

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 22

Artikel: Zwei neue beachtenswerte Brücken Jugoslaviens
Autor: Roš, Mirko
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51183>

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: 16.01.2026

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

INHALT: Zwei neue beachtenswerte Brücken Jugoslaviens. — Die städtische Volksküche in Zürich. — Wasserstrassenverbindung Mailand-Adria. — Mitteilungen: Ablieferung meteorolog. Messgeräte. 43. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins. Erfinden und Verwirklichen.

Hub- oder Stemmtor für Schleusen? Schweiz. Bundesbahnen. Die rechtliche Stellung des «Trolleybus». Walenseestrasse. Geoelektr. Sondierverfahren. — Nekrolog: Edouard Branly. — Literatur: Ingenieurholzbau. Die Kippstabilität gerader Träger mit doppelt-symmetr. I-Querschnitt.

Band 115

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 22

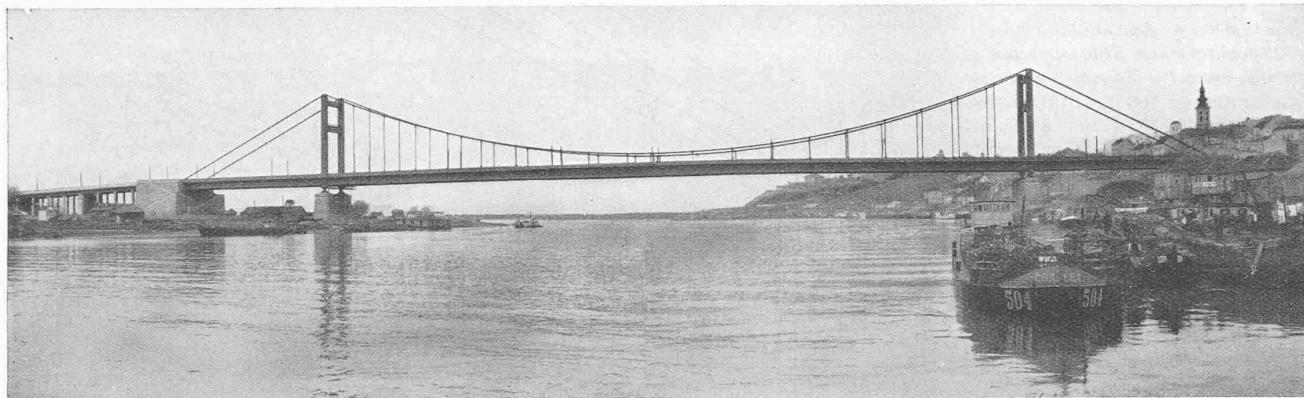


Abb. 6. Brücke König Alexander I über die Save zwischen Beograd und Zemun, erbaut 1930/34. Ansicht flussabwärts
Versteifte Hängebrücke mit Stützweiten von $75 + 261 + 75$ m, mit Gelenken in den Seitenöffnungen des Versteifungsträgers

Zwei neue beachtenswerte Brücken Jugoslaviens

Von Prof. Dr. M. ROŠ, Direktionspräsident der E.M.P.A., Zürich

Im November 1939 wurden zwei neue, ihrer technischen Eigenarten wegen sehr beachtenswerte Stahlbrücken über die Save bei Zagreb dem Verkehr übergeben, nämlich die zweigleisige Eisenbahnbrücke mit einer Mittelöffnung von 135,54 m Stützweite (Abb. 1 u. 2) und die 220 m lange, 9 m breite Strassenbrücke (Abb. 3 bis 5, S. 251), beide für schwersten Verkehr bestimmt. Beide Stahlbauten sind Werke ausschliesslich jugoslawischer Brückenbaukunst, von der im Lande selbst erfolgten Erzeugung der hochwertigen Konstruktionsstähle (St 44 und St 52) bis zur Vollendung und Verkehrsübergabe. Die in zielbewusster und kräftiger Entwicklung begriffene, emporstrebende jugoslawische Bautechnik und Stahlindustrie, die nun selbst erstklassige Konstruktionsstähle für den Stahlbau aus eigenen Rohstoffen zu erzeugen und hervorragende Leistungen auf dem Gebiete des Brückenbaues zu verwirklichen vermugt, beglückwünschen wir zu diesem Erfolg.

Von besonderem Interesse sind: die materialtechnischen Besonderheiten, die Gesamtanordnung, die konstruktiven Einzelheiten und die Ausführung. Beide Brücken wurden in der Zeit vom 16. bis 22. November 1939, unmittelbar vor der Inbetriebnahme, eingehenden Belastungsversuchen, verbunden mit umfangreichen Verformungsmessungen, unterzogen. Eine Zusammenfassung der Versuchsergebnisse wird später folgen. Beim gleichen Anlass wird auch eine kurzgefasste Berichterstattung über die

sehr wertvollen materialtechnischen Untersuchungen und Ergebnisse der Verformungs- und Spannungsmessungen an der in den Jahren 1930 bis 1934 erbauten, 411 m langen versteiften Hängebrücke König Alexander I über die Save zwischen Beograd und Zemun (Abb. 6), als auch an der zurzeit im Bau begriffenen, 100 m weit gespannten Eisenbeton-Bogenbrücke über die Tara (Abb. 7 bis 10, S. 250) erfolgen.

