

# Die Donaubrucke

---

1896

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301246





II. 12 425  
I a. D. 11492

DIE  
DONAUBRÜCKE BEI INZIGKOFEN  
IN HOHENZOLLERN.

BETONBRÜCKE MIT OFFENEN GELENKEN.

VON

MAX LEIBBRAND,  
LANDESBAURATH IN SIGMARINGEN.

MIT 2 KUPFERTAFELN UND 9 ABBILDUNGEN IM TEXT.

*St. Nr. 20994*



BERLIN 1896.  
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.  
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

*VIII 56*

X  
1.203

Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1896.

---

Nachdruck verboten.

III. 12 425  
I. 2. 11 492

*24.*

DIE

# DONAUBRÜCKE BEI INZIGKOFEN

IN HOHENZOLLERN.

BETONBRÜCKE MIT OFFENEN GELENKEN.

VON

MAX LEIBBRAND,  
LANDESBAURATH IN SIGMARINGEN.

*F. Nr. 20997*



MIT 2 KUPFERTAFELN UND 9 ABBILDUNGEN IM TEXT.



BERLIN 1896.

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

*VII C. 6.*

X  
1.203



IV 34536

Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1896.

Nachdruck verboten.





### Allgemeines.

Das Dorf Inzigkofen und die Fürstliche hohenzollernsche Domäne Nickhof am rechten Ufer der Donau waren bis zum Jahre 1893 mit der am linken Ufer des Flusses gelegenen Haltestelle Inzigkofen durch eine Furt und eine hölzerne Jochbrücke verbunden. Die Brücke, welche nur dem Fürstlichen Hofe und der Domäne Nickhof diente, wurde im Frühjahr 1893 durch Hochwasser zerstört und zunächst durch einen Fufssteig ersetzt. Die Gemarkungs-Genossenschaft Nickhof, vertreten durch die Fürstliche hohenzollernsche Hofkammer, auf deren Gebiet die Brücke lag, übernahm den Bau und die Unterhaltung einer massiven, öffentlichen Brücke unter Beihülfe der Gemeinde Inzigkofen, des Amtsverbandes Sigmaringen, der Fürstlichen fürstenbergischen Standesherrschaft und des hohenzollernschen Landescommunalverbandes. Der Communalandtag, welcher die Vorlage betreffend den Brückenbau in seiner Tagung im November 1893 aus formellen Gründen zunächst abgelehnt hatte, bewilligte einen ersten Theilbetrag erst im December 1894, sodafs der Bau auf das Jahr 1895 verschoben werden mußte. Da bei dem schwachen Verkehr die Betheiligten nur zu mäßigen Opfern bereit waren, konnte die Ausführung des Baues überhaupt nur durch die äufserste Sparsamkeit bei der Veranschlagung gesichert werden. Man sah sich daher gezwungen, bei dem Entwurf die Abmessungen des Bauwerkes in allen Theilen auf das geringste theoretisch und praktisch zulässige Mafs zu bringen und die Berechnung auf das peinlichste durchzuführen.

### Anordnung der Brücke.

Die neue Brücke wurde 30 m unterhalb der alten angelegt, da an dieser Stelle ein Felskopf des Weifs Jura  $\epsilon$  am rechten Ufer gegen das Flussbett vorspringt (Abb. 5 u. 6 Bl. 1). Der Längenschnitt der Brücke ist bestimmt durch die Schienenhöhe der Bahn, 6,6 m über Niedrigwasser, und den Umstand, dafs am rechten Ufer das Gelände sofort stark ansteigt. Zur Gewinnung einer gröfseren Pfeilhöhe behufs besserer Abwässerung der Brücke und aus ästhetischen Gründen wurde der Fahrbahn von beiden Seiten gegen die Brückenmitte 2,5 v. H. Steigung gegeben. Für die Durchflufsweite war lediglich das gröfste bekannte Hochwasser mafsggebend; dasselbe war für 1882 zu 385 cbm in der Secunde bei 0,00212 m Gefälle ermittelt worden. Die Anordnung von Zwischenpfeilern empfahl sich nicht, da die Donau an der Baustelle ohnehin zur Inselbildung neigt und der Felsen vom rechten Ufer zum linken steil abfällt. Man entschied sich für eine Bogenbrücke von 43 m Stützweite und 4,38 m Pfeilhöhe, zwischen den Gelenkbolzen gemessen. Dieselbe bietet

158 qm freien Hochwasserquerschnitt, wobei die Oeffnungen über den Gewölben nicht mitgerechnet sind; die Hochwassergeschwindigkeit wurde zu 2,707 m, der Aufstau gegen den alten Hochwasserstand zu 0,047 m, die Geschwindigkeit des Hochwassers an der Flufssohle zu 1,79 m ermittelt.

Die Gründung der Brücke, auf beiden Seiten mittels Beton, konnte am rechten Ufer unmittelbar auf dem Felsen, sie mußte am linken Ufer auf festem Kies erfolgen. Derselbe liefs 25 cm starke Probepfähle nur 3,5 m tief eindringen, während durch eiserne Nadeln festgestellt wurde, dafs der Kies bis 6 m Tiefe gleichmäfsig bleibt. Die Gründungssohle des linken Widerlagers wurde mittels einer 22 cm im Geviert haltenden gusseisernen Platte, die mit Masseln beschwert war, bis auf 3,5 at belastet; hierbei ergab sich eine Eindrückung in den Untergrund von 6 mm, welche auch, nachdem das Wasser in die Baugrube eingelassen und achtzehn Stunden darin verblieben war, nicht gröfser wurde.

Für die Brücke selbst wurde Beton als Baumaterial gewählt, da Quadersteine in der Umgegend nicht, wohl aber vorzüglicher Cement von den oberschwäbischen Cementwerken, Kies, Sand und Schlegelschotter zur Verfügung stehen und vergleichende Berechnungen ergaben, dafs weder eine Monierbrücke, noch eine Ausführung in Cementbruchstein oder in Eisen billiger werden würde. Gegen letztere spricht auch der Umstand, dafs für kleinere Verwaltungen die Unterhaltung und die vorgeschriebenen, regelmäfsig vorzunehmenden Prüfungen lästig und theuer werden.

Die Brücke ist einspurig, die Breite der Brückenbahn zwischen den Geländern beträgt 3,8 m, wovon 2,5 m auf die Fahrbahn und je 0,65 m auf die erhöhten Gehwege entfallen. Die Gehwegplatten ragen 0,10 m über das Geländer und 0,275 m über die Stirnen vor, sie bilden mit ihrer Gliederung zugleich das abschließende Hauptgesims. Die Gewölbbeite wächst von 3,6 m im Scheitel auf 4,6 m an den Kämpfern (Abb. 2, 3, 4 Bl. 1). Hierdurch wird eine erhöhte Widerstandskraft gegen Winddruck, Hochwasser und Eisstofs erzielt, was bei dem ungünstigen Verhältnisse von Länge und Breite der Brücke erforderlich ist. Die Widerlager sind als sogenannte verlorene der Drucklinie angepafst. Auf ihnen ruhen die Ortpfeiler, deren Masse durch Aussparungen und die Anordnung steiler abgepflasterter Böschungskegel möglichst verringert wurde.

Von wesentlicher Bedeutung für den Entwurf war die Anordnung gusseiserner Gelenke im Scheitel und an den Kämpfern, welche offen bleiben sollten (Abb. 8 u. 9 Bl. 2). Solche Gelenke waren schon in dem ersten Entwurf vom 27. April 1893, der den Verhandlungen der am Bau Betheiligten zur Grundlage diente,

vorgesehen. Die Anordnung dieser Gelenke ermöglicht die größte Ersparnis, insofern das Gewölbe rein statisch bestimmt, die geringsten Abmessungen erhalten kann; die Gefährlichkeit der Senkungen bei der Ausschaltung des Gewölbes und der Bewegungen bei wechselnden Belastungen und Temperaturen, denen es ohne Nebenspannungen folgen kann, werden beseitigt.

Zur Entlastung der Fundamente sind die Bogenzwickel in 36 frei auf dem Gewölberücken aufstehende kleine Pfeiler aufgelöst, welche die Fahrbahn tragen, soweit diese nicht unmittelbar auf dem Gewölbe ruht. In der Längsrichtung der Brücke sind die Pfeilerchen durch kleine Bögen verbunden, während in der Querrichtung die Fahrbahnstafel stumpf aufliegt. Die äußeren Pfeiler haben von den Kämpfern der Verbindungsbögen ab, ent-

sprechend dem Breiteunterschied der Fahrbahn und des Gewölbes, geschwungene Anläufe erhalten (Abb. 2 u. 3 Bl. 1). Damit die Fahrbahnstafel den Bewegungen des Gewölbes folgen kann, sind auf den Ortpfeilern Rollenlager und Ausgleichvorrichtungen angeordnet (Abb. 1 Bl. 2). Die Fahrbahn ist über den Scheitelgelenken durch Zorseisen unterstützt. Das schmiedeeiserne Geländer schließt im Scheitel an einen gufseisernen Pfosten an, in welchem es sich bei Temperaturveränderungen verschieben kann. Die Ortpfeiler sind mit Brüstungsquadern gekrönt.

