

DIE BAUTECHNIK

18. Jahrgang

BERLIN, 26. April 1940

Heft 18

Alle Rechte vorbehalten.

Wichtige Änderungen der Vorschriften für geschweißte Stahlbauten.

Von Dr.-Ing. Kommerell, Abteilungspräsident bei der Reichsbahnbaudirektion Berlin.

Nachdem in den Jahren 1936 bis 1938 die allgemein bekannten Rißerscheinungen an der geschweißten Eisenbahnbrücke über die Hardenbergstraße am Bahnhof Zoologischer Garten in Berlin und an den geschweißten Vollwandträgern der Reichsautobahnbrücke am Talübergang bei Rüdersdorf aufgetreten waren, wurden alsbald planmäßige Versuche zur Ergründung der Ursachen dieser Risse von der Reichsbahn eingeleitet. Ich habe hierüber eingehend in der neuen (5.) Auflage meiner „Erläuterungen“ zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten mit Beispielen für die Berechnung und bauliche Durchbildung, I. Teil: Hochbauten¹⁾ berichtet. Neben Modellversuchen²⁾ mit geschweißten, den Hauptträgern obiger Brücken nachgebildeten Vollwandträgern haben uns insbesondere die von mir angeregten³⁾ Biegeversuche mit 200 mm breiten, 50 mm dicken längsgeschweißten Proben — im folgenden kurz Aufschweißbiegeproben genannt — wesentlich in der Erkenntnis weitergebracht. Die Schlüsse aus den bis jetzt durchgeführten Versuchen beziehen sich

1. auf den Werkstoff. Es darf nur ein Baustahl verwendet werden, der auch nach dem Schweißen große Verformungsfähigkeit hat;
2. auf die bauliche Seite. Bei über 25 mm dicken Gurtplatten sollen Platten mit mindestens 40 mm hohem, angewalztem Steg, Nasenprofile od. dgl. verwendet werden. Gurtplatten sollen im allgemeinen nicht dicker als 50 mm sein;
3. auf die technische Ausführung des Schweißens. Die zu verwendenden Schweißdrähte dürfen nicht zu dünn sein. Nach dem Abschmelzen eines Schweißdrahts soll der neue Schweißdraht sofort zum Abschmelzen gebracht werden, weil die Ansatzstellen besonders gefährdet sind. Bei dem Drehen der zu verschweißenden Bauteile muß streng darauf geachtet werden, daß die Schweißnähte nicht durch Biegung oder Verwindung Risse bekommen.

Da sich die bis jetzt angeordneten Änderungen der amtlichen Vorschriften wegen ihrer Vordringlichkeit im wesentlichen nur auf die Werkstofffrage beziehen, so soll im folgenden nur auf die Eigenschaften des zu verschweißenden Stahls näher eingegangen werden¹⁾; wegen der beiden anderen Fragen verweise ich auf meine Erläuterungen.

(Soweit nichts Besonderes gesagt ist, gelten die nachfolgenden Ausführungen sowohl für den Hochbau als auch für dynamisch beanspruchte Bauwerke, im folgenden kurz mit „Brückenbau“ bezeichnet.)

¹⁾ Berlin 1940, Wilh. Ernst & Sohn.

²⁾ Durchgeführt in der Staatlichen Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Stuttgart (Gral) unter möglichst ungünstigen Schweißbedingungen. (Heft 11 der Berichte des Deutschen Ausschusses für Stahlbau. Berlin 1940, Jul. Springer.)

³⁾ Bautechn. 1937, Heft 12, S. 151.

St 37. Eine fast selbstverständliche Forderung an die Stähle zu geschweißten Stahlbauten ist ihre Schweißbarkeit. Der seitherige Wortlaut in den Vorschriften (DIN 4100 usw.)

1. Als Werkstoffe können die zu genieteten Stahlbauten geeigneten verwendet werden, wenn ihre Eignung für die Schweißung (wie bei St 00, St 37 — auch gekupfert — und St 52) feststeht oder nachgewiesen wird¹⁾

nahm also die „Schweißbarkeit“ der gebräuchlichen Stähle, zu denen natürlich auch der in DIN 1050 erwähnte „Handelsbaustahl“ gehörte, als gegeben an. Diese Annahme war so lange berechtigt, als sich keine Schwierigkeiten bei den aus diesen Stählen hergestellten geschweißten Bauten ergaben. Während nun beim Baustahl St 52 in den „Technischen Lieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn“ seine Eignung für Schmelzschweißung ausdrücklich verlangt war, ergab sich das Eigentümliche, daß in den einschlägigen DIN-Blättern bei St 00, St 37 und Handelsbaustahl weder die Schweißbarkeit gewährleistet noch der Höchstgehalt an Kohlenstoff (C), Phosphor (P) und Schwefel (S) vorgeschrieben war, ja es hieß bei St 37.11 sogar: „Übliche Thomas- oder Siemens-Martin-Güte schweißt nicht immer gut und zuverlässig“. Dieser Zustand war natürlich unhaltbar. Er war nur so zu erklären, daß die Eigenschaften dieser Stähle in den Normenblättern zu einer Zeit festgelegt wurden, als man an das Schweißen von Stahlbauten noch nicht dachte, und daß inzwischen — trotz dieses Widerspruchs — keine Veranlassung zu einer Änderung vorlag, solange alles gut ging. Übrigens wurde im allgemeinen nicht einmal beim St 52 die „Schweißbarkeit“ besonders nachgeprüft, man beschränkte sich darauf, zu prüfen, ob zwei Stücke aus St 52 mit einem hierfür geeigneten Schweißdraht zusammengeschweißt werden können. Was man aber eigentlich unter „Schweißbarkeit“ versteht und wie diese durch Versuche nachgeprüft werden kann, war nirgends gesagt.

Nun entstanden beim Schweißen einer Blechträgerbrücke Schwierigkeiten bei der Verwendung eines als gut bekannten und zugelassenen Schweißdrahts. Es zeigte sich, daß der C-Gehalt des zu verschweißenden Bleches viel zu hoch und bei den zu verschweißenden Stahlteilen außerordentlich verschieden war. Einzelne Stahlwerke lehnten die „Gewähr für die Schweißbarkeit“ ab mit der Begründung, daß diese Gewähr erst übernommen werden könne, wenn allgemein gültig festgelegt sei, was unter Schweißbarkeit zu verstehen sei und welchen bestimmten Anforderungen der Werkstoff genügen müsse. In der Zeit, als die Frage der Schweißbarkeit erörtert wurde, kamen ferner Einzelfälle vor, daß Gurtplatten aus St 37 beim gewöhnlichen Richten infolge zu hohen Phosphorgehalts brachen, wobei sich herausstellte, daß die mechanischen Güterwerte bei der Prüfung durch den Abnahmebeamten den Vorschriften entsprachen. Die Stahlwerke stellten sich auf den Standpunkt, daß für sie keine bindende Vorschrift über die chemische Zusammensetzung bestehe und daß sie bedingungsgemäß geliefert hätten.

Chemische Zusammensetzung und Schmelzschweißbarkeit.

Nr.	Markenbezeichnung	Herstellverfahren	Höchstgehalte in %					Überschreitung am fertigen Stück ¹⁾ (über den ganzen Querschnitt genommen)	Schmelzschweißbarkeit
			C	P	S	P+S			
1	St 00.12	Thomas oder Siemens-Martin (nach Wahl des Herstellers)	nicht gewährleistet					nicht gewährleistet	
2	St HB (Handelsbaustahl)								
3	St 37.12	Thomas	0,16	0,09	0,06	0,13	20 für C, 40 für P, S und P+S	gewährleistet ²⁾ bei Breitflachstahl, Gurtplatten mit Stegansatz, Nasenprofilen u. dgl., wenn die Dicke ≤ 25 mm beträgt, für andere Walzwerkerzeugnisse bis 50 mm Dicke	
4		Siemens-Martin	0,20	0,06	0,06	0,10	20 für C, 40 für P, S und P+S	gewährleistet bei Walzwerkerzeugnissen bis 50 mm Dicke	

¹⁾ Die in den Spalten 4 bis 7 angegebenen Höchstgehalte an C, P und S beziehen sich auf die Schmelzungsuntersuchungen. Es muß damit gerechnet werden, daß infolge von Selgerungen im Block in einzelnen Querschnitten des fertigen Werkstücks bei Entnahme der Proben über den ganzen Querschnitt die in Spalte 8 angegebenen Überschreitungen vorkommen.

²⁾ Bei Blechen St 37.21 in Thomasgüte ist die Schweißbarkeit nur bei Dicken ≤ 20 mm gewährleistet.

Bei dieser Sachlage war es dringend notwendig, die Normenblätter DIN 1612 für Formstahl, Stabstahl usw. sowie DIN 1621 für Bleche bezüglich des Reinheitsgrades an C, P und S sowie der Gewähr der Schweißbarkeit zu ergänzen. Nach langwierigen Verhandlungen kam eine vorläufige Regelung auf folgender Grundlage (s. Tafel auf S. 201) zustande:

Bei der Bestellung muß angegeben werden, ob der Stahl zu geschweißten oder genieteten Bauwerken verwendet wird. Bei zu schweißenden über 20 mm dicken Blechen und bei Breitflachstählen, auch solchen mit Stegansatz, sowie Sonderschweißprofilen, wie Nasenprofilen u. dgl., wenn die Dicke dieser Walzwerkezeugnisse größer als 25 mm ist, kommt nur Siemens-Martin-Stahl in Betracht. Wenn Siemens-Martin-Stahl geliefert werden soll, so ist dies bei der Bestellung vorzuschreiben.

Bemerkung: Die richtige Auswahl der Stahlmarke durch den Besteller ist besonders wichtig, da das Stahlwerk bei falscher Auswahl für etwaige Fehlschläge nicht aufkommt. Wenn Zweifel bestehen, ist eine vorherige Verständigung zwischen Erzeuger und Verbraucher erforderlich. Das Stahlwerk kommt auch nicht für etwaige Fehlschläge auf, wenn der Werkstoff nicht sachgemäß gerichtet, verarbeitet oder verwendet wird. „Werkstattübliches Richten“ ist sachgemäße Behandlung.

Seitens der stahlerzeugenden Industrie wurde darauf hingewiesen, daß St 00.12 und Handelsbaustahl „im allgemeinen“ schweißbar seien, daß aber eine Gewähr nicht übernommen werde. Diese beiden Werkstoffmarken können also zu geschweißten Stahlbauwerken nicht mit ausreichender Sicherheit zugelassen werden.

Nach den getroffenen Vereinbarungen kommt die Gewährleistung der Schweißbarkeit nur bei schmelzungsweisen Lieferungen in Betracht.

Proben bis 25 mm Dicke werden in der Walzdicke geprüft. Dickere Proben sind vor der Schweißung einseitig bis auf 25 mm Dicke abzarbeiten (Abb. 1). Die Normenblätter sehen den Nachweis der Schweißbarkeit in der Prüfung von Stumpfschweißungen in Dicken von höchstens 25 mm entsprechend der in DIN 4100 in

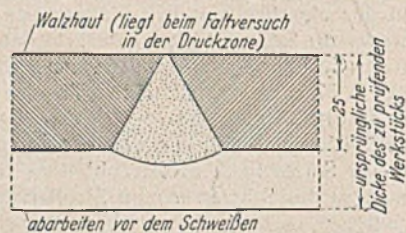


Abb. 1.

§ 6, 4b beschriebenen Prüfung von Stumpfnähten vor. Beim Zugversuch mit 30 mm breiten und 15 mm dicken Streifen muß die Mindestfestigkeit der Schweißverbindung der Nennfestigkeit des Werkstoffs entsprechen. Beim Falzversuch muß der Mindestbiegewinkel bei Dicken bis 15 mm 50°, bei Dicken über 15 bis 25 mm 40° sein. Bei Siemens-Martin-Stahl soll die Gewährleistung sich nur auf Dicken bis 50 mm erstrecken. Sollen dickere Querschnitte verwendet werden, so sind besondere Vereinbarungen erforderlich. Da nun bei der Aufschweißbiegeprobe auch Platten von 30 mm Dicke in St 37 durchschlugen und da bei dieser Prüfung (der Schweißer) mit Werkstoffen für die Brücke über der Hardenbergstraße am Bahnhof Zoologischer Garten und für den Talübergang bei Rüdersdorf (allerdings bei Dicken von nur 10 mm) sich keine Beanstandungen ergaben, hält die Reichsbahn die obenerwähnte Prüfung mit Stumpfnähten bei Dicken > 30 mm zum Nachweis der Schweißbarkeit nicht für ausreichend und verlangt daher auch bei St 37 bei Dicken über 30 mm Versuche mit Aufschweißbiegeproben, wobei die Proben nicht durchschlagen dürfen. Diese über die Vorläufigen Vorschriften hinausgehende Forderung über den Nachweis der Schweißbarkeit soll auf Grund von besonderen Vereinbarungen der Reichsbahn (wahrscheinlich auch der Baupolizei) mit der stahlerzeugenden Industrie berücksichtigt werden und findet ihren Ausdruck in dem „Anhang“ zu den „Vorläufigen Technischen Lieferbedingungen der Deutschen Reichsbahn für Formstahl, Stabstahl usw. (Drucksache 918 02) und für Grobbleche (Drucksache 918 162)“.

In diesem Anhang heißt es:

„Aufschweißbiegeversuche bei Gurtplatten zu geschweißten Stahlbauwerken.“

1. Breitflachstähle, Platten mit Stegansatz sowie Sonderschweißprofile, wie Nasenprofile u. dgl., müssen, wenn die Dicke dieser Walzwerkezeugnisse größer als 30 mm⁴⁾ ist, folgenden Aufschweißbiegeversuch aushalten.

2. Aus jedem ausgewählten Stück werden zwei Platten der Dicke a (≤ 50 mm) von 200 mm Breite und mindestens $6a + 300$ mm Länge herausgeschnitten und gemäß Abb. 2 in der Mitte mit einer mindestens $6a$ mm langen, halbkreisförmigen Längsnut ($r = 4$ mm) versehen. Bei Proben mit Stegansatz, mit Nasen od. dgl. müssen die aus der Plattenebene hervortretenden Teile vor dem Schweißen abgearbeitet werden. In diesem Fall wird die Längsnut auf die nicht bearbeitete Seite

⁴⁾ Die Reichsbahn behält sich vor, zur Unterrichtung auch Biegeversuche mit dünneren Aufschweißbiegeproben in ihrer schweißtechnischen Versuchsanstalt in Wittenberge durchführen zu lassen. Die Proben werden vom Abnahmebeamten entnommen und gestempelt. Die Proben werden in Wittenberge bearbeitet.

Unter Aufsicht des Abnahmebeamten wird die Nut bei etwa $+20^\circ\text{C}$ mit einem vom Walzwerk als passend bezeichneten und von der Reichsbahn zugelassenen Schweißdraht von 5 mm Dicke in einer Lage zugeschweißt.

Nach dem Schweißen darf an den Platten keine weitere Veränderung, auch keine Wärmebehandlung mehr vorgenommen werden.