Die im Zuge der über Beograd-Konstantinopel nach dem fernen Osten führenden Hauptstrasse liegende, 22 m breite König Alexander-Brücke, mit einer Mittelöffnung von 261 m, gehört zu den schönsten Hängebrücken des Kontinents. Das Tragsystem, das durch die Anordnung von drei, in den Versteifungsträgern befindlichen Gelenken die Eigenlast in statisch bestimmter Weise trägt, wirkt durch die nach beendigter Aufstellung des Ueberbaues erfolgte Schliessung des provisorischen Gelenkes in der mittleren Hauptöffnung, für die Verkehrslast und alle übrigen äusseren Kräfte, in einfach statisch unbestimmter Weise. Dank den richtig gewählten und sehr sorgfältig ausgeführten Fundierungen, der klaren Gliederung und Auflagerung des Tragsystems, der vorbildlichen Ausbildung aller konstruktiven Einzelheiten, der Verwendung erstklassiger Konstruktionsmaterialien und der sachgemässen Aufstellung zeigt die Brücke ein mit der Elastizitätstheorie praktisch vollkommen übereinstimmendes Verhalten von grösster Regelmässigkeit.

Die Stützweite des 160 m über dem Wasserspiegel der Tara sich wölbenden, in zwei Rippen aufgelösten, eingespannten Eisenbetonbogens beträgt 100 m; die linksufrige Brückenzufahrt be-

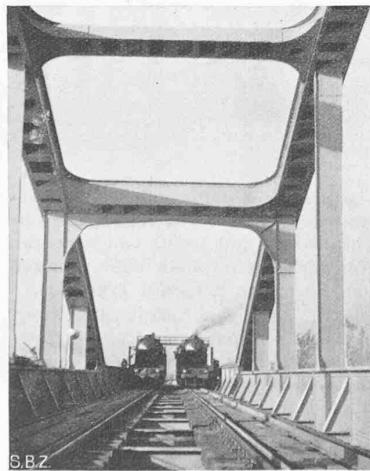
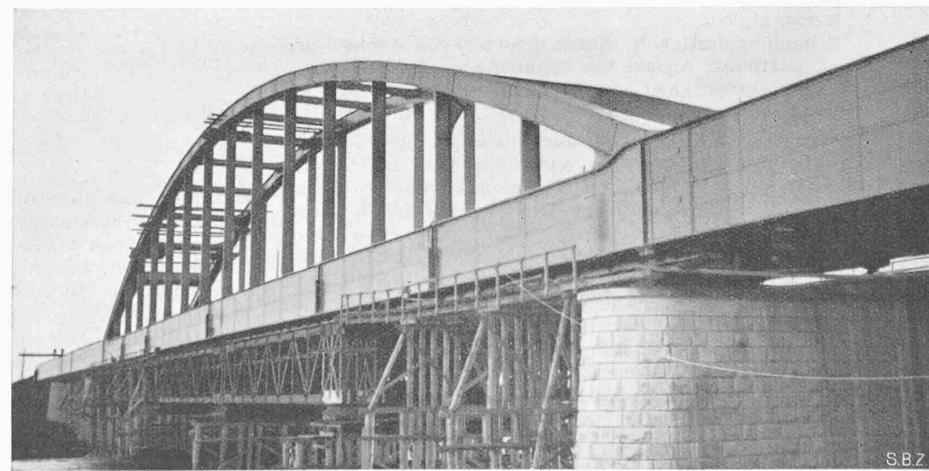


Abb. 2. Innenansicht

und

Abb. 1. Ansicht von der stromabwärtigen Seite der neuen zweigleisigen Eisenbahnbrücke der Jugoslawischen Staatsbahn über die Save bei Zagreb, erbaut 1937/39. — Biegungsfester, versteifter Stabbogen von 135,54 m Stützweite Linksufrig eine Seitenöffnung von 57,50 m, rechtsufrig zwei Öffnungen von 57,96 und 55,0 m



steht aus vier Eisenbetonbögen von je 43 m Spannweite. Charakteristisch ist die weitgehende Auflösung und Gliederung des Brücken-Tragsystems, insbesondere aber das 140 m hohe, von *R. Coray* (aus Trins, Graubünden) nach seinem System unter sehr schwierigen örtlichen Verhältnissen erbaute hölzerne Lehrgerüst.

1. Zweigeleisige Eisenbahnbrücke der Jugoslavischen Staatsbahnen über die Save bei Zagreb

Gesamtlänge 306 m. Stützweiten: Mittelöffnung 135,54 m, Seitenöffnungen: linksufrig 57,50 m, rechtsufrig $58,00 + 55,00$ m; Abstand der Hauptträger 9,60 m. Mittelöffnung vollwandiger, versteifter, biegungsfester Stabbogen. Versteifungsträger: durchlaufender Balken über fünf Stützen, mit verschiedener Höhe (Mittelöffnung 3,5 m, Seitenöffnungen 3,0 m) und einem Gelenk in einer Endöffnung. Hauptträger in KID-Stahl 52, genietet, Wind- und Querverbände sowie Hängestangen und Fahrbahnen in St 37, diese in geschweißter Ausführung. Nieten für St 52 in St 44 und für St 37 in St 34. Gesamtgewicht ~ 2700 t.

Beachtenswert sind: die grosse Stützweite des versteiften Stabbogens, die mit 135,54 m die derzeit grösste dieses Tragwerksystems für Eisenbahnbrücken ist; die grössere Steifigkeit als üblich des biegungsfest ausgebildeten Bogens; die verschiedene Höhe des durchlaufend ausgebildete, die Verwendung eines hochwertigen stahles mit Molybdän-Zusatz der K schaft Jesenice-Fužine (KID).

