



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000302802

DER
KAISERSTEG ÜBER DIE SPREE
BEI OBERSCHÖNEWEIDE

VON

H. MÜLLER-BRESLAU

GEH. REGIERUNGSRATH
PROFESSOR AN DER KÖNIGL. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN BERLIN

MIT 2 TAFELN



Z. Nr. 24086.



BERLIN

VERLAG VON WILHELM ERNST UND SOHN

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)

1900

238



IV 35195

Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen
Jahrgang 1900

Nachdruck verboten

Akc. Nr. 1166 / 52

Gegenüber Niederschöneide, bekannt als Station der Berliner Stadtbahn und der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, hat sich in wenigen Jahren ein Vorort am rechten Ufer der Oberspree entwickelt, der als Gemeindebezirk Oberschöneide eine der hervorragendsten Industriestätten der Umgebung Berlins geworden ist. Seine gestreckte Lage an einer schönen und breiten, vor einigen Jahren der Großschiffahrt eröffneten Wasserstrasse bot für den industriellen Großbetrieb derartig günstige Vorbedingungen, daß die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft zu Berlin im Jahre 1896 zur Errichtung ihrer Kabelwerke und ihres Elektrizitätswerkes „Oberspree“, letzteres für die Versorgung der östlichen Vororte, geschritten war. Zugleich war mit der Grundrentengesellschaft, welche Oberschöneide angelegt hatte, vereinbart worden, die noch fehlende kürzeste Verbindung mit dem Bahnhof in Niederschöneide durch Erbauung einer Fußgängerbrücke auf gemeinschaftliche Kosten herzustellen (Text-Abb. 1). Mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse zu beiden Seiten der Spree mußte als Uebergangspunkt gerade eine Stelle gewählt werden, wo nicht nur die erhebliche Breite von rund 175 m, sondern auch eine starke Krümmung des Flusses zu einem für die märkischen Wasserverhältnisse ausgedehnten und in seiner Ausführung nicht ganz leichten Brückenbau führten.

Die Aufsichtsbehörden hatten die Genehmigung zu dieser Anlage auf Grund eines vom Director der Grundrentengesellschaft Herrn Deul aufgestellten Vorentwurfs, welcher eine Bogenbrücke mit fünf Oeffnungen und einer größten Stützweite von 65 m in Aussicht nahm, erteilt und die Durchfahrthöhe in der Hauptöffnung auf mindestens 7,70 m über dem Normalwasser, + 32,30, festgelegt, um dem lebhaften, hier die Spree kreuzenden Dampferverkehr die Unbequemlichkeit des Schornsteinumlegens zu ersparen. Diese Durchfahrthöhe sollte in der Mitte des Flusses in einer Breite von mindestens 40 m vorhanden sein.

Bei dem dem Verfasser übertragenen endgültigen Entwurfe wurde, im Einverständniß mit Herrn Director Deul

und unter Zustimmung der beiden Gesellschaften, eine noch weitergehende Rücksichtnahme auf die durch die Flußkrümmung erschwerten Verkehrsverhältnisse, die vor allem einen freien Ueberblick über die Wasserstrasse forderten, ausgeübt. Die Spannweite der Mittelöffnung wurde auf 86 m, das ist die Hälfte der ganzen Flußbreite, erhöht und die Anzahl der Strompfeiler auf zwei beschränkt, die Strompfeiler selbst aber so schlank wie möglich ausgebildet und die untere Gurtung dicht unter die Gehbahn gelegt. Die ganze Aufgabe

wies nunmehr auf eine Balkenbrücke mit centrisch belasteten Strompfeilern und mit Unterhurten hin, welche der Gehbahnlinie folgen. Thatsächlich nehmen die beiden Strompfeiler jetzt nur 2 v. H. der Flußbreite ein, während beispielsweise bei der Moabiter Brücke in Berlin, die sich in ähnlicher Lage befindet, dieses Verhältniß 13 v. H.,¹⁾ bei der Oberbaumbrücke sogar 30 v. H.²⁾ beträgt.

Die Unterkante des Ueberbaues liegt ganz an den Ufern noch 4,10 m über dem Normalwasser und hebt sich in der Mitte der Brücke auf 9,70 m; selbst dicht neben den Strompfeilern ist noch eine Durchfahrthöhe von rund 8 m vorhanden. Dieses den Schiffahrtsinteressen bewiesene weiteste Entgegenkommen war nur auf Kosten des Landverkehrs möglich; in den Seitenöffnungen mußte die Steigung 1:12 gewählt werden, eine über die ganze Mittelöffnung sich erstreckende Parabel von 1,60 m Pfeilhöhe verbindet diese beiden Steigungen. Der Abstieg von den Landpfeilern zu den etwa 3 m tiefer liegenden Straßen ist der Ersparniß langer Rampen wegen durch Schrittstufen von 1,20 m Auftritt vermittelt, um die Ueberführung von Handwagen und Fahrrädern nicht zu erschweren. Der Scheitel der Brückenbahn liegt im ganzen 9 m über den Uferstraßen. Die Gehbahn ist zwischen den Geländern 3,50 m breit.

Anordnung der Hauptträger, Grundzüge der statischen Berechnung.

Die beiden Hauptträger erhielten die in Text-Abb. 2 dargestellte, wohl zum ersten Male ausgeführte Anordnung; sie

1) Centralblatt der Bauverwaltung, 1896, S. 14.
2) Centralblatt der Bauverwaltung, 1895, S. 527.

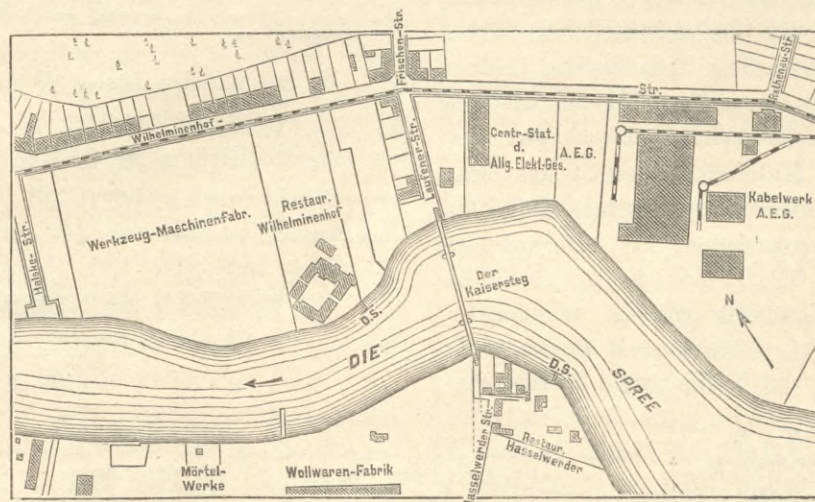


Abb. 1. Lageplan.

dürften am schärfsten als Auslegerbalken mit einem Mittelgelenk und eingefügtem Spannbogen zu bezeichnen sein. Wird der Spannbogen beseitigt, so liegt ein Balken auf vier Stützen vor, der infolge des in der Mitte angeordneten Gelenkes *D* nicht zweifach, sondern nur ein-

δ_a die Strecke, um welche sich die mit X_a belastete Feder verlängert,
 δ_b den Spielraum, welche die zur Uebertragung von X_b bestimmte Schraubenverbindung in senkrechtem Sinne infolge ungenauer Ausführung besitzt,

