

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 Temperatenausgleich 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. Runddruckvorrichtung.

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.

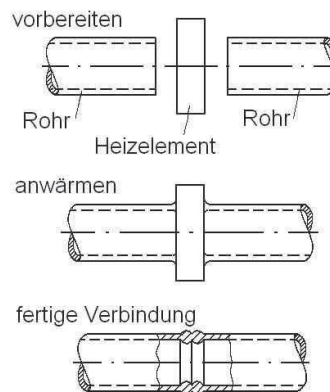


Bild 1. Prinzip des Heizelementstumpfschweißens am Beispiel Rohr.

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. Fügedrucke 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 Anzeigeinstrument der Schweißmaschine abzulesen und zu der vorher ermittelten Fugekraft 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.

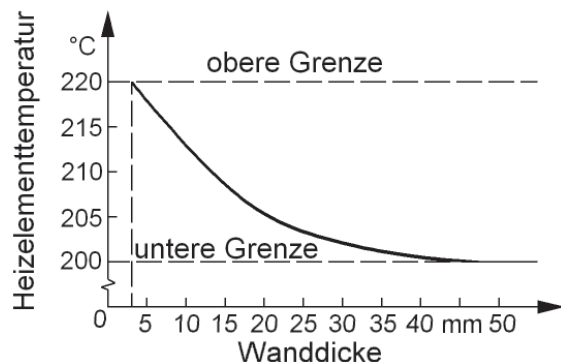


Bild 2. Richtwertkurve für Heizelementtemperaturen in Abhängigkeit von der Wanddicke.

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 Anlegen 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.

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).

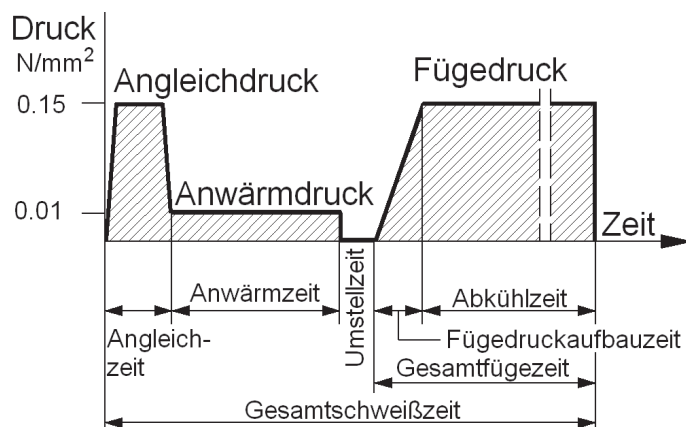


Bild 3. Verfahrensschritte beim Heizelementstumpfschweißen.

Tabelle 2. Richtwerte für das Heizelementstumpfschweißen von Rohren, Formstücken und Tafeln aus PE-HD bei einer Außentemperatur von etwa 20 °C und mäßiger Luftbewegung (Zwischenwerte sind zu interpolieren).

1 Nennwanddicke s	2 Angleichen Heizelementtemperatur siehe Bild 2 Wulsthöhe am Heizelement am Ende der Angleichzeit (Mindestwerte) (Angleichen $p = 0,15 \text{ N/mm}^2$)	3 Anwärmen Anwärmzeit $= 10 \times \text{Wanddicke}$ (Anwärmen $p \leq 0,01 \text{ N/mm}^2$)	4 Umstellen Umstellzeit (Maximalzeit)	5 Fügen Fügedruck- aufbauzeit Abkühlzeit unter Fügedruck (Mindestwerte) $p = 0,15 \pm 0,01 \text{ N/mm}^2$
mm	mm	s	s	s min
bis 4,5	0,5	bis 45	5	5 6
4,5 ... 7	1,0	45 ... 70	5 ... 6	5 ... 6 6 ... 10
7 ... 12	1,5	70 ... 120	6 ... 8	6 ... 8 10 ... 16
12 ... 19	2,0	120 ... 190	8 ... 10	8 ... 11 16 ... 24
19 ... 26	2,5	190 ... 260	10 ... 12	11 ... 14 24 ... 32
26 ... 37	3,0	260 ... 370	12 ... 16	14 ... 19 32 ... 45
37 ... 50	3,5	370 ... 500	16 ... 20	19 ... 25 45 ... 60
50 ... 70	4,0	500 ... 700	20 ... 25	25 ... 35 60 ... 80