Die aus 80 Chargen ermittelten *Festigkeits- und Verformungswerte* (max. Profil- bzw. Blech-Dicke 20 mm) zeigen nachfolgende Zahlen:

Brinnellhärte	$H_B \cong 155 \text{ kg/mm}^2$
Zugfestigkeit	$\beta_z \cong 55 \text{ kg/mm}^2$
Zuläss. Maximum	$\beta_z = 60 \text{ kg/mm}^2$
Fliessgrenze	$\sigma_f \cong 38 \text{ kg/mm}^2$
Streckgrenzenverhältnis	$\frac{\sigma_s}{\beta_z} \cong 0,69$
Proportionalitätsgrenze	$\sigma_p \cong 32 \text{ kg/mm}^2$
Proportionalitätsgrenzen-Verhältnis	$\frac{\sigma_p}{\sigma_f} = 0,84$
Elastizitätsmodul	$E \cong 20\,500 \text{ kg/mm}^2$
Bruchdehnung	$\lambda_{10} \cong 23\%$
Einschnürung	$\varphi = 60\%$
Faltbiegezahl	$K = 100$
Arbeitswert	$c = \beta_z \lambda_{10} \cong 12,6 \text{ kgmm/mm}^3$
Kerbzähigkeit	$x \cong 12 \text{ mkg/cm}^2$
Ermüdungsfestigkeit (Stäbe genietet)	350 Wechsel pro Minute, Anzahl der Spannungswechsel 10^6
Ursprungsfestigkeit	$\sigma_u \cong 21 \text{ kg/mm}^2$
Wechselfestigkeit	$\sigma_{w/2} \cong 28 \text{ kg/mm}^2$

Der hochwertige KID-Baustahl, ausschliesslich jugoslavischer Provenienz, ist den ausländischen Baustählen von der Gattung «Ac 54» (Frankreich), «St 52» (Deutschland) und «Pontofix» (Tschechoslowakei) materialtechnisch völlig ebenbürtig. Der Kohlenstoffgehalt beträgt im Mittel $\approx 0,18\%$, der Molybdänzusatz $0,22\%$; Kupfer ist in Mengen von $\sim 0,33\%$ und Mangan von $\sim 0,95\%$ zugegen, der Siliziumgehalt übersteigt nicht $0,35\%$, Phosphor und Schwefel zusammen weisen im Mittel $0,06\%$ auf. Die sehr eingehenden Vorversuche liessen eine leichte Hebung des C-Gehaltes¹⁾ von $\sim 0,15$ auf $\sim 0,20\%$ und der Mn-Menge von $\sim 0,8$ auf $0,95\%$ als zweckdienlich erscheinen. Diese Erkenntnisse wurde bei der Stahlerzeugung befolgt. Die Anteile an Mangan²⁾, Molybdän²⁾ und Kupfer³⁾ wurden zweckentsprechend ab-

¹⁾ C-Gehalt bis auf $\sim 0,2\%$ ist bei Nietung, im Gegensatz zur Schweißung, belanglos.

²⁾ *Mangan* hebt das Streckgrenzenverhältnis und verringert die kritische Abkühlungsgeschwindigkeit. *Molybdänzusatz* wirkt sich auf die Festigkeit und namentlich auf das Verformungsvermögen, die Warmfestigkeit und den Abnützungswiderstand günstig aus.

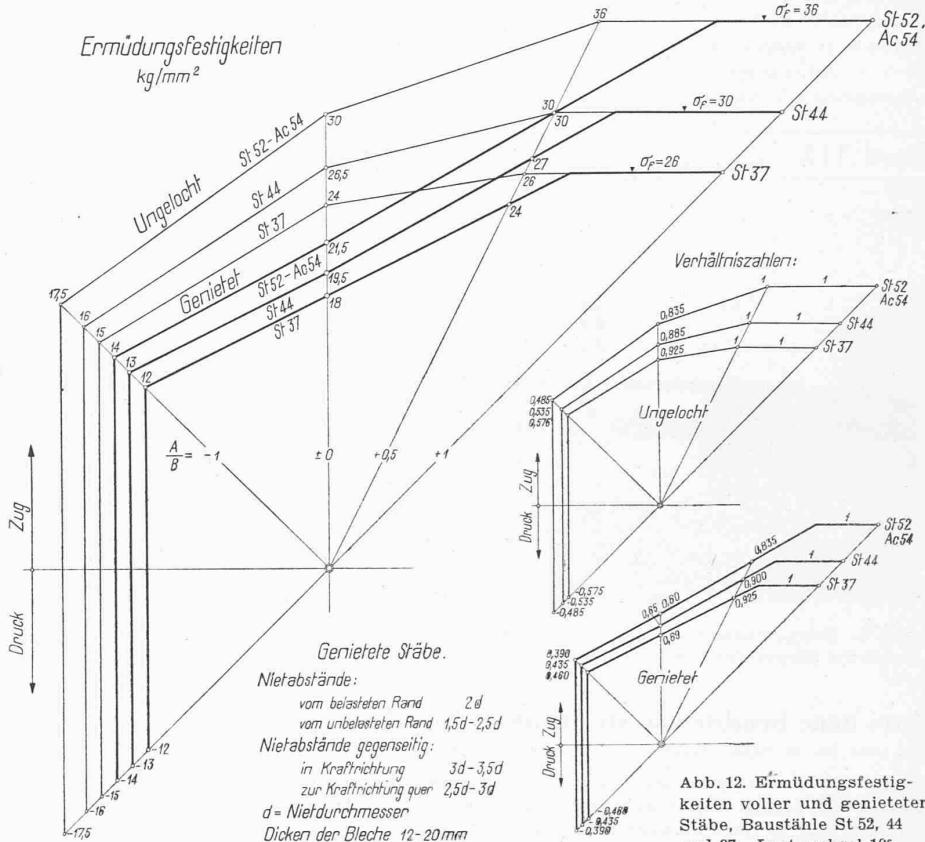


Abb. 12. Ermüdungsfestigkeiten voller und genieteter Stäbe, Baustähle St 52, 44 und 37. Lastwechsel 10^6