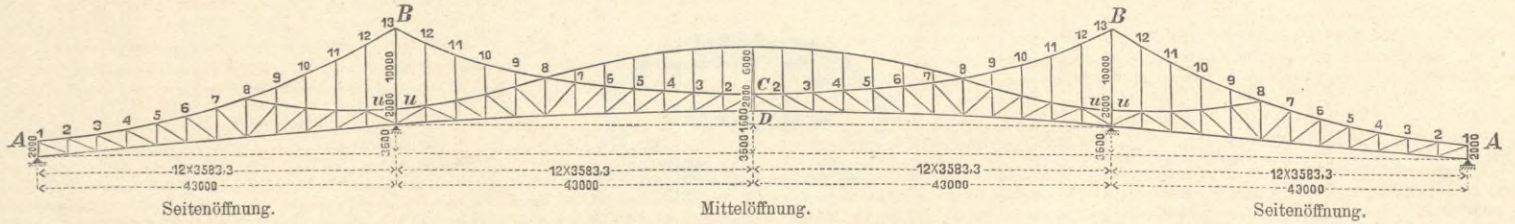


Abb. 2. Anordnung der Hauptträger.

fach statisch unbestimmt ist; er hat in fünf Feldern auf beiden Seiten der Mittelstützen zur Vermeidung langer Diagonalen drei Gurtungen erhalten, nach dem von Gerber — dem zeitigen Altmeister der deutschen Brückenbaukunst und Schöpfer des so fruchtbaren Gedankens der Auslegerbrücke³⁾ — zuerst in Mannheim bei der bekannten Straßenbrücke geschaffenen Vorbilde. Der Anschluß der Zwischengurtungen an die Portalpfeiler ist durch Schrauben bewirkt, welche durch längliche Löcher greifen, sodafs die in Abb. 2 mit *u* bezeichneten überzähligen Stäbe nahezu spannungslos bleiben. Von den vier Auflagern eines Hauptträgers ist nur das eine fest, es liegt auf dem einen Stropfpfeiler, die übrigen Auflager sind beweglich. Das Mittelgelenk besteht aus einer wagerechten Blattfeder und einer im wagerechten Sinne beweglich gehaltenen Schraubenverbindung zur Aufnahme der senkrechten Seitenkraft der Gelenkbelastung (Abb. 6 Bl. 2). Die Spannkraft X_a in der Blattfeder und die von der beweglichen Schraubenverbindung aufzunehmende Querkraft X_b sind als diejenigen statisch nicht bestimmbar Gröfsen ein-

$\left(\begin{matrix} L_a \\ L_b \end{matrix}\right)$ diejenige virtuelle Arbeit, welche man erhält, wenn man die von der Ursache $\left(\begin{matrix} X_a = -1 \\ X_b = -1 \end{matrix}\right)$ herrührenden Auflagerwiderstände des statisch bestimmten Hauptsystems mit den Projectionen der wirklichen Verrückungen ihrer Angriffspunkte multiplicirt.

Werden die Spannkräfte *S* der Fachwerkstäbe auf die Form

$$S = S_0 - S_a X_a - S_b X_b$$

gebracht, wo

S_0 den von den Lasten *P* herrührenden Beitrag (Zustand $X_a = 0, X_b = 0$),

S_a den Einfluss der Ursache $X_a = -1$

S_b „ „ „ „ $X_b = -1$

bezeichnet, so ist

$$\delta_{aa} = \sum \frac{S_a^2 s}{EF}, \quad \delta_{bb} = \sum \frac{S_b^2 s}{EF}, \quad \delta_{ab} = \delta_{ba} = \sum \frac{S_a S_b s}{EF},$$

$$\delta_{at} = \sum S_a \epsilon t s$$

$$\delta_{bt} = \sum S_b \epsilon t s,$$

hierin bedeutet:

- s* die Länge eines Fachwerkstabes,
- F* den Querschnitt „ „
- E* den Elasticitätsmodul „ „
- t* die Temperaturänderung,
- ϵ die Ausdehnungsziffer für $t = 1^\circ$.

Die Werthe $\delta_{aa}, \delta_{bb}, \delta_{ab}$ lassen sich auch als Verschiebungen (nämlich als die Wege der Belastungen X_a und X_b) deuten, welche die Belastungszustände $X_a = -1$ und $X_b = -1$ hervorbringen, sie werden im vorliegenden Falle zweckmäfsig durch Nachrechnung geprüft. Da nun die Spannkräfte S_a in zwei spiegelbildlich gelegenen Stäben der beiden Trägerhälften gleiche Gröfse und gleiches Vorzeichen besitzen, während die S_b bei gleicher Gröfse verschiedene Vorzeichen haben, so ist

$$\delta_{ab} = \delta_{ba} = \sum \frac{S_a S_b s}{EF} = 0.$$

Für die kurze Blattfeder durfte $\delta_a = 0$ gesetzt werden. Ebenso war es zulässig $\delta_b = 0$ anzunehmen, weil bei der Aufstellung der Brücke die Bearbeitung der zur Uebertragung von X_b bestimmten Schraubenverbindung mit besonderer Sorgfalt behandelt wurde. Der nur mäfsig beanspruchte Baugrund erwies sich als so sicher, dafs Bewegungen der Widerlager nicht zu befürchten sind, es durften mithin auch die

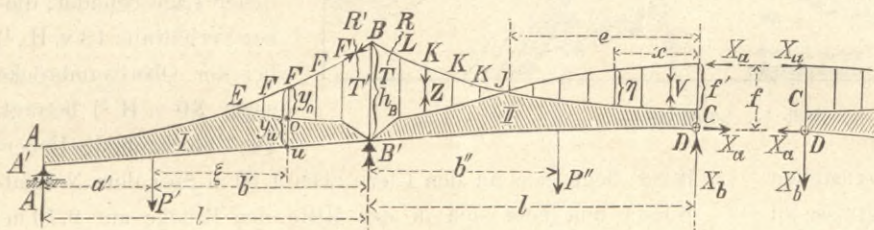


Abb. 3.

geführt worden, welche mit Hülfe der für jedes zweifach statisch unbestimmte System gültigen Elasticitätsgleichungen⁴⁾

$$1) \begin{cases} L_a + \delta_a - \delta_{at} = \sum P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} - X_b \delta_{ab} \\ L_b + \delta_b - \delta_{bt} = \sum P_m \delta_{mb} - X_a \delta_{ba} - X_b \delta_{bb} \end{cases}$$

berechnet werden müssen. Vgl. Text-Abb. 3, in welcher die beiden Dreieckssysteme I und II durch Schraffur als steife gegliederte Scheiben gekennzeichnet sind. In den Gleichungen 1) bedeutet:

δ_m die Projection der Verschiebung des Angriffspunktes *m* der Last P_m auf die Richtung von P_m ,

δ_{ma} den Einfluss der Ursache $X_a = -1$ auf δ_m ,

δ_{mb} „ „ „ „ $X_b = -1$ „ „

3) Das mögen sich diejenigen deutschen Ingenieure merken, welche die Bezeichnungen Gerberscher Balken und Auslegerbrücke mit Fleifs vermeiden und dafür das ihnen wohl gelehrter klingende americanische „Cantilever“ gebrauchen.

4) Vgl. Müller-Breslau, Graphische Statik der Bauconstructions, Band II, Abth. 1, Einleitung.

nur auf dem Wege der Schätzung oder der Beobachtung feststellbaren Werthe L_a und L_b gestrichen werden.

Der Einfluss einer gleichförmigen Erwärmung der Hauptträger auf die Größen X_a und X_b ist nahezu = 0.

Auf eine ungleichmäßige Erwärmung der Gurtungen brauchte wegen der sehr ungünstigen Annahmen, die hinsichtlich des Einflusses der Verkehrslast gemacht worden sind, keine Rücksicht genommen zu werden, weil die in Rechnung gestellten ungünstigen streckenweisen Belastungen durch Menschengedränge in Wirklichkeit kaum vorkommen dürften. Damit fielen auch die Glieder δ_{at} , δ_{bt} .

Der Einfluss der Lasten P ist:

$$X_a = \frac{\sum P_m \delta_{ma}}{\delta_{aa}}, \quad X_b = \frac{\sum P_m \delta_{mb}}{\delta_{bb}}.$$

Hieraus folgt:

Die Biegelinie für den Zustand $\begin{pmatrix} X_a = -1 \\ X_b = -1 \end{pmatrix}$ ist Einflusslinie für $\begin{pmatrix} X_a \\ X_b \end{pmatrix}$; Multiplikator $\begin{pmatrix} \mu = 1 : \delta_{aa} \\ \mu = 1 : \delta_{bb} \end{pmatrix}$.

