

Über die Prüfung von Schweissnähten

Autor(en): **Matting, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2816>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

III c 5

Über die Prüfung von Schweißnähten.

Le contrôle des soudures.

The Testing of Welds.

Dr. Ing. habil. A. Matting,
Professor an der Technischen Hochschule Hannover.

Neben sorgfältiger Überwachung des Schweißvorganges ist wegen des hohen Persönlichkeitsanteils beim Schweißen eine Nachprüfung der Nähte unerlässlich. Außerdem müssen die Schweißer in regelmäßigen Zeitabständen geprüft werden (vgl. z. B. DIN 4100). Die Nachprüfung muß schnell und mit einfachen Mitteln genügend aufschlußreich durchführbar sein.

Sehr einfach ist der Kaltversuch, der in Deutschland nach der Anordnung Fig. 1 bis 3 durchgeführt wird. Der wissenschaftliche Wert ist umstritten.¹ Er kann außerordentlich stark abgewandelt werden (Warmbiegeversuch, Abschreckbiegeversuch usw.), was die Gütewerte erheblich beeinflusst. Trotz vieler Bedenken wird er besonders zur werkstattmäßigen Prüfung herangezogen. Für hochwertige Schweißungen hat er sich jedoch als nicht genügend aufschlußreich erwiesen.²

Der Zugversuch hat in erster Linie laboratoriumsmäßige Bedeutung. Es gibt verschiedene Probeformen. Die üblichen für Stumpfnähte zeigt Fig. 4. Beim Rundkerbstab wird der Bruch in der Schweißnaht erzwungen. Er dient mit abgearbeiteter Wulst zur Werkstoffprüfung. Der prismatische Stab, bei dem der Bruch auch im Übergang oder im Baustoff eintreten kann, ist zur Arbeitsprüfung bestimmt. Die Ermittlung von Streckgrenze und Dehnung ist schwierig und ungenau.

Im Stahlbau wird besonders die Kreuzstabprobe angewandt, die zur Prüfung von Kehlnähten dient, Fig. 5. Die Anforderungen sind in DIN 4100 genau festgelegt.

Die Bedeutung von Dauerbiege- und Dauerzugversuchen wird immer mehr anerkannt. Bei geeigneter Formgebung, fehlerfreien Nähten und allmählichen Übergängen zwischen Werkstoff und Zusatzstoff³ werden Werte von 15 kg/mm² erreicht und überschritten. Richtig hergestellte Schweißverbindungen sind damit den genieteten durchaus gleichwertig, oft sogar überlegen.⁴ Genormte Probeabmessungen für Dauerversuche liegen noch nicht vor.

¹ G. Fiek und A. Matting: Autogene Metallbearbeitung 27 (1934), H. 4, S. 61.

² A. Matting und H. Otte: Autogene Metallbearbeitung 29 (1936), H. 19, S. 289.

³ A. Matting und G. Oldenburg: Elektroschweißung 7 (1936), H. 6, S. 108.

⁴ O. Kommerell: „Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten“, II. Teil: Vollwandige Eisenbahnbrücken. Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin 1936.

Härteprüfungen dienen in erster Linie zur Untersuchung von Auftragschweißungen. Der Kerbschlagversuch, Fig. 6, wird im Stahlbau nach DIN 1913 nur zur Elektrodenprüfung dann herangezogen, wenn es sich um die Herstellung hochbeanspruchter Schweißverbindungen handelt. Diese Untersuchung ist als Abnahmeprüfung der betriebsmäßigen Verwendung der Zusatzstoffe vorgeschaltet. Die verlangten Güterwerte von 5 bis 7 mkg/cm² werden im allgemeinen ohne Schwierigkeit erreicht.⁵

Zur Beurteilung von Schweißdrähten dient neben den mechanisch-technologischen Prüfverfahren auch der Kletterversuch, Fig. 7, der Aufschluß darüber gibt, ob die Drähte auch in schwieriger Schweißlage verarbeitbar sind. Gasschweißdrähte und blanke Elektroden klettern im allgemeinen gut. Mit der Höhe des Kohlenstoffgehaltes kann die Kletterfähigkeit abnehmen. Schwieriger ist gute Kletterfähigkeit mit umhüllten, besonders dick umhüllten Elektroden zu erzielen, obgleich es auch hier schon hervorragend entwickelte Erzeugnisse gibt. Zur Prüfung der Kletterfähigkeit umhüllter Elektroden dienen nach DIN 1913 heute senkrechte Kehlnähte, von denen eine Lage abwärts und dann eine halbe Lage aufwärts geschweißt wird. Die Kletterprobe erlaubt bedingt gleichzeitig Rückschlüsse auf das Verhalten der Drähte bei Überkopfschweißungen.

