

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 6

Artikel: Die neue Kräzernbrücke bei St. Gallen
Autor: Meyer-Zuppinger, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51225>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

parallelen Siederrohren von 15 mm Durchmesser bestehendes, von Zentralheizungswasser durchflossenes Heizregister ist von einem Zirkulationsrohr umgeben und gleichfalls derart eingesetzt, dass es bei geringer Drehung des Speichers durch die Montageturm des Heizraumes ausgezogen werden kann. Bei Belastung der Heizelemente steigt das sie umgebende Wasser infolge Abnahme seines spezifischen Gewichtes auf, wogegen aus dem Zirkulationsrohr das am Heizregister abgekühlte Speicherwasser an diese Stelle nachströmt, und es entsteht eine ausreichende, natürliche Zirkulation im Speicher. In diesem kann bei einem Betriebsdruck von 10,7 atü und einer Vorlauftemperatur des Zentralheizungswassers von 60° C eine ausnützbar Wärmeenergie von 600 000 kal aufgespeichert werden, die bei der Wärmeabgabe eine Leistung von 150 000 kal/h gestattet. Der Ladevorgang wird durch das den Speicher durchfließende Zentralheizungswasser nicht wesentlich beeinflusst.

Die Temperaturregulierung der gesamten Wärmepumpanlage erfolgt automatisch von einem Thermostaten aus, dessen Temperaturfühler unmittelbar nach dem Wärmespeicher in den Vorlaufstutzen des Zentralheizungswassers eintaucht. Ist die Temperatur des Zentralheizungswassers niedriger als die Einstellung, so wird zunächst die Wärmepumpe eingeschaltet. Wenn nach Ablauf einer einstellbaren Zeit der Wärmebedarf immer noch grösser ist als die Wärmelieferung, so öffnet ein Motor die Drosselklappen am Zirkulationsrohr des Wärmespeichers, bis dort eine genügende Zirkulation zur Deckung des Wärmemangels entsteht. Bei abnehmendem Wärmeverbrauch spielt sich der umgekehrte Vorgang ab. Die beiden Stufen des Heizwiderstandes mit den Leistungen 30 und 35 kW sind gegenseitig derart verriegelt, dass beim Lauf der Wärmepumpe nur 35 kW, beim Stillstand derselben jedoch 65 kW Heizleistung eingeschaltet sind, wodurch der Anschlusswert stets voll ausgenutzt, aber nie überschritten wird. (Schluss folgt)

Die neue Kräzernbrücke bei St. Gallen

Von MAX MEYER-ZUPPINGER, Chefingenieur der Firma Ch. Chopard, Zürich (Fortsetzung von S. 51)

II. Die statische Berechnung

a) Die Bogenform

Die Vorstudien hatten bestätigt, dass die parabelförmige Zwillingsbogenrippe mit hochstehendem Querschnitt die wirtschaftlichere Lösung gegenüber der liegenden Bogenrippe oder gegenüber einem gewöhnlichen, 10 m breiten Gewölbe darstellt; die Kosten verhalten sich wie 1:1,38:1,56; dabei wurde das ganze Los II, und nicht nur die Bogentragkonstruktion, in den Rahmen des Kostenvergleichs einbezogen.

Abgesehen davon, dass der hochgestellte Zwillingsrippbogen weniger Beton bedarf, als das ihm entsprechende Gewölbe, ist er bezüglich Drucklinien-Exzentrizitäten viel weniger empfindlich; im vorliegenden Fall war diese Überlegung ausschlaggebend mit Rücksicht auf das sehr ungünstige Verhältnis $l/L = 1/6,7$ bis $1/7$ (l = Fahrbahn-Stützweiten, L = Bogenstützweite).

Bei den meisten ausgeführten Brücken ist $l/L = 1/13$ bis $1/17$, bei ganz neuen Brücken $1/11$ bis höchstens $1/10$ (Landquartbrücke in Klosters²⁾). Die Kräzernbrücke geht in diesem Verhältnis weiter als jeder bisherige Brückenentwurf, und entsprechend weisen die Eigengewichtsrandspannungen einen stark betonten wellenförmigen Verlauf auf, als Folge der um die Bogenaxe pendelnden Drucklinie (s. Abb. 4a). Ausschlaggebend für den Entschluss $l/L = 1/7$ zu wählen, war neben dem ästhetischen Moment (und trotz des dadurch schwierig werdenden Spannungsausgleiches in den Bogen) die auf 19,0 bis 21,0 m berechnete wirtschaftliche Stützweite l der Fahrbahnkonstruktion.