Um die Biegelinie für irgend einen Belastungszustand zu erhalten, ermittle man zuerst (beispielsweise nach dem Williot'schen Verfahren) die Verschiebungen der Knotenpunkte der Fachwerkscheibe I (Text-Abb. 3), die bei B ein festes, bei A ein auf wagerechter Bahn bewegliches Lager besitzt. Hierauf schliesse man an die Scheibe I der Reihe nach die Knotenpunkte F der Kette EB durch je zwei Stäbe an, ebenso den Knotenpunkt B und bestimme die Verschiebungen dieser Punkte. Entspricht nun dem Punkte B im Verschiebungsplane der Punkt B' und setzt man an B' die Strecke \overline{ABL} , um welche sich das Kettenglied \overline{BL} verlängert, so liegt der zu L gehörige Punkt L' in dem auf \overline{ABL} im Endpunkte dieser Strecke errichteten Lothe. Der Punkt L ist jetzt als ein in einer Geraden geführter Punkt zu betrachten, und die Scheibe II, nebst den an dieselbe angeschlossenen Punkten K , L , kann nunmehr genau so behandelt werden wie die Scheibe I. Die X_a -Linien der beiden Trägerhälften sind Spiegelbilder mit gleichem Vorzeichen, die X_b -Linien hingegen Spiegelbilder mit entgegengesetztem Vorzeichen. Die senkrechte Verschiebung des Punktes D infolge von $X_b = -1$ muss gleich dem Werthe $\frac{1}{2} \delta_{bb} = \frac{1}{2} \sum \frac{S_b^2 s}{EF}$ sein. (Aufgaben über Verschiebungspläne, in denen nicht nur die landläufigen, sondern auch schwierigere Fälle behandelt werden, findet der Leser in meiner „Graphischen Statik“, Band II, Abth. 1.)

Ist X_a bekannt, so sind auch die im Spannbogen auftretenden Kräfte und die Spannkraft V in den die Scheibe II mit dem Bogen verbindenden Hängestangen gegeben, denn der Spannbogen ist das Seileck der Kräfte V .

Die nächste Aufgabe ist die Ermittlung des Widerstandes A des Endauflagers. Mit den in die Abbildung eingetragenen Bezeichnungen erhält man zur Berechnung der Einflusslinie für A die Gleichung:

$$A = \frac{\sum P' b' - \sum P'' b'' + X_a f}{l} + X_b.$$

Nun führt man durch das Kettenglied BL oder BF den Schnitt RT oder $R'T'$ findet für den Horizontalzug H der Kette EBJ den Ausdruck

$$H = \frac{\sum P'' b'' - X_a f - X_b l}{h_B} \quad \text{oder} \\ H = \frac{\sum P' b' - A l}{h_B},$$

drückt die Kräfte Z in den von der Kette ausgehenden Hängestangen durch H aus und kennt dann sämtliche an den Scheiben I und II angreifenden Kräfte.

Die Angriffsmomente für die Knotenpunkte o und u sind

$$M^o = Ax - \sum_o^x P' \xi + Hy_o, \\ M^u = Ax - \sum_u^x P' \xi + Hy_u.$$

Durch diese Momente lassen sich alle Stabkräfte der Scheibe I ausdrücken. Für einen links von E geführten Schnitt fallen die Glieder Hy_o und Hy_u fort. Ganz ebenso wird die Scheibe II behandelt; an die Stelle des Widerstandes A tritt die Kraft X_b und das Moment $X_a f$. Führt man den Schnitt durch den Spannbogen, so spielt ($-X_a$) die Rolle von ($+H$).

Die Untersuchung der Seitenöffnung gestaltet sich ganz besonders einfach, wenn man H durch A ausdrückt, weil dann die Spannkraft S die Form

$$S = \mathfrak{S}_o - \mathfrak{S}_A A$$

annehmen, wo

$$\mathfrak{S}_o = \text{Spannkraft für } A = 0, \\ \mathfrak{S}_A = \quad \quad \quad \text{,, \quad \quad } A = -1.$$

Indem man dann die Umformung

$$S = \mathfrak{S}_A \left[\frac{\mathfrak{S}_o}{\mathfrak{S}_A} - A \right]$$

vornimmt und \mathfrak{S}_A als Multiplikator einführt, kann man aus der A -Linie sämtliche S -Linien schnell mittels Ziehens weniger Geraden herleiten. Ich verweise hier auf das in meiner Graphischen Statik, Band II, Abth. 1 bei der Berechnung einfach statisch unbestimmter Fachwerke angewandte Verfahren und hebe nur noch hervor, dass sich die \mathfrak{S}_o -Linien auch schnell mit Hilfe des kinematischen Verfahrens herleiten lassen.

Durch die vorstehende Darstellung dürfte wohl allen denen, welche die neueren Verfahren zur Berechnung statisch unbestimmter Fachwerke kennen, der einzuschlagende Weg genügend beschrieben sein; verschiedene Vereinfachungen bei der Auftragung der einzelnen Linien liegen so offen zu Tage, dass ich es nicht für erforderlich halte, dieselben besonders darzustellen.

Linienführung der Gurtungen.

Das landschaftlich reizvolle Bild unserer schönen Obersee legte dem Verfasser die Pflicht auf, besondere Sorgfalt auf eine gefällige Linienführung der Gurtungen zu verwenden. Die zuerst für die Gurtungen AB und BCB (Text-Abb. 2) gewählten üblichen Parabelbögen wurden rasch wieder beiseite gelegt; auch Kreisbögen und Korbbögen lieferten kein brauchbares Ergebnis. Dagegen führte die Ueberlegung, dass die Gurtungen AB und BCB wie ausgespannte Ketten wirken, schnell zu dem Verfahren, verschiedene Seillinien für veränderliche, vom Scheitel nach dem Kämpfer hin wachsende Lasten zu zeichnen und mit einander zu vergleichen. Dabei zeigte sich, dass die für die Seitenöffnungen anzunehmenden Lasten weniger rasch anwachsen durften, als in der Nähe

der Kämpfer der Mittelöffnung; denn die Kette über der Seitenöffnung macht zugleich den Eindruck der Rückhaltkette für die Mittelöffnung, sie mußte deshalb in strafferer Spannung am Portal über dem Stropfweiler angreifen, während sich für die Kette *BCB* eine etwas stärkere Krümmung als vortheilhaft erwies. Die Ordinaten wurden auf drei Decimalstellen berechnet, die Träger sodann in großem Maßstabe aufgezeichnet, und nun wurde die Zeichnung — nach Hinzufügung des landschaftlichen Hintergrundes — photographisch verkleinert. Das kleine nur 13 × 18 cm messende

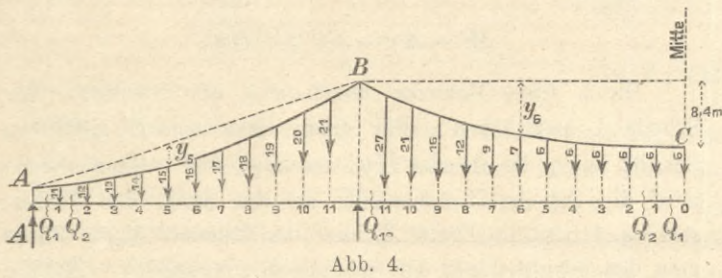


Bild zeigte die Fernwirkung und gestattete die Prüfung der Linienführung. Die Text-Abb. 4 giebt die Zahlen an, welche schliesslich gewählt worden sind. Hiernach ist die Gurtung *AB* das Seileck senkrechter Lasten, die sich zu einander verhalten wie die Zahlen 11, 12, 13, . . . bis 21. Die Knotenpunkte der Gurtung *CB* liegen im mittleren Theile auf einer Parabel, hier wurde die Belastungsziffer constant = 6 angenommen; nach dem Kämpfer hin steigt die Belastung bis auf 27.