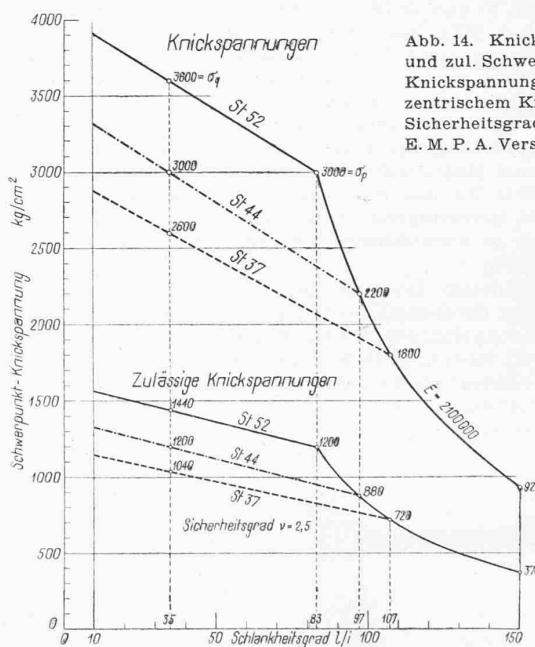


Abb. 14. Knickstabilität und zul. Schwerpunkt-Knickspannungen bei zentrischem Kraftangriff Sicherheitsgrad einheitl. 2,5 E. M. P. A. Versuche 1925/39

gestimmt. Das *Stahl-Gefüge* ist praktisch seigerungsfrei. Nichtmetallische Einschlüsse sind fein ausgebildet und regelmässig in der metallischen Masse verteilt, Ferrit und Perlit von körniger Beschaffenheit. Zementitstreifen lassen eine mehr oder weniger fortgeschrittene Einformung zu körnigem Zementit erkennen.

Der hochwertige KID-Baustahl ist gegen Luftabschreckung praktisch unempfindlich. Nachträgliches spannungsfreies Glühen bei $\sim +600^\circ\text{C}$, mit langsamer Abkühlung, zuerst im Ofen und dann in ruhiger Luft, wirkt sich auf die Hebung der so wichtigen Proportionalitätsgrenze σ_p (bleibende Verformungen, Knicken) und die Gleichmässigkeit der Festigkeits- und Verformungseigenschaften sehr günstig aus. Ein solches spannungsfreies Glühen,

³⁾ Kupfer erhöht die Streckgrenze, die Zugfestigkeit und den Korrosionswiderstand und fördert die Ausscheidungshärtung. Bei gröserer Menge besteht Rotbruchgefahr infolge Anreicherung von reinem Cu unterhalb des Zunders.

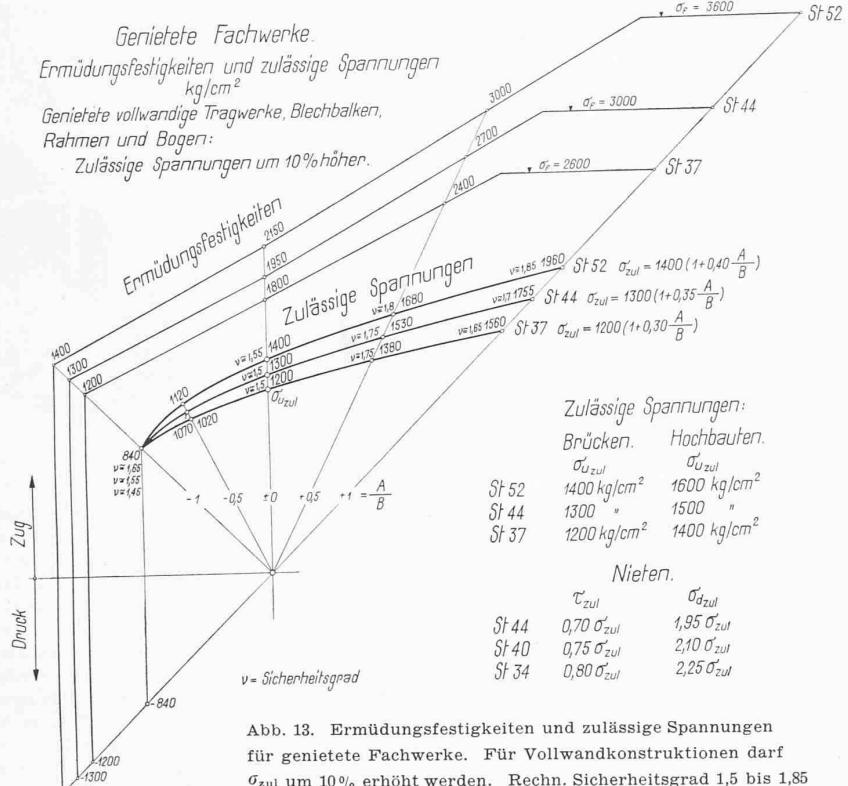


Abb. 13. Ermüdungsfestigkeiten und zulässige Spannungen für genietete Fachwerke. Für Vollwandkonstruktionen darf σ_{zul} um 10% erhöht werden. Rechn. Sicherheitsgrad 1,5 bis 1,85

