625 Ctr. ein Einbruch bei a folgte.

Material der Stäbe	Form des Abscheerungs-Querschnittes	Faserspannung, bei welcher die Abscheerung erfolgte	Bemerkungen
Stab aus einer eisernen Achse von der Gesellschaft Phönix geschnitten Lieferung v. J. 1857.		360	Die anfängliche Faserspannung von 250 Ctr. wurde bis zur Abscheerung um je 10 Ctr. gesteigert. Bei 300 Ctr. Faserspannung zeigten sich in der ganzen Höhe des Querschnittes feine Risse, die durch die Verschiebung der Hälften <i>a</i> und <i>b</i> nach der Abscheerung horizontal geworden sind. Diese Verschiebung betrug $\frac{1}{2}$ Zoll bei 330 Ctr. u. $\frac{1}{3}$ Zoll bei 360 Ctr. Faserspannung.
do.		340	Der Stab war nach keiner Seite hin eingekerbt, sondern überall gleich stark.
Gufseisen aus einem Dampf-Cylinder von der Gesellschaft Vulkan		180	Der Bruch trat bei der ersten Belastung von 180 Ctr. Faserspannung ein.

Material der Stäbe	Form des Abscheerungs-Querschnittes	Faserspannung, bei welcher die Abscheerung erfolgte	Bemerkungen
Gufseisen aus einem Dampf-Cylinder von der Gesellschaft Vulkan		210	Die Einkerbung oben und unten durch eine Säge von ca. $\frac{1}{4}$ Zoll Stärke erzeugt. Die anfängliche Faserspannung von 100 Ctr. um je 10 Ctr. bis zum Bruche gesteigert.

Abscheerungs-Versuche mit Nieten aus eisernen Achsen, von der Gesellschaft Phönix; geliefert im Jahre 1857.



1. Drei Niete nach nebenstehender Skizze *a* wurden von 300 bis 470 Ctr. Faserspannung mit je 10 Ctr. Steigerung der Spannung belastet. Die Abscheerung trat ein bei 470 Ctr.
2. Bei zwei Nieten nach nebenstehender Skizze *a* erfolgte die Abscheerung bei 445 Ctr. Faserspannung, die von 266,1 Ctr. an allmählig (um je 8,9 Ctr.) gesteigert war. Verschiebung der Flächen gegen einander bei 425 Ctr. ca. $\frac{1}{4}$ Zoll.
3. Ein Niet nach Skizze *a* von 320 bis 450 Ctr. Faserspannung mit Steigerung der Spannung um je 10 Ctr. belastet; Abscheerung bei 450 Ctr.
4. Ein Niet nach nebenstehender Skizze *b* von 300 bis 460 Ctr. Faserspannung belastet. Steigerung der Spannung um je 10 Ctr. Abscheerung bei 460 Ctr., nachdem 450 Ctr. längere Zeit gewirkt hatten.

A. Wöhler.

Anderweitige Mittheilungen.

Die mittelalterlichen Heizvorrichtungen im Ordenshaupte Marienburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt K im Text.)

Die höchst wahrscheinlich in der zweiten Hälfte des 14ten Jahrhunderts angelegten Heizvorrichtungen im Ordenshaupte Marienburg beruhen auf demselben Princip wie unsere modernen Kachelöfen, jedoch natürlich in primitiver, wenig entwickelter Form, welche nur für Orte anwendbar, an welchen das Brennmaterial (Holz) geringen Werth hat. Man erwärmte nämlich eine Anzahl roher Feldsteine durch offenes Feuer bis zu einem gewissen Grade, sperrte dann, nach Verlöschen der Flamme, den Zugang zum Rauchrohr ab und ließ nun die von den Steinen absorbirte Wärme allmählig wieder ausströmen. Canäle führen von dem Raum mit

den erwärmten Steinen nach den zu erwärmenden Sälen. Im Fußboden der letzteren finden sich verschließbare Oeffnungen, durch welche die erwärmte Luft einströmen kann.

So einfach diese Einrichtung ist, so bekundet sie doch schon einen großen Fortschritt gegen die im Mittelalter an andern Orten übliche Erwärmung der Zimmer durch offene Kamine oder durch transportable eiserne Pfannen mit glühenden Kohlen. Diese Heizvorrichtung — eine ähnliche ist mir sonst nirgends bekannt — giebt uns also einen neuen Beweis von der hohen Stufe der Cultur, auf welcher der Deutsche Orden im 14ten Jahrhundert sich befand.

Da die Heizräume natürlich in den dunklen Kellern sich befinden, die Canäle überdies enge sind, so konnte ich sie nicht selbst genau untersuchen und messen. Doch bin ich im Stande, Copien der, wie es scheint, genauen Zeichnungen vorzulegen, welche bei Gelegenheit der Restauration der Marienburg durch den damaligen Bauconducteur A. Gersdorff, welcher bekanntlich um diese Restauration sehr große Verdienste sich erworben hat, im Jahre 1823 angefertigt worden sind.

Jeder Ofen besteht aus einem ziemlich großen gewölbten Raum, welcher durch ein flaches Gewölbe mit mehreren Löchern horizontal in zwei übereinander liegende Räume getheilt wird; der untere Raum dient zur Feuerung, der obere ist mit Feldsteinen gefüllt, welche nebst den Wänden (wie alles Mauerwerk in Marienburg aus Ziegeln) die Hitze, welche durch Verbrennung des Holzes erzeugt wird, aufsaugen, um sie später, nach Verlöschen des Feuers, wenn also keine Gefahr mehr ist, daß Rauch in die Zimmer dringen könnte, mittelst Leitungsröhren an die zu erheizenden Räume wieder abzugeben.

Im Mittelschloß zu Marienburg sind noch vier solcher Oefen so wohl erhalten (zum Theil auch restaurirt), daß sie ihre Function noch heute verrichten können. Nachstehende genaue Beschreibung entnehme ich einem ausführlichen Bericht in den Acten des Ober-Präsidiums von West-Preussen:

Der Ofen Nr. 1 ist $10\frac{1}{2}$ Fufs lang, $4\frac{1}{2}$ Fufs breit, bis an das untere Gewölbe $3\frac{1}{2}$, bis an das obere Gewölbe $11\frac{1}{2}$ Fufs hoch und mit etwa 200 Cubikfufs Feldsteinen angefüllt. Er dient zur Erheizung des unmittelbar darüber liegenden Convents-Remters, eines Saales von $96\frac{3}{4}$ Fufs Länge, $48\frac{1}{2}$ Fufs Breite, bis zum Anfang der Gewölbe $13\frac{1}{2}$, bis zum Scheitel derselben aber $28\frac{3}{4}$ Fufs Höhe, welcher also ungefähr 120000 Cubikfufs Raum enthält. Der Verschluss des Rauchrohres geschieht durch eine eiserne Klappe, zu der man durch den Kamin im Remter gelangen kann.

Der Ofen Nr. 2 ist $7\frac{1}{4}$ Fufs lang, $3\frac{3}{4}$ Fufs breit, $3\frac{1}{2}$ Fufs bis an das untere, 13 Fufs bis an das obere Gewölbe hoch und mit ungefähr 160 Cubikfufs Feldsteinen angefüllt. Derselbe heizt die unmittelbar darüber belegene sogenannte Briefstube von 4000 Cubikfufs Inhalt, einen damit verbundenen Raum von 2400 Cubikfufs und den kleinen Remter, welcher 40 Fufs lang, eben so breit und bis zum Scheitel der Gewölbe 21 Fufs hoch ist, also 28000 Cubikfufs Raum enthält. Außerdem kann man mittelst desselben noch Meisters Gemach (26 Fufs lang, 24 Fufs breit, 17 Fufs hoch) mit 9400 Cubikfufs, überhaupt also ca. 44000 Cubikfufs Raum erheizen.

Der Ofen Nr. 3 ist 6 Fufs lang, $3\frac{1}{2}$ Fufs breit, 8 Fufs hoch und wie der vorige eingerichtet. Derselbe hat 3 Zimmer (den sogenannten Gerichtssaal und zwei anstossende Gemächer) von zusammen 20000 Cubikfufs Raum zu erheizen.

Der Ofen Nr. 4, 6 Fufs lang, $2\frac{1}{2}$ Fufs breit, $11\frac{3}{4}$ Fufs hoch, heizt zwei Räume, Meisters Stübchen und Meisters

Schlafgemach genannt, von zusammen 8700 Cubikfufs Raum.

Auf Befehl des Ober-Präsidenten v. Schön wurden vom 14. bis 27. Januar 1823, da die Luft im Freien meist -10° R. zeigte, mit diesen Oefen Heizversuche angestellt und dabei folgende Resultate erzielt:

Der Ofen Nr. 2 heizt am besten, denn das Feuer brannte in demselben, wegen des guten Zuges, mit Lebhaftigkeit, was bei Nr. 3 und 4 nicht der Fall war. Auch die Ableitung der Wärme im Ofen Nr. 2 geschah vollkommen regelmäsig. Die Erwärmung der Zimmer liefs in Folge dessen nichts zu wünschen übrig. Der kleine Remter mit 28000 Cubikfufs Raum wurde bei der ersten Heizung nach $2\frac{1}{2}$ Stunden auf $+14^{\circ}$ R. erwärmt. Die Luft im Remter war ziemlich rein und man merkte nur wenig Dunst. Am 15. Januar, da die Wände schon erwärmt waren, konnte man in 35 Minuten die Wärme von $+3\frac{1}{2}$ auf $+17^{\circ}$ steigern. Die Briefstube dagegen, unmittelbar über dem Ofen, konnte nicht anders gehörig erwärmt werden, als wenn man die Wärmelöcher im Remter geschlossen hatte. Eine halbe Klafter (54 Cubikfufs) Fichtenholz reichte aus, um beide Räume für den ganzen Tag zu erwärmen.

Aus dem Ofen Nr. 1, welcher sich auch gut heizte, konnte die Wärme nicht genug abgeleitet, die Temperatur im Convents-Remter daher nicht über $+8^{\circ}$ gesteigert werden. Auch merkte man jedesmal nach Oeffnung der Canäle einen unangenehmen Dunst im Saal. (Dieses verhältnismäsig ungünstige Resultat dürfte den sogenannten „Verbesserungen“ zuzuschreiben sein, welche man mit dem Ofen vorgenommen, indem man den mit Steinen gefüllten Raum durch zwei senkrechte Wände in drei Räume getheilt hatte, welche in der Zeichnung durch punktirte Linien angegeben sind.)

Aus dem Ofen Nr. 3 stieg, wegen des schlechten Zuges, jedesmal nach dem Oeffnen der Canäle ein sehr übelriechender Dunst auf, welcher sich später nur zum Theil verlor. In den betreffenden Räumen konnte keine grössere Wärme als $+2\frac{1}{2}^{\circ}$ erzielt werden, was wahrscheinlich in dem mangelhaften Verschluss des Rauchrohres seinen Grund hatte.

Der Ofen Nr. 4 erwärmte Meisters Stübchen bis auf $+18^{\circ}$. Doch hatte auch dieser Raum durch übel riechenden Dunst zu leiden, weil der Ofen, wahrscheinlich in Folge der neu eingebauten wagerechten Scheidewand im Raum der Steine sehr schlecht zog.

Aus dem Vorstehenden geht zur Genüge hervor, daß diese mittelalterliche Heizvorrichtung sich im Allgemeinen sehr wohl bewährt hat und durchaus im Stande ist, selbst in größeren Zimmern eine behagliche Wärme zu erzeugen. Wir können aus diesen Versuchen Rückschlüsse ziehen auf die vorzügliche, gleichmäsigte Erwärmung aller Räume der Hochmeister-Residenz, als dieselbe noch im guten Zustande sich befand.

Marienburg, im September 1869.

R. Bergau.

Der gegenwärtige Stand der Berieselungsfrage.

Seit mehr als zehn Jahren wird die öffentliche Meinung und besonders die technische Welt Englands auf das Lebhafteste von einer Frage bewegt, die bei uns kaum angefangen hat, sich in den Studirstuben der Gelehrten und am grünen Tisch der Verwaltungsbehörden geltend zu machen, welche aber in Deutschland noch nicht einem Versuch zu ihrer practi-

schon Lösung unterworfen worden ist: die Frage, wie die gesundheitlichen Forderungen der Stadtbewohner mit den berechtigten Wünschen und dem Vortheil des Landwirths zu vereinigen sind, mit anderen Worten: die Aufgabe, die Flüsse und den Untergrund der Städte von den Immunditien rein zu halten und die in den Städten producirtten Dungstoffe durch

Berieselung von Wiesen und Ackerland mit dem Hauswasser zu verwerthen. Es leuchtet ein, daß dieser Gegenstand den Vertretern der Hygiene, den Landwirthen und den Technikern gleiches Interesse darbieten muß; den letzteren insbesondere deshalb, weil in nicht ferner Zeit auch in Deutschland derartige, mit der Canalisation der Städte verbundene Unternehmungen zu erwarten sind, zu deren Entwurf, Ausführung und Begutachtung technische Hülfe erfordert wird.

Alle Männer, welche für das allgemeine Wohl besorgt sind, dringen darauf, daß man lieber auf den Dungwerth der Fäcalstoffe verzichten, als die Uebelstände, welche mit der mangelhaften Beseitigung derselben für die Städte verbunden sind, noch länger ertragen solle. Stellt man sich aber auf diesen Standpunkt, so kann man allein zu einem guten Canal-system seine Zuflucht nehmen, weil nur dieses den genannten Zweck vollständig erfüllt. Man erhält dann die Dungstoffe der Städte in Form des Hauswassers. Es liegt nahe, das letztere, wenn man seine Düngkraft nicht zu verwerthen versteht, unterhalb der Stadt in einen Fluß zu leiten, da fließendes Wasser sowohl durch seine mechanische Bewegung, als auch durch den im Wasser gelösten Sauerstoff, durch die Salze und die Action der in ihm lebenden Pflanzen und Thiere ein außerordentlich großes Desinfectionsvermögen besitzt.

Doch können Flüsse nach Angus Smith's „desinfectants and disinfection“ gerade dadurch, daß sie den Stoffwechsel in so hohem Maße befördern, auch schädliche Wirkungen ausüben, wenn ihnen zu große Mengen unreiner Stoffe zugeführt werden.

Die hierbei festzuhaltende Grenze läßt sich schwer bestimmen. Dr. Dunkelberg versucht allerdings im „Cultur-Ingenieur 1868“ eine solche Berechnung für Frankfurt a. M., doch ist dieselbe wohl nur als Schätzung zu bezeichnen, gegen deren Resultate manches einzuwenden ist. In England waren gewöhnlich die unterhalb der zu reinigenden Stadt an dem Flusse liegenden Ortschaften hierüber anderer Meinung, als diese selbst, welcher Umstand Veranlassung zu zahlreichen Processen gab, in welchen die verklagte Stadt meistens verurtheilt wurde, den Fluß rein zu halten und demgemäß das Abfluswasser geruchlos zu machen. Nach vergeblichen, sehr kostspieligen Versuchen mit allen bekannten Desinfectionsmethoden und mit Bereitung von künstlichem Dünger ist schließlich die Berieselung das einzige Verfahren gewesen, welches den gewünschten Erfolg hatte und mit der Verunreinigung der Wasserläufe auch allen sonstigen Vorwürfen und den erwähnten Processen ein Ende machte. Zugleich ergab sich noch ein pecuniärer Gewinn für die Commune, während bis dahin große Kosten vergeblich aufgewendet worden waren. Die Anwendung der Berieselung wurde daher bei Aufstellung der Projecte zur Reinigung und Entwässerung der Städte Berlin, Danzig und Stettin von vornherein in's Auge gefaßt.*) Für Frankfurt a. M. war dieselbe nur in Aussicht gestellt, wird aber jetzt in ernstliche Erwägung gezogen und wahrscheinlich angenommen werden. Ganz besonders günstig liegt

*) Während für Stettin augenblicklich die ganze Angelegenheit ruht, sind für Berlin durch Beiträge der Stadt und des Staates 30000 Thlr. ausgesetzt worden, um die mit der Canalisation zusammenhängenden Fragen durch directe Beobachtungen zu erledigen. Zu diesen gehören die Bewegungen des Grundwassers und deren Abhängigkeit vom Ober- und Unterwasser der Spree, Kenntniß des Baugrundes resp. geognostische Erforschung der ganzen Stadt, chemische Untersuchung des Wassers aus Brunnen und Wasserläufen, so wie verschiedene statistische Ermittlungen. Außerdem sind die Kosten zu einem größeren Versuche mit dem Süvernschen Desinfectionsverfahren bereit gestellt. Wahrscheinlich wird man jedoch keinen definitiven Entschluß fassen, bis die Erfolge der Danziger Ausführungen constatirt sein werden.

aber diese Angelegenheit in Danzig, da sich ein großes, bisher fast werthloses Dünenterrain im Besitz der dortigen Stadtcommune befindet und bei seiner vortheilhaften Lage einen hohen Werth durch Berieselung erhalten kann. Der Unternehmer der Wasserleitung und Canalisation Danzigs, J. & A. Aird aus Berlin, hat die sämmtlichen, auf jährlich 9000 Thlr. berechneten Unterhaltungs- und Betriebs- resp. Pumpkosten des Canalsystems auf 30 Jahre übernommen, wogegen ihm 1600 Morgen des erwähnten Dünenlandes zur Berieselung mit dem Hauswasser der Stadt überlassen sind. Die auf 60 bis 80000 Thlr. zu veranschlagenden Anlagekosten zur Berieselung dieses Landstückes hat derselbe zu tragen sich verpflichtet und überläßt außerdem nach Ablauf der Vertragsfrist sämmtliche Meliorationen ohne weitere Entschädigung der Stadt. Wasserleitung und Canalisation, also auch die Berieselung, sollen bis zum 15. December 1870 in Betrieb gesetzt werden und ist der Vertrag im März d. J. von den Danziger Stadtverordneten genehmigt worden.

Dem mit der Sachlage nicht Vertrauten scheint ein solches Abkommen Seitens des Unternehmers sehr gewagt zu sein, doch dient es im Gegentheil zum Beweise, wie groß die Vortheile der Berieselung mit Hauswasser sind, da Hr. Aird mit den Versuchen und Erfahrungen genau bekannt ist, welche man in England über diesen Gegenstand gemacht und zum Theil mit theurem Lehrgeld bezahlt hat. Wendet man jetzt bei uns die Berieselung an, so bleibt fast nur übrig, diejenigen Modificationen zu ermitteln, welche unser Klima und unser Boden erheischen:

Als Beispiel soll hier die neueste und größte der englischen Unternehmungen dieser Art aufgeführt werden. Es ist dies die im Werke begriffene Berieselung der Maplin Sands. Wie sehr man in England von der sicheren Wirkung einer solchen Berieselung in Bezug auf Befruchtung der Felder überzeugt ist und ein wie großes Vertrauen man in das Gelingen des geschäftlichen Theils setzt, beweist dieses Actien-Unternehmen, welches sich unter dem Namen der Metropolis sewage and Essex Reclamation Company die Aufgabe gestellt hat, 32000 Morgen, also etwa $1\frac{1}{2}$ preussische Quadratmeilen Landes an der Küste von Essex dem Meere abzugewinnen und durch Berieselung mit dem Hauswasser der nördlichen Hälfte Londons fruchtbar zu machen. Das Anlagecapital in Höhe von 13 Millionen Thalern ist gezeichnet und das Unternehmen hat bereits die Bestätigung und das Expropriationsrecht erhalten. Das Londoner Bauamt überläßt den Unternehmern das Hauswasser ohne Entschädigung unter der Bedingung, daß der Gewinn über 5% des Anlagecapitals zwischen ihm und der Gesellschaft getheilt wird.