Da sich die Fläche zwischen dem Seileck und der die Aufhängepunkte verbindenden Geraden als die Momentenfläche eines einfachen Balkens deuten läßt, so kann die Berechnung der Seileck-Ordinaten *y* sehr schnell wie folgt durchgeführt werden.

Für die Mittelöffnung ergeben sich die von den Lasten 6, 6, . . . 27 hervorgerufenen Balkenquerkräfte (Text-Abb. 3) nach der Formel

$$Q_{m+1} = Q_m + P_m$$

zu:	$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 6 = 3$	$Q_5 = 27$	$Q_9 = 61$
	$Q_2 = 3 + 6 = 9$	$Q_6 = 33$	$Q_{10} = 77$
	$Q_3 = 9 + 6 = 15$	$Q_7 = 40$	$Q_{11} = 98$
	$Q_4 = 15 + 6 = 21$	$Q_8 = 49$	$Q_{12} = 125.$

Die Feldlänge ist überall gleich, darf also bei der Berechnung der Momente gleich 1 gesetzt werden. Die Balkenmomente sind dann nach der Formel

$$M_m = M_{m+1} + Q_m,$$

$M_{11} = Q_{12} = 125$	$M_7 = 410$	$M_3 = 531$
$M_{10} = 125 + 98 = 223$	$M_6 = 450$	$M_2 = 546$
$M_9 = 223 + 77 = 300$	$M_5 = 483$	$M_1 = 555$
$M_8 = 300 + 61 = 361$	$M_4 = 510$	$M_0 = 558.$

Nun verhalten sich die Seileck-Ordinaten *y* zu einander wie die entsprechenden Momente *M*. Nach Wahl von $y_0 = 8,4$ m ergab sich

$y_1 = 8,4 \frac{555}{558} = 8,355$ m	$y_4 = 7,677$	$y_8 = 5,434$
$y_2 = 8,4 \frac{546}{558} = 8,219$ m	$y_5 = 7,271$	$y_9 = 4,516$
$y_3 = 8,4 \frac{531}{558} = 7,994$ m	$y_6 = 6,774$	$y_{10} = 3,357$
	$y_7 = 6,172$	$y_{11} = 1,882.$

Ich habe die vollständige Zahlenrechnung für die Mittelöffnung hier niedergeschrieben, weil ich hoffe, manchem Fach-

genossen damit einen kleinen Dienst zu erweisen. Das ganze Verfahren geht schnell von statten.

In ähnlicher Weise wird auch die Seitenöffnung behandelt. Man berechnet zuerst den linken Auflagerwiderstand *A* des mit den Werthen 11, 12, 13, . . . 21 belasteten Balkens und findet

$$Q_1 = A = \frac{1}{2} (21 + 2 \cdot 20 + 3 \cdot 19 + \dots + 11 \cdot 11)$$

$$Q_2 = A - 11, \quad Q_3 = Q_2 - 13, \text{ usw.}$$

$$M_1 = Q_1, \quad M_2 = M_1 + Q_2, \text{ usw.}$$

Nach Verfügung über y_7 , welches gleich 2,670 angenommen wurde, ergab sich

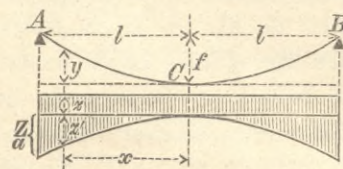
$$y_m = y_7 \frac{M_m}{M_7}.$$

Die Zwischengurtungen sind nach Parabeln geformt; auch der Spannbogen wurde mittels der Parabelgleichung (Text-Abb. 3)

$$\eta = f' \left(1 - \frac{x^2}{e^2} \right)$$

festgelegt.

Die Einführung von Kettenlinien für nach den Kämpfern hin wachsende Lasten dürfte auch in manchen anderen Fällen bei der Bestimmung der Linienführung nützlich sein. Es



sei deshalb noch auf die einer stetigen, nach dem Gesetze (Text-Abb. 5)

$$z + z' = z_a + z'_a \frac{x^n}{l^n}$$

zunehmenden Belastung entsprechende Kettenlinie auf-

merksam gemacht. Die Belastungsfläche besteht hier aus einem Rechteck und zwei von Parabeln *n*ter Ordnung begrenzten Theilen. Wird der Horizontalzug der Kette mit *H* bezeichnet, so lautet die Differentialgleichung dieser Linie

$$H \frac{d^2 y}{dx^2} = z + z'_a \frac{x^n}{l^n},$$

ihre Integration liefert, da sowohl $\frac{dy}{dx}$ als auch *y* für $x = 0$ verschwinden müssen:

$$Hy = z \frac{x^2}{2} + z'_a \frac{x^{n+2}}{(n+1)(n+2)l^n}$$

und für $x = l$

$$Hf = z \frac{l^2}{2} + z'_a \frac{l^2}{(n+1)(n+2)},$$

also

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2} \frac{1 + 2 \frac{z'_a}{z} \frac{x^{n+2}}{(n+1)(n+2)l^n}}{1 + 2 \frac{z'_a}{z} \frac{1}{(n+1)(n+2)}}$$

Diese Gleichung hat die Form

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2} \frac{1 + \varepsilon \frac{x^m}{l^m}}{1 + \varepsilon},$$

wo ε und *m* Zahlen sind, denen nun probeweise verschiedene Werthe beigelegt werden können.

Einzelheiten. Windverband.

Die wichtigsten Einzelheiten sind auf Bl. 13 dargestellt worden und bedürfen kaum noch ausführlicher Erläuterung. Das Mittelgelenk (Abb. 6 Bl. 2) ist bereits bei der Aufstellung der Elasticitätsgleichungen besprochen worden. Abb. 5 Bl. 2

zeigt das bewegliche Auflager über dem Strompfeiler und den Anschluß der Ketten sowie der Scheiben I und II (Abb. 3 Bl. 2) an den Portalständer. In Abb. 4 Bl. 2 ist das bewegliche Auflager auf dem Landpfeiler angegeben, die Verankerung ist durch das Auftreten negativer Auflagerwiderstände bei ausschließlicher Belastung der Mittelöffnung geboten. Zwischen der Ankerschraube und dem Consol, an dem der Anker angreift, befindet sich ein Kugellager.

Wo die Höhe des Trägers es gestattete, wurde ein oberer

Querverband, aus Riegeln mit Kreuzquerschnitt (Abb. 1 Blatt 2) und Rundeisendiagonalen angebracht, da wegen der Beschränkung der

Constructionshöhe des Gehweges auf ein Mindestmaß, kräftige Eckversteifungen zur Erzielung tragfähiger

Halbrahmen von größerer Höhe nicht angebracht werden konnten. Die seitliche Steifigkeit der Gurtungen des offenen Theiles der Brücke wurde sehr eingehend untersucht. Kröpfungen sind sorgfältig vermieden worden; an den beiden Stellen, wo sie nicht zu umgehen waren

(Abb. 5 u. 6 Bl. 2), wurden keilförmige Futter eingelegt. Die zulässige Beanspruchung des Flusseisens wurde unter Annahme einer Belastung durch Menschenge dränge von

500 kg/qm⁵⁾ auf $\sigma = 1200$ kg/qcm festgesetzt. Tritt Winddruck von 125 kg/qm hinzu, so wächst σ_{\max} bis 1400 kg/qcm. Die Lagertheile sind aus Stahl, die Anker aus Flusseisen hergestellt, letztere wurden verzinkt. Die Gehbahn (Abb. 12 Bl. 13) besteht aus 6 cm starken kiefernen Querbohlen auf schräg liegenden Unterlagsbohlen. Längsträger und Querträger sind gewalzte I-Eisen; unter jedem Querträger ist eine hängende Winkeleisengurtung zur Aufnahme einer Reihe von Kabeln angebracht.

