Neue Entwicklungen
in der Schweißgerätetechnik

Ralf Lenk
Frank GmbH
64546 Mörfelden-Walldorf

Stand: 17.09.2001

Einleitung

In der Gas- und Wasserversorgung werden im erdverlegten Rohrleitungsbau immer häufiger Bauteile aus PE verwendet. Ein Großteil der PE-Rohre wird aber auch im Abwasserbereich eingesetzt. Unabhängig vom Einsatzfall haben aus Polyethylen gefertigte Rohre etwas gemeinsam: Sie werden mit den gleichen Schweißverfahren verbunden. Im erdverlegten Bereich werden ausschließlich Heizelementstumpf- und Heizwendelschweißverfahren verwendet. Die Auswahl des anzuwendenden Schweißsystems hängt von verschiedenen Kriterien ab, dies sind z. B. Einsatzgebiet (Neuverlegung, Stadtgebiet, Überlandleitungen ...), Rohrdimension, Anzahl der Schweißverbindungen, verfügbare Formteile usw.

Im Bereich der Versorgung werden die einzelnen Rohr- und Formteilkomponenten in den kleinen und mittleren Dimensionen häufig mittels Heizwendelschweißen bzw. in den mittleren und großen Dimensionen im Heizelementstumpfschweißverfahren verbunden.

Die ständig wachsenden Ansprüche an Material, Wirtschaftlichkeit und Qualitätssicherung sowie der steigende Einsatz von PE-Rohren in Menge und Dimension stellen immer neue Anforderungen an die Schweißtechnik.

Betrachtet man die Entwicklung der Schweißgeräte in den letzten 10 Jahren, sind einige Innovationen und Verbesserungen bezüglich Automation, Universalität, Leistung und Datenerfassung festzustellen.

Eine Tendenz ist z. B. der verstärkte Einsatz von CNC-gesteuerten Heizelement-Stumpfschweißmaschinen bzw. Maschinen mit automatischer Schweißdatenerfassung.

In der Heizwendelschweißtechnik haben sich Abmessungen und Gewichte reduziert, Schweißleistung und Dokumentationsmöglichkeiten erhöht.

Dem Anwender kam auch zugute, daß in diesem Zeitraum ein Wechsel auf dem Markt stattfand, von systemgebundenen Geräten zu universell einsetzbaren Heizwendelschweißgeräten. Viele Entwicklungen und Verbesserungen haben ihren Ur-

sprung u. a. in den Anforderungen verschiedener Versorgungsunternehmen, dem Anwender und den wachsenden Möglichkeiten, die der Elektronik- und Softwarebereich bietet.

Schweißdatenerfassung

Neben der zunehmenden Automatisierung liegt ein Schwerpunkt momentan bei der Schweißdateneingabe, Auswertung bzw. Bauteilrückverfolgung oder auch dem Traceabilitycode. Das heißt, heute die Möglichkeit schaffen, umfassende Daten neben den Schweißparametern zu erfassen, zu archivieren und weiter zu bearbeiten.

Die Dokumentation einzelner Daten ist seit längerem selbstverständlich, wird aber von den Versorgungsunternehmen unterschiedlich gehandhabt. Der Verlegeort wird in einem Rohrnetzplan eingetragen, dort werden einige Informationen ergänzt, wie z. B. Material und Durchmesser.

Die Schweißparameter werden manuell oder automatisch vom Schweißgerät protokolliert. Diese Protokolle enthalten auch Informationen über den Schweißer und das Schweißgerät. Im Gegensatz zu den Schweißparametern, die von den meisten Unternehmen schon automatisch erfaßt werden, konnten bisher die chargenbezogenen Informationen des verwendeten Bauteils nur manuell aufgezeichnet werden. Diese Aufzeichnung ist sehr aufwendig und birgt die Gefahr von Übertragungsfehlern.

In Zukunft werden Formteile mit einem zusätzlichen Barcode versehen, der Bauteilinformationen wie Chargencode, Material usw. beinhaltet.

