

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 6

Artikel: Nichtrostender Stahl
Autor: Richards, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-40839>

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: 14.01.2026

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

Nichtrostender Stahl.

Von Oberingenieur E. RICHARDS, Berlin-Karlshorst.

(Schluss von Seite 60.)

Das *Schmieden* nichtrostender Chromstähle ist verhältnismässig einfach und bei einiger Erfahrung um nichts schwieriger als das Schmieden anderer Stahllegierungen. Es unterscheidet sich von dem gewöhnlicher Stahlsorten im wesentlichen nur dadurch, dass die Schmiedetemperaturen bedeutend höher genommen werden müssen. Der Grund dafür liegt natürlich in der Beibehaltung der Härte der Chromstähle auch bei höheren Temperaturen, sowie in der durch Luftkühlung bewirkten Erhärting. Die dadurch hervorgerufenen Schwierigkeiten wurden jedoch sehr bald behoben. Beim Anwärmen der Schmiedestücke auf die zum Schmieden notwendige Temperatur muss auf möglichst allmähliche Temperatursteigerung hingearbeitet werden, um innere Spannungen und Rissbildung zu vermeiden. Am besten werden die Stücke auf dem Ofengewölbe vorgewärmt, dann in einem Wärmeofen von etwa 700°C und schliesslich auf die endgültige Schmiedetemperatur von 1125 bis 1175°C gebracht. Geschmiedet wird mit schnell aufeinanderfolgenden scharfen Schlägen, bis die Temperatur des bearbeiteten Stücks auf etwa 900°C gefallen ist. Unterhalb dieser Temperatur sind Formveränderungen nur noch schwierig durchzuführen und verursachen meist starke innere Spannungen oder gar Rissbildungen.

Zum *Pressen* des Chromstahls empfiehlt es sich, die Temperatur noch um etwa 50°C höher zu nehmen und, wenn möglich, grob vorzupressen, um die durch einen einzigen schweren Pressgang erzeugten hohen Beanspruchungen des Materials zu vermeiden.

Die Schmiedbarkeit des Chromstahls steigt mit fallendem Kohlenstoffgehalt, sodass z. B. Chromstahlplatten mit $0,05\%$ Kohlenstoff kalt gepresst werden können, falls sie zwischen den einzelnen Stichen sachgemäss angelassen werden.

Zum *Warmwalzen* liegen die besten Temperaturen zwischen 1050 und 1100°C . Die Walzbarren werden langsam auf 900°C und dann etwas schneller auf Walztemperatur gebracht, bei der sie mindestens 30 Minuten gelassen werden müssen. Das Auswalzen geschieht möglichst heiss und schnell; die ersten Stiche werden nur leicht genommen, die darauffolgenden ebenso grob, wie bei den gewöhnlichen Stählen. Vor allen Dingen muss, der grösseren Streckbarkeit des heissen Chromstahls wegen, auf die Verhinderung der Gratbildung möglichst hingearbeitet werden.

Das *Schweissen* kann bei Chromstählen nach dem elektrischen und dem Oxy-Azetylenverfahren, nicht aber im gewöhnlichen Schmiedefeuer, erfolgen; Chromstähle lassen sich mit gewöhnlichem Stahl sehr gut zusammenschweissen. Da das in der Nähe der Schweißstellen befindliche Material eine ziemlich hohe Temperatur annimmt, tritt beim Abkühlen Lufthärtung ein; vor weiterer Bearbeitung sollten geschweisste Chromstähle deshalb angelassen werden.

Das *Schleifen* nichtrostender Chromstähle muss seiner geringen Wärmeleitfähigkeit wegen mit besonderer Vorsicht ausgeführt werden; durch zu scharfes oder unvorsichtiges Schleifen tritt eine durch die sogenannten Temperfarben gekennzeichnete Ueberhitzung der beanspruchten Oberfläche auf, die lokale Spannungen und damit geringere Widerstandsfähigkeit gegen Rosten oder andere chemische Angriffe verursacht.

Nach der Fertigbearbeitung von Chromstählen, besonders nach vorausgegangener intensiver Wärmebehandlung ist sachgemässes Beizen für die Korrosionswiderstandsfähigkeit unumgänglich, da die auf der Oberfläche zurückgebliebenen Schuppen auch nur in ganz kleinen Mengen zum Rosten des Metall es führen. Die Oberfläche des gebrauchsfertigen Chromstahlmaterials muss frei sein von Schuppen, Nähten, Rissen usw.; selbst Stempelleindrücke begünstigen die Korrosion, ebenso wie Schlacken- und andere nichtmetallische Einschlüsse.