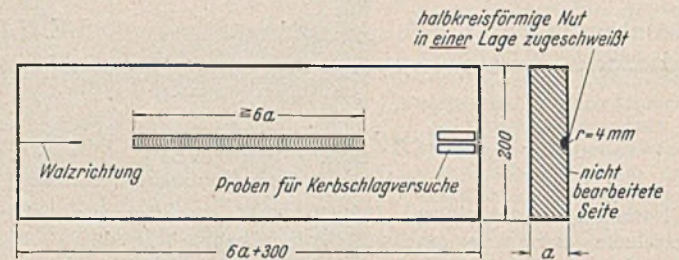


Abb. 2.

Beim Biegen wird die Platte so in die Biegevorrichtung gelegt, daß die Schweißraupe in der Zugzone liegt. Die Walzwerkezeugnisse müssen beim Biegeversuch einen zähen Verformungsbruch zeigen (keinen Trennbruch). Ein bestimmter Biegewinkel bis zum Eintritt des ersten Anrisses in der Schweißnaht wird vorläufig nicht vorgeschrieben. Doch ist der beim Bruch erreichte Biegewinkel α festzustellen und in die Niederschrift aufzunehmen. Bei diesem Biegewinkel, der

bei 30 mm dicken Platten mindestens	50°
„ 40 „ „ „ „ „	40°
„ 50 „ „ „ „ „	30°

sein muß, muß sich eine deutliche Verformung (Einschnürung) zeigen. Der Versuch ist bis zum Bruch, mindestens bis zu einem Biegewinkel von etwa 90° fortzusetzen.

Ein verformungsloser Bruch (Trennbruch) liegt vor, wenn Risse, die im Schweißgut auftreten, nicht vom Mutterwerkstoff aufgefangen werden, wenn vielmehr der Querschnitt nach Eintreten von Rissen im Schweißgut beim Weiterbiegen auf seine ganze Dicke ohne Verformung durchschlägt, wobei es unwesentlich ist, ob an den Außenkanten der Probestücke der Werkstoff noch mehr oder weniger zusammenhängt, so daß sich beim Weiterbiegen mehr oder weniger große Biegewinkel ergeben. Der Werkstoff ist auch ungeeignet, wenn beim Biegen nur ein Teil des Querschnitts verformungslos aufbricht und der Riß infolge einer Schichtung (hervorgerufen durch Schlackenzeilen od. dgl.) aufgefangen wird, so daß der Querschnitt in einzelne dünnere Platten aufgeteilt ist (siehe Abb. 4, Werkstoff ungeeignet⁵⁾).

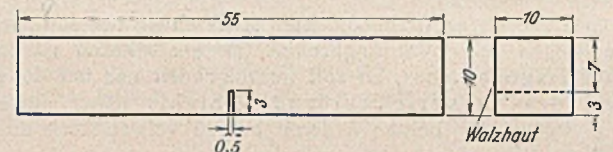


Abb. 3.

3. Ein nachweisbarer Schweißfehler ist nicht als Versager zu werten.

4. Zur Unterrichtung wird an zwei Proben, deren Lage aus Abb. 2 ersichtlich ist, ein Kerbschlagversuch durchgeführt. Die Proben sind, wie aus Abb. 3 hervorgeht, auszubilden.“

Dazu ist zu sagen:

Nach den planmäßigen Versuchen in der Staatlichen Materialprüfungsanstalt in Stuttgart (Graf) haben die Stähle, die versagt haben (Zoologischer

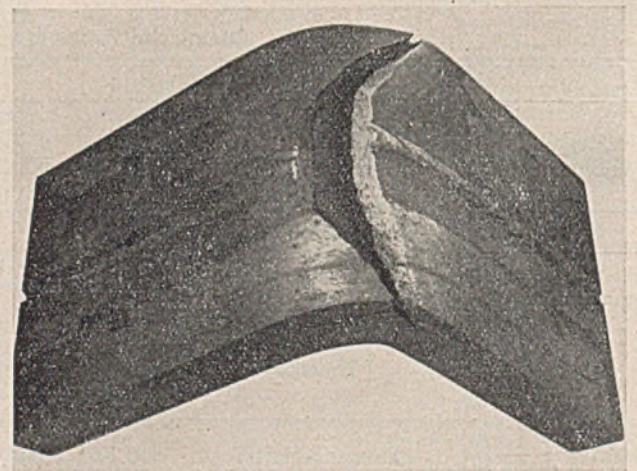


Abb. 4.

⁵⁾ Wasmuth, Die Aufschweißbiegeprobe und ihre Eignung zur Prüfung von Baustählen. Bautechn. 1940, S. 77.

Garten, Rüdersdorf und andere), Biegewinkel von 20° und weniger ergeben; es wurde daher als Mindestforderung ein Biegewinkel von $\alpha = 30^\circ$ bei 50 mm dicken Platten verlangt. Aus der von mir in der Bautechn. 1937, S. 152, entwickelten Formel ist bei einer Dehnung Δl theoretisch ein Biegewinkel

$$(1) \quad \alpha^\circ = \frac{2 \Delta l}{a} \cdot \frac{360}{2\pi}$$

zu erwarten, es wird also bei $a = 50$ mm Dicke

$$(2) \quad \alpha = 30^\circ = \frac{2 \Delta l}{50} \cdot \frac{360}{2\pi}$$

woraus sich $\frac{\alpha}{30} = \frac{50}{a}$ oder $\alpha^\circ = \frac{1500}{a}$ ergibt. Die auf S. 202 verlangten Biegewinkel entsprechen etwa dieser Formel.

Graf glaubt ferner, mit Kerbschlagproben gemäß Abb. 3 eine gewisse gesetzmäßige Übereinstimmung der Kerbzähigkeit guter und schlechter Stähle mit den Aufschweißblegeversuchen gefunden zu haben, derart, daß als Mindestforderung 5 mkg/cm² Kerbzähigkeit verlangt werden müsse. Solche Kerbschlagversuche werden vorläufig zur Unterrichtung durchgeführt.

Die Proben werden im Anlieferungszustand in Gegenwart des Abnahmebeamten geschweißt und geprüft, sie dürfen vor und nach dem Schweißen keiner Wärmebehandlung unterzogen werden. Müssen ausnahmsweise (z. B. bei Mißerfolgen) die Werkstoffe nach ihrer Verarbeitung auf ihre Schweißbarkeit geprüft werden, so sind die entnommenen Proben wegen etwaiger Alterungserscheinungen vor der Ausarbeitung der Proben und Ausführung der Schweißung normalzuglühn. Zur Unterrichtung werden auch Proben im ungeglühten Zustand geschweißt und geprüft.

Die Kosten für die Prüfung der Schweißbarkeit trägt der Besteller.

Bei Stählen, die dem Aufschweißblegeversuch unterworfen werden, wird man im allgemeinen bei St 37 auf die obige Prüfung der Schweißbarkeit nach DIN 4100 verzichten können.

Zur Unterrichtung werden ferner bei Blechflachstählen, Platten mit Stegansatz sowie Sonderschweißprofilen u. dgl. für Gurtplatten zu geschweißten Stahlbauwerken in der Regel bei der Prüfung durch den Abnahmebeamten Querproben zu Zug- und Fallversuchen entnommen. Hierbei sind vor der Ausführung der Versuche die Stegansätze, Nasen usw. abzuarbeiten. Beim Fallversuch kommt die Walzhaut auf die Zugseite.

Da man den Einfluß von Phosphor und Schwefel auf die Schweißbarkeit der Stähle, insbesondere beim Aufschweißblegeversuch, noch nicht ausreichend kennt, so sehen die Vereinbarungen (siehe Tafel) ausdrücklich eine „vorläufige Regelung“ vor, und die Erfahrungen mit den vereinbarten Reinheitsgraden müssen erst abgewartet werden. Auch wird sich zeigen müssen, ob der Reinheitsgrad an Phosphor, so wie er in diesen vorläufigen Vereinbarungen vorgesehen ist, an seiner oberen Grenze nicht zu hoch ist, so daß Schäden beim normalen Richten der Stahlteile künftig nicht mehr vorkommen.

St 52. Es ist einzelnen Stahlwerken gelungen, einen auf besondere Art erschmolzenen St 52 herzustellen, der die Versuche mit der Aufschweißblegeprobe ohne Durchschlagen des Werkstoffs besteht.

Der maßgebende Erlaß der Eisenbahnabteilungen des Reichsverkehrsministeriums und der Direktion der Reichsautobahnen
82 Stieh 175
RAB Br 1 Stib 276
vom 29. Dezember 1939 an die Reichsbahndirektionen usw. betreffend Baustahl St 52 sagt:

„Der Baustahl St 52 wird neuerdings im allgemeinen auf der Mangan-Silicium-Grundlage hergestellt.

Die Mindeststreckgrenzen der Walzerzeugnisse aus diesem Stahl müssen betragen:

bei Dicken ≤ 18 mm	36 kg/mm ² ,
„ „ $> 18 \leq 30$ mm	34 „
„ „ $> 30 \leq 50$ mm	32 „

Bei genieteten Bauwerken sind vorläufig größere Dicken der einzelnen Walzerzeugnisse als 30 mm nicht zu verwenden.

Mit Rücksicht darauf, daß in den „Berechnungsvorschriften“ die zulässigen Beanspruchungen bei St 37 auf einer Streckgrenze von 24 kg/mm² und bei St 52 auf einer Streckgrenze von 36 kg/mm² aufgebaut sind, und daß die Streckgrenze bei St 37 häufig erheblich unter 24 kg/mm² liegt, können die bisher vorgesehenen zulässigen Beanspruchungen für St 52 auch bei der Streckgrenze von 34 kg/mm² beibehalten werden.

Umfangreiche Versuchsreihen haben erwiesen, daß vorläufig als einziger zuverlässiger Maßstab für die Beurteilung der unbedingten Eignung eines St 52 für das Schweißen nur die Schweißraupenblegeprobe (Aufschweißblegeprobe) angesehen werden kann.

Die Schweißraupenblegeprobe, die im allgemeinen nur bei Dicken $t \geq 30$ mm vorgenommen zu werden braucht, soll 200 mm breit und mindestens $6t + 300$ mm lang sein. (Beschreibung der Versuchsanordnung wie bekannt.)

Bei den älteren Versuchen mit dieser Probe zeigte es sich, daß die meisten bei Zimmertemperatur mit der Schweißraupe versehenen Proben aus dem üblichen St 52 bei ganz geringen Biegewinkeln plötzlich und ohne Verformung durchschlugen.

Wurden die Proben auf $+300^\circ$ erhitzt und dann mit den Schweißraupen versehen, so wurden ziemlich große Biegewinkel erzielt, ehe die ersten Anrisse auftraten, und die Proben schlugen nicht mehr durch.

Legte man die Schweißraupen bei Zimmertemperatur nicht in die Mitte der Probe, sondern an die beiden Seiten (wie es beim Aufschweißen einer weiteren Gurtplatte auf der Grundplatte vorkommt), so wurden auch in diesem Falle große Biegewinkel ohne verformungsloses Durchschlagen erzielt. Der Grund hierfür muß der sein, daß ein Spannungszustand hervorgerufen wird, der die Formänderung nicht behindert.

Im weiteren Verlauf der Forschungsarbeiten gelang es, mit einem besonderen Schmelzverfahren einen St 52 herzustellen, bei dem die Schweißraupenblegeproben ohne Erhitzen vor dem Schweißen sehr gute Ergebnisse zeigten. Die besten Ergebnisse wurden mit einem solchen St 52 erzielt, der außerdem noch normal geglüht, d. h. auf 850° erhitzt und langsam abgekühlt ist.

Unter Abwägung aller dieser Umstände sind für die Lieferung von St 52 für zu schweißende Bauwerke folgende Bestimmungen zu beachten:

1. Der Werkstoff — Siemens-Martin-Stahl — muß ein einwandfreies Gefüge haben und frei von groben Schlackenzeilen sein.
2. Bleche und Stabstähle mit Dicken ≥ 30 mm sind in der Regel normal geglüht zu liefern. Bei Sonderprofilen, z. B. Nasenprofilen und solchen mit mindestens 40 mm hohem, angewalztem Steg, und bei Blechflachstählen, die nur mit seitlichen Flankennähten angeschweißt werden, kann bei Dicken ≤ 40 mm nach besonderer Vereinbarung von dem Normalglühen abgesehen werden.
3. Dickere Walzprofile als von 50 mm Dicke dürfen vorläufig nicht verwendet werden.
4. Glaubt ein Werk, die geforderten Eigenschaften des Werkstoffs (s. Punkt 5) allgemein ohne Normalglühen zu erreichen, so kann dem Werk nach Prüfung durch das Reichsbahn-Zentralamt Berlin die Genehmigung auf Lieferung ohne Normalglühen erteilt werden.
5. Die unter 2 und 4 genannten Walzerzeugnisse müssen beim Schweißraupenblegeversuch einen zähen Verformungsbruch zeigen. (Bedingungen wie bei St 37 angegeben.)
6. Zunächst soll die Schweißraupenblegeprobe für zu schweißende Bauwerke auch bei Dicken ≤ 30 durchgeführt werden.

Stahlbauwerke, auch Brücken, aus St 52 können wieder geschweißt werden, sobald der Werkstoff der einzelnen Stahlwerke auf Grund der Prüfungen am Reichsbahn-Zentralamt Berlin zugelassen ist.

In geschweißten Stahlbauwerken müssen die bisher üblichen zulässigen Spannungen für Walzerzeugnisse von Dicken $> 30 \leq 50$ mm mit einer Streckgrenze von 32 kg/mm² um 150 kg/cm² ermäßigt werden. Werden diese Walzerzeugnisse aber mit einer von vornherein gewährleistetesten Streckgrenze von 34 kg/mm² geliefert, so ist die Ermäßigung der zulässigen Spannungen nicht erforderlich.

Den Lieferwerken muß bei der Bestellung angegeben werden, ob es sich um genietete oder geschweißte Bauwerke handelt.*

Dazu ist zu sagen:

Bei den endgültigen Vorschriften für den neuen St 52 wird man für den Biegewinkel bei den Aufschweißblegeversuchen dieselben Anforderungen stellen, wie sie oben im „Anhang“ zur Drucksache 918 02 der Deutschen Reichsbahn verlangt sind. Auch wird man vorläufig zur Unterrichtung die Grafschen Kerbschlagversuche machen. Vielleicht kann diese einfache Probe später als Ersatz der Aufschweißblegeprobe dienen.

Wegen der Mindeststreckgrenze und der zulässigen Spannung verweise ich auf S. 35 meiner Erläuterungen.

Die vorläufigen Technischen Lieferbedingungen⁶⁾ der Deutschen Reichsbahn für Formstahl, Stabstahl usw. nebst „Anhang“ — Drucksache 918 02 — sind auf Grund der mit der stahlerzeugenden Industrie getroffenen Vereinbarungen völlig neu bearbeitet worden. Sie treten an Stelle der seitherigen und verlangen auch wegen anderer, grundsätzlicher Änderungen ein gründliches Durcharbeiten durch Stahlerzeuger, Entwurfsbearbeiter und Stahlverbraucher.