Die Geräte mit Barcodeleseeinrichtung und Dokumentationsmöglichkeiten erhalten hierdurch die erforderlichen Informationen, die es dann gilt, über PC bzw. verschiedene Softwareprogramme entsprechend weiterzuverarbeiten.

Welche Daten müssen erfaßt werden?

Ein System, das eine eindeutige Rückverfolgbarkeit gewährleistet, muß folgende Daten erfassen und eindeutig zuordnen können:

1. Kommissionsnummer des Auftrages (möglich über Barcode)
2. Fortlaufende Nummer der Schweißung (Protokollnummer)

3. Zeitliche Zuordnung der Daten (Datum, Uhrzeit)
4. Schweißgerätekennung (z. B. Wartungsinformationen)
5. Informationen über die Umgebungseinflüsse (Regen, Sonne ...)
6. Identifikation des Schweißers (über Barcode)
7. Prozeßdaten
8. Bauteildaten

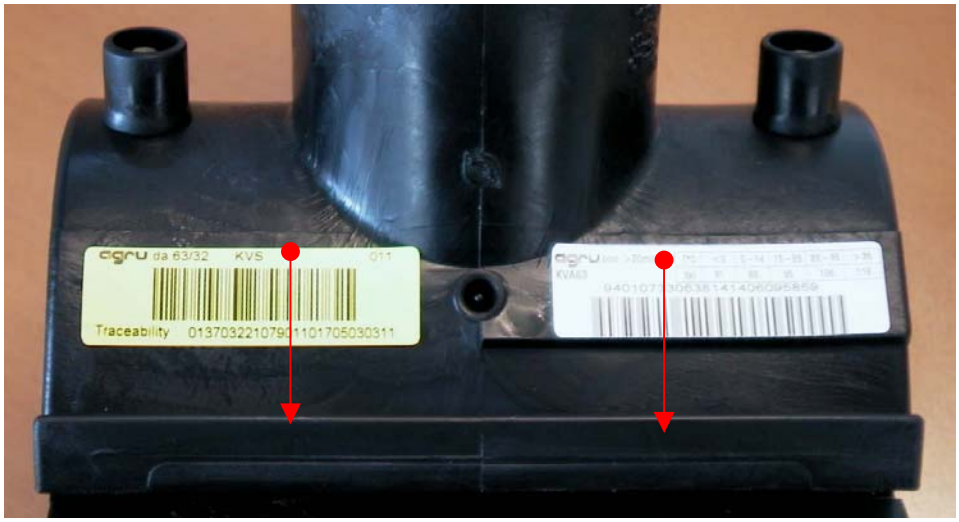
Bauteildaten

Die Bauteildaten sind standardmäßig als Stempel (Formteile) oder Prägesignierung (Rohre) am Bauteil vorhanden. Sie konnten bisher nur manuell erfaßt und nachträglich den jeweiligen Schweißprotokollen zugeordnet werden.

Im Zuge der ISO-Standardisierung (ISO/DIS 12176-4) können in Zukunft auch die Bauteildaten als codierte Information (Barcode) den Bauteilen entnommen werden. Die in diesem Barcode vorhandene Information enthält auch Daten, die am Bauteil selbst nicht abzulesen sind (z. B. verwendeter Rohstoff). In Deutschland hat sich die *Thüga AG* besonders mit diesem Thema befaßt und auf Basis der ISO eigene weiterführende Richtlinien erarbeitet. Diese bildeten die Grundlage für die ersten Praxiserfahrungen. Folgende Daten stehen bei Verwendung dieser Barcodes zur Verfügung und werden der Schweißung zugeordnet.