Auf besondere künstlerische Ausschmückung ist verzichtet, vielmehr sollte das Bauwerk durch seine constructive Form, welche auch ästhetisch durchaus befriedigt, wirken. Nur an den Gewölbestirnen, welche nach oben und unten abgefast sind,

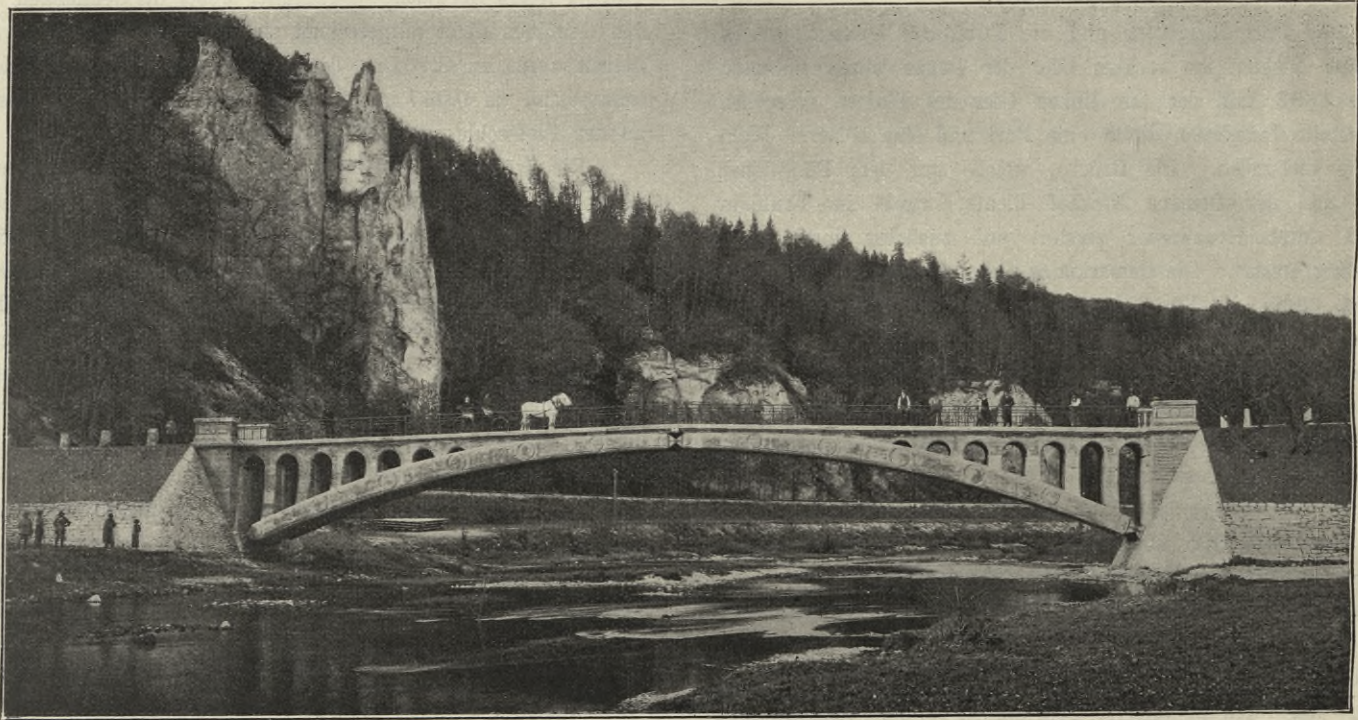


Abb. 1. Ansicht der Donaubrücke bei Inzikkofen.

wurden erhöhte Kreise und Füllungen angebracht, um einerseits durch diese Kreise den Wechsel der Gewölbestärke, die entgegen der üblichen Form an der Bruchfuge am größten ist, besser in die Erscheinung treten zu lassen und um andererseits zum Ausdruck zu bringen, daß man es mit einem eingestampften Körper, nicht mit einem Quaderbau zu thun hat (Abb. 1 Bl. 1).

#### Berechnung der Brücke.

Mit Rücksicht auf das verhältnismäßig geringe Eigengewicht der Brücke und die hohen Inanspruchnahmen, die dem Baumaterial zugemuthet werden sollten, erfolgte die Berechnung nicht in der allgemein üblichen Weise, wobei zur Ermittlung der größten Pressungen für alle Querschnitte eine Hälfte des Gewölbes belastet, die andere unbelastet angenommen wird, oder die Belastung bis zum Scheitel der halbseitiger Belastung entsprechenden Drucklinie ausgedehnt wird; vielmehr wurden für die einzelnen Querschnitte, wie dies bei eisernen Dreigelenkbogen längst üblich ist, diejenigen Lagen der Belastung — Belastungsscheiden — ermittelt und der Berechnung der größten Pressungen zu Grunde gelegt, welche thatsächlich in den betreffenden Querschnitten die größten Inanspruchnahmen erzeugen. Die Anordnung von Gelenken fordert

diese Berechnungsweise, da das ganze Gewölbe nicht wie bei gelenklosen Brücken als ein elastischer Körper angesehen werden darf und das Gewölbe statisch bestimmt ist. Soll in keinem der Querschnitte Zug auftreten, so müssen die Drucklinien der ungünstigsten Belastungen innerhalb des mittleren Drittels der Querschnitte liegen. Für eine Einzellast ergeben sonach die

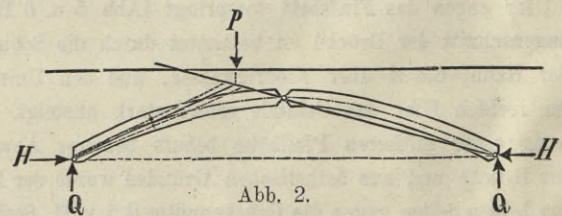


Abb. 2.

Schnittpunkte der Auflagerdrucke mit der Lothrechten dieser Last zwei Belastungsscheiden (Text-Abb. 2). Dieselben liegen aber bei flachen Bögen so nahe beisammen, daß eine genügende Genauigkeit erreicht wird, wenn nur eine, die mittlere Belastungsscheide, der Rechnung zu Grunde gelegt wird. Auch in der Nähe der Kämpfer, wo die Belastungsscheiden weiter aus einander rücken, weichen die Momente, welche durch die diesen beiden Belastungsscheiden entsprechenden Belastungen erzeugt

werden, so wenig von einander ab, daß auch hier die mittlere Belastungsscheide der Rechnung zu Grunde gelegt werden kann. Bei der geringen Breite der Brücke fällt eine schwere Einzelast, wie es eine Dampfwalze ist, besonders ins Gewicht; eine solche Einzelast erzeugt in einem Querschnitt das größte positive Moment, wenn sie über demselben, das größte negative Moment, wenn sie dicht beim Scheitel rechts desselben steht.

Als Belastungen für das Quadratmeter Gewölbe sind in Rechnung gestellt und auf m Betonhöhe umgerechnet:

a) für Menschengedränge allein

$$p = \frac{21,5 \cdot 3,8 \cdot 400}{21,5 \cdot 3,6 \cdot 2300} = 0,184 \text{ m, angenommen zu } 0,20 \text{ m;}$$

b) für Menschengedränge neben einer Dampfwalze von 15 000 kg Dienstgewicht (Abb. 3, 4 u. 5)

$$p_2 = \frac{15000 + 3,8 \cdot 16,5 \cdot 400 + 5 \cdot 1,3 \cdot 400}{21,5 \cdot 3,6 \cdot 2300} = 0,24,$$

angenommen zu 0,26 m;

c) Dampfwalze-Hinterräder mit Abzug des Menschengedränges

$$W_1 = \frac{5000 - (0,975 + 1,875) \cdot 1 \cdot 400}{1 \cdot 1 \cdot 2300} = 1,68,$$

angenommen zu 1,70 m;

d) Dampfwalze-Vorderräder mit Abzug von Menschengedränge

$$W_2 = 2500 - (2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 400) = 0,774,$$

angenommen zu 0,80 m.

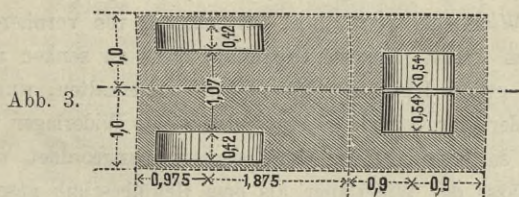


Abb. 3.

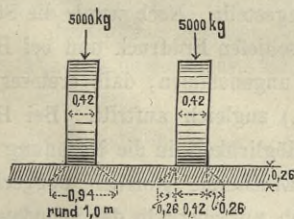


Abb. 4.

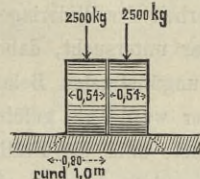


Abb. 5.

Als ungünstigste Belastungsfälle (Abb. 6 und 7) ergeben sich nun:

1. die Brücke ist bis zur Belastungsscheide und zwar rechts derselben mit Menschengedränge  $p$  belastet, die Dampf-

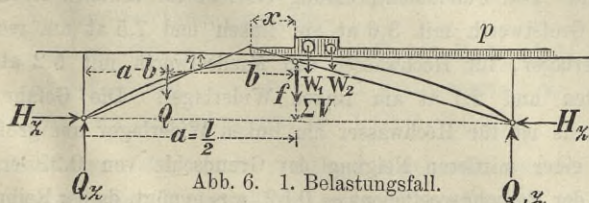


Abb. 6. 1. Belastungsfall.

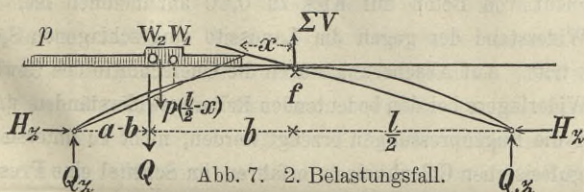


Abb. 7. 2. Belastungsfall.

walze steht mit den Hinterrädern im Abstand von 0,5 m vom Scheitel rechts derselben;

2. die Brücke ist bis zur Belastungsscheide und zwar links derselben mit Menschengedränge  $= p$  belastet, die Dampfwalze steht über dem untersuchten Querschnitt und zwar bei den Querschnitten links bzw. rechts von der Bruchfuge mit den Vorderrädern rechts bzw. links vom Querschnitt.

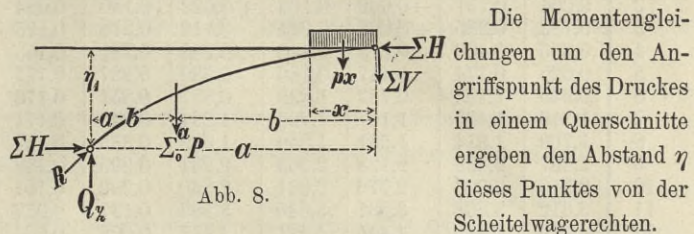


Abb. 8.