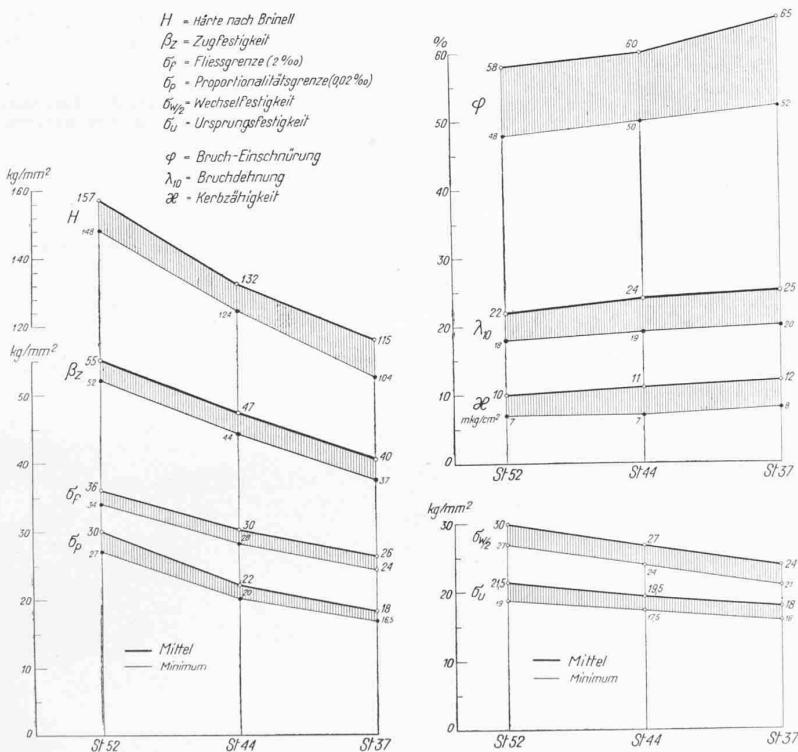


Abb. 11. Statische (links) und dynamische (rechts) Festigkeits- und Verformungseigenschaften normengemässer Baustähle St 52, St 44, St 37. — EMMA-Versuche 1935/39

Tabelle der Schlag-Biege-festigkeiten	Kerbzähigkeit		Oberflächenempfindlichkeit	
	Normalstab EMMA mkg/cm ²	Ritztiefe 0,15 mm Ritzradius 0,03 mm	mkg/cm ²	
Bei Anlieferung	+ 18 °C - 16 °C ~ 12 ~ 10,5	+ 18 °C - 16 °C ~ 26 ~ 25		
Gealtert (Reckmass 3 %, 24 Stunden bei + 250 °C gegläut)	~ 9 ~ 7	~ 22 ~ 20		

6,0 m, Gehwege je 1,50 m, Gesamtbreite 9,0 m. Vollwandige, über

⁴⁾ Th. Wyss: «Baustahl St 52» — EMMA-Diskussionsbericht Nr. 117 (April 1938).

⁵⁾ M. Ros: «Die Knicksicherheit von an beiden Enden gelenkig gelagerten Stäben aus Konstruktionsstahl». Bericht EMMA und Gruppe VI der TKVSB, sowie Verhandlungen des 2. Intern. Kongresses für technische Mechanik (Zürich 1926). — «Die Bemessung zentrisch und exzentrisch gedrückter Stäbe auf Knickung». Bericht über die II. Intern. Tagung für Brückenbau und Hochbau (Wien 1928). — «La stabilité des barres comprimées par des forces excentrées». Premier Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (Paris 1932).

für alle hochwertigen Konstruktionsstähle unerlässlich⁴⁾, wurde nach erfolgtem Auswalzen durchweg und sorgfältigst befolgt, wodurch auch, praktisch bewertet, Unempfindlichkeit bei niedrigen Temperaturen (Frost), gegen Oberflächenverletzungen und Alterung gewährleistet wurde. Verputzen nach erfolgtem spannungsfreiem Glühen war strengstens verboten. Die Schlagbiegefesteitgkeiten zeigen die untenstehende Tabelle.

Aus der graphischen Zusammenstellung der Abb. 11 gehen für den hochwertigen Baustahl St 52, inbegriffen den hochwertigen KID-Baustahl, die statischen und dynamischen Festigkeits- und Verformungseigenschaften hervor. Vergleichsweise wurden auch die entsprechenden Werte für die Baustähle St 44 und St 37 dargestellt.

Das Graphikon der Abb. 12 gibt Aufschluss über die Ermüdungsfestigkeiten von vollen und genieteten Stäben aus St 52, St 44 und St 37 (Anzahl der Spannungswechsel 10 Mio.). Aus dem Graphikon der Abb. 13 gehen die Ermüdungsfestigkeiten und die daraus abgeleiteten zulässigen Spannungen für genietete Fachwerke in den drei vorerwähnten Baustählen, diese formelmässig gefasst, hervor, woselbst die einzelnen rechnerischen Sicherheitsgrade als auch die Mittelwerte gegenüber der Ermüdungsgrenze bzw. Fliessgrenze angegeben sind.

Den nach dem EMMA-Verfahren⁵⁾ ermittelten Werten der Knickstabilität gedrückter Stäbe für Schlankheitsgrade bis $\frac{l}{i} = 150$ sind in der zeichnerischen Darstellung der Abb. 14 auch die zulässigen Knickspannungen für zentrische Kraftwirkung und 2,5-fachen Sicherheitsgrad, gleichfalls für die drei Baustähle St 52, St 44 und St 37, auf Grundlage der EMMA-Versuche, beigeschrieben.

