

Ersatz für Ausgabe August 1995

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
 - 2 Allgemeine Anforderungen
 - 3 Maßnahmen vor dem Schweißen
 - 3.1 Voraussetzungen zum Schweißen
 - 3.2 Reinigung
 - 3.2.1 Reinigungsmittel
 - 3.2.2 Reinigen der Heizelemente
 - 3.2.3 Reinigen der Fügeflächen
 - 4 Heizelementstumpfschweißen
 - 4.1 Heizelementstumpfschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen, Formstücken und Tafeln
 - 4.1.1 Verfahrensbeschreibung
 - 4.1.2 Vorbereiten zum Schweißen
 - 4.1.3 Ausführen des Schweißens
 - 4.2 Heizelementstumpfschweißen von Sattelformstücken
 - 4.2.1 Verfahrensbeschreibung
 - 4.2.2 Vorbereiten zum Schweißen
 - 4.2.3 Ausführen des Schweißens
 - 5 Heizwendelschweißen
 - 5.1 Verfahrensbeschreibung
 - 5.2 Schweißgerät
 - 5.3 Vorbereiten zum Schweißen
 - 5.4 Ausführen des Schweißens
 - 6 Heizelementmuffenschweißen
 - 6.1 Verfahrensbeschreibung
 - 6.2 Schweißvorrichtungen
 - 6.3 Vorbereiten zum Schweißen
 - 6.4 Ausführen des Schweißens
 - 7 Prüfen der Schweißverbindungen
 - 8 Mitgeltende Normen und Richtlinien
 - 9 Erläuterung
- Anhang: Verarbeitungsanleitungen (Kurzfassungen)
Prüfen der Schweißverbindungen
Schweißprotokolle

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für das Heizelementstumpfschweißen von Tafeln nach DIN EN ISO 14632 und für das Heizelementstumpf-, Heizelementmuffen- und Heizwendelschweißen von Rohren, Formstücken sowie Sattelformstücken aus PE-HD¹⁾ nach DIN 8074 und 8075, DIN 16 963, DIN 3543-4 und DIN 3544-1, die zur Fortleitung von Gasen, Flüssigkeiten und Feststoffen dienen.

Unter Beachtung der folgenden Anweisungen kann von einer Eignung innerhalb der Schmelzmassefließrate MFR²⁾ 190/5 von 0,3 bis 1,7 g/10 min bzw. 0,2 bis 0,7 g/10 min ausgegangen werden. Für das Heizelementstumpfschweißen von Sattelformstücken sind Einschränkungen gemäß Abschnitt 4.2 zu beachten.

¹⁾ Die Werkstoffbezeichnung ist als Oberbegriff der Thermoplastgruppe zu verstehen und schließt die Typen PE 63, PE 80 und PE 100 ein. Die Angaben entsprechen dem derzeitigen Stand der Normung

²⁾ alte Bezeichnung MFI = Melt Flow Index

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Bei abweichenden Schmelzmassefließrate ist der Eignungsnachweis im Zeitstand-Zugversuch nach DVS 2203-4 bzw. Beiblatt 1 zu führen.

2 Allgemeine Anforderungen

Die Qualität der Schweißverbindungen ist abhängig von der Qualifikation der Schweißer, der Eignung der verwendeten Maschinen und Vorrichtungen sowie der Einhaltung der Schweißrichtlinien. Die Schweißnaht kann durch zerstörungsfreie und/oder zerstörende Verfahren geprüft werden.

Die Schweißarbeiten sind zu überwachen. Art und Umfang der Überwachung muss zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden. Es wird empfohlen, die Verfahrensdaten in Schweißprotokollen (Muster siehe Anhang) oder auf Datenträgern zu dokumentieren.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wird empfohlen, vor Aufnahme und während der Schweißarbeiten unter den gegebenen Arbeitsbedingungen Probenähte herzustellen und zu prüfen.