Für den ersten Belastungsfall (Abb. 8) ist:

$$\eta_1 = \frac{\sum_0^a P(a-b) + a(V_p + V_{w_1} + V_{w_2} - V_x) + px(a - \frac{x}{2})}{H_x},$$

für den zweiten Belastungsfall (Abb. 9) ist:

$$\eta_2 = \frac{\sum_0^a P(a-b) - a(V_{l-x} + V_{w_1} + V_{w_2}) + \frac{p(a-x)^2}{2}}{H_x}.$$

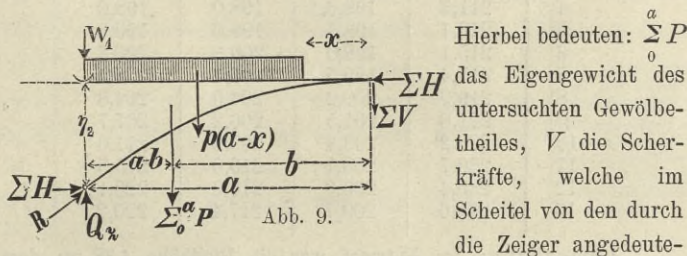


Abb. 9.

Hierbei bedeuten:  $\sum_0^a P$  das Eigengewicht des untersuchten Gewölbetheiles,  $V$  die Scherkräfte, welche im Scheitel von den durch die Zeiger angedeuteten Belastungen erzeugt werden,  $H_x$  den Gesamthorizontalschub für den betreffenden Belastungsfall.

Zur Vergleichung mit der üblichen Berechnung sind die Werthe  $\eta_3, \eta_4, \eta_0$  für den Fall der Belastung einer Gewölbhälfte mit  $p_2 = 0,26$  und für den mittleren Fall der Belastung des ganzen Gewölbes mit  $\frac{p_2}{2} = 0,13$  berechnet. Es ist:

$$\eta_3 = \frac{\sum_0^a P(a-b) + aV_{\frac{p_2}{2}}}{H_{\frac{p_2}{2}}}, \quad \eta_0 = \frac{\sum_0^a P_{\frac{p_2}{2}}(a-b)}{H_{\frac{p_2}{2}}}$$

$$\eta_4 = \frac{\sum_0^a P_{\frac{p_2}{2}}(a-b) - aV_{\frac{p_2}{2}}}{H_{\frac{p_2}{2}}}$$

Dabei bedeutet:  $\sum_0^a P$  = Eigengewicht des unbelasteten Gewölbetheiles,  $\sum_0^a P_{\frac{p_2}{2}}$  u.  $\sum_0^a P_{p_2}$  = Gewicht des mit  $\frac{p_2}{2} = 0,13$  u.  $p_2 = 0,26$  belasteten Gewölbetheiles,  $H_{\frac{p_2}{2}}$  = Horizontalschub für das mit  $\frac{p_2}{2}$  belastete Gewölbe bzw. das auf einer Gewölbhälfte mit  $p_2$  belastete Gewölbe.

Die Werthe der  $\eta$  sind in nachstehender Tabelle I zusammengestellt und auf Blatt 38 Abb. 4 aufgetragen.

Die Verbindungslinien der  $\eta_0$  wie der  $\eta_3$  und der  $\eta_4$  ergeben unmittelbar die den betreffenden Belastungen entsprechenden Drucklinien, während die Verbindungslinie der  $\eta_1$  und der  $\eta_2$  nur den geometrischen Ort für die Angriffspunkte der Fugendrucke bei der Belastung der Brücke nach Belastungsscheiden in den einzelnen Querschnitten oder die Umhüllungs-Curve der Drucklinien dieser Belastungen darstellt. Der Scheitelhalbmesser der mittleren Drucklinie ( $\eta_0$ ) ist rund 70 m. Die Ermittlung der Fugendrucke ergibt sich aus  $R = \sqrt{H_x^2 + Q_x^2}$ , wobei  $Q_x$

Tabelle I.

Querschnitt	$\eta_0$ m	$\eta_1$ m	$\eta_2$ m	$\eta_3$ m	$\eta_4$ m	$\eta_1 - \eta_2$ m	$\eta_3 - \eta_4$ m
1	0,007	0,031	-0,019	0,022	-0,009	0,050	0,031
2	0,064	0,131	-0,009	0,106	+0,022	0,140	0,084
3	0,182	0,285	+0,067	0,244	0,119	0,218	0,125
4	0,366	0,496	0,215	0,443	0,288	0,281	0,155
5	0,625	0,774	0,447	0,710	0,539	0,327	0,171
6	0,945	1,103	0,752	1,033	0,857	<b>0,351</b>	<b>0,176</b>
7	1,316	1,475	1,127	1,405	1,234	0,348	0,171
8	1,769	1,914	1,581	1,846	1,689	0,333	0,157
9	2,297	2,423	2,128	2,363	2,231	0,295	0,132
10	2,910	3,008	2,776	2,961	2,860	0,232	0,101
11	3,612	3,668	3,531	3,640	3,583	0,137	0,057
12	4,419	4,423	4,415	4,421	4,417	0,008	0,004
13	4,468	4,468	4,468	4,468	4,468	0,000	0,000

Tabelle II.

	$R_{r_1}$ tn	$R_{r_2}$ tn	$R_{r_3}$ tn	$R_{r_4}$ tn
1	207,1	205,5	196,9	196,8
2	208,3	203,4	197,1	196,9
3	209,7	201,2	197,5	197,1
4	211,3	199,6	198,0	198,0
5	213,1	198,5	199,0	199,0
6	215,1	198,0	200,3	200,7
7	217,4	199,5	202,1	202,4
8	219,9	200,2	204,0	204,8
9	221,8	201,5	206,2	207,7
10	226,2	203,4	209,3	211,0
11	230,7	206,1	213,0	215,3
12	235,4	209,6	216,9	220,1
13	235,6	209,7	217,4	220,2

Anmerkung: Im Entwurf war die Pfeilhöhe 4,38 m; dem Lehrgerüst wurde eine Ueberhöhung von 153 mm gegeben. Die Scheitelsenkung hat einschl. der Senkung des Lehrgerüsts bis November 65 mm erreicht. Der Berechnung der Werthe in der Tabelle ist daher eine Pfeilhöhe von 4,468 m zu Grunde gelegt.

die Vertikalkraft,  $H_x$  die Horizontalkraft im untersuchten Querschnitte bedeuten. Auf dem Atlasblatt 38 Abb. 4 u. 4a ist für die Belastung einer Gewölbehälfte mit  $p_2 = 0,26$  m die Berechnung auch graphisch durchgeführt, sie giebt mit der analytischen Berechnung genau übereinstimmende Werthe.

Aus der Tabelle I geht hervor, daß in der Nähe der Bruchfuge, d. h. bei Querschnitt 6 für den Fall der Belastung einer Gewölbehälfte mit  $p_2 = 0,26$  m

$$\eta_3 - \eta_4 = 0,176 \text{ m,}$$

für den Fall der Belastung nach Belastungsscheiden aber

$$\eta_1 - \eta_2 = 0,351 \text{ m}$$

wird. Sollen Zugspannungen nicht auftreten, so mußte nach der ersten Belastungsart das Gewölbe  $3 \times 0,176 = 0,528$  m stark werden, nach der zweiten Belastungsart aber  $3 \times 0,351 = 1,053$  m. Daraus ergibt sich, daß die Belastung nach Belastungsscheiden nahezu doppelt so große Momente erzeugt, als die Belastung nur einer Gewölbehälfte, wobei allerdings im ersteren Fall die Einführung der Dampfwalze als Einzellast mit ins Gewicht fällt. Es ist also bei Brücken von der Art der Inzigkofe-Brücke die genaue Berechnung unerläßlich. An Stelle der Einführung der Dampfwalze als Einzellast und der Rechnung mit Belastungsscheiden kann auch annäherungsweise die Rechnung mit derjenigen Belastung einer Gewölbehälfte treten, welche an der Bruchfuge das gleiche Moment erzeugt, wie die erste Belastungsart. Im vorliegenden Falle hätte  $p_2$ , statt 0,26, = 0,50, also nahezu doppelt so groß gewählt werden müssen.

Bei einer Stärke der Bruchfuge von 1,1 m ergab sich für beide Grenzbelastungen eine größte Pressung von 36,5 at, dabei

eine Zugspannung von rd. 1 at. Die Abmessungen der übrigen Querschnitte wurden derart bestimmt, daß die größte Druckspannung in allen 36,5 at erreicht, während nirgends größere Zugspannungen als 1 at auftreten. Aus diesen Abmessungen ergaben sich die Rücken- und Leibungslinien des Gewölbes.

Mit Rücksicht auf die durch die Reibung in den Gelenken auftretenden Nebenspannungen wurde an den Gelenken die Gewölbestärke über das theoretische Maß um ein wenig vermehrt, und zwar im Scheitel auf 0,70 m, im Kämpfer auf 0,78 m. Um keine zu großen Gelenke zu erhalten und des guten Ansehens wegen, wurde das Gewölbe gegen die Scheitel- und Kämpfergelenke abgefast, sodaß sich der Querschnitt an den Berührungsflächen mit den Gelenken auf 0,60 m am Scheitel und 0,68 m am Kämpfer verringert. Die größte Pressung steigt hierdurch und durch den Umstand, daß zwischen den einzelnen Gelenken Zwischenräume von 8 cm gelassen sind, an den Berührungsflächen mit den Gelenken auf 42,5 at im Scheitel und 31,1 bis 41,5 at am Kämpfer, letzteres für den Fall von Winddruck an den äußersten Gelenken.