Die rechnerisch ungünstigsten Spannungen liegen bei der Savebrücke innerhalb oder höchstens an der Grenze der jeweiligen angegebenen zulässigen Spannungen für St 52, wobei für das vollständig ausgebildete, genietete Tragwerk der Savebrücke eine 10%ige Erhöhung der σ_{zul} -Werte für Fachwerke (Abb. 13) erlaubt ist.

Zusammenfassung

Die neue zweigleisige Eisenbahnbrücke der Jugoslawischen Staatsbahnen über die Save bei Zagreb ist zur Zeit der weitestgespannte, biegungsfeste, versteifte Stabbogen für schwere Eisenbahnverkehr; sie zeigt beachtenswerte konstruktive Eigenheiten. Der unter Beachtung metallurgisch richtiger Grundsätze äusserst sorgfältig in Jesenice-Fuzine erzeugte, in den Werkstätten der Ersten Jugoslawischen Wagon-, Masch.- und Brückenbauanstalt Slavoniski Brod sachgemäss verarbeitete, hochwertige KID-Baustahl erfüllt die an einen normengemässen hochwertigen Baustahl der Gattung «Ac 54» bzw. «St 52» gestellten materialtechnischen Anforderungen. Die Aufstellung der 2700 t wiegenden Stahlkonstruktion erfolgte mit vollster Sachkenntnis.

2. Neue Strassenbrücke der Banovine Kroatien über die Save bei Zagreb (Abb. 3 bis 5, S. 251)

Gesamtlänge 220 m; Stützweiten 54,60 + 55,075 + 55,075 + 54,60 m. Fahrbahnbreite

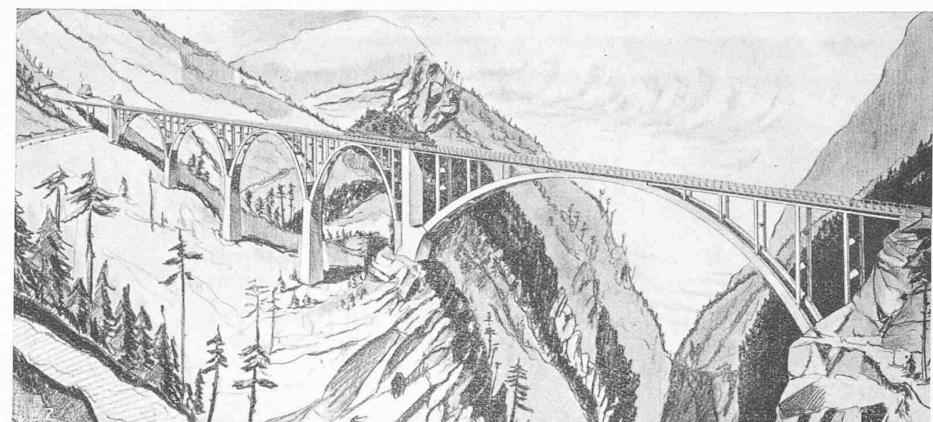


Abb. 7. Strassenbrücke über die Tara in Jugoslawien, mit 100 m weit gespanntem Eisenbetonbogen und Anschlussöffnungen von je 43 m. Zur Zeit im Bau

Abb. 8 (links). Die 100 und 130 m hohen Gerüsttürme der Tara-Brücke

fünf Stützen durchlaufende Hauptträger von 2,0 bis 2,5 m Stegblechhöhe, in Stahl St 44 geschweißt. Gesamtgewicht 620 t.

Die Brücke ist vom Standpunkt des heutigen Standes der Schweisstechnik höher gekohlter, hochwertiger Brückenbaustähle und sehr grosser Dicken, auch international bewertet, ganz besonders beachtenswert. Der I-Querschnitt der Hauptträger besteht aus zweiteiligen 2000 bis 2500 mm hohen, 14 mm starken Stegblechen mit 500 mm breiten Kopf- und Fusslameilen von 35, 70 und 95 mm Dicke (Abb. 15). Der Kohlenstoffgehalt des verwendeten, unsilizierten SM-Stahles mit 0,2% Kupfer- und 0,1% Chromgehalt beträgt im Mittel 0,25%. Sowohl die, die ~ 0,15%-Grenze übersteigende Menge an C als auch die außerordentlich starken Lamellen von 70 und namentlich 95 mm Dicke bedingten schon bei der Stahlerzeugung und namentlich bei der Schweißung in der Werkstätte wie auch bei der Montage besondere, auf metallurgische und konstruktive Kenntnisse sich stützende Massnahmen.

Zu diesen Massnahmen gehören für den Stahl:

in *materialtechnischer Hinsicht*: metallurgische Reinheit des Gefüges; thermisch und mechanisch richtige Behandlung während der Erzeugung und damit praktische Unempfindlichkeit gegen Alterungerscheinungen (Versprödung) und gegen Kerbauswirkungen auch bei tiefen Temperaturen bis — 25°C, sowie Verwendung erstklassiger ummantelter Elektroden;

in *konstruktiver Beziehung*: zweckdienliche Formgebung (Tulpen Nähte von nicht zu kleinen Außenmassen), Anordnung und Verteilung der Schweißnähte (Abb. 15); Ausführung der Schweißarbeiten in bequemer Lage, unter peinlichster Vermeidung von Ueberkopf-Schweißungen in der Werkstätte und so weit möglich auch auf der Montage (Abb. 16); Verlegung der Montageschweißnähte an Stellen geringer Beanspruchung, und ganz besonders schweisstechnisch richtige Ausführung der Schweißverbindungen⁶⁾, unter Beachtung metallurgischer Grundsätze.