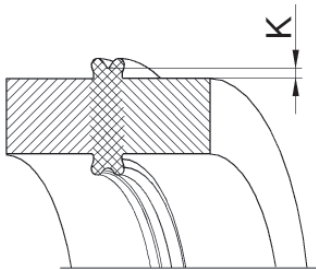


Bild 4. Wulstausbildung beim Heizelementstumpfschweißen (Prinzip am Beispiel Rohr).

Kurzfassung der Verarbeitungsanleitung siehe Anhang.

4.2 Heizelementstumpfschweißen von Sattelformstücken

Das Heizelementstumpfschweißen von Sattelformstücken ist anwendbar in Verbindung mit PE-HD-Rohren nach DIN 8075 der Schmelzmassefließrate 0,7 bis 1,3 g/10 min. Bei Rohrleitungsteilen aus PE-HD der Schmelzmassefließrate 0,2 bis 0,7 g/10 min ist das Schweißverfahren nur anwendbar in Verbindung mit einer das Rohr umfassenden Befestigung. Die letztgenannte Bedingung gilt auch, wenn eine Zuordnung, insbesondere bei nachträglich anzubringenden Anschlüssen, innerhalb des Geltungsbereiches dieser Richtlinie nicht möglich ist.

Heizelementstumpfschweißungen von Sattelformstücken müssen mit Schweißvorrichtungen durchgeführt werden.

4.2.1 Verfahrensbeschreibung

Die Verbindungsflächen von Rohr und Sattelformstück werden mittels Formheizelementen unter Anwärmdruck angeglichen und angewärmt. Nach Entfernen des Formheizelementes werden die Verbindungsflächen unter Fügedruck zusammengefügt.

4.2.2 Vorbereiten zum Schweißen

Vor Beginn der Schweißarbeiten ist die zum Schweißen notwendige Heizelementtemperatur entsprechend Abschnitt 4.1.2 zu kontrollieren.

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

Die Fügefläche des Rohres ist unmittelbar vor dem Aufspannen des Schweißgerätes mit einer Ziehklinge oder anderen geeigneten Geräten spanend zu bearbeiten. Die Späne sind ohne Berührungen der Fügefläche zu entfernen. Wird nach der spanenden Bearbeitung die Oberfläche verschmutzt, z. B. durch Berührungen mit den Händen, so ist die Fügefläche gemäß Abschnitt 3.2.3 zu reinigen. Das Sattelformstück ist immer entsprechend Abschnitt 3.2.3 zu reinigen.

Die Rundheit des Rohres ist entweder durch die Spaneinrichtung des Schweißgerätes oder gesonderte Rundrückklemmen sicherzustellen. Die Flächenpassung des Sattelformstückes ist zu überprüfen.

Vor Beginn des Schweißens sind die Einstellkräfte für das Angleichen und Fügen aus der Tabelle des Geräteherstellers zu ermitteln.

4.2.3 Ausführen des Schweißens

Das auf Schweißtemperatur (200 bis 220 °C) erwärmte Formheizelement wird zwischen die zu schweißenden Teile gebracht. Der Angleichdruck beträgt $0,15 \text{ N/mm}^2$. Nach Wulstbildung gemäß Tabelle 3, Spalte 1, wird während der jetzt beginnenden Anwärmzeit der spezifische Einstelldruck für das Anwärmen auf $\leq 0,01 \text{ N/mm}^2$ reduziert. Die Anwärmzeit richtet sich nach den Angaben des Formstückherstellers. Nach Ablauf der Anwärmzeit ist das Formheizelement ohne Beschädigung und Verschmutzung der Verbindungsflächen zu entfernen. Die Umstellzeit soll möglichst kurz sein (Maximalwert siehe Tabelle 3, Zeile 3). Die Verbindungsflächen sind danach sofort zu fügen.