Zum *Beizen* der Chromstähle werden gewöhnlich die folgenden Verfahren angewendet: 1. Das Material wird 10 Minuten einer kalten 50-prozentigen Salzsäurelösung und dann — ohne vorheriges Waschen — 25 Minuten einer kalten 20-prozentigen Salpetersäurelösung ausgesetzt; 2. Das Material wird etwa 20 Minuten einer 50-prozentigen warmen (60 bis 70°C) Salzsäurelösung oder 3. einer ebenso warmen 15-prozentigen Schwefelsäurelösung ausgesetzt. — Das unter 1. angeführte Beizverfahren gibt von den drei die besten Resultate, doch wird auch die elektrolytische Beizmethode in alkalischer Lösung, sowie das Beizen mittels bestimmter saurer Salzlösungen angewendet. Nach dem Beizen muss das Material mindestens drei Mal in sauberem Wasser längere Zeit gespült werden, da Chromstahl den Mineralsäuren gegenüber, mit Ausnahme der Salpetersäure, sehr empfindlich ist.

Die Korrosionsfestigkeit der Chromstähle wird, ebenso wie die aller andern Metalle und Legierungen, durch Polieren nicht unbedeutend erhöht. Die Ansicht jedoch, dass einwandfreie Widerstandsfähigkeit gegen Rosten nur durch Polieren der Stahloberfläche zu erzielen sei, ist irrig und beruht wohl hauptsächlich auf der Erfahrungstatsache, dass Materialien, deren Oberfläche bei der nach dem Anlassen erfolgten mechanischen Bearbeitung stark beansprucht wurden, besonders leicht rosteten. Es ist selbstverständlich, dass innere Spannungen und stark zerrissene Oberflächen Korrosionsangriffe unterstützen, und dass diese möglichst zum Verschwinden gebracht werden müssen. Wo immer möglich, sollen Chromstahl-Materialien nach der Bearbeitung einer sachgemässen Wärmebehandlung mit nachfolgendem Beizen und schliesslichem Polieren unterworfen werden.

Die Verwendbarkeit eines Metalles für fast alle ingenieurtechnischen Zwecke wird vor allen Dingen von seinen mechanischen Eigenschaften bestimmt. Neben seiner Korrosionsfestigkeit besitzt der Chromstahl den Vorzug, auch in mechanischer Hinsicht ausserordentlich wertvolle Eigenschaften zu besitzen. Seine Festigkeit, Zähigkeit und Elastizität, vereint mit verhältnismässig guter Verarbeitbarkeit, machen ihn in hohem Masse selbst für die schwierigsten Aufgaben geeignet.

Die durch Wärmebehandlung den Chromstählen verliehenen Eigenschaften sind unter Anderen von B. H. Abram auf Veranlassung des staatlichen Forschungsinstitutes zu Woolwich, U. S. A., untersucht worden. Der bei den Versuchen angewendeten Sorgfältigkeit und Gründlichkeit wegen verdienen gerade diese besondere Aufmerksamkeit.

Die untersuchten Stähle besaßen die folgende Zusammensetzung:

Tabelle 1.

Stahl	% C	% Si	% Mn	% S	% P	% Ni	% Cr
A	0,31	0,31	0,27	0,018	0,016	0,18	14,2
B	0,35	1,43	0,24	0,019	0,020	0,13	14,7
C	0,17	1,35	0,35	0,012	0,017	0,10	13,9
D	0,10	0,08	0,26	0,040	0,017	0,15	12,85

Tabelle 2 gibt die Brinell-Härtungen der verschiedenen Stähle bei Anlasstemperaturen von 900 und 1000°C und unter verschiedenen Abkühlungsbedingungen. Die Probestäbe waren 30 mm lang bei einem Querschnitt von 15 mm im Quadrat; sie wurden bei den oben genannten Temperaturen 15 Minuten ausgeglüht und in Wasser, Öl und Luft, sowie im langsam abkühlenden Ofen abgekühlt. Die Abkühlungsgeschwindigkeit im Ofen betrug etwa 1 bis 2°C pro Minute.

Tabelle 2.