Der Windverband (Text-Abb. 6) hat steife Halbdiaagonalen erhalten, die in jedem Felde ein Parallelogramm bilden. Es

5) Die Annahme von 400 kg/qm hätte auch genügt.

ergeben sich bei dieser Anordnung nicht nur kurze freie Längen der auf Knickfestigkeit zu berechnenden Windschrägen,

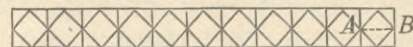


Abb. 6.

sondern es werden auch die freien Längen der in der Nähe der Mittelstützen stark auf Druck beanspruchten Untergurtstäbe in wagerechtem Sinne halbiert.⁶⁾ Infolge dessen konnte die

untere Gurtung aus hochkant stehenden ungleichschenkligen Winkeleisen mit einer erheblichen Gewichtsersparnis ausgeführt werden. Die Abzählung der Stäbe in der in Abb. 6 dargestellten gegliederten Scheibe lehrt, daß noch ein Stab fehlt, die Scheibe wird steif, wenn noch der Stab AB hinzugefügt wird. Daraus folgt, daß der Windverband mindestens an zwei Stellen (z. B. A und B) mit dem in der Mitte der Brücke liegenden Längsträger verbunden werden muß. Ich zog es vor, zur Erzielung einer recht steifen Windverstrebung die Windschrägen mit allen sie kreuzenden Längsträgern fest zu vernieten.

Die Bauausführung.

Der gute Baugrund liegt nicht sehr tief und besteht aus scharfem Sand und Kies. Es wurden des-

halb die Pfeiler auf Beton zwischen Spundwänden gegründet. Unter den Strompfeilern liegt die Betonsohle auf + 28,90; die Baugruben hatten nur 2,50 m Breite und 8 m Länge, die Baggerung erfolgte mit Handbaggern. Die größte Belastung des Baugrundes beträgt hier kaum 3 kg/qcm. Bei den Landpfeilern, welche nur 6 m Länge haben, konnte der Erdaushub zwischen den Spundwänden unter geringer Wasserhaltung trocken bewirkt werden; das Betonbett liegt hier höher, und die Pressung

6) Ich habe dieses Fachwerk mit einer geringen Aenderung an dem einen Ende bereits 1895 in großem Umfange bei der Rüstung des Berliner Domes angewandt und bin wegen der geringen Knicklängen sämtlicher Stäbe mit sehr geringen Holzstärken ausgekommen. In einem besonderen Aufsätze werde ich hierüber nähere Mittheilungen machen.



Abb. 7.

des Baugrundes ist noch geringer. Strom- und Landpfeiler sind aus Klinkern in Cementmörtel hergestellt; die Stirnseiten sind mit Striegauer Granit, die über Wasser liegenden Langseiten mit rothen Verblendklinkern aus der Ziegelei Sauen bei Eberswalde verblendet. Die Strompfeiler wurden in den einfachsten Formen ohne Profilierung ausgeführt und mit Vorköpfen ohne seitliche Vorsprünge versehen, wodurch alle der Beschädigung so leicht ausgesetzten rechtwinkligen Pfeilerkanten in der Höhe der Schiffskörper fortfielen; sie erhielten unter den auf quadratischer Grundfläche errichteten, nach den Lagerstühlen zu abgerundeten Auflagersteinen nur 1 m Breite. Die Landpfeiler tragen als Brückenabschluß Granitpostamente, die den Obergurt der Eisenconstruction überragen und nach unten als Pfeilervorsprung mit Granitverkleidung vor die mit rothen Klinkern verblendeten Mauerstirnen treten. Diese sind fast in der ganzen Länge der Absteigrampe fortgeführt, jedoch nur auf einzelnen Pfeilern gegründet, zwischen denen sichtbar die Stirnbögen sich wölben. Unter den letzteren tritt die Böschung der Rampenschüttung frei hervor.

Die Ausführung des Unterbaues, einschliesslich der Materiallieferungen, wurde an die Firma Ph. Holzmann u. Co. in Frankfurt a. M. vergeben und im Herbst 1897 im wesentlichen vollendet. Zu gleicher Zeit war die Herstellung des eisernen Ueberbaues im Gesamtgewicht von 160 Tonnen der Firma Aug. Klönne in Dortmund übertragen worden, sodafs im Frühjahr 1898 mit der Aufstellung begonnen werden konnte. Wegen des lebhaften Schiffsverkehrs an der in der Fluskrümmung liegenden Baustelle empfahl es sich, vom Einbau einer festen Rüstung abzusehen und die Brücke schwimmend einzufahren. Nur in der Mitte des Flussbettes wurde ein fünfter Stützpunkt durch Errichtung eines 2 m breiten Holzpfeilers geschaffen. Mit Rücksicht auf die örtlichen Zufuhr- und Bauplatzverhältnisse mußte die gesamte Eisenconstruction auf dem rechten Spreeufer in vier einzelnen Theilen zusammengebaut werden, und zwar zuerst die rechte Seitenöffnung einschliesslich der Querconstruction und des zugehörigen hohen Portales, daneben die linke Seitenöffnung und in weiterer Folge die rechte und die linke Hälfte der Mittelöffnung, letztere beiden ohne den Spannbogen und die an diesem angreifenden Hängestangen. Die einzelnen Theile sind dann in folgender Weise eingefahren worden. Auf zwei etwa 20 m von einander entfernten Spreekähnen waren in deren Mitte portalartige Gerüste errichtet, die sowohl nach den Schiffsenden wie unter einander kräftig versteift waren.

Durch diese Portale wurden die zum Einfahren fertigen Brückenviertel vom Lande aus, auf Schienen rollend, so weit auf die Kähne geschoben, dafs sie zu gleichen Theilen, etwa 10 m, über die Borde überstanden. Das so verbundene und belastete Doppelfahrzeug wurde nun vor die betreffende Oeffnung gefahren, die Eisenconstruction mittels Flaschenzügen etwas über die Lagerhöhe gehoben und der Sicherheit halber mittels Kreuzlagern unterbaut. Schliesslich wurde das Fahrzeug in die Oeffnung selbst gebracht, sodafs die Lagertheile genau über einander standen, und der Brückenabschnitt gesenkt. Das Einfahren und Aufbringen der schweren Last beanspruchte nur wenig Zeit, zuletzt nicht mehr als einen Tag. Zeitraubend war nur, dafs die Rüstung auf der einen Seite wieder abgebaut werden mußte, um das Fahrzeug unter der Brücke wieder hervorziehen zu können, und dafs, bevor das nächste Brückenviertel eingefahren werden konnte, zunächst der Aufbau der hohen Rüstungen wieder sicher gestellt werden mußte. Die Aufstellung hätte weniger Zeit erfordert, wenn die Hebung des Ueberbaues nicht mit an dem Portalgerüst hängenden Flaschenzügen, sondern von unten mittels Wagenwinden erfolgt wäre. Auch hätte sich das hohe Portal — bei entsprechender Gestaltung des Knotenpunktes 13 (Abb. 5 Bl. 2) — erst nach dem Einfahren der Seitenöffnung aufstellen lassen. Die Bewegung der seitlichen Brückenviertel wäre dann eine viel leichtere gewesen.

Nach Einfahren des letzten Brückenviertels wurde das ganze Eisenwerk ausgerichtet, und das Mittelgelenk sowie der Spannbogen eingebaut. Das Einziehen der zu überführenden Leitungskabel, das Aufbringen des Bohlenbelages, des Geländers, die Herstellung der elektrischen Brückenbeleuchtung, welche durch drei Bogenlampen und eine Anzahl Glühlampen erfolgt, und der Signalbeleuchtung für die Schifffahrt erforderte noch einige Zeit, bis am 1. October 1898 die Brücke dem Privatverkehr der Elektrizitätswerke übergeben werden konnte. Anfang November ging sie in den Besitz der Gemeinde Oberschönevide als öffentlicher Verkehrsweg über. Die gesamten Kosten, einschliesslich aller Nebenarbeiten, haben rund 110 000 *M* betragen.

