

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111/112 (1938)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Schweisstechnik und Vorschriften im Stahlbau in Deutschland und in der Schweiz: Aussprache  
**Autor:** Wyss, Th.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-49906>

### **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:** 23.02.2026

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

Verantwortung wirtschaftlicher und sozial-ethischer Natur. Möge sich diese Verantwortung immer ausgeprägter entwickeln und veredeln!

Meine Herren!

Die politisch in ihrer Mehrzahl im Sinne der Erstrebung der verflachenden Staatswirtschaft und der leidenschaftlichen Bekämpfung des Kapitals geführte Arbeiterschaft sah bisher in einer bis zum Hasse gesteigerten Trennung von allen anders Denkenden, ja sogar in einer Verleugnung des bestehenden Staates und Vaterlandes ihr wichtigstes Kampfmittel. Und so oft man den braven Arbeiter als solchen zu schätzen Gelegenheit fand, so schmerzlich (aber auch innerlich unwahr) empfand man diesen betrüblichen Zustand. Nun aber wissen Sie alle, dass auf dem wichtigen Gebiete der Metall- und Maschinenindustrie ein mehrjähriges, umfassendes Abkommen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmern zustande gekommen ist, das die friedliche Regelung aller Unstimmigkeiten gewährleistet. Dieses Ereignis ist nicht nur hochbedeutsam, weil es den Anfang zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit und einer wirklichen Ausöhnung der beiden Wirtschaftsfaktoren sein kann, sondern auch durch die Tatsache, dass es vollständig freiwillig, ohne jedes Zutun des Staates entstanden ist. Zunächst ist dies sicherlich noch ein zarter Keim, dessen Entwicklung nicht durch grossen Lärm gefährdet werden soll; am heutigen Tage wollte ich aber nicht darauf verzichten, darüber ein Wort zu sagen und ich bin zu meiner Freude auch ermächtigt, Ihnen mitzuteilen, dass das Vertrauen des Führers auf Seite der Arbeitgeber in seine Vertragspartner durch die bisherigen Erfahrungen vollauf gerechtfertigt worden ist und dass er zuversichtlich an einen Fortschritt auf dem angebahnten Wege der Verständigung glaubt.

Wenn wir nun schliesslich die gewaltige Entwicklung auf allen Gebieten, die mit unsern Berufen zusammenhängen, überblicken, so erkennen wir auch, dass dies nur auf der Grundlage unseres wohlgeordneten Staates möglich war. Man ist ja gewohnt, auf die Politik und sogar auf den Staat ausgiebig zu schimpfen, zumal dies bei uns keineswegs gefährlich ist! Gerade der Techniker sollte aber doch nicht vergessen, dass man auch hier oder hier ganz besonders nicht befugt ist, einen hundertprozentigen Wirkungsgrad zu erwarten. In der Tat, wenn wir uns frei machen von allem Kleinen und auch verstehen, Mängel oder Versager von grösserer Bedeutung aus dem für eine geschichtliche Beurteilung angemessenen Abstände zu betrachten, so können wir nicht anders, als die glückliche Entwicklung unseres Staatswesens und seiner Einrichtungen dankbar anerkennen. Wenn ich in anderem Zusammenhange sagte, der Ing.- u. Arch.-Verein sei parteipolitisch neutral, so ergänze ich jetzt — in voller Sicherheit mit Ihnen allen einig zu sein — dass für unsern Verein die durch keinerlei Vorbehalte beschmutzte, eindeutige vaterländische Gesinnung eine Selbstverständlichkeit ist und bleibt. Auch eine politische Situation, die einmal dem Wesen des Vereins nicht ganz entsprechen sollte, wird ihn nicht abhalten, die selbstübernommenen Verpflichtungen gegenüber dem Volksganzen zu erfüllen.

Wie schon zur Zeit der Gründung, so stellt auch heute unser Berufsstand eine namhafte Zahl von Offizieren unserer Armee. Wir wollen nicht unbescheiden sein; ich glaube aber doch, dass jeder unseres Berufsstandes, wo er auch eingeteilt sein mag, eine Verpflichtung in sich fühlt, im Dienste für das Vaterland besonders besonderen Anforderungen sich gewachsen zu zeigen. Die Ausnutzung der Technik für die Kriegführung hat sich in hohem Masse entwickelt, enorme Leistungen an und hinter der Front werden gefordert. Wie stolz wir Techniker auf die uns zukommenden besondern Aufgaben sind, so müssen wir wissen — und es ist Pflicht, dies überall mit allem Nachdruck zu sagen — dass doch letzten Endes die hohen soldatischen Tugenden, die seit Jahrtausenden gleich geblieben sind, und der unbeugsame Wille des ganzen Volkes zum Widerstand und zum Siege, die Entscheidung bringen. Heute ist es jedem klar geworden, dass es kein anderes Mittel gibt, den Krieg von uns fernzuhalten, als eine entschlossene und gediegene militärische Vorbereitung und Rüstung. Wir hoffen aber, dass Europa endlich seine Ruhe finden könne und dass es dann möglich werde, die Errungenschaften der Technik in erster Linie einer friedlichen Entwicklung, gestützt auf eine Annäherung der Völker, dienstbar zu machen.

Hochverehrte Festversammlung!

Der Zürcher Ing.- und Arch.-Verein blickt mit Stolz und dankbar auf das erste Jahrhundert seines Bestehens zurück. Er will auch fürderhin ein Hort gediegener Berufsauffassung, fortschrittlicher technischer Entwicklung, echten und wahren künstlerischen Schaffens und aufrichtiger kollegialer Freundschaft bleiben.

