

Neuere Schweissverfahren für den Hoch- und Brückenbau

Autor(en): **Faltus, Franz**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **7 (1964)**

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-7856>

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.

IIc1

Neuere Schweißverfahren für den Hoch- und Brückenbau

New Welding Processes for Steelwork in Buildings and Bridges

Procédés de soudage nouveaux pour les ponts et charpentes

FRANZ FALTUS

Prof. Dr. Ing, Praha

Im Stahlhoch- und Brückenbau herrscht noch die Anwendung der Handschweißung mit ummantelten Elektroden vor. Meist werden kalkbasierte Elektroden verwendet; zur Erzielung höherer Schweißgeschwindigkeiten kommen für Nähte in Wannennlage oft Elektroden mit Eisenpulver in der Umhüllung in Frage. Die automatische Unterpulverschweißung, also die Lichtbogen-schweißung mit Blankdraht im Schutze eines Schweißpulvers hat nur bei der Fertigung langer Nähte Eingang gefunden, z. B. für das Schweißen der Halsnähte von Vollwandträgern. Die größeren Zurichtezeiten und die besonderen Anforderungen an die Genauigkeit der Nahtvorbereitung heben bei kurzen Nähten und bei Einzelfertigung den Vorteil der größeren Schweißgeschwindigkeit ganz oder zum großen Teil wieder auf, so daß nur der Vorteil der Unabhängigkeit von der Geschicklichkeit der Schweißer übrig bleibt. Der großen Schweißgeschwindigkeit zufolge sind bei der UP-Schweißung die Verformungen wesentlich geringer als bei der Handschweißung. Die Anforderungen an die Schweißbeignung des Grundwerkstoffes sind jedoch strenger als bei der Handschweißung. Das Schweißgut selbst besteht des hohen Einbrandes wegen bis zu $\frac{2}{3}$ aus aufgeschmolzenem Grundmaterial. Die wärmebeeinflusste Zone reicht weiter wie bei der Handschweißung. Es wird deshalb Mehrlagenschweißung angewendet, auch wenn die Schweißung in einer Lage z. B. bei Blechen bis 50 mm Dicke technisch durchführbar ist. Als Nachteil der UP-Schweißung ist noch zu buchen, daß wegen des dünnflüssigen Schweißbades die Schweißung nur in horizontaler Lage möglich ist.

Die schon vor dem Kriege bekannte automatische UP-Schweißung hat eine wesentliche Erweiterung mit der Einführung der Schweißung mit dünnen (1—2 mm), hochstrombelasteten (100—200 A/mm²) Elektroden erfahren, da hiedurch die Abschmelzleistung wesentlich gesteigert werden konnte. Es wurde die halbautomatische Unterpulverschweißung mit von Hand geführtem Elektrodenhalter und automatischem Elektrodenvorschub und selbsttätiger Regelung der Lichtbogenlänge entwickelt. Die halbautomatische UP-Schweißung hat im Stahlbau wenig Anklang gefunden, da es meist schwierig ist, ohne Führung den Schweißkanten zu folgen, welche durch das Schweißpulver der Sicht des Schweißers entzogen sind.

In den letzten Jahren wurde eine große Zahl neuer Schweißverfahren in die Praxis eingeführt. Es lohnt sich, kurz zu untersuchen, welche von ihnen auch im Arbeitsgebiet des Stahlbaues ausgedehntere Anwendung finden könnten. Wir beschränken uns hierbei auf die Schmelzschweißung.