Der größeren Inanspruchnahme in der Nähe der Gelenke ist durch eine fettere Betonmischung Rechnung getragen worden. Die Berechnung der Widerlager erfolgte in gleicher Weise wie bei dem Gewölbe, nur mit dem Unterschied, daß den Ergebnissen der Grunduntersuchung gemäß für die Grundsohle am linken Widerlager eine größte Kantenpressung von 3,6 at, am rechten Widerlager von 7,5 at als zulässig von vornherein angenommen wurde. Um die Drucklinie rasch zu senken und um keine zu große Länge der Fundamente zu erhalten, wurde das linke Widerlager doppelt so breit, das rechte Widerlager anderthalbmal so breit als der Gewölbescheitel angeordnet und die ganze Masse der Widerlager als dem Gewölbeschub geschlossen entgegenwirkend in Rechnung eingestellt. Noch wurde die Standicherheit der Widerlager gegen schiefen Erddruck und bei Hochwasser untersucht, dabei wurde angenommen, daß ersterer mit der ungünstigsten Belastung ( $\eta_2$ ) zugleich auftritt. Bei Hochwasser wurde als gefährlichste Möglichkeit in die Rechnung eingeführt, daß die Fluthen die Erddämme gänzlich weggerissen hätten, daß dagegen ein Auftrieb nur oberhalb der Spundwandskrone stattfindet. Die letztere Annahme rechtfertigt sich aus der Beobachtung, daß in die von den Spundwänden umschlossene Baugrube im ungünstigsten Falle nur 30 Liter Wasser in der Sekunde eindringen, der hierdurch erzeugte Auftrieb sonach nur einen geringen Bruchtheil des Auftriebes im freien Wasser ausmacht. Die Fundamentpressung erreicht für schiefen Erddruck den Größtwerth mit 3,6 at am linken und 7,5 at am rechten Widerlager, für Hochwasser den Mindestwerth mit 5,2 at am rechten und 2,1 at am linken Widerlager. Die Gefahr des Gleitens ist für Hochwasser am linken Widerlager am größten. Bei einer mittleren Neigung der Grundsohle von 0,22 ergibt sich der Reibungscoefficient = 0,52, was genügt, da der Reibungscoefficient von Beton auf Kies zu 0,60 anzunehmen ist, wozu der Widerstand der gegen die Landseite eingeschlagenen Spundwand tritt. Auf Abscherung waren die Querschnitte des Gewölbes und Widerlagers bei den bedeutenden Reibungswiderständen, welche durch die Fugenpressungen erzeugt werden, nicht zu untersuchen. Die gußeisernen Gelenkbolzen erfahren im Scheitel eine Pressung von 225 at, am Kämpfer von 212 at bis 283 at. Die gußeisernen Gelenkstühle erfahren Biegungsspannungen am Scheitel von 124 at, im Kämpfer von 95 bis 127 at.

**Ausführung der Brücke.**

Mit den Bauarbeiten wurde am 8. Juli v. J. begonnen. Die rechtsseitige Baugrube wurde unter geringem Wasserandrang in wenigen Tagen mit Pulver und Dynamit ausgesprengt. Das Ausschachten der linksseitigen Baugrube konnte zwischen einfachen Spundwänden im trockenen bewirkt werden, da der bis auf 30 Liter in der Secunde steigende Wasserzuflufs mittels einer

zwölfpferdigen Locomobile, die eine Kreiselpumpe in Bewegung setzte, sich bewältigen liefs. Der ausgeschachtete Kies zeigte sich durchaus gleichmäfsig und frei von Sand und sonstigen Beimengungen. Zu dem Brückenbau wurde Cement von besonders feiner Mahlung, für die Schauseiten durch Beimischung von Ocker (6 v. H.) gelb gefärbter Cement verwandt. Die Proben hatten folgendes Ergebnis:

Proben hergestellt von:	Bindezeit Stunden	Rückstand im Sieb mit		Zugfestigkeit der Normenkörper in at		
		900 Maschen v. H.	5000 Maschen v. H.	nach 7 Tagen	nach 28 Tagen	
1. der Bauverwaltung	Gewölbecement	7	1,00	18	17,26—21,72, Mittel 18,2	21,58—22,50, Mittel 22,71
	Farbcement	7	1,50	18	17,9—18,1, " 18,0	20,4—20,6, " 20,50
2. der Cementfabrik	Gewölbecement	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0,25	16	25,5—28,3, " 26,0	30,2—33,5, " 31,92
	Farbcement	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0,00	25	18,7—24,5, " 21,2	22,3—33,1, " 27,30

Die Probekörper und der Mörtel wurden von der Bauverwaltung mit der Hand, von der Cementfabrik wurden die Probekörper mit dem böhmischen Hammer, der Mörtel mit der Trommel hergestellt. Bemerkenswerth war, dafs Probekörper, welche statt mit Normensand mit dem beim Bau verwandten Sand hergestellt worden waren, bis zu 20 v. H. höhere Festigkeit ergaben. 42 v. H. dieses Sandes war feiner, 42 v. H. gröber als der Normensand, und 16 v. H. hatte das Korn des Normensandes. Sand (*S*), Feinkies (*F*) bis 2 cm Korngröfse, Kies (*K*) 1 bis 5 cm Korngröfse wurden den Rheinthalgletschergruben bei Sigmaringen entnommen, das specifische Gewicht des aus Alpenkalk bestehenden Kieses betrug 2,56; Schlegelschlotter (*Sch*) mit 4 bis 6 cm Korngröfse wurde aus Steinen des Weifs-Jura  $\epsilon$  hergestellt, deren specifisches Gewicht 2,36 ist. Um einen dichten Gewölbebeton zu erhalten, wurde dem Schlegelschlotter, der 46 v. H. Hohlräume aufweist, während Kies deren nur 37 v. H. zeigte, Feinkies beigemischt. Es kamen folgende Betonmischungen zur Verwendung:

- für die Ortpfeiler . . . . . 1 *C*: 4 *S*: 8 *K*,
- „ das linksseitige Fundament . 1 *C*: 3 *S*: 6 *K* mit <sup>1</sup>/<sub>4</sub> Einlagesteinen in Handstückgröfse,
- „ das rechtsseitige Fundament und die Ankenpfeiler . . . 1 *C*: 3 *S*: 6 *K*,
- „ das Gewölbe in seinem Haupttheil und die Fahrbahntafel 1 *C*: 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> *S*: <sup>1</sup>/<sub>2</sub> *F*: 4 *Sch*,
- „ die Gewölbeschichten in der Nähe der Gelenke . . . . 1 *C*: 2 *S*: <sup>1</sup>/<sub>2</sub> *F*: 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> *Sch*,
- „ die Gewölbeschichten unmittelbar am Gelenk . . . . . 1 *C*: 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> *S*: <sup>3</sup>/<sub>4</sub> *F*: <sup>3</sup>/<sub>4</sub> *Sch*,
- „ die Schauseiten . . . . . 1 Farbcement: 2 *S*,
- „ den Kern der Gehwegplatten 1 *C*: 2 *S*: 3 *K*.

Sämtlicher Beton wurde von Hand angemacht, was bei der aufsergewöhnlichen Hitze während der Bauausführung bis zu 50° Celsius in der Sonne von besonderem Werthe war, da so jeder Mischung nach Bedarf Wasser beigegeben werden konnte. Die tägliche Leistung auf einer Pfanne stieg bis 36 cbm; dabei waren fünf Mann mit Mischen, drei mit Herbeischaffen des Materials und drei mit Einstampfen thätig. Während der Betonbereitung wurden von dem Material der Mischpfanne Probewürfel von 25 cm Seite in eisernen Formen hergestellt. Die auf dem mechanischen Laboratorium der technischen Hochschule in Stuttgart angestellten Druckproben hatten folgendes Ergebnis.

**Druckfestigkeit der Probekörper.**

Nr.	Mischung	Alter in Tagen	Querschnitt qcm	Spec. Gewicht	Bruchbelastung at	Bemerkungen.
1 u. 2	1 <i>C</i> : 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <i>S</i> : 5 <i>Sch</i>	213	494	2,34	259	Die Zahlen geben je die Durchschnittswerthe an. Während der Herstellung und Erhärtung der Würfel Nr. 5—12 herrschte ungewöhnliche Hitze.
3 u. 4	1 <i>C</i> : 3 <i>S</i> : 6 <i>K</i>	213	444	2,32	198	
5 u. 6	1 <i>C</i> : 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <i>S</i> : <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <i>F</i> : <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <i>Sch</i>	160	408	2,25	259	
	7	1 <i>C</i> : 2 <i>S</i> : <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <i>F</i> : 2 <i>Sch</i>	170	638	2,29	
8—12	1 <i>C</i> : 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <i>S</i> : <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <i>F</i> : 4 <i>Sch</i>	160	640	2,29	181	

Der Beton für die Widerlager wurde ganz im trockenen eingebracht; auf den Grundsohlen waren Rohrleitungen eingelegt, welche das Wasser den Pumpenstümpfen zuführten. Das Einstampfen des Betons der Widerlager geschah in einzelnen Abtheilungen und in wagerechten, höchstens 15 cm hohen Schichten; die einzelnen Abtheilungen waren durch Schalbretter annähernd senkrecht zur Drucklinie abgegrenzt. Diese Abtheilungen sind auf Bl. 2 Abb. 1 ersichtlich gemacht. Das sehr leichte Lehrgerüst ruhte auf neun Pfahljochen zu je vier Pfählen und auf einer betonirten Schwelle. Zur Absenkung des Lehrgerüsts waren Sandtöpfe angeordnet, über denselben Dielen zum Schutz gegen Tagewasser und zur Aufnahme der Keile, welche zur genauen Festlegung der Höhe der Gerüstschwellen dienten (Abb. 1 u. 6 Bl. 2). Da das Gewölbe nach dem Kämpfer sich erbreitert, waren die äufseren Lehrbögen von den mittleren Jochen ab entsprechend auseinander gerückt (Abb. 3 Bl. 2). Die Schalung aus 6 cm starken Dielen überragte die Gewölbbreite soweit, dafs die Verschalung der Gewölbestirnen gegen dieselbe abgesteift werden konnte (Abb. 2 Bl. 2). Für die Kämpfergelenke waren Aufsattlungen über den Kranzhölzern des Lehrgerüsts angebracht und mit den Lehrbögen verbolzt. Diese Sättel dienten dazu, den Gewölbeschub solange aufzunehmen, als das Gewölbe im Scheitel nicht geschlossen und die Verbindung mit dem Widerlager noch nicht hergestellt war (Abb. 1 Bl. 2). Die Auflagerplatten der Gelenke waren mit je vier Oesen versehen, durch welche Schraubenbolzen gezogen wurden, um die Gelenktheile während des Versetzens der Gelenke und während des Betonirens in ihrer gegenseitigen Lage festzuhalten. Vor der Ausschalung des Gewölbes wurden die Oesen abgeschlagen und die Schraubenbolzen entfernt, um die Drehung um die Gelenkachsen zu ermöglichen. Die Scheitelgelenke wurden auf Unterlagshölzer unmittelbar auf die Gewölbeschalung aufgesetzt.

