

DER BAUINGENIEUR

8. Jahrgang

9. Juli 1927

Heft 28

DER FÜR DEN AUSBAU DER RHEINWASSERSTRASSE MASSGEBENDE WASSERSTAND.

Von Oberbaurat Dr.-Ing. e. h. Kupferschmid, Karlsruhe.

Bei der ersten Rheinstrombefahrung durch die gemeinsame technische Kommission im Jahre 1849 ist für den damals in der Rheinschiffahrt maßgebenden Pegel zu Köln zum erstenmal der „gewöhnliche niedrigste Wasserstand“, später „gemittelt Niedrigwasser“ genannt, als derjenige Wasserstand präzisiert worden, der in dem Jahrzehnt 1839/48 durchschnittlich jährlich an 10 eisfreien Tagen unterschritten war. Das entsprechende Maß am Kölner Pegel betrug 150 cm. Bei der zweiten Rheinstrombefahrung 1861 wurde beschlossen, daß dieser Pegelstand bei Köln zum Ausgang für die Bemessung der Fahrwassertiefen zu nehmen sei, die beim Ausbau des Rheins in seinen einzelnen Strecken angestrebt werden sollen, nämlich von Köln abwärts 3 m, aufwärts bis Koblenz (später St. Goar) 2,50 m und von Koblenz (St. Goar) bis Mannheim 2 m. Dieser Beschluß ist sodann auch für den Ausbau des preußischen Rheins, namentlich in der Gebirgsstrecke, der auf Grund der Denkschrift vom November 1879 über „die Regulierung der großen preußischen Ströme“ erfolgte, maßgebend geblieben. Dabei wurde an der kritischen Stelle im Gebirge (im Binger Loch) 120 cm am Binger Pegel als mit dem gemittelten Niedrigwasser (150 cm Kölner Pegel) gleichwertig angenommen und dementsprechend die Sohle des Lochfahrwassers auf — 80 cm am Binger Pegel ausgesprengt. Wie die Preußische Rheinstrombauverwaltung zu der Relation 120 cm Bingen = 150 cm Köln kam, kommt hier weiter nicht in Betracht; der Ausbau der Gebirgsstrecke erfolgte eben auf Grund dieser Relation, und an dem Fahrwasser ist von 1894, in welchem Jahr die Aussprengungen zwischen St. Goar und Bingen beendet waren, bis heute künstlich nichts mehr geändert worden.

Die Rheinstrombefahrung von 1885 führte zur Feststellung des gemittelten Niedrigwassers, d. h. des mit 150 cm am Kölner Pegel gleichwertigen Wasserstandes an den wichtigsten Rheinpegeln zwischen Straßburg und der Reichsgrenze, wobei sich u. a. ergab für Mainz 70 cm, Bingen 125 cm, Caub 130 cm, Köln 150 cm, Düsseldorf 135 cm. Die jährliche Unterschreitungsdauer betrug bei Köln 20 Tage.

Die zweite Feststellung des gemittelten Niedrigwassers an den wichtigsten Rheinpegeln erfolgte 1908. Bei diesem Anlaß wurde entdeckt, daß sich der Strom bei Köln von 1886/90 bis 1901/05 um 28 cm tiefer gebettet habe, das mit dem früheren gleichwertige gemittelte Niedrigwasser also nicht mehr auf 150 cm, sondern auf 150 — 28 = 122 cm Köln anzunehmen sei. Gleichzeitig wurde wegen der Unstimmigkeiten, die sich gegenüber den Zahlen von 1885, namentlich am Oberrhein, ergeben hatten, ein neues Verfahren für die Ermittlung der mit 150 cm bzw. 122 cm Köln gleichwertigen Pegelzahlen, nämlich die Vergleichung der jährlichen als Mittel aus Jahrfünften gewonnenen Unterschreitungsdauern zur Anwendung gebracht, wobei als Vergleichsjahrfünft 1901/05 angenommen und davon ausgegangen wurde, daß 150 cm Köln eine Unterschreitungsdauer von 47, 122 cm Köln dagegen eine solche von 20 Tagen entspreche. Für diese beiden Wasserstände wurden als gleichwertige Pegelzahlen, kurz als Gl. W. — gleichwertiger Wasserstand — bezeichnet, d. h. als Pegelzahlen mit gleicher Unterschreitungsdauer wie Köln die folgenden angegeben:

	Gl. W. 1908 47 Tage Unterschreitung	Gl. W. 1908 20 Tage Unterschreitung
Mainz	45 cm	25 cm
Bingen	128 „	111 „
Caub	143 „	124 „
Andernach	200 „ (?)	?
Köln	150 „	122 „
Düsseldorf	129 „	101 „

Die dritte und letzte Festsetzung des gleichwertigen Wasserstandes (Gl. W.) geschah 1923, wobei in ähnlicher Weise wie 1908, entsprechend der Unterschreitungsdauer von 47 und 20 Tagen, zwei gleichwertige Wasserstände Gl. W. 1923 und R. W. 1923 (Regulierungswasserstand 1923) ermittelt wurden. Die dabei gefundenen Pegelzahlen sind

	Gl. W. 1923 47 Tage Unterschreitung	R. W. 1923 20 Tage Unterschreitung
Mainz	28 cm	8 cm
Bingen	135 „	118 „
Caub	144 „	125 „
Andernach	193 „	168 „
Köln	127 „	99 „
Düsseldorf	101 „	73 „

Vergleicht man diese Zahlen und die früheren von 1885 und 1908 mit der in der Preußischen Denkschrift von 1879 als maßgebend für Bingen angenommenen Pegelzahl (120 cm), so fällt die Ungleichheit der Abweichungen bei zotägiger Unterschreitung, nämlich + 5 cm für 1885, — 9 cm für Gl. W. 1908 (122 cm Köln) und — 2 cm für R. W. 1923, sowie weiter die Tatsache auf, daß sich auch für andere Pegel in der Gebirgsstrecke, an welchen der Strom seine Höhenlage, wie noch nachgewiesen werden wird, im Laufe der letzten Jahrzehnte nicht geändert hat, verschieden hohe gleichwertige Wasserstände ergeben konnten, so für die zotägige Unterschreitung bei Caub 1885 130 cm, 1908 124 cm, 1923 125 cm.

Die Erklärung hierfür in Fehlern zu suchen, die bei der Berechnung unterlaufen sind, erscheint nicht zulässig. Andererseits geht es aber im Hinblick auf die große Bedeutung, welche der gleichwertige Wasserstand für den Ausbau der Rheinwasserstraße hat — es sei hier nur an die Regulierung Sondernheim—Straßburg, an die zur Zeit in Ausführung begriffene Fahrwasserverbesserung im Binger Loch und an die geplante Regulierung Straßburg—Basel erinnert —, nicht an, sich hierbei zu beruhigen, vielmehr erscheint eine Feststellung der Ursache dieser Unstimmigkeiten angezeigt.

Bei dem hierzu im folgenden unternommenen Versuch glaubte ich mich auf die Stromstrecke von Mainz abwärts und auf diejenigen Pegel beschränken zu können, welche die Fehlerquellen ausreichend erkennen lassen, nämlich Mainz, Bingen, Caub, Andernach, Köln und Düsseldorf. Am sogen. Oberrhein — von Mannheim aufwärts — kommen, wie ich

bereits in der Zeitschrift für Binnenschifffahrt, Heft 8, 1926, S. 313, angedeutet habe, noch andere gewichtigere Fehlerquellen, die die bisher übliche Verwendung der Pegelbeobachtungen für solche Zwecke verbieten, in Betracht, auf die hier einzugehen aber zu weit führen würde, weshalb diese Stromstrecke unberücksichtigt bleibt.

Als Grundlage für die Untersuchung dienten die in den Jahrbüchern der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde veröffentlichten Wasserstandsbeobachtungen, die für den Mainzer, Binger und Düsseldorfer Pegel vom 1. XI. 1900 bis 1. XI. 1915, für die übrigen Pegel vom 1. XI. 1900 bis 1. XI. 1918 reichen.

Was die Beschaffenheit des Strombettes betrifft, so steht dessen Veränderlichkeit an den Pegeln bei Mainz, Köln und Düsseldorf schon seit langer Zeit fest.

Am Binger Pegel ist der Abfluß bedingt durch den Stromquerschnitt bei der Nahemündung, und zwar rechts durch das Felsbett abwärts des Mühlsteins, links durch den aus schwerem Geschiebe bestehenden und schon seit langem unveränderten Nahegrund. Da die Fahrwasserverbesserung auf Grund der Preußischen Denkschrift von 1879 hier bereits

1893/94 abgeschlossen war und die zur Zeit im Gang befindliche weitere Fahrwasserverbesserung erst vor kurzem in Angriff genommen worden ist, so kann der Abflußquerschnitt während des Zeitraumes, über den sich die vorstehende Untersuchung erstreckt, als unverändert angenommen werden.

Bei Caub liegt der Strom im Felsbett.

Bezüglich Andernach ist schon in dem Werk „Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse“, Seite 88, die Ansicht ausgesprochen, daß die Geschiebebewegung auf einer festen Unterlage vor sich gehe. Eine vorschreitende Tieferbettung erscheint hier aber auch im Hinblick auf den felsigen Untergrund unmittelbar unterhalb dieses Pegels am Krümmen Wert nicht wahrscheinlich. Endlich hat auch die Preußische Landesanstalt für Gewässerkunde 1908 die Meinung geäußert, daß bei Andernach Veränderungen in der Höhenlage des Strombettes nicht anzunehmen seien.

Wenn hiernach auch mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen war, daß bei Andernach der Strom seine Höhenlage unverändert beibehält, so wurden doch, um hierüber volle Gewißheit, sowie um diejenigen Zahlen zu erhalten, welche bei Caub und Andernach als gleichwertig mit 120 cm Bingen gelten können, die

Tabelle 1

Datum	Kreuznach	Nassau	Kochem	Bingen	Caub	Andernach	Bemerkungen
12. XI. 1900	288			108 (120)	123 (135)		Nahe etwas hoch
26. XI. 1902	274			87 (120)	100 (133)		
24. VIII. 1904	262	62	— 4	116 (120)	127 (131)	156 (160)	Mosel etwas nieder
15. IX. 1904	264	58	6	131 (120)	144 (133)	174 (163)	
29. X. 1904	266	68	20	116 (120)	128 (132)	162 (166)	
24. IX. 1906	264	70	8	123 (120)	137 (134)	170 (167)	
6. X. 1906	263	110	2	98 (120)	110 (132)	145 (167)	Lahn etwas hoch
18. X. 1906	262	74	4	85 (120)	95 (130)	123 (158)	
1. XI. 1906	262	74	10	66 (120)	77 (131)	108 (162)	
17. XI. 1906	262	90	27	79 (120)	90 (131)	128 (169)	Lahn und Mosel etwas hoch
6. X. 1907	263	84	— 2	95 (120)	108 (133)	138 (163)	Lahn etwas hoch, Mosel etwas nieder
13. X. 1907	271	84	22	94 (120)	107 (133)	143 (169)	Lahn und Mosel etwas hoch
19. X. 1907	261	90	21	88 (120)	99 (131)	134 (166)	Desgl.
27. X. 1907	270	80	20	96 (120)	108 (132)	143 (167)	Desgl.
22. X. 1908	68	72	17	117 (120)	129 (132)	162 (165)	
19. XI. 1908	67	76	13	70 (120)	80 (130)	106 (157)	
2. X. 1911	60	68	— 6	105 (120)	115 (130)	146 (161)	Mosel etwas nieder
10. X. 1911	64	62	10	117 (120)	129 (132)	162 (165)	
29. X. 1911	78	72	23	111 (120)	123 (132)	156 (165)	
4. XI. 1913	85	98	44	105 (120)	115 (130)	150 (165)	Lahn und Mosel etwas hoch
28. IX. 1915	61	70	4	135 (120)	148 (134)	172 (157)	
22. VIII. 1918	80	68	2	—	176 (132)	211 (167)	

drei Pegel untereinander mittels niedriger, nicht allzusehr von 120 cm am Binger Pegel abweichender, Wasserstände in Beziehung gebracht, während deren der Rhein von Bingen bis Andernach mindestens an zwei aufeinanderfolgenden Tagen auf gleicher Höhe beharrte, und die größeren Zuflüsse — Nahe, Lahn und Mosel — sich auf einer Höhe hielten, die ungefähr ihrem mittleren Niederwasser entspricht. An der Nahe wurde als maßgebender Pegel Kreuznach, vom Oktober 1908 ab Martinstein, an der Lahn Nassau, an der Mosel Kochem angenommen. Die kleineren Zuflüsse blieben als den Rhein nicht wesentlich beeinflussend, unberücksichtigt. Die sämtlichen Wasserstände wurden auf 120 cm Bingen als Ausgangswasserstand reduziert (siehe Tabelle 1, die eingeklammerten Zahlen bedeuten die reduzierten Wasserstände). Werden dieselben als Ordinate über den Zeiten als Abszissen aufgetragen, so erhält man

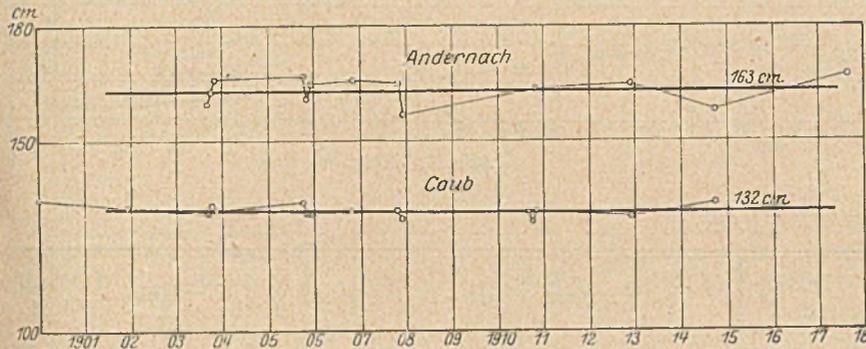


Abb. 1.

Das Bild läßt erkennen, daß der Strom am Pegel Caub von Ende 1900 bis Ende 1915 seine Höhenlage nicht geändert hat. Dem Stand von 120 cm Bingen entspricht im Mittel 132 cm Caub, also ungefähr dasselbe Maß, welches 1885 als gemittelttes Niedrigwasser an diesem Pegel festgestellt wurde (130 cm). Bei Andernach hat der Strom von Ende 1904 bis Ende 1915 gegenüber Bingen seine Höhenlage unverändert beibehalten. Wird von September 1915 ab, zu welchem Zeit-

punkt die Veröffentlichung der Wasserstände am Binger Pegel eingestellt ist, von 132 cm Caub ausgegangen, so ergibt sich dasselbe Resultat auch bis Ende 1918. Als gleichwertig mit 132 cm Caub und 120 cm Bingen ist die Pegelhöhe von 163 cm bei Andernach anzunehmen.

Es ist zuzugeben, daß die in diese Untersuchung einbezogene Jahresfolge etwas kurz ist und sich, wenn die zurückliegende und nachfolgende Zeit zugezogen werden, möglicherweise Abweichungen ergeben können. An dem Gesamtergebnis wird dadurch aber nichts geändert, da es sich hier lediglich darum handelt, die Mängel der bisherigen Bestimmung des Gl. W. klarzustellen.

Bei der Untersuchung der Änderungen, welche in der Höhenlage des Stromes am Pegel Mainz eingetreten sind, wurde der Stand von 120 cm am Mainzer Pegel zugrunde gelegt und ebenfalls von nicht allzu sehr von 120 cm Bingen abweichenden, über die ganze Stromstrecke von der Neckarmündung (d. i. vom badischen Pegel Sandhofen) bis zur Nahemündung sich erstreckenden und mindestens 2 Tage andauernden Beharrungsständen des Rheins ausgegangen, während deren auch die Nahe beharrend blieb und sich ungefähr auf der Höhe des gemittelten Niederwassers hielt. Diese Stände sind zusammengestellt in Tabelle 2.

Die darnach durch Auftragen der Zeiten als Abszissen und der Pegelhöhen als Ordinaten erhaltene Abb. 2 läßt eine ununterbrochene, aber nach und nach abnehmende Tieferbettung erkennen, die etwa nach der eingetragenen

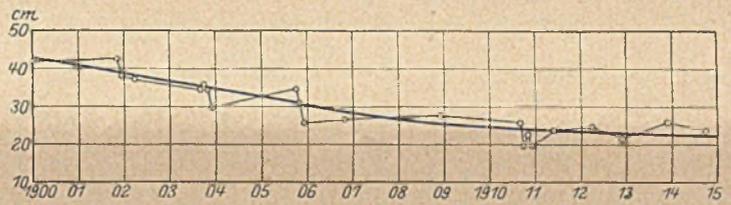


Abb. 2. Mainz.

Tabelle 2

Datum	Kreuznach	Bingen	Mainz	Datum	Kreuznach	Bingen	Mainz
11.-12. XI. 1900	288	108 (120)	30 (42)	9.-10. X. 1907	259	97 (120)	4 (27)
4.-5. XII. 1900	288	98 (120)	20 (42)	26.-27. X. 1907	270	96 (120)	3 (27)
12.-13. X. 1902	268	122 (120)	45 (43)	12.-13. XI. 1909	79	123 (120)	31 (28)
25.-26. XI. 1902	274	87 (120)	5 (38)	22.-23. VIII. 1911	60	112 (120)	18 (26)
26.-31. III. 1903	289	128 (120)	45 (37)	22.-23. IX. 1911	58	93 (120)	—7 (20)
22.-23. VIII. 1904	262	117 (120)	32 (35)	27.-28. X. 1911	75	110 (120)	13 (23)
1.-2. IX. 1904	266	123 (120)	39 (36)	8.-9. XI. 1911	65	94 (120)	—6 (20)
26.-28. X. 1904	267	116 (120)	31 (35)	6.-7. V. 1912	64	130 (120)	34 (24)
30. XI.-1. XII. 1904	280	96 (120)	6 (30)	7.-8. III. 1913	89	135 (120)	39 (24)
11.-12. IX. 1906	264	126 (120)	41 (35)	16.-17. III. 1913	86	135 (120)	40 (25)
21.-23. IX. 1906	266	123 (120)	37 (34)	3.-4. XI. 1913	85	105 (120)	7 (22)
6.-7. X. 1906	276	100 (120)	11 (31)	11.-12. XI. 1914	89	121 (120)	27 (26)
27.-28. XI. 1906	283	104 (120)	10 (26)	26.-27. IX. 1915	61	135 (120)	39 (24)

mittleren Linie verlaufen und Ende 1915 zum Abschluß gekommen sein dürfte. Ende 1900 dürfte das gemittelte Niedrigwasser etwa auf 43 cm, Ende 1905 auf 33 cm, Ende 1915 auf 23 cm liegen. Die Tieferbettung mißt also insgesamt 20 cm, im Jahrfünft 1901/05 10 cm.

Bei der Untersuchung der Änderungen der Höhenlage des Strombettes an den Pegeln Köln und Düsseldorf wurde von 163 cm am Andernacher Pegel ausgegangen. Dabei sind nicht allzusehr von 163 cm Andernach abweichende, über die Stromstrecke von Andernach bis Düsseldorf sich erstreckende und mindestens zwei Tage dauernde Beharrungsstände des Rheins zugrunde gelegt, während deren auch der einzige größere Zufluß — die Sieg — beharrend blieb und sich am Pegel Buisdorf ungefähr auf der Höhe des gemittelten Niedrigwassers hielt. Diese Stände sind zusammengestellt in Tabelle 3, aus welcher sich in analoger Weise, wie für Mainz, die Abb. 3 und 4 ergeben, die für beide Pegel eine ununterbrochene, zunächst gleichmäßige, sodann von 1912 bzw. 1909 nach und nach abnehmende Tieferbettung erkennen lassen, welche etwa nach der eingetragenen mittleren Linie verlaufen und bei Köln Ende 1917, bei Düsseldorf Ende 1915 aufhören dürfte. Das

gemittelte Niedrigwasser dürfte bei Köln Ende 1900 etwa auf 114 cm, Ende 1905 auf 107 cm, Ende 1917 auf 93 cm, bei Düsseldorf Ende 1900 etwa auf 93 cm, Ende 1905 auf 86 cm, Ende 1915 auf 77 cm liegen, die Tieferbettungen also betragen bei Köln im ganzen 21 cm, im Jahrfünft 1901/05 7 cm, bei Düsseldorf im ganzen 16 cm, im Jahrfünft 1901/05 7 cm.