Proben, die durchgehend aus Schweißgut bestehen, haben sich bisher in größerem Umfange nicht einzuführen vermocht. Die Bestimmung der Verformbarkeit an geschweißten Proben ist schwierig und unzuverlässig. Der Vorschlag, Dehnungsmessungen an Kreuzstäben auszuführen,⁶ wird zur Zeit geprüft. Beim Reckversuch,⁷ Fig. 8, wird ein Proportionalstab mit längs verlaufender Schweißnaht verwendet. Der Anteil der Schweißung am Gesamtquerschnitt beträgt etwa 30%. Die Probe wird in einer Zerreißmaschine so lange gereckt, bis das Dehnungsvermögen der Schweißung erschöpft ist. Das unterschiedliche Dehnvermögen einzelner Schweißdrahtsorten, der Baustoffeinfluß und die Auswirkung des Schweißverfahrens lassen sich hierdurch gut erkennen. Proben ohne Wulst ergeben im allgemeinen um 2 bis 3% höhere Dehnwerte. Von einer allgemeinen Einführung dieser Probeform ist bisher abgesehen worden.

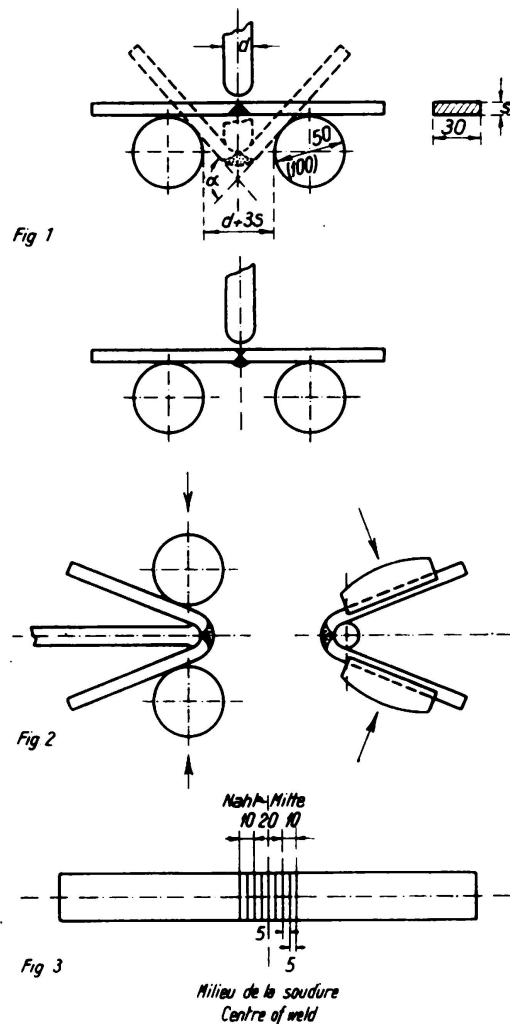


Fig. 1—3,

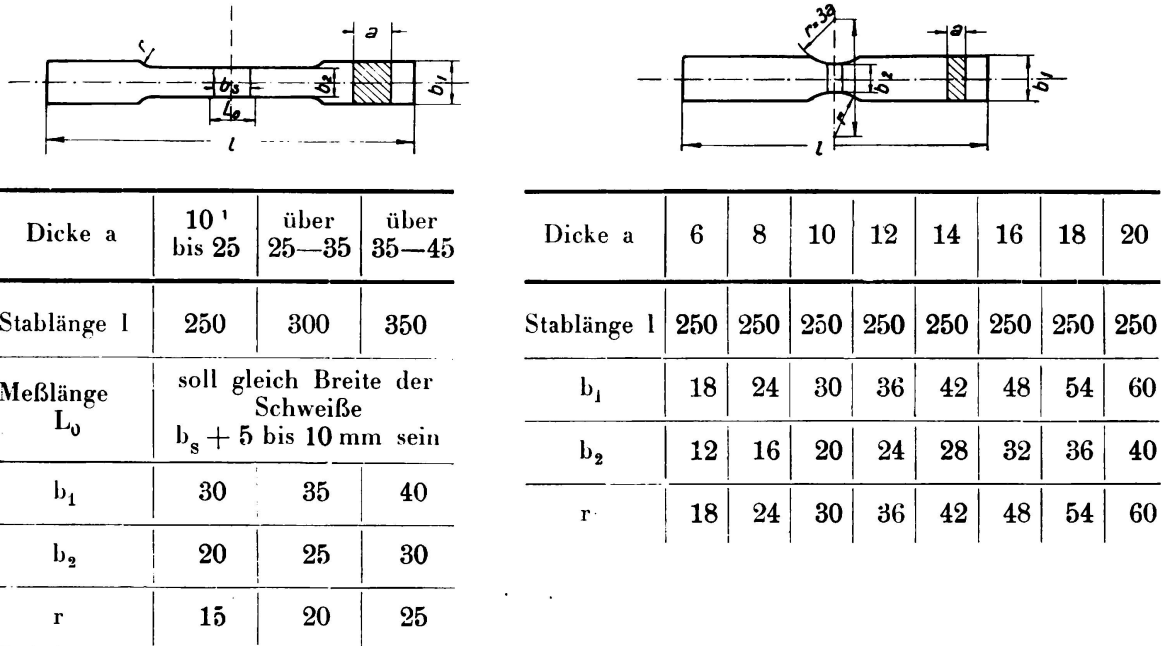
Anordnung beim Faltversuch nach
Din-Vornorm DVM A 121.