Von unseren Betrachtungen können wir vorweg diejenigen Verfahren ausschließen, welche, wie z. B. die Elektrodenstrahlschweißung und die Plasmaschweißung für Sonderzwecke entwickelt wurden und für den Stahlbau nicht in Frage kommen¹⁾. Sehr aussichtsreich und wichtig für den Stahlbau scheint die Entwicklung der Schutzgasschweißung zu werden, und zwar die Schweißung mit abschmelzender Elektrode und Kohlendioxyd als Schutzgas. Bei der Schutzgasschweißung mit abschmelzender Metallelektrode (MIG = Metal Inert Gas Welding) brennt der Lichtbogen zwischen Werkstück und einer Metallelektrode, die meist mit konstanter, jedoch regelbarer Geschwindigkeit dem Lichtbogen zugeführt wird und dort abschmilzt (Fig. 1). Dem Mundstück entströmt gleichzeitig das Schutzgas, das Lichtbogen und Schmelzbad umgibt. Die Art des Schutzgases bestimmt wesentlich die Vorgänge im Lichtbogen, den Metallübergang und die Metallurgie der Schweißung. Ursprünglich wurde die Schutzgasschweißung mit teureren inerten Gasen wie Argon oder gar Helium betrieben, und zwar zur Schweißung von Leichtmetallen usw. Es zeigte sich, daß man auch mit billigeren Mischgasen, bei Stahl auch mit reinem CO_2 -Gas erfolgreich arbeiten kann. (Die Schweißung von Stahl mit Argon stößt übrigens auf Schwierigkeiten.) Es mußten jedoch zunächst die spezifischen Eigenschaften des Lichtbogens und des Metallüberganges im reinen CO_2 -Gas erkannt werden. Das Gas schützt den Lichtbogen und das hochoverhitzte Metall vor Luftzutritt, erhöht die Lichtbogenspannung und sichert dadurch eine

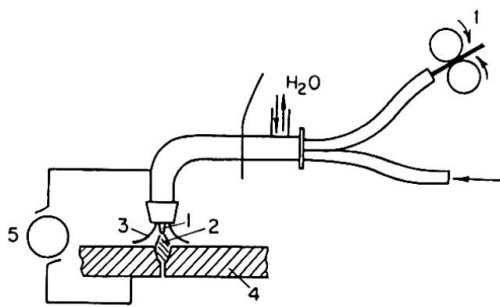


Fig. 1.

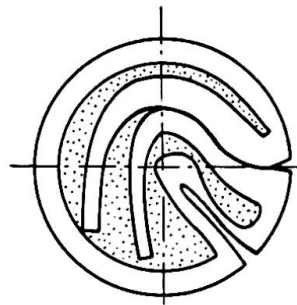


Fig. 2.

¹⁾ Das Plasmaschneiden kann jedoch in naher Zukunft in unser Arbeitsgebiet Eingang finden. Als Plasmastrahl bezeichnet man einen engebündelten Strahl eines im Lichtbogen hochoverhitzten, dissoziierten und hochjonisierten Gases, das mit großer Geschwindigkeit dem Mundstück des Brenners entströmt. Der Strahl schmilzt jedes Metall und fegt es aus der Schneidfuge. Plasmaschneiden kommt vor allem für Metalle die mit Sauerstoff nicht geschnitten werden können in Betracht. Der großen Schnittgeschwindigkeit wegen kann es sich jedoch etwa bis 50 mm Dicke auch für Stahl als wirtschaftlich erweisen.

große Abschmelzleistung und einen tiefen Einbrand. Das Kohlendioxidgas dissoziiert in CO und O₂, wirkt oxydierend, verursacht einen Abbrand gewisser Legierungselemente, hauptsächlich Mn und Si. Die Folge sind Poreneinschlüsse im Schweißgut, der unruhige Lichtbogen verursacht hohe Spritzverluste usw. Diesen Schwierigkeiten ist man mit der Verwendung von Mischgasen und später mit Sonderelektroden mit erhöhtem Mn- und Si-Gehalt Herr geworden oder auch mit besonderen Zusätzen, die in den Lichtbogen mit Falzdrähten (Fig. 2) oder als magnetisches, an der Elektrode anhaftendes Schweißpulver eingeführt werden. Die Spritzverluste werden auch durch eine entsprechende Wahl der Charakteristik des Stromerzeugers und der Schweißstromkennziffern, Drahtvorschubgeschwindigkeit usw. niedrig gehalten. Es bestehen nebeneinander verschiedene Schweißtechnologien. Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen, doch beherrscht man heute die Schweißung von Stahl 37 und 52 ziemlich vollkommen und erhält porenfreie, wasserstoffarme, hochkerbschlagfeste Schweißverbindungen mit dem Grundwerkstoff entsprechenden mechanischen Eigenschaften. Das Verfahren ist gleichermaßen für vollautomatische wie für halbautomatische Schweißung geeignet. Für die letztere werden Drähte von 1—2 mm verwendet.