Abkühlungs- mittel	Ausglühtemperatur 900°C				Ausglühtemperatur 1000°C			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Wasser	481	404	188	405	577	589	432	414
Öl	472	388	187	403	586	582	431	405
Luft	465	315	186	387	564	573	389	392
Ofen	190	201	181	136	187	202	181	140

Die Versuchsresultate zeigen u. a., dass die Chromstähle mit höheren Siliziumgehalten vor dem Abschrecken auf 1000° C erwärmt werden müssen, um die gleichen Härtegrade zu erreichen, wie die niedriger silizierten. Auch macht sich der hättende Einfluss höherer Kohlenstoffgehalte deutlich bemerkbar.

Die zweite Versuchreihe ergab die in Tabelle 3 aufgeführten Zahlen. Die Versuchsproben wurden auf 950° C gebracht, 30 Minuten bei dieser Temperatur gelassen und in Öl abgeschreckt; sie wurden dann bei 600, 650 und 700° C ausgeglüht und schliesslich an der Luft abgekühlt. Tabelle 4 gibt die Resultate der gleichen Versuche bei einer primären Ausglühtemperatur von 1000° C. Auffallend ist der Unterschied der Härten der hochsilizierten Stähle, die sich bei der Steigerung der primären Ausglühung von 950 auf 1000° C bedeutend erhöhen.

Die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle gegen Korrosion ist gegenüber den verschiedenen korrodierenden Einflüssen durchaus nicht immer gleich gross.

Mineralsäuren, mit Ausnahme der Salpetersäure, greifen die Chromstähle fast ebenso lebhaft an, wie die gewöhnlichen Stahlsorten. Auch durch organische Säuren werden diese Stähle schon nach kurzer Expositionsduer stark angegriffen. Ein eigentümlicher Unterschied besteht zwischen der Korrosionswirkung reiner organischer Säuren und den natürlichen Säuren gleicher Art, wie man sie in Früchten vorfindet. So z. B. greift natürlicher Essig in den verschiedensten Verdünnungen die meisten Chromstähle nur sehr wenig an, während Essigsäure gleicher Konzentration eine sofortige und nicht unbeträchtliche Korrosionswirkung auf diese hervorruft. Die gleichen Unterschiede zeigen sich u. a. auch beim Vergleich der Korrosionswirkung saurer Milch gegenüber reiner Milchsäure und der des Citronensaftes gegenüber der Citronensäure. Es ist anzunehmen, dass durch die in den natürlichen Produkten enthaltenen organischen Kolloide in noch festzustellenden kritischen Prozentsätzen die korrosive Einwirkung der Säure auf Chromstahl aufgehoben oder, zum Teil wenigstens, auf ein erträgliches Mass vermindert wird.

Tabelle 3.

Probe	Ausglühtemperatur	Proportionalitätsgrenze	Streckengrenze	Bruchgrenze	Dehnung	Querschnittsverminderung	Brinell-Härte
A	600	39	6700	8100	18	55	305
	650	31	5400	6900	23	60	262
	700	26	4300	6000	28	67	228
B	600	34	6100	7700	19	54	296
	650	34	5500	7300	22	55	274
	700	32	4700	6600	27	59	349
C	600	23	3700	5700	27	62	229
	650	22	3600	5500	27	64	222
	700	20	3300	5200	32	67	210
D	600	33	5500	6500	21	66	247
	650	29	4800	5900	24	68	226
	700	24	3800	5100	30	70	195

Tabelle 4.

Probe	Ausglühtemperatur	Proportionalitätsgrenze	Streckengrenze	Bruchgrenze	Dehnung	Querschnittsverminderung	Brinell-Härte
A	600	39	6700	8400	19	50	317
	650	32	5500	7300	23	56	280
	700	27	4500	6400	26	52	244
B	600	42	6800	8600	19	50	326
	650	38	6200	8100	21	53	301
	700	34	5200	7200	24	57	270
C	600	29	5500	7100	22	57	276
	650	28	4800	6600	24	60	250
	700	25	4300	6100	27	61	238

Durch Zusatz von 5 bis 20 % Nickel wird die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle gegen Säuren stark erhöht; leider jedoch werden sie durch den Nickelzusatz ebenso stark verteuert und außerdem mechanisch fast unarbeitbar gemacht.