⁵ P. Bardtke und A. Matting: Autogene Metallbearbeitung 26 (1933), H. 18, S. 279 u. H. 19, S. 290.

⁶ H. Blomberg: Elektroschweißung 6 (1935), H. 4, S. 61.

⁷ A. Matting: Elektroschweißung 7 (1936), H. 3, S. 53.

Stichprobenweise lassen sich Schweißer und Schweißverbindungen durch einfache Schweißarbeiten überwachen, wie sie die Keilprobe und Winkelprobe darstellen, Fig. 9. Genauere Anweisungen sind hier nicht erforderlich. Häufig werden auch Probestreifen aus der laufenden Fertigung herausgeschnitten, die in geeigneter Weise durch Zerstörung geprüft werden.



¹ Für a = 6 mm ist der Stab der DVL zu verwenden.

Fig. 4.

Formen für Zerreißstäbe nach Din-Vornorm DVM A 120.

Zahlenmäßige Beziehungen zwischen den einzelnen Prüfverfahren bestehen offenbar bei Schweißverbindungen nicht, abgesehen von dem Zusammenhang zwischen Festigkeit, Dehnung und Härte bei Kohlenstoffstählen. Die Umrechnungszahl, d. h. der Quotient Bruchfestigkeit zur Härtezah beträgt bei Schweißen nicht 0,36, sondern 0,29 bis 0,32.⁸ Die Kerbschlagzähigkeit ist nur von der Gefügeausbildung abhängig und läßt sich weder zur Bruchdehnung noch zur Dauerfestigkeit ohne weiteres in Beziehung setzen. Auch besteht keine einwandfreie Beziehung der Dauerfestigkeit zur Zugfestigkeit, Streckgrenze oder Dehnung. Es ist nicht zu umgehen, die jeweils gewünschten Eigenschaften durch Sonderuntersuchungen zu ermitteln.

Grobgefügeuntersuchungen, Fig. 10, sind sehr geeignet zur Prüfung des Einbrandes und des Porengrades sowie zur Feststellung von Schlackeneinschlüssen. Kleingefügaufnahmen, Fig. 11, dienen zur Ergänzung und zum Nachweis von Fremdstoffen. Besondere Aufmerksamkeit wird heute dem Verhalten von Schweißverbindungen gegenüber Korrosionseinflüssen zugewendet.⁹

⁸ A. Matting und H. Koch: Elektroschweißung 5 (1934), H. 7, S. 127.

⁹ E. Diepschlag: Autogene Metallbearbeitung 29 (1936), H. 8, S. 113.

Um die zusätzliche Belastung der Fertigung durch die Prüfung der Schweißnähte — abgesehen von der Sicherheit — wirtschaftlich rechtfertigen zu können,