Die Vorteile der CO₂-Schweißung sind: große Schweißleistung, mit nach der Einstellung des Schweißstromes und des Drahtvorschubes großem oder kleinem Einbrand, sichtbare Schweißfuge ohne Schlackenabdeckung, die Möglichkeit der Mehrlagenschweißung ohne Reinigung der einzelnen Lagen, Zähflüssigkeit des Schweißbades, so daß bei halbautomatischer Schweißung keine allzu sorgsame Schweißfugenvorbereitung nötig ist und auch in Zwangslagen (auch überkopf) geschweißt werden kann. Bei kleinen Schweißnahtdicken ist die Schweißgeschwindigkeit sogar etwas höher, wie bei der UP-Schweißung. Wegen der hohen Schweißgeschwindigkeit ist der Schweißverzug gering; die Schrumpfmaße betragen etwa $\frac{1}{3}$ der Werte bei Handschweißung mit umhüllten Elektroden und sind günstiger wie bei der UP-Schweißung mit dünnen Elektroden.

An die Geschicklichkeit der Schweißer werden geringere Ansprüche gestellt wie bei der Handschweißung, da die Regelung der Lichtbogenlänge und der Drahtvorschub automatisch erfolgen und der Schweißer nur für die entsprechende Führung der Schweißpistole zu sorgen hat. Das Verfahren eignet sich gleichermaßen für Kleinteilschweißung wie für den schweren Stahlbau. Es wurden sogar schon erfolgreich Stumpfnähte an Hochdruckbehältern mit über 200 mm Wandstärke ausgeführt. Fig. 3 zeigt als Beispiel den Querschnitt einer horizontalen Naht an vertikaler Wand an einem Werkstoff von 30 kg/mm² Streckgrenze. Die Zahl der Schweißlagen ist etwa halb so groß wie bei Handschweißung mit Elektroden, die Schweißzeit noch wesentlich geringer.

An die Schweißeignung des Stahles stellt das CO₂-Schweißen etwa dieselben Anforderungen wie die UP-Schweißung. Es ist also z. B. nicht möglich, die neuen hochfesten Stähle mit Bainitgefüge mit diesem automatischen Verfah-

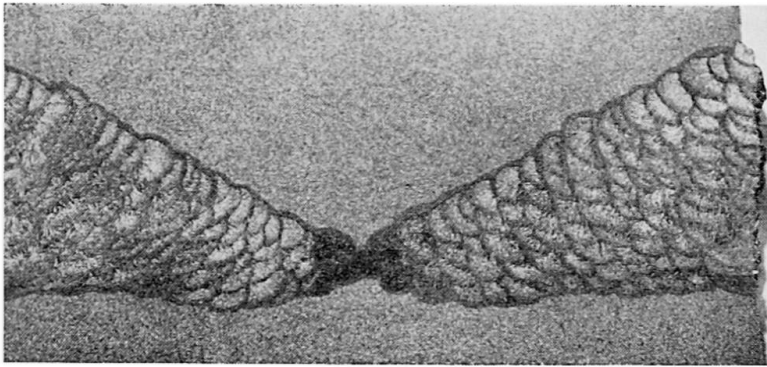


Fig. 3.