Jeder Schweißer muss ausgebildet sein und einen gültigen Qualifikationsnachweis besitzen. Das vorgesehene Anwendungsgebiet kann für die Art der Qualifikation bestimmend sein. Für das Heizelementstumpfschweißen von Tafeln sowie im Rohrleitungsbau gilt DVS 2212-1.

Das DVGW-Merkblatt GW 330 gilt sinngemäß als Qualifikationsnachweis für das Heizelementstumpf- und Heizwendelschweißen beim Bau von Gas- und Wasserleitungen. Für das Schweißen von Kunststoffen in der Hausinstallation gelten auch die Anforderungen der DVS-Merkblätter 1905-1 und -2. Die zum Schweißen verwendeten Maschinen und Vorrichtungen müssen den Anforderungen von DVS 2208-1 entsprechen.

3 Maßnahmen vor dem Schweißen**3.1 Voraussetzungen zum Schweißen**

Der unmittelbare Schweißbereich ist vor ungünstigen Witterungseinflüssen (z. B. Wind, Feuchtigkeitseinwirkung) zu schützen. Wenn durch geeignete Maßnahmen (z. B. Vorwärmen, Einzelten, Beheizen) sichergestellt wird, dass zum Schweißen zulässige Bedingungen gegeben sind, darf – soweit der Schweißer nicht in der Handfertigkeit behindert wird – bei beliebiger Außentemperatur gearbeitet werden (siehe Erläuterung). Gegebenenfalls ist durch Herstellen von Probeschweißungen unter den genannten Bedingungen ein zusätzlicher Nachweis zu führen (siehe Abschnitt 7).

Falls das Halbzeug infolge Sonneneinstrahlung ungleichmäßig erwärmt wird, ist durch rechtzeitiges Abdecken im Bereich der Schweißstelle ein Temperaturausgleich zu schaffen. Eine Abkühlung während des Schweißvorganges durch Luftzug ist zu vermeiden. Beim Schweißen von Rohren sind zusätzlich die Rohrenden zu verschließen.

PE-HD-Rohre vom Ringbund sind unmittelbar nach dem Abrollen oval und gekrümmt. Das zu schweißende Rohrende ist vor dem Schweißen zu richten, zum Beispiel durch vorsichtiges Anwärmen mit Hilfe eines Warmgasgerätes und/oder Verwendung einer geeigneten Spann- bzw. Rundrückvorrichtung.

Die Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile dürfen nicht beschädigt und müssen frei von Verunreinigungen (z. B. Schmutz, Fett, Späne) sein.

3.2 Reinigung

Für die Herstellung einwandfreier Schweißverbindungen ist die Sauberkeit und Fettfreiheit sowohl der Fügeflächen als auch der Werkzeuge und Heizelemente von entscheidender Bedeutung.

3.2.1 Reinigungsmittel

Die Reinigungsflüssigkeit oder damit bereits werksseitig befeuchtete Tücher in einer verschließbaren Kunststoffbox muss aus einem 100 % verdampfenden Lösungsmittel bestehen, z. B. aus 99 Teilen Ethanol mit einem Reinheitsgrad von 99,8 % und einem Teil MEK (Methylethylketon, Denaturierung). Nach DVGW VP 603 geprüfte Mittel entsprechen dieser Vorgabe. Die Verwendung von Spiritus kann durch das darin enthaltene Wasser zu einer Qualitätsminderung führen.

Das Papier zur Reinigung muss sauber, unbenutzt, saugfähig, nicht fasernd und uneingefärbt sein. Danach ablüften lassen.

3.2.2 Reinigen der Heizelemente

Die Heizelemente sind vor jeder Schweißung mit Papier zu reinigen. Es dürfen keine Reste von Reinigungsmittel oder Papier auf dem Heizelement verbleiben.