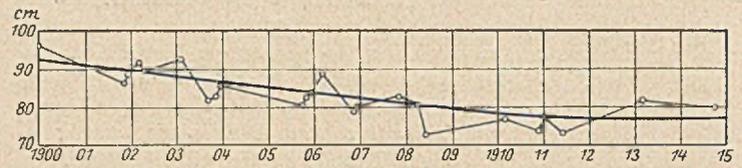


Abb. 4. Düsseldorf.

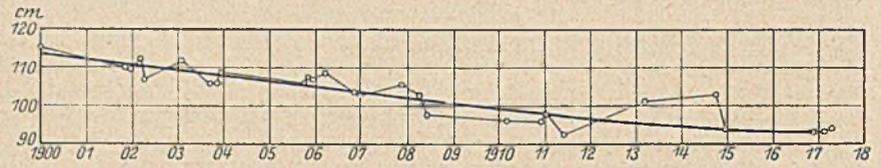


Abb. 3. Köln.

Tabelle 3

Datum	Buisdorf	Ander-nach	Köln	Düssel-dorf	Datum	Buisdorf	Ander-nach	Köln	Düssel-dorf
13.-14. XI. 1900 . . .	120	178 (163)	130 (115)	112 (97)	13. 14. II. 1907	80	159 (163)	105 (109)	85 (89)
9.-10. X. 1902	40	170 (163)	118 (111)	94 (87)	6.-7. X. 1907	80	138 (163)	80 (105)	54 (79)
13.-14. X. 1902	45	172 (163)	117 (108)	94 (85)	19.-20. X. 1907	82	134 (163)	74 (103)	52 (81)
11.-12. XI. 1902	63	180 (163)	127 (110)	107 (90)	28.-29. X. 1907	82	143 (163)	85 (105)	57 (77)
24.-25. XI. 1902	58	136 (163)	82 (109)	61 (88)	12.-13. XI. 1907	78	121 (163)	60 (102)	36 (78)
10.-11. II. 1903	105	198 (163)	148 (113)	128 (93)	25.-26. XI. 1907	89	119 (163)	60 (104)	39 (83)
25.-26. II. 1903	106	190 (163)	140 (113)	118 (91)	21.-22. X. 1908	50	162 (163)	105 (106)	82 (83)
30.-31. III. 1903	88	197 (163)	141 (107)	124 (90)	8.-9. III. 1909	103	118 (163)	58 (103)	36 (81)
9.-10. I. 1904	58	164 (163)	113 (112)	94 (93)	24.-25. V. 1909	82	203 (163)	138 (73)	113 (98)
24.-25. VIII. 1904	40	156 (163)	99 (106)	75 (82)	16.-17. II. 1911	82	196 (163)	129 (96)	110 (77)
9.-10. X. 1904	58	168 (163)	113 (108)	90 (85)	10.-11. XI. 1911	60	141 (163)	74 (96)	52 (74)
29.-30. X. 1904	46	162 (163)	103 (104)	79 (80)	10.-11. XII. 1911	77	180 (163)	115 (98)	95 (78)
25.-26. XI. 1904	75	165 (163)	111 (109)	88 (86)	7.-8. V. 1912	65	192 (163)	122 (93)	103 (74)
13.-14. IX. 1906	55	172 (163)	114 (105)	89 (80)	8.-9. II. 1914	65	206 (163)	144 (101)	125 (82)
27.-28. IX. 1906	55	170 (163)	114 (107)	88 (81)	28.-29. IX. 1915	50	172 (163)	112 (103)	89 (80)
7.-8. X. 1906	82	143 (163)	89 (109)	64 (84)	6.-7. XI. 1915	45	147 (163)	78 (94)	—
28.-29. X. 1906	68	114 (163)	56 (105)	33 (82)	7.-8. X. 1917	65	184 (163)	114 (93)	—
2.-3. XI. 1906	63	106 (163)	50 (107)	28 (85)	6.-7. I. 1918	88	151 (163)	81 (93)	—
16.-17. XI. 1906	75	128 (163)	71 (106)	49 (84)	29.-30. III. 1918	76	180 (163)	111 (94)	—

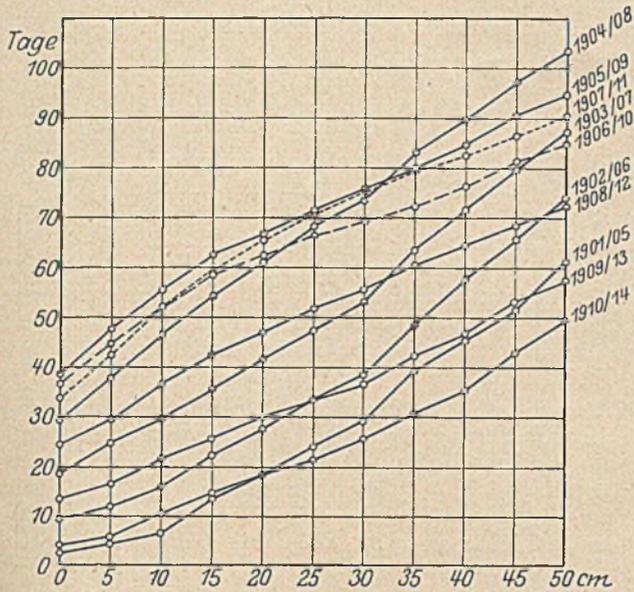


Abb. 5. Mainz.

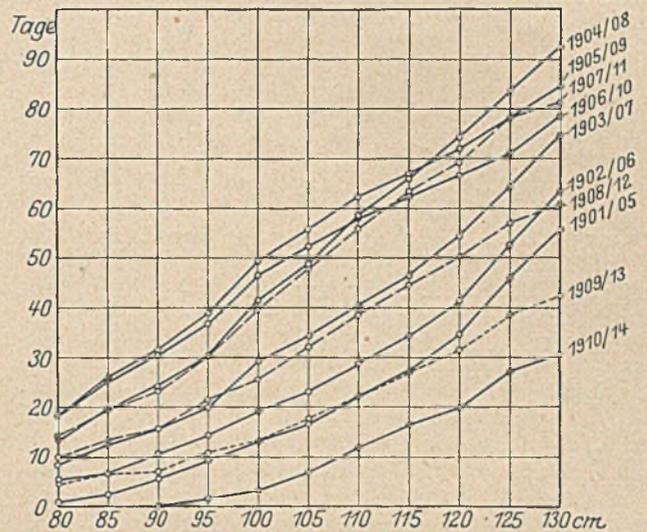


Abb. 6. Bingen.

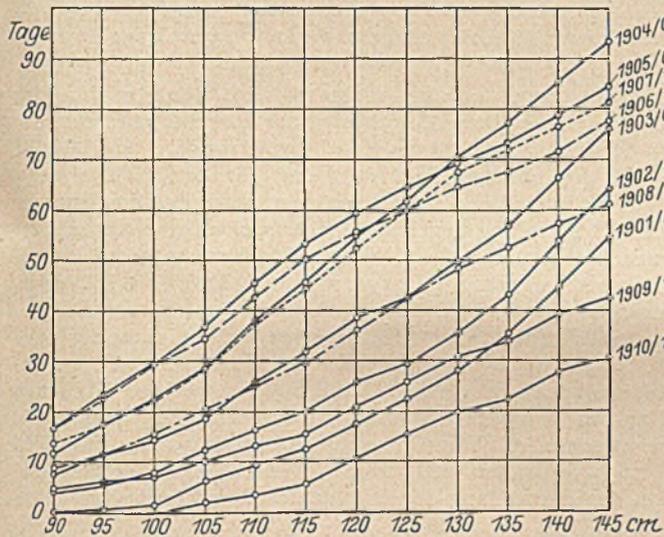


Abb. 7. Caub.

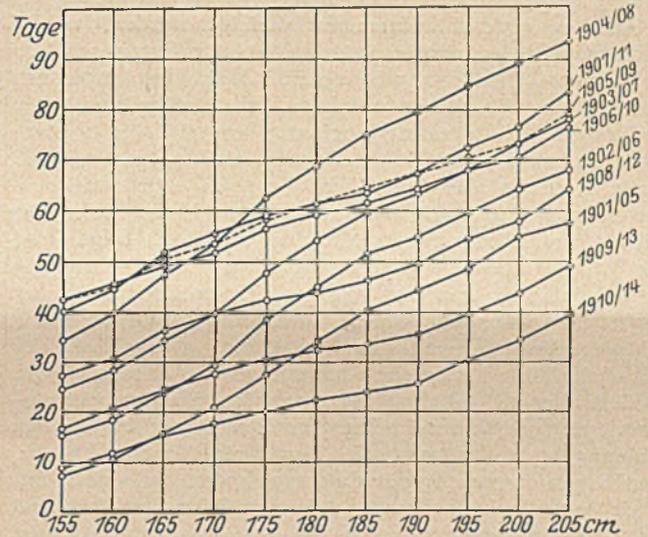


Abb. 8. Andernach.

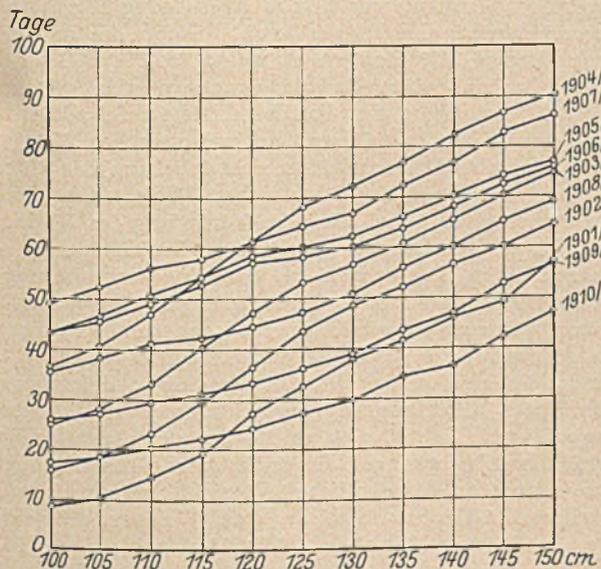


Abb. 9. Köln

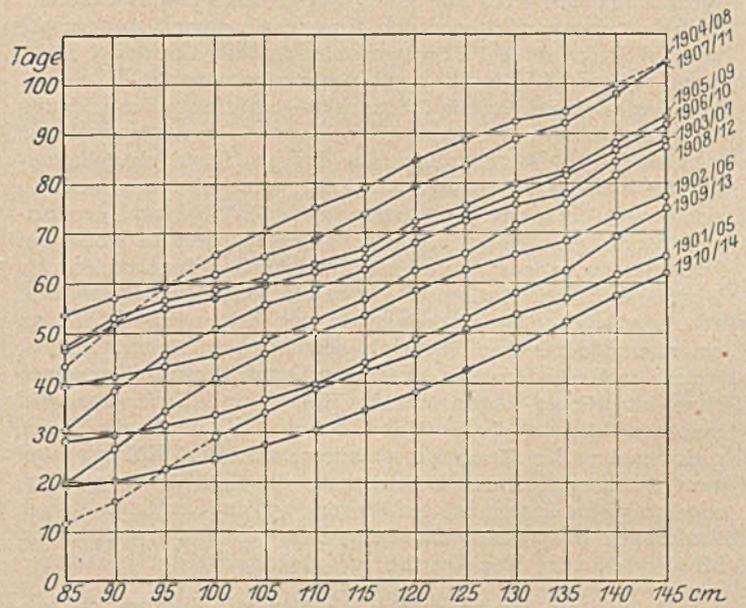


Abb. 10. Düsseldorf.

Insgesamt ergibt sich die folgende Zusammenstellung gleichwertiger Pegelzahlen:

	Mainz	Bingen	Caub	Ander- nach	Köln	Düssel- dorf
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Im Jahre 1885 (20 Tage Unterschreitung)	70	125	130	—	150	135
Gl. W. 1908 (47 Tage Unterschreitung)	45	128	143	200(?)	150	129
Gl. W. 1908 (20 Tage Unterschreitung)	25	111	124	—	122	101
Gl. W. 1923 (47 Tage Unterschreitung)	28	135	144	193	127	101
R. W. 1923 (20 Tage Unterschreitung)	8	118	125	168	99	73
Aus 120 cm Bingen abgeleitet 1918 (20 Tage Unterschreitung)	24	120	132	163	93	77

Diese Zahlenreihe, namentlich die im Hinblick auf Abb. 2 unmögliche Zahl (8 cm) für R. W. 23 Mainz, läßt die bisherige Bestimmung des gleichwertigen Wasserstandes nicht gerade in einem günstigen Licht erscheinen. Weitere Bedenken ergeben sich, wenn die Änderungen verfolgt werden, welche die Wasserstandsdauerlinien während einer längeren Zeitperiode erleiden. In Abb. 5 bis 10 sind diese Linien über den Pegelhöhen als Abszissen mit den Unterschreitungstagen als Ordinaten für die zehn Jahrfünfte 1901/05 bis 1909/14 an den Pegeln dargestellt¹⁾. Daraus ist zu ersehen, daß die Dauerlinien in den einzelnen Gruppen sehr weit auseinander liegen. So z. B. ergeben sich für Mainz bei einer 40tägigen Unterschreitung Pegelstände zwischen 1 cm und 43 cm, für Caub bei einer 30tägigen Unterschreitung solche zwischen 100 cm und 144 cm. Ein rechnermäßiger Anhalt dafür, daß eine der 10 Dauerlinien und welche die richtige sei, dürfte wohl nicht zu erbringen, die Wahl des Vergleichsjahrfünfts also mehr oder weniger Gefühlssache sein. Wollte man aber ein Jahrfünft herausgreifen, welches beispielsweise bei 20tägiger Unterschreitung mit den Pegeln im Gebirge im Einklang steht, so zeigt die Dauerlinie für 1910/14, die 120 cm Bingen entspricht, für Caub 130,50 cm, was noch anginge, für Andernach dagegen 175 cm, für Köln 108,5 cm und Düsseldorf 89 cm, während sich aus Abb. 1, 3 und 4 163,93 und 77 cm ergeben. Dazu kommt noch, daß die Dauerlinien für Mainz, Köln und Düsseldorf wegen der hier eingetretenen Tieferbettungen mit jenen für Bingen, Caub und Andernach, wo der Strom seine Höhenlage nicht ändert, überhaupt nicht ohne weiteres in Vergleich gestellt werden dürfen.

Diese wenigen Proben dürften genügen, um die Vergleichung der Unterschreitungsdauern als ein wenig zuverlässiges und genaues Mittel zur Bestimmung des gleichwertigen Wasserstandes erscheinen zu lassen. Sie lassen auch erkennen, weshalb sich bei jeder neuen Festsetzung des Gl. W. trotz der anscheinend geschickten Auswahl der Jahrfünfte von den früheren mehr oder weniger abweichende Pegelzahlen für Bingen, Caub und Andernach ergeben haben. Zweifellos können aber nur solche Abweichungen an den Zahlen für Gl. W. an einem und demselben Pegel als berechtigt anerkannt werden, welche in Veränderungen des Strombettes, die im allgemeinen ohne künstliches Zutun nur in Höher- und Tieferbettungen bestehen können, ihren Grund haben. Es liegt also nahe, nicht mehr, der Tradition entsprechend, den Kölner Pegel zum Ausgang bei der Bestimmung des Gl. W. zu nehmen, sondern vielmehr von 120 cm Bingen, 130 cm Caub und 163 cm Andernach ausgehend, mittels der oben vorgeführten Methode der Vergleichung gleichzeitiger niederer

¹⁾ Bei ihrer Errechnung sind die Tage mit Eisgang nicht ausgeschlossen und die Abschnitte von 5 zu 5 cm gewählt worden.

Beharrungsstände im Rhein und in den großen Zuflüssen, die ungefähr dem mittleren Niederwasser entsprechen, die Höher- und Tieferbettungen an denjenigen Pegeln zu ermitteln, an welchen der Strom seine Höhenlage ändert, wobei zu beachten wäre, daß diese Ermittlung um so genauer und zuverlässiger wird, je größer der Zeitraum ist, über den sie ausgedehnt wird. Die gleichzeitigen Pegelzahlen wären dann die Zahlen für Gl. W., und damit würde auch erreicht, daß an denjenigen Pegeln, an denen der Strom seine Höhenlage nicht ändert, Gl. W. unverändert bliebe und weiterhin, worauf Wert zu legen ist, daß zwischen den auf Grund der Preußischen Denkschrift von 1879 mit einem Kostenaufwand von 22 Millionen Mark ausgeführten Regulierungen und neueren Ausführungen dieser Art die Übereinstimmung gewahrt würde.

In Ziffer 2 des Schlußprotokolls der gemeinsamen technischen Strombefahrung von 1908 ist ausgesprochen, daß weiteren umfassenden Regulierungsarbeiten im Rhein diejenigen Pegelhöhen zugrunde gelegt werden sollen, welche mit dem um die Tieferbettung während des Zeitraumes von 1885 bis Ende 1905 verminderten Pegelstand am Kölner Pegel, also mit 122 cm, gleichwertig seien. Den gleichen Zweck hat auch der 1923 festgesetzte Regulierungswasserstand (R. W. 1923), der mit 99 cm Köln gleichwertig sein soll. Man sollte also glauben, daß ab 1923 bis zur nächsten Festsetzung des Gl. W. bei der Beurteilung ausgeführter und der Planung neuer Regulierungen R. W. 1923 zugrunde gelegt werden müßte.

Damit stimmt es aber nicht überein, wenn in jüngster Zeit bei der Beurteilung der Erfolge der Regulierung Sondernheim—Straßburg nicht von R. W. 1923, sondern von Gl. W. 1923 mit der höheren Zahl (191 cm) für den Kehler Pegel ausgegangen und dies damit begründet wird, daß im Entwurf für diese Regulierung der aus Pegelbeobachtungen von 1886/90 gewonnene Wasserstand am Kehler Pegel mit 195 cm (Straßburg 200 cm) zugrunde gelegt worden sei. Dabei wird eben übersehen, daß von Ende 1890 bis zum Ende des Jahrfünfts 1916/20, welches der Bestimmung des Gl. W. 1923 zugrunde gelegt ist, bei Kehl nachgewiesenermaßen eine Tieferbettung des Stromes von 37 cm eingetreten war, die bis in die jüngste Zeit weiter vorschreitet. Wenn man also schon an 195 cm für Kehl Ende 1890 festhalten will, so ist es doch selbstverständlich, daß bei der Beurteilung der Erfolge der Regulierung im Jahre 1920 nicht 195 cm, sondern $195 - 37 = 158$ cm Kehl maßgebend sein müssen. Heute wäre die maßgebende Pegelzahl noch niedriger.

Ein weiteres Beispiel, wenn auch mehr lokaler, aber immerhin wichtiger Art, bietet die zur Zeit in Ausführung begriffene Fahrwasserverbesserung im Binger Loch. Wenn die in der Presse¹⁾ enthaltenen Mitteilungen zutreffen, soll das Lochfahrwasser von 30 auf 38 m Breite gebracht werden, womit angeblich eine Vermehrung der Fahrwassertiefe von 200 cm auf 210 cm erreicht werden soll, was ein hydraulischer Widerspruch ist. Augenscheinlich handelt es sich dabei um das alte, bereits in der Denkschrift des Preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten von 1908 über die Vertiefung des Rheins von St. Goar bis zur Mainmündung behandelte Projekt. Seite 4 dieser Denkschrift ist aber ausgeführt, daß eine Verbreiterung des Lochfahrwassers um 8 m ohne Gegenmaßregeln eine Wasserspiegelsenkung verursachen würde, die im Loch zu etwa 9 cm, bei Bingen zu etwa 3 cm geschätzt wurde. Um diese zu verhüten, wurde die gleichzeitige Verbauung einiger links vom Loch vorhandener Rifföffnungen vorgeschlagen. Wörtlich ist sodann ausgeführt: „Es ist also selbst bei der Ausführung dieser verhältnismäßig geringen Eingriffe in die bestehenden Verhältnisse ganz außerordentliche Vorsicht geboten, um einerseits ein schädliches Sinken des Wasserspiegels über den weitausgedehnten Felsflächen oberhalb

¹⁾ Dr. R. Hennig, Kanalfragen im „Rheinischen Beobachter“

des Binger Lochs und anderseits eine Vermehrung der Strömungsgeschwindigkeit im Binger Loch zu verhüten.“ Dieselbe Ansicht ist auch in der von dem gleichen Ministerium bearbeiteten Denkschrift von 1914 über den „Offenen Kanal zur Verbesserung des Schifffahrtsweges im Binger Loch“ ausgesprochen. Hiernach ist nicht zu verstehen, woher die Zunahme der Fahrwassertiefe um 10 cm kommen soll, um so weniger, als R.W. 1923 auf 118 cm Bingen, also um 2 cm tiefer als der in den beiden Denkschriften angenommene maßgebende Wasserstand liegt. Eine Erklärung könnte allerdings darin gefunden werden, daß Gl. W. 1923 mit 135 cm Bingen als Vergleichwasserstand angenommen wird, was indes nach dem oben Ausgeführten nicht zulässig wäre.