Dem Schweiz. Ing.- u. Arch.-Verein verspricht er seine unverbrüchliche Treue und Verbundenheit, den Schwestersektionen Freundschaft und den guten Willen zum Sich-Verstehen, wo immer entgegenstehende Auffassungen vorkommen können.

Der Stadt und dem Stände Zürich will der Verein sich bereitwillig als Berater zur Verfügung stellen, und wenn er von sich aus zur Kritik an behördlichen Massnahmen und Projekten schreitet, will er sich zur Pflicht machen, dies von hoher Warte aus in akademischem Geiste zu tun.

Dem uns alle vereinigenden schweizerischen Vaterlande will der Verein und jeder einzelne, getreu und nach bestem Vermögen dienen und sich ihm ganz hingeben in der Stunde der Gefahr. Dies geloben wir! Hie Eidgenossen! Hie Zürich!

Ich fordere Sie auf, sich zu erheben und einzustimmen in unser «Rufst Du mein Vaterland, sieh uns mit Herz und Hand, all Dir geweiht!»

\*

An diese Ansprache schloss sich ein reicher Kranz von trefflichen Reden: Prof. Dr. R. Neeser sprach für den S. I. A., Stadtrat E. Stirnemann im Namen von Stadt und Kanton Zürich, Prof. Dr. F. Baeschlin für den Schweizerischen Schulrat und die Professorenschaft der E. T. H., Dir. F. Escher für die physikalische, die naturforschende und die technische Gesellschaft Zürich, Nationalrat Dr. P. Gysler für das Gewerbe und die Meisterschaften, stud. Züllig für die aktive Studentenschaft der E. T. H. Die Sektionen des S. I. A. liessen im Verlauf des Abends durch ihre Vertreter gratulieren und ein reicher Segen von Geschenken schmückte den Gabentisch des Jubilars. Sehr bewundert wurden die Zinnkannen der Sektionen Bern und Solothurn, der Becher von Aarau, das Dufourbild Genfs, die Radierung von Fribourg, der Teller von St. Gallen. Basel überbrachte eine Adresse und ein «B'haltis» für die Damen der Vorstandsmitglieder. Arch. L. Boedecker überreichte eine kunstvoll ausgeführte freundschaftliche Adresse des BSA Zürich und Bildhauer K. Fischer verlas ein humorvolles Pergament des Werkbundes (beides abgebildet im «Werk» vom August d. J.).

Der Vorstand der Sektion Zürich hatte den Anlass der Jahrhundertfeier benützt, um drei hervorragende Vertreter der Hauptzweige der im Z. I. A. vertretenen Berufe, die sich um den Verein verdient gemacht haben, durch eine besondere Adresse zu ehren. Die den Kollegen M. Haefeli, Architekt, Prof. K. E. Hilgard, Bauingenieur, und Prof. Dr. W. Wyssling, Elektroingenieur gewidmeten Urkunden wurden verlesen und Gäste und Mitglieder gaben durch lebhafte Akklamation ihre Freude an diesem Akt der Dankbarkeit kund.

Der Abschluss des ernsthaften Teiles des Abends brachte eine Galerie prominenter Zürcher Architekten und Ingenieure. Die in die Geschichte eingegangenen markanten Köpfe des zürcherischen Bauwesens und der zürcherischen Technik wurden im Bilde vorgeführt und ihr Leben und Schaffen kurz geschildert.

Die unauffällige, aber um so tätigere Regie des Vizepräsidenten, Arch. A. Gradmann, sorgte für den geordneten Gang des Festes und für reiche Unterhaltung. Viel Freude bereitete die treffliche Tafelmusik, die jeder Rede die passende Weise folgen liess.

In einigen Produktionen (eine Schnitzelbank und zwei Einakter, deren geistige Grundlagen ausnahmslos dem treffenden Witz unseres Kollegen M. Schucan zu danken waren), wurden Aktualitäten, wie die Landesausstellung, die berühmten Inseltrotoirs von Zürich, das Wartehaus am Bellevueplatz und anderes mehr in witziger Weise persifliert. Bei Musik und Gesang sass man zusammen und tauschte mit den Kollegen frohe Erinnerungen aus. Als die Letzten, darunter manch graues Haupt, den Festplatz mit Freude über die schöne Feier verliessen, begrüsst bereits die Vögel im Garten den Sonntagmorgen.

H. P.

## Schweisstechnik und Vorschriften im Stahlbau in Deutschland und in der Schweiz

Aussprache am 19. bis 21. Mai 1938 in Zürich

Diese fruchtbare Aussprache war die Verwirklichung einer Anregung von Herrn Geheimrat Dr. G. Schaper, die Gedanken und Erfahrungen über das Schweißproblem gegenseitig auszutauschen, die Meinungsverschiedenheiten aufzuklären und Mittel

und Wege zur Behebung der noch vorhandenen Schwierigkeiten zu finden. An dieser Tagung nahmen teil Vertreter von Deutschland, Frankreich, Belgien, Italien, Jugoslawien, Norwegen, Schweden, Estland und der Schweiz. Die Vorträge und Diskussionsbeiträge seien kurz wiedergegeben:

# 1. Anwendung der Schweissttechnik im Brückenbau unter Berücksichtigung der zerstörungsfreien Prüfmethoden und sonstiger Vorsichtsmassregeln in Deutschland.