Zur Leitung des Hauswassers soll ein etwa 10 deutsche Meilen langer, gemauerter und überwölbter Aquaduct mit dem Gefälle von 1:2500 angelegt werden. An zwei geeigneten Stellen will man die Abfluswasser durch Dampfkraft um je 6 Meter heben. Bei der zweiten Pumpstation, zu Balesbridge, 6 Meilen von London, soll sich die Leitung theilen und in zwei Armen von je 4 Meilen Länge die Maplin Sands erreichen. Zuerst will man 12000 Morgen derselben und erst später das übrige Land eindeichen. So wird man eine Fläche, die heute un bebaut und dem Wechsel von Ebbe und Fluth ausgesetzt ist, in fruchtbares Land verwandeln, indem der Boden durch die Ueberrieselung mit den Dungstoffen Londons fortwährend neu gedüngt wird. Um mit den Eigenthümlichkeiten des Bodens und der zu ziehenden Fruchtarten genau vertraut zu werden und nach Vollendung des Canals und der Deiche keine Betriebsstörungen befürchten zu müssen, hat man in der Nähe der Stelle, wo heute die Canäle des nörd-

lichen Theils von London in die Themse münden, nämlich zu Lodge farm bei Barking, eine Versuchsstation eingerichtet, in welcher man alle in Betracht kommenden Einflüsse beobachtet und ihre Wichtigkeit experimentell ermittelt. Zu diesem Zweck hat man 60000 Ctr. des Sandes der Maplin Sands zu Wasser angefahren, auf einem Acre Landes (1,59 Morgen) etwa 30 Zoll hoch ausgebreitet und berieselt ihn mit Londoner Hauswasser. Die Unternehmer rechnen ferner darauf, daß man für etwa 48000 Morgen Landes d. h. für einen Streifen von ungefähr 220 pr. Ruthen Breite zu jeder Seite der Leitung während trockener Zeit sehr gern gegen einen angemessenen Preis Wasser zum Rieseln aus dem Aquaduct entnehmen wird. So wird das Wasser, welches in London zur Versorgung der Häuser und dann zur Fortführung der Abfallstoffe und Exeremente dient, zuletzt dem Meere resp. den Flüssen gereinigt zugeführt, während die von ihm aufgenommenen Dungstoffe in Gras und Feldfrüchte übergehen und in Form der verschiedensten Nahrungsmittel wieder in die Stadt gelangen.

Technik der Berieselung.

Sieht man von der Ueberstauung ab, welche beim Anbau von Reis in Italien und Indien Verwendung findet, aber durch stagnirendes Wasser gesundheitsschädlich wirkt, so giebt es drei Arten, das Hauswasser auf das Land zu bringen:*)

- 1) Vertheilung durch Schläuche und Spritzen.
- 2) Unterirdische Berieselung.
- 3) Offene Gräben.

Bei der Beschreibung dieser verschiedenen Arten soll vorausgesetzt werden, daß das Hauswasser zur Vertheilung fertig auf dem Gute ankommt, und die Mittel, es durch Pumpen oder durch natürliches Gefälle dahin zu schaffen, nicht besprochen werden. Uebrigens schent man in England nicht, das Hauswasser um bedeutende Niveaudifferenzen zu heben. So will B. Latham bei zwei verschiedenen im Bau begriffenen Anlagen das Hauswasser 80 resp. 120 Fufs hoch pumpen. Nach Bürkli ergeben die bei den Londoner Canälen gemachten Erfahrungen einen Kostenaufwand von 1,5 Pf. für die Hebung von 10000 Pfd. Wasser um 50 Fufs.

1) Die Vertheilung durch Schläuche und Spritzen kann ohne jede Vorbereitung des Bodens stattfinden; diesem Vortheil muß man aber die Kosten der Röhren, Hydranten etc. gegenüber stellen, welche die bei anderen Systemen für die Einebnung des Bodens nöthigen Ausgaben übersteigen. Außerdem ist es mühsam und lästig, den Schlauch auf den bestellten Feldern zu bewegen, und meistens nur in der ersten Zeit des Wachstums zulässig. Ferner ist an diesem System auszusetzen, daß es im Princip falsch ist, das Hauswasser über die Pflanzen zu spritzen, statt dasselbe den Wurzeln zuzuführen, und daß sich hierbei ein dem Wachstum der Pflanze äußerst schädlicher Niederschlag auf den Blättern bildet. Rawlinson hat berechnet, daß die in dieser Weise erfolgende Vertheilung von 6300 Ctr. Hauswasser pro Morgen mehr kostet, als die Vertheilung von 63000 Ctr. durch offene Gräben.

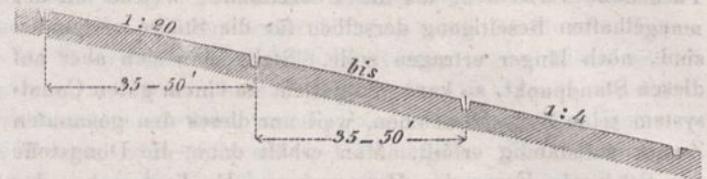
2) Die unterirdische Berieselung ist sehr kostspielig. Sie besteht darin, daß man unter den Boden poröse oder durchlöchernte Röhren legt, deren Enden geschlossen werden können. Durch diese wird das Hauswasser in den Boden getrieben; da sie aber unter dem Bereich des Pfluges liegen müssen, so geht ein großer Theil des Hauswassers direct in das Grundwasser und so für die Pflanzen verloren.

*) Die Angaben über die Technik der Berieselung, sowie die dazu gehörigen Zeichnungen sind der Brochüre: „Sewage and its general application to the irrigation of grass, cereal and root crops by Th. Cargill“ entnommen.

Wahrscheinlich wird keines dieser beiden Systeme jemals in größerem Maafsstabe Anwendung finden und sie sollen daher nicht näher besprochen werden.

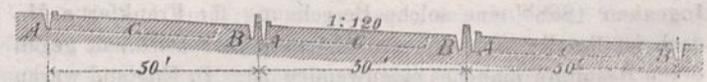
Die einzige der drei erwähnten Methoden, welche mit unbezweifeltem Erfolge ausgeführt wurde, ist die Vertheilung durch offene Gräben. Man kann drei scharf gesonderte Arten derselben unterscheiden: den Hangbau, den Rinnenbau und das Beetsystem. *)

A. Der Hangbau (catchwork, catchwaterplan, Auffangesystem) ist für bergiges oder hügeliges Land am geeignetsten.

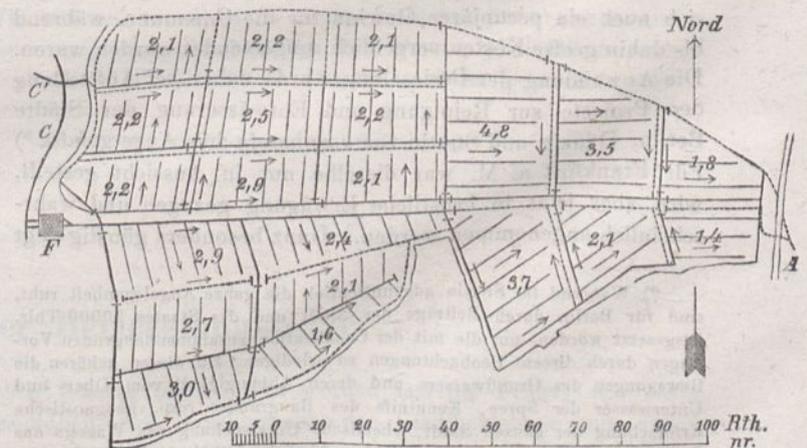


Man nivellirt das Land und zieht in horizontalen Linien und passenden Abständen Gräben um die Höhen, und zwar vom Gipfel bis zum Fufs des Berges. Das Hauswasser füllt zuerst den obersten Graben, fließt dann über die Ränder dem nächsten Graben zu und so fort, bis es den untersten erreicht und von diesem abgeführt wird. Die Entfernung der einzelnen Gräben ist 35 bis 50 Fufs, das Gefälle wechselt zwischen 1:20 und 1:4, während 1:12 als das wünschenswertheste betrachtet wird. Diese Methode ist die billigste und mögen die Kosten zur Vorrichtung des Bodens nach derselben etwa 8½ Thlr. pro Morgen betragen.

B. Hat das Land eine geringe Neigung, so wählt man gewöhnlich den Rinnenbau (pane and guttersystem, Beete und Rinnen) und richtet das Land ein, indem man Haupt-



gräben A quer durch das Feld in der Richtung nach dem Abzugsgraben hin und andere kleinere Rinnen C in der Richtung des größten Gefälles anlegt. Parallel den Hauptgräben sind am andern Ende der Vertheilungsrinnen C andere Hauptgräben B anzulegen, welche das Rieselwasser wieder sammeln und abführen. Das Land zwischen den Vertheilungsrinnen wird vollkommen geebnet. Das Wasser fließt dann von dem Hauptgraben A in die Rinnen, wo es durch die entsprechende Verwendung von Schützen aus Eichen- oder Ulmenholz aufgestaut und über das Land geleitet wird, bis es den Sammelgraben erreicht. Dies System ist in ausgedehntem Maafse in Croydon

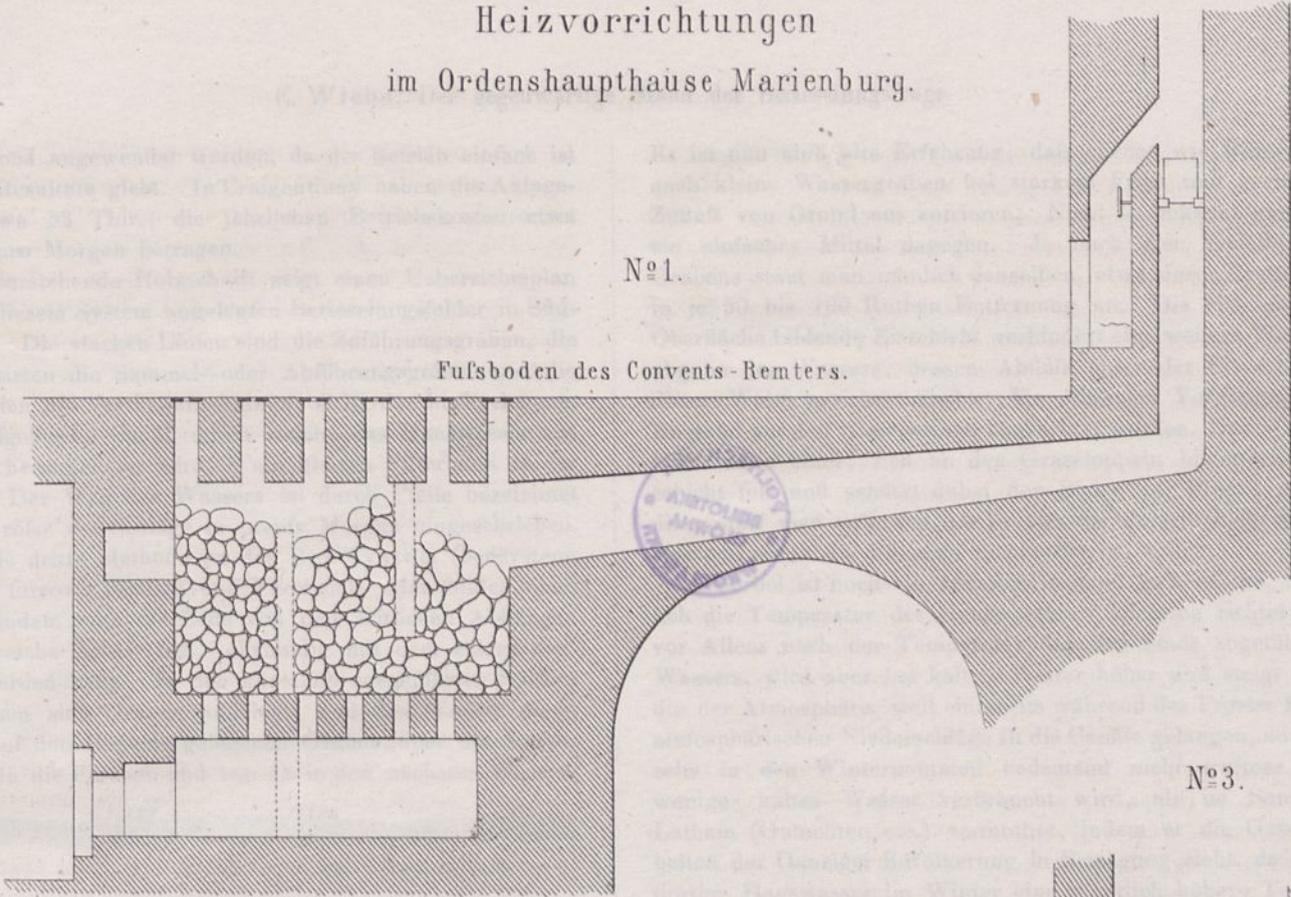


*) Auch die Leitung des Hauswassers in beweglichen hölzernen Rinnen wäre hierher zu rechnen, doch wird diese Methode des unbequemen Betriebes wegen nicht oft mehr angewendet.

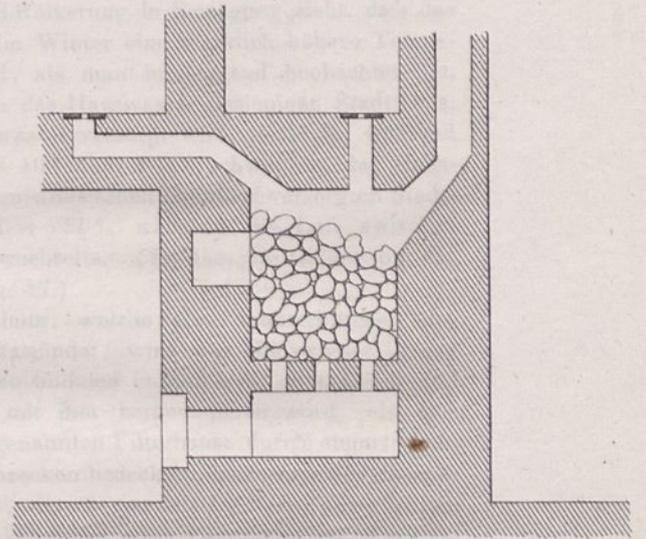
Heizvorrichtungen im Ordenshauptause Marienburg.

N^o 1.

Fußboden des Convents-Remters.

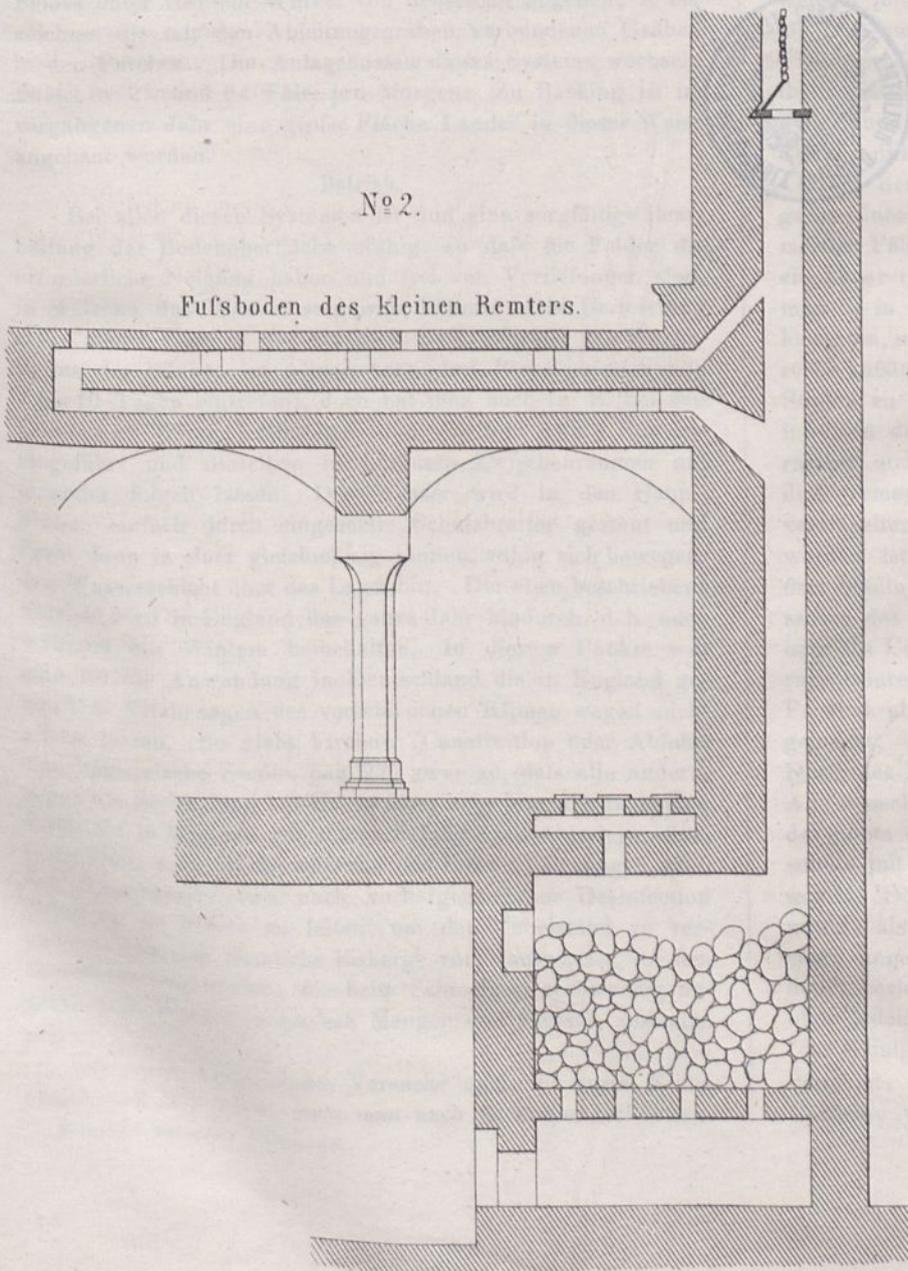


N^o 3.

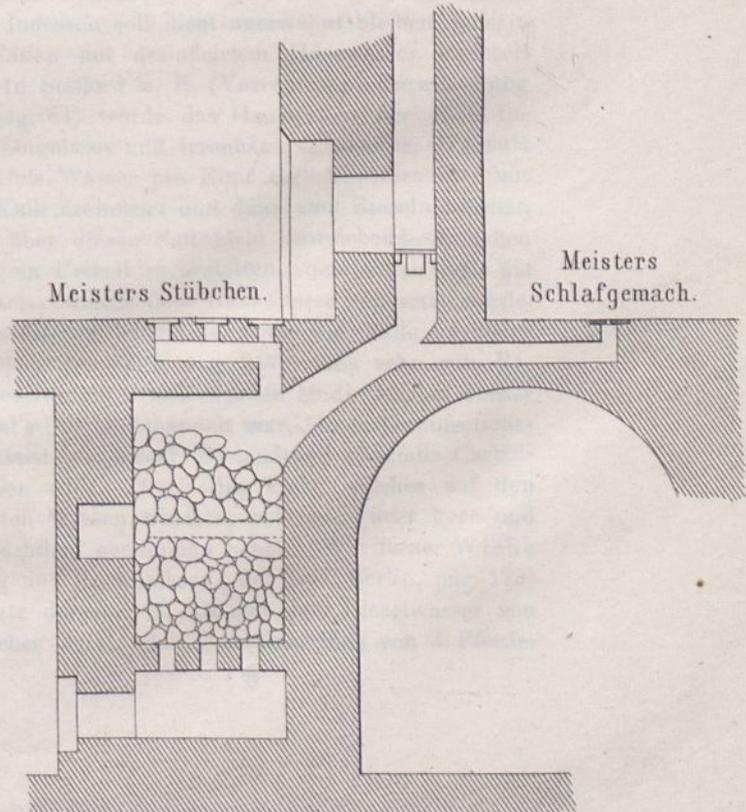


N^o 2.

Fußboden des kleinen Remters.



N^o 4.



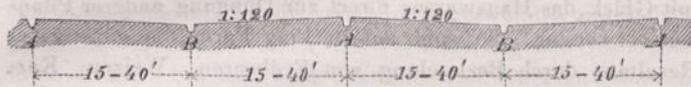
Meisters Stübchen.

Meisters Schlafgemach.

und Norwood angewendet worden, da der Betrieb einfach ist und gute Resultate giebt. In Craigentenny haben die Anlagekosten etwa 53 Thlr., die jährlichen Betriebskosten etwa 13 Thlr. pro Morgen betragen.

Der vorstehende Holzschnitt zeigt einen Uebersichtsplan der nach diesem System angelegten Berieselungsfelder in Süd-Norwood. Die starken Linien sind die Zuführungsgräben, die dick punktirt die Sammel- oder Abführungsgräben und die feinen Linien die Vertheilungsrinnen; *C* ist der hochgelegene, *C'* der tiefgelegene Canal, durch welche das Hauswasser aus der Stadt herangeleitet wird, *F* ein kleines Filterhaus, *A* der Ausflufs. Der Weg des Wassers ist durch Pfeile bezeichnet und die Gröfse der Schläge in preufs. Morgen eingeschrieben.