Es gibt zwei Mittel, um den wellenförmigen Verlauf der Gewölberandspannungen auszuglätten. Durch parabolisch begrenzte obere Druckplatten zwischen den Null-Punkten der Drucklinie (siehe Abb. 4a), die unter den Säulenfüssen so breit werden wie der lichte Rippenbogenabstand, lassen sich die Spannungsspitzen an diesen Orten stark vermindern. Zweitens können durch eine der Drucklinie aus Eigengewicht folgende Gewölbeaxe theoretisch Spannungen erzielt werden, die einen Verlauf wie die σ_x der Abb. 4g und 4f zeigen. Beide Vorschläge wurden teils aus ästhetischen, teils aus praktischen Gründen abgelehnt.

Durch eine Parabel 4. Grades und eine entsprechend gelegte Bogenaxe konnte ein Spannungsverlauf nach Abb. 4f erzielt werden. Ursprünglich waren die Bedingungen des Dreigelenkbogens nahezu erfüllt und diese Bogenaxe wurde vom Experten

²⁾ Siehe Tabelle S. 66, Anmerkung.

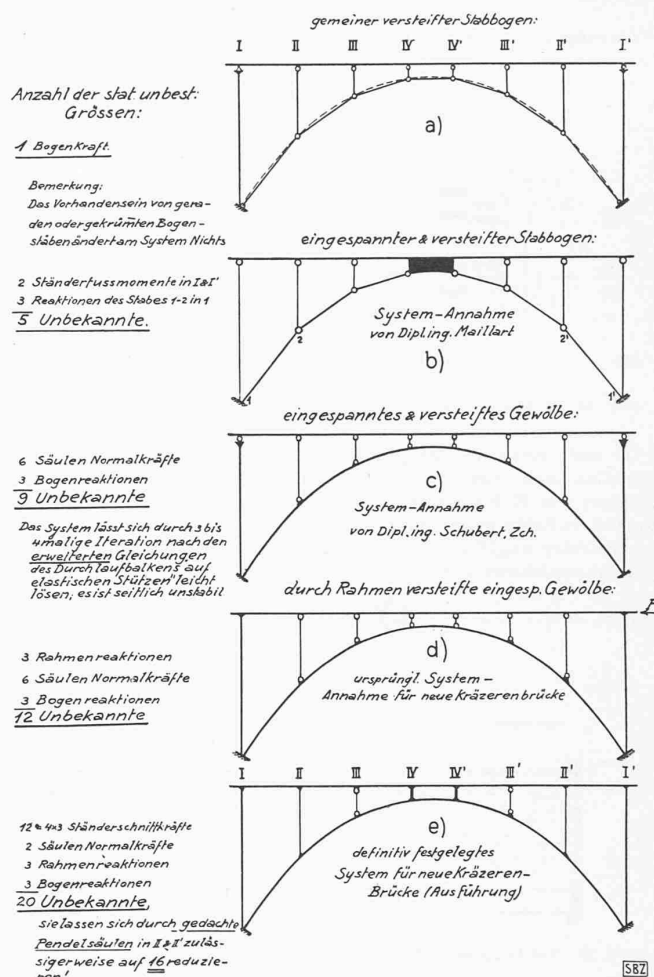


Abb. 9. Annahmen des Zusammenwirkens von Bogen und Fahrbahn

als sehr günstig bewertet. Eine relativ kleine Gewichtsvermehrung in der Scheitelpartie, infolge der dort (als Ergebnis der genauen Berechnung mit Berücksichtigung des Mitwirkens der Fahrbahn) notwendig gewordenen Kanalplattenverstärkung, ergibt endgültig die Bedingungen des Zweigelenkbogens für die Drucklinie aus Eigengewicht nach der üblichen Rechnungsmethode (s. Abb. 4f). Um zu diesem Ergebnis zu gelangen, muss man allerdings die Auflagerkräfte aus der Fahrbahn als solche einer Folge von einfachen Balken berechnen und muss das gesamte aus der Konsole kommende Gewicht allein den Säulen I bzw. I' zuweisen, ohne Berücksichtigung der Zusatzauflegerkräfte aus dem Konsolenmoment. Die Willkür, die der sog. «üblichen Berechnungsweise» eigen ist, ist offensichtlich.