Berichtersteller: Reichsbahnbau-Assessor Brückner (Berlin)

Der heutige Stand der Schweissttechnik hat eine zehnjährige Entwicklungsgeschichte hinter sich. Anfänglich waren die Ergebnisse der statischen Versuche massgebend, und erst später suchte man auch die Einflüsse dynamischer Einwirkungen zu erforschen. So wurde dann durch die dynamische Prüfung gefunden, dass die Ursprungsfestigkeit der Stumpfschweissungen zwischen 13 und 18 kg/mm<sup>2</sup>, die der Kehlnähte zwischen 6,5 und 10,3 kg/mm<sup>2</sup> und die der Stirnnähte zwischen 8 und 12 kg/mm<sup>2</sup> liegt. Ferner wurde die Schädlichkeit der Kerben festgestellt und dass durch entsprechende Bearbeitung der Uebergänge wesentliche Verbesserungen erreicht werden können. Im weiteren hat man gefunden, dass die Ausführung der Schweissnähte von besonderer Wichtigkeit ist und so die Schweissarbeiten im Brückenbau möglichst auf die Werkstätte beschränkt werden sollten und dass Ueberkopfschweissung möglichst zu vermeiden ist. Durch diese verschiedenen Massnahmen hat sich im Brückenbau ein besonderer Montagevorgang herausgebildet.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Erforschung der *Schrumpfspannungen* gewidmet. Ihre Wirkung wurde vorerst überschätzt, bis man dann durch Knickversuche mit Säulen, in denen Schrumpfspannungen bis 2500 kg/cm<sup>2</sup> vorkamen, feststellen konnte, dass eine besondere Verminderung der Tragfähigkeit hierdurch nicht eingetreten ist. So ist man heute zur Erkenntnis gekommen, dass Schrumpfspannungen bei einwandfrei hergestellten Schweissnähten keine wesentliche Beeinträchtigung der Sicherheit bewirken. Durch die richtige Anwendung aller Erkenntnisse ist man heute bereits so weit gekommen, dass die Ermüdungsversuche mit geschweissten Körpern bessere Ergebnisse gezeigt haben als mit genieteten Körpern. Man hat auch gefunden, dass Risse hauptsächlich beim Schweissvorgang selbst, insbesondere während des Abkühlens, sich bilden. Zur Verringerung der Schrumpfspannungen tragen insbesondere bei: die Vermeidung von Spannungsspitzen an den Nahtenden und in der ersten Lage, die raupenweise Schweissung, die Vermeidung des zu schnellen Abkühlens, das Vorwärmen der zu verschweisenden Teile, die sofortige Bereithaltung eines zweiten Schweissdrahtes bei längeren Nähten, die Verwendung ummantelter Elektroden und die richtige Schweissfolge. An Hand von Lichtbildern wurde gezeigt, wie sich schon ältere geschweisste Brückenbauten, bei denen die neuesten Erkenntnisse noch nicht angewendet worden sind, trotzdem gut bewähren, so auch eine Brücke aus St 52 bei Mainz.

In konstruktiver Hinsicht wurden Verbesserungen zu erzielen versucht durch die Einführung besonderer Walzprofile für Hauptträgergurtungen, so dass das Stegblech durch eine leicht ausführbare Halsnaht an die Gurtungen angeschlossen werden kann. Diese Profile haben verschiedene Wandlungen durchgemacht. Heute besteht das Bestreben, die Halsnaht möglichst nahe der neutralen Axe des Trägers anzubringen, wodurch diese Profile die Form eines einfachen  $\perp$  Querschnittes annehmen. Von der Verwendung zu dicker Gurtplatten ist man wieder abgekommen, ferner wird die Schrägnaht wieder durch die 90°-Naht ersetzt. Neuestens wird versucht, die Ermüdungsfestigkeit von Stirnkehlnähten durch Anbringung einer Entlastungskerbe am Uebergang der Naht in das Blech zu verbessern. Da das Verschweissen der Stegblech-Aussteifungen mit den Gurtungen sehr nachteilig ist, wird versucht, die Lage der Gurtschenkel durch Passplättchen oder seitlich an die Aussteifungen angeschweisste Passtücke zu fixieren. Ein besonderer Einblick wurde in die Konstruktion der neuesten geschweissten Brücken gegeben, so in die Brücken des Rügenhammes, von denen die eine aus 10 Öffnungen von 54 m Spannweite besteht. Besonderes Gewicht wurde auf die Ausbildung der geschweissten Stösse auf der Baustelle gelegt. Um mit möglichst wenig Montagestössen auszukommen, wurden Stücke bis zu 64 m Länge auf die Baustelle angeliefert. Nähere Angaben über Schäden infolge Schweissungen wurden gemacht an Hand der Brücke am Bahnhof Zoo in Berlin, sowie an der Brücke Kalkberge-Rüdersdorf. Zur Aufdeckung allfälliger weiterer Schäden kamen die Röntgenprüfung, sowie die Methode der elektromagnetischen Felder zur Anwendung.

## 2. Grundlagen der deutschen Vorschriften und Problematik der Weiterentwicklung der Schweissttechnik im Stahlbau.

Berichtersteller: Dr. Ing. Klöppel, Direktor des Deutschen Stahlbau-Verbandes (Berlin).