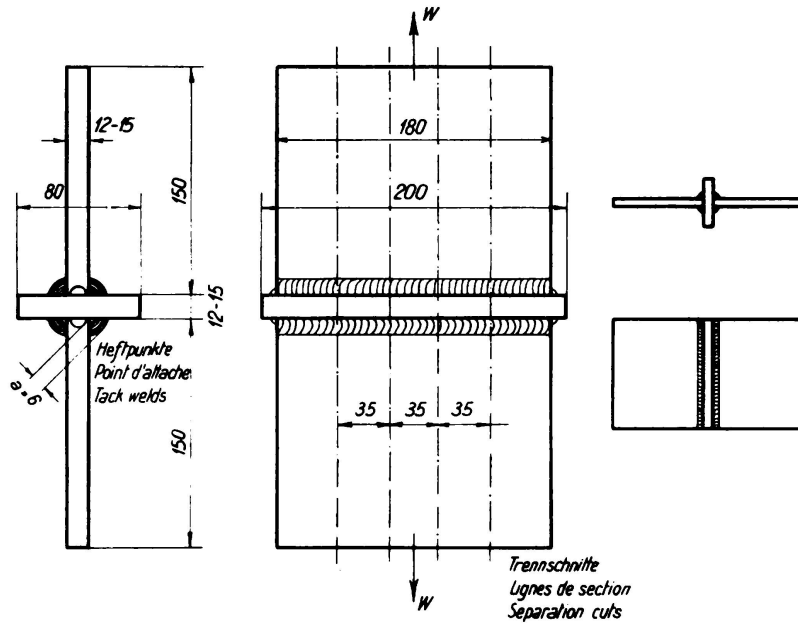
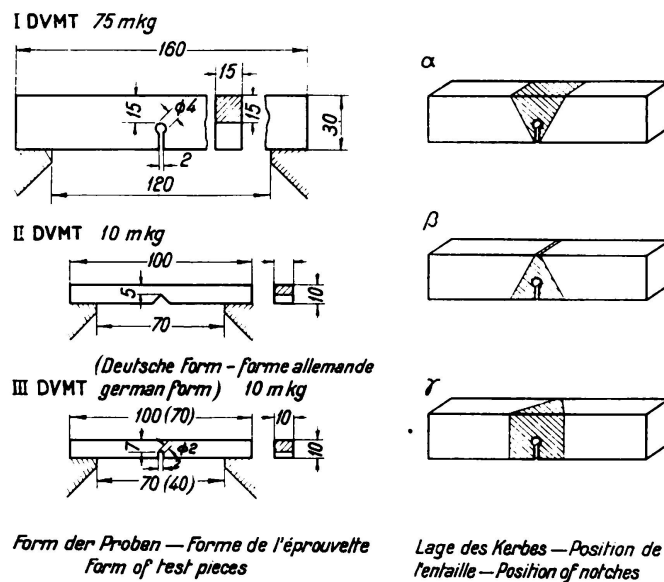


Fig. 5.

Prüfung von Stirnkehlnähten.

ist erschöpfende Auswertung¹⁰ und sinnvolle Anwendung und Ergänzung der Prüfverfahren anzustreben. Immerhin sind die hohen Anforderungen, die heute an Schweißnähte gestellt werden können — neben der rein menschlichen



Form der Proben — Forme de l'éprouvette
Form of test pieces

Lage des Kerbes — Position de l'entaille
Position of notches

Fig. 6.

Kerbschlagproben.

Leistungssteigerung — nur möglich geworden, weil es gelungen ist, sich einwandfrei von der Güte der hergestellten Nähte zu überzeugen.

¹⁰ H. Koch: Stahlbau 9 (1936), H. 26, S. 206.

Bei der Prüfung des fertigen Arbeitsstückes sind die zerstörungsfreien Prüfverfahren den zerstörenden vorzuziehen. Die Herbeiführung eines nahtschwächenden Öffnungsbefundes hat zwar einen gewissen erzieherischen Wert, ist aber