Beim Heizwendelschweißen müssen dem Gerät zusätzliche Daten, wie die Schweißspannung, zur Verfügung gestellt werden. Dies erfolgt üblicherweise über einen am Bauteil angebrachten Barcode nach ISO/TR 13950. Dieser mittlerweile standardisierte Barcode enthält folgende Daten des Heizwendelformteils:

- Hersteller
- Typ (z. B. Anbohrschelle)
- Durchmesser
- Schweißspannung
- Schweißzeit
- Korrektur der Schweißzeit in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur
- Abkühlzeit
- Widerstand der Heizwendel
- Fertigungs- und Temperaturtoleranz der Heizwendel (Temperaturbeiwert)



Bauteilrückverfolgbarkeitscode Schweißdaten

Bild 1: Anbohrarmatur mit Rückverfolgbarkeitscode

Bild 2: Barcode auf PE-Rohr

Einlesen der Daten in die Schweißgeräte

Das Einlesen der Rückverfolgbarkeitsdaten (Bauteil) erfolgt über Barcodelesestift oder Scanner, beim Heizwendelschweißen ebenso die auf dem E-Formteil angebrachten Schweißdaten. Beim Heizelementstumpfschweißen werden die Schweißparameter über die Rohrabmessungen bestimmt, diese werden manuell an der Maschine aufgerufen oder eingegeben. Zukünftig ist hier wahrscheinlich über den vorhandenen Bauteilcode eine Definition möglich.

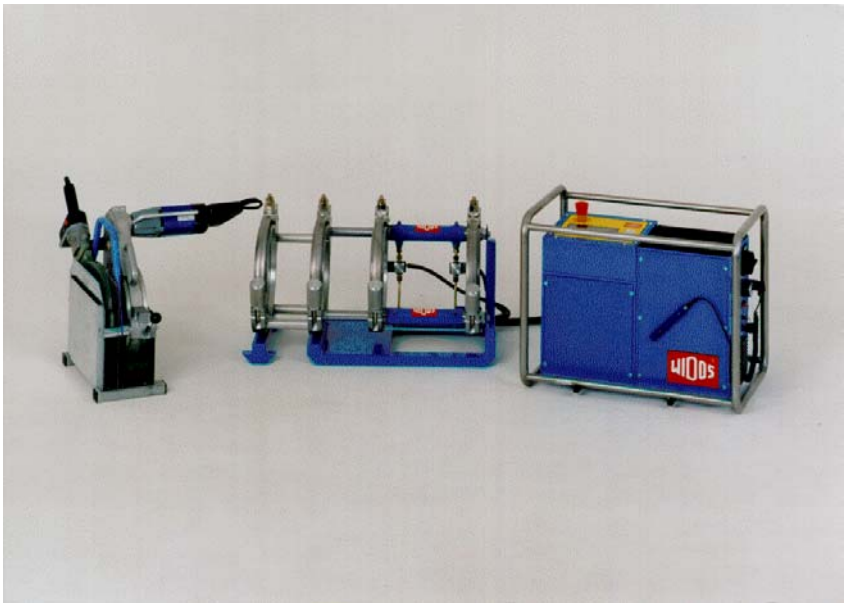


Bild 3: CNC-gesteuerte HS-Schweißmaschine mit Bauteilrückverfolgung

Bild 4: Heizwendelschweißgerät mit Bauteilrückverfolgung

Mit der Entwicklung des Bauteilrückverfolgbarkeitcodes und den dazu passenden Schweißgeräten wurde eine Lücke geschlossen, um zukünftig alle Informationen elektronisch zur Verfügung zu stellen und zu erfassen.

Erfassen der Daten mit dem „Rohr-Ident-System“

Die Erfassung aller Informationen (Daten) ist nur dann sinnvoll, wenn diese später auch exakt einem Ort oder einer Schweißung zugeordnet werden können. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Datensätze üblicherweise unabhängig voneinander er-

stellt werden, d. h., Protokolleinträge im Schweißgerät beziehen sich immer nur auf eine Verbindungsstelle und enthalten keine Verknüpfung zueinander, wie es für die Erfassung eines Netzwerkes notwendig wäre. Dies konnte bisher nur über die Zuordnung mit Hilfe einer handschriftlichen Skizze erreicht werden. Der Aufwand rechnet sich aber in der Praxis nicht, da letztendlich nur die EDV-mäßige Verknüpfung der Datensätze die vom Netzbetreiber geforderte Wirtschaftlichkeit gewährleistet.