Die wirklichen Drucklinienverhältnisse können nach dieser Methode nicht errechnet werden und so zeigt sich, dass trotz des ursprünglich guten Randspannungsausgleiches, die wirklichen Randspannungen ungünstiger verlaufen (Abb. 4g). Durch weitere, umfassende Neuberechnungen könnten sie noch etwas verbessert werden, indem z. B. im Viertel die Parabel 4. Grades der Gewölbeaxe 1 bis 2 cm höher gelegt würde; praktisch und wirtschaftlich liessen sich aber solche Berechnungen nicht verantworten.

Wir unterlassen es, hier von uns abgeleitete und integrierbare Formeln für eine Bogenaxe 4. Grades zur Berechnung der statisch unbekannten Bogenkräfte und Momente zu veröffentlichen, umso mehr, als Prof. Dr. M. Ritter dies in umfassender Weise, mit Einschluss der Knickprobleme, bereits getan hat³⁾. Wir weisen nur darauf hin, dass eine mathematische Behandlung dieser Aufgabe für Gewölbe von grossen Spannweiten die richtige ist; man wird deshalb — im Tausch gegen etwas ungünstigere Randspannungsverhältnisse — mit Nutzen eine leicht integrierbare Gewölbeaxenfunktion wählen müssen; dies hat auch den wesentlichen Vorteil, dass für die untere Gewölbeleibung Gleichungen zu deren Berechnung mit Rücksicht auf das Lehrgerüst leicht gefunden werden können.

³⁾ Siehe die Festschrift «Die E. T. H. dem S. I. A. zur Jahrhundertfeier», Zürich 1937, Seite 97 ff.

b) Das Zusammenwirken von Bogen und Fahrbahn

Dieses Zusammenwirken ist statisch begründet und durch Versuchsergebnisse längst bekannt. Ing. Maillart hat diese Tatsache in einer Reihe von Eisenbeton-Bogenbrücken in wirtschaftlicher Weise ausgenutzt, indem er die Fahrbahn so steif konstruierte, dass das Gewölbe stark entlastet wird und äusserst schlank ausfällt. Obwohl diese Brücken alle als «versteifter Stabbogen» — ohne und mit Berücksichtigung der Kämpfereinspannung — berechnet worden sind (s. Abb. 9a und b), entspricht das der Berechnung zu Grunde gelegte statische System nicht restlos der konstruktiven Wirklichkeit; die Messungen am ausgeführten Bauwerk ergeben wesentlich geringere Durchbiegungen für den Fahrbahnträger als die Rechnung; rechnerisch bleiben die tatsächlichen Randspannungen im Bogen oder Stabpolygon unbekannt; der versteifende Einfluss des gelenklosen Stabzuges wird durch die Annahme gelenkiger Stabanschlüsse stark unterschätzt (s. Abb. 10).

In der Folge brachte im Kräzernbrücken-Wettbewerb Ing. O. Schubert ein verbessertes statisches System in Vorschlag⁴⁾ (s. Abb. 9c); dieses ist zwar seitlich labil, kann aber durch die Ausbildung der Fahrbahn als Rahmenkonstruktion (Abb. 9d) seitlich stabil gemacht werden; die statische Unbestimmtheit erhöht sich dann um drei Ueberzählige und wir haben im vorliegenden Fall schon ein Gleichungssystem mit zwölf Unbekannten aufzulösen.

Statisch handelt es sich um die Ermittlung der Auflagerkräfte eines elastisch auf einen Bogen abgestützten Durchlaufträgers. Prof. Dr. M. Ritter⁵⁾ hat dieses Problem behandelt und dessen Lösung nach der Iterationsmethode gegeben, insofern sich die elastischen Baugrundsensungen nicht gegenseitig beeinflussen; im vorliegenden Fall beeinflusst aber jede Senkung eines Bogenaxenpunktes die Fusspunkte aller Fahrbahnständer; die Formeln von Ritter bedürfen deshalb einer Erweiterung; die wir hier kurz wiedergeben (mit den Bezeichnungen von Ritter).

Es bezeichnen: $C_1, C_2, C_3 \dots$ die Auflagerdrücke der Fahrbahn bzw. die Säulennormalkräfte, die infolge einer äusseren Belastung der Fahrbahn auf den Bogen wirken, und $v_1, v_2, v_3 \dots$ die von ihnen verursachten elastischen Senkungen der Säulenköpfe;

$C_{10}, C_{20}, C_{30} \dots$ die nach der Theorie des Durchlaufträgers auf starren Stützen⁶⁾ ermittelten Auflagerkräfte infolge der gleichen äusseren Belastung.