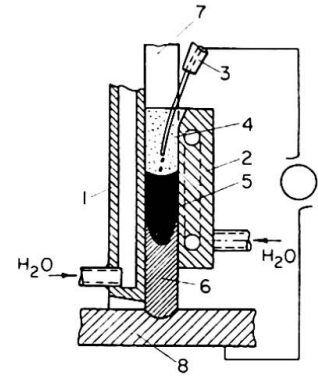


Fig. 4.

ren zu schweißen, da die Wärmebeeinflussung zu groß ist. Wegen der sehr konzentrierten Wärmequelle ist die Abkühlungsgeschwindigkeit sehr groß. Um bei größeren Dicken und Stählen höherer Festigkeit Warmrisse zu vermeiden ist ein Vorwärmen schon bei kleineren Materialstärken nötig, wie beim Handschweißen mit umhüllten Elektroden.

Die Ermüdungsfestigkeit des Schweißgutes ist gut; die heute noch weniger günstigen Schweißnahtoberflächen und Übergänge zum Grundwerkstoff lassen einen gewissen Abfall der Ermüdungsfestigkeit von Schweißverbindungen im Vergleiche zur Handschweißung bei unbearbeiteten Nähten erwarten. Genügende Versuchsergebnisse liegen noch nicht vor.

Gewisse Schwierigkeiten bestehen noch zurzeit bei den halbautomatischen wassergekühlten Handschweißgeräten bezüglich der Betriebssicherheit, die hauptsächlich der großen Vorschubgeschwindigkeit des harten dünnen Drahtes und der Empfindlichkeit der Regelung auf den Spannungsabfall in den Kontaktstellen zwischen Draht und Drahtzuführung zurückzuführen sind, also nicht prinzipieller Natur sind. Es ist zu erwarten, daß die halbautomatische Schutzgasschweißung wohl die Handschweißung mit umhüllten Elektroden stark zurückdrängen wird. Der Übergang wird sich wahrscheinlich rascher vollziehen, wie ehemals der Übergang von nackten oder Seelenelektroden zu umhüllten Elektroden.

Auf die Gestaltung der Konstruktion hat die neue Schweißart keinen wesentlichen Einfluß. Es ändern sich geringfügig nur die Nahtvorbereitungen. Die Zugänglichkeit der Nähte braucht nicht so genau überlegt zu werden, da mit verlängerten Mundstücken auch entlegene Winkel erreichbar sind. Der kleinere Schweißverzug und die große Schweißgeschwindigkeit erlauben eine wirtschaftliche Fertigung von Konstruktionsteilen mit großem bezogenen Schweißnahtvolumen, also orthotroper Platten usw. Die Kehlnahtdicke kann wegen des tiefen Einbrandes herabgesetzt werden.

Für dicke Querschnitte ist das wirtschaftlichste Schmelzschweißverfahren die Unterschlackenschweißung. Bei dieser wird die Schweißwärme durch den Widerstand des Stromdurchganges durch eine Schicht geschmolzener Schlacke

erzeugt und zum Schmelzen der Elektrode und des Grundwerkstoffes benutzt (Fig. 4).

Die Schweißung kann nur an stehender Wand ausgeführt werden. Die Nahtoberflächen werden durch wassergekühlte Kupferbacken geformt, von denen sich mindestens eine mit dem Fortschreiten der Schweißung nach oben bewegt. Praktisch wird nur vollautomatisch geschweißt. Es können verschiedene Nahtformen nach Fig. 5 ausgeführt werden. Die Nahtvorbereitung kann auch mit Sauerstoffhandschnitt ohne besondere Genauigkeit ausgeführt werden.

Der ganze Schweißnahtquerschnitt wird auch bei den größten Querschnitten in einem Zuge ausgefüllt und ist theoretisch nicht begrenzt.

Es wurden schon Schweißungen von über 1 m Dicke ausgeführt. Bei kleinen Dicken, bis zu etwa 50 mm wird mit einer Elektrode gearbeitet, bei größeren Dicken mit einer Elektrode mit pendelnder Querbewegung oder mit mehreren Elektroden. Bei sehr großen Dicken werden als Elektroden auch Breitstähle verwendet.