Zum Schluß möge noch eine kurze Ausführung über die Tieferbettung bei Mainz und ihre Bedeutung für die Schifffahrt gestattet sein. Das Maß derselben von 1885 bis 1918 mit 47 cm ist allerdings auffallend groß, wenn man bedenkt, daß die Entfernung der Pegel Mainz und Bingen nur 30,4 km und der Höhenunterschied des Stromspiegels bei 23 cm Mainz und 120 cm Bingen nur 3,32 cm, das mittlere relative Stromgefälle bei diesem Wasserstand also nur 1:9110 beträgt. Es ist daher vermutet worden, daß es sich dabei nicht um einen von Unterstrom vorschreitenden Vorgang im Strom, sondern um terrestrische Senkungen handeln möchte. Eine hierüber in analoger Weise wie oben für Mainz durchgeführte Untersuchung mittels niederer auf 120 cm Bingen reduzierter Beharrungsstände für den 4,5 km unterhalb des Mainzer gelegenen Biebricher Pegel ergab die in Abb. 11 dargestellte Tieferbettung von insgesamt $116 - 99 = 17$ cm (Mainz 20 cm), die drei Jahre früher als bei Mainz zum Stehen kommt und

von 1913 ab nicht mehr merklich vorzuschreiten scheint. Hiernach ist die Tieferbettung bei Biebrich die Vorläuferin jener bei Mainz, und als Ursache ist nicht eine terrestrische Senkung,

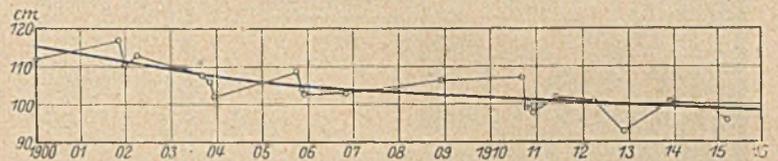


Abb. 11. Biebrich.

sondern die in der zweiten Hälfte der 1880er Jahre im Rheingau ausgeführte Regulierung anzusehen.

Diese Wirkung der Rheingaugeregulierung endigt aber nicht bei Mainz, vielmehr wird sie zunächst noch etwa 12 km stromaufwärts bis zu der bei Nackenheim den Strom durchquerenden Felsschwelle (Rotliegendes) vorschreiten, so daß hier ähnlich wie bei Istein (unterhalb Basel) mit der Zeit ein die Schifffahrt erschwrender, wenn nicht überhaupt hindernder Absturz (Schnelle) entstehen muß. Es werden also vorbeugende Maßnahmen hier schon in Bälde nötig werden. Sollte die Lösung in einem Abtrag der Felsschwelle gesehen werden, so ist darauf aufmerksam zu machen, daß dann die Tieferbettung sich in der hessischen Niederung und im badisch-bayerischen Rhein fortsetzen wird. Allerdings dürften, bis Mannheim von ihr erreicht wird, nach den Erfahrungen im Rheingau noch mindestens zwei Jahrzehnte vergehen; es empfiehlt sich aber, die aus dieser Lösung sich ergebenden Folgen jetzt schon ins Auge zu fassen.

ENGERER WETTBEWERB UM ENTWÜRFE FÜR EINE FESTE STRASSENBRÜCKE ÜBER DEN RHEIN IN KÖLN-MÜLHEIM.

Von Dr.-Ing. Kommerell, Direktor bei der Reichsbahn, Berlin, und Dipl.-Ing. W. Rein, Berlin.

(Fortsetzung von Seite 497.)

17. „Wahrheit“ Balkenbrücken.

Verfasser: Vereinigte Stahlwerke A.-G. Dortmunder Union, Abteilung Brückenbau, Dortmund, B.D.A. Moritz & Betten, Köln, „Hochtief“ A.-G., Köln-Essen, Beuchelt & Co., Grünberg i. Schles.

Unter Voranstellung wirtschaftlicher Gesichtspunkte haben die Verfasser drei Balkenbrückenlösungen mit Strompfeiler, und zwar einen Hauptentwurf „a“ und zwei Nebentwürfe „b“ und „c“, vorgeschlagen. Sie betonen, daß sich damit trotz des unsymmetrisch stehenden Strompfeilers ein einheitliches Bauwerk ergibt, zumal die über zwei Öffnungen in gleicher Höhe durchlaufenden Parallelträger diese Einheitlichkeit stark betonen. Dem möglichen Einwand, daß der Parallelträger für eine Straßenbrücke zu einfach und zu streng sei, und daß ein gebrochener oder geschwungener Linienzug sich dafür besser eigne, begegnen sie mit dem Hinweis, daß, abgesehen von Vollwandkonstruktionen, nach ihrer Ansicht das parallelgurtige Fachwerk dem Wesen der Eisenkonstruktion am besten entspreche. Sie machen ferner geltend, daß störende Überschneidungen und Verzerrungen hierbei am wenigsten in Erscheinung treten, zumal bei dem Bauwerk auf hochliegende Verbände nicht verzichtet werden kann. Schließlich sind sie der Auffassung, daß die einfache Balkenbrücke dem Geist und Sinn der auf dem Kölner Brückenvorland entstehenden Hafen- und Industriestadt am besten entspricht, und daß die alte Stadt Köln mit ihren hervorragenden Bauten infolge ihrer bedeutenden Entfernung von der neuen Brücke in keinerlei Beziehung mehr zu ihr stehen kann.

Die Balkenbrücken sind als 20 m hohe über drei Stützen durchlaufende Parallelfachwerkträger ausgebildet. Bei der Hauptlösung „a“ sind steigende und fallende Schrägen, eine

große Stromöffnung von 217 m Stützweite, bestehend aus 14 Feldern zu je 15,5 m, und eine kleinere linksrheinische Öffnung von 124 m Stützweite aus 8 Feldern zu je 15,5 m vorsehen (Abb. 203). Die Nebenlösung „b“ (Abb. 204) unterscheidet sich nur durch eine Vergrößerung der kleineren Stützweite über das Vorland hinaus auf 186 m und zwar um 4 Felder von je 15,5 m. Die Nebenlösung „c“ (Abb. 205) schließlich weist gekreuzte, steile Schrägen auf und hat bei 13,55 m Feldweite eine Hauptöffnung von $16 \cdot 13,55 = 216,8$ m und eine kleine Stromöffnung von $14 \cdot 13,55 = 189,7$ m Stützweite. Durch Fortlassen jeglicher weiterer Unterteilung wollen die Verfasser bei allen drei Vorschlägen einen klaren Durchblick erreichen und Überschneidungen in der Schrägansicht möglichst vermeiden. Der Abschluß der Strombrücken wird bei den Entwürfen „a“ und „b“ durch die Endschrägen gebildet. Das Tragsystem der Balkenbrücke „c“ lehnt sich bewußt an die Form der schönen alten Kölner Rheinbrücke, der Vorgängerin der Hohenzollernbrücke, an, welche sich vorzüglich in das Stadtbild eingefügt hat. Vermutlich ist aus diesem Grunde auch der beiderseitige senkrechte Abschluß der großen Hauptträger gewählt worden. Die Verfasser glauben, daß sich das flache, geschlossene Band dieser Brücke am besten der großen Linie des Niederrheins anpaßt und empfehlen diesen Entwurf daher in erster Linie zur Ausführung.

Für die linksrheinischen Flutbrücken sowie die rechtsrheinischen Anschlußöffnungen sind als Hauptträger vollwandige eiserne Gerberbalken vorgeschlagen. Die unter der Fahrbahn liegenden Hauptträger sind in genau der gleichen Höhe wie die Fahrbahn der Hauptöffnungen durchgeführt, so daß ein vor dem Deich auf der Kölner Seite bis an die Mülheimer Freiheit ununterbrochen durchgehender Streifen die

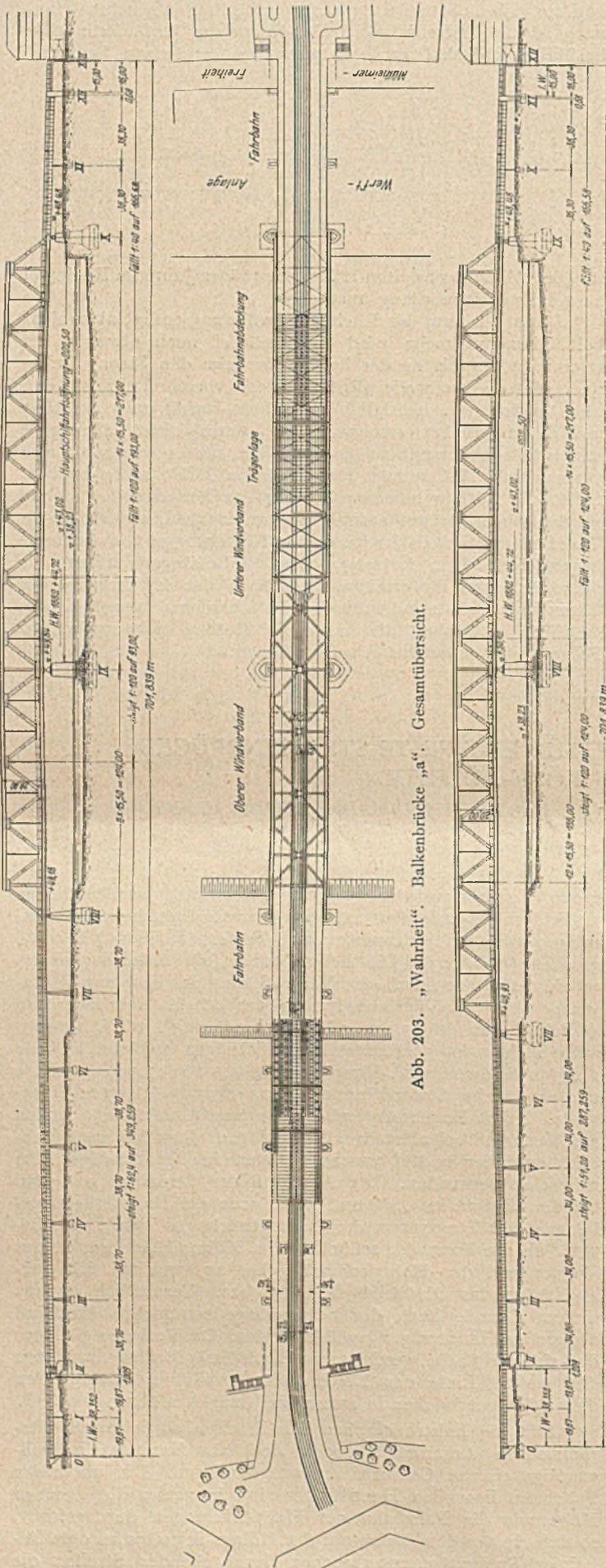


Abb. 203. „Wahrheit“. Balkenbrücke „a“. Gesamtübersicht.

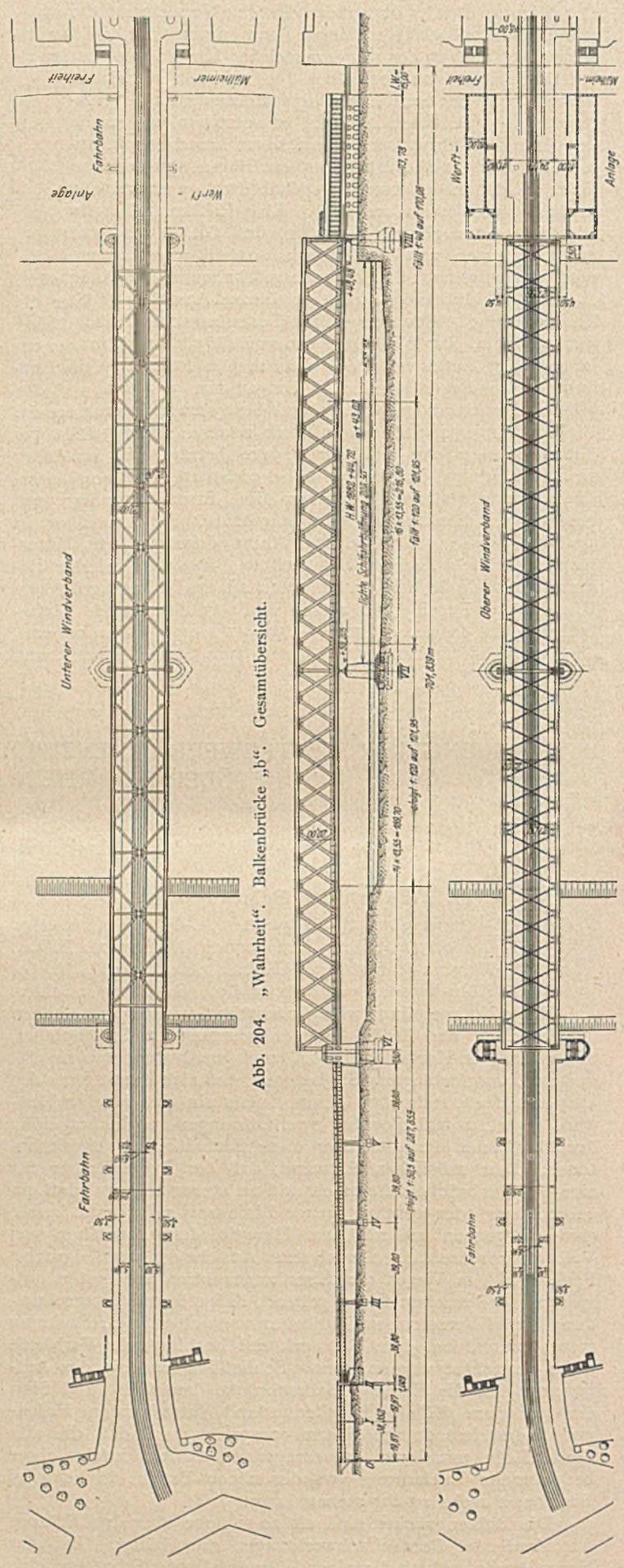


Abb. 204. „Wahrheit“. Balkenbrücke „b“. Gesamtübersicht.

Abb. 205. „Wahrheit“. Balkenbrücke „c“. Gesamtübersicht.

beiden Ufer verbindet. Deichweg, Hafenbahn und Mülheimer Freiheit sind mit Blechträgern von geringerer Höhe überbrückt. Der Wechsel der Bauhöhe wird durch das an den Übergangsstellen hochgezogene Pfeilermauerwerk ausgeglichen. Die nach dem Strom hin sich vergrößernden Stützweiten der Flut- und Nebenöffnungen gehen aus den Abb. 203 bis 205 hervor.

Abb. 206 zeigt den Übergang der Balkenbrücke „c“ zum Mülheimer Ufer, Abb. 207 einen Durchblick durch diese Brücke.

Das Tragsystem der beiden Hauptöffnungen besteht bei allen drei Entwürfen aus Fachwerkbalken, welche ohne Gelenke über drei Pfeiler durchlaufen. Wie bei dem Entwurf „Von Ufer zu Ufer“ weisen auch hier die Verfasser auf die in der Grüningschen Schrift¹⁰⁾ klargelegten Vorteile statisch unbestimmter Systeme hin. Die aus einer Verschiebung der Mittelstützen um 5 cm sich ergebende Zusatzspannung berechnen die Verfasser zu nur 100 kg/cm². Der Hauptträgerabstand beträgt 26,2 m, die festen Lager der Strombrücken sind auf dem Mittelpfeiler angeordnet (Abb. 208). Eines dieser festen Lager ist querverschieblich ausgebildet, um Querausdehnungen stattgeben zu können. In der Ebene der beiden Endpfeiler sind keine Endquerträger angeordnet, um die Lager auf diesen Pfeilern nur längsbeweglich ausbilden zu müssen (Abb. 209). Einzelheiten der baulichen Ausbildung der Hauptträger gehen aus den Abb. 209 und 210 hervor.

Die Anordnung der oberen und unteren Windverbände ist aus der Abb. 203 ersichtlich. Bei deren Ausbildung haben sich die Verfasser auf die unbedingt notwendigen Stäbe beschränkt und durch die Wahl von Vollwandkonstruktionen Sorge getragen, daß unruhig wirkende Vergitterungen vermieden werden. Die Auflagerdrücke des oberen Windverbandes werden durch kräftige Portale auf den unteren Windverband übertragen (Abb. 210). Die Portalpfosten sind mittels Steigleiter und Mannlöcher zugänglich gemacht.

Der Fahrbahnrost (Abb. 211) setzt sich aus drei Strängen mit je zwei Hauptlängsträgern zusammen, welche an die in 15,5 m bzw. 13,55 m Abstand angeordneten Hauptquerträger angeschlossen sind. Der innere Strang trägt im ersten Ausbau die Straßenbahn, im zweiten die Schnellbahn, die beiden äußeren Stränge im ersten Ausbau die Straßenfahrbahn und

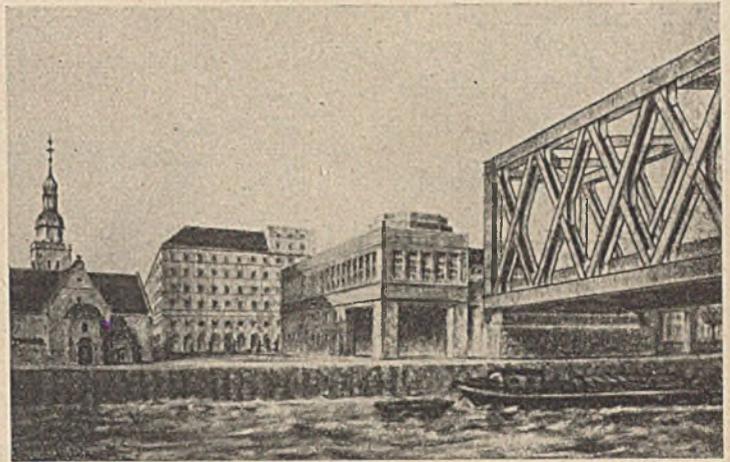


Abb. 206. „Wahrheit“. Balkenbrücke „c“. Übergang zum Mülheimer Ufer.

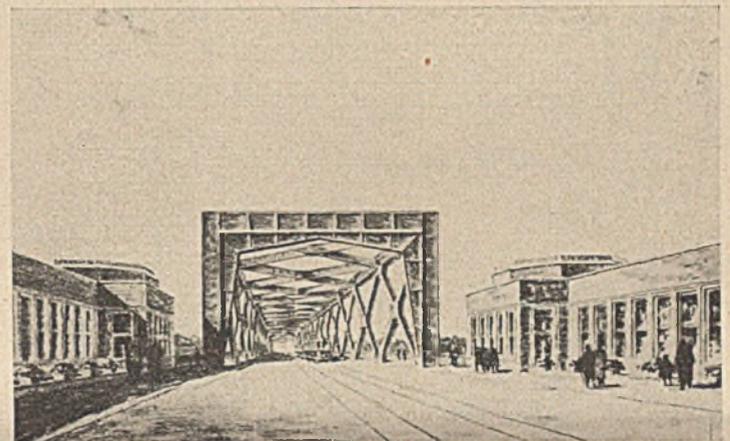


Abb. 207. „Wahrheit“. Balkenbrücke „c“. Durchblick.