3.2.3 Reinigen der Fügeflächen

Vor der spanenden Bearbeitung der Fügeflächen ist sicherzustellen, dass die benutzten Werkzeuge und die Werkstücke über den Schweißbereich hinaus sauber und fettfrei sind, ggf. ist mit einem Reinigungsmittel zu reinigen.

Die Bearbeitung der Verbindungsflächen muss unmittelbar vor Schweißbeginn erfolgen.

Eventuelle Späne sind ohne Berührungen der Fügeflächen zu entfernen.

Wird nach der spanenden Bearbeitung die Oberfläche verschmutzt, z. B. durch Berührungen mit den Händen, so müssen die Schweißflächen mit einem Reinigungsmittel behandelt werden, wenn eine erneute spanende Bearbeitung verfahrenstechnisch nicht möglich ist.

4 Heizelementstumpfschweißen

4.1 Heizelementstumpfschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen, Formstücken und und Tafeln

4.1.1 Verfahrensbeschreibung

Beim Heizelementstumpfschweißen werden die Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile am Heizelement unter Druck angeglichen (Angleichen), anschließend mit reduziertem Druck auf Schweißtemperatur erwärmt (Anwärmen) und nach Entfernung des Heizelementes (Umstellen) unter Druck zusammengefügt (Fügen). Bild 1 zeigt das Prinzip des Verfahrens.

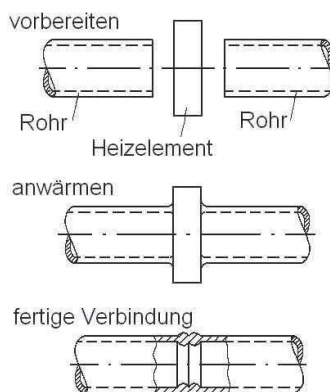


Bild 1. Prinzip des Heizelementstumpfschweißens am Beispiel Rohr.

4.1.2 Vorbereiten zum Schweißen

Vor Beginn der Schweißarbeiten ist die zum Schweißen notwendige Heizelementtemperatur zu kontrollieren. Dies erfolgt zum Beispiel mit einem schnellanzeigenden Temperaturmessgerät für Oberflächenmessungen mit einer Auflagefläche von ca. 10 mm. Die Kontrollmessung muss innerhalb der dem Halbzeug entsprechenden Fläche des Heizelementes erfolgen. Damit sich ein thermisches Gleichgewicht einstellen kann, darf das Heizelement frühestens 10 Minuten nach Erreichen der Solltemperatur eingesetzt werden.

Für optimale Schweißungen ist das Heizelement vor jeder Schweißung gemäß Abschnitt 3.2.2 zu reinigen. Die antiadhäsive Beschichtung oder Bespannung des Heizelementes muss im Arbeitsbereich unbeschädigt sein.

Für die einzusetzenden Maschinen müssen die jeweiligen Fügekräfte bzw. Fügedrücke vorgegeben sein. Diese können sich z. B. auf Herstellerangaben, errechnete oder gemessene Werte beziehen. Zusätzlich ist beim Rohrschweißen die bei langsamer Bewegung des Werkstückes benötigte Bewegungskraft bzw. der Bewegungsdruck am Anzeigeelement der Schweißmaschine abzulesen und zu der vorher ermittelten Fügekraft bzw. zu dem Fügedruck zu addieren. Elektronisch gesteuerte Maschinen – möglichst mit Protokollierung – sind zu bevorzugen.

Die Nennwanddicken der zu schweißenden Teile müssen im Fügebereich übereinstimmen.

Rohre und Formstücke sind vor dem Einspannen in die Schweißmaschine axial auszurichten. Die leichte Längsbeweglichkeit des anzuschweißenden Teiles ist zum Beispiel durch verstellbare Rollenböcke oder pendelnde Aufhängung sicherzustellen.

Die zu verbindenden Flächen sind unmittelbar vor dem Schweißen mit einem sauberen und fettfreien Werkzeug spanend zu bearbeiten, so dass sie im eingespannten Zustand planparallel sind. Zulässige Spaltbreite unter Angleichdruck siehe Tabelle 1.