Es ist von der größten Wichtigkeit, daß die Achsen aller Gelenke genau in einer geraden Linie senkrecht zum Gewölbe liegen, da sonst eine gleichzeitige Drehung um deren Achse nicht möglich ist, wodurch Nebenspannungen auftreten, die den Werth der Gelenke hinfällig machen können. Die Anwendung von starren Gelenken bei schiefen Brücken ist deshalb nur von bedingtem Werthe; werden in diesem Falle die Gelenke je eines Kämpfers bezw. im Scheitel staffelförmig hintereinander in einer Ebene verlegt, so sind so viele Drehachsen als Gelenke vorhanden, sodafs bei der Drehung um irgend ein bestimmtes Gelenk Schwingungen um die andern Gelenke eintreten müssen; da solche nicht möglich sind, treten bedeutende Nebenspannungen auf. Werden aber die Gelenke an jedem Kämpfer bezw. im Scheitel in eine Drehachse verlegt, so erhalten diese Achsen mehr oder minder starke entgegengesetzte Neigungen, sodafs eine windschiefe Verdrehung des ganzen Gewölbes entsteht, die ebenfalls von bedeutenden Nebenspannungen begleitet ist. Diese Nebenspannungen können das Absprengen von Gewölbetheilen in der Nähe der Gelenke oder aber Risse längs des Gewölbes erzeugen. Bei Verwendung von Bleiplattengelenken ist die Gefahr der Nebenspannungen verringert. Doch sollten schiefe Brücken von größerer Breite oder, wenn der Winkel der Brückenachse mit der Flufsachse klein ist, in einzelnen von einander unabhängigen Ringen und nicht als Ganzes zur Ausführung kommen, wenn überhaupt Gelenke angeordnet werden.

Um zu ermöglichen, daß die Gelenke den Setzungen des Lehrgerüsts während des Wölbens folgen konnten, wurden hinter den Kämpfergelenken an den Widerlagern Räume von 25 cm Breite frei gelassen, welche erst, nachdem das Lehrgerüst seine volle Belastung erhalten hatte, zugleich mit der Scheitelfuge geschlossen wurden. Die Schalungen der Gewölbestirnen aus 4 cm starken gehobelten Brettern wurden gegen die Gewölbeschalung abgesteift und außerdem durch Drahtanker verspannt. Die Fugen der Bretter wurden mit Gips verstrichen und dann die Innenseite derselben mit braunem Packpapier beklebt. Die hölzernen Fasenleisten und die aus Gips hergestellten Modelle der Ringe wurden auf die Stirnschalungen geschraubt und die ganzen Innenseiten dieser Schalungen mit Schellack verstrichen. Die Schalung der Gewölbeleitung blieb bis auf einen 20 cm breiten Streifen längs der Stirnen, der wie die Stirnschalung behandelt wurde, rau. Dieser Streifen wurde durch eine 2 cm starke Fugenleiste von der Leibung geschieden. Vor Beginn der Betonirung wurde das Lehrgerüst durch Aufbringen der Scheitelgelenke und einer großen Zahl Sandsäcke auf 6 m Länge und 3 m Breite im Scheitel mit im Ganzen 40 000 kg beschwert. Am 29. August wurde mit dem Betoniren des Gewölbes an den Kämpfergelenken begonnen. Auch hier geschah das Einstampfen in 1 bis 1,3 m langen, senkrecht zur Drucklinie abgegrenzten Absätzen und in dünnen wagerechten Schichten. Das Gewölbe besteht sonach eigentlich aus einer Anzahl 1 bis 1,3 m langer, durch das ganze Gewölbe reichender Betonquader von der jeweiligen Gewölbstärke, welche aber durch den raschen Fortgang der Betonirung aufs innigste miteinander verbunden sind. Die Stofsugen dieser Abtheilungen sind an den Stirnen kaum bemerkbar. Man rückte von beiden Seiten gleichmäfsig gegen die Bruchfuge vor. An dieser Stelle wurde je ein Absatz von 1,2 m Länge offen gelassen und jenseits desselben mit dem Betoniren gegen den Scheitel fortgefahren; nach Mafsgabe des Vorrückens gegen den Scheitel wurde die vorher aufgebrauchte Scheitelbelastung

entfernt. Sodann wurden die an den Widerlagern offen gelassenen Räume und der Scheitel, zuletzt die Absätze an der Bruchfuge geschlossen.

Da man der gröfseren Sicherheit wegen die Gelenke nachträglich gegen die Widerlager abgesteift hatte, bot die Ausbetonirung der Räume an den Widerlagern einige Schwierigkeiten. Zuerst wurden die hölzernen Keile entfernt und die Gelenke jeweils im Schwerpunkt der Lagerplatte durch Stellschrauben abgefangen, sodann wurde der enge Raum mit einer fetten Betonmischung ausgestampft. Die Stärke der Stellschrauben war so abgemessen, daß sie wohl dem geringen Schub des nicht geschlossenen Gewölbes, nicht aber dem Schub des freitragenden Gewölbes widerstehen konnten. So erreichte man, daß die Gelenke mit Sicherheit den Druck auf die ganze Betonfläche übertragen und nicht nur auf die Flächen nächst den Stellschrauben. Die Betonirung des Gewölbes hat eine Woche Zeit in Anspruch genommen.

Die Ortpfeiler wurden zwischen freistehende Schalungen, welche ebenfalls mit Drahtankern verbunden und für die Schauseiten wie die Gewölbeschalung behandelt waren, einbetonirt. Unmittelbar daran schlofs sich das Betoniren der Pfeilerchen über dem Gewölberücken und sodann der diese verbindenden Bögen und der Fahrbahn. An allen sichtbaren Theilen der Brücke wurde eine 10 bis 15 cm starke Schicht aus Farbcement und Sand vorgegeben, welche eine scharfe Ausprägung der Ansichtsformen ermöglichte und, weil zugleich mit dem Innenbeton eingestampft, mit diesem zu einem Ganzen sich verband. Das Verbringen des Betons an Ort und Stelle geschah durchweg mittels Schubkarren auf leichtem fliegenden Gerüste.

Nach Absenkung des Lehrgerüsts wurden die Gehwegplatten versetzt, die Asphaltabdeckung aufgelegt, die Chaussirung eingebracht und die Brüstungsquader auf den Ortpfeilern betonirt. Die Gehwegplatten waren während der vorangehenden Arbeiten in Modellen angefertigt worden. Die Asphaltabdeckung besteht aus 6 mm starken Isolirplatten mit Filzeinlage, die Chaussirung auf einer 10 cm hohen Sandschicht aus einer Packlage, welche an den Borden 6 cm, in der Mitte 12 cm stark ist und aus einer 8 cm hohen Schicht von Bergkies des Weiufs Jura  $\epsilon$ , worauf noch eine dünne Schicht Sand geschüttet wurde. Die Abwässerung geschieht in der Mitte des Querschnittes, gegen welchen die Fahrbahn tafel von beiden Seiten Steigung hat; dort nimmt ein Zoreisen das Tagewasser auf und führt es zwei Abfalröhren hinter dem ersten Pfeilerchen zu (Abb. 2 Bl. 1, Abb. 1 Bl. 2). Endlich wurden die Geländer gestellt und die Rollenlager eingebracht. Noch ist zu erwähnen, daß in den kleinen Gewölben über den ersten Ankeräumen je vier Eisenbahnschienen von 90 cm Länge einbetonirt sind, um diese Gewölbe für den Fall zu verstärken, daß bei Temperaturendehnungen die Fahrbahn von den Rollenunterlagern sich etwas abheben sollte (Abb. 1 Bl. 2).

#### Absenkung, Probebelastung und Verkehrsübergabe der Brücke.

Das Lehrgerüst wurde sofort nach Fertigstellung der Fahrbahn, 5 Wochen nach Gewölbeschluss abgesenkt. Um dabei die Bewegungen des Scheitels und der Widerlager genau beobachten zu können, waren Zeigerwerke mit den Kämpfer- und Scheitelgelenken an beiden Schauseiten verbunden. Die Zeiger von 1,10 m Länge waren der leichteren Beweglichkeit wegen aus Aluminium

gefertigt. Die Zeigeranordnungen, mit zehnfacher Uebersetzung arbeitend (Abb. 10 Bl. 2), ermöglichten, die senkrechte und wagrechte Bewegung der Widerlager und die Senkung des Scheitels auf  $\frac{1}{10}$  mm genau zu beobachten. Die Absenkung der Sandtöpfe nächst den Widerlagern um 1 cm verursachte die Hebung des Scheitels um 2,5 mm; nach Absenkung aller Töpfe um 1 cm zeigte sich eine Scheitelsenkung von 5 mm und eine Loslösung des Gewölbes auf eine große Strecke von den Widerlagern her. Bei der Absenkung aller Töpfe um ein weiteres Centimeter wurde das Gewölbe überall frei, und es zeigte sich eine weitere Einsenkung des Scheitels flusaufwärts um 2,5 mm, flusabwärts um 2,7 mm. Die gesamte Senkung betrug sonach nur 7,5 mm, bezw. 7,7 mm. Die Zeiger an dem auf Felsen gegründeten Widerlager ließen keine Spur einer Bewegung erkennen, ebenso wenig die Zeiger an dem auf Kies gegründeten Widerlager eine Bewegung in senkrechter Richtung. Dagegen war dieses Widerlager flusaufwärts um 0,3 mm vor-, flusabwärts 0,3 mm zurückgerückt. Die Absenkung erforderte nur 25 Minuten Zeit. Das Ergebnis der Absenkung ist ein überraschend günstiges und das umsomehr, als der Gewölbeschluss bei der außerordentlich hohen Temperatur von  $50^{\circ}$  Celsius erfolgt war, während die Absenkung bei nur  $7^{\circ}$  Celsius geschah. Schon bei Aufbringung der Belastung des Lehrgerüsts im Scheitel war ein einfacher Apparat zur Beobachtung der Scheitelsenkung angebracht worden. Diese Belastung erzeugte eine Scheitelsenkung von 12 mm, welche während des Wölbens bis 35 mm wuchs. Während der ersten acht Tage nach dem Gewölbeschluss trat eine weitere Senkung um 11 mm ein; von da ab blieb der Scheitel trotz der Aufmauerung der Bogenzwickel und Aufbringung der Fahrbahntafel stehen bis zum Moment der Absenkung des Lehrgerüsts. Seit dem Ablassen des Lehrgerüsts hat die Scheitelsenkung allerdings in stets abnehmendem Verhältniss bis zum 8. Januar weitere Fortschritte gemacht, wie aus der Tabelle ersichtlich ist.