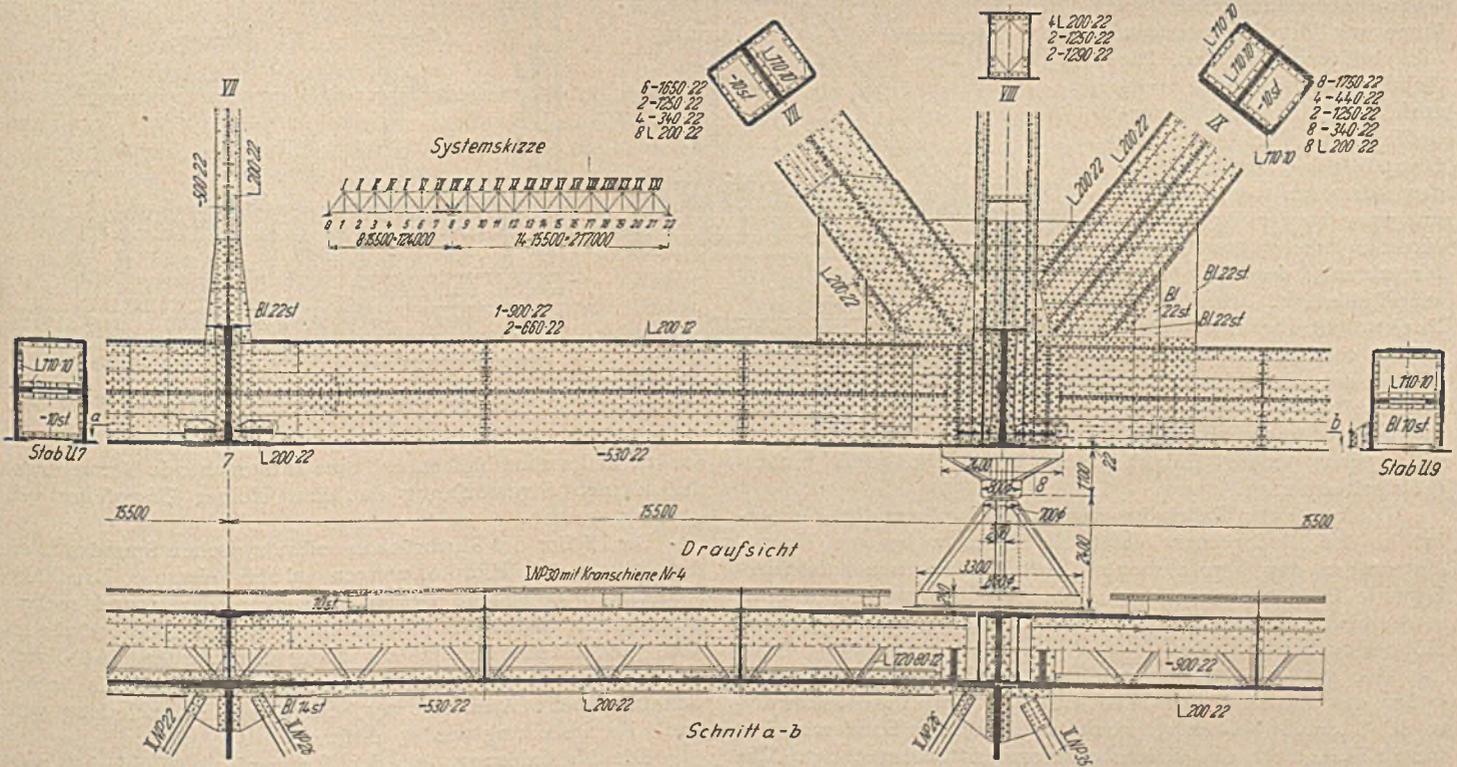


Abb. 208. „Wahrheit“. Balkenbrücke „a“. Lagerung der Hauptträger über dem Strompfeiler.

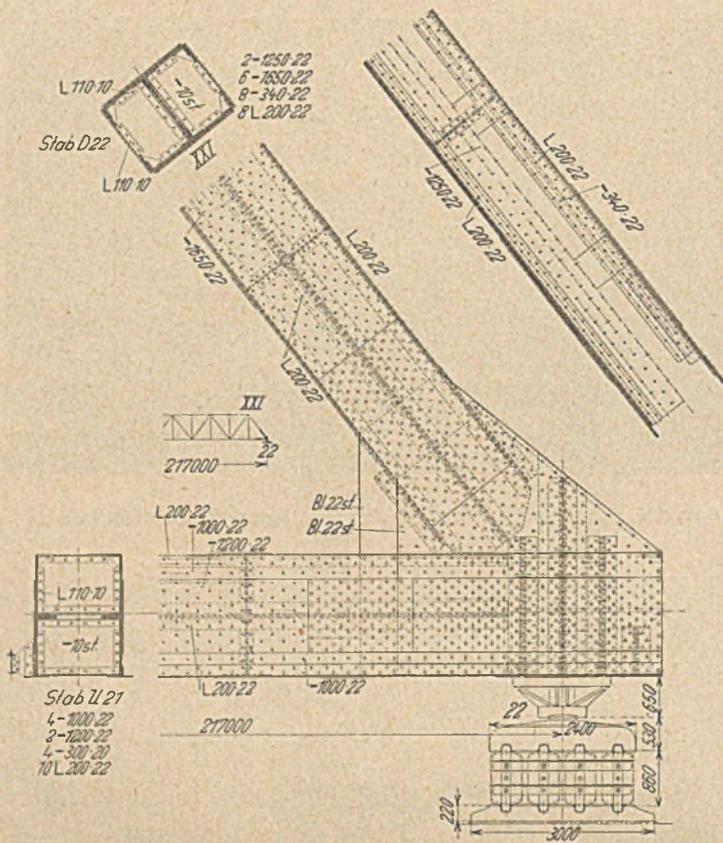


Abb. 209. „Wahrheit“. Balkenbrücke „a“. Endlager der Hauptträger.

sich auch hier wieder heraus, daß gerade bei einer Balkenbrücke von derartigen Ausmaßen die Berücksichtigung einer Stoßziffer nur für Verkehrslasten einer allgemeinen Herabsetzung der zulässigen Spannung ohne Berücksichtigung des großen Einflusses der Eigengewichte vorzuziehen ist. Die Gewichte der eisernen Überbauten der jeweiligen drei Angebote verhalten sich beim Entwurf „a“ wie 1:0,865:0,78, beim Entwurf „b“ wie 1:0,856:0,76 und beim Entwurf „c“ wie 1:0,853:0,758. Bei Ausbildung in St 48 erfordern gegenüber dem Entwurf „a“ die Entwürfe „b“ und „c“ Mehrgewichte von 1,5 v. H. bzw. 1,6 v. H.

Bei der Aufstellung soll der ganze Brückenstrang fest eingerüstet werden. Zur Freihaltung der geforderten Schiffahrtsöffnung unter der großen Strombrücke wird diese von der kleinen Öffnung, am Kölner Ufer beginnend, zunächst bis zur Mitte der großen Öffnung vorgestreckt. An dieser Stelle ist ein fester Gerüstpfeiler vorgesehen, welcher auch während der Wintermonate stehenbleiben soll. Zum Schutz gegen Beschädigungen wird dieser Gerüstpfeiler durch eine Larsen-Spundwand umschlossen, außerdem wird ein besonderes, ebenfalls aus Larsen-Eisen bestehendes Leitwerk angeordnet. Nach Fertigstellung der linksrheinischen Hälfte der großen Strombrücke wird die übrige feste Rüstung entfernt, so daß die halbe große Öffnung einerseits auf dem linksrheinischen Landpfeiler und andererseits auf dem Gerüstpfeiler in der Mitte der Stromöffnung gelagert ist. Beiderseits dieses Gerüstpfeilers bleibt die von der Strombauverwaltung geforderte Schiffahrtsöffnung frei. Im nächsten Frühjahr kann dann die zweite rechtsrheinische Hälfte der Strombrücke eingerüstet und aufgestellt werden. Falls jedoch die Strombauverwaltung im Sinne der Ausschreibungsbedingungen die Entfernung des Gerüstpfeilers während des Winters verlangt, muß die bereits aufgestellte Hälfte der großen Stromöffnung über Winter frei

den Fußweg, während sie im zweiten Ausbau die Straßenfahrbahn und die Gleise der Straßenbahn aufnehmen. Die Fußwege liegen in diesem Falle auf besonderen, als Verlängerung der Hauptträger ausgebildeten Konsolen. Die Fahrabdeckung entspricht den Ausschreibungsbedingungen. In der großen Hauptöffnung sind zwei, in der kleineren eine Trennungsfuge vorgesehen. Um eine möglichst symmetrische Krümmung der Fahrbahn zu erhalten, ist der höchste Punkt nicht über den Mittelpfeiler, sondern in Brückenmitte der durchlaufenden Fachwerksträger gelegt. Die mittleren Steigerungen ergeben sich daher linksrheinisch zu 1:70 und rechtsrheinisch zu 1:53.

Die unter der Fahrbahn angeordnete vollwandige Gerberbrücke der Flutbrücken bildet als Fortsetzung der Hauptlängsträger der Strombrücke ebenfalls drei nebeneinanderliegende Brückenstränge (vgl. Abb. 210). Im zweiten Ausbau sollen beiderseits noch zwei äußere Hauptträger von gleicher Höhe eingebaut werden.

Wie aus der Zusammenstellung der Tafel III hervorgeht, haben die Verfasser sämtliche drei Entwürfe für Ausführung in St 48 und St Si durchgearbeitet. Ein drittes Sonderangebot für St Si ist nach den Reichsbahnvorschriften berechnet. Wie bei dem Entwurf „Von Ufer zu Ufer“ (Balkenbrücke) stellt

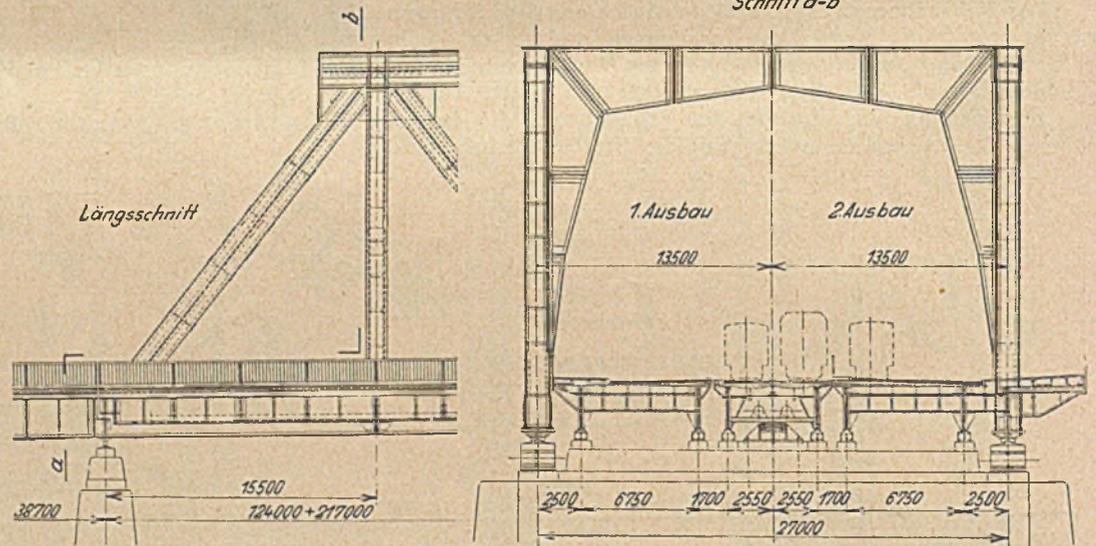


Abb. 210. „Wahrheit“. Balkenbrücke „a“. Windportal des großen Überbaues und Übergang zu den Flutbrücken.

auskragend stehen bleiben und eine entsprechende Verankerung der kleinen Stromöffnung auf dem Kölner Uferpfeiler vorgesehen werden.

Die Pfeiler der Flutbrücken sollen zwischen Spundwänden, die Pfeiler der Hauptöffnungen mittels eiserner Druckluftsenkkästen gegründet werden. Beim mittleren und rechten Strompfeiler sollen die Senkkästen zwischen Spundwänden von geschütteten Inseln aus abgesenkt werden (Abb. 212). Das eiserne Gerippe der Senkkästen dient nur als äußere Schalung beim Ausbetonieren, die innere Holzschalung wird nach Fertigstellung wieder entfernt.

Die Nebenlösung „c“ des Entwurfes „Wahrheit“ zeigt in großen Zügen eine gewisse Übereinstimmung mit der

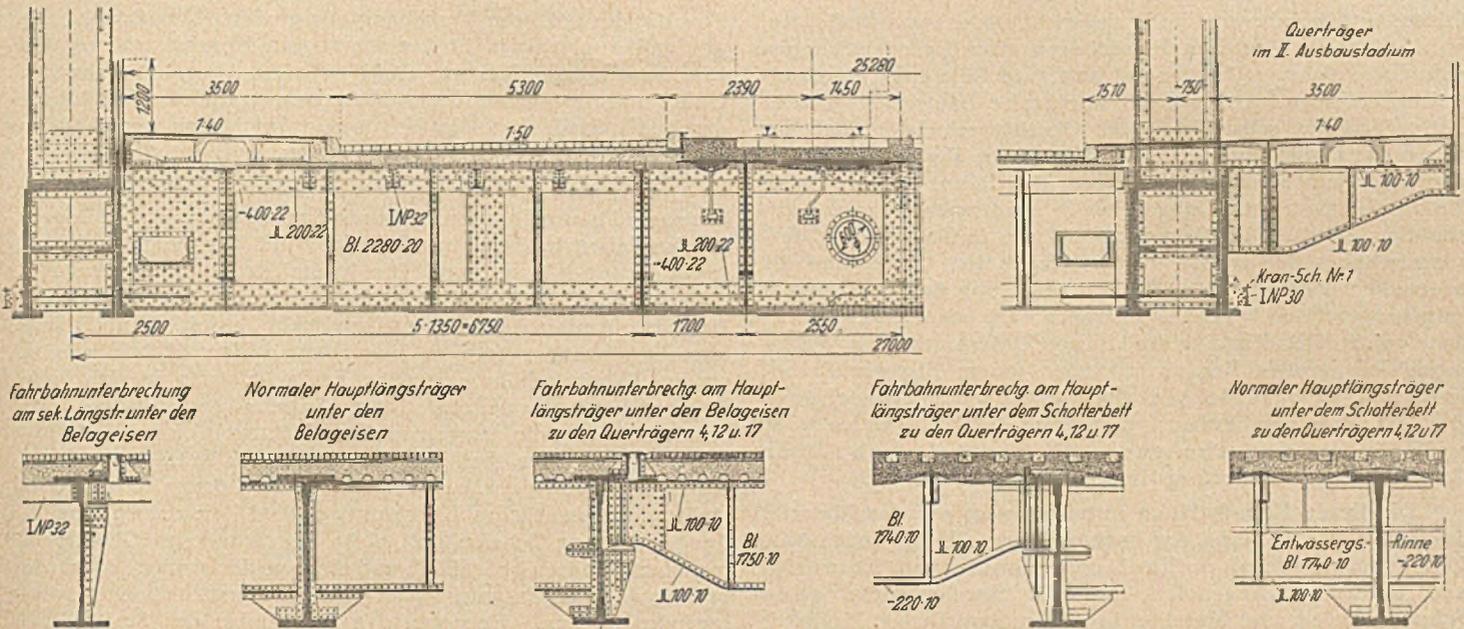


Abb. 211. „Wahrheit“. Balkenbrücke „a“. Ausbildung der Fahrbahn tafel.

Balkenbrücke „Von Ufer zu Ufer“. Hier wie dort verdient das Streben der Verfasser, auch der Balkenbrücke bei Bewältigung dieser bedeutsamen Aufgabe Geltung zu verschaffen, Anerkennung, zumal es ihnen zweifellos gelungen ist, ansprechende Lösungen vorzuschlagen. In beiden Fällen wurde die Gestaltungsarbeit durch das Vorbild der schönen, alten, ersten festen Kölner Rheinbrücke beeinflusst. Die heute selbstverständliche Forderung der möglichst ungehinderten freien Sicht von der Brücke steht allerdings einer allzu weitgetriebenen Verfeinerung des Stabwerkes, wie es diese alte Kölner Brücke aufwies, entgegen. Es ist aber gerade die feinmaschige Gliederung unserer älteren Brücken, welcher u. Er. zum wesentlichen Teil die ausgezeichnete Wirkung dieser Bauwerke zugeschrieben werden muß. Neben der alten Kölner Brücke sind es die noch bestehende alte Rheinbrücke in Koblenz und beispielsweise auch die Eadsbrücke in Washington, welche diese feine Wirkung sinnfällig wiedergeben. Auch ein Vergleich¹⁴⁾ der weitmaschig gegliederten Müngstener Talbrücke mit der Brücke über das Garabittal in Frankreich läßt erkennen, welche Be-

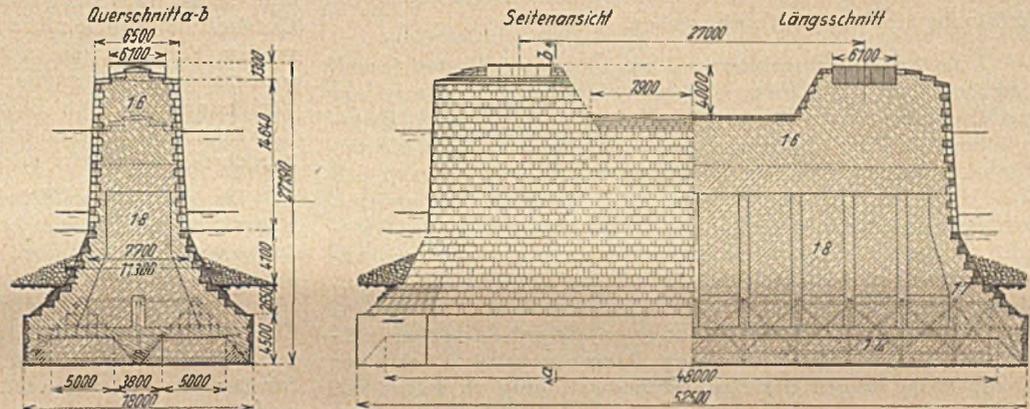


Abb. 212. „Wahrheit“. Balkenbrücke „a“. Strompfeiler.

deutung der Feinheit der inneren Gliederung dieser großen eisernen Bögen in bezug auf ihre Wirkung in der Landschaft zukommt. Neben der Forderung der freien Sicht ist es auch die Rücksicht auf Unterhaltung und auf klares Kräftespiel, welche bei der Ausbildung der Gliederung von Balkenbrücken über der Fahrbahn enge Grenzen steckt, und es bleibt den nach neuzeitlichen Grundsätzen durchgebildeten eisernen Brücken vorbehalten, dem Beschauer sowohl das eigentliche Wesen der Eisenkonstruktion, als auch den sinnfälligen Ausdruck des Kräftespiels zu vermitteln. Dieser Aufgabe würden Balkenbrücken von der vorbeschriebenen Form zweifellos aber in ausgezeichneter Weise entsprechen. (Fortsetzung folgt.)

14) „Der Eisenbau“ 1919, Seite 197.

DIE KÖLN-MÜLHEIMER BRÜCKE.

Entgegnung.

Von Beyer, Dresden, und Gaber, Karlsruhe.

Es ist bedauerlich, daß durch die Erklärung vom 18. Juni 1927 nun auch in die Fachpresse die Formen getragen werden, die sich beim Streit um die neue Kölner Rheinbrücke seit Anfang dieses Jahres in den Kölner Zeitungen herausgebildet haben. Die Herren Unterzeichner vom 18. 6. haben ihr Urteil in Unkenntnis der Sachlage ohne Anhörung der Nächstbeteiligten vorschneil der Öffentlichkeit in einer Form unterbreitet,

welche nur dem Ärger über einen Mißerfolg entsprungen sein kann. Der Inhalt der Erklärung wird durch folgenden kurzen Bericht widerlegt, der an der großen Linie festhält und alles Kleinliche vermeidet.

Die Herren Schaper und Zimmermann hatten im ersten Preisgericht Anfang dieses Jahres die von Krupp vorgeschlagene große Bogenbrücke ohne Zugband zur Ausführung emp-

fohlen, trotzdem bereits im Preisgericht Bedenken auftauchten, ob die für einen solchen Riesenbogen grundlegenden Voraussetzungen, sicherer Untergrund und gute Gründung, einwandfrei erfüllt seien. Die verantwortliche Bauleitung erklärte Mitte Februar schriftlich dem Oberbürgermeister, daß sie wegen des Untergrundes die Gewähr für die Bogenbrücke ohne Zugband nicht übernehmen könne. Die darauf von der Stadt Köln als Gutachter angerufenen erfahrenen Bausachverständigen lehnten die Gründung und die Aufnahme des Horizontalschubes des großen Bogens durch den Untergrund als bedenklich ebenfalls ab. Die Firma Krupp ließ eine Anzahl entgegengesetzter Ansichten vortragen. Da bauerfahrene Fachleute von Ruf die Eignung des kiesigen Untergrundes als Widerlager eines großen Bogens mit über 300 m Spannweite bezweifelten, so beschlossen die vereinigten Ausschüsse der Stadtverordneten, daß nur eine Brücke mit vollständig aufgehobenem Horizontalschub oder Zug gebaut werden solle.