Auch der Wortlaut des § 2, Abs. 1, von DIN 4100 — Vorschriften für geschweißte Stahlhochbauten — ist neu entsprechend den getroffenen Vereinbarungen gefaßt worden⁷⁾. DIN 4101 — Vorschriften für geschweißte Straßenbrücken — werden demnächst sinngemäß gleichfalls abgeändert.

Besonders wird darauf hingewiesen, daß auch bei zu schweißenden Stahlhochbauten und Straßenbrücken künftig nur noch St 37 und St 52 in Betracht kommen.

⁶⁾ Zu beziehen vom Reichsbahn-Zentralamt Berlin. Die entsprechenden Technischen Lieferbedingungen für Grobbleche — Drucksache 918162 — folgen demnächst. Bei den Blechen bezieht sich die Gewährleistung der Schweißbarkeit in Thomasgüte nur auf Dicken ≤ 20 mm. Bei größerer Dicke ist Siemens-Martin-Stahl zu bestellen.

⁷⁾ Siehe Stahlbau 1940, S. 43.

Alle Rechte vorbehalten. **Neuerungen an Schweiß- und Schneideeinrichtungen für den Baubetrieb und an Einrichtungen zur verformungslosen Untersuchung metallischer Werkstoffe auf Baustellen.**

Von Dipl.-Ing. Fr. Riedig, Zeulenroda-Unt. Haardt.

Bei sehr vielen Bauarbeiten sind Schweiß- und Schneidarbeiten an Stahlteilen oder Untersuchungen fertiger Stahlteile vorzunehmen. Für diese Arbeiten werden heute die verschiedensten Einrichtungen hergestellt, die den besonderen Anforderungen des Baubetriebs angepaßt sind. Die Geräte müssen einfach und leicht gebaut sein, um ohne größere Aufwendungen von einem Ort zum anderen gebracht werden zu können, und trotzdem ausreichende Leistungen ergeben, ferner müssen sie einfach zu bedienen und wirtschaftlich im Betrieb sein.

Lichtbogenschweißen.

Die meisten elektrischen Schweißverbindungen von Metallteilen werden auf den Baustellen mit dem Lichtbogen hergestellt. Seltener ist das elektrische Widerstandsschweißen zu finden.

Der elektrische Lichtbogen zum Schweißen erfordert einen Strom von großer Stromstärke (etwa 200 bis 400 A) und geringer Spannung (etwa 20 bis 35 V). Dieser Strom steht auf Baustellen nicht als Anschlußstrom zur Verfügung, so daß der Strom aus dem Netz für das Schweißen umgeformt werden muß. Hierfür gibt es eine Reihe sehr zweckmäßiger Bauarten von Schweißumformern, die auf der Ausgangsseite Gleichstrom liefern und als Maschinenumformer mit Motor und Generator ausgeführt sind.

Die verschiedenen Schweißdrahtarten und -durchmesser erfordern beim Schweißen bestimmte Stromstärken und Spannungen. Stellt man die für die verschiedenen Schweißdrähte gültigen Werte von Stromstärke und Spannung zusammen, so ergeben sich obere und untere Grenzwerte, innerhalb deren das eigentliche Arbeitsgebiet der Umformer liegt (Regelbereich). Bei der Auswahl eines Schweißumformers werden im allgemeinen der Regelbereich und die bei den verschiedenen Schweißströmen zugelassene Einschaltdauer (ED) zugrunde gelegt. Der Schweißbetrieb bringt es aber mit sich, daß in kürzeren Zeitabständen, in denen geschweißt wird, die Einschaltdauer häufig höher liegt als beim Schweißen über längere Zeiträume. Die Einschaltdauer ist keine unveränderliche Größe; sie ändert sich vielmehr ständig.

Im allgemeinen kann sie um so größer werden, je kleiner die berücksichtigten Zeiträume sind. An Schweißumformern können daher erhebliche Überlastungen auftreten, wenn bei ihrer Bemessung eine längere Schweißzeit und, daraus folgend, eine verhältnismäßig kleine Einschaltdauer zugrunde gelegt wird.

Im Bau von Umformern muß auf Überlastungen durch kurzzeitig auftretende, hohe Einschalt Dauern Rücksicht genommen werden.

Die kleineren Schweißumformer sind meist Einzelgeräte, mit denen nur ein Lichtbogen gezogen werden kann. Neuartig sind die Einzelumformer der Siemens-Schuckertwerke (Abb. 1) in Eingehäuseausführung mit den Regelbereichen der folgenden Zahlentafel.

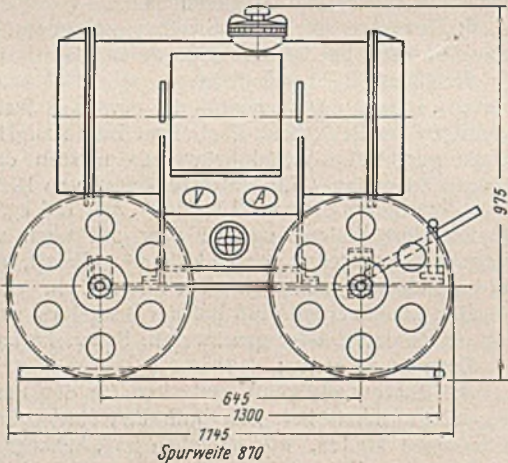
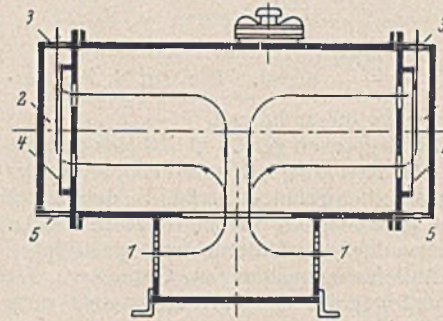


Abb. 1. Einzelschweißumformer der Siemens-Schuckertwerke AG. in Eingehäuseausführung mit einem Regelbereich von 50 bis 250 A bei 15 bis 25 V.

Bauart	Stromstärke A	Spannung V
LE 48	30 bis 170	15 bis 20
LE 88	50 „ 250	15 „ 25
LE 108	60 „ 330	20 „ 25
LE 148	70 „ 420	25 „ 30
LE 178	50 „ 475	15 „ 40

Das Maschinengestell der Umformer, in dem der Gleichstrom-Schweißgenerator und der Antriebsmotor eingebaut sind, ist mit dem Schaltkasten zu einem Stück verschweißt. Die Anker sitzen auf einer gemeinsamen Welle. Auch bei nicht genau waagerechter Aufstellung arbeiten die Umformer einwandfrei. Der Kollektor des Generators und der Kollektor oder Läufer des Gleichstrom- oder Wechselstrommotors

sind in der Mitte der Welle angeordnet. Die Lüfter sind in besonderen Kammern untergebracht, wobei die in der Mitte angesaugte Luft an beiden Seiten nach oben ausgeblasen wird (Abb. 2). Durch die Ausblaseöffnungen eindringender Regen oder Schnee läuft aus den Lüfterkammern unmittelbar ab, so daß sich die Umformer bei jedem Wetter im Freien aufstellen lassen. Der Generator ist eine fremderregte Nebenschlußmaschine. Generator und Motor sind so bemessen, daß auch bei der höchsten Reglerstellung ohne Gefahr für die Maschine dauernd von Hand geschweißt werden kann. Die dynamische Kennlinie gewährleistet einen beständigen Lichtbogen und einen guten Einbrand beim Schweißen



1 Lufteltritt, 2 Lüfterkammer, 3 Luftaustritt, 4 Schutzring, 5 Wasserablauf.

Abb. 2. Verlauf der Luftströmung beim Entlüften eines Schweißumformers der Siemens-Schuckertwerke AG.

in allen Richtungen. Infolge der Stetigkeit des Lichtbogens lassen sich die verschiedensten Elektroden bei hohen Schweißleistungen verarbeiten.

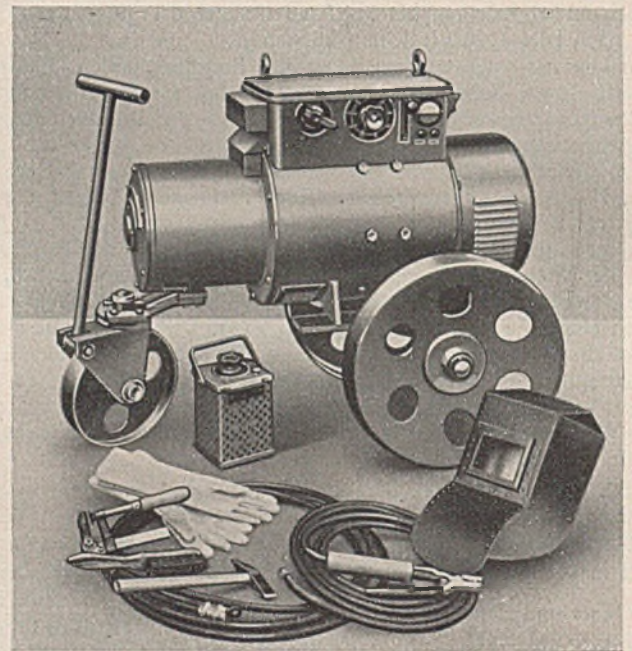


Abb. 3. Streufeld-Schweißumformer von Messer & Co., G. m. b. H., der nach dem Grundsatz der „magnetischen Weiche“ gebaut ist.

Ein neuer Streufeld-Schweißumformer der Messer & Co. G. m. b. H. (Abb. 3) ist nach dem Grundsatz der „magnetische Weiche“ gebaut, bei der die künstlichen, als „Nebengleis“ wirkenden Streufelder mit einer besonderen Wicklung den Magnetfluß bei Kurzschluß vom Anker ableiten. Der dadurch erzeugte Kraftfluß ergibt beim Zünden trägheitslos die nötige „Bereitschaftsspannung“, so daß die Schweißbeigenschaften innerhalb eines weiten Regelbereichs verbessert werden. Der Generator hat Selbsterregung. Die Stromstärke wird durch einen Nebenschlußregler in zwei Regelbereichen verändert, die sich durch eine Wirkungumschaltung ergeben. Die Maschine wird dadurch einfach im Aufbau, so daß das Gewicht im Verhältnis zur Leistung (250 und 400 A) gering ausfällt. Der Wirkungsgrad des Umformers einschließlich des Drehstrommotors liegt bei der Nennleistung bei über 60%. Bei liegenbleibendem Kurzschluß sinkt die Stromstärke ab, so daß die Elektroden beim „Festsitzen“ nicht zu glühen anfangen und sich sofort wieder lösen. Überlastungen durch Kurzschluß können nicht eintreten. Die Maschine ist polsicher.

Die Schweißumformer von Griesogen (Abb. 4), die neben der Verarbeitung umhüllter Elektroden auch das Niederschmelzen blanker Drähte ermöglichen, sind Eingehäusemaschinen, die aus dem Antriebsmotor und dem Schweißgenerator als Streufeldmaschine bestehen. Sie ergeben einen beständigen, leicht zündenden Lichtbogen innerhalb des ganzen Regelbereichs. Gebaut werden die Umformer nach den folgenden Angaben:

Bauart	Leistung des Generators			Dauerleistung des Antriebsmotors	
	A	V	% ED	kW	PS
UW 250	200	23	100	7,5	10
	250	25	70		
UW 350	350	35	100	17	23
	400	35	70		

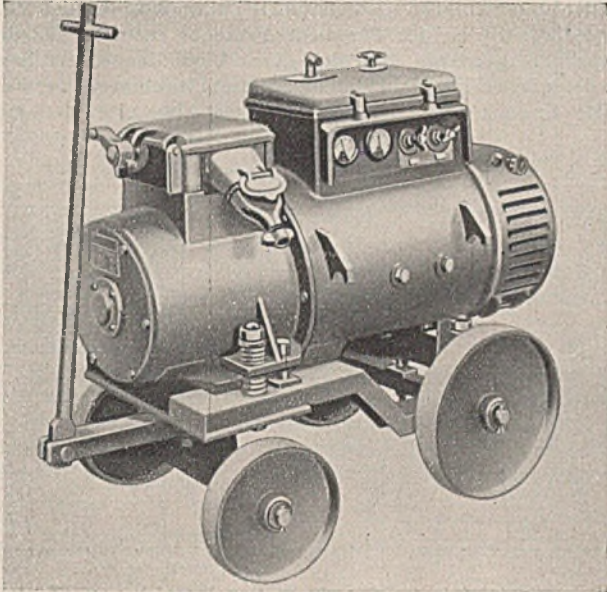


Abb. 4. Schweißumformer von Griesogen für eine Leistung von 300 und 400 A bei 35 V Spannung.

In Werksbetrieben werden häufig zum Schweißen Mehrstellen-Schweißumformer angewendet, bei denen an mehreren Stellen ein Schweißstrom abgenommen werden kann. Die Umformer sind meist große, ortsfeste Maschinen.

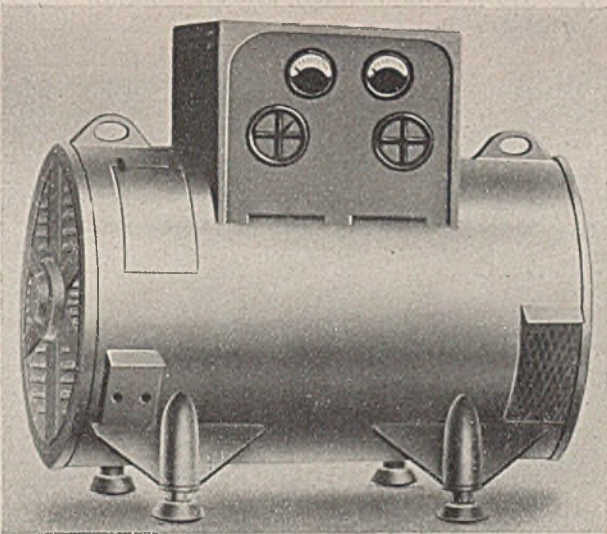


Abb. 5. Ortsveränderlicher Mehrstellenschweißumformer der Kjellberg Elektroden u. Maschinen G. m. b. H.

Die bisherige Lücke zwischen den Einzelschweißumformern und den großen, ortsfesten Mehrstellenumformern füllt eine neue Maschine der Kjellberg Elektroden u. Maschinen G. m. b. H. aus (Abb. 5). Die Maschine ist eine Mehrstellenschweißanlage, die eingehäusigt und leicht ortsveränderlich ausgebildet ist. Sie ergibt eine Leistung von 1000 A bei 55 V Spannung und reicht daher aus, um etwa 12 Schweißstellen bei Drähten von 4 mm Durchm. oder bei dünn umhüllten Elektroden mit Strom zu versorgen. Motor und Generator sind in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht und so bemessen, daß sie auch noch ausreichen, wenn bei stark umhüllten Preßmantelelektroden die Generatorspannung auf 65 V erhöht werden muß. Durch den Stromverdrängungsläufer des Drehstrommotors und den Stern dreieckschalter zum Anlassen kann der Anlaufstrom niedrig gehalten werden, der etwa das 1,6fache des Nennstroms beträgt. Die Maschine wiegt 1800 kg.