Zu diesen Grundsätzen gehört: Schweißen in nicht zu starken Einzellagen, bei raschem Wechsel der Elektroden zur Vermeidung von Kraterbildungen, starken Unebenheiten und Kerben, unter Verwendung von nicht zu dicken Elektrodenstäben (normale Lage, Ø 5 mm, Ueberkopf Ø 3,25 mm); Schweißung auf mit Naphta- oder Azetylen-

Brenner vorgewärmt Stahl (Stumpfnähte der 95 mm dicken Gurtplatten auf 200 bis 250°C, Kehlnähte der Hauptträger auf 50 bis 70°C), falls höherer, 0,15 bis 0,20% übersteigender C-Gehalt vorhanden als beim St 44 (C ≈ 0,25%), um die Bildung des harten und spröden Gefüges, insbesondere des Martensitgefüges und damit von makro- oder mikroskopischen Rissen zu unterbinden; bei X- und Tulpen-Nähten beidseitig abwechselndes Schweißen, «freie Schweißung» von der Mitte nach den Enden hin, und Drehen des Trägers nach Dicken der Schweißlagen von jeweils ~ 7 mm, sowie allmähliches Schliessen breiter V-Nähte und wurzelseitige Nachschweißung; Inangriffnahme der Verschweissungen grundsätzlich zuerst im Zuggurt, und schliesslich das Glattschmirgeln, gegebenenfalls Hobeln oder Fräsen der Nahtoberflächen, insbesondere ausreichend tief, 1 bis 2 mm, an den Übergangstellen vom Stahl zum Schweißgut (Einbrandzone), zum Zwecke der Beseitigung der Kerben sowie des harten Gefüges (Vickershärte $H_V \leq 200 \text{ kg/mm}^2$) und damit Hebung der Ermüdungsfestigkeit um ~ 33%.

⁶⁾ Druckvorrichtung für einwandfreie Schweißung der Gurtlamellen-Stöße; allmähliches, langsames und gleichmässiges Anziehen während der Ausführung der Wurzellage:

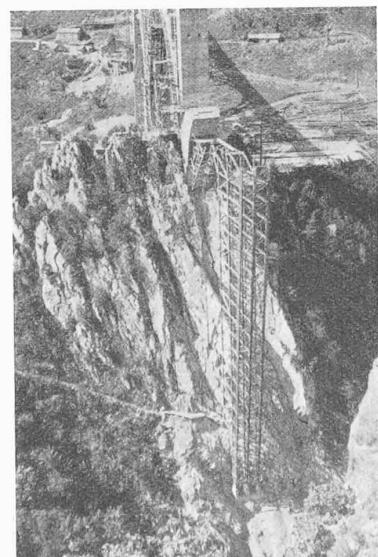
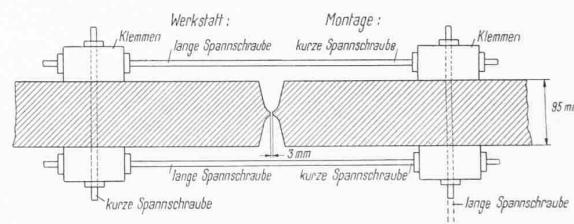


Abb. 10. Linksufriger, 100 m hoher Gerüstturm der Tara-Brücke



Abb. 9. Bauzustand der Tarabrücke im Frühjahr 1940
Holzgerüste Entwurf und Ausführung von Rich. Coray aus Trins

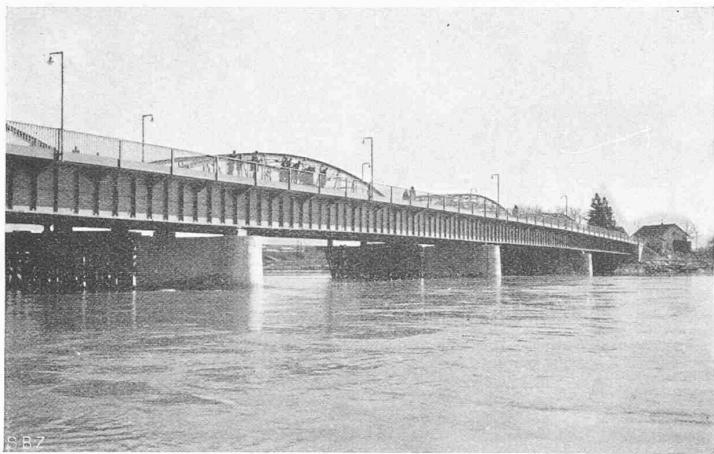


Abb. 3. Neue Strassenbrücke über die Save bei Zagreb, erbaut 1938/39
Geschweisster durchlaufender Vollwandbalken $54,6 + 2 \times 55,0 + 54,6$ m