Die Schwierigkeiten, die sich bei verschiedenen geschweissten Bauwerken gezeigt haben, bedingen eine schärfere Er-

fassung einer Reihe von Umständen und Erscheinungen. In dieser Hinsicht werden folgende wesentlichen Punkte angeführt:

a) Der Einfluss der Kerbform auf Fließgrenze und Bruchfestigkeit. Nach den Versuchen von Ludwick wird als Folge eines räumlichen Spannungszustandes und der behinderten Querkontraktion eine wesentliche Erhöhung von  $\sigma_s$  und  $\beta_z$  bei gekerbten Stäben festgestellt. — b) Der Einfluss des räumlichen Spannungszustandes auf die Bruchart. Währenddem bei einaxiger Beanspruchung ein Gleitungsbruch entsteht, kann je nach dem räumlichen Spannungszustand sich ein Trennungsbruch bilden. — c) Der Einfluss der Vorlast durch innere Spannungen auf die Ermüdungsfestigkeit. Diese kann eine Verbesserung erfahren, wenn die inneren Spannungen nicht gleichsinnig der überlagerten Beanspruchung sind. Nach den Pulsversuchen von Thum wurde z. B. an einem gewöhnlichen gelochten Stab eine Ursprungsfestigkeit von 18,5 kg/mm<sup>2</sup> festgestellt. Durch die Erzeugung innerer Spannungen, die auf den Lochrand entlastend wirkten, konnte die Ermüdungsfestigkeit auf 23 kg/mm<sup>2</sup> gehoben werden, und wenn sie belastend wirkten, zeigte sich ein Abfall auf 16,5 kg/mm<sup>2</sup>. — d) Die Aenderung der Werkstoffeigenschaften durch den Einfluss der Kaltreckung infolge innerer Spannungen, die die Fließgrenze erreichen. — e) Die schärfere Erfassung der Schrumpfspannungen infolge Schweissens, wobei die Versuche von Dörnen, Grüning und Bühler erwähnt werden. — f) Die Eigenspannungen in den Trägern selbst als Folge des Fabrikationsvorganges. Solche innere Spannungen können lange Zeit erhalten bleiben; so riss ein Träger noch nach 20jähriger Lagerung bei Beginn der Bearbeitung. — g) Das Nietproblem. Neue Versuche haben ergeben, dass bei kleineren, genieteten Probekörpern sehr wohl mit einer Ursprungsfestigkeit von 17 kg/mm<sup>2</sup> gerechnet werden darf, hingegen kann diese bei grösseren Nietverbindungen auf 16 kg/mm<sup>2</sup> abfallen. Unter diesen Umständen ergibt sich bezüglich Ursprungsfestigkeit das Verhältnis: gewalzt 29 kg/mm<sup>2</sup>, geschweisst 17 kg/mm<sup>2</sup> und genietet 16 kg/mm<sup>2</sup>, also ein Vorsprung der Schweissung gegenüber der Nietung.

Der Berichtersteller gibt noch bekannt, dass bei Versuchen mit Trägern, die starke innere Spannungen aufgewiesen haben, trotzdem gute Ermüdungsfestigkeiten festgestellt worden sind.

Es wird noch ein Vergleich gezogen zwischen den deutschen und schweizerischen Vorschriften für geschweisste Konstruktionen und gefunden, dass bei Berücksichtigung der Wechselbeanspruchung die schweizerischen fast durchweg geringere Spannungswerte zulassen als die deutschen. Bei mehraxigen Spannungszuständen wird in Deutschland der Einfachheit wegen nach der Hauptspannungsformel gerechnet, da die vielen Einflüsse, insbesondere die inneren Spannungen, durch genauere Berechnungsverfahren doch nicht erfasst werden können. — Besonders im Fluss ist die Frage des Baustahles St 52 bezüglich seiner Vereinheitlichung in der chemischen Zusammensetzung, sowie betreffend der Veränderung seiner Eigenschaften durch die thermischen Einflüsse des Schweissens. — Alle erwähnten Probleme bedingen neue Betrachtungsweisen und eine Neuorientierung der Stahlbauvorschriften.

## 3. Ueber einige neuere Schrumpfspannungs-Messungen an Stumpfstössen gewalzter Träger.

Berichtersteller: Prof. O. Graf (Stuttgart).

Es wurden Walzträger aus St 37 mit verschiedenartig ausgebildeten Stössen Dauerbiegeversuchen unterzogen und hernach die restlich verbleibenden Schrumpfspannungen durch Zerlegen der Träger in einzelne Teile in der Naht, sowie in den benachbarten Zonen ermittelt. Hervorzuheben ist, dass bei einem Träger in der Zugzone grosse Druckspannungen infolge Schrumpfung festgestellt worden sind, während bei einem anderen Träger an der betreffenden Stelle Zugspannungen ermittelt wurden. Im Bereich von Spannungsspitzen zeigte sich ein rascher Spannungsabfall. Es ist notwendig, den Arbeitsvorgang beim Schweissen so einzurichten, dass möglichst niedrige Schrumpfspannungen entstehen. Weitere Laboratoriumsversuche zur Klärung der Frage der Schrumpfspannungen sind unbedingt notwendig.

## 4. Der heutige Stand der Schweissttechnik im Stahlbau in Deutschland.

Berichtersteller: Dr. Ing. Kommerell, Direktor der Reichsbahn (Berlin).

Der jetzige Stand der Schweissttechnik ist die Frucht einer allmählichen Entwicklung, insbesondere auf Grund von Ermüdungsversuchen bezüglich Einfluss der Vorlast, der Gestaltung der Naht, der Einbrandzone, der Uebergänge zwischen Blech und Schweissnaht, der Gestaltung der Laschenenden usw.; während man früher nach Faustformeln rechnete, wurde dadurch der Berechnungsart ein festes Gefüge gegeben. Ein besonderes Studium wurde auch den Schrumpfspannungen



gewidmet. Die Erfahrungen der Reichsbahn stützen sich nunmehr auf den Bau von 160 geschweissten Brücken bis 54 m Stützweite aus Baustahl St 37 und St 52, von denen der grösste Teil bis jetzt zu Beanstandungen keinen Anlass gibt. Es wurde auch versucht, das Schweißen zur Verstärkung von Brücken durch Anbringen von Verstärkungsteilen heranzuziehen. So verhänglich diese Idee ist, so sehr muss man sich davon zurückhalten, weil dabei ganz bedeutende innere Spannungen auftreten, die zu Brüchen führen können.