Für jede Schweißstelle ist bei der Maschine ein Schweißstromregler nötig (Abb. 6), der als Induktions- und Ohmscher Widerstand ausgebildet ist und mit einer Generatorspannung von 55 V selbst beim Verschweißen von stark umhüllten Elektroden gute Schweißungen ergibt. Der Schweißstromregler hat den Zweck, einen ruhigen und elastischen Lichtbogen zu erzeugen, Rückwirkungen einer Schweißstelle auf eine andere auszuschließen, die Stromstärke jeder Schweißstelle zu regeln und die verschiedenen Verhältnisse der Lichtbogenspannungen und der Elektrodenarten auszugleichen. Der ruhige und elastische Lichtbogen wird in einer Mehrlagenspule erzeugt, die gegenüber mehreren Einlagenspulen den Vorteil hat, daß eine gleiche Induktivität mit nur einem Eisenkern erzielt wird und dadurch Betreibersparnisse eintreten. Die Induktivität des Schweißstromreglers ist so bemessen, daß sich die Schweißstellen untereinander in keiner Weise stören können. Ein eingebauter, regelbarer Spannungsausgleicher ermöglicht es, den Bereich des Reglers immer unverändert zu halten, z. B. bei Schweißnetzspannungen, bei Spannungsabfall (infolge von langen Schweiß- und Rückleitungen) oder bei Lichtbogenspannungen der verschiedenen Elektrodenarten und -durchmesser. Die Stromstärke wird durch einen Stufenschalter geregelt.

Es kommt beim Baubetrieb häufig vor, daß die Stromstärke von der Arbeitsstelle aus auch dann zu regeln ist, wenn der Umformer in größerer Entfernung steht. Für diese Fälle ist von den Siemens-Schuckertwerken ein Fernwenderegler geschaffen worden, mit dem der Schweißumformer fern geregelt und die Richtung des Schweißstromes umgekehrt werden kann. Mit dem Umformer ist der Fernwenderegler durch ein vieradriges Kabel verbunden. Der am Umformer eingestellte Stromwert kann durch den Fernwenderegler bis 20% nach unten geregelt werden.

Wenn auf Baustellen keine Stromnetze mit genügendem Anschlußwert vorhanden sind, kommen Schweißumformer mit Antrieb durch Dieselmotoren in Betracht. Die Motoren müssen mit ihrer Leistung mindestens immer den höchsten Leistungen der Generatoren entsprechen. Außerdem darf die Drehzahl des Dieselmotors auch bei Vollast nicht um mehr als 5% abfallen, um den Lichtbogen nicht zu beeinflussen. Einen Dieselschweißumformer für einen Schweißstrom von 40 bis 250 A bei 20 bis 25 V der Siemens-Schuckertwerke mit einem Zweizylinder-Dieselmotor der Motorenwerke Mannheim (Benz) zeigt Abb. 7. Auch der Schweißumformer von Messer & Co G. m. b. H., der auf Abb. 3 dargestellt ist, kann durch einen Dieselmotor (Deutz) angetrieben werden (Abb. 8). Die Schweißstromstärke wird durch Ändern der Drehzahl des Dieselmotors geregelt. Möglich ist dies durch die

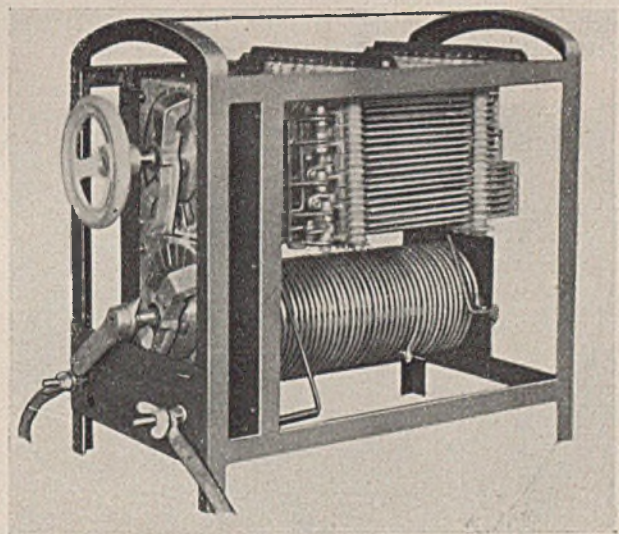


Abb. 6. Schweißstromregler der Kjellberg Elektroden u. Maschinen G. m. b. H. Ummantelung abgenommen.

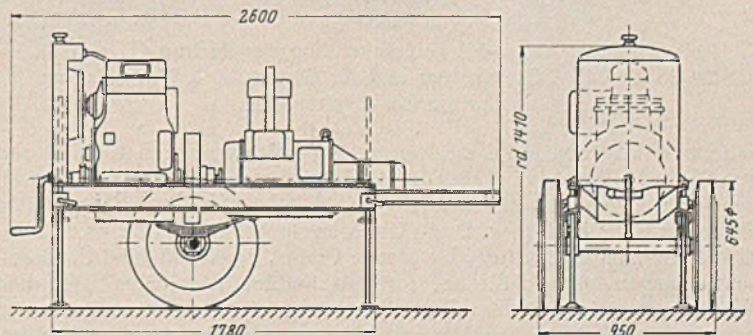


Abb. 7. Dieselschweißumformer der Siemens-Schuckertwerke AG. für Schweißströme von 40 bis 250 A bei 20 bis 25 V.

besondere Drehzahlkennlinie der Streufeldmaschine (Generator). Wenn bei Teilbelastungen der Motor langsamer läuft, wird auch weniger Brennstoff verbraucht, und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes steigt.

Die Schweißumformer mit Dieselbetrieb der Brown, Boveri & Cie AG. werden in verschiedenen Größen gebaut. Der größte ist mit einem Dreizylinder-Dieselmotor von 33/36 PS Leistung bei 1500 Uml/min gekuppelt. Der Brennstoffverbrauch beträgt bei Vollast 195 g/PS_h. Der Wagen, auf dem der Generator und der Motor aufgebaut sind, ist als Autoanhänger ausgeführt.

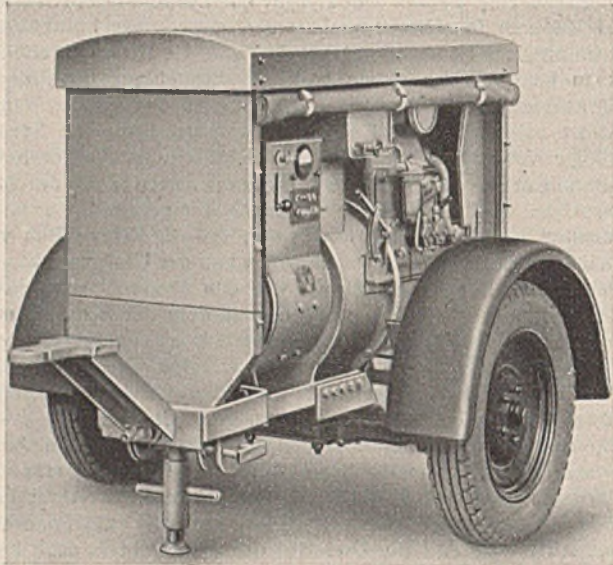


Abb. 8. Schweißumformer von Messer & Co. G. m. b. H. für eine Nennleistung bis 250 A mit Antrieb durch einen Dieselmotor.

An Stelle eines Maschinensatzes mit Motor und Generator kann zum Erzeugen des Schweißstromes auch ein Gleichrichter verwendet werden, z. B. der der Rectron G. m. b. H. Der Drehstrom des Netzes wird in Gleichstrom durch Gleichrichterkolben umgewandelt, die zur Stromeinführung mit Chromeiseneinschmelzungen versehen sind, so daß die Gleichrichter kurzschlußfest werden und eine hohe elektrische und mechanische Widerstandsfähigkeit erhalten. Die Gleichrichter haben bis 20 000 Betriebsstunden ausgehalten. Die Geräte, die auf der Entnahme-

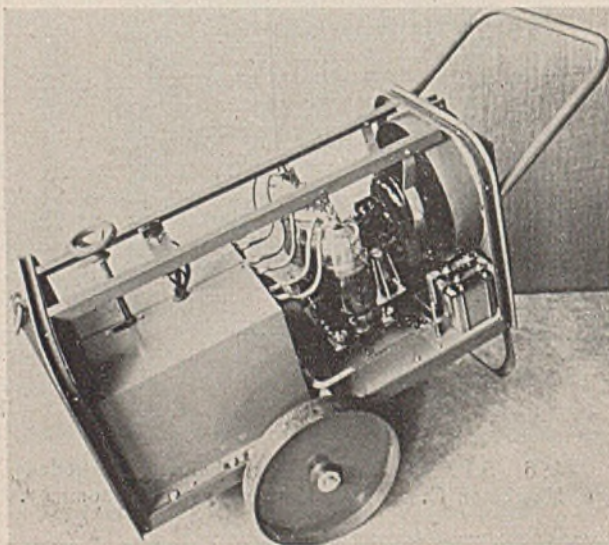


Abb. 9. Doppelstrom-Schweißeinrichtung der Rectron G. m. b. H. für 25 bis 140 A Gleichstrom und für 60 bis 300 A Wechselstrom. Schutzhaube abgenommen.

seite nur Gleichstrom liefern, werden für Leistungen von 6 bis 50 und von 25 bis 200 A gebaut. Außer diesen Geräten baut die Rectron G. m. b. H. noch Doppelstromschweißeinrichtungen (Abb. 9), die für den Baubetrieb eine Reihe von Vorteilen bieten. Durch Umlegen eines Handgriffes kann man aus diesen Geräten Gleichstrom für blanke Drähte, Senkrecht- und Überkopfschweißungen, dünne Bleche, rostfreie Stähle, Aluminium usw. und Wechselstrom für schwere Schweißarbeiten mit umhüllten Elektroden entnehmen. Beim Schweißen mit Wechselstrom ist die Gleichrichter- röhre außer Betrieb. Die Doppelstromschweißgeräte werden für Leistungen von 25 bis 140 A Gleichstrom oder 60 bis 300 A Wechselstrom und von

10 bis 80 A Gleichstrom oder 25 bis 175 A Wechselstrom gebaut. Das größere Gerät eignet sich für blanke Schweißdrähte von 4 bis 5 mm Durchm. (Gleichstrom), für umhüllte Schweißstäbe von 1,5 bis 7 mm Durchm. (Gleich- und Wechselstrom) und für Kohleelektroden im Gleichstrombereich; das kleinere Gerät für blanke Schweißstäbe bis 3,25 mm Durchm. (Gleichstrom), für umhüllte Schweißstäbe von 0,8 bis 5 mm Durchm. (Gleich- und Wechselstrom) und für Kohleelektroden im Gleichstrombereich.

Bei den Schweißgleichrichtern der Siemens-Schuckertwerke (Abb. 10) sind in dem fahrbaren Gehäuse ein Dreiphasenumspanner und ein Trocken- gleichrichter untergebracht. Durch einen Lüfter wird an der Rückwand Luft eingesaugt, die an der Vorderwand wieder austritt. Die Regelung des Umspanners geschieht stufenlos durch Verstellen eines Streujoches, wodurch der magnetische Nebenschluß der drei Einzelumspanner beeinflusst wird. Die Stromstärke wird durch Drehen eines Hebels eingestellt.

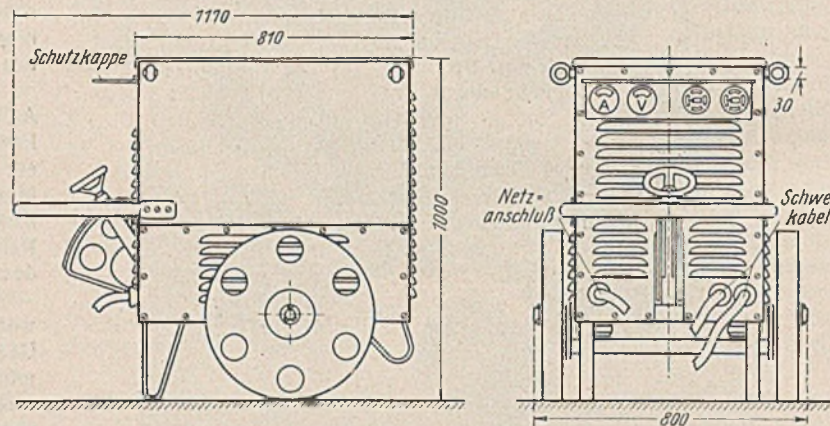


Abb. 10. Schweißgleichrichter mit einem Regelbereich von 17 bis 190 A bei 20 V Spannung der Siemens-Schuckertwerke AG.

Der gesamte Regelbereich von 17 bis 190 A ist in zwei Stufen unterteilt, die sich gegenseitig überschneiden. Der Kupferoxydul-Trocken- gleichrichter ist in Grätzsaltung ausgelegt. Das dynamische Verhalten von Stromstärke und Spannung ist derart, daß günstige Schweiß- eigenschaften erreicht werden. Der Gleichrichter kann beim Schweißen im Dauerbetrieb (100% Einschaltedauer) auf der höchsten Reglerstellung nicht überlastet werden.

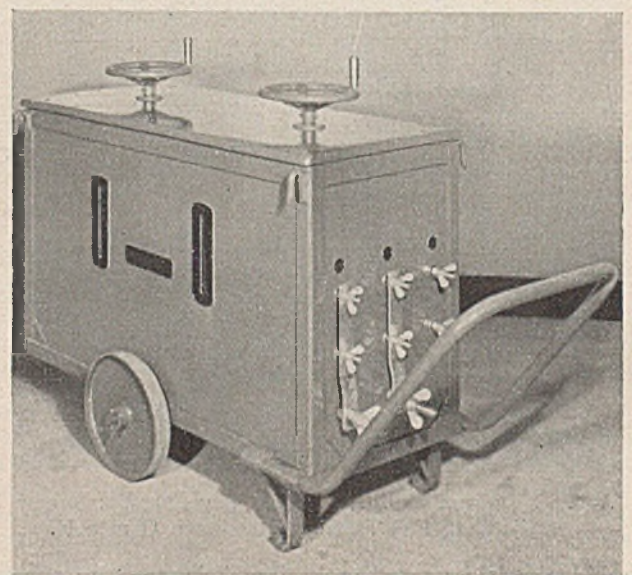


Abb. 11. Schweißumspanner für 400 und 600 A für zwei voneinander unabhängige Schweißstellen der Arcos Gesellschaft für Schweißtechnik.

Von den Umspannern für Wechselstrom, die für das Licht- bogenschweißen auch oft verwendet werden, sind die Bauarten für 400 und 600 A der Arcos Gesellschaft für Schweißtechnik m. b. H. (Abb. 11) derart umgeändert worden, daß mit jedem Gerät auch zwei Einzel- schweißstellen unabhängig voneinander betrieben werden können und der Anwendungsbereich der schweren Geräte wesentlich vergrößert wird. Bisher mußten für Schweißungen mit dünnen Elektroden und niedrigeren Stromstärken kleinere Umspanner vorhanden sein.