Sehr wertvoll dagegen ist der Zusatz von Kupfer, das nicht nur die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle gegen Oxydation, sondern auch gegen Säuren sehr stark erhöht, ohne ihre mechanischen Eigenschaften zu verschlechtern. Im allgemeinen genügt ein Zusatz von 1,5 %, sehr oft sogar schon ein solcher von 0,5 %, um die gewünschten Eigenschaften zu erzielen. Ein anderer wichtiger Vorteil des Kupferzusatzes zum Chromstahl ergibt sich daraus, dass die Kupferchromstähle zur Erreichung ihrer höchsten Widerstandsfähigkeit weniger auf den richtigen Härtungsgrad angewiesen sind als reine Chromstähle. Im Gegensatz zum Nickel wird der Preis des Chromstahls durch Zusatz von Kupfer nicht besonders erhöht, sodass sich diesen Stahllegierungen ein überaus grosses und vielseitiges Anwendungsgebiet eröffnen dürfte.

Gegenüber Wettereinflüssen aller Art sind die Chromstähle absolut beständig, doch werden sie durch saure Industrieabgase mehr oder weniger stark korrodiert. Sehr oft äussert sich der Angriff jedoch nur durch Bildung einer starken braunen Schicht — zum Teil von eisenoxydhaltigem Schmutz herrührend —, die leicht weggerieben oder gewaschen werden kann und eine meist nur ganz wenig beschädigte Oberfläche hinterlässt. Durch Zusatz von 1 bis 1,5 % Kupfer kann die Einwirkung säurehaltiger Atmosphären meist vollständig neutralisiert werden.

Gegenüber Seewasser haben sich die Chromstähle als im höchsten Masse widerstandsfähig erwiesen. Vergleichende Versuche, die im Juni und August 1924 von der amerikanischen Marinebehörde zu Beaufort¹⁾ ausgeführt wurden, ergaben, dass im Gegensatz zu gewöhnlichen Stahlplatten, die durchweg stark angegriffen waren, die Chromstahlplatten keinerlei Korrosionserscheinungen aufwiesen.

Zusammenfassend ist über die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle das Folgende zu sagen: 1) Kohlenstoffarme Chromstähle erwiesen sich als am widerstandsfähigsten. — 2) In voll gehärtetem Zustande sind die Chromstähle widerstandsfähiger als angelassene. — 3) Durch Polieren der Oberfläche wird die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle gegen Korrosion bedeutend erhöht. — 4) Ungebeizte Chromstähle oder solche, die auch nur ganz leichten oder vereinzelten Oxyd- oder Schuppenbelag aufweisen, werden sehr leicht angegriffen. Auch durch Schlackeneinschlüsse, Schmutz usw. wird die Widerstandsfähigkeit der Stähle ungünstig beeinflusst. — 5) Oberflächenverletzungen durch Bearbeitung, Stempel usw. begünstigen die Korrosion meist in noch viel stärkerem Masse, als die unter 4 erwähnten Fehler. — 6) Innere Spannungen, die durch zu scharfe Bearbeitung des Chromstahls ohne nachfolgende Wärmebehandlung verursacht werden und äusserlich nicht erkennbar zu sein brauchen, schwächen die Widerstandskraft des Stahles gegen Oxydation. — 7) Höhere Schwefelgehalte üben eine bedeutende Verminderung der Korrosionswiderstandsfähigkeit der Chromstähle besonders gegen Seewasser aus. — 8) Der Einfluss des Siliziums auf die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle wird im allgemeinen als günstig angesehen. Gegenüber Angriffen durch Seewasser und allgemeine Wettereinflüsse konnte eine bedeutende Verbesserung jedoch nur bei angelassenen und getemperten Stählen mit höherem Kohlenstoffgehalt festgestellt werden. — 9) Durch Zusatz von 0,5 bis 2 % Kupfer wird die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle gegen Oxydation sowohl wie allgemeiner Korrosion bedeutend erhöht.

Die Widerstandsfähigkeit der Chromstähle gegen Oxydation behauptet sich auch bei höhern Temperaturen. Bis bei 825° C widerstehen sie der Schuppen-

¹⁾ The Iron Age, 20. März 1924.