Zum Schluss habe ich noch die angenehme Pflicht zu erfüllen, meinem ersten Assistenten, Herrn Privatdocent und Regierungs-Baumeister C. Bernhard, für die mir bei der Bearbeitung der Einzelheiten der Eisenconstruction, dem Entwerfen der Pfeiler und bei Ausübung der Bauleitung gewährte Unterstützung meinen Dank auszusprechen.



Berichtigung.

In der Abhandlung „Der Kaisersteg über die Spree bei Oberschöneeweide“ ist auf Seite 6 rechte Spalte, Zeile 10 von unten zu lesen:

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2} \frac{1 + 2 \frac{\kappa a}{x} \frac{x^n}{(n+1)(n+2)ln}}{1 + 2 \frac{\kappa a}{x} \frac{1}{(n+1)(n+2)}} \quad \text{statt} \quad \frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2} \frac{1 + 2 \frac{\kappa a}{x} \frac{x^{n+2}}{(n+1)(n+2)ln+2}}{1 + 2 \frac{\kappa a}{x} \frac{1}{(n+1)(n+2)}}$$

Es ist also $m = n$.



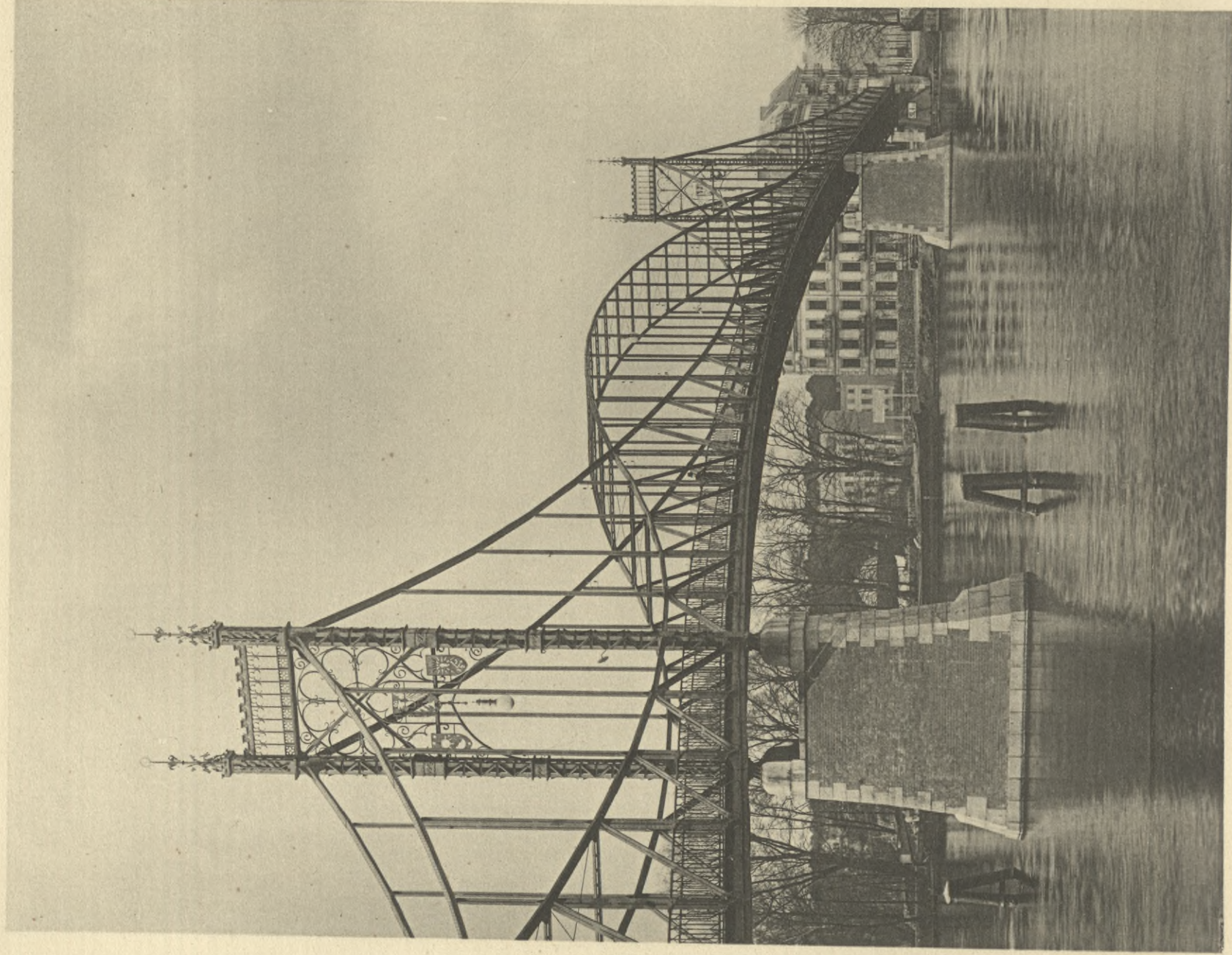


Abb. 1 Ansicht von Südosten

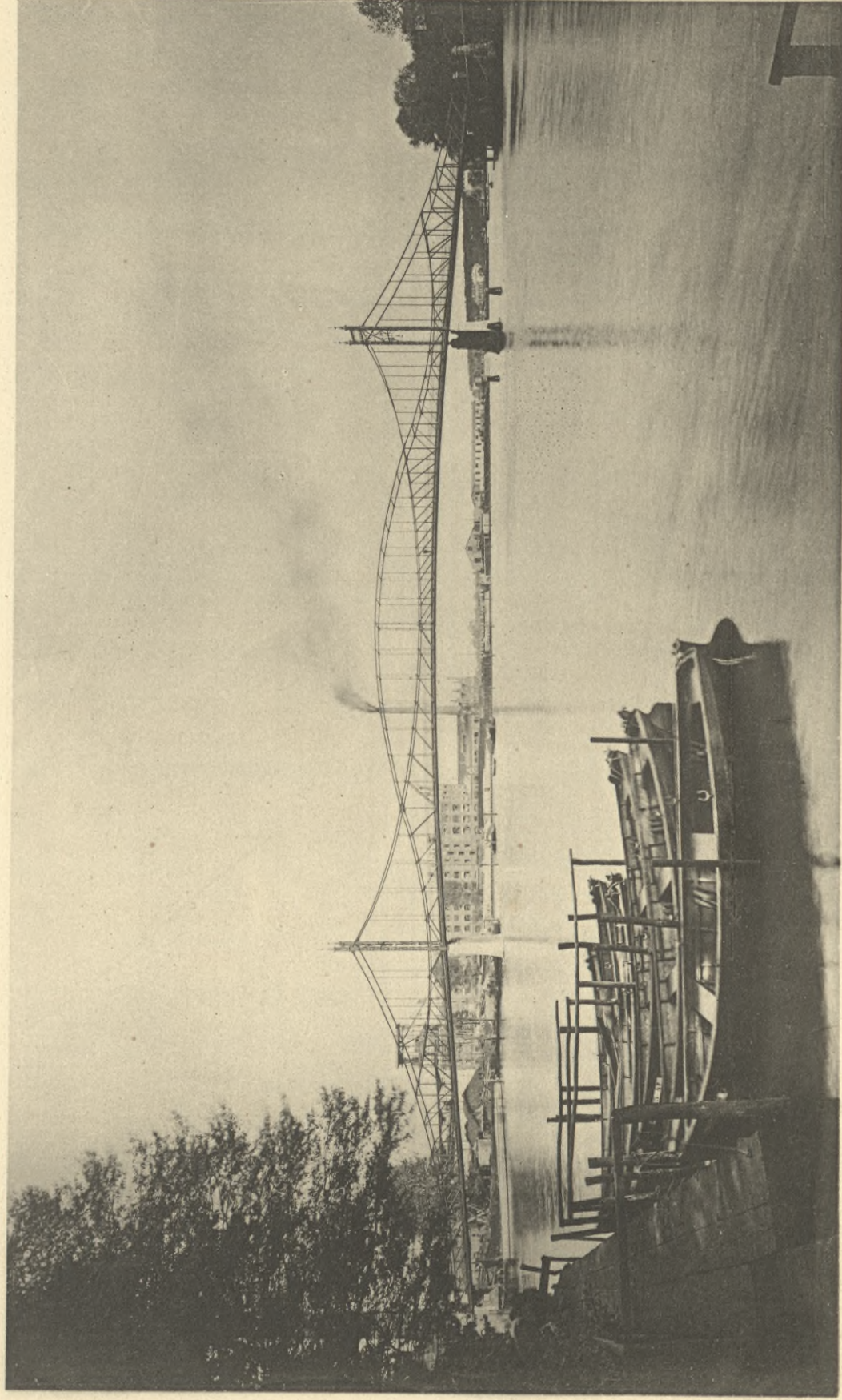


Abb. 2 Ansicht von Westen

Der Kaisersteg über die Spree bei Oberschönevide.

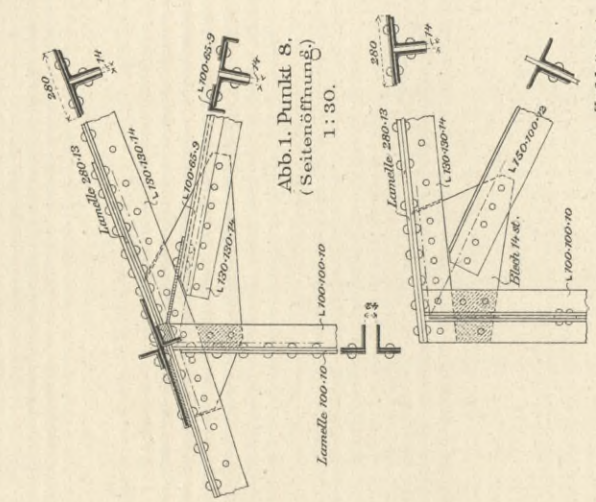


Abb. 1. Punkt 8. (Seitenöffnung) 1:30.

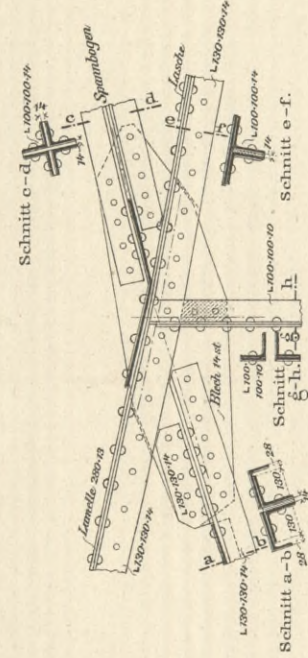


Abb. 2. Punkt 8. (Mittelführung) 1:30.

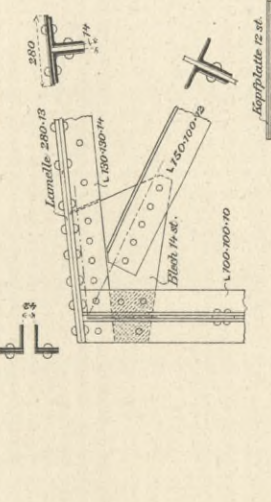


Abb. 4. Punkt 1. (Seitenöffnung) 1:30.

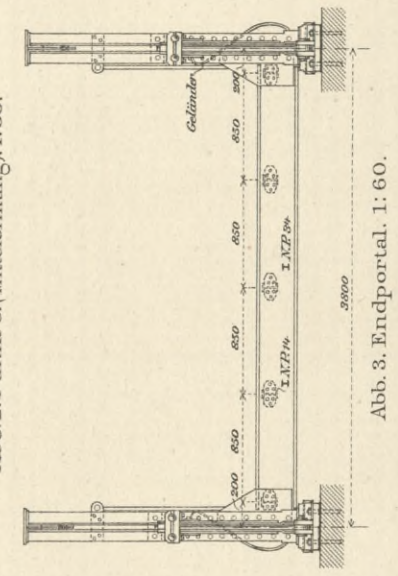


Abb. 3. Endportal. 1:60.

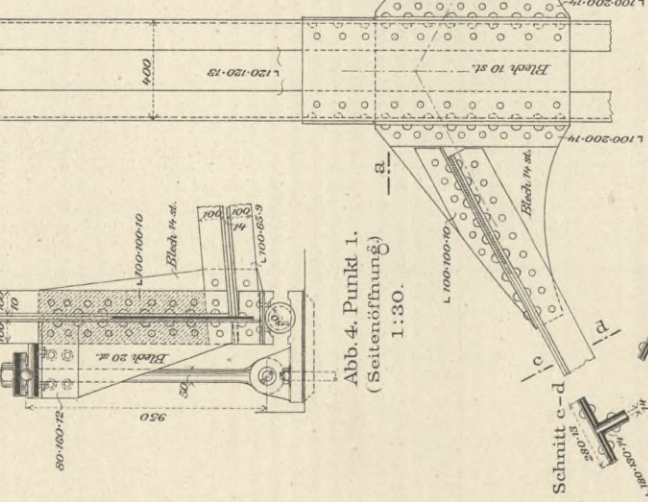


Abb. 5. Punkt 13. 1:30.

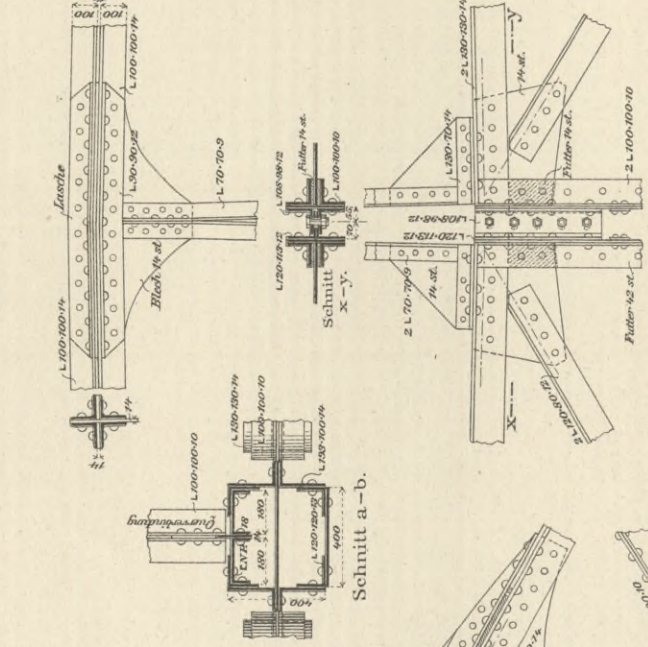


Abb. 6. Punkt 1. (Mittelführung) 1:30.