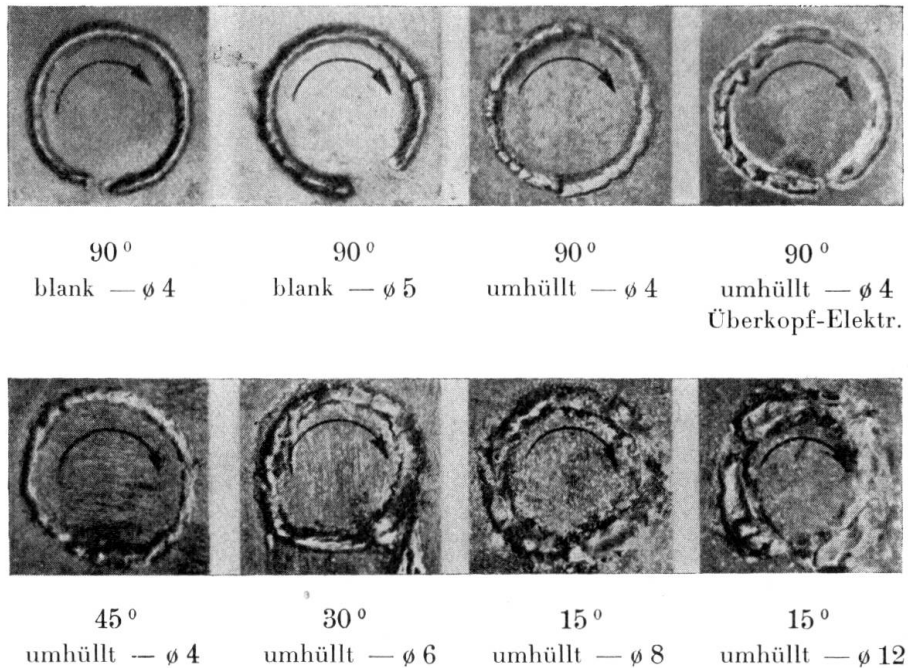


Fig. 7.

Kletterproben.

im übrigen als sehr oberflächliche Stichprobe abzulehnen.¹¹ Die zerstörte Stelle kann wieder zugeschweißt werden. Damit sind aber zusätzliche Wärmespannungen zu befürchten. Auch wird hierdurch wieder etwas Unbekanntes an die Stelle des bekannt gewordenen gesetzt, Fig. 12.

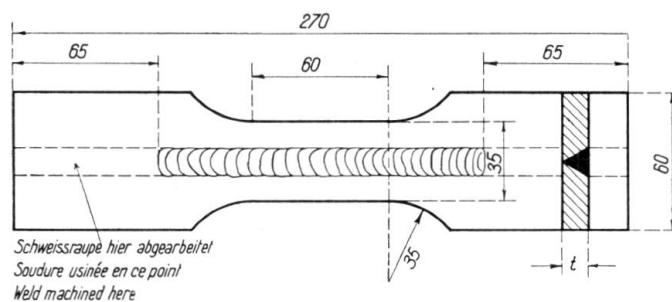


Fig. 8.

Reckstab.

Wenn die Schweißnaht nicht verletzt werden soll, muß eine der zerstörungsfreien Prüfarten gewählt werden. Hierzu kann auch der äußere Befund gerechnet werden, der dem Kundigen Rückschlüsse auf die Güte der Naht gestattet. Im Behälterbau sind Wasserdruck-, Luftdruck- und Dampfdruckversuche möglich. In Sonderfällen sind derartige Untersuchungen, jedoch zerstörend, als Spreng-

¹¹ R. Bernhard und A. Matting: Stahlbau 5 (1932), H. 15, S. 114.

versuche an Behältern ausgeführt worden.¹² Bei geschweißten Bauwerken werden statt dessen Belastungsproben oder Dauerprüfungen bei gleichzeitigen Spannungsmessungen vorgenommen.¹³

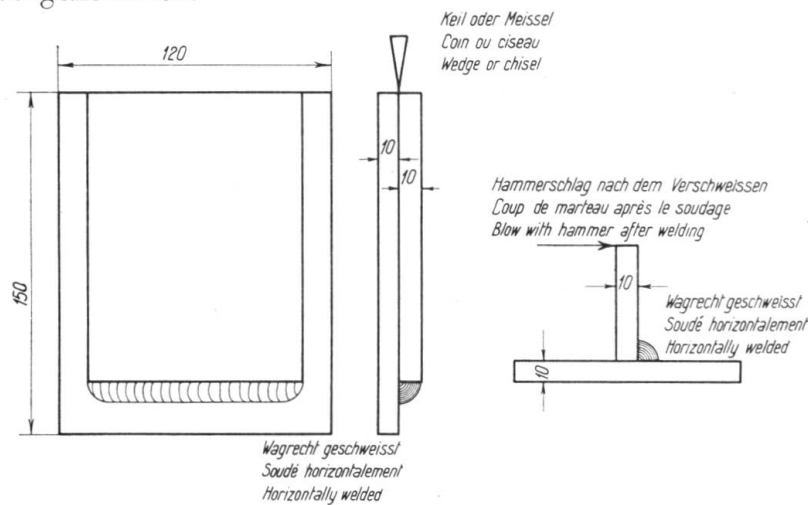


Fig. 9.

Keil- und Winkelprobe.