C. Die dritte Methode ist das Beetsystem (bedsystem, ridge and furrow, Rücken und Furchen). Man bildet einen Rücken, indem man die Erde von den seitlichen Abhängen nimmt, welche Arbeit fast vollständig mit dem Pfluge ausgeführt werden kann. In den künstlich ausgeführten Rücken und Furchen sind Gräben angelegt, und das Wasser fließt aus den auf den Rücken gelegenen Gräben über die Seitenabhänge in die Furchen und von da in den nächsten Wasser-



lauf. *A* bezeichnet die Gräben der Rücken, welche aus den Hauptgräben gespeist werden, indem sie an der Grenze des Feldes unter rechtem Winkel von denselben abgehen; *B* bezeichnet die mit den Ableitungsgräben verbundenen Gräben in den Furchen. Die Anlagekosten dieses Systems wechseln zwischen 21 und 84 Thlr. pro Morgen. Zu Barking ist im vergangenen Jahr eine große Fläche Landes in dieser Weise angebaut worden.

Betrieb.

Bei allen diesen Systemen ist nun eine sorgfältige Bearbeitung der Bodenoberfläche nöthig, so daß die Felder die erforderliche Neigung haben und frei von Vertiefungen sind, in welchen das Wasser stagniren könnte. Die Berieselung selbst findet dann in der Art statt, daß während des Wachstums der Pflanze im Allgemeinen drei Rieselperioden von 7 bis 10 Tagen eintreten; doch hat man auch (z. B. bei den Edinburger Wiesen) Rieselperioden von nur 3 bis 4 Stunden eingeführt und dieselben in kürzeren Zwischenräumen aufeinander folgen lassen. Das Wasser wird in den Hauptgräben einfach durch eingesetzte Schutzbreiter gestaut und fließt dann in einer gleichmäßig dünnen, ruhig sich bewegenden Wasserschicht über das Land hin. Der eben beschriebene Betrieb wird in England das ganze Jahr hindurch, d. h. auch während des Winters beibehalten. In diesem Punkte will man für die Anwendung in Deutschland die in England gemachten Erfahrungen des verschiedenen Klimas wegen nicht gelten lassen. So giebt Virchow (Canalisation oder Abfuhr, eine hygienische Studie, pag. 22) zwar zu, daß alle andern, gegen die Berieselung mit Hauswasser beigebrachten Bedenken durch die in England gemachten Erfahrungen widerlegt seien, meint aber, man würde während des Frostes gezwungen sein, das Hauswasser etwa nach vorübergegangener Desinfection direct in die Flüsse zu leiten, um den Uebelstand zu vermeiden, daß sich förmliche Eisberge von Hauswasser auf den Rieselfeldern anhäufen, die beim Schmelzen nothwendig ungereinigtes Wasser in großen Mengen den Flüssen zusenden müssen.

Bis diese Frage durch Versuche auch für unser Klima entschieden sein wird, muß man nach Analogien schließen.

Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XX.

Es ist nun eine alte Erfahrung, daß ebenso wie Rinnsteine auch kleine Wassergräben bei starkem Frost und geringem Zufluß von Grund aus zufrieren. Nicht so bekannt aber ist ein einfaches Mittel dagegen. Je nach dem Gefälle des Grabens staut man nämlich denselben, etwa durch Brettchen, in je 50 bis 100 Ruthen Entfernung an. Die sich an der Oberfläche bildende Eisschicht verhindert eine weitere Wärmeabgabe des Wassers, dessen Abfluß unter der Eisdecke in dieser Weise gesichert bleibt. Ein ähnlicher Vorgang ist in England auf den Rieselwiesen beobachtet worden. Das Wasser fließt unter einer, sich an den Grasstopeln bildenden Eisschicht fort und schützt dabei den Boden vor Frost. Allerdings darf man während des Frostes das Rieseln nicht unterbrechen, wenn die Pflanzen nicht erfrieren sollen.

Hierbei ist noch ein anderer Umstand zu beachten, nämlich die Temperatur des Hauswassers. Dieselbe richtet sich vor Allem nach der Temperatur des der Stadt zugeführten Wassers, wird aber bei kaltem Wetter höher und steigt über die der Atmosphäre, weil einerseits während des Frostes keine atmosphärischen Niederschläge in die Canäle gelangen, andererseits in den Wintermonaten bedeutend mehr warmes und weniger kaltes Wasser verbraucht wird, als im Sommer. Latham (Gutachten etc.) vermuthet, indem er die Gewohnheiten der Danziger Bevölkerung in Erwägung zieht, daß das dortige Hauswasser im Winter eine merklich höhere Temperatur annehmen wird, als man in England beobachtet hat. So zeigte in Croydon das Hauswasser desjenigen Stadttheils, welcher mit Themsewasser versorgt wird, $+4^{\circ}$ R., während die Luft zwischen -10° und $+1^{\circ}$ schwankte, das Hauswasser des durch einen artesischen Brunnen versorgten Stadttheils hatte dagegen $+8\frac{1}{2}^{\circ}$, während die Luft zwischen -1° und $-3\frac{1}{2}^{\circ}$ wechselte. (Latham, a lecture on the Sewage difficulty pag. 17.)

Zu der Berieselung, welche also ununterbrochen das ganze Jahr durch stattfindet, wird das Hauswasser in den meisten Fällen aus den Canälen entnommen, ohne daß irgend ein anderer Proceß mit ihm vorgenommen wird, als daß man es in einem sogenannten Filterhause durch einen durchlöchernten, mit Ziegelbrocken bedeckten, hölzernen Boden senkrecht aufsteigen läßt, um es von allen groben, unzertheilten Stoffen zu befreien. Der Erdboden übernimmt nun die Desinfection des Rieselwassers und führt dieselbe weit besser, rascher und sicherer durch, als irgend ein künstliches Mittel dies vermag. Indessen soll nicht unerwähnt bleiben, daß in vereinzelt Fällen mit desinficirtem Hauswasser berieselt worden ist. In Stafford z. B. (Varrentrapp, Entwässerung der Städte, pag. 81) wurde das Hauswasser der 1300 Insassen des Gefängnisses und Irrenhauses, welches 10 Quart oder 0,4 Cubikfuß Wasser pro Kopf täglich verbraucht, mit carbolsaurem Kalk desinficirt und dann zum Rieseln benutzt. Es sind aber über diesen Fall nicht ausreichende Angaben gemacht, um ein Urtheil zu gestatten, namentlich fehlt die Dosis des Mittels, welche dem Hauswasser zugesetzt wurde. An demselben Mangel leidet die Notiz von Mille (Annales des ponts et chaussées 1867, pag. 217), daß sehr gute Resultate mit Rieselwasser erzielt worden sind, welches vorher mit M. 'Dougal's Pulver behandelt war, einem Desinfectionsmittel, als dessen wirksamer Bestandtheil ebenfalls Carbolsäure angegeben wird. Auch das Vieh, welches auf den damit berieselten Wiesen weidete, soll das Futter gern und ohne jeden Nachtheil genommen haben. Wie ferner Wiebe (die Reinigung und Entwässerung der Stadt Berlin, pag. 173) berichtet, setzte derselbe M. 'Dougal dem Rieselwasser von Carlisle, welches durch eine Dampfmaschine von 4 Pferde-

kraft 15 Fufs hoch gehoben wurde, täglich zwei Schaufeln Kalk zu und liefs ausserdem aus einem kleinen Gefäfs etwas Carbonsäure in den Pumpensumpf fliefsen resp. tropfen. Durch die Erfahrung hat sich bis jetzt allerdings kein schädlicher Einflufs der Desinfection, noch viel weniger aber ein Nutzen derselben in irgend einer Weise herausgestellt. Der Boden hat die Eigenschaft, nicht allein die den Flüssigkeiten beigemengten Theile, sondern auch die in ihnen gelösten organischen und unorganischen Stoffe zurückzuhalten, eine Eigenschaft, die auch Liebig veranlafst hat, vom landwirthschaftlichen und gesundheitlichen Standpunkt aus sich auf das Entschiedenste für die Berieselung im Besondern und für richtige Canalisierung zur Fortschaffung der Abfallstoffe im Allgemeinen auszusprechen (Varrentrapp, a. a. O. pag. 178).

Bei der oben erwähnten Eigenschaft des Bodens, gewisse Stoffe zu binden, ist die oberste Bodenschicht die wirksamste; sie würde aber bald gesättigt werden und jene Stoffe nicht weiter aufnehmen, wenn die letzteren nicht den Pflanzen als Nahrung dienten, und andern Platz machten, wodurch der Boden seine bindenden Eigenschaften wieder erhält. Die Besorgnifs, die zugeführten Stoffe würden sich zuletzt in schädlicher Weise anhäufen, ist daher völlig unbegründet, und die Hauptforderung, welche man im Interesse der öffentlichen Gesundheit nie vergessen darf, nämlich die Reinigung des Hauswassers, wird vollständig erreicht, indem zugleich der landwirthschaftliche Vortheil auf das beste wahrgenommen wird. Nur ist dazu nöthig, die Zeit, in welcher das Wasser mit dem Boden in Berührung bleibt, also den Weg des Wassers nicht zu kurz zu bemessen. Die auf dem oben beigefügten Holzschnitt dargestellten Anlagen von Süd-Norwood haben sich hierfür als ausreichend bewiesen. An andern Orten hat man dagegen das gebrauchte Rieselwasser zu seiner vollständigen Reinigung noch einmal über ein tiefer gelegenes Feld geleitet. Auch die Reinheit des Grundwassers wird durch den hinabsinkenden Theil des Hauswassers nicht beeinträchtigt, weil der Erdboden durch die Pflanzen stets absorptionsfähig erhalten wird. Anders ist es in Städten. Hier wird der Boden sehr bald von den aus Schwindgruben sickern den Unreinigkeiten so gesättigt, dafs er nichts mehr zurückhält, und ein Verderben des Grund- resp. des Brunnenwassers ist die Folge, wodurch der Verbreitung der schlimmsten Krankheitsstoffe Vorschub geleistet wird. Für Berlin ist dies durch Untersuchungen der Brunnenwasser und Vergleich der Resultate mit der Choleraerkranklichkeit des Jahres 1866 durch O. Reich (Die Salpetersäure im Brunnenwasser) speciell nachgewiesen worden.

Das Wachstum der Pflanze wird durch diese reichliche Wässerung ungemein gefördert. Dieselbe entnimmt dabei einen grofsen Theil ihrer Nahrung aus dem Boden und die natürliche Folge ist dessen Erschöpfung, wenn man nicht für vollen Ersatz der entnommenen Stoffe sorgt. Diese Regel ist von der Praxis längst erkannt worden und wo man im südlichen Frankreich, in Italien, Aegypten, China etc. mit Flufswasser rieselt, heifst es stets: keine Berieselung ohne starke Düngung! Versäumt man letztere, so wird der Boden ausgesogen. Die Berieselung mit Hauswasser vereinigt in einfachster Weise die Wässerung der Felder und ihre Düngung. Doch hat man auch durch Hauswasserrieselung schon Felder verdorben, wenn die angewandten Mengen Hauswasser nicht so viele Stoffe enthielten, als dem Boden durch die Ernten entzogen wurden, und es gelang nur durch grofse Aufmerksamkeit auf den Betrieb der Rieselung, diesen Fehler wieder gut zu machen. Andererseits darf man auch nicht mehr Düngstoffe durch das Hauswasser auf das Feld bringen,

als durch die angebauten Pflanzen verbraucht werden können, widrigenfalls die reinigende Kraft des Erdbodens aufhört. Die letztgenannte Regel ist auf den Edinburger Wiesen nicht immer befolgt worden (Latham, a lecture etc., pag. 21). Da es nun keine Pflanze giebt, welche dieselben Stoffe in denselben Mengenverhältnissen enthält, wie das Hauswasser, so mufs der Anbau stets derselben Fruchtart den Boden mit denjenigen Stoffen, welche von dieser Pflanze nicht verbraucht werden können, so weit sättigen, dafs er diese dem Hauswasser nicht ferner entziehen kann (Standard vom 26sten März 1869). Diesem Uebelstande begegnet ein geeigneter Fruchtwechsel, indem er die erwähnten Stoffe aus dem Boden zieht und verwertbet.

Resultate.

Zuerst wendete man die Berieselung nur auf Wiesen an und benutzte dieselben zur Heubereitung oder zu Fett- und Milchweiden. Allerdings ist Gras und namentlich das italienische Roggenras eine sehr dankbare Pflanze, da es sehr schnell wächst und Hauswasser in grofsen Mengen und ohne Unterbrechung aufnehmen kann. Neuerdings hat man aber mit Glück das Hauswasser direct zur Düngung anderer Pflanzen verwendet. So sind auf Barking Farm die günstigsten Resultate durch Berieselung von Erdbeeren, Weizen, Kartoffeln, Mangold etc. erzielt worden (Engineer vom 25. December 1868). Erdbeeren sind schon im ersten Jahre für etwa 1000 Thlr. verkauft worden. Dieselben erhielten auf einer landwirthschaftlichen Ausstellung eine Preismedaille, während — ein wohl ebenso gewichtiges Factum — die Marktpreise der andern mit Hülfe von Berieselung erzielten Früchte denen der besten anderweitig gebauten nicht nachstanden. Die ebenda gebauten Zuckerrüben enthalten nach den Analysen des Professor Völcker (Times Nr. 26371 Febr. 1869) sehr nahe die anderthalbfache Menge von Zucker pro Gewichtseinheit gegenüber nicht berieselten Rüben. Ausserdem ist dort Hafer, Roggen, Luzerne, Flachs, Sellerie und verschiedene Kohlarten mit grofssem Erfolg berieselt worden (Cargill-Sewage etc.).

Im Lager zu Aldershot, welches jeden Sommer von den Truppen bezogen wird, und dessen Umgegend durch die Latrinenanlagen sehr litt, hat ein Privatmann das Cloakenwasser zur Berieselung verwendet (Times 26368 de 1869). Der dortige sterile, mit Feuersteinen bedeckte Sandboden ist noch schlechter, als der der Maplin Sands (er enthält aufser 95% Kieselsäure und 2% vegetabilischer Stoffe 3% Eisenoxydul), und doch hat er schon im dritten Jahr der Berieselung vorzügliche Ernten gegeben. Im ersten Jahr wurde nur gerieselt und nichts gebaut. Jetzt zieht man dort aufser Gras noch Turnips, Kohl, Kartoffeln etc. Zugleich hat die Verunreinigung der Wasserläufe aufgehört und der Militairfiscus spart an Kosten für Abfuhr und Desinfection jährlich 8000 bis 12000 Thlr.

Die pro Morgen zu verwendende Hauswassermenge wird verschieden angegeben. Stellt man aber den Grundsatz auf, dafs der Boden durch das Rieseln nicht erschöpft werden soll, so liefern 63 Personen den nöthigen Düngwerth, um 500 Centner Gras resp. 100 Centner Heu jährlich pro Morgen zu erzielen. Virchow (a. a. O. pag. 23) fafst die englischen, speciell die Croydoner Erfahrungen im Hinblick darauf, dafs für die Abfuhr bis jetzt praktische Ergebnisse von finanziell günstiger Art nirgends in solchem Umfang erzielt sind, dafs sie einen Anhalt für grofse Städte geben, mit folgenden Worten zusammen: „Landwirthschaftlich betrachtet wird man daher zugestehen müssen, dafs

Schwemmanäle*) in Verbindung mit Rieselanlagen diejenige Form der Verwendung der Auswurfstoffe ermöglichen, welche für größere Gemeinden erfahrungsgemäß die geringste Verschwendung von Dungstoffen und die größten finanziellen Erträge gewährt.“

Allerdings darf der Landwirth sich nicht damit begnügen, nach empirischen Schablonen zu arbeiten, sondern er muß an der Hand der chemischen Analyse und rationeller Versuche sein Verfahren und seine Fruchtfolge der Bodenbeschaffenheit anzupassen suchen. So eignet sich beispielsweise ein ausschließlich aus Ackerland bestehendes Gut nicht zur Verwendung des Hauswassers, wenn man, wie es meistens der Fall sein wird, dasselbe zu allen Zeiten unterbringen muß, sondern man bedarf einer gewissen Grasfläche, auf welcher man zu den Zeiten rieseln kann, in welchen die Beschaffenheit der andern Früchte die Berieselung nicht gestattet.

Die hygieinischen Erfahrungen.

Muß man nun nach den angeführten Thatsachen, sowie nach den im Jahrgange 1868 dieser Zeitschrift veröffentlichten Croydoner Erfahrungen (B. Latham, Die Reinigung und Verwerthung des Hauswassers) den directen Nutzen der Berieselung für die Landwirthschaft unumwunden zugestehen, so ist der indirecte Nutzen, die Verbesserung der Gesundheit in bevölkerten Städten, doch unendlich viel höher zu schätzen. Man darf diese durch vielfältige Untersuchungen constatirte Hebung des Gesundheitszustandes zwar nicht der Berieselung allein oder auch nur ihr vorzugsweise zuschreiben, dieselbe ist aber ein Glied in der Kette von Verbesserungen, deren Nothwendigkeit und Zusammengehörigkeit man immer mehr schätzen lernt. Licht, frische Luft und reines Wasser in den Häusern, ein Canalsystem, welches alle Abgänge aus der Stadt spült, ehe sie schädlich werden können, und welches zugleich die Trockenheit des Untergrundes befördert, endlich die Berieselung, durch welche der Verunreinigung der Flüsse und des Grundwassers vorgebeugt wird: das sind die Ziele, welche die gegenwärtige Hygiene unverwandt im Auge behalten muß. Die Abnahme der Sterblichkeit in Städten, in welchen solche Maafsregeln durchgeführt worden sind, ist durch die oft erwähnte Tabelle in „The ninth Report etc.“ erwiesen. Denn wenn auch Virchow in der schon erwähnten Schrift die Zahlen jener Tabelle einer eingehenden und scharfen Kritik unterwirft und sie theilweise reducirt, so muß er doch schliesslich zugeben (pag. 68), daß in vielen Richtungen wichtige Erfolge erzielt sind. Eine neue Erfahrung ist in der Times Nr. 26369 constatirt. Auf der südlichen Hälfte Londons nämlich, wo die Entwässerung früher am mangelhaftesten war, ist nach Ausführung der neuen Canäle die Sterblichkeit von 38 auf 23 pro mille gesunken. Derartige Erfolge veranlaßten Dr. Liévin bei Gelegenheit der Berathungen über die Canalisirung Danzigs folgende Rechnung aufzustellen: „Nachdem die Betriebskosten durch den Vertrag mit J. & A. Aird in Wegfall gekommen sind, repräsentirt die Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals, also rund 30000 Thlr., die jährliche Ausgabe für das Canal-

*) Manche Schriftsteller bezeichnen die englischen Canäle neuerer Construction als Schwemmanäle, und dieser Name hat allerdings insofern seine Berechtigung, als er die Aufgabe und Function derselben ausspricht. Er verliert aber allen Werth, wenn er ohne Unterschied als Uebersetzung von „sewer“ gebraucht wird, da dies Wort auch die alten, schlechten Canäle umfaßt. So sind Irrthümer, wie bei Virchow (a. a. O. pag. 64), zu erklären, wo den „Schwemmanälen“ Southhamptons vorgeworfen wird, ihr Inhalt stagnire und habe daher zur Verbreitung einer Epidemie beigetragen. Solche Anlagen sind Cloaken und allerdings fast schlimmer, als Abtrittsgruben. Ein englischer Chemiker, der bereits oben citirte Angus Smith, sagt hierzu: There are sewers and sewers, es giebt eben verschiedene Arten von Canälen.

netz. Wenn B. Latham (in dem erwähnten Gutachten) auch vielleicht zu hoch greift, indem er auf die Reduction der Sterblichkeitsziffer von 37 auf 20 pro mille, also bei 70000 Einwohnern auf die Erhaltung von jährlich 1200 Menschenleben rechnet, so würde schon eine Reduction um 3 pro mille, also um 200 Todesfälle jährlich, das Resultat ergeben, daß die Rettung eines Menschenlebens pro Jahr dem Zinsenbetrage von 150 Thlr. gegenübersteht. Da ferner auf jeden Todesfall durchschnittlich 25 Erkrankungen kommen, so hat man pro Jahr 5000 Kranke weniger zu erwarten.“ Noch wurde kurz auf die Erleichterung des Armen-Etats hingewiesen, die außer diesen Erfolgen noch directe Ersparungen erwarten lasse. Dem hierauf gemachten Einwande, daß die Commune nicht alle Kranken retten könne, denen vielleicht schon durch bessere Pflege oder derartige Mittel zu helfen sei, stellte der Oberbürgermeister v. Winter im Fortgang der Debatte den Gedankengang entgegen, welcher die Canalisation Danzigs angeregt habe: „Was die Erhaltung von Menschenleben betrifft, so kann die Commune allerdings nicht alles für den Einzelnen thun, ihn beispielsweise nicht, wenn es nöthig wird, auf ihre Kosten in's Bad schicken. Aber verpflichtet ist sie, die allgemeinen Bedingungen für eine menschenwürdige Existenz zu schaffen.“

Es ist ja auch für den Arzt, wie Varrentrapp im Anschluß hieran erklärt, leichter, durch rechtzeitige Maafsregeln Hunderte vor Krankheit und Tod zu bewahren, als einzelne schwer Erkrankte zu retten.