Unter den Rückschlägen ist die Brücke am Zoologischen Garten Berlin zu erwähnen, wo am Vollwandträger Querrisse in der Verbindungsnaht zwischen Wand und Gurtung aufgetreten sind. Bei der aus St 52 bestehenden Brücke hat sich gezeigt, dass die Brucherscheinungen der Aufhängung des Stahles durch die thermischen Einflüsse beim Schweißen zuzuschreiben sind; so wurden durch das Abschrecken Festigkeiten bis 120 kg/mm<sup>2</sup> festgestellt. Ein besonderer Einblick in die Härtharkeit des St 52 kann erhalten werden mit Hilfe von Fallbiegeproben mit Flachstäben, auf denen in der Längsaxe eine Schweissraupe aufgebracht ist. Ein Trennungsbruch trat schon bei einem Biegewinkel von 18° ein, währenddem der Flachstab ohne Naht auf der Zugzone einen Biegewinkel von 180° zuließ; mit zunehmender Dicke des Probestabes wurden die Ergebnisse noch ungünstiger. Nach einem Anwärmen der Probe auf 100° und 200° konnten hingegen wesentlich grössere Biegewinkel erzeugt werden. Zur Aufklärung der Rissbildung an Kehlnähten wurden Versuche in der Weise durchgeführt, dass während des Schweißens auf die Rückseite des Probestückes Luft aufgeblasen wurde. Durch diese Beeinflussung war es bei St 52 unmöglich, eine rissfreie Naht herzustellen. Hieraus ist ersichtlich, wie weit unter Umständen schon Zugluft beim Schweißen von St 52 einen Einfluss ausüben kann. Die ganze Frage dieser Erscheinung ist noch im Studium begriffen, insbesondere auch bezüglich der Legierungsbestandteile. Um dieser Aufhängung zu steuern, herrscht das Bestreben, die grossen kompakten Stahlmassen möglichst zu vermeiden und mehr dünnere Profile und Lamellen zu verwenden.

Die Untersuchung von Bauwerken auf Risse wird ausser mit Röntgenstrahlen noch mit Hilfe eines elektromagnetischen Kraftfeldes durchgeführt. Auf das Eisen wird Oel, in dem sich fein verteilte Eisenpartikelchen befinden, aufgeträufelt und diese sammeln sich dann an Risstellen an. Insofern die Risse nur in der Naht sich befinden, kann der Schaden durch Herausnehmen der schadhaften Nahtzone und durch Nachschweißen wieder behoben werden.

Bei der Reichsautobahnbrücke von Rüdersdorf, einem Talübergang von 742 m Länge aus St 52, trat an Untergurt und Stehblech plötzlich ein knallartig ausgelöster, klaffender Riss auf, und zwar 2,5 m vom Stoss entfernt; nach ca. 3 Stunden wurde noch ein weiterer Riss ausgelöst. Vermutlich waren innere Spannungen die Ursache; der eindeutige Grund ist jedoch noch nicht aufgeklärt. Im weiteren spielt bei diesen meistens als Trennungsbrüche auftretenden Schäden auch der räumliche Spannungszustand eine Rolle.

Um sich vor weiteren Rückschlägen zu schützen, wird empfohlen, St 52 erst dann wieder zu schweißen, wenn die Bruchursachen eindeutig geklärt sind. Im weiteren werden noch folgende Massnahmen bekanntgegeben: Unterlassen der Verschweissung der Versteifungsprofile der Stehbleche mit den Gurtungen, Orientierung der Gurtungen durch Einlegen von Plättchen, Schutz vor Verziehen, Verhindern des Aufhärtens des Materials, Verringerung der Profil- und Lamellenquerschnitte, Vermeidung mehraxiger Spannungszustände, Schutz vor Zugluft.

5. *Gegenwärtiger Stand der Schweissstechnik und noch zu lösender Aufgaben im Stahlbau in der Schweiz.*

Berichterstatte: Prof. Dr. M. Ros (Zürich).

Nach den schweiz. Vorschriften dürfen auch hochwertige Stähle geschweisst werden, wobei die Festigkeitswerte von Fall zu Fall festzusetzen sind. Die Schwierigkeiten bei diesen Stählen sind vorherrschend metallurgischer Art, auch die Kerbempfindlichkeit spielt eine wichtige Rolle. Bei den Schweißungen ist das Endziel, eine Gleichwertigkeit zur Nietung herbeizuführen; eine Gleichwertigkeit zwischen Schweißung und Vollmaterial gibt es hingegen nicht. Bei Schrumpfspannungen und inneren Spannungen kann die Streckgrenze erreicht werden. Die örtlichen Spannungserhöhungen machen sich beim Versuchs-Träger Mortada so stark geltend, dass der Ermüdungsbruch nach normaler Rechnung innerhalb der zulässigen Spannung eintrat.

Rückschläge sind eingetreten am neuen Sendeturm Beromünster und an geschweissten Druckleitungsrohren. Diesen gegenüber sind wesentliche Fortschritte zu verzeichnen, so an den Druckrohrleitungen Dixence und Etzel, an Flugzeugrohren

und geschweissten Schienen. Sie werden an einer Reihe von Lichtbildern erläutert.

Bezüglich der schweiz. Vorschriften werden die geringeren zul. Spannungen für Schweißungen dadurch begründet, dass bis jetzt in der Schweiz nicht die strenge Kontrolle ausgeübt worden ist, wie sie in Deutschland gehandhabt wird. Es besteht nun in der Schweiz die Absicht, die zulässigen Spannungen für eine Qualitätsstufe I zu erhöhen, unter der Bedingung tadelloser Schweissarbeit, Schulung der Schweisser und Kontrolle mit Durchstrahlung.