Verfahren, Schweißnähte akustisch zu untersuchen oder mit elektrischen Spannungsfeldern abzutasten, hatten keinen Erfolg. Besser haben sich die magnetischen Verfahren bewährt. Das magnetisierte Werkstück wird hierbei mit Eisen-

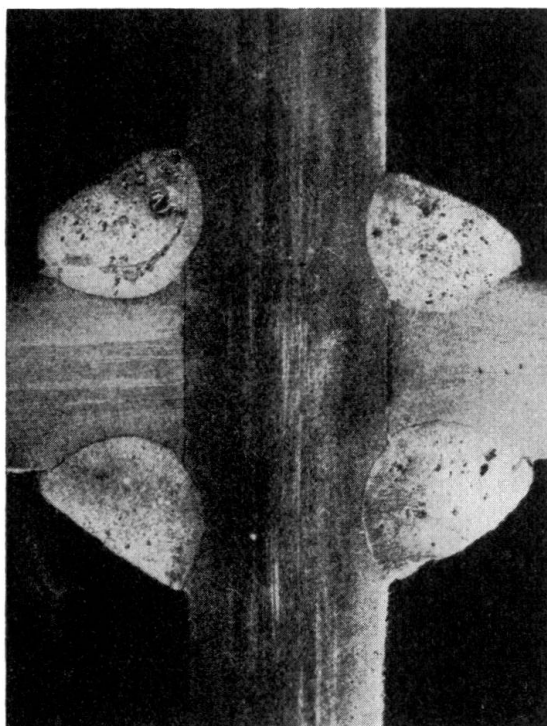


Fig. 10.

Grobgefüge einer
Kehlschweißung mit
blanken Elektroden.
Guter Einbrand.

feilspänen bestreut. Die regelmäßige Anordnung der Eisenfeilspäne wird durch Hohlräume, Schlackeneinschlüsse und Bindefehler gestört.

¹² E. C. Hutchinson: „Power“, vom 7. 10. 1930.

¹³ W. Rostek: Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1934, H. 10 u. 11, S. 187 u. 197.

Der elektromagnetisch-akustische Schweißnahtprüfer¹⁴ hat m. E. die auf ihn gesetzten Erwartungen nicht restlos erfüllt. Die Schweißnähte werden elektro-

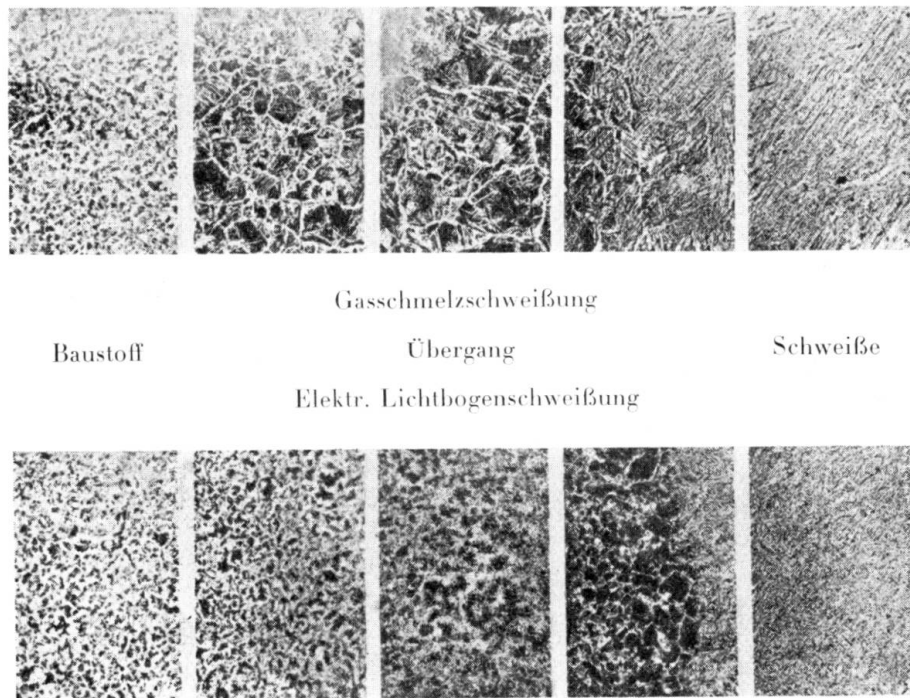


Fig. 11.

Kleingefügeaufnahmen einer Gas- und einer Lichtbogenschweißung.

magnetisch abgetastet und die Stromimpulse in einem Kopfhörer hörbar gemacht. Es gelingt jedoch nicht, Fehlstellen stets eindeutig festzulegen.