Die Stadt Köln lud nun unter Hinweis auf das Material des ersten Wettbewerbs, das in ihren Besitz übergegangen war, fünf Eisenbaufirmen nochmals zur Abgabe von Entwürfen und bindenden Angeboten für eine Straßenbrücke ohne Schnellbahn ein und bestellte ihren verantwortlichen Bauleiter Reichsbahndirektor Woltmann mit den beiden Professoren Beyer, Dresden, und Gaber, Karlsruhe, als Prüfungskommission mit dem Auftrage, ihr technisches Gutachten schriftlich vor Eröffnung der Angebote abzugeben.

Vier von den eingeladenen Firmen reichten Entwürfe und Angebote ein. Die Firmen Harkort und MAN Gustavsborg mit Union-Dortmund legten für sich kleine und große Hängebrücken, die Firma Krupp und die Gemeinschaftsfirma Krupp-Klönne wieder für sich große Bogenbrücken vor. Krupp ließ jetzt seine frühere Gründung fallen und griff wie die anderen Firmen zur Preßluftgründung mit Senkkästen. Die Gutehoffnungshütte hatte unaufgefordert einen Bogenbrückenentwurf eingereicht. Die Prüfungskommission stellte wie beim Mannheimer Preisgericht vor der Einzelarbeit Richtlinien auf und kam nach gründlicher Prüfung und eingehender mündlicher Verhandlung mit den Firmen vorbehaltlich einer Nachprüfung wegen der Baukosten einstimmig zu folgendem Beschluß:

Von beiden Gruppen — Bogenbrücken und Hängebrücken — werden der Stadtverwaltung als beste, zuverlässige und baureif ausgearbeitete Entwürfe zur Wahl gestellt:

Entwurf Gutehoffnungshütte, Bogen mit 315 m Stützweite,

Entwurf MAN Gustavsborg, kleine Hängebrücke mit Stützweite von 247,2 m und $2 \times 90,3$ m.

Die endgültige Auswahl war Sache der Stadt. Sie war abhängig vom Geschmack und den noch nicht bekannten Baukosten. Unter Hinweis auf ihre Richtlinien äußerte sich die Kommission noch dahin, daß die kleine Hängebrücke sie am meisten befriedige.

Bei der öffentlichen Angebotseröffnung, welche nach Abgabe des schriftlichen Gutachtens erfolgte, wurde das von der Stadt nicht angeforderte Angebot der Gutehoffnungshütte zurückgezogen. Die von Harkort und Gustavsborg angebotenen kleinen Hängebrücken waren die billigsten Brücken und stellten sich um 809 000 und 265 000 RM. billiger als die jetzt für 9 722 000 RM. gegen früher 12,91 Millionen angebotene Bogenbrücke von Krupp. Somit hatte das Urteil der Kommission nicht nur die von jedermann als konstruktiv einwandfrei anerkannten und die Standsicherheit bestimmt verbürgenden Entwürfe, sondern in der kleinen Hängebrücke auch den wirtschaftlich vorteilhaftesten Entwurf getroffen. Eine bessere Bestätigung der Richtigkeit unserer Arbeit gibt es nicht, und an dieser Tatsache prallen alle kleinlichen Anwürfe ab.

Mit der späteren Vergebung der großen Hängebrücke mit 315 und $2 \times 91,03$ m Stützweite an ein Konsortium aus den Eisenbaufirmen Harkort, MAN Gustavsborg, Dortmund Union und die Tiefbaufirmen Holzmann und Grün & Bilfinger durch die Stadt hat die Kommission nichts zu tun. Dafür waren parlamentarische Gründe maßgebend.

Außer den beiden von der Prüfungskommission als am besten und baureif hervorgehobenen Entwürfen lagen die Bogenbrückenentwürfe der Firma Krupp und der Gemeinschaftsfirma Krupp-Klönne vor. Die Firma Krupp hatte eine Abänderung ihres früheren Entwurfs „Aus einem Guß“ angeboten. Der Horizontalschub wurde nunmehr unter Vermittlung lotrecht stehender 12,6 m langer, einarmiger Hebel teils in ein in Fahrbahnhöhe liegendes Zugband, teils in das tiefe Bogenwiderlager geleitet. Diese Aufteilung der Bogenkraft durch Hebel wurde als geistreich und statisch einwandfrei bezeichnet, war aber doch nur eine durch die Notlage des Entwurfsverfassers zu erklärende, gezwungene Lösung. Der Hebel stellte ein wesentliches Konstruktionsglied dar, dessen Ausbildung als ebene Scheibe und nicht als räumliches Gebilde in manchen Punkten bedenklich und nicht geglückt war. Es wurde betont, daß der Entwurf in der übrigen Konstruktion Hervorragendes leistete. Entgegen den Richtlinien der Stadt blieb der umstrittene Untergrund immer noch wagerecht belastet, während alle anderen Firmen dies vermieden hatten. Außerdem erfolgte der Kräfteausgleich im Gegensatz zum Bogen der Gutehoffnungshütte nicht im Haupttragsystem, wie es bei solch großen Verhältnissen nicht nur wegen Sprengungen u. dgl., sondern ganz allgemein wünschenswert ist, sondern nur in Verbindung mit den Betonbogen der Vorländer. Zudem erstreckten sich auf dem rechten Ufer diese Bogen entgegen der Ausschreibung zu tief nach Mülheim hinein.

Der von Krupp-Klönne vorgelegte Entwurf „Gespannter Bogen“ sah u. W. zum ersten Male im Brückenbau Kabel als Zugband vor. Wir haben die Anwendung des Kabels als Zugband von Bogenbrücken als möglich unterstrichen, aber empfohlen, den ersten Versuch nicht gleich beim größten Bogen Europas zu unternehmen. Wir wünschten, daß diese beachtenswerte Neuerung bei kleineren Straßenbrücken erprobt werde: Straßenbrücken sind ausdrücklich mit dem Hinweis genannt worden, daß solche auch von der Reichsbahn in großer Zahl gebaut werden. Die Behauptung, daß das Zugbandkabel nicht ebenso leicht angeschlossen werden könne wie das Kabel bei der Hängebrücke, wurde von uns nicht aufgestellt. Die vorgelegte Einzelzeichnung für den Anschluß brachte aber hierfür im Gegensatz zu den Hängebrücken der MAN keine baureife Lösung.

Auf die beachtenswerten technischen Einzelheiten der in vieler Hinsicht hervorragenden Entwürfe aller Firmen sei in einer besonderen Abhandlung an Hand von Abbildungen näher eingegangen.

Wegen dieser Bedenken bei den Bogenbrückenentwürfen von Krupp und Krupp-Klönne mußte der einwandfrei und zuverlässig durchgebildete Entwurf der Gutehoffnungshütte — trotzdem er nicht wie jene bemerkenswerte Neuerungen aufwies — von uns in den Vordergrund gestellt werden. Er hob seinen Schub durch ein — auch von Herrn Schaper später gewünschtes — Zugband aus Walzeisen auf, dessen Anschluß wie die gesamte Konstruktion zu keinerlei Bedenken Anlaß gab.

Ganz abgesehen von der kurz bemessenen Prüfungszeit war es nicht unsere Aufgabe, für unausgereifte wichtige Einzelheiten Verbesserungsvorschläge auszuarbeiten — wir waren nicht Gutachter der Firmen — sondern wir mußten gerechterweise die Entwürfe in der vorgelegten Form miteinander vergleichen. Schließlich raten der gesunde Menschenverstand und das Verantwortungsgefühl dazu, das mit einem solchen Brückenbau notwendig verbundene Wagnis nicht ohne Zwang zu vergrößern.

Entgegen den Behauptungen der Erklärung vom 18. Juni wird daher festgestellt:

1. Die Bogenbrücke (Entwurf Gutehoffnungshütte) ist von uns nicht abgelehnt worden.
2. Sie verdiente wegen größerer Zuverlässigkeit vor den anderen Bogenbrückenentwürfen den Vorzug.
3. Die Kommission wählte im Gegensatz zum ersten Preisgericht zwei technisch einwandfreie und darunter auch die billigste Lösung aus.
4. Erst das zweite Ausschreiben brachte die in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht baureifen Entwürfe (Bogenbrücke statt 12,9 nur noch 9,7 Millionen, kleine Hängebrücke nur noch 8,9 Millionen RM.).

Nach diesen Aufklärungen ist nicht unser Gutachten, sondern die Erklärung vom 18. 6. erstaunlich. Unser Urteil erfolgte nach ernster Prüfung und Erwägung aller Bedenken und Schwierigkeiten und braucht heute nicht berichtigt werden. Herr Schaper hingegen mußte im Gegensatz zu seinem Urteil im 1. Preisgericht die in der „Stellungnahme zu den Ausführungen der Herren Preisrichter Schaper und Zimmermann in der Sitzung der vereinigten Stadtverordneten-Ausschüsse am 15. März 1927“ (städt. Druckschrift „Gutachten betr. die Straßenbrücke Köln-Mülheim, Seite 18) enthaltenen Erklärungen abgeben:

„Nachdem die Herren Schaper und Zimmermann in der Sitzung gegen die Sachverständigen (Sperber und Gen.) gesprochen haben, glauben wir nicht umhin zu können, den Inhalt der eingehenden Aussprache wiederzugeben, die die Gutachter (Sperber u. Gen.) tags vorher mit den beiden Herren Preisrichtern (Schaper und Zimmermann) hatten.

Herr Schaper hatte in dieser Aussprache uns gesagt, wenn wir Bedenken gegen den Kruppschen Entwurf hinsichtlich der Sicherheit hätten, so falle das Bogensystem überhaupt, und es käme die Hängebrücke, die man aber auch aus ästhetischen Gründen nicht brauchen könne; wir (Sperber u. Gen.) müßten das Preisgericht in seinem Urteil stützen. Wir erklärten eben, es könne nicht unsere Aufgabe sein, uns in den Streit einzumischen, ob Hängebrücke oder Bogenbrücke. Die Fragestellung an uns laute anders. Die Bedenken gegen den Kruppschen Entwurf hinsichtlich der Sicherheit könnten am einfachsten dadurch ausgeräumt werden, daß man ein Zugband zur Aufnahme des Horizontalschubs einführe. Herr Schaper

erwiderte uns, wir hätten hier vollständig recht. Der Bogen mit dem Zugband wäre ihm auch lieber, und wenn beim Preisgericht der Entwurf Klönne schon vorgelegen hätte, so hätte er ohne weiteres diesen genommen. Er bäte uns aber, in unserem Gutachten doch wenigstens zum Ausdruck zu bringen, daß man auch ohne Zugband durch Änderungen, Umkonstruieren und Zusatzkonstruktionen die Widerlager des Kruppschen Entwurfs so verbessern könne, daß sie bedenkenfrei seien. Im Preisgericht habe man wenig Zeit gehabt, solchen Fragen nachzugehen, es seien auch zu wenig Ingenieure darin gewesen, und er ersuchte uns, auch anzuraten, daß künftig mehr Ingenieure in einem Preisgericht tätig seien. Wir sind den Anregungen des Herrn Geheimrats Schaper so weit nachgekommen, als wir es als unabhängige Gutachter tun konnten, denn es liegt uns völlig fern, der technischen Autorität und Ehre der Herren Schaper und Zimmermann zu nahe zu treten.

Köln, den 16. März 1927.

Sperber, Oberbaudirektor a. D., Dr.-Ing. Haag,
Dantscher, ord. Professor, Dr.-Ing. Kirchhoff, Reg.-Baumeister,
Professor Dr. Fliegel, Reg.-Baumeister.

Und weiter seine Erklärung in der Sitzung der vereinigten Stadtverordnetenausschüsse vom 13. März 1927 (städt. Druckschrift „Gutachten betr. die Straßenbrücke Köln—Mülheim S. 24):

„Geheimrat Schaper: Ich erkenne sehr gerne an, daß ich gesagt habe, es wäre mir lieber, wenn diese Bogenbrücke mit Zugband ausgeführt würde. Dann wären alle Bedenken beseitigt und alle Schwierigkeiten auch. Lieber wäre mir das; aber ich behaupte, daß es sicher ist, durch geringe Mittel dieses Fundament so auszuführen, daß die Brücke vollkommen standsicher ist. Ich gebe zu, daß mir ein Zugband lieber ist. Wenn die Firma Krupp bereit ist, das zu wählen, wäre mir das auch lieber.“

Damit widerspricht Herr Schaper selbst der Behauptung am Schlusse seiner Erklärung vom 18. 6 und gibt die Unzulänglichkeit des Spruches des ersten Preisgerichtes zu.

Wessen Stellungnahme ist nun erstaunlich? Wer hat nun richtig gearbeitet, das erste Preisgericht oder die zweite Prüfungskommission?

EIGENSCHWINGUNGEN VON TURBINENFUNDAMENTEN.

Von Dipl.-Ingenieur F. Wingert, Ingenieur der Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G., Düsseldorf.

Die Untersuchungen von Fundamenten rasch laufender Maschinen, wie z. B. von Turbodynamos, Turbokompressoren usw., hat sich zuweilen nicht nur auf deren Standsicherheit — statische Untersuchungen — zu erstrecken, sondern auch auf deren Eigenschwingungen. Daß die Eigenschwingungen solcher Fundamentkonstruktionen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen, zeigt Dr. Josef Geiger in seiner Abhandlung in der Zeitschrift V. D. I. vom Jahre 1922¹⁾, und in einem späteren Aufsatz²⁾ gibt er Formeln an, solche Schwingungen überschläglich zu berechnen, die sich jedoch auf einfache zwei-stielige Rahmenformen beziehen. Liegen aber statisch kompliziertere Fundamentkonstruktionen vor, so dürften derartigen Näherungswerten doch zu große Ungenauigkeiten anhaften. Daher scheint es angebracht, im folgenden eine Methode zur Berechnung von Eigenschwingungen allgemein zu entwickeln.

Durch ihre Rotation übt die Welle auf ihre Lagerungen periodische Impulse aus, die auf die Fundamente übertragen werden, so daß auch letztere in Schwingungen geraten. Als-

dann schwingt das Fundament mit einer Frequenz gleich der Umdrehungszahl der Welle = Erregerschwingungszahl. Solange die Maschine auf massiven, starren Fundamentblöcken, die satt auf dem Erdboden aufruhend und in keiner Richtung hin eine Deformation erfahren können, montiert ist, sind Eigenschwingungen nicht zu fürchten, was sich auch am Schluß der Untersuchung bestätigt. Erst wenn das Fundament eine aufgelöste Tragkonstruktion bildet, wie z. B. auf Pfeilern ruhende Balken oder Rahmen, dann ist auf die Eigenschwingungen Bedacht zu nehmen. Alsdann aber ist zu vermeiden, daß die Eigenschwingungszahl des belasteten Systems mit der Erregerschwingungszahl der Maschine zusammenfällt oder ein Vielfaches von dieser ist. In diesem Falle tritt nämlich Resonanz ein, deren Wirkung man sich nach Art der gekoppelten Schwingung erklären kann, indem die rotierende Welle Bewegungsenergie an das Fundament abgibt, wodurch dessen Schwingungen verstärkt werden, welche alsdann wiederum die Maschine beeinflussen und deren ruhigen und gleichmäßigen Gang gefährden.

Um die Eigenschwingungen zu bestimmen, muß man von den freien Schwingungen ausgehen. Unter dem Einfluß der äußeren Lasten erfährt die vollwandige Rahmenkonstruktion eine Deformation, und zwar sei diese als dehnungslos voraus-

¹⁾ Untersuchung von Schwingungserscheinungen an Turbodynamos mittels des Vibrographen, V. D. I. Nr. 18 vom 6. 5. 1922.

²⁾ Berechnung von Schwingungserscheinungen an Turbodynamos, V. D. I. Nr. 26 vom 1. 6. 1922.

gesetzt. Entfernt man alsdann wieder die Kräfte, die den Verzerrungs- oder Verbiegungszustand hervorgerufen haben, so entstehen in dem System innere, relative Bewegungen, die mit der Zeit variieren und infolgedessen als erzwungene Schwingungen zu bezeichnen sind. Aus ihnen erhält man die freien Schwingungen, indem man sich das System gewichtslos und seine Oberflächen spannungslos vorstellt.

Es sollen nun die Eigenschwingungen ermittelt werden. Bekanntlich ist für den einfachen gewichtslosen Balken die Schwingungsdauer durch die Formel

$$(1) \quad T = 2 \pi \sqrt{\frac{\eta}{g}}$$

gegeben, worin η die Durchbiegung des Balkens in der Mitte unter einer Einzellast und g die Erdbeschleunigung darstellt, gemessen im C. G. S.-System. Der reziproke Wert der Gleichung (1) ergibt die Schwingungszahl oder Frequenz:

$$(1a) \quad v = \frac{1}{2 \pi} \sqrt{\frac{g}{\eta}}$$

Wendet man diese Formel einmal auf einen Ständer und dann auf den Riegel an, so ergeben sich bestimmt zwei verschiedene Resultate, gemäß den verschiedenen Durchbiegungen. Da aber das Rahmensystem als ein geschlossenes Ganzes schwingt, so müssen sämtliche Konstruktionsteile mit gleicher Frequenz schwingen. Also läßt sich erkennen, daß diese Formeln nicht ohne weiteres anwendbar sind.

Das deformierte System befindet sich im Zustande potentieller Energie, d. h. aber auch, ihm wohnt eine lebendige Kraft oder Wucht inne, und diese Wucht ist gleich der lebendigen Kraft des Mittel- oder Schwerpunktes der elastischen Massen des gesamten Systems. Was für die wirkliche lebendige Kraft gilt, trifft auch für die virtuelle Wucht zu. Bestimmt man jetzt mit Hilfe der virtuellen Wucht die Verschiebung des Massenmittelpunktes und setzt diese in die Gleichung (1) bzw. (1 a), ein, so erhält man die gesuchte Eigenschwingungsdauer bzw. Eigenschwingungszahl. Damit ist der eigentliche Weg der Untersuchung gekennzeichnet, und es handelt sich nur mehr um die Berechnung der Verschiebung des Schwerpunktes der elastischen Massen.

Der Einfachheit halber soll ein einfacher zweistieliger Rahmen vorgelegt sein, denn mit Leichtigkeit lassen sich für andere Rahmengebilde die folgenden Betrachtungen anwenden. Man stelle sich zunächst die Masse des Systems im Massenmittelpunkte μ vereinigt vor und denke sich diesen gemäß Abb. 1 mit dem Riegel starr verbunden. In μ greife nun eine Kraft P an, infolge welcher sich μ in Richtung der Kraft um die Größe v_μ verschoben möge. Dann ist die geleistete Formänderungsarbeit

$$A = \frac{1}{2} P v_\mu$$

Denkt man sich jetzt die Verschiebungen in der Zeiteinheit ausgeführt, so kann man diese als Geschwindigkeiten auffassen, und man erhält, wenn man noch die Kraft durch die Masse ersetzt, die potentielle Energie des Massenmittelpunktes

$$(2) \quad A = \frac{1}{2} m v = \frac{P}{2 g} v_\mu.$$

Durch abermalige Multiplikation mit der Geschwindigkeit v findet man die lebendige Kraft oder Wucht:

$$(3) \quad L = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{P}{2 g} v_\mu^2$$

Für die weitere Untersuchung sollen alle gedachten Größen der Belastungs- und Verschiebungszustände mit einem Querstrich über der Benennung gekennzeichnet werden. Um die virtuelle Kraft zu bekommen, denkt man sich jetzt $P = 1$ in μ angreifend, dann ist nach Gleichung (2) die potentielle Energie der Masse:

$$A = \frac{1}{2 g} \bar{v}_\mu$$

Wird dieser Ausdruck mit der wirklichen Verschiebung v_μ des Massenmittelpunktes unter der tatsächlich auftretenden äußeren Belastung multipliziert, so kommt die virtuelle lebendige Kraft des Punktes zustande:

$$(4) \quad \bar{L}_\mu = \frac{1}{2 g} \bar{v}_\mu \cdot v_\mu$$

Diese aber muß nun gleich sein der virtuellen Wucht des gesamten belasteten Systems, welche nun zu bestimmen verbleibt.

Es sei hierbei gleich erwähnt, daß \bar{v}_μ sich aus einer senkrechten und wagerechten Verschiebung bestimmen läßt; denn

$$\bar{v}_\mu = \sqrt{\bar{\eta}_\mu^2 + \bar{\xi}_\mu^2}$$

wenn $\bar{\eta}_\mu$ und $\bar{\xi}_\mu$ die Verschiebungen darstellen, die der Massenmittelpunkt μ erfährt, einmal infolge der senkrechten Kraft $P = 1$, das andre Mal zufolge der wagerechten Kraft $\bar{W} = 1$.