Bei umfangreichen Stahlbauten, z. B. Brücken mit vollwandigen Trägern, werden gelegentlich selbsttätige Lichtbogen-Schweiß-

einrichtungen für Kohle- oder Metallelektroden verwendet. Das Anwendungsgebiet der selbsttätigen Kohlelichtbogen-Schweißgeräte ist der Stumpfstoß, der Überlappstoß, die Bördelnaht und bei schräg gestelltem Werkstück die Kehlnaht. Die selbsttätigen Metalllichtbogeneinrichtungen dienen zum Schweißen von Kehlnähten, Stumpfnähten und Auftragsnähten.

Selbsttätige Kohlelichtbogen- und Metalllichtbogen-Schweißgeräte mit neuartigen Steuerungen haben die Siemens-Schuckertwerke entwickelt. Bei der selbsttätigen Kohlelichtbogen-Schweißeinrichtung arbeiten zwei Gleichstrom-Nebenschlußmotoren über ein Ausgleichsgetriebe auf ein Triebrad (Abb. 12), das die Spannhülse mit der darin eingespannten Kohlelektrode vorschubt oder zurückzieht. Der eine Motor liegt immer an einer gleichbleibenden Gleichstromspannung und läuft daher mit der am Nebenschlußregler eingestellten, unveränderlichen Drehzahl. Der andere Motor liegt an der Lichtbogenspannung. Beide Motoren haben die gleiche Drehrichtung. Durch das Ausgleichsgetriebe wird auf das Triebrad mit der Kohlelektrode eine Bewegung übertragen, die dem Unterschied der Umlaufzahlen der beiden Motoren entspricht. Bei einer bestimmten, einstellbaren Lichtbogenspannung ist der Unterschied gleich Null. Treten beim Schweißen Veränderungen am Lichtbogen auf, so ändert sich sofort die Drehzahl des an der Lichtbogenspannung liegenden Motors. Der Lichtbogen wird durch eine aus zwei getrennten Wicklungen bestehende, fremd erregte, magnetische Blasspule stetig gemacht (Abb. 13).

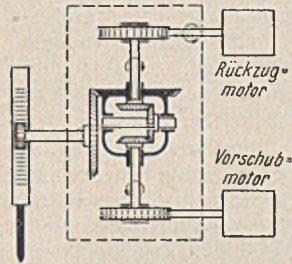
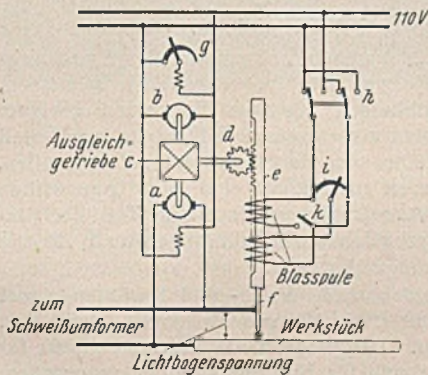


Abb. 12. Getriebe einer selbsttätigen Kohlelichtbogenschweißeinrichtung der Siemens-Schuckertwerke AG.



a Vorschubmotor, b Rückzugmotor, c Ausgleichsgetriebe, d Triebrad, e Spannzange, f Schweißkohle, g Regler für die Lichtbogenspannung, h Umschalter für die Blasspule, i Regler für die Blasspule, k Schalter für die Blasspule.

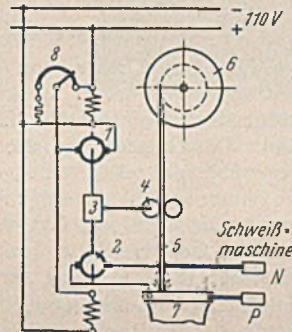
Abb. 13. Schaltbild einer selbsttätigen Kohlelichtbogenschweißeinrichtung der Siemens-Schuckertwerke AG.

Die eine Wicklung ist regelbar und die andere läßt sich nach Bedarf zu- oder abschalten. Durch die Fremderregung der Blasspule kann der Lichtbogen unabhängig vom Schweißstrom geregelt werden, so daß sich jede Stärke des Richtfeldes während des Schweißens einstellen läßt. Bei der selbsttätigen Metalllichtbogen-Schweißeinrichtung wird der Schweißkopf aus einem Gehäuse mit eingebautem Getriebe und zwei Motoren gebildet. Das Getriebe ist ähnlich wie das Getriebe der Abb. 12 gebaut. Aus dem Gehäuse ragt ein Kopfteil heraus, das um seine Mittelachse schwenkbar ist. An das Kopfteil ist eine Düse angeschraubt, durch die der Schweißdraht dem Werkstück zugeführt wird. Treten beim Schweißen Veränderungen des Lichtbogens auf, so ändert sich sofort die Drehzahl des an der Lichtbogenspannung liegenden Motors (Abb. 14) und daher auch die Vorschubgeschwindigkeit der Elektrode. Zum Schweißen breiter Nähte kann der Schweißkopf mit einer zusätzlichen Pendeleinrichtung versehen werden, bei der durch einen kleinen Motor während des Schweißens die Düse in einem beliebigen Winkel und mit einer beliebig einstellbaren Geschwindigkeit quer zur Naht hin- und herbewegt wird.

Bei dem selbsttätigen Kohlelichtbogenschweißkopf der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (Abb. 15) dient die vom Schweißkopf-Unterteil im Inneren durch das Oberteil nach oben hinausragende Hohlspindel zur Aufnahme und zum Verschieben des Kohlestabes. Bewegt wird die Hohlspindel durch ein Räderausgleichsgetriebe, das durch einen auf dem Schweißkopfdeckel angeflanschten Motor mit gleichbleibender Drehrichtung angetrieben wird. Der Kohlestab dreht sich ohne Längsbewegung und mit unveränderter Drehzahl während des Schweißens. Durch zwei in Abhängigkeit von der Lichtbogenspannung wahlweise durch einen Verstärker ausgelöste Steuermagnete wird das eine oder andere der beiden Ausgleichsräder festgelegt, so daß entweder ein Vorschub oder ein Rückzug der Kohle eintritt. Die Längsbewegung der Spindel mit der Kohle geschieht nur so lange, bis die eingestellte Lichtbogenlänge vorhanden ist. Die Steuereinrichtung ermöglicht nicht nur ein rasches Zünden beim Einschalten des Schweißkopfes, sondern auch während des Betriebes eine feinfühligere Regelung der Lichtbogenlänge. — Bei dem selbsttätigen Drahtlichtbogenschweißgerät (Abb. 16) muß der Schweißstrom an dem Regelteil des benutzten Schweißumformers einmalig entsprechend eingestellt werden. Die Abstimmung auf die für den Draht günstige Lichtbogenlänge und -spannung geschieht an dem im Schweißgerät angebrachten, oberen Regelwiderstand, der die Spule des an der Schaltkastenseite angebaute Verstärkers beeinflusst. Dabei verlegt der Regelwiderstand den Ansprechpunkt auf den eingestellten Spannungswert. Von dem Schweißverstärker wird eine im mittleren Getriebeteil des Schweißkopfes befindliche, elektromagnetische Umkehrkupplung ausgelöst. Eine nahezu masselose Ankerscheibe ist zwischen den beiden dauernd im entgegengesetzten Drehsinn angetriebenen Magnetköpfen beweglich eingefügt. Sie wird von der durch den Verstärker bestimmten Kupplungshälfte angezogen und überträgt deren Bewegungsrichtung sinngemäß auf den Schweißdraht. Durch den Drehrichtungswchsel wird der Schweißdraht von den Antriebsritzeln vor- und zurückbewegt. Mit dem Schweißkopf können fast alle handelsüblichen Drähte, auch die neueren mit einem Metallband umhüllten Sondermantelelektroden verschweißt werden.

Schweißdrähte und Schweißelektroden.

Der Werkstoff einer Schweißnaht setzt sich aus dem niederschmelzenden Schweißdraht und dem aufgeschmolzenen Grundwerkstoff zusammen. Die Festigkeitseigenschaften sind daher auch von den entsprechenden Werten des Schweißdrahtes und des Grundwerkstoffes abhängig. Die mit einem bestimmten Schweißdraht erzielten Festigkeiten gelten jeweils nur für einen bestimmten Grundwerkstoff. Die Verschiedenartigkeit der Stahlarten, die heute bei Schweißverbindungen in Betracht kommen, macht es auch unmöglich, mit einem Einheitsschweißdraht einwandfreie Ergebnisse zu erzielen. Dies gilt für die Elektroschweißung und auch für das Gas-schmelzschweißen. Für jede Stahlart muß ein passender Schweißdraht verwendet werden. In der folgenden Zusammenstellung sind



1 Motor für den Elektrodenrückzug, 2 Motor für den Elektroden-vorschub, 3 Ausgleichsgetriebe, 4 Triebrad, 5 Elektrode, 6 Drahtrolle, 7 Werkstück, 8 Drehzahlregler für die Motoren 1 und 2.

Abb. 14. Schaltbild einer selbsttätigen Metalllichtbogenschweißeinrichtung der Siemens-Schuckertwerke AG.

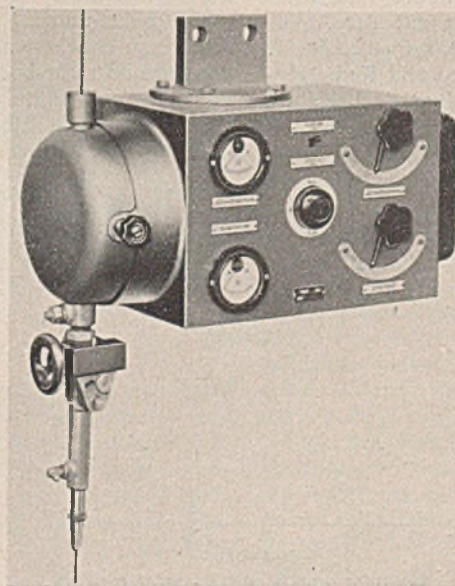


Abb. 16. Selbsttätiges Drahtschweißgerät der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft. An der Öse kann das Gerät aufgehängt werden.

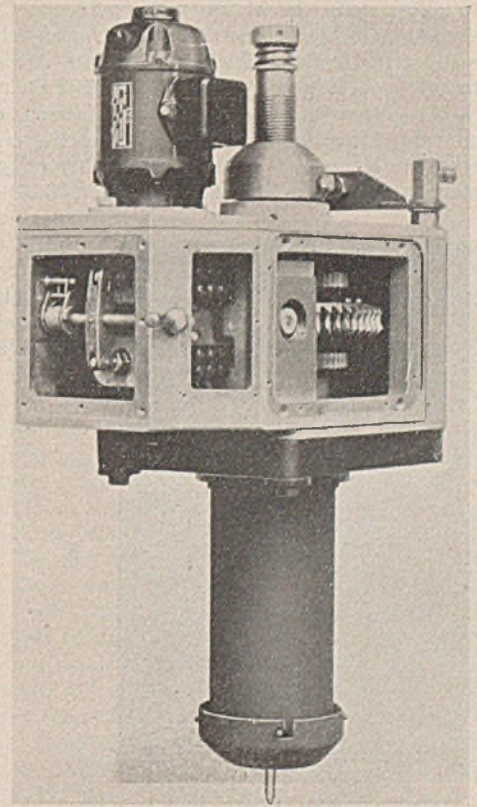


Abb. 15. Selbsttätiger Kohleschweißkopf der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft.

die für den Baubetrieb hauptsächlich in Betracht kommenden Krupp-schen W. D. J.-Schweißdrähte und Elektroden aufgeführt.

Art des Schweißdrahtes	Marke	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung 1 = 5 d %	Verwendungsgebiet
Unlegierte Schweißdrähte für Baustähle bis zu St 52	Zeus-GV-37 T	37 bis 42	20 bis 25	Gewöhnliche Verbindungs-schweißungen
	Zeus-GV-42	42 bis 45	18 bis 24	Hochwertige Verbindungs-schweißungen
	Zeus-GV-52	52 bis 58	16 bis 20	Baustähle St 52
Legierte Schweißdrähte	Zeus-GV-legiert FK-322	60 bis 70	12 bis 18	Sonderschweißungen
Seelenelektroden für unlegierte und legierte Baustähle	Zeus-B-Elite	40 bis 46	7 bis 10	Verbindungen mit guter Dehnung
	Zeus-B-Elite KVA	48 bis 55	15 bis 20	Verbindungen an St 52
	Zeus-B-Elite HS	53 bis 63	15 bis 18	Verbindungen an Stählen bis St 70, besonders St 52
Umhüllte Elektroden (dünn umhüllt)	Zeus-EV-Universal	37 bis 42	12 bis 15	Verbindungs-schweißungen aller Art (Stehnähte, Überkopfarbeit)
	Zeus-EV-Universal S	40 bis 45	11 bis 14	Eisenhochbau bei schmiedbaren Schweißnähten
Mantelelektroden (dick umhüllt)	Zeus-EV-Maximum	48 bis 52	24 bis 28	Brückenbau St 37 u. St 52
	Zeus-EV-Splendid	40 bis 44	20 bis 25	Stahlbau St 37 bis St 42
	Zeus-EV-Rekord	48 bis 52	24 bis 26	Baustahl St 37 bis St 52
	Zeus-EV-Optimum	52 bis 54	30 bis 34	Hochbeanspruchte Verbindungen
	Zeus-EV-52	50 bis 56	25 bis 30	Brückenbau St 37 u. St 52

Eine neue, leicht zu verschweißende Elektrode (Arcos-Carend) besonders zum Schweißen an schwer zugänglichen Stellen und zum Senkrecht- und Überkopfschweißen hat die Arcos Gesellschaft für Schweißtechnik m. b. H. geschaffen. Die umhüllte Elektrode kann man bei richtiger Stellung sogar auf das Werkstück aufsetzen, ohne daß sie hängenbleibt oder der Lichtbogen erlischt. Gleichzeitig ergibt die Elektrode eine beachtliche Werkstoffsparsnis. Gegenüber einer guten, blanken Elektrode braucht man beim Senkrechtschweißen 30 bis 40 % weniger Werkstoff mit der neuen Elektrode. Eine Senkrechtschweißung mit der Arcos-Carend-Elektrode zeigt die Abb. 17. Dehnung, Dichte und Kerbzähigkeit sind günstiger als bei einer anderen blanken Elektrode.

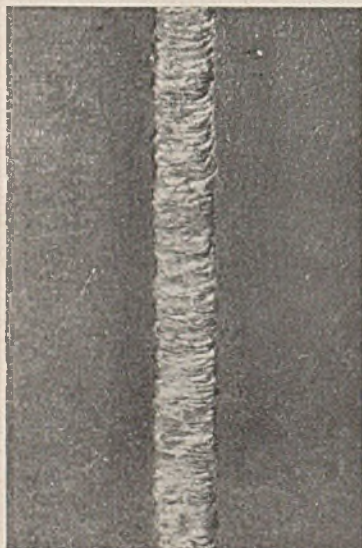


Abb. 17. Senkrecht verlaufende Schweißnaht mit einer Arcos-Carend-Elektrode der Arcos Gesellschaft für Schweißtechnik.