Auch hier gibt es bereits erste funktionierende Lösungen, wobei diese Hersteller- bzw. systemgebunden arbeiten. Ein System, das sogenannte „Rohr-Ident-System“, wird nachfolgend erläutert. Dieses ermöglicht es, bereits bei der Erstellung des Rohrnetzes die Daten so zu erfassen, daß ohne Zuhilfenahme einer Skizze die spätere Rekonstruktion der Rohrleitung möglich ist. Bei diesem „Rohr-Ident-System“ werden von jeder im Netzwerk eingebauten Komponente die zugehörigen Daten erfaßt und unter einer eindeutigen ID im Protokollspeicher des Schweißgerätes abgelegt. Dabei wird folgendermaßen vorgegangen:

- Nach dem Einlesen (Eingeben) der Prozeßdaten werden vom Schweißgerät die Bauteildaten des zu schweißenden Formteiles abgefragt (nur HM-Schweißung).
- Anschließend werden die Bauteildaten der zu verbindenden Komponenten angefordert (Rohr oder Stutzenformteil).
- Zu jedem dieser Bauteile wird eine Bauteilkennung (Bauteil-ID) angelegt. Diese wird benötigt, da in der Regel eine 2. Schweißung des Bauteiles durchgeführt werden muß. Diese ID wird vom Gerät selbst vorgeschlagen.
- Jede vom Gerät hergestellte Verbindung wird mit den ID der verwendeten Bauteile unter Zuordnung der Protokollnummer im Protokollspeicher abgelegt (siehe Tab. 1).
- Wird eine neue Verbindung hergestellt, wird diese Prozedur wiederholt, wobei bei Komponenten, die schon im Netzwerk integriert sind, die ID aus einer Vorschlagsliste ausgewählt werden kann. Bauteilkennungen, die bereits vorhanden sind (z. B. durch andere Geräte vergeben), können ebenfalls zugeordnet werden (numerische Eingabe).
- Die Abfrage der Daten wird durch den Typ der verwendeten Komponenten gesteuert. Beim Stumpfschweißen sind immer zwei Bauteilcodes erforderlich. Beim Heizwendelschweißen hängt die Anzahl (zwei oder drei) der Bauteilcodes vom HW-Formteil (z. B. Anbohrschelle = zwei Codes) ab.

- Bei Rohren besteht optional die Möglichkeit, die Länge des Rohres im Protokoll einzutragen.

Wird dieses Verfahren streng eingehalten, ist die Eindeutigkeit der Verknüpfung der Daten sichergestellt.

Ergebnis dieser Prozedur ist eine Verbindungsliste für die Planerstellung (Tab. 1) und eine Stückliste zur Abrechnung (Tab. 2). Über die Bauteil-ID ist eine Verknüpfung von Daten verschiedener Schweißgeräte über ein zur Verfügung stehendes Auswertungsprogramm ohne weiteres möglich. In nachfolgendem Beispiel ist dies durch die Kombination von Stumpfschweißung (Gerät 1) und Heizwendelschweißung (Gerät 2) dargestellt.