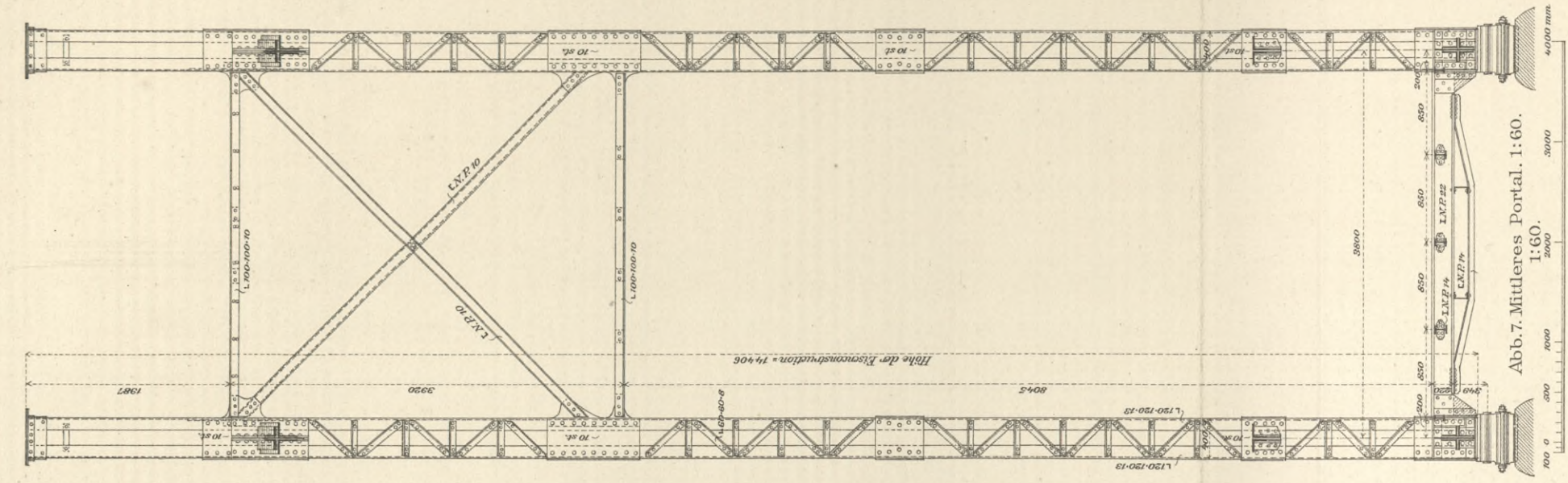


Abb. 7. Mittleres Portal. 1:60.

Abb. 8-10. Grundrisse. 1:30.

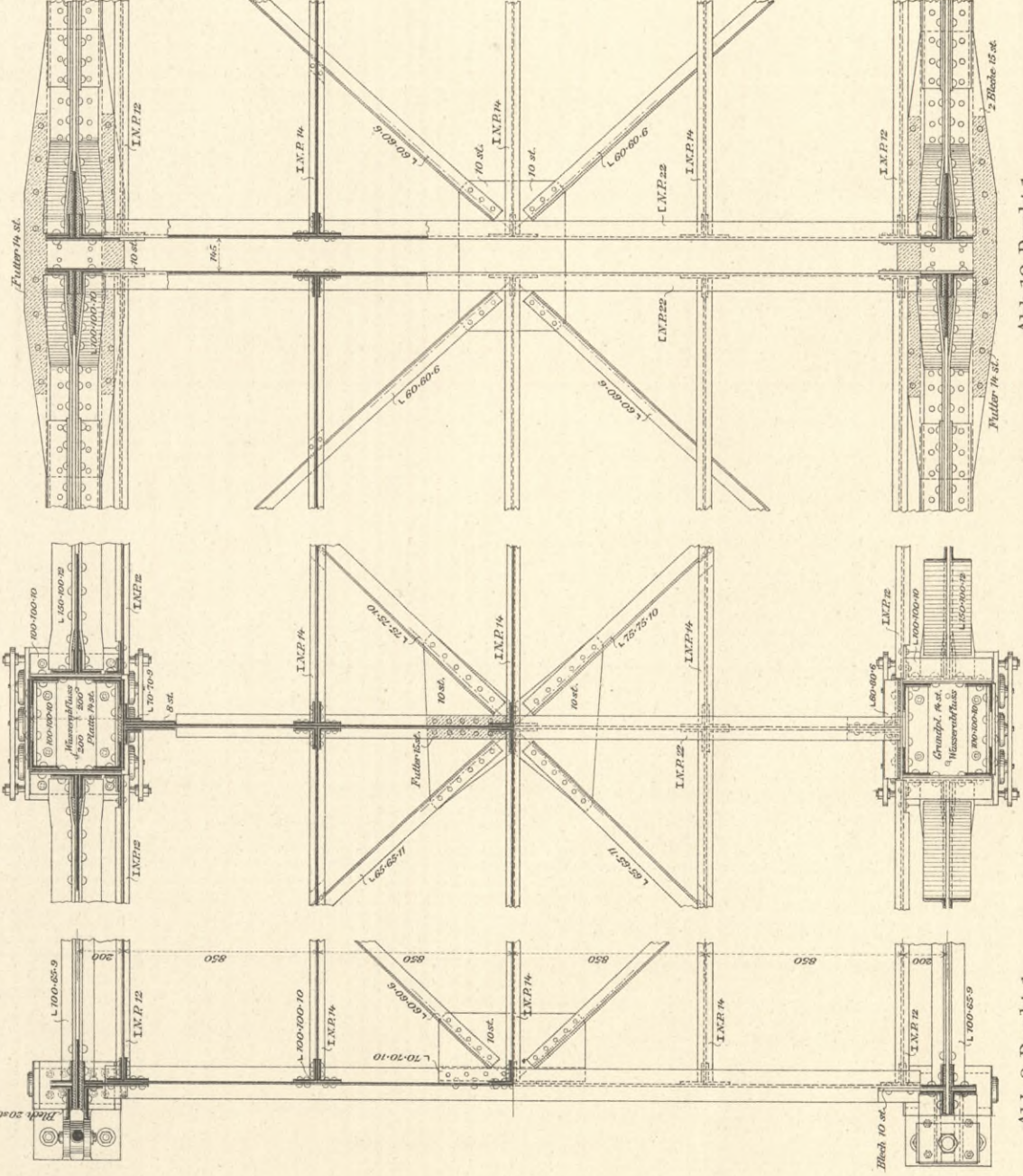


Abb. 8. Punkt 1. (Seitenöffnung)

Abb. 9. Punkt 13.

Abb. 10. Punkt 1. (Mittelführung)

Abb. 11 u. 12. Anordnung des Belages. 1:60.

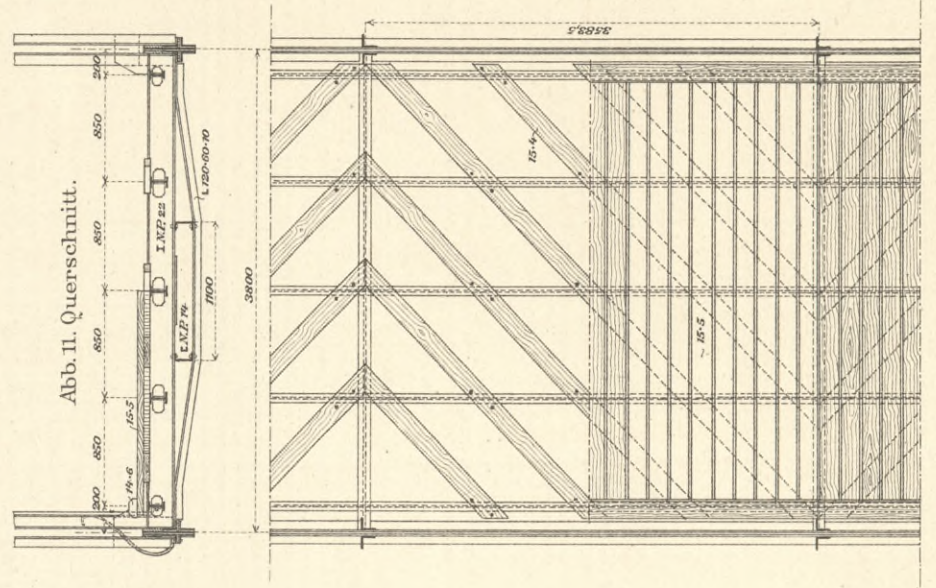


Abb. 8. Punkt 1. (Seitenöffnung)

Abb. 9. Punkt 13.

Abb. 10. Punkt 1. (Mittelführung)

Abb. 12. Oberansichten.

2001

5. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

IV 35195
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000302802