Erst nach dem Abkühlen darf das Schweißgerät entfernt werden.

Tabelle 3. Richtwerte für das Heizelementstumpfschweißen von Sattelformstücken aus PE-HD bei einer Außentemperatur von 20 °C und mäßiger Luftbewegung.

1	Angleichen unter $p = 0,15 \text{ N/mm}^2$ Wulsthöhen am Heizelement am Ende der Angleichzeit Mindestwert [mm]	1,0
2	Anwärmen unter $p \leq 0,01 \text{ N/mm}^2$ Anwärmzeit [s]	nach Herstellerangabe
3	Umstellen Maximalzeit [s]	10
4	Druckaufbauzeit [s]	5
5 Fügen	Abkühlzeit unter Fügedruck $p = 0,15 \text{ N/mm}^2$ Mindestwert [min]	15

Kurzfassung der Verarbeitungsanleitung siehe Anhang.

5 Heizwendelschweißen

5.1 Verfahrensbeschreibung

Die Verbindungsflächen (Rohroberfläche und Formstückinnen-seite) überlappen sich und werden mit Hilfe von im Formstück positionierten Widerstandsdrähten (Heizwendel) durch elektrische Energie auf Schweißtemperatur erwärmt und dadurch geschweißt (siehe Bild 5).

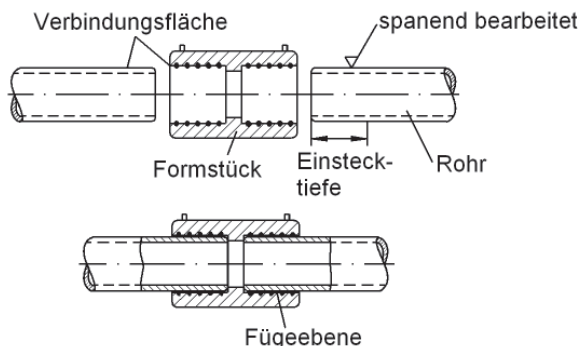


Bild 5. Heizwendelschweißen (Prinzip).

5.2 Schweißgerät

Es dürfen nur Schweißgeräte verwendet werden, die auf die zu schweißenden Teile abgestimmt sind. Automatische Schweißgeräte – möglichst mit Protokollierung – sind zu bevorzugen. Das Schweißgerät muss für das jeweils zu schweißende Formstück die erforderlichen Schweißparameter wie Schweißzeit, Stromstärke und -spannung liefern. Das Gerät muss sich automatisch abschalten, sobald der Schweißzone die notwendige Wärmemenge zugeführt worden ist.

5.3 Vorbereiten zum Schweißen

Für die Herstellung einwandfreier Schweißverbindungen sind saubere Oberflächen und ein spannungsfreier Einbau von entscheidender Bedeutung. Durch die Auswahl von Rohren mit eingeschränkter Durchmesserstoleranz nach DIN 8074 wird die Montage von Formstücken erleichtert.

Für axiale Rohrverbindungen sind die Rohre gegebenenfalls mit geeignetem Werkzeug rechtwinklig abzutrennen. Bei konischem Einfall der Rohrschnittkante muss das unbearbeitete Rohr in der vorgesehenen Einstecktiefe mindestens im Bereich der Heizwendel den Nenndurchmesser d aufweisen (Bild 6). Gegebenenfalls ist das Rohrende unmittelbar vor der Schweißung entsprechend zu kürzen.

Die Unrundheit des Rohres darf im Schweißbereich 1,5 % des Außendurchmessers, maximal 3 mm, nicht überschreiten. Erforderlichenfalls sind entsprechende Rundrückklemmen zu verwenden.

Im Bereich der Schweißzone ist die Oberfläche des Rohres bzw. Rohrstutzens am Formstück lückenlos spanend zu bearbeiten. Es sollte ein Rotationsschälgerät mit einem konstanten Wanddickenabtrag von ca. 0,2 mm verwendet werden. **Auf eine geringe Ringspaltbildung ist zu achten!**

Das Rohrende ist innen und außen zu entgraten, Späne sind ohne Berührungen der Fügefläche zu entfernen.