Tabelle 1. Maximale Spaltbreite zwischen den bearbeiteten Schweißflächen.

Rohr außen- durchmesser d mm	Spaltbreite mm	Tafelbreite mm
≤ 355	0,5	
400 ... < 630	1,0	≤ 1500
630 ... < 800	1,3	> 1500 ≤ 2000
800 ... ≤ 1000	1,5	> 2000 ≤ 2300
> 1000	2,0	> 2300 ≤ 3000

Zugleich mit der Kontrolle der Spaltbreite ist der Versatz zu prüfen. Der Versatz der Fügeflächen zueinander darf an der Rohr-

außenseite bzw. Tafel das zulässige Maß vom $0,1 \times$ Wanddicke nicht überschreiten. Bei größerem Versatz resultiert hieraus eine Qualitätsminderung, welche die Belastbarkeit der Fügeverbindung einschränkt. In diesem Fall kann eine Bewertung nach DVS 2202-1 unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Fügeverbindung vorgenommen werden.

Die bearbeiteten Schweißflächen dürfen weder beschmutzt noch mit den Händen berührt werden, da sonst eine erneute spanende Bearbeitung notwendig wird. **Eine zusätzliche Reinigung ist nicht erforderlich und bewirkt keine Qualitätsverbesserung.** In das Rohr gefallene Späne sind zu entfernen.

4.1.3 Ausführen des Schweißens

Beim Heizelementstumpfschweißen werden die zu verbindenden Flächen mittels Heizelement auf Schweißtemperatur gebracht und nach Entfernen des Heizelementes unter Druck zusammengefügt. Die Heizelementtemperatur beträgt 200 bis 220 °C. Grundsätzlich gilt, dass bei kleineren Wanddicken die obere und bei großen Wanddicken die untere Temperatur anzustreben ist (siehe Bild 2). Bei PE 100 ist ebenfalls die obere Temperatur zu wählen. Der schrittweise Ablauf des Schweißvorganges ist in Bild 3 dargestellt.

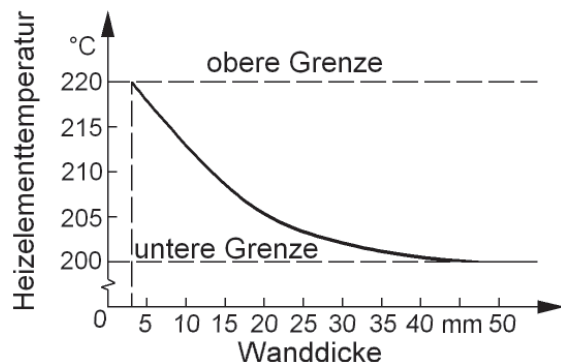


Bild 2. Richtwertkurve für Heizelementtemperaturen in Abhängigkeit von der Wanddicke.

Angleichen

Hierbei werden die zu schweißenden Fügeflächen solange an das Heizelement gedrückt, bis die gesamten Flächen planparallel am Heizelement anliegen. Dieses ist an der Ausbildung der Wülste zu erkennen. Das Angleichen ist abgeschlossen, wenn die Wulsthöhen am gesamten Rohrumfang bzw. der gesamten Plattenoberseite die in Tabelle 2, Spalte 2, angegebenen Werte erreicht haben. Die Wulsthöhen gelten als Indiz dafür, dass die Fügeflächen ganzflächig am Heizelement anliegen. Der Angleichdruck von $0,15 \text{ N/mm}^2$ wirkt während des gesamten Angleichvorganges.