Ist nun durch das Gesagte der Zusammenhang der Berieselung mit diesen gesundheitsfördernden Maafsnahmen nachgewiesen und speciell die Unschädlichkeit des Rieselbetriebes auch für die nächsten Anwohner durch die in Croydon gemachten Beobachtungen festgestellt, so hat auf der andern Seite die Fütterung des Viehs mit dem auf den Rieselwiesen gewonnenen Grase und das Weiden desselben auf berieselten Flächen nur günstige Folgen für dasselbe gehabt, welche sich selbst zur Zeit der Rinderpest deutlich verfolgen ließen (Latham, a lecture etc., pag. 29 seq.).

So hat die Canalisation in Verbindung mit der Berieselung ihren Abschluß darin gefunden, daß sie nicht allein die Forderungen vollständig erfüllt, welche die Gesundheitspflege und das Bedürfnis nach Reinlichkeit an unsere Zeit stellen, sondern daß sie auch eine Verwendung der Excremente und Abfälle nachweist, welche ohne Belästigung oder indirecte Besteuerung der Stadtbewohner ihre eigenen Kosten deckt und sogar noch einen pecuniären Gewinn gewähren kann. Wenn dieser Nachweis auch bisher in Deutschland nicht thatsächlich geführt worden ist, so sind für das Princip die englischen Erfahrungen genügend und die Danziger Bauten werden in Kurzem Gelegenheit geben, die für Deutschland nöthigen Modificationen zu ermitteln.

Die Abfuhr.

Auf anderm Wege, d. h. durch Abfuhr, ist man aber nicht im Stande, die Reinhaltung der Städte auch nur annähernd zu erreichen. Einige Zahlen, welche dem Werke des Agrikulturchemikers Dr. Grouven: „Ein Besuch in Asnières“ entnommen sind, werden deutlich erkennen lassen, wie viel der Landwirthschaft von den vielbegehrten Stoffen verloren geht, wenn die Immunditien der Städte durch Abfuhr beseitigt werden. Beschränkt sich die letztere auf die festen Abgänge, mit Ableitung des Urins, so gewinnt man $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pfd. Stickstoff per Durchschnittsindividuum und Jahr; will sie auch noch den Urin ernten, der bei Benutzung des Stuhls mit den Fäces zugleich abfließt, so lassen sich 4 Pfund

erwarten. Durch zahlreiche Pissoirs, welche in allen Strafsen, Winkeln, Höfen und Werkstätten zu errichten wären, kann man aber die Ausbeute auf 7 Pfund Stickstoff steigern. Endlich liefse sich durch Sammeln der Küchenabgänge, des auf die Strafsen fallenden Viehdüngers, der Marktabfälle, sowie der aus Schlachthäusern, Brauereien, Brennereien etc. abfließenden Flüssigkeiten die Totalausbeute auf 11 Pfund bringen. Mögen auch bei dieser Rechnung einzelne Posten approximativ sein, so bürgen die Namen von Gilbert und Way doch für die Generalsumme. Was verspricht nun aber diesen Zahlen gegenüber ein Tonnensystem, oder vielmehr, worauf erstreckt sich die Abfuhr in der That? Auf die erstgenannten 2 Pfund oder im günstigsten Falle auf die 4 Pfund Stickstoff der Excremente; die übrigen 7 Pfund aber läßt man entweder still in die Canäle laufen oder den Grund und Boden der Städte verpesten.

Obleich aber nur der kleinste Theil der Immunditien abgefahren wird, so deckt eine pneumatische Grubenentleerung oder tägliche Abfuhr der Tonnen, welche von Seiten der Gesundheit gefordert werden muß, nicht die Selbstkosten, wie die beiden Abfuhrgesellschaften Berlins beweisen, deren eine kürzlich Bankrott gemacht hat. Dabei werden die Hausbesitzer durch polizeiliche Controlle und hohe Abfuhrkosten auf das Empfindlichste belästigt. Nur Kasernen und derartige Gebäude, in welchen große Mengen Koth producirt und mittelst scharfer Disciplin von andern Abgängen frei gehalten werden, bilden unter Umständen eine Ausnahme.

Wie wird sich aber die Kostenfrage gestalten, wenn alle Abgänge abgefahren werden sollen? Bei dem geringen Werthe als Düngemittel, welchen die Fäcalstoffe im Verhältniß zu ihrem Gewichte haben, sind es vorzugsweise die Transportkosten, welche ihre Verwendung auf die nächste Umgebung der Stadt beschränken. Man darf aber bei Berechnung derselben resp. der Transportweite nicht, wie es vorgekommen ist, einen Ring dicht um die Stadt annehmen, auf welchem die Excremente untergebracht werden könnten, wenn derselbe ausschließlich aus Ackerland bestände, sondern man hat diejenige Fläche, welche schon jetzt den Viehdünger, die Küchen- und Fabrikabgänge verwerthet, dem innern Kreise zuzurechnen, über den hinaus die regelmäßige Abfuhr stattzufinden hat. Außerdem ist noch zu beherzigen, daß die Landleute den Dünger nicht noch bezahlen werden, wenn sie wissen, daß er ihnen zugeschickt werden muß.

Eine andere Beschränkung der Abfuhr bietet sich in dem Wechsel der Jahreszeiten und in der Feldbestellung des Landmanns. Liernur, Krepp beschäftigen sich mit der Frage: wohin mit den Stoffen bei andauerndem Frost und wohin mit ihnen, während die Felder bereits bestellt sind? und kommen dabei auf die abentheuerlichsten Vorschläge. In Krepp's Werk: *The sewage question*, welche das Liernur'sche System der pneumatischen Städtereinigung eingehend darstellt, wird von der Annahme ausgegangen, daß je 36 Personen täglich 1 Cubikfuß Abtrittsstoffe liefern. Weil ein großer Theil des Urins nicht in die Abtritte gelangt, so mag diese Zahl zugestanden werden, obgleich man sonst schon auf je 23 bis 26 Personen 1 Cubikfuß rechnet. Die abgefahrenen Stoffe sollen in einzelne Fässer von 5 Cubikfuß gebracht werden; es kommt also auf je 180 Personen ein Faß, und nach diesem Verhältniß würden von den 703000 Einwohnern Berlins täglich 3900 Fässer gefüllt werden. Ob es ausführbar ist, landwirthschaftliche Einrichtungen zu treffen, um alle Tage eine solche Menge Dünger regelmäßig unterzupflügen und damit 8 bis 9 Monate im Jahre ohne Unterbrechung fortzufahren, ist eine Frage, welche vom landwirth-

schaftlichen Standpunkt beurtheilt werden mag. Eine Anweisung, wie der Dünger auch zwischen den wachsenden Feldfrüchten untergepflügt werden kann, wird auf Seite 127 des angeführten Werks gegeben. Hiernach sollen bebaute Streifen von 60 Zoll Breite immer mit brachliegenden 40 Zoll breiten Streifen wechseln und letztere während des Wachsens der Feldfrüchte fortwährend zum Unterpflügen des Abtrittsdüngers benutzt werden.

Im Winter sollen die Fässer in frostfreien Gebäuden aufbewahrt werden. Wird die Winterzeit, in welcher Frost oder Schnee das Pflügen verhindert, auf etwa 100 Tage angenommen, so würde sich für Berlin ein Vorrath von dreimalhundertneunzigtausend Tonnen mit Abtrittsstoffen ansammeln, welche im Frühjahr noch extra untergepflügt werden müßten. Es kann Jedem überlassen bleiben, sich die Menge von Inventar und Gebäuden, welche hierzu nöthig erscheinen, selbst auszumalen. Andere ergötzliche Einzelheiten dieses Systems sind in der deutschen Bauzeitung 1868, pag. 293 angeführt.

Ebendahin müssen aber die anderen Abfuhrleute auch kommen, da die künstliche Poudrettefabrikation sich als pecuniär unmöglich erwiesen hat; auch sie müssen während des Winters die Abfallstoffe aufspeichern, und haben im Sommer Schwierigkeiten mit der Unterbringung, da die Landwirthe unvermischte Fäces nicht gern verwenden. Außerdem aber muß vom gesundheitlichen Standpunkt die Desinfection der abzufahrenden Stoffe verlangt werden, und diese macht enorme Kosten. So würde das als besonders billig gepriesene Süvern'sche Verfahren pro Kopf und Jahr nach Angabe des Erfinders etwa 11 Sgr., also beispielsweise für Berlin 290000 Thlr. jährlich erfordern.

Schluss.

Ein anderes Moment betont Virchow (a. a. O. pag. 24): „Die Anhänger des Abfuhrsystems vergessen nur zu leicht, daß es mit der Abfuhr an sich nicht gethan ist, daß vielmehr überall daneben noch ein Canal- oder Sielsystem durchgeführt werden muß und daß es fast unmöglich ist, die Verunreinigung dieses (nicht zur Abschwemmung der Auswurfstoffe bestimmten) Canalsystems durch Auswurfstoffe (Harn, Küchenwasser, selbst Koth) zu verhindern.“ Die Nothwendigkeit, schon für die atmosphärischen Niederschläge ein Canalsystem auszuführen, ist an den meisten Orten vorhanden und zeigt sich am besten in der Reihe unsystematischer Anlagen, mit welchen man dies Bedürfnis zu befriedigen gesucht hat. Fast jede Stadt besitzt Canäle, nicht aber eine Canalisation, d. h. ein systematisches Canalnetz. Nun werden aber die Anlagekosten eines nur für die Aufnahme von Regenwasser bestimmten Canalsystems nur wenig geringer sein, als wenn dasselbe zugleich das Hauswasser abführen soll, da die Querschnitte der Canäle vorzugsweise nach dem abzuleitenden Regenwasser bestimmt werden müssen und die übrige Leistung dieser Beanspruchung gegenüber fast verschwindet.

Hat man aber einmal Canäle in der Stadt, so werden erst heimlich, später mit polizeilicher Genehmigung Fäcalstoffe in sie geleitet, und es ist daher unerläßlich, sie gleich unter Berücksichtigung dieses Umstandes zu bauen. Dann wird es bei richtiger technischer Anlage gelingen, sowohl den gesundheitlichen Bedingungen vollständig Rechnung zu tragen, als auch den größten Nutzen, den die Landwirthschaft aus den Immunditien der Städte ziehen kann, zu realisiren, und diejenigen Gegner der Canalisation zu versöhnen, welche die gefürchtete Verschwendung der Düngstoffe als Haupteinwand gegen dieselbe anführen.

E. Wiebe.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Versammlung vom 13. Februar 1869.

Vorsitzender: Hr. Böckmann. Schriftführer: Hr. M. Hellwig.

Herr Bürkner hält einen Vortrag über mehrere kleine Bauten auf dem Lande, die unter seiner Leitung in der letzten Zeit ausgeführt sind, oder an denen noch gebaut wird. Aus den vorgelegten Entwürfen hebt er einige interessante Special-Anlagen und Constructionen hervor und erläutert dieselben durch kurze Besprechung; so aus einem Arbeiterhause in der Neumark eine raumsparende Anlage eines Kochbeertes unter einem Treppengewölbe, welches zugleich den Rauchfang bilde, und einen einfachen Kochofen, der zugleich im Sommer benutzt werden könne. In einem neuen Schulgebäude für Pankow sei eine $4\frac{1}{2}$ Fufs breite Treppe, massiv mit Bohlenbelag, pro Stufe für den Preis von $2\frac{1}{2}$ Thlr. ausgeführt. Jede einzelne Stufe bilde einen aus Ziegeln gewölbten Bogen, der sein Widerlager in den Wangen finde. Die Construction sei sehr einfach herzustellen und habe sich bis jetzt sehr bewährt. Der Vortragende legt zum Schluss die Entwürfe einiger Landkirchen vor und giebt interessante Einblicke in die mannigfachen Schwierigkeiten, die sich der Ausführung solcher Bauten häufig entgegenstellen.

Es folgen Fragebeantwortungen.

Die Frage nach den Ursachen der Bildung von Glanzruß in russischen Röhren und einer zweckmäßigen Abhülle dagegen, wird von vielen Seiten etwa dahin beantwortet: Der Glanzruß entstehe meist dann, wenn entweder das Rauchrohr einer schnellen Abkühlung ausgesetzt sei, keinen guten Zug entwickle, oder namentlich, wenn es zugleich zur Abführung von Wasserdämpfen benutzt werde. Auch das zu frühe Schließen luftdichter Ofenthüren wirke in dieser Beziehung sehr schädlich. Ein Ausstemmen der verdorbenen Steine und Ersetzen durch neue werde dem Uebel nicht abhelfen, man müsse dessen Ursachen fortschaffen.

An die Frage, wie groß der Gasverbrauch sei, wenn ein Zimmer durch ein russisches Rohr, in welchem eine Flamme brenne, ventilirt werde, knüpft Herr Hesse die Mittheilung der Ergebnisse, die er bei Ventilation einer durch 3 Stockwerke gehenden Abtrittsanlage im hiesigen statistischen Bureau gemacht habe. Dort brennen 20 Flammen etwa $\frac{3}{4}$ Zoll hoch aus einem sogenannten Gasroste, wobei der Verbrauch pro Stunde mit 6 Cubikfufs sich auf $3\frac{1}{2}$ Pfennig stelle. Wenn man, wie dort zur Ventilation ausreichend sei, im Sommer täglich 8 Stunden, im Herbst 3 Stunden, im Winter alle 3 Tage einmal Gas brenne, so ergäben sich die Kosten im ganzen Jahr pro Tag durchschnittlich zu 7 Pfennigen.

Eine Frage über Wasserstands-differenzen an der See beantwortet Herr Franzius zunächst unter Hinweis auf Hagen's Seebau. An der Ostsee bei Swinemünde habe man gemessen, wenn das niedrigste Wasser mit +0 bezeichnet wird, das gewöhnliche Mittel mit +3 Fufs, das höchste Wasser mit 7 Fufs 10 Zoll. An der deutschen Küste der Nordsee sei die Differenz zwischen Hoch- und Niedrig-Wasser größer, etwa 8 bis 11 Fufs, wobei das Mittel-Wasser etwa in der Mitte liege. Die Sturmfluthen erreichten noch eine um 13 bis 14 Fufs größere Höhe; der niedrigste Wasserstand sinke um 2 Fufs unter Niedrig-Wasser. Nach der holländischen Küste zu nehme die Niveaudifferenz ab, wachse jedoch an der Canalküste bedeutend und sei in der Bretagne sehr beträchtlich, bis zu 30 Fufs.

Ueber Vermeidung starker Filtration in Canälen führt Herr Röder an, daß man oft dem thonigen Niederschlag des Canalwassers es selbst überlasse, das Bett zu dichten. In Frankreich wende man meistens gleich zu Anfang eine Dichtung mit Beton an.

Versammlung vom 20. Februar 1869.

Vorsitzender: Hr. Möller. Schriftführer: Hr. Winchenbach.

Hr. Dr. Weingarten hält einen Vortrag über die Theorie des Erddrucks. Er hebt zuerst die Mängel der ältern Coulomb'schen Theorie hervor, welche davon ausgeht, die Drucke zu untersuchen, welche Sandprismen von verschiedenen Neigungswinkeln, die auf der schrägen Neigungsfläche gleitend gedacht sind, auf eine vertikale Wand ausüben. Dieselbe findet bekanntlich ein Prisma des größten Druckes für den Neigungswinkel, dessen Tangente $= -\mu + \sqrt{1 + \mu^2}$ ist. Diese Anschauung ist insofern unstatthaft, als von den unzählig vielen Prismen, die man bilden kann, nur eines sich wirklich im Gleitzustande befindet, und der Druck, den die vertikale Wand ausüben muß, um das Gleichgewicht zu erhalten, nicht mit dem Neigungswinkel des Prismas variabel angenommen werden darf, sondern in jedem einzelnen Falle einen ganz bestimmten Werth hat, der von dem Neigungswinkel der Sandprismen ganz unabhängig ist.

Der Vortragende geht ebenfalls von der Betrachtung des Gleichgewichts eines Sandprismas aus, dessen vertikale Wandfläche Drucke empfängt, welche die Resultante P haben. Die Höhe der Wand sei $= x$, der Neigungswinkel $= \alpha$. Das Gewicht des Sandprismas, dessen Seite $= 1$ angenommen wird, ist $= \gamma \cdot \frac{x^2 \operatorname{tg} \alpha}{2}$. Die in der Neigungsfläche auftretenden Normalkräfte werden mit N , die Reibungswiderstände mit Q bezeichnet. Dann sind die Gleichgewichtsbedingungen:

$$P + Q \sin \alpha - N \cos \alpha = 0$$

$$\gamma \frac{x^2 \operatorname{tg} \alpha}{2} - N \sin \alpha - Q \cos \alpha = 0.$$

Q , N und P sind hierin unbekannt. In der Coulomb'schen Theorie wird nun $Q = \mu N$ gesetzt, dies ist jedoch unrichtig, da nur in dem Grenzzustand des wirklichen Gleitens das Verhältniß $\frac{Q}{N} = \mu$ wird, während es in jedem andern Falle den noch unbestimmten Werth $y < \mu$ haben wird. Substituiren wir $Q = y N$, so ergibt sich

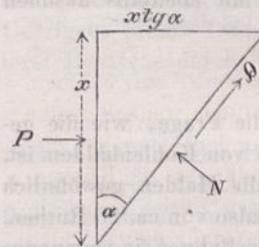
$$P = \gamma \frac{x^2 \operatorname{tg} \alpha}{2} \cdot \frac{\cos \alpha - y \sin \alpha}{y \cos \alpha + \sin \alpha}.$$

Hierin sind noch α und y unbestimmt. Da P aber einen constanten, von α unabhängigen Werth haben muß, so muß y so beschaffen sein, daß für jeden Werth von α der Werth von P derselbe bleibt. Also muß sein

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1 - y \operatorname{tg} \alpha}{y + \operatorname{tg} \alpha} = C$$

$$y = \frac{(1 - C) \operatorname{tg} \alpha}{C + \operatorname{tg}^2 \alpha}.$$

Es wird alsdann $P = \frac{\gamma x^2}{2} \cdot C.$



Hier ist also für P ein constanter Werth gefunden, während dagegen die Vertheilung der Druckkräfte in der Schnittfläche für jeden Schnittwinkel variirt. Die Werthe von P können sehr verschieden sein, ohne dafs das Gleichgewicht gestört wird. Es kann einen Minimalwerth annehmen, wobei der Sand den losesten Zusammenhang hat; für diesen Zustand wird es einen Schnittwinkel α geben, für den y ein Maximum wird, indem es den Werth μ wirklich erreicht, weil, wenn es kleiner bliebe, P noch weiter entlastet werden könnte.

Das Maximum von y findet man für

$$\operatorname{tg}^2 \alpha_1 = C$$

dann ist

$$y_{\max} = \mu = \frac{(1 - C) \sqrt{C}}{2C}$$

woraus

$$C = (-\mu + \sqrt{1 + \mu^2})^2.$$

Setzt man für μ die Tangente des natürlichen Böschungswinkels $\mu = \operatorname{tg} \varphi$, so kann man diesen Ausdruck umformen in

$$C = \operatorname{cotg}^2 \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right).$$

Der Maximalwerth, den P erreichen kann, ist der, wo durch den Druck der Wand der passive Erddruck überwunden wird. Dabei tritt dann die Reibung in entgegengesetzter Richtung auf. Es wird $y_{\max} = -\mu$ und

$$C = (+\mu + \sqrt{1 + \mu^2})^2 = \operatorname{cotg}^2 \left(\frac{\pi}{2} + \varphi \right).$$

Dazwischen giebt es einen Zustand, wobei y nicht mit den Werthen von α variirt, indem nämlich $C = 1$ und folglich $y = 0$ wird. Der Sand befindet sich dann in dem Zustande einer Flüssigkeit und es wird $P = \frac{\gamma x^2}{2}$, wie eine Flüssigkeit von demselben specifischen Gewicht ihn ebenfalls ausüben würde.