Das Formstück darf erst unmittelbar vor der Montage aus der Schutzverpackung entnommen werden.

Wenn nach der spanenden Bearbeitung eine Verunreinigung der bearbeiteten Rohroberfläche eintritt, so muss diese gemäß Abschnitt 3.2.3 gereinigt werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass keine Verunreinigung in die Schweißzone gerieben wird. Die Fügefläche des Formstückes bzw. des Sattelformstückes ist entsprechend Abschnitt 3.2.3 zu reinigen.

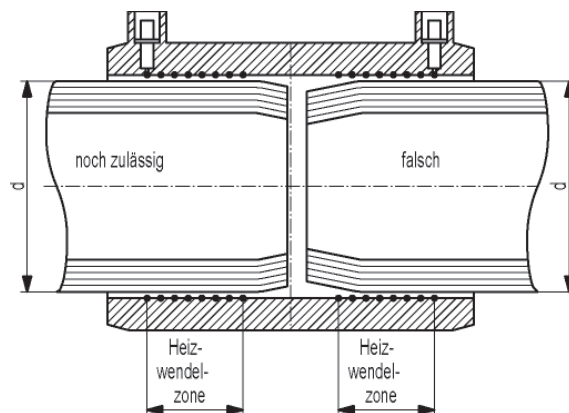


Bild 6. Konischer Einfall des Rohrendes.

Die Einstecktiefe des Rohres muss entweder durch eine anzu-bringende Markierung oder durch eine geeignete Vorrichtung kontrollierbar sein. Das Formstück darf weder verkantet noch mit Gewalt auf das Rohrende geschoben werden (spannungsarme Montage). Das Sattelformstück ist mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung entsprechend den Herstellerangaben auf dem Rohr fest-zuspannen.

Die Kontaktbuchsen zum Anschluss des Schweißkabels müssen leicht zugänglich sein.

Formstück und Rohr müssen sich vor der Schweißung auf gleichem Temperaturniveau befinden. Bei Schweißgeräten mit auto-matischer Temperaturkompensation ist darauf zu achten, dass die erfasste Umgebungstemperatur den Bedingungen am Ort der Schweißung entspricht. Gegebenenfalls sind das Schweißgerät sowie Rohr- und Formstück z. B. vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen.

5.4 Ausführen des Schweißens

Die korrekte Einstecktiefe ist anhand der Markierung zu kontrol-lieren. Die zu schweißenden Bauteile sind gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen bzw. Vorrichtungen gegen Lageverände-rungen zu sichern.

Das Schweißgerät wird durch Kabel mit dem zu schweißenden Formstück verbunden. Die Schweißkabel sind gewichtsentlastet anzubringen. Die Kontaktflächen müssen sauber sein. Die für die Schweißung erforderlichen Daten des Formstückes oder des Sattelformstückes werden in der Regel durch Einlesen eines bauteilspezifischen Barcodes vom Schweißgerät erfasst. Die an-gezeigten Daten (z. B. Abmessungen) müssen mit den Bauteil-daten übereinstimmen. Nach dem Starten des Schweißvorgan-ges läuft dieser automatisch ab. Die Schweißdauer wird üblicher-weise vom Schweißgerät angezeigt. Sie ist ebenso wie sonstige vom Gerät angezeigte Daten in das Schweißprotokoll zu über-nehmen, sofern keine Datenspeicherung erfolgt.

Fehlermeldung beachten! Bei Unterbrechung der Stromzufuhr kann eine vorzeitig abgebrochene Schweißung einmal wiederholt werden, sofern kein Defekt am Formstück oder Schweißgerät vorliegt (Fehlermeldung) und der Formstückhersteller dieses zu-lässt. Vor der erneuten Schweißung muss die gesamte Abkühl-zeit abgewartet werden.

Nach Abschalten des Gerätes können die Kabel entfernt werden. Sind am Formstück Schweißindikatoren vorhanden, so sind die-se zu kontrollieren. Die Verbindung darf erst nach dem Abkühlen bewegt werden. Angaben dazu liefert der Formstückhersteller. Bei Sattelformstücken darf die Anbohrung erst nach Ablauf der Abkühlzeit erfolgen.