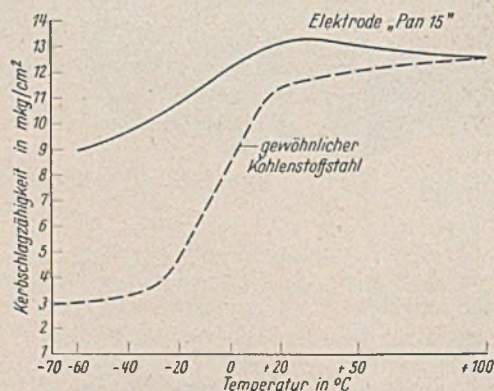


Abb. 18. Verlauf der Kerbschlagzähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur bei der Elektrode „Pan 15“ der Gutehoffnungshütte und bei gewöhnlichem Kohlenstoffstahl gleicher Festigkeit.

Einen neuen, mittelstark umhüllten Schweißdraht, der sich zum Schweißen in allen Lagen eignet, hat auch die Siemens-Schuckertwerke AG geschaffen (Siemens-Schweißdraht 120). Der Schweißdraht zündet einfach und ergibt einen sehr beständigen Lichtbogen. Angaben über den Schweißdraht enthält nebenstehende Zahlentafel.

Drahtdurchmesser mm	Stromstärke A	Abschmelzleistung kg/h
1	25	0,30
1,5	45	0,60
2	70	0,95
2,5	90	1,25
3,25	130	1,80
4	180	2,50
5	220	3,00
6	260	3,60

Eine weitere neue Elektrode („Pan 15“) für hochwertige Schweißungen hat ferner die Gutehoffnungshütte entwickelt. Das Schweißgut mit dieser Elektrode hat eine Festigkeit von 48 kg/mm², eine Streckgrenze von 37 kg/mm² und eine Dehnung von 28 bis 31 %. Wie hoch die Kerbzähigkeit des ungeglühten Schweißgutes im Vergleich zu einem Schweißgut aus gewöhnlichem Kohlenstoffstahl gleicher Festigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur ist, geht aus Abb. 18 hervor. Der Abfall der Kerbschlagzähigkeit im Schweißgut mit der Elektrode „Pan 15“ ist bei tieferen Temperaturen so weit verschoben, daß die Werte bis -60° noch 9 mkg/cm² betragen. Auch bei hohen Temperaturen, z. B. nach dem Spannungsfreiwerden bei 650° C geschweißter Teile, ergibt das Schweißgut mit dieser Elektrode noch hohe Prüfwerte. Die Abschmelzgeschwindigkeit der Elektrode ist ebenfalls sehr groß; sie beträgt z. B. bei der 4-mm-Elektrode bei einer Abschmelzlänge von 40 cm nur 62 sek oder bei der 5-mm-Elektrode 75 sek.

Die Wahl eines richtigen Schweißdrahtes ist für die Anwendungsmöglichkeit einer Schweißung von grundlegender Bedeutung.

Gasschweißen und Gasschneiden.

Mit der Gasschweißung (der „autogenen“ Schweißung) kann man nicht nur schweißen, d. h. Werkstücke verbinden, sondern auch schneiden, während die elektrischen Einrichtungen nur zum Schweißen geeignet sind. Die Gasschweißgeräte bieten also in dieser Hinsicht einen Vorteil gegenüber den elektrischen Geräten, der sich besonders auf Baustellen, wo immer verschiedenartige Arbeiten auszuführen sind, günstig auswirken kann. Die heutigen Gasschweißeinrichtungen sind zum Teil hochentwickelte Geräte, die in den verschiedensten Ausführungen und für die verschiedensten Arbeiten zur Verfügung stehen.

Zum Schweißen und Schneiden, zum Weich- und Hartlöten eignet sich z. B. der Brenner „Grienorm“ (Abb. 19) von Griesogen, der neue, verbesserte Einsätze erhalten hat. Der Brenner aus Leichtmetall ist für Hoch- und Niederdruck-Azetylen und für Flaschen-Azetylen vorgesehen. Nach dem Auswechseln des Schweißensatzes gegen einen Schneideinsatz kann man mit dem Brenner schneiden.

Ein Handschneidbrenner von Griesogen („Fortschritt“) kann mit mehreren Zusatzeinrichtungen versehen werden, so daß der Brenner sehr vielseitig brauchbar wird. Für Schnitte an sehr schmalen Werkstücken wird an Stelle des Zweiradwagens zum Führen der Düse ein Einradwagen angesetzt, der in besonderen Fällen gegen einen Sporn ausgetauscht wird. Die dem Brennerkopf angepaßte Bauart des Spornes, bei der der Stützpunkt dicht an den Brennerkopf verlegt ist, ermöglicht das Schneiden auch an schwer zugänglichen Stellen. Der Sporn besteht aus einem hitzebeständigen Werkstoff, dessen Verhalten durch die Nähe der Flamme nicht beeinflusst wird. Schnitte an den Kehlen von Walz-

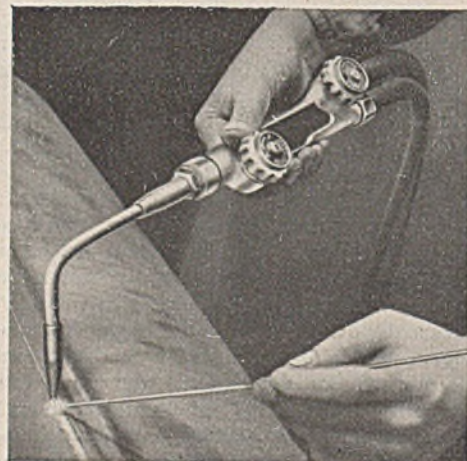


Abb. 19. Verbesserter Autogenbrenner aus Leichtmetall („Grienorm“) von Griesogen zum Schweißen, Schneiden, Weich- und Hartlöten beim Schweißen.

elisen oder Ausklüngen an schwer zugänglichen Stellen führt man mit einem verstellbaren Führungssporn und mit einer langen Düse aus. Zum Ausbrennen von Nieten oder Abschneiden von Nietköpfen dient eine verstellbare Nietkopfschneiddüse. Zum Schneiden von Löchern setzt man eine Zirkelstange mit verstellbarer Spitze ein (Abb. 20).

Verbesserungen erfuhren auch die Handschweiß- und -schneidbrenner des Autogenwerkes Sirius. Die Geräte sind jetzt vor allem so eingerichtet worden, daß sie für die verschiedenartigsten Arbeiten verwendbar sind.

Beim Schneiden erfordert der Vorschub von Hand eine gewisse Geschicklichkeit, wenn der Schnitt sauber ausfallen soll. Die größeren Schneideinrichtungen sind daher mit einem selbsttätigen Vorschub durch einen eingebauten, kleinen Elektromotor (etwa 1/50 PS Leistung) versehen, der auf Vor- und Rücklauf umschaltbar ist.



Abb. 20. Gasschneidbrenner („Fortschritt“) von Griesogen mit Zirkelstange zum Schneiden von Löchern.

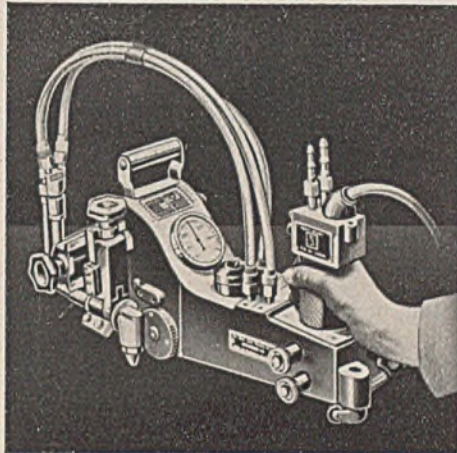


Abb. 21. Gasschneidbrenner mit Vorschubmotor und Führung des Wagens von Hand von Messer & Co., G. m. b. H.



Abb. 23. Gasschweißen eines Brückengeländers aus Hydronalium mit „Hydrogal“ (von Griesogen).

Beispielsweise werden an den Schneideinrichtungen von Messer & Co. G. m. b. H. (Abb. 21) das Sauerstoffventil und der Elektromotor durch einen Druckknopf gemeinsam geschaltet. Das Lenken auf der Schnittlinie geschieht von Hand. Die Vorschubgeschwindigkeit wird durch einen elektrischen Vorschaltwiderstand geregelt.

Bei den Brennern der gleichen Art von Hilger & Kern ist der Vorschubmotor zum Anschluß an die Lichtleitung für Gleich- und Wechselstrom eingerichtet. Der Stromverbrauch beträgt nur 30 Watt. Ein eingebautes Meßgerät zeigt den eingestellten Vorschub unmittelbar in mm/min an. Zum Schalten des Motorstroms dient ein Tastschalter im Handgriff des Gerätes. Der mit Ringdüsen versehene Brennerkopf ist seitlich und in der Höhe verstellbar und kann für Schweiß- und Stemmkannten um 45° geschwenkt werden.

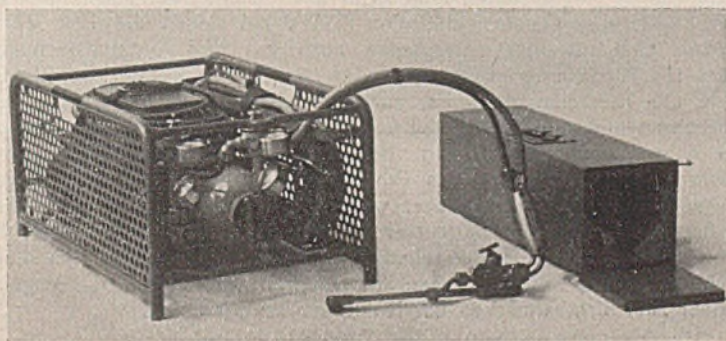


Abb. 22. Tragbares Brennschneidgerät (40 kg Gewicht) des Drägerwerkes.

Ein im Verhältnis zur Leistung leichtes und kleines Gasschneidgerät ist vom Drägerwerk entwickelt worden. In einem Schlittengestell aus Rohr (Abb. 22) sind eine Sauerstoff- und eine Azetylenflasche untergebracht, die das Gas zum Betriebe des an einem 10 m langen Doppelschlauch angeschlossenen Brenners enthalten. Oben ist das Schlittengestell glatt, so daß es auf dem Boden geschleift werden kann. Unten sind Füße angebracht, die ein Abgleiten auf schrägen Flächen verhüten. Das Gerät wiegt 40 kg.

Mit der Zunahme der Verwendung von Leichtmetallen und Leichtmetalllegierungen beim Baubetrieb gewinnt das Schweißen dieser Metalle an Bedeutung. Grundsätzlich lassen sich alle Legierungen, die gießbar sind, autogen schweißen. Bei manchen Legierungen ist allerdings

das Gasschweißen nur in beschränktem Umfange anwendbar. Voraussetzung für das richtige Gelingen einer Schweißung an einer Leichtmetalllegierung ist die Anwendung eines geeigneten Flußmittels. Die Flußmittel sind in letzter Zeit weiter vervollkommen worden. Beispielsweise findet das Schweißmittel „Autogal“ von Griesogen in entsprechender Zusammensetzung für das Gasschweißen nahezu aller Leichtmetalllegierungen Anwendung. Ähnlich wie „Autogal“ ergeben auch die Schweißpulver „Hydrogal“ und „Elektrogal“ brauchbare Schweißungen an Hydronalium oder Elektronmetall. Das Gasschweißen eines Brückengeländers aus Hydronalium mit dem Schweißpulver „Hydrogal“ zeigt als Beispiel Abb. 23.

Umfangreiche Schnitte an Blechen oder Profileisen führt man gelegentlich mit voll selbsttätigen Schneidmaschinen aus, mit denen nach Anriß, nach Lehre oder nach Zeichnung geschnitten wird. An den Maschinen ist der Brenner an einem Balken befestigt, der in zwei senkrecht zueinander liegenden Führungen (Kreuzwagen) ruht, so daß alle Bewegungsrichtungen innerhalb einer Ebene möglich sind.

Verformungslose Untersuchung metallischer Werkstoffe.

Die Entwicklung der Schweißtechnik und ihre ausgedehnte Verwendung im Brücken- und Stahlhochbau hat zu einer lebhaften Weiterentwicklung der zerstörungsfreien Prüfverfahren geführt. Aus den mechanisch-technologischen Prüfungen einzelner Schweißproben lassen sich noch keine Folgerungen auf den Zustand der meist unter ungünstigen Verhältnissen hergestellten Schweißungen größerer Brückenträger ziehen.

Allgemein eingeführt hat sich die Röntgen-Prüfung. Die Strahlen durchdringen die Prüfstellen und zeigen auf einem Lichtbild oder auf einem Leuchtschirm die Beschaffenheit der durchleuchteten Stellen an. Die Elektroindustrie schuf betriebs- und strahlensichere Einrichtungen. Um die Anlagen in kurzer Zeit aufzubauen, haben die Siemens-Schuckertwerke bei den Röntengeräten die Villardschaltung mit pulsierender Spannung an der Röntgenröhre gewählt, die eine Aufteilung des Hochspannungserzeugers in zwei Hälften ermöglicht. Die einzelnen Teile, wie Hochspannungserzeuger, Schaltkasten, Röhrenbehälter, Gestell, Pumpe und Hochspannungskabel lassen sich dann leicht durch wenige Leute wegbringen. Wegen des vollkommenen Strahlen- und Hochspannungsschutzes kann heute die Bedienung einer Röntgenanlage durch angeleitete Leute ausgeführt werden. Bei der Wahl der Voraussetzungen für die Aufnahme müssen jedoch infolge der Eigenart der Röntgenstrahlen besondere Vorsichtsmaßregeln berücksichtigt werden. Diese beziehen sich auf die Strahlenhärte infolge der Röhrenspannung, auf die Strahlungskraft infolge des Röhrenstromes und des Brennfleck-Filmabstandes, auf die Belichtungszeit, auf die Filmart, auf die Dicke des Werkstoffes und auf die Anordnung von Strahlenquelle, Prüfkörper und Film zueinander. Je höher die Spannung oder je härter oder durchdringender die Strahlung ist, desto weniger Gegensätze zeigt bei sonst gleicher Schwärzung das Bild. Man muß also wählen zwischen Verkürzung der Belichtungszeit und Erkennbarkeit von Fehlerstellen, die durch eine kürzere Belichtungszeit vermindert wird. Zur Vereinheitlichung des Abnahmeverfahrens sind Richtlinien für die Prüfung von Schweißverbindungen durch Röntgen- und γ -strahlen aufgestellt worden (DIN 1914).