Es folgen Fragebeantwortungen.

Herr Quafowski beantwortet die Frage, wie die gewöhnliche Einrichtung und der Betrieb von Kohlenbalden ist. Im Saarbrücker Kohlenrevier haben die Halden gewöhnlich die Länge eines Zuges von 40 Wagen, also von ca. 80 Ruthen. Die Kohlen werden auf schmalspurigen Bahnen in sogenannten Hunden von den Schächten hergefördert und aus den Hunden direct in die Waggon gestürzt. Zur Füllung eines Waggon sind 20 Hunde erforderlich. Da dies Verfahren wegen des langen Transports sehr kostspielig ist, so wird es neuerdings meist vorgezogen, an der Mündung des Förderschachts eine Bühne anzulegen, an welcher unmittelbar die Geleise liegen, so dafs die Kohlen sofort in die Waggon gestürzt werden können.

Herr Plesner theilt auf eine bezügliche Frage mit, dafs der nächsten Auflage seines Handbuchs Tabellen für Curvenabsteckungen, nach metrischem Maafse berechnet, hinzugefügt werden sollen.

Auf die Frage, wann pneumatische Fundirung anzuwenden sei, setzte Herr Franzius die Vorzüge dieser Gründungsmethode gegenüber von Brunnen und Schraubenpfählen auseinander, darin bestehend, dafs man hierbei bis 80 Fuß Tiefe hinabgehen könne, was für Brückenpfeiler in schnell fließenden Strömen häufig geboten ist; dafs man ferner die Pfeiler in jeder beliebigen Form und Größe herstellen könne und vorkommende Hindernisse, wie Steine und Baumstämme, leicht zu beseitigen im Stande sei.

Herr Schönfelder beantwortete eine Frage, betreffend die Ladungsfähigkeit und Dimensionen von Fluß- und Canal-schiffen unter Hinweis auf die in Hagen's „Wasserbau“ ent-

haltenen Angaben. Eine specielle Literatur existire hierfür noch nicht, und würden solche Schiffe überhaupt bis jetzt wenig rationell gebaut; zweckmäßigeren Formen würden sich wohl erst Bahn brechen, wenn das Eisen auch für solche Fahrzeuge mehr zur Verwendung käme.

Die gebräuchlichen Dimensionen seien:

	Tragfähigkeit	Länge	Breite	Tiefgang
	Ctr.	Fuß	Fuß	Fuß
Rhein-Marne-Canal	3500	102	16	4 $\frac{1}{2}$
Weser	5000	130	18	5
desgl.	3000	110	17	4
Oder	3000-2500	130-125	17	3 $\frac{1}{2}$
im Durchschnitt . .	—	120	17	4 $\frac{1}{2}$

Herr Franzius wirft darauf die Frage auf, ob hier bereits Erfahrungen über die Anwendbarkeit der amerikanischen Röhrenbrunnen in Sandboden gemacht seien. Es wird von mehreren Seiten erwidert, dafs dieselben in der ersten Zeit gewöhnlich sehr viel Sand mit auswerfen und sich bisweilen wohl ganz verstopfen, dafs sie jedoch später ganz reines Wasser liefern, indem sich wahrscheinlich um die Spitze der Röhre ein natürlicher Kessel bildet.

Herr Weishaupt gab schließlic einige Mittheilungen über die Erfahrungen, die bisher über die Anwendung eiserner Oberbausysteme vorliegen. Die bisher gebräuchlichen Systeme sind theils auf dem Langschwellen-, theils auf dem Querschwellen-Systeme basirt. Zu den ersteren gehört das auf der rheinischen Bahn jetzt ausschließlich zur Anwendung kommende Hartwich'sche System, welches sich durchaus bewährt hat. Nur auf frisch aufgeschütteten Dämmen, z. B. in der Strecke Trier-Call, werden bei dieser Bahn noch provisorisch Querschwellen verwendet.

Auch das Hilf'sche System, welches auf der nassauischen Bahn von Ems bis Oberlahnstein angewandt ist, hat sehr günstige Resultate gegeben. Die Schienen lagern sich in kurzer Zeit so fest, dafs die Querverbindungen, selbst in Curven, ganz überflüssig werden.

Unter den Querschwellen-Systemen, die auf der Pariser Ausstellung sehr zahlreich vertreten waren, hat sich besonders das auf der französischen Nordbahn verwendete System gut bewährt. Hierbei sind die Querschwellen aus so dünnem Blech gebogen, dafs sie erst durch die Unterstopfung mit Kies die nöthige Tragfähigkeit erlangen. In der Längenrichtung sind die Schwellen gebogen, damit die darauf befestigten Schienen die erforderliche Steigung erhalten. Die Befestigung der Schienen mit Haken und Keilen ist noch einigermaßen mangelhaft. Im Preise sind diese Schwellen von eichenen Schwellen wenig unterschieden und bilden dieselben im östlichen Frankreich bereits einen gebräuchlichen Handelsartikel.

Versammlung vom 27. Februar 1869.

Vorsitzender: Hr. Böckmann. Schriftführer: Herr Luthmer.

Herr Dr. Schöne hält einen Vortrag über pompejanische Wanddecorationen und äußert sich etwa folgendermaßen:

Während man sich in den ersten Jahrzehnten nach der Entdeckung Pompeji's mit einer Art naiver Neugier darauf beschränkte, das einzelne Gefundene zu betrachten und bestmöglich zu erklären, ohne es mit der Gesammtheit der Ausgrabungen in einen systematischen Zusammenhang zu bringen, hat man seit dem Beginn einer mehr historischen Betrachtungsweise der Ausgrabungen sich mit besonderem Interesse der Frage zugewandt, welche Bildungs-Stadien die Stadt vor dem Erdbeben von 63 n. Chr. durchlaufen hat, welches ihr im Wesentlichen diejenige Physiognomie aufge-

drückt hat, die jetzt unter der Aschendecke zu Tage tritt. Allerdings sind die Belege für diese älteste Cultur, die nach einer Nachricht des Livius mindestens von 400 v. Chr., wahrscheinlich aber vom 7. Jahrh. an zu datiren ist, sehr sparsam. Von öffentlichen Bauten aus dieser Periode ist nur der sog. „griechische Tempel“ auf dem Forum triangulare bekannt, und auch dieser ist bis auf das Stylobat und einige Säulentrümmer verschwunden. Die Kunstform dieser Reste stellt ihn jedoch gleichzeitig und ebenbürtig neben Pästum, mit dessen Tempeln dieser Bau, aus vulkanischem Tuff erbaut, auch wohl schon den ursprünglichen Stucco-Ueberzug gemeinsam hatte. Was die Profanbauten dieser frühen Periode anlangt, so kann man aus dem pompejanischen Hause, wie es die Ausgrabung zeigt, leicht einen gemeinsamen Kern als alt-italisches Haus herauschälen. Freilich zeigen diese uns bekannten Reste alle schon einen lebhaften Zug, das Gebäude künstlerisch zu schmücken, während man wohl annehmen kann, daß man sich in allerältester Zeit auf den bloßen Bedürfnisbau beschränkt hat.

Diese Decoration der älteren Zeit ist jedoch wesentlich verschieden von der bekannten „Pompejanischen Decoration“; mit dieser hat sie eigentlich nur die Theilung der Wand in den $1\frac{1}{2}$ bis 2 Ellen hohen Sockel, die Wandfläche und den obern Fries gemein, der $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ der Höhe des Sockels zu haben pflegt — eine Anordnung, die nur denkbar ist, wenn die Wände nicht durch hohe Möbel, Schränke etc. verstellt werden, deren heutige Nachahmung also mißlich sein würde. Im Uebrigen hat diese ältere Decoration, wie sie in sehr schönem Beispiel die Casa del fauno (Casa di Göthe) zeigt, keine Wandbilder, dafür aber sehr sorgfältige Stucco-Verzierungen, die an der Wand wirkliche Architektur nachahmen. Die Malerei ist dann auf den Fußboden angewiesen, welchen in dem obengenannten Beispiel das berühmte Mosaik „die Alexanderschlacht“ schmückte; wo sie an der Wand auftritt, ist sie nur Tünche, die der Stucco-Architektur den Anschein von Marmor geben will. Merkwürdiger Weise geht diese Zimmer-Decoration in ihrer späteren Entwicklung genau den umgekehrten Weg wie die gleichzeitige Decoration der antiken Aufsens-Architektur. Denn während hier in ältester Zeit alles Detail auf die einfachen plastischen Hauptformen bunt aufgemalt wurde, und die Farbe erst allmählig vor dem reicheren plastischen Detail schwindet, bis sie in der letzten Kaiserzeit ganz über Bord geworfen wird und eine krause, übermäßig belebte Plastik alle Glieder überwuchert, ersetzte man in Pompeji, dem Princip der Sparsamkeit huldigend, sehr bald die in Stucco dargestellte Schein-Architektur durch eine mit Licht und Schatten auf die Wand gemalte. Der nächste Schritt war dann das gänzliche Fallenlassen dieser Scheinarchitektur und die einfache Färbung von Sockel, Wand und Fries in drei verschiedenen Farben, die manchmal noch durch bunte Streifen belebt wurden.

Dies ist der Grund, auf dem sich die eigentlich von uns so genannte pompejanische Wandmalerei entfaltet. Die Malerkunst, die früher monumentale Mosaikbilder für den Fußboden geschaffen, schmückt jetzt die Wände mit historischen oder landschaftlichen Darstellungen. Diese erhalten nun wohl ihrerseits wieder eine Architektur als Umrahmung, die jedoch, durchaus nicht wirkliche Architektur nachahmend, sich der Wand anschließt, sondern, in einem ganz idealen Material ausgeführt gedacht, leicht und phantastisch sich aufbaut, und oft sogar die Wand ganz negirt, indem sie an deren Stelle weite Perspektiven zeigt.

Was nun die Technik dieser Malerei anlangt, so ist diese eine alte Streitfrage, die neuerdings durch die Unter-

suchungen von Donner in eine neue Phase getreten zu sein scheint. Während man nämlich seit dem 13. Jahrhundert die antike Technik der Frescomalerei, wie sie Vitruv beschreibt, verlassen, und den Fresco-Putz auf erhärteten, aufgerauhten Unterputz brachte, so daß die dünne Schicht des ersteren immer nur auf 5 bis 6 Stunden frisch blieb, hat der Genannte bei den Fresken des Wiener Opernhauses die antike Technik des Putzens wieder aufgenommen, die darin besteht, daß der Alfresco-Putz aufgebracht wurde, während noch der Unterputz frisch war, und die das Resultat hatte, daß der Fresco-Putz 4 bis 5 Tage lang seine Bindekraft behielt. Dieselbe Technik haben unzweifelhaft die Maler in Pompeji angewandt. Auch hier zeigt sich eine dreifache Lage des Unterputzes, nach oben hin mit immer feinerem Sande angemacht und hierauf eine doppelte Stucco-Lage, von der die oberste, feinste die Farbe aufnahm. Sockel, Wand und Fries wurden, jeder für sich, auf einmal ganz gefärbt, wie die Fresco-Nähte zwischen diesen drei Theilen beweisen. Dann aber wurden, wie sich deutlich erkennen läßt, die Contouren der Gemälde in die noch nasse Tünche eingedrückt, nicht eingerissen, und so auch diese noch mit Farben ohne Bindemittel auf den frischen Putz gemalt. Ablätterungen, welche vorkommen, würden sich leicht aus einer Unvorsichtigkeit des Malers erklären, der auf zu trockenem Putz gemalt hat. Bisweilen zeigen sich die Bilder nicht auf farbigen, sondern auf weißen Stucco gemalt. Dies kann einen doppelten Grund haben: entweder ist der Raum für die Bilder aus dem gefärbten Putz herausgeschnitten und mit frischem Fresco-Putz ausgestrichen, und dann zeigt sich ein kleines Uebergreifen des Bildrandes über den Grund, — oder sie sind auf eigene Tafeln alfresco gemalt und eingesetzt und pflegen alsdann von einer kleinen verschmierten Fuge umzogen zu sein. Uebrigens nimmt Donner auch das häufige Vorkommen späterer Retouche durch Farben mit Bindemitteln an.

Eine Frage, wie die Niete einer angenieteten Console wirken, beantwortet Hr. Schwedler dahin, daß dieselben sowohl durch die Abscheerungskraft, als auch durch das Biegemoment in Anspruch genommen werden, und zwar müssen die Niete der Mitte vorzüglich Widerstand gegen Abscheeren, oben und unten durch Zug und Druck gegen Biegen abgeben. Ist das Consol aber weit ausladend, mit wenig Belastung, so fällt die Inanspruchnahme auf Abscheeren sehr klein aus. Sitzt das Consol auf einem Pfeiler, so ist dasselbe wie ein Balken auf einem Stützpunkt anzusehen, indem die Hinterlast durch Anker angeschlossen wird, welche an einen größeren Mauerkörper angreifen müssen.

Demnächst beantwortet Herr Schwedler die Frage, welches der Maximaldruck sei, der bei den Pendellagern eiserner Brücken in Rechnung zu ziehen sei. Es kommt darauf an, zu untersuchen, wie sich die Elastizität des Cylinders verhält im Vergleich zu derjenigen der darauf drückenden Platte, oder wieviel sich der Cylinder breit drückt. Wollte man, ohne dies Breitdrücken in Betracht zu ziehen, die Belastung nur so groß nehmen, daß die mittlere Faser des Cylinders nicht über die Elasticitätsgrenze hinaus verkürzt werde, so würde man sehr große Pendellager bekommen. Jedoch kann man, da sich die Platte immer etwas der Biegung anschließt, über die Elasticitätsgrenze hinausgehen und pro lfd. Zoll 1 Centner Belastung rechnen. Als einen analogen Fall führt Herr Schwedler das Verhalten der Eisenbahnräder und Schienen an; hier berühren sich die beiden Flächen sogar nur in einem Punkte, die Praxis lehrt aber, daß auf ein Rad im Maximum 130 Centner gelastet werden können, und die

Schienen sich doch erst nach einer Reihe von Jahren breit quetschen, trotzdem bei jedem Uebergang des Rades die Elasticitätsgrenze beträchtlich überschritten wird. —

Zu einer schon in voriger Sitzung besprochenen Frage nach den Ziegelmaassen im Königreich Sachsen macht Herr Lämmerhirt folgende ergänzende Mittheilungen:

Die gesetzlichen Maasse für Mauersteine — das Gesetz ist jedoch sehr alt — ist 12 Zoll lang, 6 Zoll breit, 3 Zoll stark. Dafs diese Zusammensetzung von Maassen für den Gebrauch nicht praktisch ist, sieht man sofort. Brauchte man keinen Mörtel in den Fugen, so wäre dies Verhältnis richtig; da jedoch Mörtel nothwendig ist, so werden an den Maassen kleine Veränderungen vorgenommen. Die hauptsächlichsten Formen sind:

12 Zoll lang, $5\frac{3}{4}$ Zoll breit, 3 Zoll stark.

$11\frac{1}{2}$ " " $5\frac{1}{2}$ " " 3 " "

Es giebt nun in der Stärke mitunter auch kleine Differenzen, indem manche Steine bloß $2\frac{7}{8}$ Zoll, manche $3\frac{1}{2}$ Zoll stark sind, doch hängt das mehr davon ab, ob die Form eine neue oder eine schon lange gebrauchte ist; meistens sind die Steine, wie schon oben erwähnt, 3 Zoll stark. Andere Maasse giebt es in ganz Sachsen nicht.

Die davon abhängigen Einheitsmaasse für die Wandstärken sind:

1 Stein = 12 Zoll oder $\frac{1}{2}$ Elle,

$1\frac{1}{2}$ - = 18 - - $\frac{3}{4}$ -

2 - = 24 - - 1 - u. s. w.

Diese Maasse treffen in Sachsen in der Wirklichkeit ziemlich genau zu, es differiren dieselben je nach der Gröfse der Steine höchstens um $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll, was sich bei Zusammensetzung der gegebenen Abmessungen von selbst ergibt. — Hinsichtlich der Berechnung nimmt man auf 1 Cub. Elle Ziegelmauer, sofern bloß lichte Oeffnungen in den Mauern abgezogen werden, 50 Stück Steine an. Ob wirkliche Mauermaße gerechnet wird, oder ob die Oeffnungen in ihrer lichten Weite abgezogen werden, spielt in sofern eine ziemliche Rolle, als alle Einfassungen von Oeffnungen, als Fenster, Thüren etc., von Sandstein sind, desgl. auch Simse. —

Eine weitere Frage, wie die Uebertragung des bisher üblichen Maasses in das Metermaass erfolgen werde, und ob diese Frage nicht Gelegenheit zur Einführung eines einheitlichen Ziegelmaasses für Norddeutschland bieten könne, beantwortet Herr Lämmerhirt dahin, dafs der Verein für Ziegelfabrikation dem Architekten-Verein seinen Standpunkt zu dieser Frage mittheilen, und denselben zu gemeinsamem Vorgehen auffordern werde. Die vorgeschlagenen Abmessungen der Ziegel nach Metermaass wären:

250 Mm. lang, 120 Mm. breit, 65 Mm. hoch,

oder $9\frac{7}{8}$ Zoll - $4\frac{7}{8}$ Zoll - $2\frac{1}{2}$ Zoll -

Hiernach giebt Herr Schwedler noch einige Notizen über die Hamburger Elbbrücke. Dieselbe erhält Fachwerksträger, deren obere und untere Gurtung, jede in derselben Ausbildung wie der Bogen der Coblenzer Brücke, nach Art der Fischbauchträger zusammenstoßen. Für schiefe Belastungen sind Versteifungen angebracht; jeder Träger erhält ein festes und ein bewegliches Auflager. Besondere Schwierigkeiten der Berechnung machen die bei der Ueberkreuzung beider Gurtungen sich bildenden Dreiecke, in denen gezogene und gedrückte Theile sich überschneiden; eine fernere Schwierigkeit machte das hohe Auflager der Träger in den Thürmen, welche die Pfeiler bekrönen.

Versammlung am 20. März 1869.

Vorsitzender: Hr. Böckmann. Schriftführer: Hr. Eggert.

Hr. Lämmerhirt berichtet in einem längeren Vortrage über die Verhandlungen im Verein für Ziegelfabrikation, die Einführung eines gemeinschaftlichen Ziegelformates betreffend.

Die Dimensionen der in Deutschland üblichen Formate von Ziegelsteinen schwanken von

12 Zoll Länge zu 6 Zoll Breite zu 3 Zoll Stärke,

bis 7 " " " $3\frac{1}{4}$ " " " $1\frac{7}{8}$ " "

In Belgien, England, Frankreich und Italien hat man meist wesentlich kleinere Steine. In Deutschland hat das sogenannte mittlere Format die ausgedehnteste Verbreitung gefunden, was als ein Beweis vorzüglicher Brauchbarkeit angesehen werden kann. Die Maasse desselben in das Metermaass übertragen, sind: 10 Zoll Länge = 0,2615 M., $4\frac{1}{2}$ Zoll Breite = 0,1264 M., $2\frac{1}{2}$ Zoll Stärke = 0,65 M. Die Fuge ist auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll anzunehmen, im Mittel = 0,011 M. Demnach sind Mauern von

$1\frac{1}{2}$ Stein 0,399, rot. 0,400 M. stark,

2 " 0,535, " 0,535 " "

$2\frac{1}{2}$ " 0,672, " 0,670 " "

Unter Annahme von $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke bei einer Mittelmauer eines vierstöckigen Gebäudes, meist dem constructiv schwächsten Theile des Baues, gewähren diese Maasse selbst unter der ungünstigen Annahme, dafs nach Abzug von Thüren und Schornsteinröhren nur die Hälfte der Grundfläche in Rechnung zu ziehen sei, noch 3- bis 4fache Sicherheit. Eine geringe Reduction der Ziegelmaasse sei daher zulässig, sie liege sogar sowohl im Interesse des Bauherrn, dem sie einen kleinen Gewinn an Raum und eine geringe Ermäßigung des Preises gewähre, als auch im Interesse des Fabrikanten, welchem dadurch eine leichtere Handhabung der Formen bei Herstellung der Steine ermöglicht werde, was namentlich bei dem Betriebe mit Handarbeit von grofser Bedeutung sei. Die Stärke der Steine sei besonders aus Rücksichten für ein vollkommenes, gleichmäßiges Austrocknen und Durchbrennen nicht zu grofs zu wählen. Nach alledem sei in der Verhandlung der Ziegelfabrikanten für ein neues Format eine Länge von 0,250 M., eine Breite von 0,120 M., eine Stärke von 0,065 M. als durchaus angemessen vorgeschlagen, das sind etwas kleinere Maasse als die des jetzigen mittleren Formats. Die Fuge ist dabei zu 0,010 M. gerechnet; darnach würden sich die Maasse ergeben für

$1\frac{1}{2}$ Stein 0,380 M. = $14\frac{1}{2}$ Zoll gegen früher $15\frac{1}{2}$ Zoll,

2 " 0,510 " = $19\frac{1}{2}$ " " " $20\frac{1}{2}$ " "

$2\frac{1}{2}$ " 0,640 " = $24\frac{1}{2}$ " " " $25\frac{1}{2}$ " "

Ein Vorschlag, die Stärke auf 0,070 M. (ca. $2\frac{3}{8}$ Zoll) anzunehmen, so dafs 12 Schichten $12(70 + 13) = 0,996$ M., d. i. rot. 1 M. geben würden, wurde verworfen, da man diese Stärke schon für zu grofs hielt, um gehörig durchgebrannt werden zu können. Ebenso nahm man davon Abstand, die Stärke mit den Breitendimensionen in Zusammenhang zu bringen, so dafs 2 Stärken + Fuge gleich der Breite wären ($2 \cdot 55 + 10 = 120$), was allerdings eine möglichst einfache Verbindung von Rollschichten mit Flachsichten würde ermöglicht haben.

Nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick auf die Entstehung der Bestimmungen über die jetzt üblichen Ziegelmaasse zeigt der Vortragende an einzelnen eklatanten Fällen die grofsen Nachtheile und Unbequemlichkeiten, die sich aus der Anwendung verschiedener Ziegelformate ergeben, und kommt zu dem Schlusse, dafs ein einheitliches Ziegelformat wenigstens für Norddeutschland eine unabweisbare Forderung der Zeit sei. Die Resultate der Verhandlungen der Ziegelfabrikanten sind in folgende Resolution zusammengefaßt:

1) Es ist nothwendig, daß die bisher gebräuchlichen Ziegelformate mit dem neu einzuführenden Metermaafse in Einklang gebracht werden.

2) Es ist zweckmäfsig und durchführbar, im ganzen norddeutschen Bunde nur ein einziges gleiches Ziegelformat gelten zu lassen.

3) Es ist wünschenswerth, daß das neu festzustellende Ziegelformat kleiner sei, als das bisherige mittlere Format, also etwa $250 \times 120 \times 65$ Millimeter habe.

4) Klinker machen hiervon eine Ausnahme.

Der Vortragende wünscht schließlic, daß sich der Verein in einer späteren eingehenden Berathung dieser Resolution der Ziegelfabrikanten anschließen möge.

In einer sich an diesen Vortrag knüpfenden kurzen Debatte bezweifelt Herr Möller, daß es angemessen und durchführbar sei, ein einziges Format durch ganz Norddeutschland einzuführen. Die östlichen Provinzen seien an wesentlich gröfsere, die westlichen an wesentlich kleinere Dimensionen als die vorgeschlagenen gewöhnt und würden sich dagegen sträuben, auferdem sei aber bei der Bestimmung der Dimensionen von Ziegelsteinen die Güte des vorhandenen Materials wohl zu berücksichtigen; er wünscht daher noch die Zulassung eines kleineren Maafses.

Hr. Baurath Hase aus Hannover hält aus ästhetischen Rücksichten auf die Ausbildung des Backstein-Rohbaues die vorgeschlagenen Maafse für zu klein, wünscht aber ebenfalls neben einem gröfseren noch ein zweites kleineres Format. Hr. Heidman weist durch Rechnung nach, daß bei $1\frac{1}{2}$ Stein starker Mittelmauer eines vierstöckigen Wohnhauses selten ein grofser Ueberschufs an Tragfähigkeit vorhanden sei; er hält daher eine wesentliche Verringerung der üblichen Dimensionen für unsere Verhältnisse für unzulässig. Gegen die tatsächliche Einführung kleinerer Steinmaafse bei hiesigen Fabrikanten lasse sich von Polizei wegen nichts thun, so lange die Stabilität eines Baues durch Rechnung als gesichert nachgewiesen sei.

Gegen die Befürchtung des Herrn Möller, daß die westlichen Provinzen sich gegen die vorgeschlagenen Maafse erklären möchten, erwiedert Hr. Lämmerhirt, daß sich in der Versammlung der Ziegelfabrikanten viele Vertreter aus

Städten der westlichen Provinzen unbedingt für die Resolution erklärt hätten.

Hr. Kyllmann macht im Anschluß an vorigen Vortrag darauf aufmerksam, daß es in Frankreich üblich sei, Metermaafse stets nach ganzen Metern und nicht nach Theilgröfsen desselben zu schreiben (0,06 Meter, nicht 60 Millimeter oder 0,006 Meter, nicht 6 Millimeter), was aber Hr. Lämmerhirt betreffs kleinerer Dimensionen bestreitet, die man mit Vorliebe nach Millimetern angäbe. —

Es folgen zum Schluß einige Fragebeantwortungen.

Hr. Koch erklärt, daß zum Abbruch mehrjochiger Bogenbrücken dieselben Hilfsmittel wie beim Aufbau, nur in umgekehrter Weise, anzuwenden seien; unter Umständen sei event. die neu aufgebrachte Construction mit Vortheil für diesen Zweck zu benutzen; Veröffentlichungen derartiger Ausführungen sind nicht vorhanden.

Ueber den Schutz hölzerner Fußböden durch einen Ueberzug mit Wasserglas liegen keine Erfahrungen vor. Als bestes Schutzmittel eichener Fußböden, die starker Abnutzung und dem Vergießen von Flüssigkeiten (Bier) ausgesetzt sind, wird sorgfältiges, wiederholtes Oelen empfohlen.

Endlich hat Hr. Weingarten eine Anfrage nach Werken über reine und angewandte Mathematik, die sich für das Studium zum Baumeister-Examen für Bauführer in der Provinz besonders eignen sollen, schriftlich beantwortet.

Er hält ein solches Studium aus einem oder einigen wenigen Werken im Allgemeinen für sehr schwierig und unzureichend; am meisten kann er, aber auch nur sehr bedingungsweise, die folgenden Werke empfehlen:

a) Reine Mathematik (gleichzeitig zu benutzen):

Minding, Differential- und Integral-Rechnung, Theil I, — Spell, Elemente der Infinitesimal-Rechnung, — Schölmilch, Aufgabensammlung aus der Differential- und Integral-Rechnung.

b) Angewandte Mathematik:

Poinsot, Elemente der Statik, — Minding, Differential- und Integral-Rechnung, Theil II, — Ritter, Statik und Mechanik, — Navier, Résumé des leçons de mécanique rationelle, Ausgabe von Bertrand.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 11. Mai 1869.

Herr Liebenow legte eine auf amtliche Veranlassung von ihm bearbeitete Karte von Deutschland vor, worin der gegenwärtige Stand des Eisenbahn-Netzes, einschließlic aller wesentlichen Projectlinien, dargestellt ist, und erläuterte dieselbe in Bezug auf die in den verschiedenen Staaten neuerdings zur Ausführung bestimmten Linien.

Herr Elsasser hielt einen Vortrag über die durch den Sturm am 7. December v. J. hervorgebrachten Zerstörungen an oberirdischen Telegraphenleitungen. Der Sturm trat Morgens 7 Uhr in Aachen auf und traf Abends in Pless und Myslowitz ein. Er legte pro Stunde 15 Meilen zurück. Der Theil Preussens nördlich einer Linie zwischen Hamburg und Posen blieb verschont. Es wurden von 277177 Stangen direct 698 umgeworfen, 116 durch darauffallende Bäume, Dächer u. s. w.

Viele Stangenbrüche sind vorgekommen, und zwar unter den mit Metallsalzen imprägnirten Stangen mehr, als unter den mit creosothaltigem Theeröl imprägnirten. An 228 Stellen

sind die Drähte gerissen, und zwar an 34 direct durch den Sturm, an 194 durch darauffallende Körper.

Der Vortragende gab danach noch eine vergleichende Zusammenstellung über die Dauer der verschiedenartig imprägnirten Stangen. Nicht imprägnirte Stangen dauern ungefähr 5 Jahre, so daß der jährliche Ersatz circa 79000 Stück beträgt und über 100000 Thlr. kostet. Die im Jahre 1852 mit Zinkchloryd oberflächlich imprägnirten Stangen haben in 16 Jahren 55,6 Procent Abgang gegeben, die vom Jahre 1856 bis jetzt 77,8 Procent Abgang. Im Wadel gefällt, lufttrocken und getrocknet vor der Imprägnation, hat schon bessere Resultate ergeben, nämlich nach dem dritten Jahre 4,4 Procent Abgang, nach dem sechsten 7 Procent, nach 14 Jahren $11\frac{1}{2}$ Procent Abgang. Bei der Imprägnation mit Kupfervitriol muß das Holz im Saft gefällt, ausgepresst und die Flüssigkeit eingepresst werden. Seit 1858 war der Abgang in 10 Jahren 11,9 Procent ziemlich gleichmäfsig. Bei gutem Eichenholz war nach 11 Jahren noch kein Abgang.

Herr Köpcke beschrieb eine auf der Rheinischen Eisen-

bahn ausgeführte Hebel-Combination zur Stellung der bei einer Eisenbahnkreuzung und Abzweigung erforderlichen Signale und Weichen, bei welcher die Hebel in ihrer Bewegung so von einander abhängig gemacht worden sind, daß sich widersprechende Signale nicht gegeben werden können. Derselbe knüpfte hieran die Beschreibung englischer und französischer ähnlicher Vorrichtungen.

Beim Schluß der Sitzung wurden die Herren Regierungs-

Assessor Stappenbeck, Mitglied der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn-Direction, Geheimer Baurath Lüddecke, vortragender Rath im Ministerium für Handel, und der Bau-Unternehmer Jos. Steinfeld als einheimische Mitglieder, sowie der Baumeister Schultze in Herford und Ober-Bau-inspector Dresel in Stettin als auswärtige Mitglieder durch übliche Abstimmung in den Verein aufgenommen.

L i t e r a t u r.

Handbuch der Wasserbaukunst von G. Hagen. Erster Theil. Die Quellen. Band I. 383 Seiten mit Atlas von 10 Kupfertafeln. Berlin, Ernst & Korn. 1869.

Die Lösung der bedeutenden Aufgabe, welche sich Hagen gestellt hatte, das Gebiet der Wasserbaukunst in einem Handbuche zu bearbeiten, wurde von ihm 1840 begonnen und erst 1865, also nach 25 Jahren, beendigt. Es ist dies zwar ein großer Zeitabschnitt, welchen diese Aufgabe in Anspruch genommen hat; wenn man aber berücksichtigt, daß es sich dabei nicht allein um eine Zusammenstellung des vorhandenen Materials handelte, sondern daß die Materie eine völlig selbstständige, in vielen Beziehungen auf neue Grundlagen gestellte Bearbeitung erfahren hat, die ferner zu besonderen umfangreichen Vorarbeiten drängte, so ist doch gerade diese Lösung der Aufgabe am meisten den Wünschen der Fachgenossen entgegengekommen, und alle, die jüngeren wie die älteren, waren erfreut, als ihnen in dem abgeschlossenen Werke ein Wegweiser in den wechselnden Aufgaben des praktischen Lebens gegeben war. Es ist kein unvorrückbar fester Stützpunkt, auf welchem man ausruhend die Wechselfälle der technischen Aufgaben erwarten und an sich herantreten lassen kann, sondern es ist ein Wegweiser, der die verschiedenen Richtungen bezeichnet, auf welchen man bei sorgsammer Erwägung der Verhältnisse zum Ziele gelangen kann.

Aber die rapide Entwicklung der Technik in diesen vergangenen 25 Jahren hat nach kaum vollendetem Abschluß des ganzen Werkes den Verfasser veranlaßt, mit neuer Kraft an die Umgestaltung der ersten beiden Theile heranzutreten, und dies um so mehr, als auch die theoretischen Grundlagen der hier vertretenen Gebiete mannigfache Wandlungen, besonders unter der Mitwirkung des Verfassers erfahren haben.

Wenn der Autor in der Vorrede den Hinweis auf den Zusammenhang der hierher gehörigen physikalischen Erscheinungen von besonderer Wichtigkeit bezeichnet und aus den in neuerer Zeit angestellten Beobachtungen die wahrscheinlichsten Resultate herleitet, um dadurch zu Gesetzen und Regeln zu gelangen, welche mit größerer Sicherheit als bisher auf zu erwartende Erfolge schließen lassen, so verlohnt es sich, diesem Wege, welcher von Hagen schon seit langer Zeit bei den verschiedensten Aufgaben verfolgt ist, näher zu treten und seine Ziele erkennbarer zu machen.

Der von Hagen eingeschlagene Weg findet in Mill's System der deductiven und inductiven Logik, welches die Principien der wissenschaftlichen Forschung in geordneter Schlußfolge darstellt, seine volle Bestätigung, und wenn dieser Weg in der Technik sich noch nicht überall die Anerkennung erworben hat, welche ihm zugestehen ist, so wird eine kurze Uebersicht desselben die Ueberzeugung gewinnen lassen, daß die aufgestellten Grundsätze einer syste-

matischen Forschung auf dieser Bahn das angestrebte Ziel einer größeren Sicherheit in den Gesetzen und Regeln gewiß erreichen lassen.

Jede zusammengesetzte Erscheinung oder Wirkung beruht auf Ursachen, und diese Ursachen in ihren Einzelheiten zu verfolgen, oder für jede einzelne Erscheinung die zugehörige Ursache aufzufinden und klar zu legen, ist ein Talent, welches sich mit der Uebung steigert. Um diese Ursachen zu finden, dient sowohl die Beobachtung, als auch das Experiment.

Bei der Beobachtung beurtheilt man die Erscheinung, wie sie sich eben bietet, stellt sie in Vergleich mit anderen gleichartigen Erscheinungen, und zieht hieraus Schlüsse auf die Ursachen, welche jene Erscheinung hervorriefen. Man benutzt den Fall, wie er sich eben bietet. Bei dem Experiment dagegen verändert man die Umstände der Art, daß sie dazu dienen, das zu erfassende Gesetz finden zu lassen. Bei der Beobachtung sieht man nur die Wirkung und schließt auf die Ursache, bei dem Experiment verändert man die Ursache und beobachtet die Wirkung. Das Letztere ist die unbegrenzte Ausdehnung des Ersteren. In der Wasserbaukunst treten beide Prüfungen auf.

Wir können aus der Beobachtung der Regenmengen an einer bestimmten Station unter Vergleich mit den bestehenden Windrichtungen schließen, daß die westlichen Winde wesentlich die Niederschläge bedingen, die östlichen Winde selbige beschränken, und daraus weitere Schlußfolgen auf die bestehenden Ursachen machen; wir können dies je nach dem Eintritt nasser oder trockener Jahre unter Vergleich mit den bestehenden Windrichtungen verificiren, wir können aber diese Wirkungen nicht experimentell erzeugen, sondern müssen uns auf die Beobachtung beschränken; dagegen kann man die Erscheinung der leichteren und schnelleren Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen bei höheren Temperaturen durch das Experiment erzeugen und je nach Veränderung der Temperatur aus der hervortretenden Wirkung das Gesetz der entstehenden Bewegung folgern.

Die Beobachtung ist also da am Platze, wo nichts auf die Ursache führt, wo nur der Eintritt der veränderten Erscheinung bei der Wirkung uns Schlußfolgen auf die unbekannte Ursache ermöglicht; sie bleibt also abhängig von dem zufälligen Eintritt gleichartiger Erscheinungen unter veränderten Umständen und läßt die unveränderliche Ursache finden. Das Experiment hat dagegen dann den Vorzug, wenn die Ursachen bekannt sind und uns in den Stand setzen, durch Veränderung ihrer Umstände auch die Wirkung zu verändern, dadurch das Gesetz der Erscheinung in seine Gliederungen zu zerlegen, festzustellen und so die unbedingte Ursache zu finden.

Wie sich hieraus ergibt, wird der Weg des Experiments

ungleich fruchtbringender sein müssen, als der Weg der Beobachtung, und wir können schon hier, bezüglich der ersten Ausgabe des Handbuches der Wasserbaukunst von Hagen, das Zeugniß nicht zurückhalten, daß der vom Autor vielfach beschrittene Weg des Experiments bei der Prüfung der verschiedensten Aufgaben von durchschlagendem Erfolge begleitet gewesen ist.

Aber auch das Experiment bedarf einer sorgsam und in seinen Einzelheiten wohlüberlegten Folge.

Die experimentelle Forschung beschreitet nach Mill vier Methoden, um zu ihrem Ziele zu gelangen:

1. Die erste Methode, die Methode der Uebereinstimmung, besteht darin, daß man verschiedene Fälle, in denen die Erscheinung stattfindet, mit einander vergleicht und alsdann folgert, daß:

wenn zwei oder mehr Fälle einer zu erforschenden Naturerscheinung nur einen einzigen Umstand gemein haben, so ist nur der Umstand, in welchem alle Fälle übereinstimmen, die Ursache (oder die Wirkung) einer gegebenen Naturerscheinung.

2. Die zweite Methode, die Methode des Unterschiedes, beruht darauf, daß man Fälle, in denen die Erscheinung stattfindet, mit in anderer Beziehung ähnlichen Fällen, worin sie nicht stattfindet, vergleicht, und dann schließt, daß:

wenn ein Fall, in welchem die zu erforschende Naturerscheinung eintritt, und ein Fall, worin sie nicht eintritt, alle Umstände mit Ausnahme eines einzigen gemein haben, und dieser eine nur in dem ersten Falle vorkommt, so ist der Umstand, durch welchen allein die zwei Fälle sich unterscheiden, die Wirkung oder Ursache oder ein nothwendiger Theil der Ursache der Erscheinung.

2a. Eine aus diesen beiden Methoden combinirte, die vereinigte Methode der Uebereinstimmung und des Unterschiedes, folgert:

Wenn zwei oder mehr Fälle, in welchen die Naturerscheinung stattfindet, nur einen Umstand gemein haben, während 2 oder mehr Fälle, in welchen sie nicht stattfindet, nichts als die Abwesenheit dieses Umstandes gemein haben, so ist der Umstand, in welchem die 2 Reihen von Fällen allein differiren, die Wirkung oder Ursache oder ein nothwendiger Theil der Ursache der Erscheinung.

3. Die dritte Methode, die Methode der Rückstände oder Reste, schließt:

Man ziehe von einer gegebenen Naturerscheinung alle die Theile ab, welche durch vorhergehende Inductionen auf bekannte Ursachen bezogen werden können, so wird der Rest die Wirkung derjenigen Ursachen sein, die übersehen wurden, oder deren Wirkung bis dahin eine unbekannt GröÙe war.

4. Die vierte Methode, die Methode der sich begleitenden Veränderungen, giebt die Regel:

Eine Naturerscheinung, die sich verändert, wenn sich eine andere Naturerscheinung in irgend einer besonderen Weise verändert, ist entweder eine Ursache oder eine Wirkung dieser Naturerscheinung, oder durch irgend einen Causalzusammenhang damit verknüpft.

Die Untersuchungen, welche Hagen auf dem Gebiete der Wasserbaukunst ausgeführt hat, schliessen sich dieser methodischen Folge in Beobachtung und Experiment völlig an. Dieselben tragen aber bei dem labilen Körper des Wassers große Schwierigkeiten, und lassen keineswegs immer einfache Gesetze finden, sondern gestatten oft nur, bestimmte

Gleichförmigkeiten aus den Beobachtungen oder Experimenten festzustellen, deren Richtigkeit oder Sicherheit sorgfältig zu prüfen bleibt. Aus diesem Grunde haben diese Untersuchungen auch vorzugsweise auf dem Felde der ersten vorgenannten Methode stattgefunden. Diese so gewonnenen Resultate können aber noch immer nicht als ein letztes Gesetz angesehen werden, so lange die Beobachtungen oder Experimente einzelne Abweichungen zeigen, welche mit einem solchen nicht in vollem Einklange stehen würden, wie dies in den hier vorliegenden Fragen meist noch der Fall ist. Das Gefundene ist also kein letztes Gesetz, sondern ein empirisches Gesetz, eine beobachtete Gleichförmigkeit, von der man vermuthet, daß sie in einfache Gesetze zerlegt werden kann, aber noch nicht zerlegt ist. Dieses zeigt sich namentlich bei der Erscheinung zusammengesetzter Wirkungen, welche nicht auf eine einfache Ursache, sondern auf die Gesamtwirkung mehrerer Ursachen schliessen lassen, wie dies im Gebiete der Hydraulik sich stets wiederholt.