Senkung des Gewölbescheitels.

Nr.	T a g	Mittlere Tages-temperatur Celsius	Scheitel-senkung, flus-		Bemerkungen.
			aufwärts	abwärts	
1	15. August 1895 Vollendung des Lehrgerüsts . . . . .	$15^{\circ}$	—	—	Nr. 1—5 durch Abstiche an der Scheitellatte beobachtet.
2	29. August 1895 Beginn des Wölbens	$17^{\circ}$	12,0	9,0	
3	7. Septbr. 1895 Gewölbeschluss . . . . .	$20^{\circ}$	35,0	34,0	
4	12. September 1895	$15^{\circ}$	49,0	43,0	} Während dieser Zeit trat keine weitere Senkung ein.
5	12. October 1895 vor dem Ablassen . . . . .	$6^{\circ}$	<b>49,0</b>	<b>43,0</b>	
6	12. October 1895 nach dem Ablassen . . . . .	$6^{\circ}$	<b>56,5</b>	<b>50,7</b>	Nr. 6—10 mittels des Zeigerwerks beobachtet.
7	18. October 1895 . . . . .	$3^{\circ}$	60,5	55,2	
8	24. October 1895 . . . . .	$6^{\circ}$	65,6	60,0	12. Nov. Brücke vollendet.
9	31. October 1895 . . . . .	$0^{\circ}$	69,0	62,5	
10	4. November 1895 . . . . .	$6^{\circ}$	70,0	63,0	
11	8. November 1895 . . . . .	$12^{\circ}$	71,0	65,0	Nr. 11—15 durch Nivellement beobachtet.
12	15. November 1895 . . . . .	$6^{\circ}$	74,0	70,0	
13	29. November 1895 . . . . .	$-1^{\circ}$	80,0	76,0	Seit 8. Januar keine Senkung mehr.
14	8. Januar 1896 . . . . .	$-3^{\circ}$	83,0	80,0	
15	10. Februar 1896 . . . . .	$+2^{\circ}$	83,0	80,0	

Die Gesamtsenkung seit Gewölbeschluss beträgt sonach 47 mm oder auf  $20^{\circ}$  Celsius umgerechnet nur 32 mm. Dieser Senkung  $s = 32$  entspricht eine Zusammendrückung  $e$  des Bogens, da  $s = \frac{cl}{4f}$ ,  $e = 13,3 \text{ mm} = 310 \text{ Millionstel}$ .

Die Berechnung der beobachteten Senkung auf eine bestimmte Temperatur ist bei häufig wechselnden Temperaturen mit Sicherheit nicht durchzuführen, da das Gewölbe den wechselnden Temperaturen sehr langsam folgt.

Acht Wochen nach Gewölbeschluss am 1. November wurde eine Probebelastung vorgenommen. Zuerst befuhr die leere Straßsenpferdewalze mit 70 Centner Gewicht die Brücke. Eine Bewegung der Widerlager war nicht festzustellen, dagegen zeigte der Scheitel, so lange die Walze im ersten Drittel des Gewölbes von dem Kämpfer her sich bewegte, eine Hebung um 0,1 mm, welche beim Ueberfahren der Bruchfuge verschwand, um einer Senkung des Scheitels um 0,6 mm beim Uebergang der Walze über den Scheitel Platz zu machen. Es verblieb eine dauernde Senkung von rund 0,1 mm. Ebenso zeigte sich beim Ueberfahren der mit Wasser gefüllten, 130 Centner schweren Walze erst eine Hebung des Scheitels um 0,1 mm, dann eine Senkung desselben beim Uebergang über den Scheitel um 0,1 mm. Der Versuch wurde wiederholt mit übereinstimmenden Ergebnissen. Sodann wurde von den Widerlagern her gegen den Scheitel gleichmäßig eine Belastung von 300 kg für 1 qm über die ganze Breite der Brücke durch Auffahren von Kies aufgebracht, hierbei ergab sich eine Senkung von 0,6 mm im Scheitel. Die Last wurde von einem Widerlager beginnend über die Brücke fortschreitend entfernt, sodafs thatsächlich die der Berechnung zu Grunde gelegte Belastungsart nach Belastungsscheiden auftrat. Die Last mußte eines Feiertages wegen 36 Stunden auf der Brücke liegen bleiben, während welcher Zeit Temperaturveränderungen eintraten und die stetige Senkung der Brücke Fortschritte machte, sodafs nach Entfernung der Last das Mafs der dauernden Senkung nicht genau bestimmt werden konnte. Da aber binnen 4 Tagen vor und nach der Belastungsprobe im ganzen nur eine Senkung um 1,6 mm sich zeigte, so ist jedenfalls die Wirkung der Belastung eine verschwindend kleine gewesen. Für später, wenn der Beton eine größere Festigkeit erreicht haben wird, ist noch eine Belastungsprobe mit der Dampfwalze und mit 600 kg für das qm in Aussicht genommen.

Am 12. November wurde die Brücke in Gegenwart I. I. K. K. Hoheiten des Fürsten und der Fürstin von Hohenzollern, sowie der Spitzen der Behörden feierlich dem Verkehr übergeben.

Die ganze Bauarbeit hat nur rund vier Monate in Anspruch genommen, wovon  $2\frac{1}{2}$  Monate auf die Betonierungsarbeit entfallen.

#### Baukosten der Brücke.

Die Aufwendungen für die Brücke ohne deren Zufahrten betragen für:

Gründungsarbeiten . . . . .	7 700 <i>M.</i>
Lehrgerüst . . . . .	3 200 "
Betonirung des Aufbaues . . . . .	10 700 "
Eisen- und Asphaltarbeiten . . . . .	5 000 "
zusammen sächliche Kosten . . . . .	26 600 <i>M.</i>
hierzu Bauleitung und Insgemein . . . . .	1 450 "
Entwurf und Grunduntersuchung . . . . .	1 150 "
Gesamtaufwand . . . . .	29 200 <i>M.</i>

Auf ein Quadratmeter Fahrbahn und Gehwege entfallen sonach bei 44 m Weite zwischen den Ortspfählen und 3,8 m Breite zwischen den Geländern

175 *M.* Gesamtaufwand, 159 *M.* sächlicher Bauaufwand.

Auf ein Quadratmeter der Längenschnittsfläche zwischen der Fahrbahn, den Senkrechten durch die Fundamenthinterkanten und der Verbindungslinie der Grundsohlenmittelpunkte

60 *M* Gesamtaufwand, 55 *M* sächlicher Bauaufwand.

Auf ein Kubikmeter Beton und Mauerwerk

46 *M* Gesamtaufwand, 42 *M* sächlicher Bauaufwand.

Die Brücke erforderte:

Widerlager . . .	262	cbm	Beton
Gewölbe . . .	164	"	"
Anken . . .	33	"	"
Fahrbahn . . .	40	"	"
Gehwegplatten . . .	27	"	"
Brüstungsquader	6	"	"
Ortpfeiler . . .	84	"	"
Hintermauerung	18	"	Mauerwerk.

Zusammen 634 cbm Beton und Mauerwerk.

Die gußeisernen Gelenke samt den gußeisernen eingeschliffenen Bolzen wiegen 15 000 kg und kosteten 20 *M* für 100 kg frei Haltestelle Inzigkofen, das schmiedeeiserne Geländer hat ein Gewicht von rd. 2000 kg oder für den Meter 22,7 kg; es wurde um 55 *§* für 100 kg geliefert. Der Cement feiner Mischung kam frei Haltestelle Inzigkofen auf 3 *M* 60 *§* für 100 kg, der Farbcement auf 6 *M* 30 *§* für 100 kg zu stehen.

Die Zufahrten erforderten einen Aufwand von 9500 *M*

Von den Gesamtkosten mit 36100 *M* trug die Fürstlich Hohenzollernsche Verwaltung als Vertreterin der Gemarkungsgenossenschaft Nickhof 22 900 *M*, der Hohenzollernsche Landeskommunalverband 10 000 *M*, der Amtsverband Sigmaringen 500 *M*, die Gemeinde Inzigkofen 1500 *M*, die Fürstlich Fürstenbergische Standesherrschaft 1200 *M*.

#### Bauunternehmer und Bauleitung.

Die Ausführung der Brücke ausschließlich der Gelenke und des Geländers geschah durch die Firma B. Liebold & Co. in Holzminden auf Grund eines von der Bauleitung ausgearbeiteten genauen Planes und Kostenanschlages in Generalunternehmung um die runde Summe von 22300 *M*.

Die Gelenke wurden von dem Fürstlich Hohenzollernschen Hüttenwerk Laucherthal bezogen. Die Geländer lieferte Schlossermeister Keinath in Sigmaringen und den Cement die Stuttgarter Cementfabrik Blaubeuren.

Die Bauführung für den Unternehmer hatte Herr Jean Meyer in Holzminden.

Entwurf und Bauleitung lag in den Händen des Verfassers.