Es werden in Lichtbildern Anrisse gezeigt, wie sie bei Schweißungen dicker Bleche festgestellt worden sind. Wesentlich hierbei ist, dass sie unter Umständen infolge ihrer Feinheit nur durch das Mikroskop sichtbar sind, nicht aber durch Röntgenstrahlen. Die Entstehung solcher Risse kann auf die Bildung von Martensit (Beromünster), sowie auf die inneren Spannungen in den ersten Lagen (Lac Noir) zurückgeführt werden.

Als besondere Massnahmen zur Erzielung guter Schweißungen werden empfohlen: Abgestimmte Elektroden, Vermeidung von Einkerbungen, Nacharbeiten der Nähte durch Schmirgeln zum Wegarbeiten allfälliger Martensitbildungen, Vermeidung übergrosser Schlussquerschnitte bei den Schweißnähten und richtige Ausbildung konstruktiver Einzelheiten. Zur Feststellung der Güte der Schweißungen und des Spannungsverlaufes dienen: die elektromagnetischen Felder, das photoelastische Verfahren zur Ermittlung der Kraftfelder, die Trepanationen — örtliche Probeentnahme durch Ausschnitte, die metallographische Untersuchung zur Feststellung des Grob- bzw. Feingefüges und der mikroskopisch feinen Risse, die Ermüdungsversuche, die Verformungs- und Spannungsmessungen an fertigen Bauwerken und die Röntgenuntersuchung, die jedoch nur bei stark beanspruchten Nähten vorzunehmen ist.

Legierte Stähle werden heute in der Maschinenindustrie mit Erfolg geschweisst; wesentlich ist der einwandfreie Zustand der Uebergangszone. Am vorteilhaftesten wären Stähle, die gegen Härten unempfindlich sind. Zur Beseitigung innerer Spannungen dient spannungsfreies Glühen.

Durch die Schaffung einer neuen Qualitätsstufe I neben den bisherigen Stufen II und III werden zukünftig die zulässigen Werte der schweiz. Vorschriften nahe an diejenigen der deutschen heranreichen.

6. *Schweizerische Vorschriften für geschweisste Bauwerke aus Stahl. Neue Vorschläge.*

Berichterstatte: Ing. A. Eichinger (Zürich).

Es wird die neu vorgesehene Kategorie I in Vergleich gezogen mit den bisherigen Kategorien II und III. Die Erhöhung der zul. Spannungen für Schweißungen macht eine schärfere Kontrolle im Laboratorium, in der Werkstätte und auf der Baustelle erforderlich. Bezüglich Ursprungsfestigkeit  $\sigma_u$  müssen bei Stumpfnähten für die Kategorien III, II, I 14, 16 bzw. 18 kg/mm<sup>2</sup> gefordert werden. Die Nahtoberfläche muss ohne Kerben sein, sonst ist eine Bearbeitung erforderlich. Die innere Beschaffenheit ist bei den Kategorien I und II durch Röntgenstrahlen festzustellen. Bezüglich zulässiger Spannungen werden im Vergleich zur Ursprungsfestigkeit des genieteten Grundmaterials folgende Koeffizienten  $\alpha$  eingeführt:

	III	II	I
a) Stumpfnähte von Kategorie			
quer zur Naht	0.7	0.85	1.00
längs zur Naht	0.85	1.00	1.10
Schub	0.55	0.60	0.65
b) Kehlnähte			
quer zur Naht	0.35	0.40	0.40
längs zur Naht	0.85	1.00	1.10
Schub	0.40	0.45	0.50

Bei zweiaxigem Spannungszustand ist die in den Vorschriften bekanntgegebene Vergleichsspannung  $\sigma_g$  zu ermitteln, die dann das  $\sigma_{zul}$  nicht überschreiten darf. — Im weiteren wird vorgeschlagen, für Ueberkopfschweißen eine besondere Elektrode zu schaffen.

7. Dir. F. Bühler (Döttingen) gibt Ermüdungsversuche mit zwei geschweissten biegefesten Trägern bekannt, die in der E. M. P. A. geprüft worden sind. Sie bestehen aus einem Stehblech 220 × 12 und je einer Gurtlamelle 190 × 18. Der eine, mit einem Stumpfstoss im Mittelfeld versehene Balken riss im querkraftfreien Teil am Ende einer Naht, das durch einen Krater gekennzeichnet war; die Ursprungsfestigkeit dieses bei —8° ohne besondere Sorgfalt hergestellten Trägers betrug 18,5 kg/mm<sup>2</sup>. Der zweite Träger, ohne Stumpfstoss, riss im Querkraftfeld bei einem  $\sigma_u$  von 21,5 kg/mm<sup>2</sup>; die statische Zugfestigkeit des Materials war 44,3 kg/mm<sup>2</sup>. Aus diesen Versuchen wird gefolgert, dass Schweissraupenansätze und Krater besondere Gefahrenherde sind. In dieser Hinsicht ist besonders bei der Ausbildung der Knotenbleche von Fachwerkbrücken darauf

zu achten, dass sie reichlich bemessen werden und ein Minimum von Schweissraupenansätzen aufweisen. Bei allen geschweissten Konstruktionen wird als bedeutungsvoll angesehen: die Klein- und Grossformgebung der Einzelteile, die Beherrschung der inneren Spannungen, die Vermeidung der Anhäufung von Schweissnähten und deren Kreuzung, die Einschränkung quer gelegter Aussteifungen und das Schleifen von gekerbten Uebergängen. An Hand von Lichtbildern werden u. a. gezeigt: die Hallenbrücke des E. T. H.-Maschinenlaboratoriums, die Tessinbrücke bei Lavorgo und die Willerzellbrücke über den Sihlsee.