$C_{11}, C_{21}, C_{31} \dots$ die Auflagerdrücke für $v_1 = 1, 0; (v_2 = v_3 = v_4 \dots = 0)$

$C_{12}, C_{22}, C_{32} \dots$ die Auflagerdrücke für $v_2 = 1, 0; (v_1 = v_3 = v_4 \dots = 0)$

$C_{13}, C_{23}, C_{33} \dots$ die Auflagerdrücke für $v_3 = 1, 0; (v_1 = v_2 = v_4 \dots = 0)$ usw.

Nach dem Gesetz der Superposition ist dann

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= C_{10} + v_1 C_{11} + v_2 C_{12} + v_3 C_{13} \dots \\ C_2 &= C_{20} + v_1 C_{21} + v_2 C_{22} + v_3 C_{23} \dots \\ C_3 &= C_{30} + v_1 C_{31} + v_2 C_{32} + v_3 C_{33} \dots \\ \text{usw.} \end{aligned} \right\} \text{Gleichungen (19) } ^5)$$

Die elastische Nachgiebigkeit der Fahrbahnstützung lässt sich nun als Erweiterung der von Ritter gegebenen Definition ($v_1 = k_1 C_1; v_2 = k_2 C_2 \dots$) wie folgt ausdrücken, wodurch die gegenseitige Beeinflussung der Ständerfüsse vermöge des elastischen Gewölbes zum Ausdruck kommt:

$$\begin{aligned} v_1 &= (k_{10} + k_{11}) C_1 + k_{12} \cdot C_2 + k_{13} \cdot C_3 + \dots \\ v_2 &= k_{21} \cdot C_1 + (k_{20} + k_{22}) C_2 + k_{23} \cdot C_3 + \dots \\ v_3 &= k_{31} \cdot C_1 + k_{32} \cdot C_2 + (k_{30} + k_{33}) C_3 + \dots \end{aligned}$$

Darin bedeuten:

$k_{10}, k_{20}, k_{30} \dots$ die Säulenstauchung infolge der Einheitslast in 1 bzw. in 2, bzw. in 3.

$k_{21}, k_{22}, k_{23} \dots$ die vertikalen Senkungen, bzw. Hebungen des Bogens im Axenpunkt 1, bzw. 2, bzw. 3.

$k_{31}, k_{32}, k_{33} \dots$ die vertikalen Verschiebungen des Bogens im Axenpunkt 3, infolge der Einheitslast über Punkt 1, bzw. 2, bzw. 3.

Man setzt die Werte für v_n der Gleichungen (20a) in die Gleichungen (19) ein, berücksichtigt nach Maxwell, dass $C_{nm} = C_{mn}$ ist und erhält darauf das Gleichungssystem (21a):

⁴⁾ Beschrieben in «SBZ», Bd. 108, S. 235* (28. Nov. 1936). Korrespondenz hierzu von Prof. Dr. F. Stüssi, mit Replik Schubert in Bd. 109, S. 86).

⁵⁾ Siehe Abhandlungen der I.V.B.H., 4. Band, 1936.

⁶⁾ Im vorliegenden Fall sind die Endfelder elastisch im Ständer (sogenannten Windrahmen) eingespannt; man tut gut, die dabei auftretende Festhaltekräft (F) (s. Abb. 9d) für jede Belastung des Balkens mit $P=1,0$ sofort zu eliminieren.

	Auflager links		Scheitel		Auflager rechts
C_1	$= C_{10} + C_1 K_{11} + C_2 K_{12} + C_3 K_{13} + \dots + C_3' K_{13}' + C_2' K_{12}' + C_1' K_{11}'$				
C_2	$= C_{20} + C_1 K_{21} + C_2 K_{22} + C_3 K_{23} + \dots + C_3' K_{23}' + C_2' K_{22}' + C_1' K_{21}'$				
C_3	$= C_{30} + C_1 K_{31} + C_2 K_{32} + C_3 K_{33} + \dots + C_3' K_{33}' + C_2' K_{32}' + C_1' K_{31}'$				
C_3'	$= C_3' K_{30}' + C_1 K_{31}' + C_2 K_{32}' + C_3 K_{33}' + \dots + C_3' K_{33}' + C_2' K_{32}' + C_1' K_{31}'$				
C_2'	$= C_2' K_{20}' + C_1 K_{21}' + C_2 K_{22}' + C_3 K_{23}' + \dots + C_3' K_{23}' + C_2' K_{22}' + C_1' K_{21}'$				
C_1'	$= C_1' K_{10}' + C_1 K_{11}' + C_2 K_{12}' + C_3 K_{13}' + \dots + C_3' K_{13}' + C_2' K_{12}' + C_1' K_{11}'$				