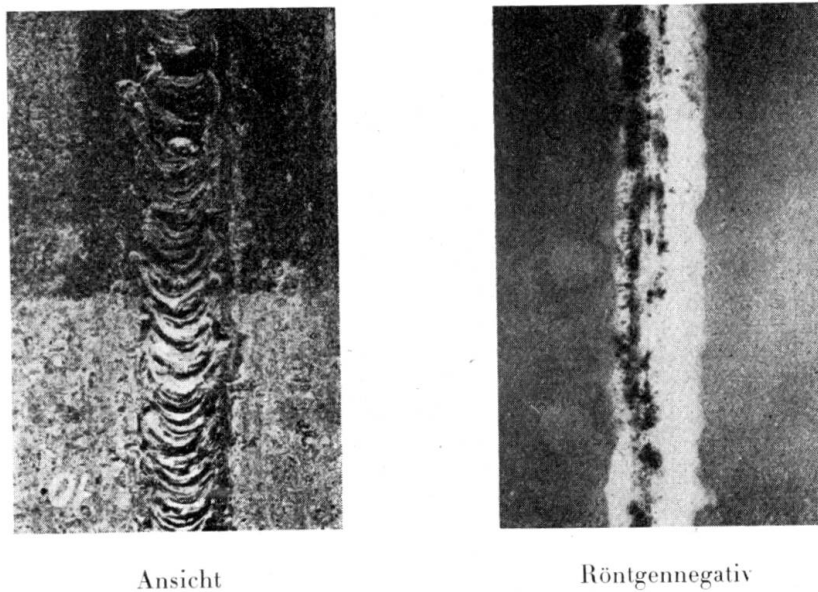


Fig. 12.

Schlechte Lichtbogenschweißung.

¹⁴ S. Kießkalt: Autogene Metallbearbeitung 27 (1934), H. 5, S. 65.

Weitaus am besten geeignet sind die Durchstrahlungsverfahren, besonders durch Röntgenstrahlen.¹⁵ Auch Gammastrahlen sind zu Prüfzwecken verwendet worden.¹⁶ Für den Stahlbau kommt dieses Verfahren zunächst jedoch nicht in Betracht.

Bei der Grobstrukturuntersuchung mit Röntgenstrahlen kann das Bild unmittelbar auf einem Leuchtschirm, sofern es sich um geringe Werkstoffdicken handelt, oder auf einem Röntgenfilm sichtbar gemacht werden, Fig. 13.

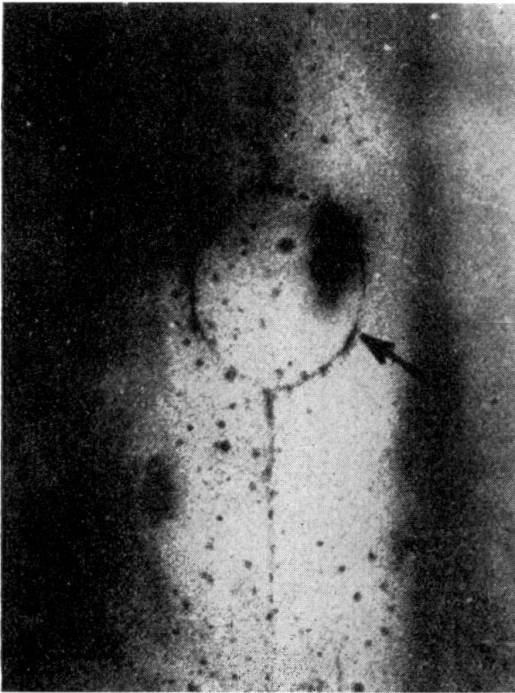


Fig. 13.

Mangelhaft verschweißte Nahtöffnung
im Röntgennegativ.

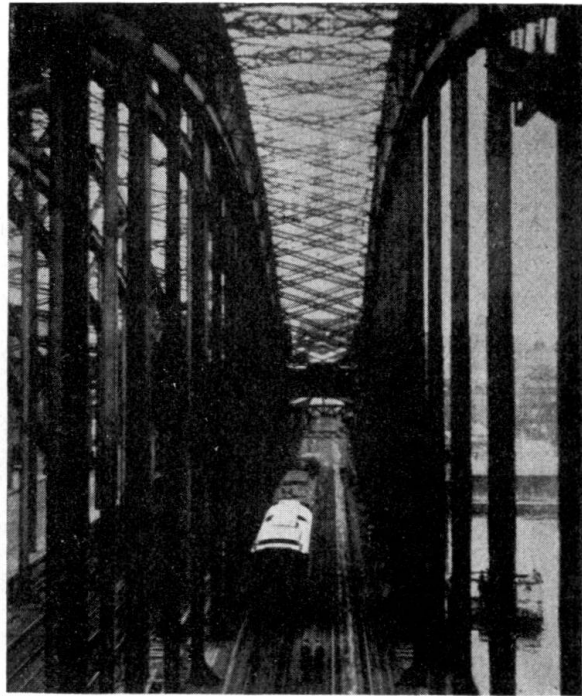


Fig. 14.