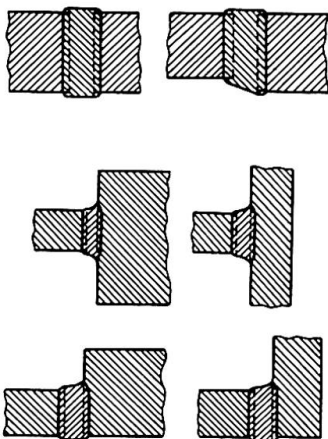


Fig. 5.

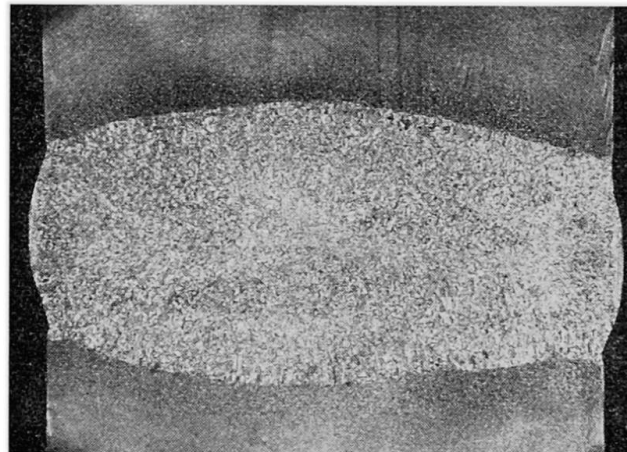


Fig. 6.

Die Breite der Naht ist bis 50 mm Blechdicke etwa 25 mm, bei 500 mm etwa 35 mm, also nur wenig größer. Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens wächst sehr steil mit dem Schweißnahtquerschnitt; darum wird dieses Verfahren hauptsächlich im Hochdruckbehälterbau verwendet. Es können auch Rundnähte geschweißt werden.

Das Schweißgut besteht bis zu 80% aus aufgeschmolzenem Grundwerkstoff. Wegen des großen Schmelzbades und der langsamen Abkühlung ist die Wärmebeeinflussung des Grundmaterials groß und die Struktur der Schweißnaht ist grobkörnig (Fig. 6). Seine mechanischen Eigenschaften sind zufolge der Reinheit des Schweißgutes trotzdem sehr gut. Bei Dicken über 50 mm ist unbedingt ein Normalglühen vorzunehmen um die Kerbschlagfestigkeit des wärmebeeinflussten Grundmaterials zu heben; nur bei kleineren Dicken kann auch ohne Normal- oder Spannungsfreiglühen eine «Brückenqualität» der

Schweißverbindung, insbesondere auch bezüglich der Kerbschlagfestigkeit erreicht werden. An die Reinheit des Grundwerkstoffes werden große Anforderungen gestellt, die um so strenger werden, je größer die zu verschweißende Dicke ist. Schweißbar sind jedoch auch hochlegierte Stähle bei entsprechender Wahl der Elektroden und des Schweißpulvers und entsprechender nachträglicher Wärmebehandlung.

Die UP-Schweißung wird wohl im Stahlbau nur beschränkte Anwendung finden. Anwendungsmöglichkeiten sind z. B. gegeben beim Stumpfstoß schwerer Kranbahnschienen, Fertigung von großen Lagern oder für das Anschweißen von Lagerkörpern an die Konstruktion usw. Fig. 7 zeigt als Beispiel den Unterteil eines festen Lagers in üblicher geschweißter Ausführung und in US-Schweißung.

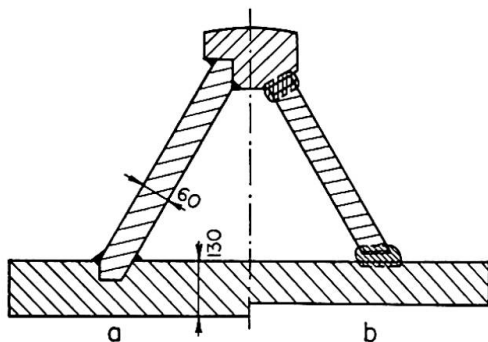


Fig. 7.