Angaben des Herstellers über zusätzliche Abkühlzeiten, z. B. bis zur Druckprüfung, sind zu beachten.

Kurzfassung der Verarbeitungsanleitung siehe Anhang.

6 Hezelementmuffenschweißen

6.1 Verfahrensbeschreibung

Beim Hezelementmuffenschweißen (siehe Bild 7) werden Rohr und Formstück überlappend geschweißt. Rohrende und Formstück werden mit Hilfe eines muffen- bzw. stutzenförmigen Hezelementes auf Schweißtemperatur erwärmt und anschließend geschweißt.

Hezelemente und Formstücke sind maßlich so aufeinander abgestimmt, dass sich beim Fügen ein Fügedruck aufbaut. Hezelement-Muffenschweißverbindungen bis 50 mm Rohrdurchmesser sind manuell ausführbar. Bei Durchmessern ab 63 mm bedingt die Höhe der Fügekraft die Verwendung einer Schweißvorrichtung.

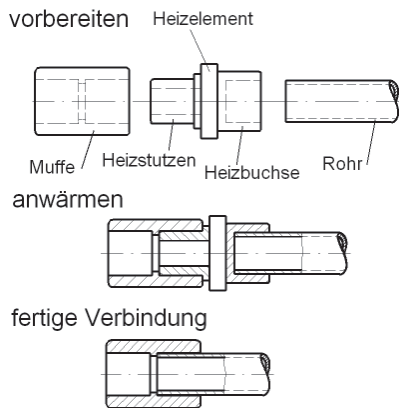


Bild 7. Hezelementmuffenschweißen (Prinzip).

6.2 Schweißvorrichtungen

Die Hezelemente werden elektrisch beheizt und sind antiadhäsiv beschichtet.

6.3 Vorbereiten zum Schweißen

Das Formstück ist innen und das Rohr außen gemäß Abschnitt 3.2.3 zu reinigen. Die Bearbeitung der Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile muss unmittelbar vor Schweißbeginn erfolgen. Das Rohrende ist gemäß Bild 8 und Tabelle 4 anzuschragen. Die Verbindungsfläche des Rohres ist gemäß den Angaben des Formstücklieferanten zu bearbeiten. Bei Handschweißungen ist danach auf dem Rohrende die Einstecktiefe im Abstand l gemäß Tabelle 4 anzubringen.

Vor Schweißbeginn ist die Schweißtemperatur von 250 bis 270 °C an den Heizwerkzeugen gemäß Abschnitt 4.1.2 zu kontrollieren.

Heizbuchse und Heizstutzen müssen frei von Verunreinigungen sein und vor jedem Schweißen entsprechend Abschnitt 3.2.2 gereinigt werden. Die antiadhäsive Beschichtung von Heizstutzen und Heizbuchse muss im Schweißbereich unbeschädigt sein.

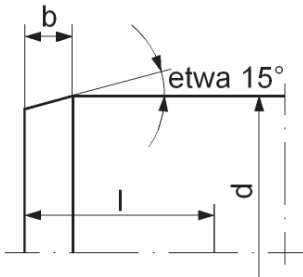


Bild 8. Anschlag des Rohrendes.

Tabelle 4. Maße für Rohrfase und Einstecktiefe.

Rohraußen- durchmesser d [mm]	Rohrfase b [mm]	Einstecktiefe l [mm]
16	2	13
20		14
25		16
32		18
40		20
50	3	23
63		27
75		31
90		35
110		41
125		46

6.4 Ausführen des Schweißens

Zum Anwärmen werden Formstück und Rohr zügig und axial bis zum eingestellten Anschlag bei Maschinenschweißung bzw. bei manueller Schweißung bis zur Markierung auf die am Hezelement angebrachten Werkzeuge geschoben und fixiert. **Es ist unbedingt zu vermeiden, das Rohr mit seiner Stirnfläche am Ende der Heizbuchse aufzustößen.** Danach beginnt die Anwärmzeit gemäß Zeitangabe in Tabelle 5, Spalte 2.