Röntgenprüfwagen auf der Hohenzollernbrücke
in Köln.

Die Anlagen sind derart entwickelt worden, daß Untersuchungen auch im Betriebe und auf der Baustelle möglich sind. Fig. 14 zeigt eine fahrbare Röntgenanlage bei einer besonders schwierigen Untersuchung. Fig. 15 und 16 lassen erkennen, daß Röntgenuntersuchungen auch an Eisenbetonbrücken möglich sind. Die Grenzen der Röntgentechnik liegen in apparativen Schwierigkeiten, der beschränkten Fehlererkennbarkeit und Werkstoffdicke.

Die zerstörungsfreien Prüfverfahren lassen sich auch mit den zerstörenden verbinden. Umstritten ist noch, wie weit die Ergebnisse zerstörungsfreier Prüfung mit denen der mittelbaren Prüfung in Einklang zu bringen sind.¹⁷

¹⁵ A. Matting: Anwendung der Durchstrahlungsverfahren in der Technik. Akademische Verlagsanstalt m. b. H., Leipzig, 1935, S. 51.

¹⁶ R. Berthold: Z.V.D.I. 78 (1934), H. 6, S. 173.

¹⁷ A. Matting und C. Stieler: Stahlbau 6 (1933), H. 24, S. 185.

Durch das Zusammenwirken verschiedener Prüfverfahren gelingt es meistens schnell, genügend aufschlußreiche Kenntnisse von dem Schweißnahtaufbau zu gewinnen.

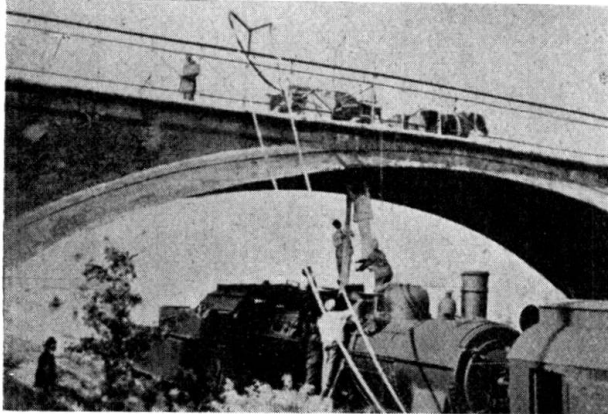
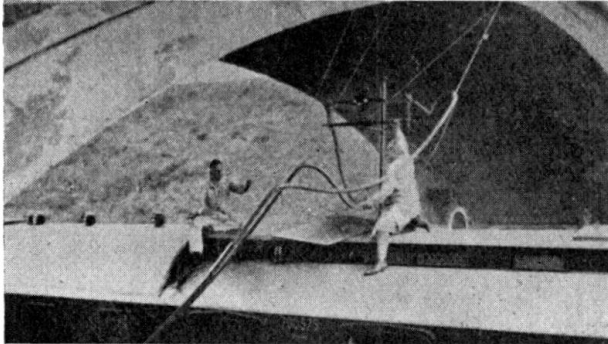


Fig. 15.

Röntgenuntersuchung einer Eisenbetonbrücke.

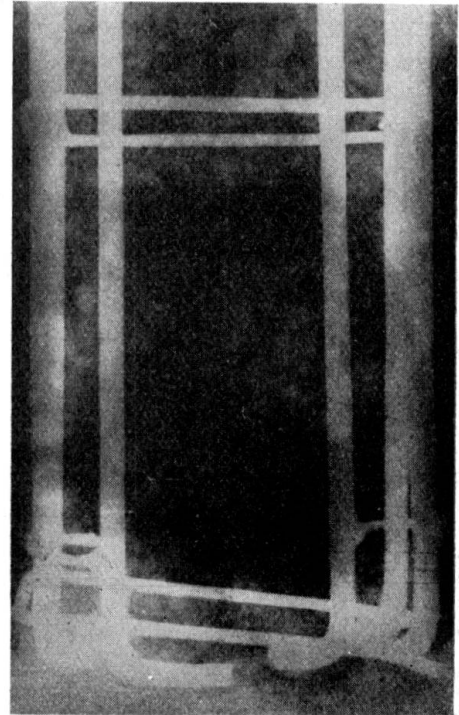


Fig. 16.

Träger aus Eisenbeton im Röntgennegativ.