Unter der äußeren Belastung, welche sich aus wagerechten und senkrechten Kräften zusammensetzen möge, nähme der Rahmen ungefähr die Gestalt der Abb. 2 an. Es treten somit

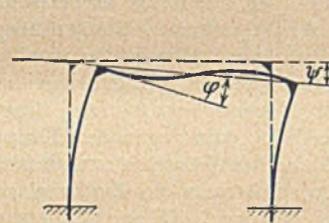


Abb. 2.

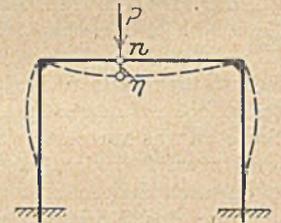


Abb. 3.

Durchbiegungen und Verdrehungen auf. Die senkrechten Durchbiegungen sollen mit η , die wagerechten mit ξ , die Knotendrehwinkel mit φ und die Stabdrehwinkel mit ψ bezeichnet werden.

Zunächst sollen die senkrechten Durchbiegungen betrachtet werden (vergl. Abb. 3). Zu diesem Zwecke sei an beliebiger Stelle n des Rahmens die Last $\bar{P}_n = 1$ aufgebracht. Unter dieser verschiebe sich der Punkt n in Richtung von \bar{P}_n um die Größe $\bar{\eta}_n$, und unter der wirklichen äußeren Last P_n wird die Durchbiegung von n mit η_n bezeichnet. Da aber die letztere proportional der Kraft ist, so ist $\eta_n = P_n \bar{\eta}_n$, und somit hat das System im Punkte n die virtuelle lebendige Kraft.

$$\bar{L}_{P_n} = \frac{1}{2 g} P_n \bar{\eta}_n \eta_n = \frac{P_n^2}{2 g} \bar{\eta}_n^2$$

Sind aber mehrere Kräfte P_n wirksam, so summieren sich deren Einflüsse, und dann ist die virtuelle Wucht infolge der senkrechten Kräfte

$$(5) \quad \bar{L}_P^{(\eta)} = \frac{1}{2 g} \sum P_n^2 \bar{\eta}_n^2$$

dabei bezeichne jeweils der obere Index, hier (η), die Art der Formänderung, also hier die senkrechte Durchbiegung, der untere die die Deformation hervorrufende Belastungsart, hier die senkrechten Einzelkräfte P .

Durch ähnliche Überlegung findet man, wenn statt der Einzelkräfte verteilte Belastung vorliegt, die Durchbiegung η_n an beliebiger Stellen infolge der verteilten Last q : $\eta_n = q \eta_n ds$, worin die Durchbiegung des Massenelementes „ ds “ unter einer Einzellast $\bar{P} = 1$ ist. Die virtuelle lebendige Kraft des Systems drückt sich dann aus durch

$$(6) \quad \bar{L}_q^{(\eta)} = \frac{1}{2g} \int q \eta^2 ds$$

wobei sich das Integral über die gesamten belasteten Stablängen zu erstrecken hat.

Steht das System noch unter Einwirkung von wagerechten Einzelkräften W , dann ist η durch ξ zu ersetzen, und analog ergibt sich die virtuelle lebendige Kraft für die wagerechten Kräfte

$$(7) \quad \bar{L}_w^{(\xi)} = \frac{1}{2g} \sum W \xi^2$$

und für verteilte horizontale Belastung w wird

$$(8) \quad \bar{L}_w^{(\xi)} = \frac{1}{2g} \int w \xi^2 ds$$

Jetzt verbleiben noch die Einflüsse der Stab- und Knotendrehwinkel zu bestimmen. Betrachtet man wiederum die Verdrehung infolge des Momentes M in der Zeiteinheit als Winkelgeschwindigkeit ω , dann ist allgemein die potentielle Energie $\mathcal{A} = \frac{1}{2} M \omega$ und die lebendige Kraft $L = \frac{1}{2} M \omega^2$. Die virtuelle lebendige Kraft aus der Knotenverdrehung im Knotenpunkte i wird gefunden, wenn man sich an demselben das Moment $\bar{M}_i = 1$ angebracht denkt, welches den Stab um den Winkel φ_i drehen möge. Da aber auch die Verdrehungen proportional den Momenten sind, so ist bei dem tatsächlich auftretenden Momente M_i die wirkliche Knotenverdrehung $\varphi_i = M \bar{\varphi}_i$ und die Formänderungsarbeit $\mathcal{A}_\varphi = \frac{1}{2} M \bar{\varphi}_i$. Wird nun noch die das Moment hervorrufende Kraft durch die Masse ersetzt und die gedachte Formänderungsarbeit mit $\bar{\varphi}_i$ abermals multipliziert, so ergibt sich die virtuelle Wucht infolge der Knotenverdrehung des Knotenpunktes i

$$\bar{L}_\varphi = \frac{1}{2g} M \bar{\varphi}_i^2$$

und da in einem Rahmensystem stets mehrere Knoten vorhanden sind, so hat sich über sämtliche die Summation zu erstrecken, so daß

$$(9) \quad \bar{L}_\varphi = \frac{1}{2g} \sum M_i \bar{\varphi}_i^2$$

Analog kann alsdann auch die virtuelle lebendige Kraft des Systems zufolge von Knotenverdrehungen hingeschrieben werden:

$$(10) \quad \bar{L}_\varphi = \frac{1}{2g} \sum M_i \bar{\psi}_i^2$$

Damit aber sind die sämtlichen virtuellen lebendigen Kräfte für die möglichen äußeren Belastungsarten des Rahmen-

gebildes gefunden, welche nun gleich zu setzen sind denjenigen des Massenmittelpunktes μ . Mithin muß sein

$$\bar{L}_\mu = \bar{L}_P^{(\eta)} + \bar{L}_q^{(\eta)} + \bar{L}_W^{(\xi)} + \bar{L}_w^{(\xi)} + \bar{L}_\varphi + \bar{L}_\psi$$

oder

$$v_\mu \bar{v}_\mu = \sum \{ P \eta^2 + W \xi^2 + M (\varphi^2 + \psi^2) \} + \int (q \eta^2 + w \xi^2) ds$$

woraus gefunden wird

$$(11) \quad v_\mu = \frac{1}{v_\mu} \left\{ \sum (P \eta^2 + W \xi^2 + M (\varphi^2 + \psi^2)) + \int (q \eta^2 + w \xi^2) ds \right\}$$

und dieses sich aus Gleichung (11) ergebende v_μ ist nun in Gleichung (1) bzw. (1a) einzusetzen, woraus alsdann die Schwingungsdauer bzw. Frequenz folgt. Mithin

$$(12) \quad v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{v_\mu}}$$

Dieses aber ist die sekundliche Schwingungszahl, die sich für die Minute umrechnet zu

$$v' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{981 \cdot 60^2}{v_\mu}}$$

wofür man mit hinreichender Genauigkeit findet:

$$(13) \quad v' = \frac{300}{\sqrt{v_\mu}}$$

In den allermeisten Fällen läßt sich die Annahme treffen, daß die Stabdrehwinkel ψ gleich Null sind, wodurch sich dann obige Gleichungen etwas vereinfachen. Dagegen ist es nicht angängig, die Knotendrehwinkel zu vernachlässigen. Um die Vorzeichen der Drehwinkel braucht man sich nicht zu bekümmern, da diese stets in der zweiten Potenz vorkommen und daher nur positiv sein können.

Nun läßt sich zeigen, daß bei massiven, starren Fundamenten, die satt auf dem Erdboden aufrufen, die Eigenschwingungen zu keinen Befürchtungen für den Gang der Maschine Anlaß geben können; denn da diese keine Verschiebungen erfahren, abgesehen von inneren Dehnungen, so werden auch keine Formänderungsarbeiten geleistet, und somit tritt auch keine lebendige Kraft auf. In diesem Falle wird gemäß Gleichung (1) für $\eta = 0$ die Frequenz $v = \infty$, was aber besagt, daß völlige Ruhe den Grenzwert eines Schwingungszustandes mit unendlicher Schwingungszahl darstellt. Daraus ersieht man aber auch, daß eine hohe Schwingungsfrequenz für ein Bauwerk weniger gefährlich ist, als Schwingungen mit niedriger Schwingungszahl — man vergleiche die kritische Drehzahl bei Wellen — und daß damit eine Bemessung der Fundamente raschlaufender Maschinen auf Grund eines Stoßzuschlages von 50 %, wie ihn die amtlichen Bestimmungen für Eisenbeton vom September 1925 vorsehen, ausreichend ist. Endlich ist noch — zur Berichtigung verschiedener Literaturstellen — zu erkennen, daß die Eigenschwingungen vorliegender Rahmenkonstruktionen von Stoß- und Zentrifugalkräften unabhängig sind.

BEITRAG ZUR SCHWINGUNGSBERECHNUNG VON DAMPFTURBINENFUNDAMENTEN.

Von Dr.-Ing. E. Rausch, Berlin.

In den Formeln für die lotrechte Frequenz der Eisenbetonrahmen von Turbinenfundamenten wurde bisher nur die durch Biegung hervorgerufene Formänderung berücksichtigt¹⁾.

Die nachfolgenden Ausführungen zeigen, daß auch die Verkürzung der Rahmenstiele, hervorgerufen durch die lotrechte Belastung, einen erheblichen Einfluß auf die Eigenfrequenz ausübt und nicht vernachlässigt werden kann.

Es sei z. B. die Eigenfrequenz des auf Abbildung 1 dargestellten mit der Einzellast P und der verteilten Last Q beanspruchten Rahmens berechnet, wobei zur Einfachheit P = Q gesetzt wird, und die Riegel und Stielquerschnitte einander gleich angenommen werden. Mit einer Querschnittshöhe von 0,3 l und einer Querschnittsbreite von 0,2 l ergibt sich die Querschnittsfläche ohne Berücksichtigung von Eiseneinlagen zu:

$$F = 0,3 l \cdot 0,2 l = 0,06 l^2$$

und das Trägheitsmoment zu:

$$J = \frac{0,2 l}{12} (0,3 l)^3 = 0,00045 l^4.$$

Die zur Frequenzberechnung dienende Durchbiegung in Riegelmitte ergibt sich bei Berücksichtigung der Formänderung durch die Momente allein wie folgt:

¹⁾ Vgl. Aufsatz von Dr. Geiger in der Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1922, S. 667, und 1923, S. 287, die Formeln übernommen in den Aufsatz „Dampfturbinen-Fundamente“ des Verfassers im „Bauingenieur“ 1924, S. 772.

von der Einzellast:

$$y_P = \frac{P l^3}{48 E 0,00045 l^4} \left[1 - \frac{0,75 l}{\frac{1,5 l}{2} + l} \right] = 26,5 \frac{P}{E l},$$

von der verteilten Last:

$$y_Q = \frac{5}{384} \cdot \frac{Q l^3}{E 0,00045 l^4} \left[1 - \frac{0,8 l}{\frac{1,5 l}{2} + l} \right] = 15,7 \frac{Q}{E l},$$

insgesamt:

$$f = y_P + y_Q = \frac{1}{E l} [26,5 P + 15,7 Q] = \frac{42,2 P}{E l}.$$

Die Verkürzung der Pfeiler unter der Last $\frac{1}{2} (P + Q)$ beträgt:

$$y_s = \frac{\frac{1}{2} (P + Q) 1,5 l}{E \cdot 0,06 l^2} = 12,5 \frac{P + Q}{E l} = \frac{25,0 P}{E l}.$$

Um dieses Maß muß der oben ermittelte Wert von f erhöht werden, so daß sich die Durchbiegung bei dem angeführten Beispiel um rund 60 % erhöht. Da die Frequenz zur Durchbiegung im Wurzelverhältnis steht, wird die Frequenzzahl bei Berücksichtigung der Stützenverkürzung um ca. 25 % niedriger, also etwa das 0,8 fache der vorher berechneten Eigenfrequenz. Wenn die Stützen schwächer, die Riegel stärker ausgebildet werden, dann ist der Unterschied noch größer. Dieser Hinweis ist vor allem deshalb beachtenswert, weil die lotrechten Frequenzen der einzelnen Rahmen bei Turbinenfundamenten meistens über der Maschinendrehzahl liegen und sich durch die geschilderte Verminderung dem Resonanzzustand nähern.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Einfache Berechnung von f_{max} bei auf Biegung beanspruchten I-Trägern.

Die in oben genanntem Aufsatz (s. Bauingenieur 1927, H. 4, S. 67.) aufgestellte Tabelle gilt für alle eisernen Träger mit gleichbleibendem Trägheitsmoment und E = 2 100 000 kg/cm², die die gleiche Höhe wie die entsprechenden Normalprofile haben. Dies läßt sich allgemein durch eine leicht zu merkende Formel ausdrücken. Die Durchbiegung eines Trägers mit gleichmäßig verteilter Belastung läßt sich bekanntlich auch schreiben:

$$f = \frac{5 \sigma l^2}{24 E h},$$

hiermit ergibt sich der Durchbiegungswert zu

$$\frac{1}{f} = \frac{10 080 000 h}{\sigma l} = \text{rund } \frac{10 000 000 h}{\sigma l},$$

also abgesehen von der Stollenzahl: Höhe des Trägers geteilt durch Spannung × Spannweite. Wird die Durchbiegung durch eine Einzellast in Balkenmitte hervorgerufen, so ist der Wert mit 0,8 zu dividieren. Dipl.-Ing. E. Müller-Hannover.

Verwendung von Eisenbeton bei Herstellung von Dachstühlen.

Die Wiederherstellung des im Kriege durch Beschießung in Brand gesetzten, völlig zerstörten hölzernen Dachstuhles der Kathedrale von Reims ließ das Bauwerk getreu seiner alten äußeren Form erstehen. Dabei hat man auf eine Verwendung von Holz als feuergefährlichem Dachkonstruktionsmaterial verzichtet. Die Ablehnung auch einer eisernen Dachkonstruktion wird in den diesem Auszug vorgelegenen Ausführungen (Le Génie Civil v. 26. März 1927) eigentümlicherweise mit der geringen Widerstandsfähigkeit des Eisens gegen die bei Bränden

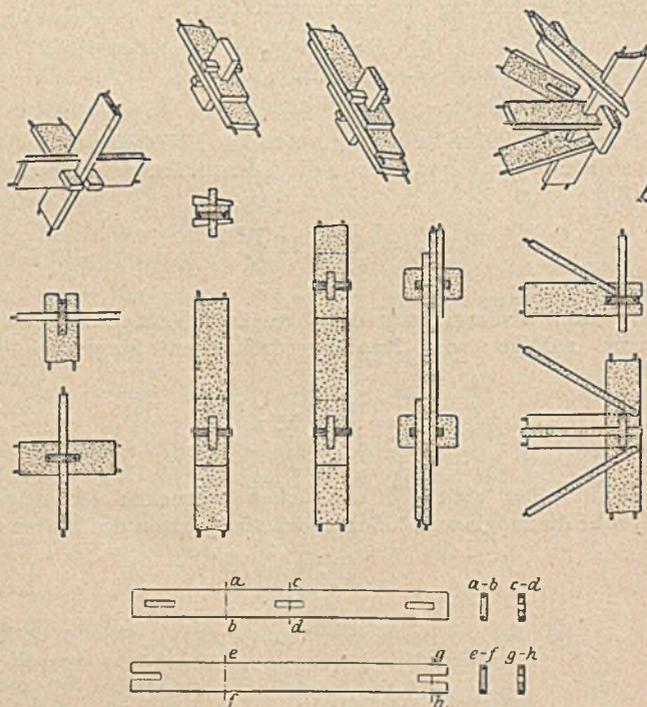


Abb. 1—14.

auf tretenden hohen Temperaturen begründet, ohne dabei zu bedenken, daß bei Fortfall der hölzernen Dachkonstruktion eine Feuergefahr ohnehin so gut wie ausgeschlossen ist. Dagegen will es richtig erscheinen, wenn für den Dachstuhl im Hinblick auf das Gewicht der bisherigen Holzkonstruktion ein Material verwendet wurde, das für die tragende Mauerkonstruktion der Kathedrale keine erhebliche Mehrbelastung ergab. Schließlich sprachen auch die durch einen regelmäßig wiederholten Schutzanstrich gegen Rost entstehenden hohen Unterhaltungskosten gegen eine Eisenkonstruktion. Hinsichtlich der Verwendung von Eisenbeton als feuerbeständigem und gegen die atmosphärischen Einflüsse widerstandsfähigem Baustoff traten zunächst Bedenken wegen der infolge Einhaltung der alten äußeren Dachform sehr umfangreichen, kostspieligen Schalung und Rüstung auf, die erst zerstreut wurden, als Deneux eine aus Einheiten zusammengesetzte Eisenbetondachkonstruktion vorschlug. Diese Einheiten stellen Fertigfabrikate dar, die, ähnlich einer Holzkonstruktion, leicht zusammensetzbar, eine Schalung erübrigen lassen; sie haben eine Stärke von 4 cm, eine Breite von 20 cm und eine Länge von 2 bis 3 m und sind mit 2 mit Bügel verbundenen Rundeseisen von je 12 mm Dmr. bewehrt. Die einzelnen Einheiten sind entweder mit Zapfen oder Einschnitten derart versehen, daß ihre Verbindung mittels Keilen leicht hergestellt werden kann. Die Abb. 1 bis 14 geben eine Anzahl solcher Verbindungen wieder und lassen gleichzeitig die grundsätzliche Eignung dieses Systems für provisorische Bauten erkennen; allein die uneingeschränkte Wiederverwendung der Einheiten im Zusammenhange mit ihrer dem Material entsprechenden Haltbarkeit erhöht die Wirtschaftlichkeit dieser Bauweise. Auch haben die Einheiten ein so geringes Gewicht, daß ein einfacher Rollenaufzug für den Hub an die Ver-

wendungsstelle genügt. Und ferner lassen sich mehrere Einheiten zu einem Konstruktionsteil, etwa einem Pfosten, mit den gleichen Befestigungsmitteln bei gleichzeitiger Verwendung von Mörtel miteinander verbinden; nach ausgeführten Belastungsversuchen haben diese zusammengesetzten Teile vollkommen den an sie gestellten Anforderungen genügt. Je nach der Dachdeckung wird man gegebenenfalls nur die Hauptträger, die Pfetten, Zangen, Streben u. a. m., nicht aber die Sparren in der geschilderten Bauweise ausführen, da die Anbringung der Dachdeckung evtl. hölzerne

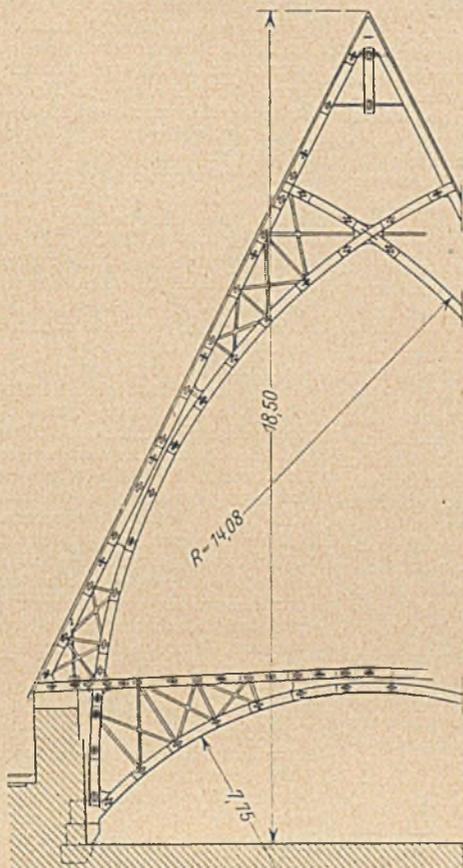


Abb. 15.

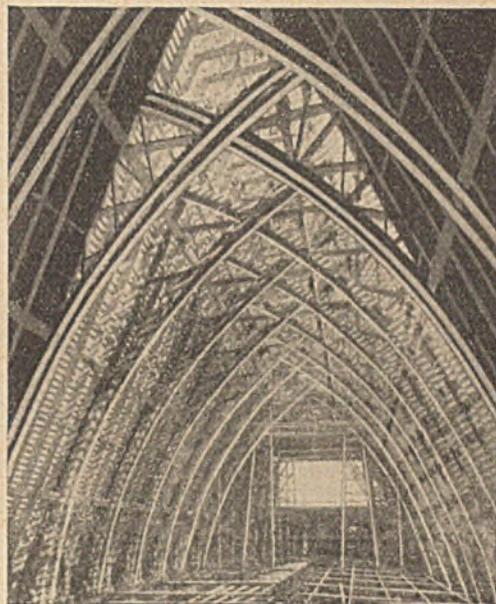


Abb. 16.