Das empirische Gesetz umfaßt daher einen Complex von Ursachen, es ist mithin eine Generalisation und kein Causalgesetz; es ist der Erfolg der Methode der Uebereinstimmung, welche das Ganze der Umstände bestimmt, das dem Eintritt einer Erscheinung gemein ist, welche aber nicht, wie die übrigen Methoden, die Mittel besitzt, das Ganze dieser Umstände in seine Einzelheiten zu zerlegen.

Je mehr die gefundene Gleichförmigkeit sich der Erfahrung als wahr anschließt, desto mehr nähert sich dieselbe der Klasse der empirischen Gesetze, desto mehr gewinnt das empirische Gesetz an Glaubwürdigkeit, desto mehr ist dasselbe von zufälligen Erscheinungen unabhängig gemacht, desto mehr steigert sich die Wahrscheinlichkeit, es in die Reihe der Causalgesetze zu bringen.

Wo also die gefundenen empirischen Gesetze Zweifel in sich erkennen lassen, da giebt die Wahrscheinlichkeit den Maßstab für die gröÙere oder geringere Berechtigung dieser Zweifel; aber man darf dabei nicht übersehen, daß die Verbesserung der Beobachtung oder des Experimentes ungleich nutzbringender ist, als der sorgfältigste Calcül.

Die Beobachtung der Thatfachen muß mit möglichster Schärfe, mit freier Unbefangenheit erfolgen, soll die verlangte Antwort, welche der Calcül giebt, ob wir uns der Wahrheit in unseren Schlusfolgen nähern, Anspruch auf Vertrauen machen; sie wird aber auch bei einer methodischen Befolgung, bei welcher die Thatfachen immer mehr zergliedert werden, die Antwort specialisiren, das empirische Gesetz dem Causalgesetz näher bringen. So gelingt es, mit den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitslehre in Gebiete einzudringen, Licht hinein zu tragen und damit zu Gesetzen und Regeln zu gelangen, welche — hier zu des Autors Ausspruch zurückkehrend — mit gröÙerer Sicherheit als bisher auf die zu erwartenden Erfolge schliessen lassen.

Schon im Jahre 1837 wurden von Hagen die Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Zwecke des Ingenieurfaches zusammengestellt, um deren Einführung in die verschiedenen Zweige desselben zu fördern. Leider ist diese Anregung nicht von dem Erfolge begleitet gewesen, welcher erwartet war, und so hat der Verfasser im Jahre 1867 diese Principien in einer Umarbeitung mit vielen Erweiterungen den Fachgenossen in's Gedächtniß gerufen, nachdem schon früher von seiner Seite deren Wichtigkeit in vielfachen Beispielen und kritischen Untersuchungen klar gelegt war.

Diese neuere Ausgabe wird ihren Weg hoffentlich bereits mehr in die Hände der Fachgenossen gefunden haben, als dies bei der älteren Ausgabe stattgefunden hatte, und dem

Verfasser, in einer besseren Erfahrung des Glückens seiner Bestrebungen, die mühevollen Arbeit lohnen.

Zu diesem eingeschlagenen Wege führte den Verfasser, wie er selbst sagt, der Wechsel des Studiums. Im Anfang der Astronomie folgend und dann zur Baukunst sich wendend, mußte gewiß der Unterschied zwischen beiden grell hervortreten. Auf der einen Seite die grösste zu erreichende Schärfe in den Beobachtungen und daraus herzuleitenden Ursachen resp. Folgerungen, auf der anderen Seite der vermeintliche praktische Blick, welcher es für genügend erachtet, aus einigen Wahrnehmungen in Verbindung mit dem theoretischen Calcül Gesetze zu schaffen, die als Grundlage umfangreicher, kostspieliger Ausführungen dienen mußten. Je mehr dem Verfasser eine Prüfung dieser bisherigen theoretischen Unterlagen in ihrer Unsicherheit klar legte, desto mehr erwuchs auf der einen Seite die Aufgabe, jene Prüfung auszudehnen, um die Fehlerquellen der bisherigen Baupraxis völlig kennen zu lernen, desto nothwendiger wurde es auf der anderen Seite, nicht blos den Stab über das Vorhandene zu brechen, sondern auch neue Grundlagen auf festeren Fundamenten zu schaffen.

Aber auch diese Aufgabe war keine leichte, denn sie schloß neben der rein wissenschaftlichen Arbeit auch noch die Ueberwindung der allmählig fest eingewurzelten Lehren der früheren Zeit in sich. Hatten letztere einen gewissen Schematismus in die Wasserbaukunst getragen, der sich zu einer Fessel für die weitere Förderung der wissenschaftlichen Principien ausgebildet hatte, so waren in Folge davon auch die verschiedenen Fragen als abgeschlossen angesehen worden, und Zweifel an dem Bestehenden, was sich unter der Aegide von Autoritäten entwickelt hatte, glitten an dem lang bewährten Uebergewicht der letzteren ab.

Indefs trotz aller dieser Schwierigkeiten erwuchs in einer durchaus unbefangenen Beurtheilung der hydrodynamischen Aufgaben durch die sorgsamste Abwägung aller eintretenden Erscheinungen und durch die, mittelst der Wahrscheinlichkeitsrechnung, erreichbare Annäherung an allgemeine Wahrheiten, sowie der gesichteten und in den Calcül übertragenen Erfahrungsergebnisse in dem Autor eine Ueberzeugungstreue, welche erstere überwinden und den einmal betretenen Weg unbeirrt verfolgen liefs.

Es ist hier an vielfache Arbeiten im Anschluß an Experimente oder Beobachtungen zu erinnern, wie an die Untersuchungen über die Spannung der Oberflächen von Flüssigkeiten, der Bewegung des Wassers in Röhren mit Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur, der Bewegung des Wassers in Strömen, der Erscheinung von Fluth und Ebbe in der Ostsee, der Wirkung des Windes auf den Sand, der Untersuchung der Wellenbewegung, abgesehen von manchen anderen rein theoretischen Arbeiten; durchweg Gebiete, in denen die früheren Grundlagen zum Theil erschüttert resp. als nicht zutreffend erkannt, verlassen und ein selbstständiger Weg mit Erreichung correcterer Resultate beschritten wurde.

Auf der anderen Seite aber wurde bei der Edition des Handbuches der Wasserbaukunst nicht die Fassung früherer Werke gewählt, welche in den einzelnen Gebieten für den Ingenieur ein Schema schufen, sondern es wurde durchweg der Gedanke des Referats über das vorhandene reiche Material festgehalten, welches zwar die bewährteren Methoden in Specialfällen kennzeichnete, nie aber das eigene Urtheil des Lesers occupirte, ihm eine Grenze zu ziehen versuchte, sondern demselben einen völlig freien Spielraum gab.

Gerade diese letzte Form hat dem Verfasser manchen Vorwurf eingetragen, und dieser Vorwurf erhob sich haupt-

sächlich von derjenigen Seite, welche entweder nicht mit vollem Selbstvertrauen auf das eigene Urtheil an die Lösung der Aufgaben tritt, sondern sich gern auf das überragende Urtheil bewährter Autoritäten stützt, oder welche nicht immer geneigt ist, tiefer in den Gegenstand einzudringen, sondern es vorzieht, sich mit den Resultaten, der Quintessenz einer weitgreifenden Untersuchung, für die eigene Praxis zu begnügen, ohne daran zu denken, dafs Ursache und Wirkung, Voraussetzung und Folgerung ein fest verbundenes Ganzes bilden, dafs nur dann ein erstrebtes Ziel mit bestimmten Methoden erreicht wird, wenn diese Methoden auf richtigen Voraussetzungen beruhen, deren eingehende Prüfung man aber nicht entbehren kann.

Dagegen weckte diese Form gerade den Sinn für das eingehendere Studium, sie leitete darauf hin, das eigene Urtheil an jede Aufgabe in vorurtheilsfreier Form, nicht beengt durch die abgeschlossenen Arbeiten früherer Autoritäten, anzulegen, sie löste die Fessel, in welcher dieses Urtheil früher gefangen lag, und ermöglichte es, dafs man im Studium aus dem Zustand der Ruhe wieder in den der Bewegung, und zwar der Bewegung zum Fortschritt übergang.

Von dieser Seite betrachtet, wird man erkennen, dafs diese oft falsch beurtheilte Fassung der Darstellung ihre recht fruchtbringende Folge gehabt hat, und dafs jener Vorwurf für den Autor ein großes Anerkennniß über die richtige und scharfe Beurtheilung der Verhältnisse in sich schließt.

So ergibt sich, dafs der Verfasser nach vielen Richtungen hin mit großem Erfolge seine Thätigkeit geäußert hat. Er hat in den bisher befolgten Grundsätzen der Wasserbaukunst gesichtet, mit unnachsichtlicher Schärfe die bisherigen Unterlagen geprüft, und was der Prüfung nicht Stand hielt, als unhaltbar verlassen; er hat neue Wege gebahnt, die schroffe Stellung von Theorie und Praxis versöhnt, erstere hoch zur Geltung gebracht, letztere nur so weit als auf richtiger Basis stehend begrenzt, als sie in ihren Ausführungen in vollem Einklange mit einer berichtigten theoretischen Anschauung steht.

Andere Principien sind an die Stelle der aufgegebenen gestellt, und dieselben an der Seite der Erfahrung vorurtheilsfrei geprüft. Er sprengte die Fesseln, in welche das Fach durch den früheren Schematismus gelegt war, und machte es frei und fähig, sich dem Fortschritt zuzuwenden, er räumte dem unbefangenen Urtheile seine berechnete Stellung ein.

Dies sind die Ziele, welche in Hagen's Arbeiten unverkennbar sich aussprechen, und von dem unermüdelichen Streben, diese Ziele zu erreichen, legt jede neue Arbeit auch ein neues Zeugniß ab.

Es ist gewiß lohnend, diese Charakteristik zu gewinnen, durch die sich das Handbuch der Wasserbaukunst so wesentlich von dem Inhalte anderer Schriften unterscheidet, durch welche dasselbe mit Erfolg darauf hingewirkt hat, einen Umschwung in Ansichten und Urtheilen hervor zu bringen.

Von diesem Standpunkte aus darf man erwarten, dafs die Umarbeitung in den einzelnen Zweigen der Wasserbaukunst denselben Principien folgt, welche allen Arbeiten Hagen's gemein sind.

Was die in der Entwicklung reiche und in dem Fortschritte der Wasserbaukunst seit den letzten 30 Jahren vergangene einflussreiche Zeit geschaffen, soll in seinen richtigeren Ergebnissen seine Stelle finden, und dazu treten die eigenen eingehenden Arbeiten des Autors auf dem Gebiet der Hydrodynamik, welche hier niedergelegt werden.

Wenn endlich der Verfasser noch das rheinländische Fufsmaafs beibehalten und das Metermaafs als das zukünftige

Einheitsmaafs in Norddeutschland in die Umarbeitung nicht übertragen hat, so liegen die Gründe in den Anforderungen, welche derselbe an die Einführung eines gemeinsamen Maafses knüpft und die bereits 1861 von ihm ausführlich entwickelt sind. Sie beruhen in dem Umstande, dafs dem metrischen System keineswegs ein so sicheres Urmaafs zu Grunde liegt, als dem rheinländischen Fufs, dessen Urmaafs von Bessel in grosser Schärfe, und zwar in gröfserer Sicherheit dargestellt ist, als beim metrischen System, dessen Grundlagen immer die unsichere Toise von Peru bleibt, ein Endmaafs von 74 Pariser Zoll Länge, 18 Linien Breite und 3 Linien Stärke von Eisen, in einer für seinen wichtigen Zweck wenig brauchbaren, eigentlich ziemlich rohen Ausführung.

Diese Ansicht des Verfassers findet nunmehr seine volle Begründung, wenn es sich bestätigt, dafs eine internationale geodätische Conferenz für die Feststellung eines neuen metrischen Urmaafses berufen werden soll, und constatirt den fühlbaren Mangel dieser nothwendigen Unterlage eines gemeinsamen Maafses.

Der vorliegende erste Band des ersten Theiles, überschrieben „die Quellen“, umfaßt in 3 Abschnitten, wie in der älteren Ausgabe von 1852:

Abschnitt I. Atmosphärischer Niederschlag und Verdunstung.

Abschnitt II. Quellen und Brunnen.

Abschnitt III. Wasserleitungen.

Abschnitt IV. Entwässerungen und Bewässerungen, Gebiete, welche in vielen Beziehungen wesentliche Ergänzungen erfahren haben. Es mögen jedoch nur letztere hier in Kürze aufgeführt werden, um eine Uebersicht der stattgefundenen Umarbeitung dieses Bandes zu gewinnen, während alle diejenigen Theile, welche aus der früheren Ausgabe allseitig bekannt sind, einer besonderen Erwähnung selbstredend nicht bedürfen.

Abschnitt I.

Atmosphärischer Niederschlag und Verdunstung.

Gerade in den letzten Jahrzehnten hat durch die sorgfältigen meteorologischen Beobachtungen das Kapitel über die Niederschläge ein auf sicherer Basis ergänztes Material gewinnen können.

So lange dergleichen Beobachtungen im Interesse der Wissenschaft nur von einzelnen Forschern gemacht wurden, fand die Ausführung der Ombrometer mit Selbstregistrierung den Vorzug, welche jedoch nicht ohne Störungen arbeiteten, so dafs das Beobachtungsmaterial leicht lückenhaft oder unrichtig werden konnte.

Nachdem aber die Ueberzeugung von der Wichtigkeit der zu erzielenden Resultate zur Begründung fester systematisch geordneter meteorologischer Stationen drängte, mußte die Sicherheit der Beobachtungen zur Erzielung genauer Resultate in den Vordergrund treten.

Es wird daher in §. 2. der auf den preussischen meteorologischen Stationen übliche Apparat besonders mitgetheilt, welcher, möglichst alle Beobachtungsfehler meidend, die Höhe des Niederschlages in einer Glasröhre ohne weitere Reduction in $\frac{1}{10}$ des Pariser Zolles angiebt.

War schon in der älteren Ausgabe darauf hingewiesen, wie nur durch eine lange Reihe von Beobachtungsjahren die durchschnittliche Menge des jährlichen Niederschlages eines Ortes ermittelt werden kann, so konnte in der vorliegenden Auflage bereits das Resultat einer 20jährigen Beobachtung an den Hauptstationen Preussens, zu Tilsit, Königsberg, Stettin,

Breslau, Frankfurt a. O., Berlin, Erfurt und Cöln, gegeben werden. So waren die Regenmengen nach rheinländischen Zollen in

	Königsberg	Breslau	Berlin	Erfurt
nach den früheren Beobachtungen . . .	23,3	23,9	19,3	12,6
nach den neueren Beobachtungen . . .	23,3	21,5	21,4	19,8

was die grosse Verschiedenheit aus der Unsicherheit der Beobachtungen klar erkennen läßt.

Diesen Resultaten schließt sich noch eine neue Tabelle der durchschnittlichen jährlichen Regenmengen von 39 anderen Stationen mit Angabe der Beobachtungsjahre an, welche gewiß vielen Fachgenossen recht willkommen sein wird.

Eine neu aufgestellte Tabelle für die genannten preussischen Hauptstationen giebt die Vertheilung der Regenmengen auf die einzelnen Monate, und unterscheidet sich von der gleichartigen Tabelle der älteren Ausgabe durch den gleichen Beobachtungsabschnitt von 1858 bis 1863, welcher für alle Stationen gewählt ist, so dafs die verzeichneten Beobachtungen das Resultat gleichartiger meteorologischer Erscheinungen ergeben.

Das Gesamtergebnis der Beobachtungen für das nördliche Deutschland dagegen ist in einer Tabelle zusammengestellt, welche neben den absoluten Werthen auch die mittleren relativen Werthe der Vertheilung der Regenmenge auf die verschiedenen Monate angiebt und selbige in Vergleich stellt mit Nièvres, dem Centrum Frankreichs, und Algier.

Danach steigert sich im nördlichen Deutschland die Regenmenge vom Januar ab, erreicht ihr Maximum im Juli und fällt dann wieder gegen Schluß des Jahres hin ab, während zu Nièvres die Sommermonate eine geringere Regenmenge zeigen, vielmehr die Maxima derselben im April und October eintreten, in Algier dagegen in den Monaten Juni, Juli und August der Regen fast ganz verschwindet und die Niederschläge in den ersten und letzten Monaten des Jahres ihr Maximum erreichen.

Abschnitt II.

Quellen und Brunnen.

Zu den Beobachtungen, welche die Erscheinung verificiren, dafs die Wassermenge der Quellen der Differenz zwischen dem Niederschlag und der Verdunstung entspricht, sind viele in der neuesten Zeit gewonnene Data hinzugetreten, welche die Seine, Yonne, Saône, Garonne, Oder, Weser und Ems umfassen, und, je nach der weniger oder mehr gebirgigen Formation des Niederschlagsgebietes, die abgeführten Wassermassen zu durchschnittlich $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des jährlichen Niederschlages darstellen, wobei die Terrainbildung und der Umfang des Niederschlagsgebietes auch einen wesentlichen Einfluss auf die zwischen dem kleinsten und höchsten Stande abgeführten Wassermengen nachweist.

Namentlich sind die in letzter Zeit so vielfach erwähnten Untersuchungen am Mississippi von Humphreys und Abbot über diesen Gegenstand mitgetheilt, welche, je nachdem man sich der Mündung mehr und mehr nähert, die Verhältnisse des Maximums zum Minimum von 11:1 bis 4,2:1 zeigen und damit den Einfluss der Gröfse und Formation des Niederschlagsgebietes in den Beobachtungen widerspiegeln.

Diese Ergebnisse haben übrigens bei mannigfachen Aufgaben der Landesmelioration auch bei uns bereits ihre Bestätigung gefunden, nur fehlt es an einer ausreichenden Zahl von Beobachtungen, um bei bestimmten lokalen Verhältnissen ein sicheres Urtheil zu gewinnen, weshalb die mitgetheilten

Thatsachen als ein schätzbare Beitrag für derartige Fälle willkommen sind.

Bezüglich der eigentlichen Quellenbildung, welche in ihren verschiedenen Hypothesen, soweit solche nur historischen Werth besitzen, eine Abkürzung erfahren hat, ist eine interessante Beschreibung der eigenthümlichen hierher gehörigen Erscheinung des Carlsbader Sprudels beigelegt.

Die Brunnen haben in einer Darstellung der bekannten Abessinischen Brunnen eine Ergänzung gefunden, bei denen darauf hingewiesen ist, wie ihr reichlicher Wasserzufluss aus der wasserführenden Schicht darauf beruhe, dass sie durch Luftverdünnung in der Pumpe den Ueberdruck der Atmosphäre auf das Grundwasser wirkend machen, eine Wirkung, welche auch bei Brunnen mit weiten Kesseln von Donnet durch luftdichten Abschluss und Luftverdünnung erzeugt ist.

Bei den artesischen Brunnen beruht der Auftrieb des Wassers lediglich in der Druckhöhe, unter welcher die wasserführende Schicht sich befindet.

Aus der Quantität der ausfließenden Wassermasse des artesischen Brunnens zu Grenelle bei verschiedenen Steighöhen und Durchmesser der Steig- resp. Futterröhren ist der theoretische Rückschluss auf diese Druckhöhe versucht, und wenn auch dem Verfasser die Folgerungen auf die volle Druckhöhe selbst noch zweifelhaft erscheinen, so tragen dieselben doch mehr Gründe der Sicherheit in sich, als die angeführte gewagte Erklärung des Ingenieurs Michal.

Von besonderem Interesse sind die mitgetheilten gelungenen Versuche, dem Norddeutschen Kriegshafen „Wilhelmshafen“ durch einen artesischen Brunnen trinkbares Wasser zuzuführen.

Wenn die Ausführung artesischer Brunnen bei schwierigeren Verhältnissen in der Regel von Technikern des Bergfaches erfolgt, so tritt für den Bautechniker meistens die Aufgabe für weniger verwickelte Fälle in den Diluvialschichten hervor, und unter diesem Gesichtspunkte hat daher eine, gerade solche Fälle berührende, praktische Darstellung des Verfahrens bei Durchsenkung dieser Schichten aus den Erfahrungen eines Fachmannes hier Platz gefunden, während das Seilbohren als eine mehr historisch wichtige Ausführungsweise nur eine generelle Darstellung erfahren durfte.