Proben:

$$\Sigma K = \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

Es bedeutet:

$$\begin{aligned} K_{11} &= ((k_{10} + k_{11}) C_{11} + k_{21} \cdot C_{21} + k_{31} \cdot C_{31} + \dots \\ &\quad \dots + k_{31}' C_{31}' + k_{21}' C_{21}' + k_{11}' C_{11}') \\ K_{12} &= (k_{12} \cdot C_{11} + (k_{20} + k_{22}) C_{21} + k_{32} \cdot C_{31} + \dots \\ &\quad \dots + k_{32}' C_{31}' + k_{22}' C_{21}' + k_{12}' C_{11}') \\ K_{13} &= (k_{13} \cdot C_{11} + k_{23} \cdot C_{21} + (k_{30} + k_{33}) C_{31} + \dots \\ &\quad \dots + k_{33}' C_{31}' + k_{23}' C_{21}' + k_{13}' C_{11}') \end{aligned}$$

usw. für die Gleichung in C_1 ; ferner ist:

$$\begin{aligned} K_{21} &= ((k_{10} + k_{11}) C_{12} + k_{21} \cdot C_{22} + k_{31} \cdot C_{32} + \dots \\ &\quad \dots + k_{31}' C_{32}' + k_{21}' C_{22}' + k_{11}' C_{12}') \\ K_{22} &= (k_{12} \cdot C_{12} + (k_{20} + k_{22}) C_{22} + k_{32} \cdot C_{32} + \dots \\ &\quad \dots + k_{32}' C_{32}' + k_{22}' C_{22}' + k_{12}' C_{12}') \\ K_{23} &= (k_{13} \cdot C_{12} + k_{23} \cdot C_{22} + (k_{30} + k_{33}) C_{32} + \dots \\ &\quad \dots + k_{33}' C_{32}' + k_{23}' C_{22}' + k_{13}' C_{12}') \end{aligned}$$

für die Gleichung in C_2 des Gleichungssystems (21a) usw.

Nach Maxwell ist deshalb: $K_{nn}' = K_{nn}$; $K_{nm}' = K_{mn}$; aus Symmetriegründen wird: $K_{nn} = K_{nn}'$.

Die Vorarbeiten zur Ermittlung der Faktoren K im System Gl. (21a) werden ziemlich umfangreich, allein schon, wenn in den K nur die Einflüsse der Stützensenkungen enthalten sind, also für ein statisches System der Abb. 9d. Versucht man auf diesem Wege weiterzugehen, indem man z. B. an Stelle der nur gedachten Säulengelenke deren in Wirklichkeit vorhandene elastische Einspannung berücksichtigt will, so wird (abgesehen von weiterer Komplizierung der Gleichungen) die Konvergenz für eine Auflösung nach der Iterationsmethode ungenügend. Man löst dann das Gleichungssystem (21a) vorteilhafter nach dem Gauß'schen Algorithmus auf und gewinnt dann ein statisch unbestimmtes System höherer Ordnung als Grundsystem, in das man die neuen Unbekannten einführen kann.

Andernfalls, für ein System nach Abb. 9d, führt die Iteration rasch zum Ziele. Die K_{nn} und K_{nn}' dominieren gegenüber den K_{nm} und K_{nm}' sodass in erster Annäherung

$$\bar{C}_1 \sim C_1 = C_{10} + C_1 K_{11} \text{ oder } \bar{C}_1 (1 - K_{11}) = C_{10}$$

$$\bar{C}_2 (1 - K_{22}) = C_{20} \text{ usw.}$$

geschrieben werden kann. Für Einflusslinien wählt man vorteilhaft als äussere Belastung eine über den Balken wandernde Einzellast $P = 1$; der weitere Weg ist dann folgender:

Zum Beispiel für Belastungsfall $P = 1$ in der Stellung 1 werden die angenäherten Werte \bar{C}_1 bis \bar{C}_1' unter Benützung der Summanden mit C_1 und von C_{10}' , bzw. für Belastungsfall $P = 1$ in Stellung 2 die Näherungswerte \bar{C}_2 bis \bar{C}_2' unter Benützung der Summanden mit C_2 und von C_{20} usw. berechnet. Mit den Werten $\bar{C}_1 \dots \bar{C}_3 \dots$ bis \bar{C}_1' wird dann das System der Gleichungen (21a) durchgerechnet (wobei die C_{20} bis $C_{10}' = 0$ sind) und man erhält als Resultat verbesserte Werte $\bar{\bar{C}}_1 \dots \bar{\bar{C}}_3 \dots$ bis $\bar{\bar{C}}_1' \cong C_1 \dots C_3 \dots$ bis C_1' . Dies Verfahren wiederholt man so oft, als der gewünschte Genauigkeitsgrad es erfordert; dies ist nach drei bis vier Iterationen der Fall. Die übrigen Belastungsfälle $P = 1$ in 2 usw. behandelt man analog.

Die bedeutende Zahl der Belastungsfälle, die zur Ermittlung von Einflusslinien notwendig werden, kann auf einige wenige beschränkt werden, wenn man die Genauigkeit nicht unter 5% drücken will; darauf können wir hier jedoch nicht eingehen; bei der Kräzernbrücke genügt die Durchrechnung von sieben Belastungsfällen $P = 1$ zur Ermittlung von 14 Einflusslinien.

Die aufgestellten Gleichungen können natürlich auch zur Lösung irgendwelcher Plattendecken mit oder ohne kreuzweises Unterzugsystem nach der Plattenrosttheorie verwendet werden; bei der Kräzernbrücke führte diese Rechnung nicht zum Ziele, weil der Einfluss der in Wirklichkeit eingespannten kurzen Säulen IV und IV' beidseitig des Scheitels überragend ist. Aus den Biegelinien für eine Last $P = 1$ im Scheitel der Abb. 10 (strichpunktierte bzw. gestrichelte Kurve) geht dies eindeutig hervor: die beiden Biegelinien zeigen gar keine Ähnlichkeit.