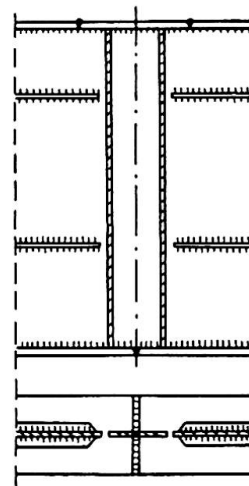


Fig. 8.

Da die US-Schweißung in vertikaler Lage ausgeführt wird, ist es möglich, auch Baustellenstöße großer Brückenträger vollständig automatisch zu schweißen. Diese Ausführung ist in der UdSSR üblich. Fig. 8 zeigt den Stehblechstoß eines 3,2 m hohen Trägers. Die Untergurtlamelle (35—50 mm dick) wird mit UP-Schweißung gestoßen, dann folgen die Stumpfstoße des Stehbleches von 14 mm Dicke mit US-Schweißung und schließlich die Obergurtstöße, wieder mit UP-Schweißung. Die Stöße des Stehbleches wiesen einen Spalt von 10 mm auf, geschweißt wurde mit Draht \varnothing 3 mm, der mit 700 A Schweißstrom belastet wurde. Die Schweißung beginnt als UP-Schweißung und geht dann in eine US-Schweißung über. Die Schweißgeschwindigkeit betrug 13 cm/min.

Die genannten Schmelzschweißverfahren sind die wichtigsten, welche im Stahlbau Verwendung finden können. In den Tab. I und II sind noch zur groben Orientierung einige Daten zum Vergleich zusammengestellt. Auffallend ist die große Strombelastung dünner Elektroden bei automatischer Schweißung und die sich daraus ergebende große Abschmelzgeschwindigkeit. Die Abschmelzleistung ist bei der US-Schweißung am größten. Die Daten für die reine Schweißzeit zeigen die Anwendungsgebiete der Schweißverfahren auf. In

Tab. I. Schweißdaten zum Vergleich

Verfahren	Umhüllte Elektroden			UP-Schweißung			Schutzgas (CO ₂)-Schweißung			US-Schweißung	
Übliche Drahtdurchmesser	2-12			2-8			0,8-3			3	
Drahtdurchmesser m/m	3	4	6,3	2	4	5	1,2	1,6	3,0	1×3	3×3
Strombelastung A/mm ²	14-20	11,5-16	9,5-12,5	60-200	35-60	30-50	90-210	75-200	55-120	50-60	30-40
Schweißstrom A	100-140	140-200	300-390	190-600	440-750	750-1250	100-250	150-400	400-850	350-400	660-810
Drahtabschmelzgeschwindigkeit m/min	0,3	0,28	0,25	0,9-45	0,8-1,5	0,8-1,5	4-20	1,2-6,0	1,2-3,0	2,5-3	1,5-2,0
Auftragleistung kg/h	1,0	1,7	3,6	2,2-7	5,0-8,5	8,5-14	1,2-5,0	1,8-7	7-15	8,5-10	14-20
Abschmelzleistung g/Ah etwa	10			9-25			10-17		17-24	24-26	
	Handschweißung			halb-autom.	automat.		halbautomat.		autom.	automat.	

Tab. II. Beiläufige reine Schweißzeiten für Stumpfnähte min/m

Blechdicke mm	14	50	200
Handschiweißung	25	100	1200
UP-Schweißung	3	10	120
US-Schweißung	6	16	80
CO ₂ -Schweißung	3	12	150

Tab. III. Normzeiten für Kehlnähte min/m

t_{mm}	4	5	6	8	10
Handschiweißung	5,5	9	12,5	20,5	30
UP-Schweißung	3,5	4,5	5,5	9,5	11,0
Halbautomatische CO ₂ -Schweißung	4,5	6,0	7,0	8,5	10,0

Tab. III sind noch zum Vergleich die Normzeiten für Hand- und CO₂-Schweißung von Kehlnähten angegeben.