Sparren voraussetzt. Die Brandgefahr bleibt dann immerhin nur auf einen kleinen Teil des Dachstuhles beschränkt. Die Abb. 15 zeigt einen Binder, die Abb. 16 den fertigen Eisenbetondachstuhl der Kathedrale von Reims. Dr. E.

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Gesundung des Verdingungswesens.

Von Stadtbaurat P. May, Düsseldorf.

(Fortsetzung von Seite 500.)

Durch diese Entscheidung erkennt das Reichsgericht in der Unterlassung der Bodenuntersuchungen die Übernahme des Wagnisses durch den Unternehmer, insbesondere, wenn der Unternehmer einem Hinweis, daß er sich selbst Klarheit durch eigene Untersuchungen verschaffen möge, nicht folgt.

Der Besteller hat zur Vornahme von Bodenuntersuchungen, die er zur Projektierung des Werkes, zur Disposition usw. des Baues nötig hat, genügend Zeit. Ganz anders liegt es aber bei dem Unternehmer, wenn er als gewissenhafter Unternehmer sich Aufschluß über die Untergrundverhältnisse verschaffen will, für die er das Wagnis übernehmen soll. Wenn es sich um Arbeiten großen Umfangs handelt (greife man einmal Eisenbahnbauten mit umfangreichen Erdarbeiten in Auftrag und Einschnitten, Tunnelbauten, Schiffahrtskanälen, Kanalisationsbauten usw. heraus), dann sind Untersuchungsarbeiten nötig — und dies von allen Bewerbern, die sich an der Ausschreibung solcher Arbeiten beteiligen wollen — die technisch, örtlich und räumlich überhaupt nicht durchzuführen sind. Es kommt ferner in Frage, ob die Kosten solcher umfangreichen und sorgfältigen Untersuchungen für den Unternehmer bei großer Beteiligung an der Ausschreibung, aber um so geringerer Aussicht auf die Arbeit überhaupt tragbar sind, insbesondere dann, wenn Untersuchungen in großer Anzahl und großen Tiefen und diese an verschiedenen Stellen vorzunehmen sind. Man denke sich nur an der Baustelle ein Bohrgrüst neben dem andern! Auf alle Fälle verlangen solche Untersuchungen eine lange Zeit, auf die bei Bemessung des Ausschreibungstermins seitens des Bestellers gebührend Rücksicht genommen werden muß.

Gewissenhafte und geschäftstüchtige Firmen werden die Kosten solcher umfangreichen Untersuchungen auf ihre Preise schlagen, die dann aber auch die Ausführungskosten erheblich steigern können. Das darf bei der Kostenfrage nicht übersehen werden. Diese praktischen

und die vorangeführten Gründe sprechen zweifellos dafür, daß die Ergebnisse der von dem Besteller doch vorzunehmenden Untersuchungen restlos dem Unternehmer zur Verfügung gestellt werden sollten.

Neben diesen Untersuchungen können aber auch noch andere örtliche Zusammenhänge über den Baugrund Aufschluß geben, die mit zur Beurteilung und Klärung der Untergrundverhältnisse herangezogen werden, das können z. B. Kiesgruben, Steinbrüche usw. sein. Bekannte Erfahrungen und Sachkunde über gleiche oder ähnliche Verhältnisse, von denen der Auftraggeber weiß oder annehmen kann, sollten dem Unternehmer ebenfalls und ungefragt mitgeteilt werden.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn der Unternehmer die Bodenbeschaffenheit kennt oder kennen muß, oder wenn er sich in der Annahme der festgestellten oder vermuteten Bodenbeschaffenheit getäuscht hat. In diesen Fällen hat er keinerlei Anspruch auf Entschädigung, erst recht nicht, wenn er das Wagnis für die Bauausführung übernommen hat.

Wohl hat sich das Reichsgericht in solchen Fällen auf den Standpunkt gestellt, daß dem Unternehmer auch in diesen Fällen die Risikoverhältnisse für die Beseitigung von künstlichen Hindernissen, deren Vorhandensein auch der Unternehmer nicht kennen konnte, zu vergrüßen sind. Das trifft auch zu, wenn Hindernisse zu beseitigen sind, deren tatsächliches Vorkommen die Angaben in den Ausschreibungsunterlagen das Maß der vertraglichen Mehrarbeit (10%) überschreiten. (Entscheidung des Reichsgerichts III, 490/13 vom 20. 2. 1914 und III 319/14 vom 12. 1. 1915.)

Auch über etwaige besondere Vertragsbedingungen für den Einzelfall (§ A 10) als Ergänzung zu den allgemeinen Bedingungen ist Klarheit geschaffen. Die allgemeinen Bedingungen und auch die technischen Vorschriften sollen unverändert bleiben, damit sie nicht durch etwaige Zusatzbedingungen wieder abgeschwächt und durch allerhand künstlich aufgebaute Klauseln im bestimmten Wortlaut unklar und unsicher gemacht werden.

Unbillige, in ihrer Tragweite gar nicht übersehbare Vertrags-

klauseln bringen Mißtrauen gegen Unternehmer und Auftraggeber. Eine auf Treu und Glauben beruhende, gewissenhafte Bauausführung ist bei solchen zweifelhaften Bedingungsklauseln nicht zu erzielen.

Die V. O. B. läßt in sachlich begründeten Fällen durch diesen Paragraphen eine Bewegungsfreiheit in ihren Vorschriften zu, indem sie gestattet, Einzelvorschriften, die sich auf ganz besonders geartete, bauliche und vertragsrechtliche Forderungen stützen, zu bringen. Ja, sie geht sogar so weit, daß sie von Einzelbestimmungen Abweichungen zuläßt, wenn diese deutlich und gut verständlich erkennbar und nicht von gegenteiliger Bedeutung sind.

Ferner bedarf der § A 15 einer Erörterung. Er behandelt die Streitigkeiten, die, wenn nicht ausdrücklich der ordentliche Rechtsweg vorgeschrieben sei, durch ein Schiedsgericht aus der Welt geschafft werden sollen.

Es darf angenommen werden, daß man durch diese Bestimmung die ordentlichen Gerichte von Rechtsstreitigkeiten des Baugewerbes möglichst entlasten wollte. Der Gedanke ist den Gerichten vielleicht willkommen, weil sich ihre Entscheidungen mehr oder weniger auf Gutachten von technischen Sachverständigen stützen. Für eine Behörde als Auftraggeber ist aber ein Schiedsgericht, ganz abgesehen von dem sachlichen Können berufsmäßiger oder nichtberufsmäßiger Schiedsrichter, die erfahrungsgemäß vielfach zu Gunsten des Auftragnehmers, des wirtschaftlich schwächeren, entscheiden, nicht das Richtige. Ich möchte mich durch diese Stellungnahme nicht als grundsätzlicher Gegner eines Schiedsgerichtes betrachtet wissen, vom Standpunkt als Techniker kann man es sicher bedauerlich finden, wenn bauliche Streitigkeiten zur Entscheidung dem ordentlichen Gericht übergeben werden, denn der Fachmann weiß etwaige Ausstellungen am Bau am besten zu beurteilen. Es ist gut möglich, daß sachlich und fachlich gehaltene Schriftsätze zweier unbefangener Schiedsrichter die Parteien einigen können, wenn die Geister derselben nicht schon zu sehr aufeinandergeplatzt sind und infolgedessen die Streitigkeiten nicht schon zu scharfe Formen angenommen haben.

Es ist aber bekannt, daß gerade der Auftragnehmer mehr zu einem Schiedsgericht neigt, weil er durch ein solches sich eher Erfolg verspricht. Das erhoffen aber beide Teile. Wenn nun im Falle eines Schiedsgerichtes zwischen einer Behörde und einem Auftragnehmer auf der Seite des letzteren ein Schiedsrichter steht, der in der Beurteilung und Behandlung solcher Streitigkeiten spitzfindig genug geschult ist, der es versteht, aus einem Nichts ein Etwas und umgekehrt zu machen, der überhaupt sein Wissen und Können besser zu vertreten versteht, als der gegnerische Schiedsrichter, dem es in seinen vielleicht durchaus sachlich gehaltenen Auffassungen aber an der nötigen Überzeugung, Schlagfertigkeit und Durchschlagskraft fehlt, dann ist der Würfel zu Gunsten des Auftragnehmers gefallen.

Man wird mir nun entgegenhalten können, der erstere Schiedsrichter könnte ja auch eine Behörde vertreten. Im Falle von Streitigkeiten wird vielfach eine Behörde dazu neigen, ihren Schiedsrichter aus dem Beamtenkreise zu wählen. Ein Beamter als Schiedsrichter wird nach seiner dienstlichen, sachlichen und persönlichen Einstellung und Auffassung vielleicht nicht immer einem routinierten Berufsschiedsrichter gewachsen sein. Eine derartige Zusammensetzung eines Schiedsgerichtes kann trotz aller Sachlichkeit und allen Rechtes dann für eine Behörde nicht den gewünschten Erfolg haben.

Bei Schiedsgerichten, in die eine Behörde nicht verwickelt ist, wie z. B. bei Privat- und Industriebauten, bei denen eine möglichst schnelle Ausräumung der Streitigkeiten von großer wirtschaftlicher Bedeutung für die Besteller ist, mögen die Verhältnisse vielleicht anders liegen.

Eine technische Beurteilung von Streitigkeiten darf nicht Grund für ein Schiedsgericht sein. Die Gerichte haben es in der Hand, gegebenenfalls bei den Handelskammern Sachverständige zu beantragen, von deren Unbefangenheit sie auch überzeugt sind. Die Menge von Entscheidungen durch Schiedsgerichte und ordentliche Gerichte zeigen den Behörden, daß sie besser tun, von dem in der V. O. B. gemachten Vorbehalt des ordentlichen Rechtsweges ausnahmslos Gebrauch zu machen. Es soll damit nicht gesagt sein, daß der ordentliche Rechtsweg der einfachere und schnellere ist, jedenfalls kommt es bei einer Entscheidung durch die ordentlichen Gerichte bei einer Behörde auch darauf an, durch Streitigkeiten grundsätzlicher Art auch Erfahrungen und Festlegungen für zukünftige Fälle zu erhalten.

Der § A 20 spricht von der Zuschlagsfrist „in der Regel 12 Werktage“. Diese Frist ist für Behörden viel zu kurz.

Die bei einer öffentlichen Ausschreibung eingegangenen Angebote müssen auf die Angemessenheit der Preise und auf die rechnerische Richtigkeit hin geprüft werden, je nach der Zahl der eingegangenen Angebote eine tagelange Arbeit. Die zuständigen Ausschüsse müssen über die Vergabe gehört werden, das alles verlangt eine viel weitgestecktere Zuschlagsfrist, sie muß mit mindestens vier Wochen bemessen werden.

Der § A 21 Ziff. 2 fordert die Rückerstattung des Betrages für die Ausschreibungsunterlagen bei öffentlicher Ausschreibung. Bei einer öffentlichen Ausschreibung kann die Beteiligung außerordentlich groß sein. Pläne, Druckexemplare der allgemeinen und besonderen Vertragsbedingungen kosten dem Auftraggeber viel Geld und sind für ihn wertlos geworden, weil bei Abgabe des Angebotes diese Unterlagen mit Namensunterschrift zu versehen und deshalb nicht mehr zu gebrauchen sind. Es ist deshalb unbillig zu verlangen, daß der Auftraggeber die gezahlten Beträge den Bewerbern wieder zurückerstattet.

Das Öffnen der Angebote behandelt der § 23, er sagt in Ziff. 1, daß neben den Anbietern auch die Bevollmächtigten der Berufsvertretungen zugegen sein dürften. Diese Bestimmung geht zu weit. Man könnte vielleicht vermuten, daß die Berufsvertretungen durch die Teilnahme ihrer Bevollmächtigten am Eröffnungstermin eine Kontrolle der Preise ihrer angeschlossenen Berufsverbände ausüben wollen. Der Zweck der Teilnahme scheint jedoch mehr der zu sein, die Preise zwecks Herabsetzung in Konkurrenzkämpfen auszunutzen, vielleicht auch die Kenntnis der Preise dazu zu benutzen, die Preise der den Berufsvertretungen angeschlossenen Innungen in die Höhe zu treiben. Je nach Ausnutzung der Kenntnis der Preise zum Eigenzweck kann die Zulassung von Innungsvertretern eine gesunde Preisgestaltung der freien Konkurrenz leicht gefährden. Es scheint deshalb das Richtige zu sein, nur die Anbieter bei Öffnung der Angebote zuzulassen.

Der § A 24 Ziff. 2, der von der Zurückweisung von Angeboten spricht, mußte daraufhin ergänzt werden, daß auch Angebote, die nicht in allen Teilen mit Preisen versehen sind, zurückzuweisen sind.

Die Ziffer 4 desselben § ist für den Auftraggeber von größter Bedeutung, er spricht von der Abrede mehrerer Anbieter zum Nachteil des Auftraggebers.

Eine Ringbildung muß vom Standpunkt einer Behörde bekämpft werden, sie bildet eine Kluft zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. Die Erfahrung hat es doch schon gezeigt, daß es sich gewöhnlich nicht darum handelt, leichtfertige Unterbietungen zu bekämpfen und die Grenze des „angemessenen“ Preises nicht zu überschreiten, die Abreden werden dagegen vielfach in der Form getroffen, daß unter Abfindung der anderen Anbieter die Preise eines bestimmten Anbieters auf Kosten des Auftraggebers überboten werden. Solche Abreden sind für das gute Einvernehmen beider Teile, das nun mal durch die V. O. B. gefördert werden soll, auch wenn das Recht der Unternehmer, eine solche Abrede zu treffen, unbestritten und nach reichsgerichtlichen Entscheidungen auch unbestreitbar sei, unbedingt verwerflich. Ich will damit durchaus nicht sagen, daß das Abredeverfahren zu einer gewissen Gewohnheit geworden ist, ich bin vielmehr davon überzeugt, daß es sicher auch eine Menge von Lieferanten und Unternehmern gibt, die ein solches Verfahren nicht mitmachen, und daß in vorgekommenen Fällen Schädlinge des Gewerbes ihr Unwesen getrieben haben. Um diesen Abreden zu begegnen, hat der Reichsfinanzminister unterm 11. 8. 1926 einen Erlaß herausgegeben, wonach der Unternehmer bei Abgabe seines Angebotes eine Erklärung abzugeben hat, ob er mit anderen Unternehmern Vereinbarungen über die Preisbildung getroffen habe und welcher Art und welchen Inhalte diese seien. Diese Erklärung soll den Zweck verfolgen, etwaige sittenwidrige Vereinbarungen leichter festzustellen.

Über diesen Erlaß schweben zur Zeit noch Verhandlungen zwischen dem Reichsfinanzministerium und dem Reichsverband der deutschen Industrie.

Bevor man hierzu Stellung nehmen kann, wird man das Ergebnis dieser Verhandlungen abzuwarten haben.

Der § A 26 Ziff. 2 macht für den Zuschlag an die niedrigste Geldforderung zwischen öffentlicher und beschränkter Ausschreibung keinen Unterschied. Bei öffentlichen Ausschreibungen muß der Auftraggeber es sich vorbehalten können, den Zuschlag nicht an die niedrigste Geldforderung zu geben, die vielleicht in offenbarem Mißverhältnis zur Leistung steht, wohl soll man aber bei beschränkter Ausschreibungen, zu der man nur gute Firmen auffordert, auch dem billigsten Angebot den Vorzug geben. Ein Zusatz: „Bei öffentlichen Ausschreibungen“ wäre empfehlenswert.

Mit diesen Ausführungen wäre das Kriterium über den Teil A beendet.

Aber auch der Teil B enthält in einigen Bestimmungen Fassungen, die einer Erörterung unterzogen werden müssen.

Zunächst spricht der § B 1 davon, daß Leistungen, die durch nachträgliche Änderung des Bauentwurfes angeordnet sind, dem Auftragnehmer nur mit seiner Zustimmung übertragen werden können. Nach dieser Fassung kann u. U. der Unternehmer eine Leistung, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Bau als Ganzes steht, ablehnen. Eine solche Ablehnung kann aber keineswegs im Interesse des Baues und seiner Förderung liegen. Einen anderen Unternehmer für solche Arbeiten heranzuziehen, ist in den meisten Fällen praktisch unmöglich. Die Fassung dieser Bestimmung muß ein Zwang zur Ausführung derartiger Leistungen erkennen lassen.

Der § B 2, Abs. 3, behandelt die Vergütung für Leistungen, die im Verträge nicht vorgesehen sind. Diese Vergütung soll vor der Ausführung vereinbart werden, das ist das wesentliche dabei und auch für beide Teile zur Vermeidung etwaiger Schwierigkeiten bei späterer Preisfestsetzung richtig.

Um solchen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, empfiehlt es sich, einen dahingehenden Zusatz zu machen, daß der Auftraggeber berechtigt ist, die Vergütung selbst festzusetzen, falls der Auftragnehmer diese nicht rechtzeitig beantragt hat.

Der § B 7 spricht von einer „Verteilung“ der Gefahr. Die Abfassung dieser Bestimmung läßt keine Zweifel zu, daß bereits ausgeführte Bauleistungen, die durch höhere Gewalt pp. beschädigt oder zerstört worden sind, bezahlt werden müssen und das andere Schäden auf Kosten des Unternehmers gehen. Das entspricht ganz dem Billigkeits- und Rechtsgefühl.

Die Bestimmungen der V. O. B. finden in diesem Falle auch noch Ergänzung durch diejenigen des B. G. B.

Inwiefern durch die Fassung dieser Bestimmung eine „Verteilung“ der Gefahr zu erblicken ist, ist nicht klar, das Wort „Verteilung“ scheint nicht glücklich gewählt zu sein.

Der § B 9 ist neu, ist aber für Behörden als Auftraggeber bedeutungslos, weil die Gründe, die den Auftragnehmer zur Kündigung des Vertrages veranlassen könnten, bei Behörden nicht vorzukommen pflegen.

§ B 16 Ziff. 1 spricht u. a. davon, daß auch als Leistung die vom Unternehmer angelieferten, aber noch nicht eingebauten Werkstoffe gelten, wenn das Eigentum an ihnen dem Auftraggeber übertragen wird. Demnach bedarf es für das Eigentumsrecht einer besonderen Bestätigung. Im Hinblick auf dem Verfasser bekannte Rechtsstreitigkeiten dieser Art ist eine förmliche Eigentumsübertragung unbedingt geboten.

Neu ist auch die Bestimmung des § B 18 Ziffer 3. Hiernach verlangt die V. O. B., daß bei Streitigkeiten vor Anrufung eines Schiedsrichters oder ordentlichen Gerichtes die Schlichtung von Streitigkeiten durch einen Unparteiischen erfolgen kann. Diese Bestimmung ist zu begrüßen, gelingt es vielleicht, durch sachliche Aufklärungen dieses Unparteiischen einem Schiedsgericht oder ordentlichen Gericht aus dem Wege zu gehen. Die Handhabung dieser Bestimmung kann nur für beide Teile zum Vorteil gereichen, und führt auch dann zum Ziel, wenn die Parteien guten Willens sind und Verständnis zur Ausräumung der Streitigkeiten zeigen.

Allen übrigen Bestimmungen der V. O. B., soweit die Teile A und B in Frage kommen, kann m. E. nach dem Standpunkt einer Behörde als Auftraggeber restlose Zustimmung gegeben werden, ist doch durch die Einführung der V. O. B. eine gute Sicherheit für die sachgemäße Behandlung des Verdingungs-Verfahrens auch ohne gesetzlichen Zwang gegeben. In der V. O. B. ist die erste Grundlage geschaffen worden, nach deren Bestimmungen sich eine Gleichberechtigung beider Vertragsteile erkennen läßt und das ist ebenfalls begrüßenswert, werden doch Leistungen und Gegenleistungen nach Grundsätzen des Rechts und der Moral, nach Treu und Glauben festgelegt.

Ein Vertrag muß von Vertrauen für beide Teile getragen sein, er muß Rechte und Pflichten für beide Teile enthalten, die von beiden Teilen auch erfüllt werden müssen. Auch der Unternehmer muß erwarten können, daß seinen Interessen in vernünftiger Weise Rechnung getragen wird und daß ihm das Entgelt seiner Mühen nicht verkümmert und nicht entzogen wird.

Die in einem Verträge festgelegten Leistungen müssen durch Gegenleistungen im Gleichgewicht gehalten werden, sonst ist der Vertrag rechtlich anfechtbar. Fehlt das Vertrauen zu einem Unternehmer, dann soll man ihm lieber einen Auftrag nicht erteilen.

Diese Rechte und Pflichten festzulegen, war neben der Regelung des Verdingungswesens mit Hauptzweck der V. O. B.