Abschnitt III.

Wasserleitungen.

Eine vollständige Umarbeitung und Neugestaltung hat das Kapitel über die Bewegung des Wassers in Röhren gefunden, nachdem der Verfasser in Folge eigener Versuche bei engen Röhren unter verschiedenen Temperaturen des Wassers und daran geknüpfter Untersuchungen die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass die bisherigen Grundlagen keineswegs befriedigten, dagegen sorgsame Messungen von Darcy an der Wasserleitung Chaillot zu Paris Gelegenheit boten, die Bewegung des Wassers auch bei weiten Röhren gleichfalls eingehenderen Prüfungen zu unterwerfen, Prüfungen, die in der älteren Ausgabe nur im Anschluss an frühere weniger zuverlässige Versuche, hauptsächlich von Dubuat, Bossut und Couplet, hatten stattfinden können.

Die Untersuchungen über enge Röhren und den Einfluss der Temperatur sind in der vorliegenden Darstellung nur in kurzen Zügen mitgetheilt. Die umfassende Arbeit ist in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften, Berlin 1854, und Jahrgang IV der Zeitschrift für Bauwesen, pag. 357, specieller dargestellt und giebt eine volle Einsicht, wie mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Resultate wesentlich dazu dienten, die Erscheinung der Bewegung klarer über-

sehen zu lassen; sie giebt aber auch ein Bild, wie die Methoden des Experimentes zu einer Gliederung der Ursachen führten.

Indem der Autor die sorgsamsten Versuche an 3 engen Röhren anstellte, ergab sich, dass die Geschwindigkeit bei steigender Temperatur für gleiche Druckhöhen bis zu einem Maximum zunahm, dann bei dem Eintritt innerer Bewegungen unter Consumption eines Theiles der Druckhöhe zu einem Minimum abfiel, und von diesem Minimum dann, nachdem die inneren Bewegungen ausgebildet waren, mit der Druckhöhe wieder zunahm. Die Versuchsergebnisse wurden für die Druckhöhe h und die mittlere Geschwindigkeit c in dem allgemeinen Ausdruck

$$h = r + s \cdot c + t \cdot c^2$$

nach der Methode der kleinsten Quadrate auf die Coefficienten übertragen und nunmehr jeder Coefficient darauf geprüft, von welchen Größen er abhängt. Diese letztere Untersuchung führte auf den Ausdruck

$$h = \alpha \cdot D + \beta \cdot \frac{cL}{D^2} + \gamma \cdot c^2 + \delta \frac{c^2 L}{D},$$

und zwar stellt sich heraus, dass das erste Glied die Spannung resp. den Gegendruck auf die Oberfläche des ausfließenden Wasserstrahles an der Ausmündung der Röhre in Folge der Molecularattraction bezeichnet. Dasselbe ist von der Temperatur abhängig. Das dritte Glied stellt die Geschwindigkeitshöhe unabhängig von der Temperatur des Wassers und der Dimension der Röhre dar; das zweite und vierte Glied, als die wichtigsten, repräsentiren die Widerstandshöhe, und zwar das zweite Glied, welches das Quadrat des Durchmessers im Nenner trägt, vorwiegend für enge Röhren, in denen die inneren Bewegungen des coursirenden Wasserstrahles noch nicht zur Ausbildung gelangt sind, das vierte Glied, die erste Potenz des Durchmessers im Nenner haltend, den üblichen Werth der Widerstandshöhe für weite Röhren; das zweite Glied mehr, das vierte Glied weniger von der Temperatur abhängig.

Die beiden letztgenannten Glieder sind in ihren Factoren untersucht, nachdem von der Druckhöhe das erste und dritte Glied als bekannt in Abzug gebracht war und dadurch sich diejenige Wirkung klarer stellte, welche aus der Widerstandshöhe allein resultirte. Die ganze nicht wiederholte Untersuchung ist eine vollständige Section der complexen Erscheinungen in ihre einzelnen Ursachen, und wenn der Autor auf dem Gebiete des Experiments im Kleinen es so oft mit Erfolg versucht hat, die Gesetze der Erscheinungen im Großen klarer zu stellen, so hat ihn derselbe auch bei dieser Untersuchung vollkommen begleitet. Es ist hier hervorzuheben, dass die systematische Schlussfolge der früher aufgeführten Methoden der Uebereinstimmung, der Reste und der begleitenden Veränderungen dazu führte, die complicirte Erscheinung ziemlich nahe in ihren Causalgesetzen zu verfolgen, namentlich zu bestätigen, wie die Widerstände des bewegten Wassers bei erhöhter Temperatur abnehmen, wie das Auftreten und die Steigerung innerer Bewegungen eine vollständige Aenderung der Erscheinung mit sich führte und einen unverkennbar hohen Einfluss auf die gewonnenen Resultate ausübte. Beide Ursachen haben in früheren Untersuchungen wohl Aufmerksamkeit erregt, aber keine Berücksichtigung gefunden, in der vorliegenden Arbeit dagegen die Möglichkeit gezeigt, jene Gesetzmäßigkeit in analytischer Form darzustellen. Diesen Versuchen gegenüber werden die Messungen von Darcy im Jahre 1857 mitgetheilt, an Röhren von verschiedenen Materialien, als Eisenblech, Blei, Asphalt, Glas und Gusseisen, bei Weiten von $\frac{1}{2}$ Zoll bis 19 Zoll und verschiedenen Druckhöhen, welche

eine große Sorgsamkeit in der Beobachtung bekunden. Die Röhren lagen sanft ansteigend.

Die vorangegangenen Untersuchungen an engen Röhren hatten entschieden die Wege für die gleiche Arbeit bei den weiten Röhren geebnet, die letzteren sind indessen als eine selbstständige experimentelle Forschung behandelt. Da die Messungen sowohl in den Gefällen als auch den lichten Weiten der Röhren weitere Grenzen umfassen, so ist die zutreffende Voraussetzung verfolgt, daß die Wahrscheinlichkeit der eingetretenen Beobachtungsfehler nicht gleich groß ist, sondern daß es sich empfahl, die Bedingung des Minimums der Summe der Quadrate der relativen Fehler dafür einzuführen.

Unter diesen Annahmen stellte sich der Ausdruck für den Widerstand oder das relative Gefälle

$$P = r \cdot c + s \cdot c^2$$

als der wahrscheinlichste dar.

Für diesen Ausdruck sind bei einer sorgsamten Auswahl der Versuche nach ihrem höheren Werthe der Beobachtung die Constanten r und s ermittelt und nach ihrem Abhängigkeitsverhältniß vom Durchmesser geprüft.

Das letztere stellt sich für s der Röhrenweite, für r dem Quadrate derselben umgekehrt proportional dar, schließt sich also vollkommen den Ergebnissen für das zweite und vierte Glied der Untersuchung bei den engen Röhren an.

Demnach gestaltet sich der Ausdruck

$$P = x \cdot \frac{c}{D^2} + y \frac{c^2}{D},$$

dessen Constanten sich für rheinländisches Maafs zu

$$y = 0,000377$$

und die erste Constante, von der Temperatur wesentlich abhängig,

$$x = 0,0000211 - 0,0000048 \sqrt[3]{t}$$

ergeben, woraus unter Einführung der Wassermenge sich der Widerstand, welcher durch die Druckhöhe, bestehend aus Geschwindigkeitshöhe und Widerstandshöhe, zu überwinden ist,

$$P = 1,273 \frac{M}{D^2} x + 1,621 \frac{M^2}{D^3} y$$

mit einem wahrscheinlichen Fehler von 10 Procent ermittelt.

Durch Näherungswerthe würde D festzustellen sein. Verzichtet man indess auf die Schärfe des ermittelten Ausdruckes mit Rücksicht auf die wünschenswerthe aus praktischen Rücksichten gebotene Erweiterung des Durchmessers, so kann das erste Glied bei einer nachgewiesenen Fehlergrenze von 5 Procent unbeachtet bleiben, wodurch sich

$$P = 0,000611 \frac{M^2}{D^3} \text{ und } D = 0,228 \sqrt[3]{\frac{M^2}{P}}$$

in einem für die Rechnung bequemen Ausdruck darstellt.

Allerdings ist dabei angenommen, daß die Geschwindigkeitshöhe gegen die Widerstandshöhe verschwindend klein erscheint, was bei der Fehlergrenze von 5 Procent stattfindet, sobald die Röhrenlänge $1168,5 D$ überschreitet.

Die ganze vorliegende Untersuchung, auf umfangreichen sorgsamten Versuchen im Großen basierend, ist der bedeutendste Beitrag, welcher für die Umarbeitung geliefert ist. Sie hat den praktischen Werth, daß sie in ihrer analytischen Entwicklung derjenigen Ursachen, welche keinen wesentlichen Einfluß ausüben, auch kein Gewicht beilegt, dagegen den einflußreichen Beziehungen, welche aus der Widerstandshöhe und den inneren Bewegungen des Wassers entspringen, volle Geltung giebt, so daß die gewonnenen Resultate den eintretenden Aufgaben gegenüber einen zuverlässigeren Schluß gestatten, als dies bei den früheren Entwicklungen der Fall war. Für vertikale Röhren wirkt neben der Druckhöhe auch die Beschleunigung durch den freien Fall, daher die Wasser-

theile, da luftleere Räume sich nicht bilden können, in großer Geschwindigkeit folgen müssen. So entsteht ein Druck auf die Röhren von außen nach innen, welcher sogar saugend wirkt. Die Bewegung in vertikalen Röhren folgt daher nicht dem Gesetze für nahe horizontal liegende Röhren. Bei einigen Versuchen stellte sich die Geschwindigkeitshöhe sehr nahe der Geschwindigkeit entsprechend dar, für die Widerstandshöhe dagegen fand der Ausdruck

$$H = 151 \cdot \frac{c \cdot L}{\sqrt{D}}$$

statt. Abweichend von den früheren Untersuchungen erscheint hier in Stelle des Quadrates die Wurzel des Röhrendurchmessers im Nenner.

Zu den beschriebenen ausgeführten Wasserleitungen ist die 1847 begonnene Canalleitung für die Stadt Marseille getreten, auch hat die Construction einer Brunnenstube für den oft eintretenden Fall, daß Quellen gesammelt werden sollen, eine besondere Beschreibung gefunden.

Die Filtration des Wassers findet nach ihrem bisher üblichen Verfahren eine sehr begründete ungünstige Beurtheilung, indem die schichtenweisen Kies- resp. Sandlagen, welche, je näher der Oberfläche, desto feiner werden, es nicht hemmen, daß der feinere Sand, sich senkend, allgemach in die Zwischenräume der unteren Schichten vordringt und die Ergiebigkeit des Filters schmälert. Es ist daher wiederholt auf den noch nicht realisirten praktischen Vorschlag in der älteren Ausgabe hingewiesen, dieses Fallen des Sandes dadurch zu verhindern, daß man ihm Gelegenheit bietet, Böschungen von fünf Fußiger Anlage anzunehmen, welche ein weiteres Vortreiben des Sandes nicht mehr gestatten.

Ueber die Leistungsfähigkeit der Filter sind die bis jetzt bestehenden Grundlagen sehr zweifelhafter Natur, indem die Angaben darüber in eminenten Grenzen schwanken, ohne daß den hierbei wirkenden Factoren Rechnung getragen ist. Es bestand hier eine vollständige Lücke. Aus diesem Grunde hat der Verfasser auch diesen Gegenstand einer Experimentalprüfung unterworfen und die Ergebnisse dieser Versuche in ihren Beziehungen zu den wirkenden Ursachen mit der Methode der kleinsten Quadrate unter eine Gleichung gebracht, wonach bei einer Stärke der Sandschicht h und der darüber stehenden Wasserschicht von der Höhe H sich die Wassermenge zu

$$M = 0,66 \frac{h + H - 1,5}{h}$$

ermittelt, d. h. die Leistungsfähigkeit eines Filters ist direct proportional der Druckhöhe, vermindert um die Größe der Capillar-Attraction des verwendeten Materiales und umgekehrt proportional der Stärke der filtrirenden Schicht.

Wenn die vorstehende Gleichung den Resultaten bei größeren Filtern gegenüber eine viel zu hohe Leistungsfähigkeit nachweist, so beruht dies in der größeren Sorgfalt, welche dem Versuche im Kleinen zugewendet werden konnte; es wird aber bei derartigen Aufgaben immer der Weg gezeigt, welchen Factoren man besonders Rechnung tragen muß, um die Leistungsfähigkeit zu steigern, und wie die Erscheinungen im Großen sich unter entsprechender Correctur der Gleichung sicher beurtheilen lassen.

Von wesentlichem Einfluß hatte sich schon die Temperatur auf die Bewegung des Wassers in engen Röhren gezeigt, und diese Erscheinung tritt in gleicher Weise bei der Filtration des Wassers, welche jenen Bewegungen ganz analog ist, auf. Mit steigender Temperatur steigt die Ergiebigkeit, und zwar ca. 4 Procent bei der Erwärmung des Wassers um 1 Grad.

Die Beschreibung der Leitungsröhren hat eine Ergänzung

bezüglich der Verwendung des Asphaltens zur Darstellung derselben erfahren, und wird deren Brauchbarkeit nach den angestellten Versuchen zwar bestätigt, aber doch von weiteren Erfahrungen abhängig gemacht. Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, hierbei zu erwähnen, daß ein Strang von Asphaltrohren, welcher die Wasserstation auf dem Colberger Bahnhofe speiste und den Bahnkörper in ziemlich großer Tiefe kreuzte, unter den passierenden Zügen derartig zusammengedrückt wurde, daß seine Leistungsfähigkeit nicht mehr genügte.

Für gußeiserne Röhren ist der erfolgreichere vertikale Guß, welcher hier näher erörtert worden, wohl jetzt allgemein üblich, und wird eine Bestätigung von Darcy dafür angeführt, welcher für die Wandstärken der vertikal gegossenen Röhren ein geringeres Maass für zulässig erachtet, als für die horizontal gegossenen.

Für die Verbindung derselben versuchte sich die Technik mannigfach in anderen Constructionen und werden deren Ergebnisse, unter welchen das System von Doré eine besondere Berücksichtigung gefunden, gleichfalls mitgetheilt.

Für die Versorgung größerer Städte sind die, aus den in neuerer Zeit ausgeführten Wasserleitungen gezogenen Erfahrungsergebnisse über das auf jeden Einwohner zu rechnende Wasserquantum ergänzt.

Abschnitt IV.

Entwässerungen und Bewässerungen.

Dieser Abschnitt ist in denjenigen Beziehungen im Texte gekürzt, welche entweder nicht speciell in das Gebiet der Wasserbaukunst gehören, wie die geodätischen Vorarbeiten für dergleichen Anlagen, die Beschreibung der Ausführung von Erdarbeiten, künstlicher Materialien etc., oder welche, wie die Sickergräben, zur Zeit nur vereinzelt zur Anwendung kommen und durch anderweite Constructionen, wie Drainagen, einen besseren Ersatz gefunden haben.

Nur in einer, aber bedeutungsvollen Beziehung ist hier die frühere Grundlage verlassen, und zwar bei denjenigen Anlagen, welche die Entfernung des Wassers in Canälen oder Abzugsgräben bedingen. Hierfür hatte in der älteren Ausgabe, wie bei allen Fragen über die Bewegung des Wassers in Flüssen resp. Canälen, immer die Gleichung

$$c = k \sqrt{\frac{h q}{l p}} = k \sqrt{a t}$$

als Basis gedient, wonach also bei gleichen Tiefen das relative Gefälle sich proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit verhält.

Diese Voraussetzung hat indess nach den neueren Beobachtungen an Strömen und Flüssen nicht aufrecht erhalten werden können, vielmehr hat sich das relative Gefälle proportional einer höheren Potenz der Geschwindigkeit ergeben.

Die bezügliche Herleitung resp. Begründung dieses Satzes ist dem zweiten Theile des Handbuchs vorbehalten, jedoch bereits in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1868 mitgetheilt. Dieselbe basirt auf 19 Beobachtungen von Humphreys und Abbot in amerikanischen Strömen, 17 Beobachtungen von Brünings am Niederrhein, der Waal, dem Leck und der Yssel aus den Jahren 1790 bis 1792 unter nachträglicher Erwägung der mangelnden Gefälle, 11 Messungen von Poirée an der Seine und 10 Beobachtungen an den Rigolen von Chazilly und Grosbois.

Das Ergebniss dieser Untersuchung hat das relative Gefälle der 6. Potenz der Geschwindigkeit proportional gestellt und den constanten Factor k zu 4,33 für das rheinländische

Fußmaass ermitteln lassen, so daß

$$c = 4,33 \sqrt{l} \sqrt[6]{a} = 4,33 \sqrt[6]{\frac{q}{p}} \sqrt[6]{\frac{h}{l}}$$

als der wahrscheinlichste Ausdruck für die mittlere Geschwindigkeit sich darstellt.

Diesem Ausdruck entsprechend erleiden demgemäß auch alle Umformungen, welche mit Rücksicht auf die abzuführende Wassermenge

$$M = c \cdot q$$

eintreten, eine wesentlich veränderte Gestalt, so daß sich nach den bekannten Bezeichnungen das absolute Gefälle eines Abzugsgrabens für Abführung einer bestimmten Wassermenge

$$h = \frac{1}{k^6} \cdot \frac{M^6 l}{b^6 \cdot l^9}$$

ermittelt, während nach den früheren Principien

$$h = \frac{1}{k^2} \cdot \frac{M^2 l}{b^2 \cdot l^3},$$

für k den Coefficienten 90,9 bei entsprechenden Geschwindigkeiten eingeführt, sich ergibt.

Die von der älteren Bestimmung wesentlich abweichende Gleichung für die Geschwindigkeit ist hier als dasjenige Resultat wiedergegeben, als welches es sich darstellt, nämlich als der wahrscheinlichste Ausdruck, der sich als ein empirisches Gesetz den Beobachtungsergebnissen am meisten nähert. Dies schließt selbstredend nicht aus, daß, wenn sorgsame und weitgreifende Versuche eine Correctur bedinglich erscheinen lassen, selbige unter Einführung der gewonnenen Beobachtungsergebnisse in gleicher Weise in die Untersuchung übertragen werde. Aber schon bei den jetzt bestehenden und in letzter Zeit erweiterten Unterlagen hielt die frühere Annahme, welche schon lange angezweifelt war, nicht mehr Stand, und wenn es dem älteren Ausdruck ergeben dürfte, wie dem französischen Fußmaass, welches noch lange neben dem Metermaass seinen Bestand behielt, so wird doch selbst die strengste Strenggläubigkeit sich mit der Zeit ihrer Richtung entfremden lassen.

Die vorstehenden Mittheilungen über diejenigen Ergänzungen und Erweiterungen, welche von dem Verfasser in dem ersten Bande der neuen Auflage niedergelegt sind, werden die im Anfange bezeichneten Wege desselben völlig wiedererkennen lassen und die Bestätigung dafür geben, daß es dem Autor Gewissenssache war, die bisherigen Principien für Lösung hydrotechnischer Fragen einer strengen Prüfung zu unterziehen und dieselben den Erfahrungsergebnissen umfangreicher Beobachtungen gegenüber so zu gestalten, daß die darauf basirten Ausführungen mit größerer Sicherheit als bisher günstige Erfolge erwarten lassen.

In dieser Beziehung war in der älteren Ausgabe der historische Hergang der Entwicklung der bisherigen Principien mitgetheilt, aber die Zweifel, welche sich dagegen herausstellten, schon so reichlich vorhanden, daß deren Lösung als ein hohes Bedürfniss anzuerkennen war. Die vorliegende Umarbeitung tritt diesen Zweifeln gegenüber und löst dieselben durch Beobachtung, Experiment und deren Uebertragung in einen Calcül, der in methodischer Folge die Willkür beseitigt und den Resultaten den wahren Werth ihrer Zuverlässigkeit giebt, der es allein möglich macht, den Erfahrungsergebnissen sich möglichst nahe anzuschließen.

Auf diese wissenschaftliche Basis gestützt, wird das Vertrauen auf die gewonnenen reichen Resultate gesteigert und dieselben werden mit Aussicht auf Erfolg in dem Kreise der Fachgenossen gewiß praktische Verwendung finden.

Baensch.