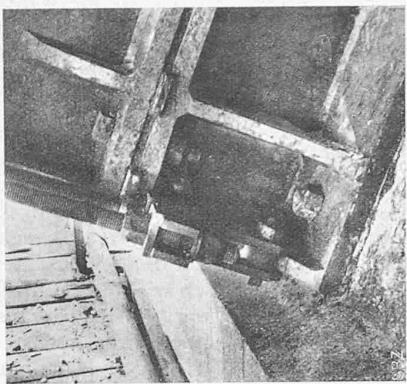


Abb. 8. Verbindung der Verstärkungs-Rundseisen mit den Auflagerschuhen.

bildung in hohem Masse, oberhalb dieser Temperatur nimmt die Oxydation langsam zu. Durch Zusatz von Nickel wird die Feuerfestigkeit des Chromstahls noch bedeutend erhöht. Bei richtiger Zusammensetzung der Chromnickelstähle, die den verschiedenen chemischen Einflüssen angepasst werden müssen, widerstehen diese den Einwirkungen hoherhitzter Gase, wie z. B. Dampf, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Ammoniak usw., selbst bis zu Temperaturen von 1100°C auf längere Zeit. Nur durch Schwefelverbindungen werden Chromnickelstähle nicht unbeträchtlich angegriffen, sodass z. B. schwefelhaltige Brennstoffe nirgends verwendet werden dürfen, wo die heißen Flammofengase mit den Stählen in Berührung kommen.

Verstärkung der gusseisernen Bogenbrücke über die Rhone bei La Voulte.

Diese zum Netz der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn gehörende, eingeleisige Bogenbrücke wurde im Jahre 1861 erbaut. Die fünf, je 55,4 m weitgespannten Hauptüberbauten bestehen aus je vier gusseisernen Bogen (vergl. Abb. 1 bis 3). Davon sind die mittlern, eigentlichen Geleisträger aus vollen Bogenelementen zusammengesetzt, während für die seitlichen Bogenhauptträger, unter den Personalgehwege, rahmenartige Elemente Verwendung fanden. Der Aufbau auf den Bogenhauptträgern besteht ebenfalls aus gusseisernen Rahmen, die in Höhe der Fahrbahntafel durch gusseiserne Querträger, in Abständen von 1,10 m, verbunden sind. Zwischen diesen Querträgern waren gemauerte Gewölbe eingezogen, die das Schotterbett der Fahrbahn trugen. In gleicher Weise erfolgte die Stützung der Personalgehwege; die gemauerten Gewölbe waren hier jedoch doppelt so weit gespannt als unter den Geleisen.

Die Gründe, die eine Verstärkung des Bauwerkes nötig machten, waren die in neuester Zeit stark angewachsenen Verkehrslasten und die nicht unbedeutenden Schäden, die das Bauwerk im Betrieb erlitten hatte. So lässt beispielsweise Abbildung 4 deutlich die zahlreichen Risse in einem der am meisten beschädigten, rahmenförmigen Glieder des Längsverbandes erkennen; ähnliche Schäden wiesen auch die Bogenuntergurte auf.

Die umfangreichen, ohne Verkehrsunterbrechung durchgeführten Verstärkungsarbeiten bestanden, nach den „Annales des Ponts et Chausées“ vom September/Oktober 1924¹⁾, im Ersatz der alten Fahrbahnkonstruktion durch eine neue aus Eisenbeton. Anstelle der gemauerten Längsgewölbe wurde eine Eisenbetonplatte auf Eisenbetonquerträgern in 1,10 m Abstand angeordnet (vergl. Abb. 5 und 6). Die Risse in den Gusstücken wurden beidseitig bis in etwa 5 mm Tiefe elektrisch zugeschweisst, nachdem sich ein Schweißen der rund 3 cm starken Gusstücke auf der ganzen Breite als schwierig, unsicher und sehr teuer erwiesen hatte. Die Bogenuntergurte erhielten auf ihrer ganzen Länge, die Bogenobergurte auf rund 7 m Länge an den Kämpfern eine Verstärkung durch eine 10 cm starke Eisenbetonplatte, die an den Boggurten mit kräftigen Vouten an-