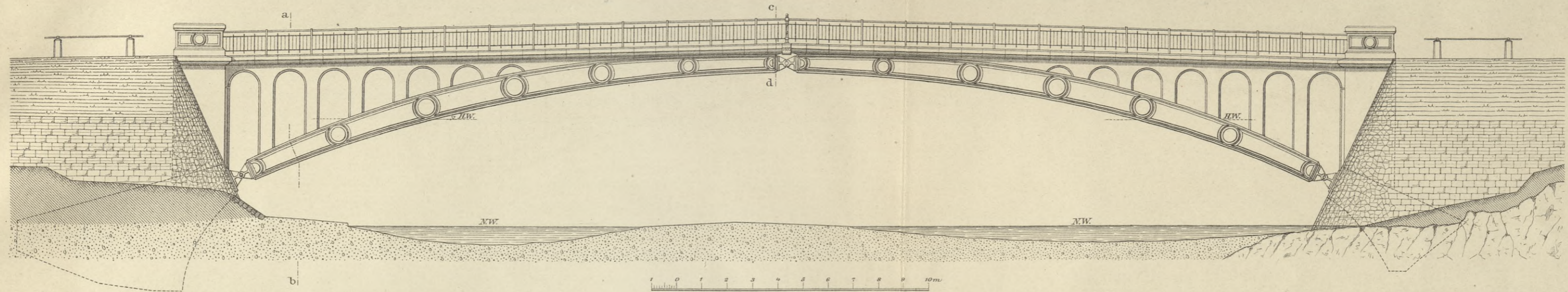
Sigmaringen, im Januar 1896.

Max Leibbrand, Landesbaurath.





Abb. 1. Ansicht.



Oberansicht

Abb. 2.

Wagerechter Schnitt über den Pfeilern.

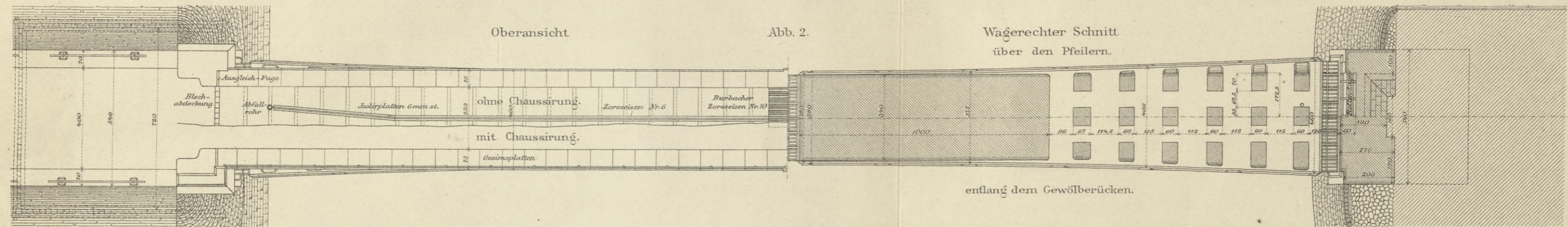


Abb. 3. Querschnitt a b.

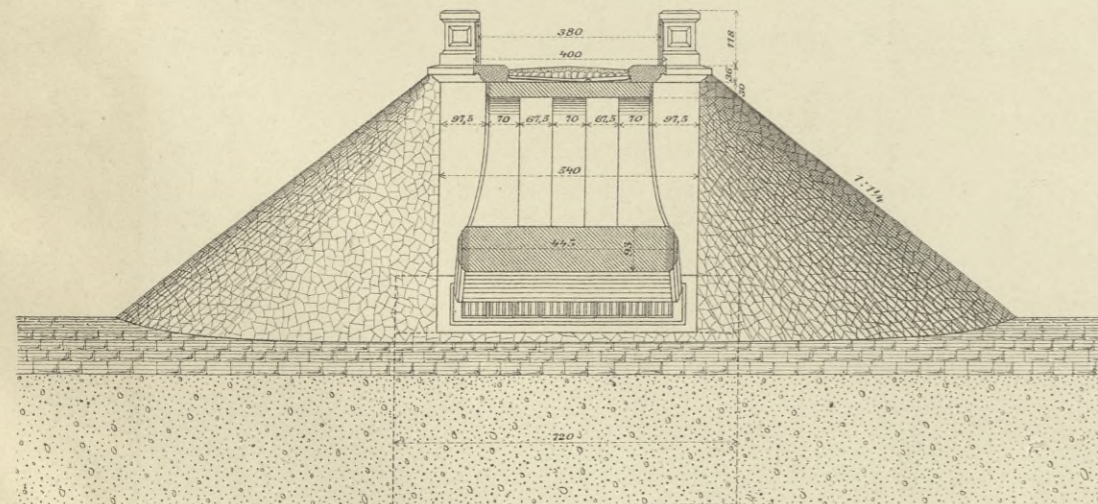


Abb. 5. Längenschnitt.

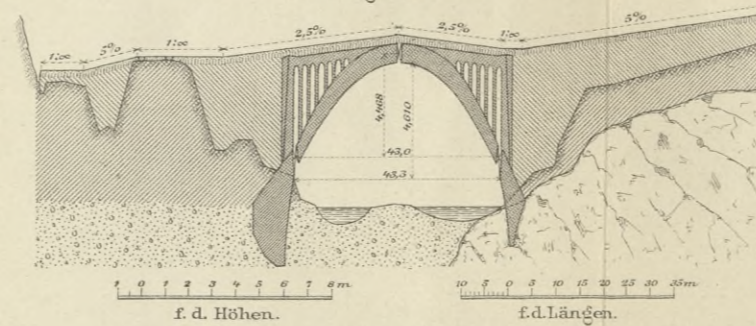


Abb. 4. Querschnitt c d.

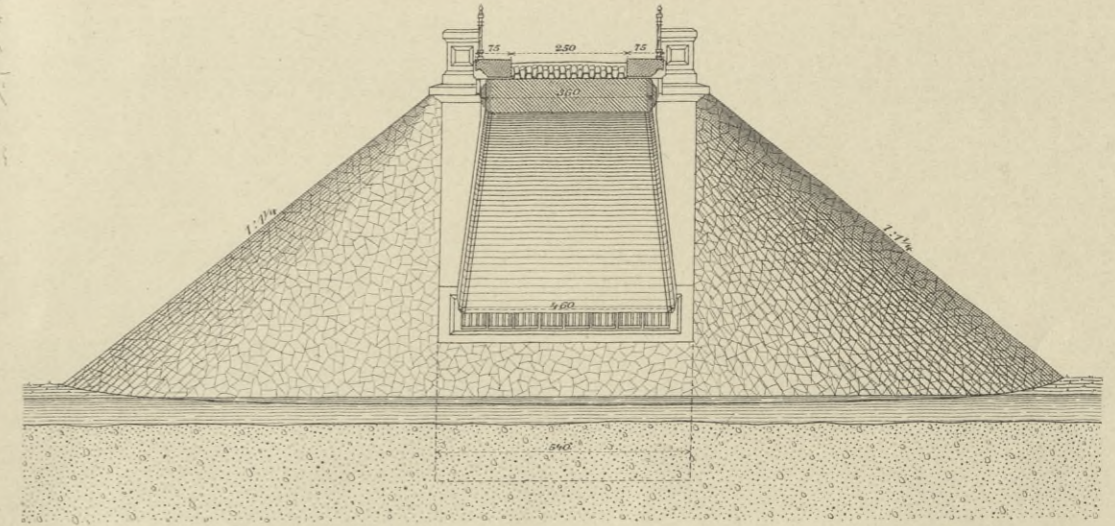


Abb. 6. Lageplan.