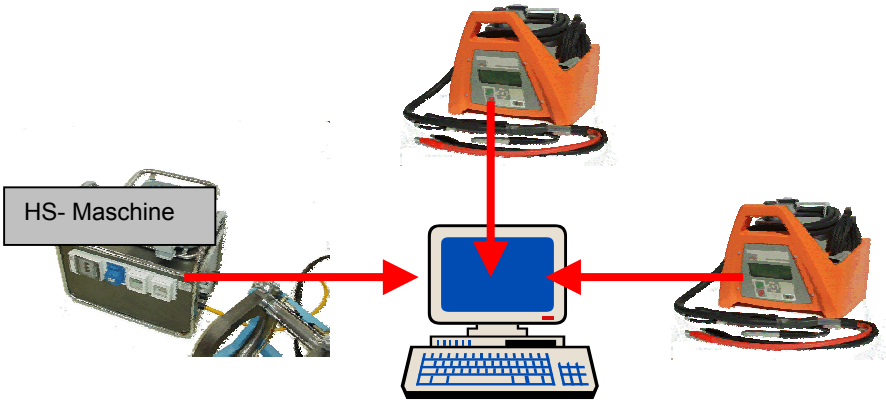


Bild 5: Beispiel für die Zusammenführung verschiedener Geräte am PC

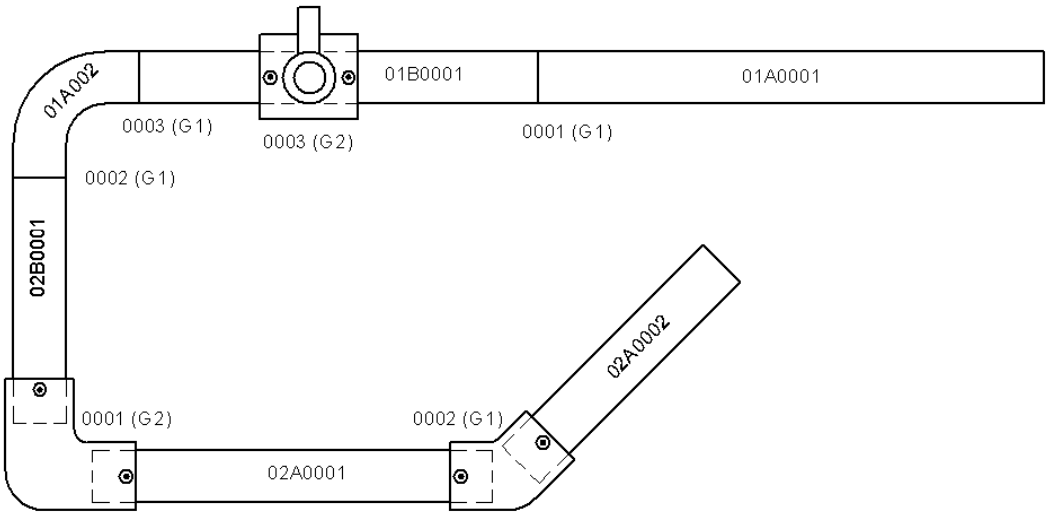


Bild 6: Beispiel für das „Rohr-Ident-System“

Verbindung	Gerät	Bauteil 1 (ID)	Bauteil 2 (ID)	Bauteil 3
0001 (G1)	Frank HS-Maschine	Rohr (01A0001)	Rohr (01B0001)	
0003 (G1)	Frank HS-Maschine	Rohr (01B0001)	Bogen (01A0002)	
0002 (G1)	Frank HS-Maschine	Bogen (01A0002)	Rohr (02B0001)	
0001 (G2)	Polymatic top (HW)	Rohr (02B0001)	Rohr (02A0001)	W 90°
0002 (G2)	Polymatic top (HW)	Rohr (02A0001)	Rohr (02A0002)	W 45°
0003 (G2)	Polymatic top (HW)	Rohr (01B0001)		AS

Tabelle 1: Verbindungsliste zum Beispiel

Bauteil	Hersteller / Typ / Durchmesser	Serie	Länge
0001 (G2)	AG / HW-Winkel 90° / d 110	01-00	
0002 (G2)	AG / HW-Winkel 45° / d 110	02-00	
0003 (G2)	AG / KVA / d 110/63	02-01	
01A0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	6,0 m
01B0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	1,5 m
02B0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	4,5 m
01A0002	AF / Bogen SDR 17 / d 110	01-01	
02A0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	2,0 m
02A0002	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	3,0 m

Tabelle 2: Stückliste zum Beispiel

Das „Rohr-Ident-System“ wird derzeit durch die Geräte *polymatic top* für Heizwendelschweißungen und *Frank Fxxx CNC* für Stumpfschweißungen unterstützt. Die jeweils verwendete Software ist kompatibel, wodurch die Zusammenführung der Daten und damit die Erstellung eines Rohrfolgebuches sichergestellt ist. Dadurch ist die Rückverfolgbarkeit sämtlicher Daten (Bauteile) gewährleistet.

Die vorher beschriebenen Entwicklungen im Bereich der Datenerfassung sind zukunftsorientiert und zeigen, wie weit man heute in der Lage ist, Daten zu erfassen. Im Gegensatz dazu werden derzeit immer noch sehr häufig Maschinen ohne Protokoll-

funktionen eingesetzt, sofern dem Auftraggeber handgeschriebene Protokolle genügen.