Nach Ablauf der Anwärmzeit sind Formstück und Rohr von den Heizwerkzeugen ruckartig abzuziehen und sofort ohne Verdrehen bis zum Anschlag bzw. zur Markierung zusammenzuschieben (max. Umstellzeit: siehe Tabelle 5, Spalte 3).

Bei Handschweißung müssen die gefügten Teile entsprechend der Zeitangabe in Tabelle 5, Spalte 4, fixiert gehalten werden. Die Verbindung darf erst nach Ablauf der Abkühlzeit (Tabelle 5, Spalte 5) durch die weiteren Verlegearbeiten beansprucht werden.

Kurzfassung der Verarbeitungsanleitung siehe Anhang.

Tabelle 5. Richtwerte für das Heizelementmuffenschweißen von Rohren und Formstücken aus PE-HD bei einer Außentemperatur von 20 °C und mäßiger Luftbewegung.

1	2		3	4	5	
Rohr außen- durchmesser d	Anwärmen Heizelementtemperatur 250 bis 270 °C		Umstellen	Abkühlen		
	Anwärmzeit für SDR ²⁾ 11, SDR 7,4, SDR 6	Anwärmzeit für SDR ²⁾ 17, SDR 17,6	Umstellzeit (Maximalzeit)	Abkühlzeit		
mm	s	s	s	fixiert s	gesamt min	
16	5	1)	4	6	2	
20				10		
25	7					
32	8		6	20	4	
40	12					
50	18					
63	24		8	30	6	
75	30	18		40		
90	40	26				
110	50	36	10	50	8	
125	60	46		60		

1)

Infolge zu geringer Wanddicke ist das Schweißverfahren nicht empfehlenswert.

2)

Standard Dimension Ratio ~ d/s. (Verhältnis Außendurchmesser/Wanddicke)

Tabelle 6. Prüfverfahren für Schweißverbindungen.

Prüfverfahren	Heizelementstumpfschweißen		Heizwendelschweißen		Heizelementmuffenschweißen
	Tafeln, Rohre, Formstücke	Sattelformstücke	Formstücke	Sattelformstücke	Rohre, Formstücke
Visuelle Prüfung	DVS 2202-1 Tabelle 1	Die Schweißnaht gleichmäßig ausgebildet und auf dem ganzen Umfang vorhanden. Die mechanische Bearbeitung der Rohroberfläche muss über die Schweißfläche hinaus sichtbar sein.	DVS 2202-1 Tabelle 3	DVS 2202-1 Tabelle 3	DVS 2202-1 Tabelle 2
Durchstrahlungs- und Ultraschallprüfung	anwendbar Aussage über z. B. Hohlstellen, nicht über Qualität möglich				
Zugversuch	DVS 2203-2 Kurzzeitzug-Schweißfaktor DVS 2203-1, Beiblatt 1	nicht anwendbar			
Zeitstand-Zugversuch	DVS 2203-4 Zeitstandzug-Schweißfaktor DVS 2203-1, Beiblatt 2	DVS 2203-4, Beiblatt 1			
Technologischer Biegeversuch	DVS 2203-5. Mindestbiegewinkel nach DVS 2203-1, Beiblatt 3, Bild 1 und 2. Mindestbiegeweg nach DVS 2203-1, Beiblatt 3 Bild 7 und 8.	nicht anwendbar			
Zeitstand-Innendruckversuch	DVS 16963-5, Abschnitt 5.4.3.1, Länge jedes Rohrstückes gemäß Tabelle 6. Nicht aussagekräftig für Langzeit-Schweißfaktor > 0,5.	DIN 3544-1, Abschnitt 2.3 und 3.2 bei 80 °C	DIN 16963-5, Abschnitt 5.4.3.1	DIN 13544-1, Abschnitt 2.3 und 3.2 bei 80 °C	DIN 16963-5, Abschnitt 5.4.3.1
Torsions-scherversuch	nicht anwendbar	siehe Anhang; auch als Baustellenprüfung für Rohrwanddicken ≥ 4 mm			
radialer Schälversuch	nicht anwendbar	siehe Anhang; Baustellenprüfung für Rohrwanddicken ≥ 4 mm			
Quetschversuch	nicht anwendbar		DIN EN 12814-4, Abschnitt 8; auch als Baustellenprüfung geeignet		
Schältrennversuch	nicht anwendbar		DIN EN 12814-4, Abschnitt 7		nicht anwendbar