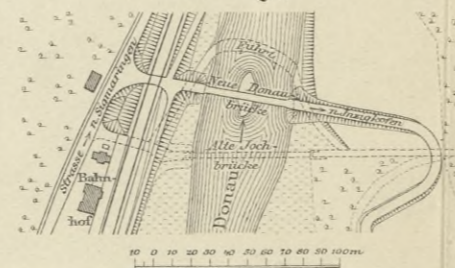
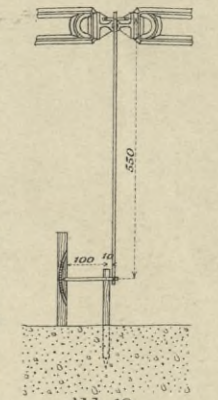
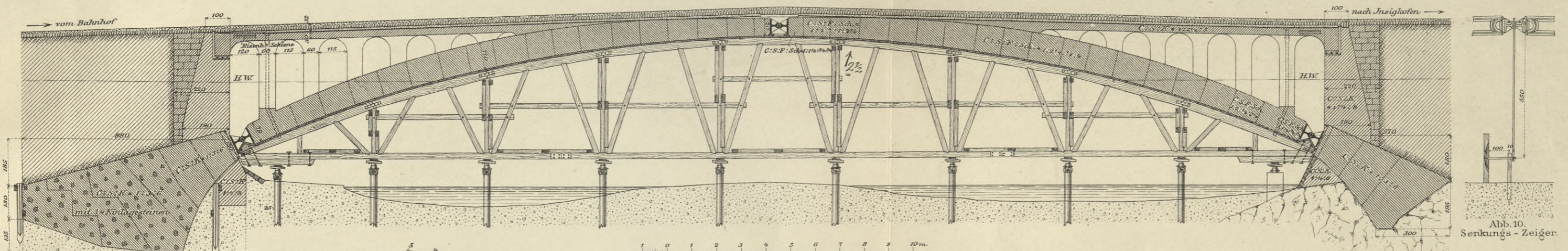
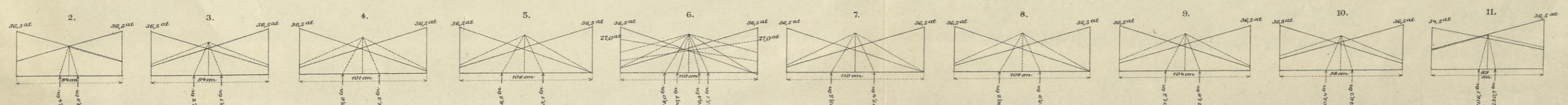
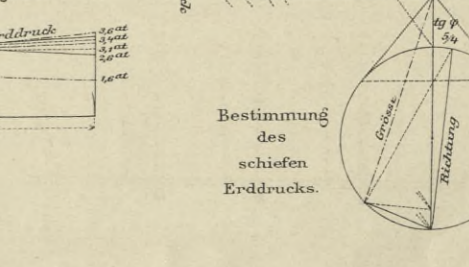
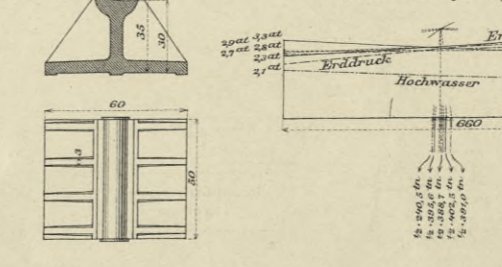
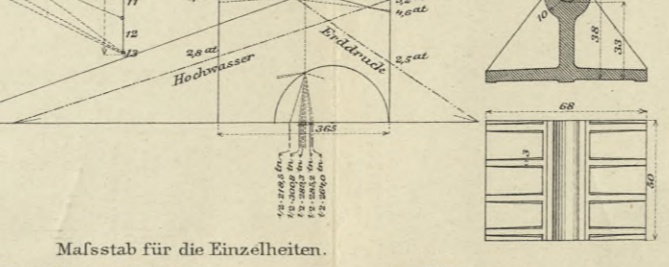
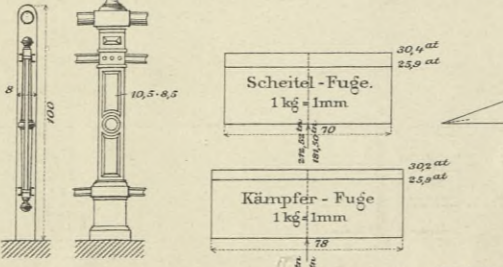
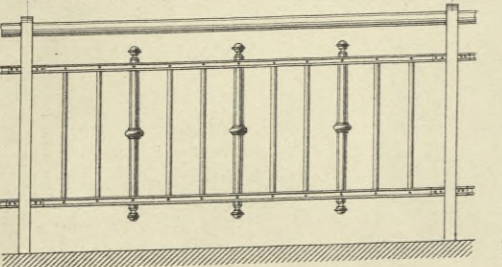
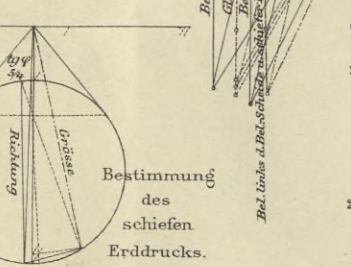
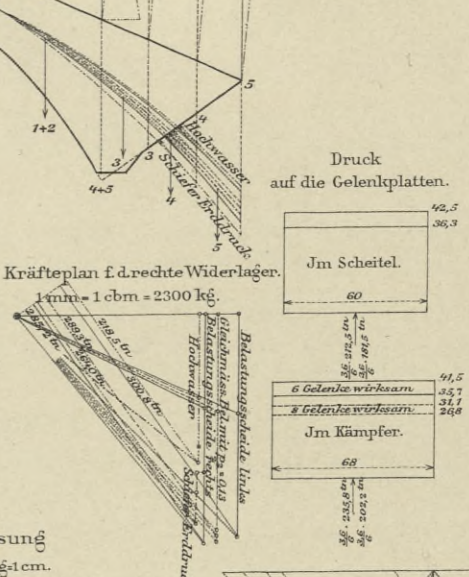
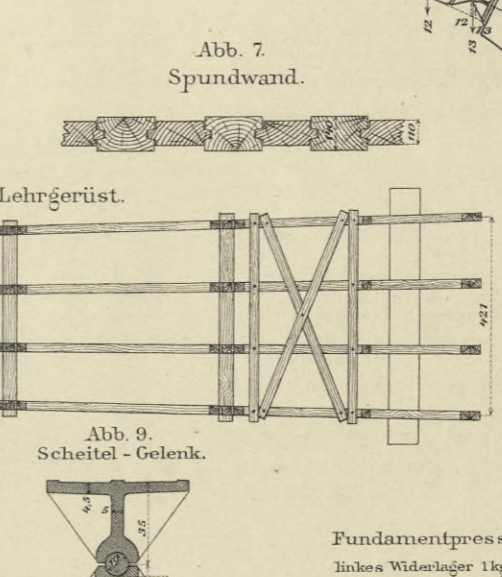
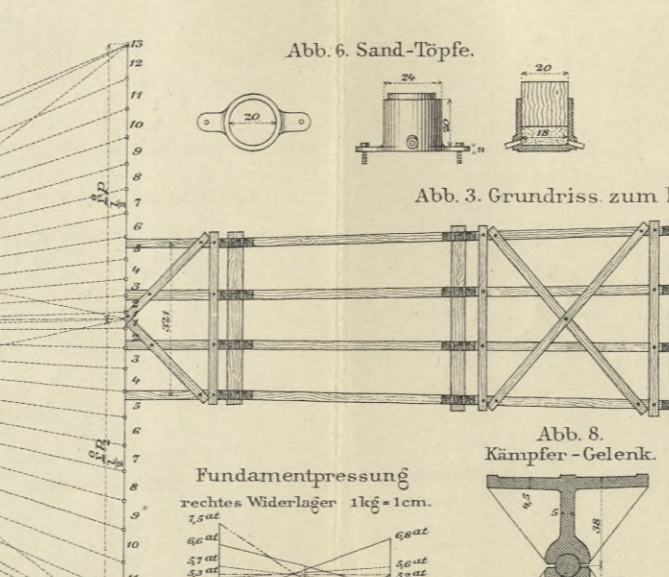
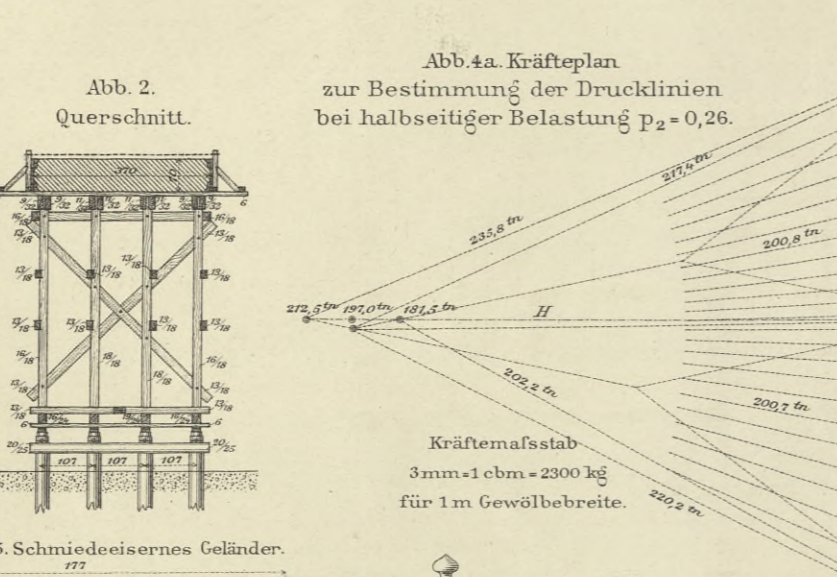
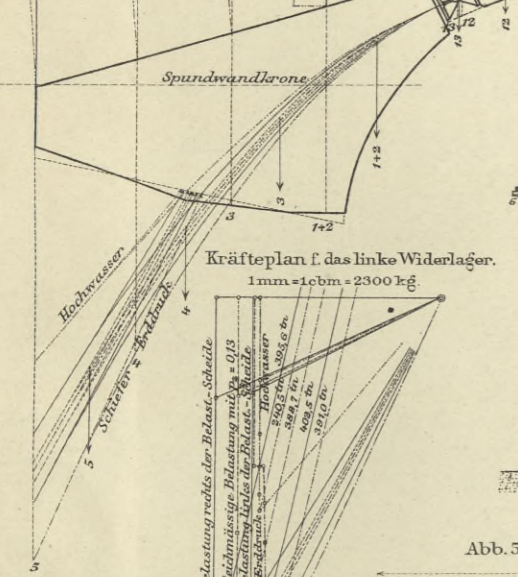




Abb. 1. Längenschnitt mit Lehrgerüst.



C. Cement. S. Sand.  
 F. Feinkies bis 2,5cm φ.  
 K. Kies. Sch. Schlegelschotter



S.01.



Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn in Berlin.

**Der Wettbewerb**  
für eine  
**feste Rheinbrücke bei Bonn**

von  
**Th. Landsberg,**  
Geheimer Baurath, Professor in Darmstadt.  
Mit 45 Abbildungen im Text.  
1895. 4°. Preis 1,60 Mark.

**Der Wettbewerb**  
für eine  
**feste Strassenbrücke über den  
Rhein bei Worms**

von  
**Th. Landsberg,**  
Geheimer Baurath, Professor in Darmstadt.  
Mit 43 Abbildungen im Text.  
1896. 4°. Preis 2 Mark.

**Der Bau der neuen Eisenbahnbrücken**  
über die  
**Weichsel bei Dirschau und über die Nogat bei Marienburg.**

Nach amtlichen Quellen bearbeitet.  
Mit XI Stichtafeln und vielen in den Text gedruckten Abbildungen.  
gr. Folio. Steif geh. Preis 20 Mark.

**Leitfaden**  
für das Entwerfen und die Berechnung  
**gewölbter Brücken.**

Von  
**G. Tolkmitt,**  
Königlich Preussischer Baurath.  
gr. 8. 92 Seiten mit zahlreichen Abbildungen.  
1895. Preis 5 Mark, geb. in Leinwand 6 Mark.

Die  
**König Karls - Brücke über den Neckar**  
zwischen Stuttgart und Cannstatt.

Im Auftrage des Königlichen Ministeriums des Innern  
herausgegeben  
von der Königlichen Ministerial-Abtheilung für den Strafsen- und Wasserbau in Württemberg.

Bearbeitet  
von  
**Präsident K. v. Leibbrand.**  
Mit 50 Abbildungen im Text, einer Texttafel und 9 Kupfertafeln.  
gr. Fol. 1895. Preis 20 Mark.









Biblioteka Główna Politechniki Krakowskiej

**IV-34536**



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301246