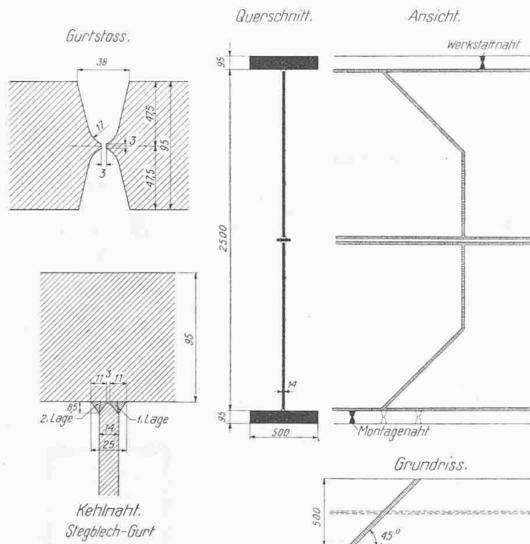


Abb. 15. Anordnung und Ausbildung der Hauptträger-Schweissnähte

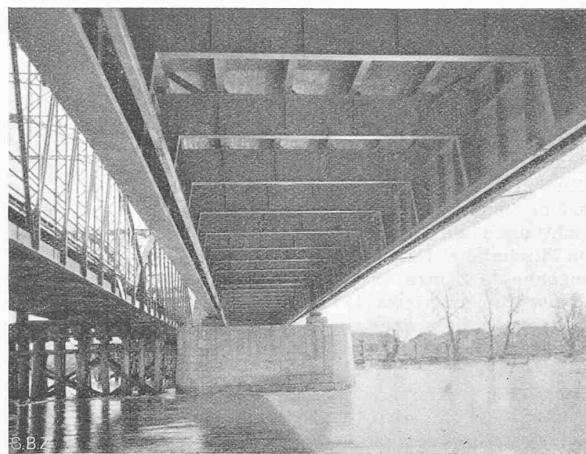


Abb. 4. Untersicht der Savebrücke bei Zagreb

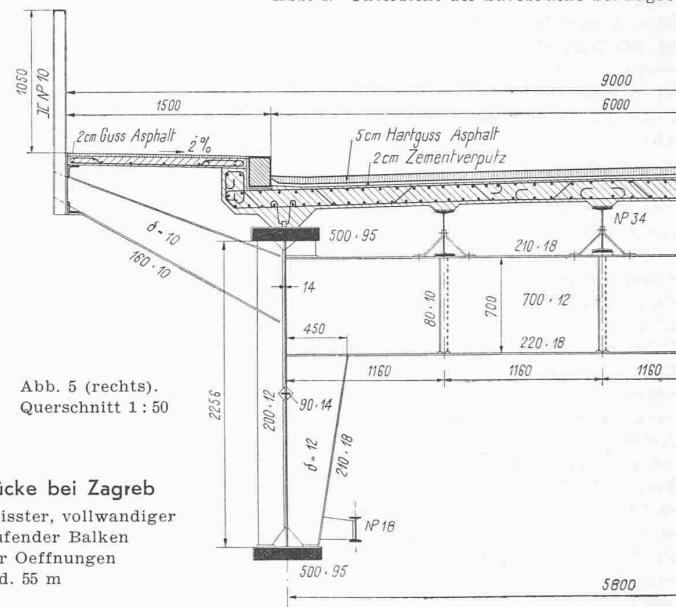


Abb. 5 (rechts).
Querschnitt 1 : 50



Abb. 16. Drehvorrichtung der Hauptträger auf der Montage, zwecks Ausführung der Schweissarbeiten in günstigster Lage. Die Träger sind auf die ganze Länge von 220 m zu einem Stück verschweisst

Die unerlässliche, peinlichste Ueberwachung der Schweissarbeiten umfasste: die Prüfung der Schweisser vor Zulassung zur Arbeit (Makrogefüge, Faltbiegezahl), die Nachprüfung der einzelnen Lagen des niedergeschmolzenen Schweissgutes und der fertigen Schweissnähte durch Ableuchten und mit dem Binocular-Mikroskop mit 20 facher Vergrösserung und einer Tiefenschärfe von ~ 10 mm, die röntgenographische Durchleuchtung und schliesslich die elektromagnetische Durchflutung. Geröntget und durchflutet wurden alle auf Zug und auf entgegengesetzten Spannungswechsel (\pm) beanspruchten Schweissverbindungen. Poren und vereinzelte örtliche Rissbildungen (Warm-, seltener Kaltrisse) wurden nach jedem Gang entfernt. Das Zuschweissen erfolgt stets erst nach vorausgegangener Vorwärmung, die stellenweise auf 300 bis 350 °C gesteigert wurde. Die Anwärmtemperaturen wurden vermittelst eines Siemens-Flächen-Pyrometers mit Messbereich bis + 400 °C geregelt.

Für die elektrische Lichtbogenschweisung wurden die erstklassigen, ummantelten *Böhler-Elektroden VDM* verwendet. Die chemische Zusammensetzung des Schweissgutes ist zweckdienlich auf den St 44-Stahl abgestimmt. Der C-Gehalt von $\sim 0,10\%$ ist richtigerweise tiefer als beim Stahl St 44; Schwefel und Phosphor sind in sehr geringen Mengen zugegen, der Mn-Gehalt beträgt $\sim 0,5\%$ und der Cu-Gehalt $\sim 0,20\%$. Für die Schweissarbeiten wurden 7600 kg VDM-Elektroden verbraucht.

Das Stahlwerk, die *Krainische Industrie-Gesellschaft Jesenice-Fuzine* (KID) lieferte vorschriftsgemässen Stahl¹⁷⁾ und die *Erste Jugoslav. Wagon-, Masch.- und Brückenbauanstalt Slavonski Brod*, der die Ausführung und Aufstellung der Brücke übertragen war, beachtete unter ständiger Ingenieur-Kontrolle, peinlich alle vorerwähnten und ihr vertraglich überbundenen Grundsätze und Vorschriften. (Schluss folgt)

¹⁷⁾ Nur die 70 und 95 mm starken Lamellen in St 44 wurden von der Witkowitzer Bergbau- und Eisenhütten-Gewerkschaft, Witkowitz, bezogen.