7 Prüfen der Schweißverbindungen

Für die einzelnen Schweißverfahren werden unterschiedliche Prüfverfahren angewendet. Es wird zwischen zerstörungsfreien und zerstörenden Prüfverfahren unterschieden. Sie sind in Tabelle 6 aufgeführt. Überprüfungen und Probeentnahmen sollen – je nach Vereinbarung – während der Schweißarbeiten stichprobenartig erfolgen.

8 Mitgeltende Normen und Richtlinien

DIN 3543-4	Anbohrarmaturen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE) für Rohre aus HDPE; Maße
DIN 3544-1	Armaturen aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE); Anforderungen und Prüfung von Anbohrarmaturen
DIN 8074	Rohre aus Polyethylen (PE); PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD; Maße
DIN 8075	Rohre aus Polyethylen (PE); PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD; Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung
DIN EN ISO 1872-1	Kunststoffe – Polyethylen (PE-)Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen
DIN EN 12814-4	Prüfen von Schweißverbindungen aus thermoplastischen Kunststoffen; Teil 4: Schälversuch
DIN EN ISO 14632	Extrudierte Tafeln aus Polyethylen (PE-HD); Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN ISO 15494	Kunststoffrohrleitungssysteme für industrielle Anwendungen; Polybuten (PB), Polyethylen (PE), Polypropylen (PP); Anforderungen an Rohrleitungsteile und das Rohrleitungssystem; Metrische Reihen
DIN 16 963	Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile für Druck-Rohrleitungen aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)
DIN 19537	Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) für Abwasserkanäle und -leitungen;
-1	–, Maße
-2	–, Technische Lieferbedingungen
DVGW GW 330	Schweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) für Gas- und Wasserleitungen; Lehr- und Prüfplan
DVGW GW 331	Schweißaufsicht für Schweißarbeiten an Rohrleitungen aus PE-HD für die Gas- und Wasserversorgung; Lehr- und Prüfplan
DVGW VP 603	Vorläufige Prüfgrundlage für Reinigungsmittel und deren Behälter zur Vorbereitung von Schweißverbindungen an Polyethylenrohren
DVS 2202-1	Fehler an Schweißverbindungen aus thermoplastischen Kunststoffen; Merkmale, Beschreibung, Bewertung
DVS 2203-1	Prüfen von Schweißverbindungen an Tafeln und Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen; Prüfverfahren – Anforderungen
Beiblatt 1	Anforderungen im Zugversuch
Beiblatt 2	Anforderungen im Zeitstand-Zugversuch
Beiblatt 3	Anforderungen im technologischen Biegeversuch, Biegewinkel/Biegeweg
-2	–, Zugversuch
-4	–, Zeitstand-Zugversuch
-4 Beiblatt 1	–, Zeitstand-Zugversuch; Prüfung von Muffenschweißverbindungen an Rohren
-5	–, Technologischer Biegeversuch
DVS 2208-1	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Maschinen und Geräte für das Heizelementstumpfschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln

DVS 2212-1 Prüfung von Kunststoffschweißern; Prüfgruppe I und II
Betriebssicherheitsverordnung (Betr.Sich.V)

9 Erläuterung

Die Richtlinie wurde dem Stand der Technik im Hinblick auf verbesserte Reinigungsmittel und die Entwicklung größerer Rohrleitungsteile angepasst. Das berührungslose Heizelementschweißen wird in DVS 2207-6 behandelt.

Das Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen bei Umgebungstemperaturen unter 5 °C wird generell als problematisch betrachtet. Hierbei geht es weniger um die werkstoffspezifischen Eigenschaften des Kunststoffes als um die eingeschränkte Handfertigkeit des Schweißers. Das Schweißen im Freien bei beliebigen Außentemperaturen setzt daher eine Umgebung voraus, die es dem Schweißpersonal ermöglicht, die einzelnen Arbeitsschritte ohne qualitätsmindernde Einflüsse ausführen zu können. Dabei sind die Angaben der Hersteller und die Taupunktkurve zu beachten. Die zu verbindenden Teile müssen ein gleiches Temperaturniveau aufweisen. Es sind Probeschweißungen anzufertigen und zu prüfen.