Wenn die noch hier angeschnittenen Fragen durch den deutschen Städtetag oder durch die Vereinigung der technischen Oberbeamten einer Lösung entgegengeführt werden, dann sollten auch die Städte, bei denen gerade jetzt eine zähe und unentwegte Wiederaufbauarbeit eingesetzt hat, die V. O. B. in der vorliegenden, aber hiernach zu ändernden oder durch Sonderbestimmungen zu ergänzenden Fassung restlos einführen, denn nur dann hat das große Werk, das in jahrelanger mühevoller Arbeit und unter Beseitigung unendlicher Schwierigkeiten zustande gekommen ist, vollen Wert.

Selbstverständlich kann das Werk der V. O. B. nur als ein Kompromiß zwischen Auftraggeber und -nehmer betrachtet werden. Die V. O. B. wird deshalb auch nicht so ganz ohne Fehler für die praktische Handhabung sein. Die Rücksichtnahme auf die Forderungen so vieler Instanzen, die an dem Werk mitgearbeitet haben, wird es vielleicht mit sich bringen, daß die V. O. B., zu deren Fundament jedenfalls eine Unmenge Unterlagen zugrunde gelegen, doch noch Änderungen zu erwarten haben wird. Man wird jedoch in ganz wenigen Jahren schon sehen, was ergänzungs- oder verbesserungsbedürftig ist- oder ob die V. O. B. unverändert als Wohltat für die ganze Bauwelt und für die bauwirtschaftlichen Verhältnisse im Interesse eines gesunden Wiederaufbaues unserer nationalen Wirtschaft in dieser Fassung bestehen bleiben kann.

Die Annahme der V. O. B. für einen Teil der Städte — eine große Anzahl hat sie bereits übernommen — ist z. Zt. eine akute kommunale Angelegenheit. Das Bekanntwerden der sogenannten „Kölnener Richtlinien“ hat in der letzten Zeit etwas Aufregung in die Verbands- und Unternehmerkreise getragen. Diese Richtlinien sind aber sowohl für die Auftragnehmer wie auch für die V. O. B. so harmlos, daß sie das Gebäude des großen Werkes der V. O. B. nicht ins Wanken bringen können. Sie sollen nur in einzelnen Punkten die Belange der Städte etwas schärfer und bestimmter fassen, zu deren Durchführung die V. O. B., wie bereits erwähnt, ja die Möglichkeit gibt, so daß auch trotz der „beängstigenden“ Kölner Richtlinien die V. O. B. ihre grundsätzliche Bedeutung ungeschmälert behält.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft 2 vom 8. Januar 1927, S. 37.

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 21 vom 25. Mai 1927.

- Kl. 7 a, Gr. 3. E 34 010. Eisen- und Stahlwerk Hoesch A.-G., Dortmund. Herstellung von Kastenträgern und ähnlichen Profilen, die aus einzelnen Walzstücken zusammengesetzt sind; Zus. z. Pat. E 33 719. 24. IV. 26.
- Kl. 20 f, Gr. 32. D 50 604. Ivar Drolshammer, Drammen, Norwegen; Vertr.: Dipl.-Ing. O. Ohnesorge, Pat.-Anw., Bochum. Bremsbeschleuniger; Zus. z. Anm. D 49 382. 2. VI. 26.
- Kl. 20 g, Gr. 8. Sch 74 280. Pauline Scherbarth, geb. Kiewitt u. Elisabeth Hahn, geb. Scherbarth, Stettin, Apfelallee 28. Verschiebbarer Prellbock. 3. IV. 25.
- Kl. 20 h, Gr. 6. Sch 78 122. Gustave Schoeller, Heinitz a. d. Saar. Engleisungsvorrichtung für Schienenfahrzeuge in Verbindung mit einer verlegbaren Bühne zum Umsetzen der Fahrzeuge. 1. III. 26. Frankreich 18. I. 26.
- Kl. 20 i, Gr. 4. W 73 186. Josef Walter, Mödling, Österreich; Vertr.: Pat.-Anw. E. Herse, Kassel-Wilhelmshöhe, u. Dipl.-Ing. H. Hillecke, Berlin SW 61. Büchse zur Ausfütterung der Bohrungen von Scharniergelenken, insbes. bei Eisenbahnweichen. 22. VII. 26. Österreich 11. I. 26.
- Kl. 20 i, Gr. 12. R 70090. Theodor Rieth, Berlin-Waidmannslust, Waidmannstr. 40. Schmiervorrichtung für die Laufrollen von Drahtzügen. 31. I. 27.
- Kl. 20 i, Gr. 15. H 103 422. Anton Maria Heß, München, Berg am Laimstr. 4/2. Vorrichtung zum selbsttätigen Leiten von Fahrzeugen durch ein Gleisnetz. 7. IX. 25.
- Kl. 20 i, Gr. 33. G 68 325. Richard Gelfen, M.-Gladbach, Lüripper Str. 359. Zugdeckungseinrichtung. 29. IX. 26.
- Kl. 20 i, Gr. 33. N 25 672. Alfred Nitschke, Berlin-Charlottenburg, Rosinenstr. 18, u. Robert Münzberg, Ohlau i. Schles. Transportable Sicherheitsvorrichtung zum Schutze der Streckenarbeiter. 15. III. 26.
- Kl. 35 b, Gr. 3. D 49 742. Demag Akt.-Ges., Duisburg. Mit Raupen ketten versehenes Fahrgestell für Krane. 2. II. 26.
- Kl. 35 b, Gr. 3. W 72 492. Rudolf Wilts, Stephanitorsteinweg 1, u. Bernhard Witt, Pelzerstr. 36, Bremen. Wippkran. 7. V. 26.
- Kl. 37 a, Gr. 3. F 57 248. Georg Moritz Funck, Frankfurt a. M.-Süd, Hedderichstr. 38. Verfahren zum Herstellen von Zwischendecken. 3. XI. 24.

- Kl. 37 b, Gr. 3. S 72 677. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Drehbarer Ausleger für Leitungsmaste. 9. XII. 25.
- Kl. 37 c, Gr. 11. H 102 495. Matti Kaikarainen, Helsingfors, Finnland; Vertr.: Dipl.-Ing. C. Huß, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Formrahmen für Betonschalwände. 29. VI. 25.
- Kl. 80 a, Gr. 48. N 24 643. Martin Neumeister, Döbeln i. Sa. Formvorrichtung zur Herstellung von Baukörpern verschiedener Größe aus Beton mit schieberartigen in Rinnen einer feststehenden und einer beweglichen Formwand geführten Zwischenwänden. 2. VI. 25.
- Kl. 80 b, Gr. 1. H 106 219. Dr.-Ing. Carl Henneking, Magdeburg, Kaiser-Wilhelm-Platz 4. Verfahren zur Herstellung von Betonstraßen. 19. IV. 26.
- Kl. 80 b, Gr. 12. H 108 469. Fa. K. Hürlimann Söhne, Brunnen, Schweiz; Vertr.: Paul Müller, Pat.-Anw., Berlin W 15. Verfahren zur Herstellung von Bausteinen. 11. X. 26. Schweiz 1. X. 26.
- Kl. 81 e, Gr. 124. A 43 953. Ardelwerke G. m. b. H., Eberswalde i. d. M. Ladegutverteiler f. Großraumselbstentlader. 16. I. 25.
- Kl. 81 e, Gr. 124. M 92 533. Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen Verladevorrichtung. 16. XII. 25.
- Kl. 82 a, Gr. 9. F 62 252. Alfred Frank, Stuttgart, Reinsburgstr. 27a. Verfahren zur Austrocknung von Neu- und Umbauten u. dgl. 15. X. 26.
- Kl. 84 a, Gr. 5. Sch 71 498. Karl Schön, Würzburg, Sieboldstr. 11a. Fangdamm nach Art eines Nadelwehrs und Verfahren zu seiner Herstellung. 10. IX. 24.
- Kl. 84 b, Gr. 2. D 50 115. Demag Akt.-Ges., Duisburg. Schiffshebewerk, bei dem der Trog durch eine Anzahl an Seilen oder dergleichen hängender Gegengewichte abgestützt ist. 26. III. 26.

B. Erteilte Patente.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 21 vom 25. Mai 1927.

- Kl. 4 c, Gr. 35. 445 558. Fa. August Klönne, Dortmund. Gasbehältermantel. 26. IX. 26. K 100 882.
- Kl. 5 c, Gr. 8. 445 759. Hans Neubauer, Kamenné-Zehrevice b. Kladno, Tschechoslowakische Republik; Vertr.: Dipl.-Ing. W. Stern, Essen. Schachtausbau. 8. XI. 22. N 21 569. Tschechoslowakische Republik 3. XII. 21.
- Kl. 5 c, Gr. 9. 445 606. Hugo Klerner, Gelsenkirchen, Schalker Str. 164. Stollenausbau. 31. VIII. 24. K 90 791.

- Kl. 5 c, Gr. 10. 445 727. Gutehoffnungshütte Oberhausen Akt.-Ges., Oberhausen, Rhld. Eiserner Grubenstempel. 16. XI. 23. G 63 327.
- Kl. 19 a, Gr. 28. 445 638. Else Barthel, geb. Bressel, Essen-Altenessen, Grünstr. 71. Gleishebebock. 19. VI. 26. B 126 018.
- Kl. 37 d, Gr. 32. 445 741. Dipl.-Ing. Carl Kapferer, Elbart, Oberpfalz. Werkzeug zum Bearbeiten von Putzflächen. 14. II. 25. K 92 905.
- Kl. 80 a, Gr. 6. 445 599. Robert Hahn, Neunkirchen a. d. Saar, Friedrich-Ebert-Str. 11. Vorrichtung zum Zuführen in ihrer Menge regelbarer Mischgutbestandteile zu Beton- und Mörtelmischmaschinen. 24. III. 25. H 101 209.
- Kl. 81 c, Gr. 126. 445 756. Friedrich Brennecke, Borna b. Leipzig. Anordnung zum Verteilen der Massen für Abraumförderer. 24. III. 25. B 127 811.
- Kl. 81 c, Gr. 127. 445 757. ATG Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Leipzig, Anlage zur Gewinnung und Förderung des Abraums im Tagebau von Braunkohlen u. dgl. 2. X. 26. A 48 886.
- Kl. 84 a, Gr. 1. 445 604. Johann Hallinger, Fürstenfelder Str. 10, u. Oskar Poebing, Rheinstr. 22, München. Verfahren zur Speicherung und Regelung strömenden Wassers für Schifffahrt und Kraftzwecke. 5. XII. 19. H 79 215.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Die Steinholzfußböden, ihre Zusammensetzung und Beurteilung. Von Richard Fasse. II. Aufl. Selbstverlag Hannover. Preis RM 4,30.

Im Anschluß an die Besprechung der ersten Auflage in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1921, Nr. 483, sei hervorgehoben, daß die neue Auflage der für die Steinholzfußböden, ihre Materialien, Herstellung und Behandlung wertvollen Bearbeitung alle inzwischen einge-

tretenen technische Verbesserungen behandelt und im besonderen auch nach der Seite der Rohstoffe einen Ausbau erhalten hat, der sich namentlich auf die wertvollen Magnesitbrüche in Schlesien und in Österreich erstreckt. So wird denn auch die neue Auflage dazu beitragen, einmal einwandfreie und beachtenswerte Richtlinien für die Herstellung des Steinholzes zu geben, und zum anderen der Bauwelt ein nützlicher Ratgeber und Aufklärer sein. M. F.

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftsstelle: BERLIN NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27 (Ingenieurhaus).

Fernsprecher: Zentrum 152 07. — Postscheckkonto: Berlin Nr. 100 329.

Die Vorkläranlage Waßmannsdorf für die Rieselfelder von Berlin-Schöneberg und Berlin-Neukölln.

Die Ortsgruppe Brandenburg der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen besichtigte am 27. Juni 1927 die Vorkläranlage Waßmannsdorf für die Rieselfelder der Groß-Berliner Bezirke Schöneberg und Neukölln. Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Weise hatte freundlichlicherweise die Führung übernommen. Er hielt einen ausführlichen Vortrag über Entwurf und Bau der Anlage. Diese Ausführungen waren den Zuhörern ein Beweis dafür, wie jeder Bauvorgang dem Ingenieur Gelegenheit gibt, seine Arbeit wissenschaftlich zu durchdringen.

Die Abwässer von Schöneberg und Neukölln werden in 1000 und 1200 mm Druckrohrleitungen nach den Rieselfeldern von Waßmannsdorf und Klein-Ziethen gepumpt, zum Teil in besonderen Leitungen zu den noch weiter südlich gelegenen Rieselfeldern von Bohnsdorf und Deutsch-Wusterhausen. Rieselfelder wie Druckleitungen sind an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angekommen. Die Abwassermenge ist dauernd gestiegen und beträgt jetzt schon 150 bis 200 l und mehr je Kopf und Tag. Da man die Rieselfelder nicht vergrößern kann, hat man sich entschlossen, die Abwässer vorzuklären. Die Anlage neuer Rohrleitungen wird dadurch vermieden, daß man in Waßmannsdorf ein Zwischenpumpwerk gebaut hat. Durch die Verringerung der Entfernung und die geringere geodätische Druckhöhe — Waßmannsdorf liegt nicht so hoch wie die Rieselfelder bei Bohnsdorf und Deutsch-Wusterhausen — gelingt es, mit den vorhandenen Rohrsträngen weiter auszukommen.

Die Vorkläranlage liegt auf der höchsten Erhebung des Rieselfeldes Waßmannsdorf, so daß dieses in freier Gefällsleitnug berieselt werden kann. Die gesamten Abwässer der beiden obengenannten Vororte werden hier vorgeklärt. Sie fließen zunächst durch einen Rechen mit mechanischer Reinigungsvorrichtung und durch den anschließenden Sandfang, der zwei Gerinne hat, von denen jedes für sich durch ein Segmentschütz zu verschließen ist. Am anderen Ende können die Gerinne durch ein Schlagtor geschlossen werden. Dann gelangen die Abwässer in die eigentliche Vorkläranlage, die aus 36 Emscher-Brünnen besteht, von denen immer je 4 zu einer Einheit zusammengefaßt sind. Das Wasser kann in verschiedenen Richtungen in die Brünnen eingelassen werden, so daß es möglich ist, ein gleichmäßiges Absetzen der Sinkstoffe zu erzielen. Die Seitenlänge der Anlage beträgt je 80 m, die Tiefe der Brünnen 12 m. Konstruktiv ist das Bauwerk ein großer horizontaler Eisenbetonrahmen von 80 m Seitenlänge, in den die einzelnen Trichter eingehängt sind. Da das Bauwerk auf dem Erdboden steht, wird der Innendruck des Wassers nicht durch den äußeren Erddruck aufgehoben. Der Rahmen wird daher durch Zugbänder zusammengehalten, die zum Teil in den Trennungswänden zwischen den einzelnen Brünnen liegen.

Das Abwasser, das in der Druckrohrleitung etwa 1 m/Sek. Geschwindigkeit besitzt, die sich im Sandfang auf 25 cm/Sek. verringert, braucht 1 1/2 h, um durch die Brünnenanlage zu laufen. Bei der geringen Geschwindigkeit verliert das Wasser 90 bis 95 % der in ihm enthaltenen ungelösten Stoffe. Mit den gesamten gelösten Stoffen und dem Rest der absetzbaren Stoffe fließt es aus der Brünnenanlage heraus auf die Galerie des Sammelbrunnens. In dieser sind die Einflußöffnungen der Leitungen zu den örtlichen Rieselfeldern, so daß zunächst der örtliche Bedarf gedeckt wird. Was diese nicht aufzunehmen vermögen, stürzt über einen Überlauf in den eigentlichen Sammelbrunnen mit den Saugrohren. Es ist möglich, durch ein besonderes Umlaufrohr die ganze Vorkläranlage auszuschalten. Im Sammelbrunnen befindet sich ein Überlauf zur Entlastung bei starken Regenfällen, wofür besondere Entlastungsbecken angelegt sind.

Nach einer Absitzzeit von etwa 90 Tagen wird der auf dem Boden der Emscherbrunnen abgesetzte Schlamm durch den Überdruck des

Wassers in seitlich der Brünnen gelegene Schlammrohre gelassen und gelangt durch diese auf die Schlamm-trockenplätze, die 150 m entfernt von der Brünnenanlage liegen. Sie haben eine Breite von 50 m und eine Länge von 200 m. Hier bleibt der Schlamm einen Monat liegen und wird dann durch einen Kratzer abgehoben. Die Schlammplätze haben Drainage und darauf einen Filter aus Schlacke, so daß das Wasser, welches schwerer als der Schlamm ist, sehr schnell abzieht und der trockene Schlamm zurückbleibt. Man muß mit einer täglichen Produktion von 52 t Schlamm rechnen. Die Absatzfrage ist besonders für den Sommer noch nicht geklärt.

Beim Klärprozeß im Emscher-Brünnen entsteht Methangas mit Kohlensäure verunreinigt. In Waßmannsdorf wird der Versuch gemacht werden, das Gas zu nutzen. In den Gasräumen über den Faulräumen sammelt sich das Gasgemisch und kommt durch Rohrleitungen zunächst in eine Gasreinigungsanlage und dann in den Gasbehälter. Es entstehen täglich etwa 6000 m³ Faulraumgas, mit denen die Maschinen des Pumpwerkes betrieben werden sollen; der Überschuß soll an ein Gaswerk abgegeben werden.

Das vorgeklärte Wasser wird, soweit nicht das Rieselfeld Waßmannsdorf damit berieselt wird, zum Teil durch eine kleinere Pumpe nach dem nahen Fuchsberg auf dem Rieselfeld Klein-Ziethen gepumpt, zum anderen Teil durch große Pumpen nach den Rieselfeldern von Bohnsdorf und Deutsch-Wusterhausen gedrückt. Der ganze maschinelle Betrieb des Pumpwerkes wird auf die Verwendung des Methangases eingestellt. Es ist bemerkenswert, daß die Berechnungsannahmen, die man vor zwei Jahren dem Entwurf zugrunde legte, inzwischen weit überholt sind, so daß man schon wieder an Erweiterungen denken muß. Statt 70000 m³ muß man in Kürze schon 90 bis 100000 m³ Abwasser annehmen.

Die Ausführung erfolgte in eigenem Betriebe. Bei der Gründung der Emscher-Brünnen ergaben sich Schwierigkeiten. Der Hügel, auf dem sich die ganze Anlage befindet, ist ein Teil einer Grundmoräne und besteht hauptsächlich aus Kies und Mergel. Das Grundwasser stellte sich höher ein als man gedacht hatte. Die Absenkung scheiterte, da der Boden das Wasser sehr schlecht hergibt. Man schritt daher zur Gründung auf Senkbrunnen, die mit örtlicher Grundwasserabsenkung ausgeführt wurden. Die Brünnen wurden in die erforderliche Tiefe abgesenkt, dann die Sohle eingebracht und die Abbindezeit abgewartet. Das Klärbauwerk steht auf 36 Senkbrunnen.

Der Grundriß war für die Ausführung in Beton ungünstig. Auf den schrägen armierten Böschungsflächen war Stampfen unmöglich. Man mußte daher Gußbeton anwenden. Die quadratische Grundfläche war für die Verwendung eines Gießturmes schlecht geeignet. Es war nicht möglich, von einer Stelle aus mit einem Gießturm die ganze Breite des Bauwerkes zu bedienen. Man wählte zur Ausführung eine Transportbühne, auf der das Gießgerüst mit den Bunkern auf Schienen verfahren wurde. Mittels eines Aufzuges wurden die Kippwagen mit Beton hochgehoben und oben auf der Transportbühne zum Gießgerüst gefahren und dort in die Bunker entleert, von denen aus der Beton in Gießrinnen an die Verwendungsstelle floß. Das Gerüst hatte den Nachteil des Aufstockens, der in Kauf genommen wurde.

Der Kies für den Beton wurde aus der Nähe bezogen. Die Kornzusammensetzung dieses Kieses erwies sich aber als sehr ungünstig. Bei dem vorgeschriebenen Mischungsverhältnis von 1:6 ergab sich mit diesem Kiese statt der vorgeschriebenen Festigkeit von 140 kg nur eine solche von 60 kg. Auf Grund von Versuchen erreichte man durch Beimengung von Splitt die vorgeschriebene Festigkeit. Die Untersuchung der Korngrößen des Kieses hatte eine Überschreitung der Fuller-Kurve um 44 % ergeben; nach der Beimengung des Splittes ergab sich nur noch ein Mehr von 4 %.

Die Ausführung des Baues ist planmäßig verlaufen. Anfang Juli wird die ganze Anlage dem Betrieb übergeben.