Von weiteren Schweißverfahren ist noch die Bolzenschweißung, das ist das halbautomatische Aufschiessen von Rundstählen nach Fig. 9 zu erwähnen, wie sie z. B. zur Schubsicherung zwischen Stahl und Beton bei Verbundträgern verwendet werden. Im Prinzip handelt es sich um eine Schmelzschweißung; der Lichtbogen wird zwischen Werkstück und dem aufzuschweißenden Bolzen gezogen und dieser bei gleichzeitigem Abschalten des Stromes in das entstehende Schmelzbad gedrückt. Der Vorgang verläuft vollkommen automatisch. Unterschiedlich bei den verschiedenen Verfahren ist die Art der Abschirmung des Lichtbogens und die Steuerung. Es gibt auch «Schweißpistolen» die auf dem Prinzip der Unterpulverschweißung arbeiten. Mit den üblichen Geräten können Durchmesser bis 25 mm geschweißt werden. Dauer einer Schweißung 1—2 Sek. Die mechanischen Eigenschaften der Schweißung sind sehr gut; der Einfluß der Bolzenaufschweißung auf die Ermüdungsfestigkeit des Grundprofils ist m. W. noch nicht genügend untersucht worden.

Der tiefe Einbrand der Schutzgasschweißung und der UP-Schweißung ermöglichen in günstiger Weise Lochschweißungen auszuführen, also auch bei Zugänglichkeit von nur einer Seite ähnliche Verbindungen wie Punktschweißen herzustellen. Es sind Geräte zur vollkommen automatischen Ausführung dieser Schweißungen ausgearbeitet worden. Das obere durchzuschmelzende Blech kann ohne Vorbohren eines Loches etwa 3 mm dick sein, bei vorgebohrtem Loch von \varnothing 8 mm etwa 10—12 mm. Die Anwendungsmöglichkeit bei Hochbaukonstruktionen ist manchmal gegeben; im Brückenbau sollte man diese «Elektronieten» lieber nicht anwenden.

Größeres Interesse verdient die Kanalschweißung, die eine Anwendungsart

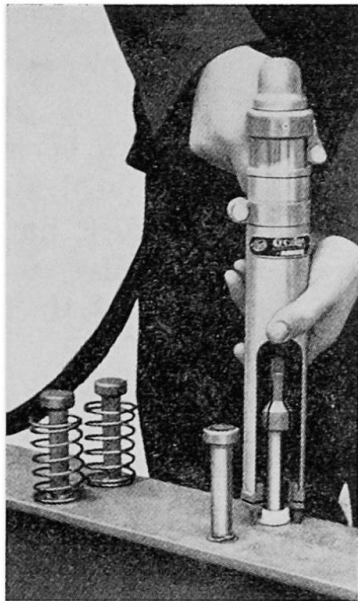


Fig. 9.

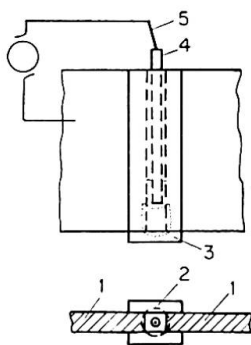


Fig. 10.