8. Prof. Dr. F. Stüssi zeigt weitere geschweisste Brücken, die in der Schweiz erstellt worden sind, so die Rhonebrücke bei Leuk, die Gumpischbachbrücke und die Tessinbrücke Giubiasco-Sementina.

9. Widman, Ingénieur Principal Ch. d. f. du Nord (Paris), gibt die geschweissten Brückenkonstruktionen bekannt, die in der Région du Nord ausgeführt worden sind. Es handelt sich um vier vollwandige Brücken aus Baustahl St 42 mit einer Streckgrenze von 24 kg/mm<sup>2</sup> und um eine im Bau befindliche Fachwerkbrücke von 39 m Stützweite aus Baustahl St 54. Als zulässige Beanspruchung wird 18 ÷ 19 kg/mm<sup>2</sup> angegeben. Der Gehalt des Baustahles St 54 an Chrom variiert zwischen 0,25 und 0,50 %, an Kohlenstoff zwischen 0,14 und 0,23 % und ist bezüglich Kupfer  $\geq 0,25$  %. Zur Erleichterung des Schweissens kommen drehbare Einrichtungen zur Anwendung.

10. Prof. F. Campus und M. Ros berichten über die eingestürzte, geschweisste Vierendeelträgerbrücke über den Albertkanal bei Hasselt. Sie besteht aus Stahl mit  $\sigma_s = 24 \div 25$  kg/mm<sup>2</sup>,  $\beta_s = 42 \div 50$  kg/mm<sup>2</sup> und  $\lambda = 25$  %/. Die Schweissungen wurden mit umhüllten Elektroden von 4 ÷ 7 mm Durchmesser durchgeführt. Der Bruch wurde knallartig ausgelöst, und es dauerte der Einsturz etwa 6 Minuten. Der völlig verformungsfreie Bruch befindet sich an einer Uebergangsstelle des Pfostens in den Untergurt und reichte zum Schluss über die ganze untere Gurtung. Die Untersuchungen über die Bruchursache sind noch im Gange.

#### Diskussion.

a) *Frage der Elektroden.* Sie hat sich heute zugunsten der ummantelten Elektroden entschieden; die Ummantelung dient insbesondere zur Verbesserung der Wärmehaltung und des metallurgischen Prozesses. Von besonderer Bedeutung ist die Gleichmässigkeit des Drahtmaterials. Nach Dir. Kommerell findet in Deutschland die Abnahme der Elektroden durch Prüfung des Drahtes, sowie der Ummantelung statt. Auch sollte die Prüfung auf Rissigkeit des Schweissgutes erfolgen. Da in Deutschland eine grosse Zahl von Elektrodenarten auf dem Markt sind, will man diese nach Geheimrat Schaper auf einige Typen reduzieren. Dir. E. Baumann erwähnt, dass bei Gebr. Sulzer nur ummantelte Elektroden verwendet werden und diese einer sorgfältigen Prüfung durch Zug-, Faltbiege- und Kerbschlag-Proben aus dem Schweissgut unterzogen werden. — In Belgien findet nach Prof. F. Campus ebenfalls eine Abnahme der Elektroden statt. Ausserdem ist wesentlich, dass Risse nicht nur auf die Temperatur, sondern auch auf die Art der Elektroden zurückgeführt werden können. — Dr. A. Bühler berichtet, dass auch in der Schweiz Vorschriften über die Abnahme der Elektroden erwünscht sind; bis heute bestehen keine solchen. — Beim Schweissen von Halsnähten sollten nach Dr. Ing. Dörnen ständig neue Elektroden zum Auswechseln bereitstehen, damit der Schweissfluss nicht unterbrochen wird und Kraterbildungen vermieden werden.

b) *Innere Spannungen.* Der Frage der Eigenspannungen, sowie der durch das Schweissen erzeugten Schrumpfspannungen wird grösste Aufmerksamkeit geschenkt; dementsprechend finden auch umfassende Untersuchungen in den verschiedensten Laboratorien statt. Zur Verminderung der Schrumpfspannungen werden von Obering. E. Höhn folgende Punkte erwähnt: Die Einzelteile sind möglichst in die Lage zu bringen, die sie nach dem Verschweissen aufweisen sollen. — Die  $\times$ -Naht ist infolge Symmetrie günstiger als die V-Naht. — Der Arbeitsprozess ist von wesentlicher Bedeutung. — Ummantelte und möglichst dicke Elektroden sind vorzuziehen. — Das Anwärmen der Nähte erhöht die Zähigkeit. — Nach Dr. Klöppel kann der Versuchsträger von Mortada, der geringe Ermüdungsfestigkeiten aufwies, infolge seiner ungünstigen Verhältnisse nicht als Vorbild einer geschweissten Fachwerkkonstruktion dienen; insbesondere waren die Einspannungen zu starr. Zur Verringerung innerer Spannungen kann ein Ausglühen in Frage kommen, hingegen sind Schwierigkeiten zur Erzielung der Gleichmässigkeit vorhanden, ebenso ist die Wirtschaftlichkeit nicht ausser acht zu lassen. — Dir. Schaechterle berichtet, dass bei der abgerutschten Brücke bei Dizingen die Schweissnähte trotz der aufgetretenen grossen Beanspruchungen und der hohen inneren Spannungen

fast alle intakt geblieben sind. Die Durchbiegung war 30 % niedriger als nach Rechnung.