Weitere Entwicklungen im Schweißgeräte- und Zubehörbereich

Heizelementstumpfschweißen

Auch in diesem Sektor gibt es Neuentwicklungen, z. B. halbautomatische Maschinen, die dem Anwender eine komfortable Handhabung ermöglichen. Diese halbautomatischen Maschinen zeichnen sich durch eine einfache Bedienung über Tastenfunktionen (Display) aus, über die die einzelnen Schritte gemäß des Verfahrensablaufs abgerufen werden.

Die Schweißparameter (Angleich- und Abkühlzeiten) werden manuell über Display eingegeben. Der vor jedem Schweißvorgang über Taste zu ermittelnde Bewegungsdruck wird automatisch dem vorgegebenen Angleich- und Fügedruck hinzuaddiert. Nach den vorbereitenden Arbeiten wird der Schweißvorgang mit der Angleichtaste gestartet. Ist die Mindestwulsthöhe am gesamten Umfang der zu schweißenden Teile erreicht, reduziert man den Druck auf den Anwärmdruck. Die eingegebene Anwärmzeit läuft nun automatisch ab. Ist die Sollzeit erreicht, öffnet die Maschine selbsttätig. Das Heizelement kann nun entnommen werden. Durch Betätigen der Fügetaste schließt sich der Schlitten wieder und fährt auf den eingestellten Fügedruck. Die eingestellte/notwendige Abkühlzeit läuft nun automatisch ab. Ist das Ende der Abkühlzeit erreicht, stellt die Maschine auf drucklos um. Die Rohre können anschließend entnommen und ein neuer Schweißvorgang gestartet werden.

Mit dieser halbautomatischen Steuerung hat der Anwender eine Maschine zur Verfügung, die hinsichtlich ihrer Funktionalität zwischen den bekannten manuellen und vollautomatischen Maschinen liegt.

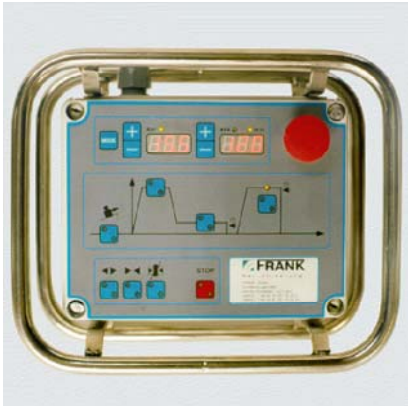


Bild 6: Bedienteil

Bild 7: Halbautomatische HS-Schweißmaschinen

Heizwendelschweißen

Bei den Heizwendelschweißgeräten wird nicht nur auf die bereits beschriebenen Geräte mit hoher Leistung und umfassenden Protokollierfunktionen gesetzt. So gibt es auch in diesem Bereich vereinfachte Geräte, die vielen Anwendern von ihren Leistungsdaten her genügen. Diese Geräte verfügen jedoch meist über keine oder nur geringe Protokollierfunktionen. Einige Hersteller bieten die Möglichkeit der späteren Aufrüstung auf die größeren Geräte/Softwarevarianten an.

Werkzeuge und Zubehör

Zur Schweißgerätetechnik sind auch die Werkzeuge zu zählen, die zur fachgerechten Vorbereitung der zu schweißenden Teile benötigt werden. Der Schritt vom Handschaber zum Rohrschälgerät ist mittlerweile auf vielen Baustellen vollzogen worden und bei einigen Rohrwerkstoffen (z. B. PE-X) unabdingbar. Der Einsatz von Rotationsschälgeräten ist grundsätzlich zu empfehlen, da diese bei einwandfreier Funktion einen gleichmäßigen, auf den vollen Umfang abnehmenden Span (Entfernung der Oxidschicht) gewährleisten. Zudem kommt noch hinzu, daß sie den benötigten Zeitaufwand minimieren. Auch hier wird immer mehr eine Universalität der Werkzeuge angestrebt, wobei man auch an konstruktive wie anwendergerechte Grenzen stößt. So werden heute ca. 2 - 3 Gerätedimensionen benötigt, um einen Arbeitsbereich von d 20 – d 630 abzudecken. Zwei Beispiele sind in den folgenden Bildern dargestellt. Diese ermöglichen nicht nur das Schälen der Rohrenden, sondern können auch auf dem Rohr angesetzt werden, z. B. beim Einsatz von Anbohrschellen.