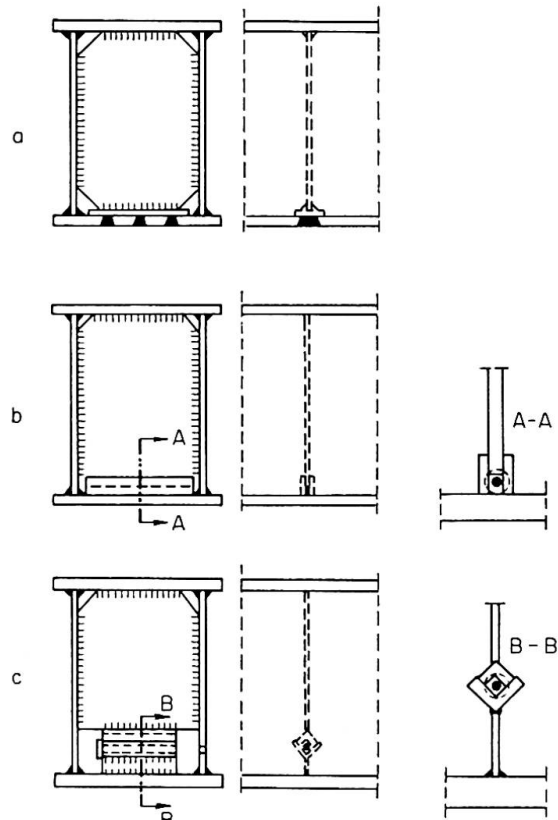


Fig. 11.

der US-Schweißung ist. In einem aus den zu verschweißenden Blechen bzw. Beilagen gebildeten «Kanal» wird stehend eine US-Naht gezogen (Fig. 10). Bei größeren Schweißnahtlängen sind besondere Vorkehrungen zur Sicherung der Drahtzuführung zu treffen. Es wird z. B. mit einem Rohr als abschmelzende Drahtzuführung gearbeitet. Das Verfahren kann z. B. mit Vorteil dort angewendet werden, wo unzugängliche Schweißnähte gezogen werden sollen, wie sie bei engen, geschlossenen Kastenträgern benötigt werden, um die Querschotte an alle 4 Wände anschweißen zu können (Fig. 11). Es empfiehlt sich die Ausführung nach Fig. 11 c zu wählen, da hier die unkontrollierbare Schweißnaht nicht an der Gurtplatte anliegt und diese nicht durch etwaige Kerben schwächen kann.

Abschließend können wir folgendes feststellen: die neuere Entwicklung der Schweißtechnik zielt hauptsächlich auf eine Vergrößerung der Schweißgeschwindigkeit hin und den Ersatz der Handschweißung durch automatische oder halbautomatische Methoden. Da es im allgemeinen Stahlbau immer viel Einzelfertigung geben wird, welche die peinlich genaue und daher kostspielige Vorbereitung für den Einsatz von Vollautomaten nicht lohnen, kommt dem

Ersatz der Handschweißung durch halbautomatische Methoden eine große Bedeutung zu. Als erfolgversprechendste Schweißart scheint hier die Lichtbogenschweißung mit CO_2 als Schutzgas zu sein. Die US-Schweißung erschließt die Schweißung großer Querschnitte und kommt hauptsächlich beim Ersatz schwerer Gußstücke durch geschweißte Konstruktionen in Betracht. Im Hoch- und Brückenbau wird dieses Schweißverfahren wahrscheinlich nur untergeordnete Bedeutung für Baustellenschweißungen erlangen, da seine Wirtschaftlichkeit erst bei Materialstärken beginnt, die weder im Hoch- noch Brückenbau oft angewendet werden.

Zusammenfassung

Es wird eine kurze Beschreibung der halbautomatischen Unterpulverschweißung und der Schutzgasschweißung in CO_2 und der Unterschlackenschweißung gegeben und die Anwendungsmöglichkeit im Stahl-, Brücken- und Hochbau untersucht. Weiters werden andere Schweißverfahren erwähnt.

Summary

The paper gives a short description of semi-automatic submerged arc welding, CO_2 welding and slag-welding processes. The possibility of their use in bridge and steel frame construction is discussed and other welding processes are briefly mentioned.

Résumé

On décrit brièvement trois procédés de soudage: semi-automatique sous flux, sous protection gazeuse de CO_2 et sous laitier. Leurs possibilités d'application aux ponts et charpentes sont considérées et il est fait état d'autres procédés de soudage.