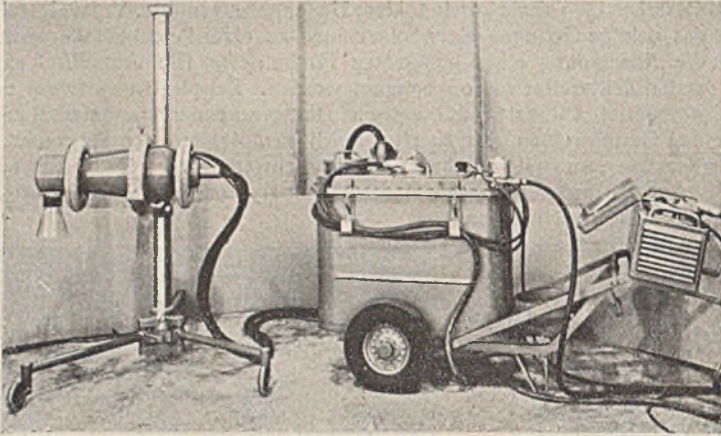


Abb. 24. Röntgeneinrichtung zum zerstörungsfreien Untersuchen von Bauteilen der C. H. F. Müller AG.

In der Bautechnik kommt das Röntgenprüfverfahren hauptsächlich zur Anwendung:

- für Schweißnahtuntersuchungen beim Brücken- und Stahlbau,
- für die Untersuchung von hochbeanspruchten Werkstücken und Teilen auf Risse, Sprünge und andere Fehlerquellen,
- für die Untersuchung von Werkstoffen auf einwandfreie Zusammensetzung im Feingefüge,
- für das Messen elastischer Spannungen an Werkstücken.

Für diese Zwecke hat die C. H. F. Müller AG mehrere Einrichtungen entwickelt. Zu Untersuchungen an hochbeanspruchten Werkstücken dient z. B. das Gerät nach Abb. 24, das an jedes Wechselstrom-Kraftnetz angeschlossen werden kann. Der Hochspannungsgenerator (150 kV) ist tropfwasserdicht und leicht ortsveränderlich. Die nur 40 kg schwere Röntgenröhre wird unmittelbar durch Anschluß an eine Wasserleitung

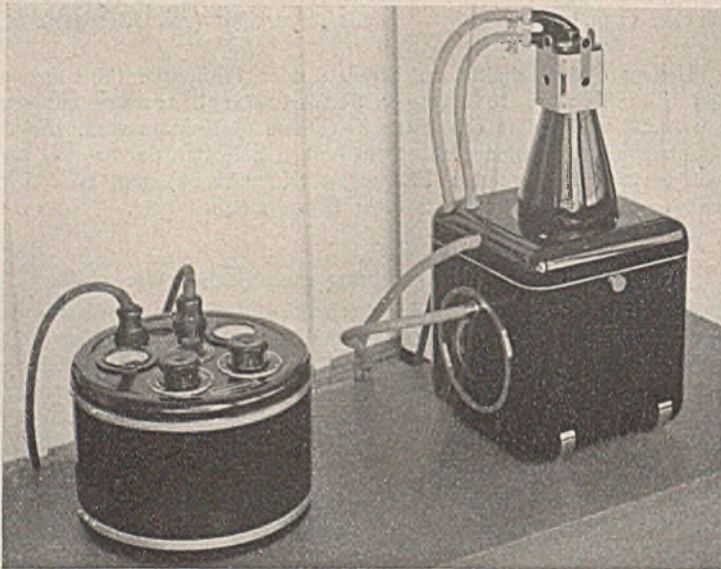


Abb. 25. Röntgeneinrichtung der C. H. F. Müller AG für Untersuchungen des Feingefüges und für Spannungsmessungen.

gekühlt. Die hierdurch erreichte, hohe Röhrenleistung (40 bis 20 mA bei 50 bis 150 kVs dauernd) ergibt große Gegensätze im Bild und ermöglicht die Verwendung eines Leuchtschirmes auch bei Gegenständen, die sonst im Lichtbild geprüft werden mußten.

Für Untersuchungen des Feingefüges und Spannungsmessungen eignet sich das Gerät nach Abb. 25, das aus einem Umspannerkasten mit fest verbundener Vollschutzhaube und einem Schaltkasten besteht und nach den Vorschriften Din-Rönt 5/1933 und 6/1933 gebaut ist. Der Umspannerkasten kann so betrieben werden, daß sich die Röhre entweder in senkrechter Stellung oder in zwei verschiedenen liegenden Stellungen befindet. In senkrechter Stellung beträgt der Abstand der vier Röhrenfenster von der Oberfläche des Kastens 230 mm. In liegender Röhrenstellung ist der Boden 120 oder 90 mm entfernt. Alle acht Flächen der Haubenfensterbüchse sind mit einer Reihe von Löchern versehen, an denen Kammern angebracht werden können. Für Spannungsmessungen am Werkstück wird die Röhre durch ein biegsames Gummikabel angeschlossen. Die Röhrenhaube ist fest mit dem Umspannerkasten verbunden. Die Röhre wird aus einer Wasserleitung gekühlt. Durch eine Netzregelung kann die Hochspannung auf den genauen Wert eingestellt werden. Da sich der Röhrenstrom nur gradlinig mit etwaigen Netzspannungsschwankungen ändert, ist die Röhre weitgehend gegen Überlastungen gesichert. Das Gerät ist für Röhrenscheitelspannungen von 20, 30, 40, 50 und 60 kV eingerichtet. Bis zu einem höchsten Strom von 30 mA ist die jeweils angeschlossene Röhre voll ausgelastet. Der Anschlußstrom kann 5 Spannungen zwischen 110 und 220 V bei Wechselstrom von 40 bis 60 Per/sk haben. Die Stromaufnahme beträgt bei voll belasteter Röhre (800 Watt) 7,5 A bei 220 V.

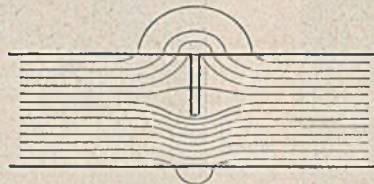


Abb. 26. Verlauf der magnetischen Kraftlinien in der Umgebung eines Oberflächenrisses.

Alle Fehler im Werkstoff dehnen sich in der Hauptsache in zwei Richtungen aus, z. B. Risse aller Art und Bindefehler in Schweißnähten. Sie können nur dann beobachtet werden, wenn die Durchstrahlungsrichtung einigermaßen in die Ausdehnungsrichtung der Fehler fällt. Im Gegensatz zu Bindefehlern ist die Lage von Rissen meistens unbekannt, so daß ihr Auffinden mit Röntgenstrahlen von Zufälligkeiten abhängt. Außerdem lassen sich kleine Risse wegen der harten Strahlung, auch wenn sie in der Strahlungsrichtung liegen, oft nicht erkennen. In diesen Fällen kommt das Magnetpulververfahren in Betracht, das von den Siemens-Schuckertwerken weitgehend ausgebaut worden ist. Das Wesen dieses Verfahrens liegt darin, daß durch einen Riß eine Ablenkung magnetischer Kraftlinien eintritt (Abb. 26). Die magnetischen Kraftlinien erzeugt man an der betreffenden Stelle. Um sie sichtbar zu machen, streut man trockenes, feinstes Eisenpulver (Karbonyleisen) oder Eisenoxydpulver (Fe_3O_4) auf, das man durch Klopfen in Bewegung bringt, damit es sich in die Richtung der Kraftlinien einstellt. Heute verwendet man allgemein das nasse Verfahren mit einer Mischung aus einer geringen Menge Eisenpulver mit einem geeigneten Öl. In ähnlicher Weise werden auch Risse unter der Oberfläche aufgefunden. Die Deutlichkeit der Fehleranzeige nimmt aber mit der Tiefe schnell ab. Risse, die in Richtung der Kraftlinien liegen, werden jedoch auf diese Weise nicht angezeigt, so daß man die Prüfstellen in zwei senkrechten Richtungen nacheinander magnetisieren muß. Um das Umlegen der Magnetpole zu vermeiden, sind Geräte entstanden (SSW), bei denen die Pole eines starken Gleichstromelektromagneten noch mit den Ausgangsklemmen eines Hochstromumspanners verbunden sind, so daß man wahlweise, ohne die Klemmen zu lösen, zur Beobachtung von Längsrissen den Hochstrom und zum Beobachten von Querrissen die Gleichstromerregung des Magneten einschalten kann. Bei Längsrissen durchfließt ein Wechselstrom von hoher Stärke das Prüffeld und erzeugt ein ringförmiges Magnetfeld um die Stromachse, wobei die Längsrisse sichtbar werden, während die Querrisse unsichtbar bleiben. Auch auf diese Weise ist eine verformungslose Untersuchung von Bauwerken möglich. An senkrecht stehenden Teilen bestehen aber Schwierigkeiten, weil das Magnetpulver zum Sichtbarmachen der Kraftlinien schwer haftet.

Vermischtes.

Einsturz der Plum Beach Channel-Brücke in New York. Nach einem Bericht in Eng. News-Rec. 1939, Bd. 123, Nr. 20 vom 16. 11. 1939, S. 662, ereignete sich im November v. J. beim Bau der Plum Beach Channel-Brücke in New York über den neuen Belt Parkway ein bemerkenswerter Unfall, bei dem das Leben von zwei Bauarbeitern und bedeutender Schaden zu beklagen war. Die 24 m breite Straßenbrücke war mit drei parallelgurtigen stählernen Vollwandträgern mit Gerbergelenken als Hauptträgern geplant und war über drei je 36,58 m weiten Öffnungen in 18 m Höhe über dem Wasserspiegel zu errichten (Abb. 1). Der Bau begann vom östlichen Widerlager aus mit dem Vorstrecken der zunächst biegefest zusammengeschlossenen drei ersten Trägereile A, die durch Querträger mittels Verbolzung in Verbindung gebracht wurden. Als der Kranträger, der auf dem auskragenden Teil des mittleren Balkens A aufgesetzt war, mit dem anschließenden Bau-

teil B belastet wurde, gaben die rückwärtigen Ankerselle des Kranbaumes, die an den bereits verlegten Balken befestigt waren, aus nicht völlig geklärter Ursache nach, und Teil B des Mittelträgers stürzte mit dem Kranbaum ins Wasser. Nach Untersuchung des Unfalls wird vermutet,

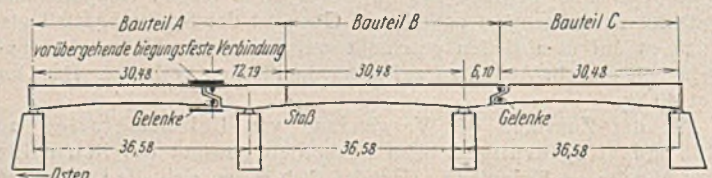


Abb. 1.

daß das Übergewicht aus Kraneigengewicht und Kranlast durch ein rückwärtiges Ankerseil den südlichen Träger der bereits überbauten Öffnung von seinen Kipplagern abgehoben hat. Er stürzte, wie Abb. 2 zeigt, von den Pfeilern ab und fiel auf die darunter befindlichen Prahme. Durch die bereits hergestellten Querträgerverbindungen soll dann der mittlere Träger der östlichen Öffnung aus seiner Richtung gedrängt worden sein, wobei sich die Querträger bis auf die Prahme herabneigten. Diesen Zustand zeigt Abb. 2. Als sich bald danach die Prahme bei eintretender Ebbe senkten, wurde auch der nördliche Träger der Ostöffnung durch die daran hängenden Querträger von seinen Auflagern gezogen. Zs.

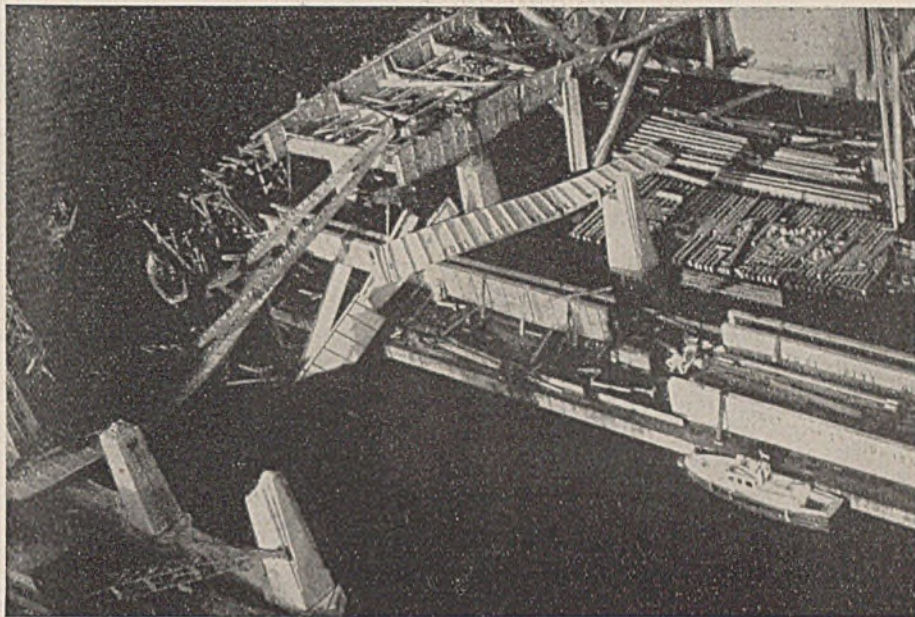


Abb. 2.