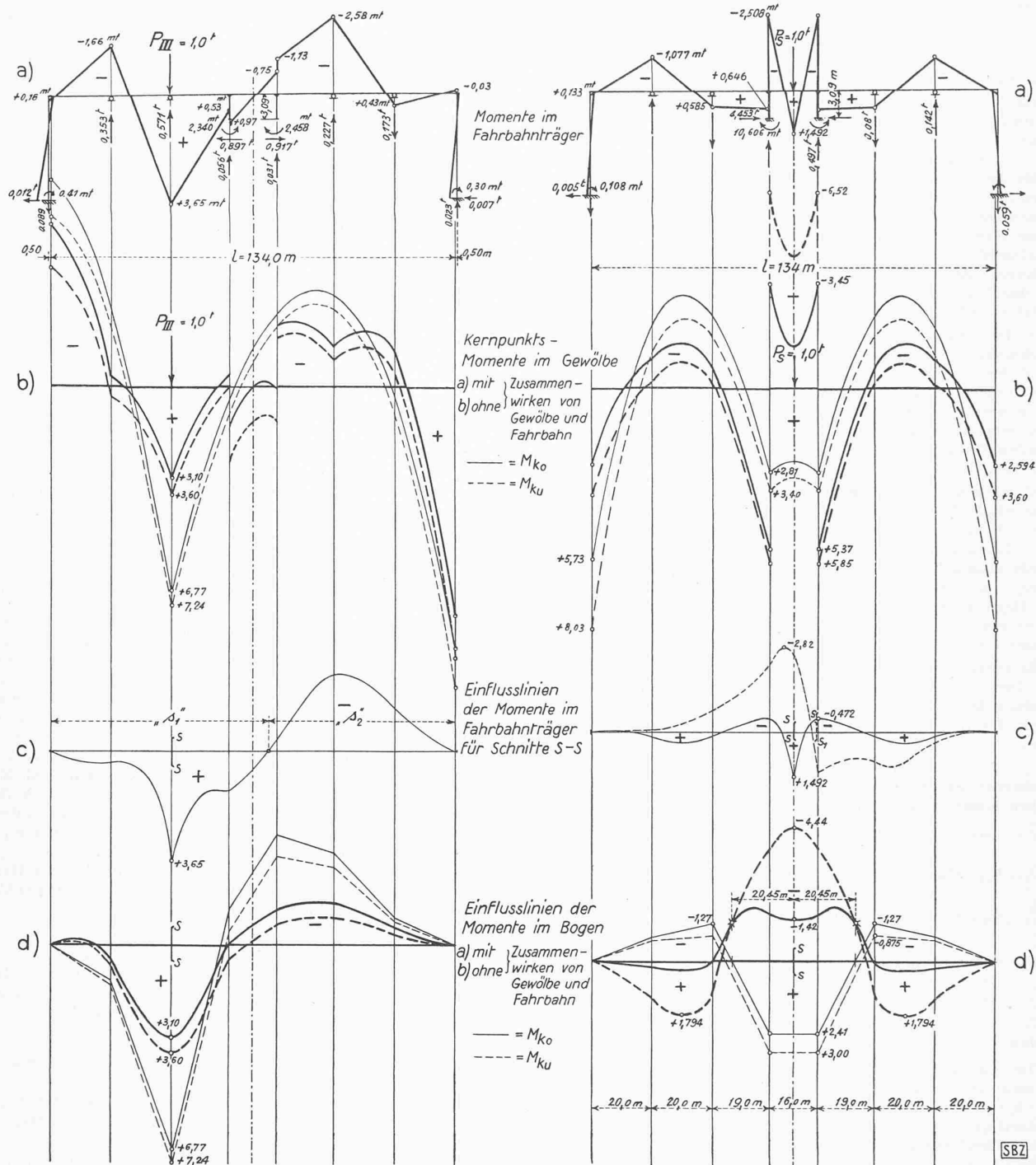


Abb. 12 und 13. Vergleich einiger Berechnungsergebnisse nach der «üblichen» Berechnungsmethode (fein ausgezogene Linien) und nach der genauen Berechnung (stark ausgezogene Linien), je für eine Einzellast auf der Fahrbahn von $P = 1,0$ t im Schnitt III (Abb. 12) und für $P = 1,0$ t über dem Scheitel (Abb. 13)

Die zweite Berechnung, diesmal nur mit zulässigen Annahmen nach Abb. 9e behaftet, zeitigte theoretisch und namentlich auch für die konstruktive Durchbildung Ergebnisse (Abb. 11), die durch eine Nachkontrolle am Modell bestätigt worden sind. Die Abb. 12 und 13 zeigen Ergebnisse dieser Berechnung z. T. verglichen mit denjenigen der «üblichen Berechnung» (Abb. 12b, 12d, 13b, 13d, fein ausgezogene bzw. fein gestrichelte Kurven). U. a. bemerkenswert ist der Fall, wo Belastungen der Fahrbahn im Bogen keine Bogenkraft hervorrufen, siehe Abb. 13 d, Schnitt 20,45 m rechts und links vom Scheitel; denn es ist dort $M_{ko} = M_{ku}$; man beachte auch die Momentensprünge in den Schnitten IV und IV' in Abb. 12b und 13b.

Man ist geneigt, den grossen Einfluss der monolithischen Brückenkonstruktion auf die wirklichen Schnittkräfte allein dem Verhältnis der Trägheitsmomente der Fahrbahn zu demjenigen des Bogenscheitels zuzuschreiben, entsprechend der Theorie des versteiften Stab Bogens, und untersuchte deshalb bisher nur

Brücken der Gruppe I genauer, siehe die Zusammenstellung einiger armerter Betonbogenbrücken in nachstehender Tabelle:

	n	V_J	L	λ
			m	
Landquartbrücke Klosters St.	0,44	52	30,00	1:10
Val Tschiel-Brücke St.	0,56	35	43,20	1:13,8
Trientschluchtbrücke Z.	0,22	3,5	98,56	1:11
Neue Tavanasa-Brücke Z.	0,27	1,7	50,80	1:8,8
Krüzerbrücke Z.	0,21	1,3	134,00	1:6,7
Gmündertobelbrücke G.	0,29	0,05	79,64	1:17,7

St.: Stabbogenbrücken; Z.: Zwillingsrippenbogen; G.: Gewölbebrücke.

$n = \frac{J_s}{J_k \cos \varphi k}$; $V_J = \frac{J_{FB}}{J_s}$ Trägheitsmoment der Fahrbahn; J_s Trägheitsmoment J_s des Bogens;

L = Bogen-Stützweite; $\lambda = \frac{\text{Fahrbahn-Stützweite } l}{\text{Bogen-Stützweite } L}$