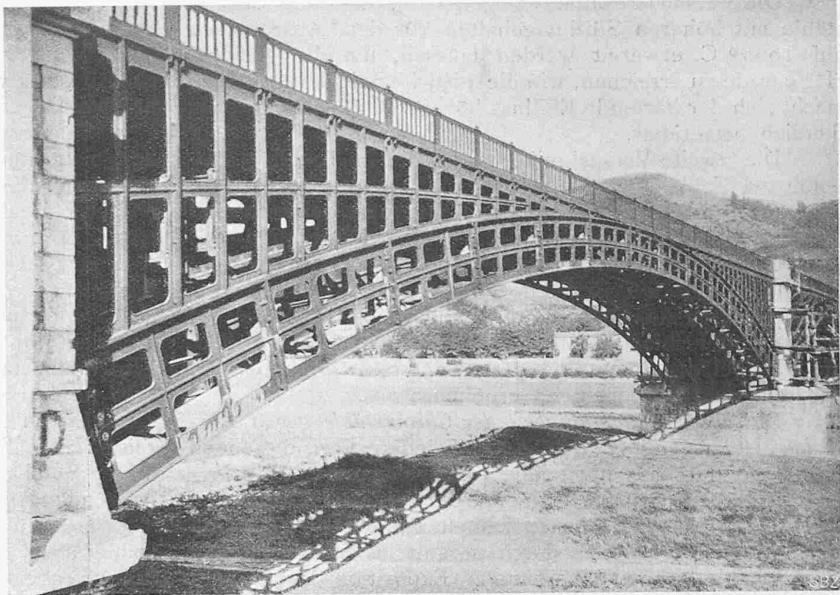


Abb. 1. Die Brücke über die Rhone bei La Voulte vor der Verstärkung.

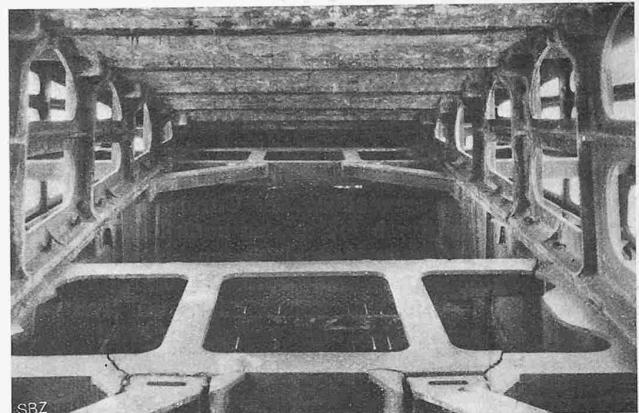


Abb. 4. Beschädigter gusseiserner Längsverband.

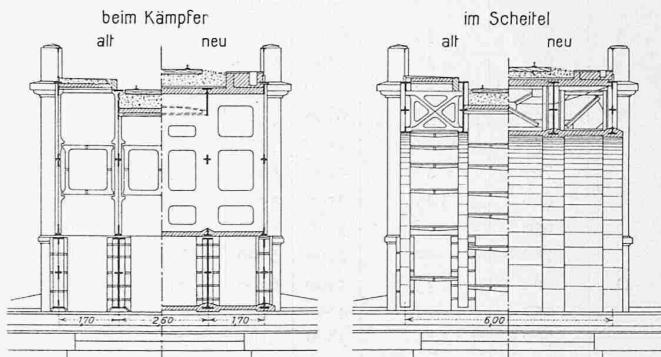


Abb. 2. Querschnitt der Brücke vor und nach der Verstärkung.

schliesst (vergl. Abbildung 5). Längs der Bogenuntergurte ist auf jeder Seite ein Rundseisen von 36 mm Durchmesser in der Eisenbetonplatte verlegt und durch Bügel und Keile sorgfältig festgehalten (vergl. Abbildung 5 und 7). An Stellen, wo die Gusstücke Risse aufwiesen, sind außerdem noch kürzere 36 mm Eisen hinzugefügt. Die Stöße dieser dicken Rundseisenstangen sind geschweisst, und zwar so, dass zwischen den beiden Enden zwei je 25 cm lange Rundseisenstücke mit Spannschloss eingeschaltet sind. Ueber den zugespitzten Enden ist eine Art Bandage von 46 mm grösstem Durchmesser autogen aufgeschweisst. Zerreissversuche ergaben für die so ausgebildete Stosstelle eine höhere Festigkeit als die des Rundseisens. Grosse Sorgfalt wurde auf eine gründliche Reinigung der einzubetonierenden Eisenteile gelegt; diese erfolgte mit Hilfe des Sandstrahlgebläses.

¹⁾ Die Unterlagen zu den hier wiedergegebenen Abbildungen wurden uns in entgegenkommender Weise vom Projektverfasser, Obering. de Boulongne, überlassen.