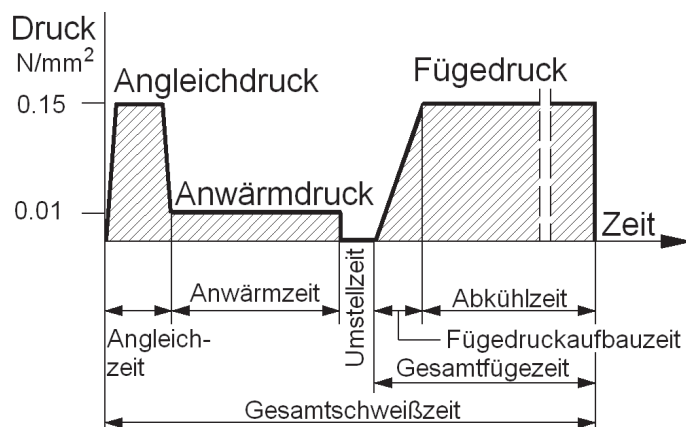


Bild 3. Verfahrensschritte beim Heizelementstumpfschweißen.

Anwärmen

Zum Anwärmen müssen die Flächen mit geringem Druck am Heizelement anliegen. Dazu wird der Druck auf nahezu Null ($\leq 0,01 \text{ N/mm}^2$) abgesenkt. Beim Anwärmen dringt die Wärme in die zu schweißenden Flächen ein und bringt diese auf Schweißtemperatur. Anwärmzeiten sind der Tabelle 2, Spalte 3, zu entnehmen.

Umstellen

Nach dem Anwärmen sind die Fügeflächen vom Heizelement zu lösen. Das Heizelement ist ohne Beschädigung und Verschmutzung der erwärmten Fügeflächen herauszunehmen. Die Fügeflächen sind danach schnell bis unmittelbar vor der Berührung zusammenzufahren. Die Umstellzeit soll so klein wie möglich gehalten werden (siehe Tabelle 2, Spalte 4), da sonst die plastifizierten Flächen erkalten. Die Schweißnahtqualität wird dadurch nachteilig beeinflusst.

Fügen

Die zu schweißenden Flächen sollen bei Berührung mit einer Geschwindigkeit nahe Null zusammentreffen. Der erforderliche Fügedruck wird möglichst linear ansteigend aufgebracht. Die hierfür notwendigen Zeiten sind aus Tabelle 2, Spalte 5, ersichtlich. Der Fügedruck beträgt $0,15 \pm 0,01 \text{ N/mm}^2$.

Eine mechanische Belastung der Fügeverbindung ist frühestens nach Beendigung des Abkühlprozesses zulässig. Dazu muss der Fügedruck während der Abkühlzeit bei Umgebungstemperatur (siehe Tabelle 2, Spalte 5) in voller Höhe aufrecht erhalten werden.

Unter folgenden Voraussetzungen ist eine Verringerung der Abkühlzeit bis zu 50 %, d. h. Fügedruckentlastung und Entnahme des geschweißten Teiles aus der Schweißmaschine, erlaubt:

- die Fügeverbindung wird unter Werkstattbedingungen hergestellt und
- die Entnahme aus der Schweißmaschine und das vorübergehende Lagern verursachen nur eine geringfügige Belastung der Fügeverbindung und
- es handelt sich um Fügebauteile mit Wanddicken $\geq 15 \text{ mm}$.

Eine Weiterverarbeitung mit voller mechanischer Belastung der Fügeverbindung darf erst nach vollständiger Auskühlung gemäß Tabelle 2, Spalte 5, erfolgen.

Nach dem Fügen muss ein gleichmäßiger Doppelwulst vorhanden sein. Die Wulstausbildung gibt eine Orientierung über die Gleichmäßigkeit der Schweißungen untereinander. Unterschiedliche Wulstausbildungen können durch verschiedenartiges Fließverhalten der verbundenen Materialien begründet sein. Aus der Erfahrung mit den handelsüblichen Halbzeugen aus PE 80 und PE 100 im angegebenen MFR-Bereich kann von der Schweiß-eignung ausgegangen werden, auch wenn dies zu unsymmetrischen Schweißwulsten führen kann. Es muss immer $K > 0$ sein (siehe Bild 4).