Die neuen Zufahrtstraßen zur Weltausstellung 1942 in Rom¹⁾. Zur reibungslosen Abwicklung des für die Weltausstellung 1942 erwarteten großen Verkehrs führen derzeit sowohl der Staat als auch die Stadt Rom größere Eisenbahn- und Straßenbauten aus. Wie der Übersichtsplan (Abb. 1) zeigt, sind nicht nur im Inneren, sondern auch in den Außenbezirken der Stadt eine Anzahl bedeutender Straßenbauten geplant und zum Teil bereits fertiggestellt, um den Hauptverkehr möglichst störungsfrei nach dem im Süden Roms gelegenen Ausstellungsgelände zu leiten. Für diesen Zweck sind folgende drei Hauptdurchgangsstraßen vorgesehen: 1. die Via Imperiale als Ausfallstraße vom Stadttinnern, 2. die Via Trastevere zur Aufnahme des Stadtverkehrs rechts des Tiber, sowie des Fernverkehrs der von Norden kommenden Staatsstraße Via Aurelia, 3. Circonvallazione Ostiense, die eine Verbindung der Via Imperiale mit der Porta San Giovanni und den der Via Appia benachbarten Wohngebieten herstellt. Außer diesen drei Hauptausfallstraßen verdienen die Via della Magliana, Via di Porta S. Paolo-Piazza Zama, Parallele della Via Imperiale, Via Laurentina sowie die am Südrande des Ausstellungsgeländes geplante Straße Erwähnung. Die bedeutendste dieser neuen Straßen, die Via Imperiale, hat von ihrem Ausgangspunkte, der Via del Trionfi (beim Kolosseum), bis zum Meere eine Gesamtlänge von 25 km. Davon mißt die Strecke Rom—Ausstellung 5,8 km, das Stück Ausstellung—Meer 16,5 km. Die verkehrstechnisch sehr wichtige Frage, ob diese Straße als eine Kraftwagenstraße oder als Stadtstraße ausgeführt werden soll, gab zu eingehenden Verhandlungen aller beteiligten Stellen Anlaß. Es wurde eine Vergleichslösung gefunden, so daß nun die Via Imperiale nicht nur die Forderungen einer Kraftwagenstraße erfüllen, sondern

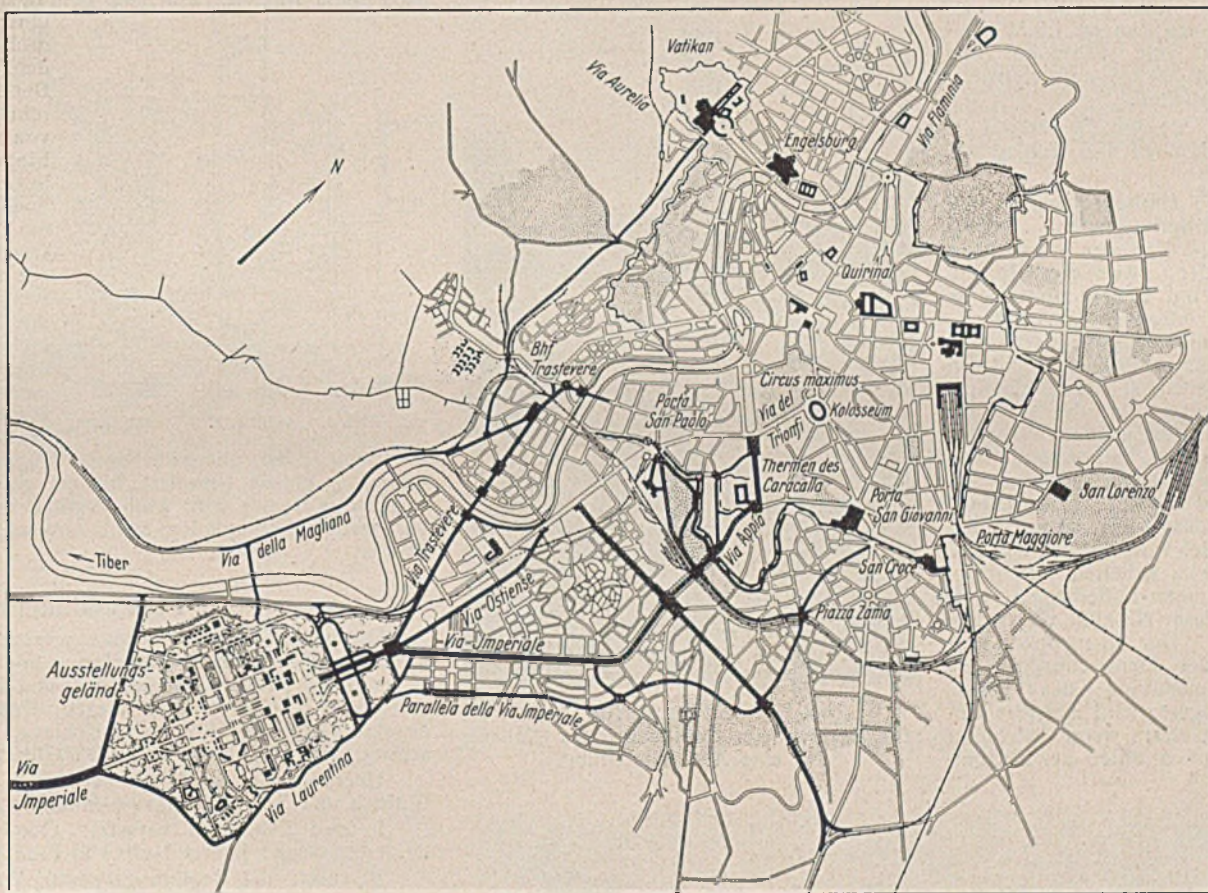


Abb. 1. Lageplan.

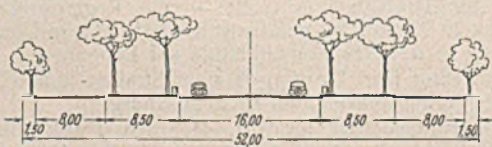


Abb. 2. Querschnitt der Via Imperiale (Passagliata Archeologica).

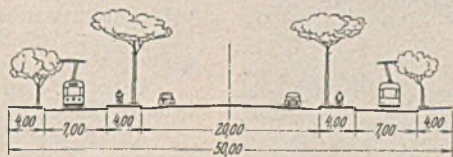


Abb. 3. Ein weiterer Querschnitt der Via Imperiale.

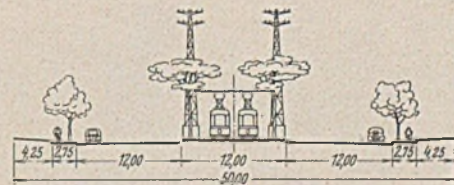


Abb. 4. Querschnitt der Via Circonvallazione Ostiense.



Abb. 5. Querschnitt der Via Trastevere.



Abb. 6. Querschnitt der Via Laurentina.



Abb. 7. Querschnitt der Via della Magliana (Innerhalb der Stadt).

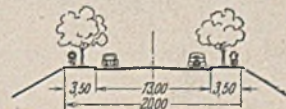


Abb. 8. Querschnitt der Via della Magliana (außerhalb der Stadt).

¹⁾ G. Corsetti in „Le Strade“, Februar 1940, S. 45 bis 52.

durch entsprechende, aber sehr kostspielige Bauten auch die berechtigten Wünsche der angrenzenden Wohngebiete befriedigen wird. Der Querschnitt wird nach Abb. 2 u. 3 ausgeführt. Zu beiden Seiten der insgesamt 50 m, zum Teil 52 m breiten Straße steht der neue Stadtplan noch je einen Parkstreifen von 25 m Breite vor, so daß sich ein Geländebedarf von 100 m Gesamtbreite ergibt. Diese Breite wird auch innerhalb des Ausstellungsgeländes beibehalten. Der Kreuzungsverkehr mit der Via Imperiale zwischen der Mura Aureliana (Stadtmauer) und der Ausstellung wird auf vier Stellen (Unterführung der Querstraßen) beschränkt. Das Höchstgefälle beträgt (nur an wenigen Stellen) 4‰, der kleinste Krümmungshalbmesser 500 m. Wie Abb. 2 zeigt, mußte ein Stück dieser Prachtstraße, die beiderseits mit schönen Pinien und Eichen bestandene Passaglia Archeologica (entlang der Thermen des Caracalla), eine gegenüber dem Regelquerschnitt um 4 m schmalere Fahrbahn erhalten, um den wertvollen Baumbestand dieses Straßenstückes zu erhalten. Die Ausbildung des Querschnitts der übrigen Hauptzufahrtstraßen zeigen Abb. 4 bis 8. Vor dem Ausstellungsgelände münden die drei Hauptausfallstraßen — die Via Imperiale, Via Trastevere und die neue Via Ostiense — zunächst in einen 150 × 160 m großen Platz. Von hier aus führt die Via Imperiale mit einer Breite von 70 m nach dem Ausstellungsgelände weiter. Unmittelbar vor der Ausstellung ist ein 8000 Wagen fassender, 1200 × 250 m großer Parkplatz vorgesehen. Weitere 15 000 Wagen können innerhalb des Ausstellungsgeländes untergebracht werden. Wie die Querschnittsaufbildungen zeigen, ist auch für den in Italien sehr starken Radfahrverkehr ausreichend gesorgt. Zu Beginn des Jahres 1942 wird die Stadt Rom nicht weniger als 40 km Radfahrwege und 56 km neue Zufahrtstraßen nach dem Ausstellungsgelände mit einer Gesamtoberfläche von 2,3 Mill. m² haben, wovon 1,5 Mill. m² auf die Fahrbahn und 400 000 m² auf Gehwege entfallen.

Dr.-Ing. Dr. rer. pol.
Haller VDI, Tübingen.

Umbauformen von Löffelbaggern. Gräben zum Verlegen von Wasser- oder Abwasserleitungen u. dgl. werden meistens im Handbetrieb ausgehoben. Nur bei umfangreichen Arbeiten dieser Art setzt man manchmal einen Grabenbagger ein, der aber nur für diesen Zweck verwendbar ist und deshalb meistens länger stillliegen muß, als es für Baumaschinen zulässig ist, wenn ihr Betrieb wirtschaftlich sein soll. Beim Arbeiten mit einem Umbau-Löffelbagger wird dieser Nachteil vermieden.

Der Schlepsschaufel- oder Elmerseilbagger als Umbauform des Löffelbaggers wird meistens eingesetzt, wenn leichter Boden unter der Bagger-



Abb. 1. Schlepsschaufelbagger der Demag beim Ausheben eines Grabens für eine Abwasserleitung.



Abb. 2. Stampfbagger der Demag beim Verdichten einer Böschung. Das Stampfgewicht wird durch ein zweites Seil senkrecht zur Böschung geführt.

ebene aus einer Grube ausgehoben werden soll. Eine ähnliche Arbeit ist auch das Ausheben von Gräben. Der Bagger, eine Ausführung der Demag-Aktiengesellschaft in Duisburg, steht dann in der Richtung der Grabenachse (Abb. 1). Sonst unterscheidet sich das Arbeiten des Baggers in keiner Weise vom Ausheben des Bodens aus einer größeren Grube. Von dieser Möglichkeit wird jedoch in den deutschen Bauunternehmerkreisen wenig Gebrauch gemacht, während z. B. in Holland oft Dieselmotoren als Schlepsschaufelbagger zum Ausheben von Gräben verwendet werden.

Ein neues Anwendungsgebiet hat auch die von der Demag gebaute Umbauform als Stampfer beim Verdichten von nicht zu hohen Böschungen gefunden (Abb. 2). Das sonst für das Stampfen auf ebenen Schüttungen dienende Stampfgewicht wird durch ein zusätzliches Seil (Führungssseil), das auf der zweiten Trommel der Hauptwinde abgewickelt wird, so geführt, daß es, abgesehen von geringen Abweichungen durch das Aufwickeln des Seiles auf der zweiten Trommel, im Kreisbogen um die Trommelmittellinie bewegt wird. Durch Anziehen oder Lockern des Führungssseiles kann man das Stampfgewicht auf die jeweils vorgesehene Böschungsstelle fallen lassen. Der Stampfvorgang selbst bleibt gegenüber dem Stampfen auf waagerechter Fläche unverändert. R.—

Patentschau.

Verfahren zur Herstellung von Ortpfählen und Betonpfählern im Wasser. (Kl. 84c, Nr. 646 628, vom 11. 8. 1935, von Johann Keller, offene Handelsgesellschaft in Frankfurt, Main.) Um bei dem Verfahren, bei dem zwei ineinandergesetzte Bohrrohre verwendet werden, beide Rohre wiederzugewinnen, wird der Ringraum zwischen beiden Rohren nach ihrem Ableufen mit Sand gefüllt, dann der Pfahl unter Ziehen des

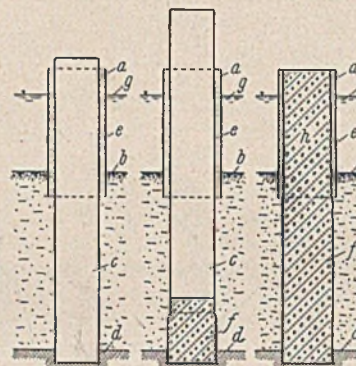


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

inneren Rohres hochbetoniert und nach dem Erhärten des Betons schließlich auch das äußere Rohr gezogen. Der Kesselbrunnen *a*, d. h. ein Bohrrohr von etwa 2 1/2 m Durchm., wird von einer Arbeitsbrücke aus auf die Flußsohle *b* aufgesetzt und nur wenig in den losen Baugrund abgesenkt. Sodann wird innerhalb des Brunnen *a* ein zweiter Brunnen *c* geringeren Durchmessers abgesenkt, bis man auf tragfähigen Baugrund *d* gelangt ist, sodann wird der Zwischenraum *e* mit feinem Sand ausgefüllt. Nunmehr wird das Pfeilerfundament *f* unter Nachziehen des inneren Brunnen innerhalb des Baugrundes aufbetoniert und in der gleichen Weise unter Nachziehen des inneren Brunnen auch oberhalb des Flußgrundes und über den Wasserspiegel *g* hinaus betoniert, bis der ganze Pfeiler fertig ist. Nach Erhärten des Betons wird auch der äußere Brunnen zurückgewonnen, und der fertige Betonpfähler steht unbeschädigt und widerstandsfähig im Wasser.

Personalnachrichten.

Deutsches Reich. Wasserwirtschaftsverwaltung. Ernann: die Regierungsbauräte Schweicher in Hannover und Zimmermann in Blankenburg (Harz) zu Regierungs- und Bauräten; — die Regierungsbaudirektoren Hackenberg in Hagen, Kuhnigk in Königsberg, Antze in Frankfurt a. d. O., Dhonau in Koblenz, Heinz-Ulrich Müller in Braunschweig und Stadermann in Düsseldorf zu Regierungsbauräten.

Übernommen in den Staatsdienst: die Bauassessoren Oehm in Wittlich und Snuis in Kloster-Muhde als Regierungsbaudirektoren.

In den Ruhestand versetzt: Oberbaurat Humburg in Stolp und Regierungsbaurat Nebel in Frankfurt a. d. O.

Versetzt: die Regierungsbauräte Weigel von Trier nach Meppen, Hoegger von Meppen nach Trier; — Regierungsbaudirektor Lintz von Trier nach Tilsit.

Straßenbau. Ernann: zum Regierungsbaurat: Hans Griesser beim Reichsstatthalter für Tirol in Innsbruck; — die Regierungsbaudirektoren: Hans Strack in Mannheim und Ernst Stuhlfauth in Donau-eschingen unter Berufung in das Beamtenverhältnis auf Lebenszeit.

Versetzt: Bauamtsdirektor Karl Deninger vom Straßen- und Flußbauamt Amberg zum Regierungspräsidenten in Regensburg.

Ausgeschieden: Regierungsbaurat Dr.-Ing. Heinrich Fuchs beim Straßen- und Flußbauamt Weiden ist durch Übernahme in den Geschäftsbereich des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen aus dem bayerischen Staatsbaudienst ausgeschieden.

INHALT: Wichtige Änderungen der Vorschriften für geschweißte Stahlbauten. — Neuerungen an Schweiß- und Schneideeinrichtungen für den Baubetrieb und an Einrichtungen zur verformungslosen Untersuchung metallischer Werkstoffe auf Baustellen. — Vermischtes: Einsturz der Plum Beach Channel-Brücke in New York. — Die neuen Zufahrtstraßen zur Weltausstellung 1942 in Rom. — Umbauformen von Löffelbaggern. — Patentschau. — Personalnachrichten.

Verantwortlich für den Inhalt: Dr.-Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., Berlin.
Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin W 9.
Druck: Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.