c) *Material und Härbarkeit.* Sobald ein Baustahl einen erhöhten Kohlenstoffgehalt, oder Legierungsbestandteile wie Cr und Mo enthält, ist auf seine Härbarkeit beim Schweissen Rücksicht zu nehmen. Die Rückschläge beim Baustahl St 52 sind zu einem wesentlichen Teil auf diesen Umstand zurückzuführen. Nach Prof. Ros ist die Maschinenindustrie im Schweissen von legierten Stählen wesentlich weiter als der Brückenbau, und es sollte daher ein Baustahl St 52, der genau festgelegt ist, beibehalten werden. Die gehärtete Zwischenzone ist unter allen Umständen zu vermeiden, was z. B. durch Vorwärmen geschehen kann. Der Grundwerkstoff soll möglichst zäh sein. Bei dicken Profilen sollte ein Glühen bei niedriger Temperatur stattfinden; so werden z. B. beim Anlassen von Schienen auf 150 ÷ 200° schon wesentlich bessere Resultate erzielt. Der tschechoslowakische Baustahl St 52 ist mit Mo legiert. Ing. H. Zschokke (BBC) erwähnt, dass auch die Maschinenindustrie beim Schweissen legierter Stähle Schwierigkeiten hatte. Diese sind nun überwunden, nachdem festgelegt worden ist C max = 0,25 % und Cr max = 0,1 %. Als Ersatz für diese Beschränkung kommen Ni, Mn und Mo in Betracht. Ing. Steinegger ergänzt hierzu, dass auch die richtigen Elektroden angewendet werden müssen. Nach Geheimrat Schaper werden im deutschen Schiffbau legierte Stähle, insbesondere St 52, ganz allgemein geschweisst. Trotz ungünstiger Umstände, wie grosse Kälte, Wind, Vertikal- und Ueberkopf-Schweissen, hat man bis jetzt nur gute Erfahrungen gemacht. Bei Konstruktionsteilen, die stark beansprucht sind und solchen, die aus Profilen und Lamellen über 20 mm Dicke bestehen, sollte S-M-Qualität verlangt werden. — Dr. R. Wasmuth (Hüttenverein Dortmund) gibt bekannt, dass nach neuesten Untersuchungen über Aufhärtung an Baustählen bezüglich der Elemente Cr, Mn, Si innerhalb gewisser Grenzen Gleichwertigkeit besteht. Eine Wärmebehandlung sollte bei Profilen über 30 mm Dicke stattfinden. Ueber den Baustahl St 52 wird von Dir. Kommerell noch ergänzend bemerkt, dass die Abnahme schmelzungsweise geschieht und die Analyse vom Werk angegeben wird.

Beim chromlegierten Baustahl ist die Zusammensetzung wie folgt: C unter 0,2 %, Mn 1,2 %, also etwas hoch, Si 0,55 %, P + S < 0,10 %, Cu 0,3 %, Cr 0,3 bis 0,4 %; Stähle mit diesem Cr-Gehalt haben sich als nachteilig erwiesen. Damit eine einwandfreie Schweissung garantiert werden kann, werden heute an die Unternehmen grosse Anforderungen gestellt; so hat die Ueberwachung durch Fachingenieure zu erfolgen, ferner müssen Drehvorrichtungen für grosse Konstruktionen und Durchstrahlungsanlagen vorhanden sein. Im weiteren hat eine Schweisserprüfung stattzufinden.

\*

Die Diskussion wird mit folgenden Ausführungen von Geheimrat G. Schaper geschlossen: Der Baustahl St 37 lässt sich zweifelsfrei mit Sicherheit schweissen. Die Ermüdungsfestigkeiten geschweisster Verbindungen können höher sein als bei Nietung. Die Maschinenindustrie ist bei der Schweissung legierter Stähle so weit, dass Hindernisse nicht mehr im Wege stehen. Da bei der Schweissung von Baustahl St 52 an drei Brücken Rückschläge eingetreten sind, müssen Mittel und Wege gesucht werden, um dieser Schwierigkeiten Herr zu werden. Zu diesem Zwecke kommen eine Reihe von Massnahmen in Betracht, so das Vorwärmen, die Beschränkung der Dicke der Einzelteile, die Beschränkung der Anzahl der Legierungen von St 52, die Form der Wulstprofile, das Weglegen der Halsnaht vom Wulst, der allfällige Ersatz von Baustahl St 52 durch St 44 und St 46, u. a. m. Bezügliche Versuche werden mit grösster Beschleunigung durchgeführt. Die bereits erzielten Fortschritte geben den Mut zum Ausharren!

Th. Wyss.

## Wettbewerb über die Führung einer Fernverkehrsstrasse Brugg-Baden

Weder das Ergebnis des Wettbewerbes für Durchgangstrassen in Baden (s. Bd. 96, S. 132\*; 13. Sept. 1930), noch das im Auftrag des Schweiz. Autostrassenvereins von Ing. A. Frick† ausgearbeitete Projekt der Strasse Brugg (d. h. Umiken-Altenburg)-Innlauf-Neuenhof-Zürich (s. Bd. 101, S. 217, Abb. 21; 6. Mai 1933) hat eine tatsächliche Verbesserung der für den Fernverkehr ganz ungenügenden Strassenzüge im Raume Brugg-Baden zur Folge gehabt. Während die im Wettbewerb von 1930 vorgeschlagenen Verbesserungen heute als zu kleinlich angesehen werden, vermochte sich andererseits die südliche Umfahrung von Brugg und Baden gemäss S. A. V.-Projekt nicht durchzusetzen, weil Baden dadurch zu weit ab vom grossen Verkehr zu liegen käme. Hinzu