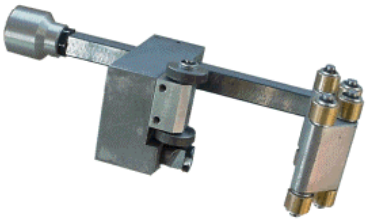


Bild 7: Rohrschälgerät von d 25 – d 110

Bild 8: Rohrschälgerät von d 90 – d 225

Geräte zum Prüfen von Schweißverbindungen

Auch diesem Thema haben sich die Hersteller von Schweißgeräten in den letzten Jahren immer mehr angenommen, da Schweißaufsichtspersonen und Firmen im Rahmen ihrer Qualitätssicherung und Überwachung Prüfgeräte für den Kurzzeit-Zugversuch bzw. Biegefaltversuch nach DVS 2203 benötigen.

Nachfolgend sind zwei mögliche Varianten von Prüfgeräten abgebildet, die je nach Ausführung verschiedene Prüfmöglichkeiten zulassen. Es sollte darauf geachtet werden, daß diese Geräte über genug Kraftreserven wie auch einstellbare Prüfgeschwindigkeiten verfügen. Optionen sind hierbei oft auch Dokumentationsmöglichkeiten und Datenausgabe auf Drucker oder PC.

Bild 9 und 10: Transportable Prüfgeräte

Weitere Werkzeuge für die Baustelle

Für Einbindungs- und Reparaturmaßnahmen an Gas- und Wasserleitungen aus PE ist häufig das Absperren des Mediumflusses unter Druck erforderlich. Hier wird häufig die Abquetschmethode eingesetzt.

Nach dem Abquetschen und späteren Rückformen muß die abgequetschte Stelle entsprechend gekennzeichnet werden. Dies erfolgt in der Praxis meist über eine kurzangeschweißte E-Muffe oder über Kennzeichnungsband. Mit einer speziellen Rückrundungseinrichtung, die sich dadurch auszeichnet, daß die bei diesem System zum Runden benötigen Halbschalen auf dem Rohr bzw. an der gequetschten Stelle verbleiben und gleichzeitig als Markierung dienen, spart man sich einen weiteren Arbeitsgang nach der Rückformung sowie das nachträgliche Markieren.

Bild 10 und 11: Einrichtung zum Rückrunden

Schlußbemerkung

Es gab in den letzten Jahren einige Neuentwicklungen im Bereich der Schweißgeräte– und Zubehörtechnik. Die Schweißtechnik wurde nicht revolutioniert, aber sie wurde sicherer und meistens auch von der Bedienung einfacher. Seitens der Gerätehersteller wird versucht, dem Anwender auf der Baustelle ein Optimum an Technik zur Seite zu stellen. Trotz zunehmender Automatisierung steht allen voran der geschulte und qualifizierte Schweißer mit seiner Fachkenntnis, um letztendlich hochwertige Schweißverbindungen herzustellen.

Ein Augenmerk sollte auch immer auf einwandfreie und funktionierende Hilfswerkzeuge gelegt werden. Dies kann z. B. mitunter schon ein Rollenbock zur vernünftigen Lagerung der Rohre beim Schweißen sein.

Literaturhinweise

[1] Frank, T.: Erfahrungen mit der Bauteilrückverfolgbarkeit aus Sicht der Rohr- und Formteilhersteller

[2] Spychalski-Merle, Achim: Erfassung von Rohrnetzen (2000)

[3] ISO/DIS 12176-4: Plastic pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 4: Traceability coding

[4] ISO 12176-3: Plastic pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 3: Operator's badge