Bezüglich des Rohrendenzustandes ist darauf zu achten, dass Reif, Eis und Feuchte im Rahmen der Schweißvorbereitungen im Bereich der Fügezone ($\geq 0,5 \times$ Formstücklänge) mittels Wärmezufuhr (z. B. Warmgasgerät) entfernt werden. Formstücke und Sattelformstücke sind in geschlossenen, frostfreien Räumen zu lagern und nur in der jeweils erforderlichen Anzahl der Schweißstelle zuzuführen.

Eine qualitative Beurteilung von Muffenschweißverbindungen im Zeitstand-Innendruckversuch ist derzeit nur unzureichend möglich. In Verbindung mit dem Zeitstand-Zugversuch ist ein erster Ansatz in DVS 2207-1, Beiblatt 1 (Entwurf), Tabelle 1, enthalten.

Anhang: Verarbeitungsanleitungen (Kurzfassungen)

Zu 4.1 Heizelementstumpfschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen, Formstücken und Tafeln

Verarbeitungsanleitung (Kurzfassung)

1. Zulässige Arbeitsbedingungen schaffen, z. B. Schweißzelt.
2. Schweißgerät an das Netz oder den Wechselstromgenerator anschließen und auf Funktion kontrollieren.
3. Zu schweißende Teile z. B. mit Rollenböcken ausrichten und einspannen.
4. Rohrenden gegen Luftzug verschließen.
5. Fügeflächen über den Schweißbereich hinaus mit einem Reinigungsmittel gemäß Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen. Verbindungsflächen bearbeiten, bei Rohren z. B. mittels Planhobel.
6. Planhobel bei Rohrschweißmaschine herausnehmen.
7. Späne im Schweißbereich ohne Berührungen der Fügeflächen entfernen.
8. Planparallelität durch Zusammenfahren der Fügeflächen überprüfen (maximale Spaltbreite gemäß Tabelle 1).
9. Versatz prüfen (maximal $0,1 \times$ Wanddicke).
10. Heizelementtemperatur in Abhängigkeit von der Wanddicke (siehe Bild 2) prüfen.
11. Heizelement mit einem Reinigungsmittel gemäß Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen und ablüften lassen.
12. Bewegungsdruck bzw. Bewegungskraft vor jeder Schweißung ermitteln und im Schweißprotokoll vermerken.
13. Einstellwert für den Angleich-, Anwärm- und Fügedruck ermitteln.

14. Richtwerte gemäß Tabelle 2 festlegen.
15. Heizelement in Schweißposition bringen.
16. Angleichen der Flächen an das Heizelement bis ein Wulst (entsprechend Tabelle 2, Spalte 2) entsteht.
17. Anwärmen unter reduziertem Druck $\leq 0,01 \text{ N/mm}^2$, Anwärmzeit gemäß Tabelle 2, Spalte 3.
18. Nach Beendigung des Anwärmens zu schweißende Verbindungsflächen vom Heizelement lösen und dieses aus Schweißposition bringen.
19. Die zu schweißenden Flächen innerhalb der Umstellzeit (Tabelle 2, Spalte 4) schnell bis unmittelbar vor der Berührung zusammenfahren. Sie müssen bei Berührung mit einer Geschwindigkeit nahe Null zusammentreffen. Sofort danach den Fügedruck in Aufbauzeit (Tabelle 2, Spalte 5) linear ansteigend aufbauen.
20. Nach dem Fügen mit Druck $0,15 \text{ N/mm}^2$ muss ein Wulst vorhanden sein. Gemäß Bild 5 muss an jeder Stelle $K > 0$ sein.
21. Abkühlen unter Fügedruck entsprechend Tabelle 2, Spalte 5.
22. Ausspannen der geschweißten Teile nach Ablauf der Abkühlzeit. Bei Werkstattarbeit siehe Fügen in 4.1.3.
23. Schweißprotokoll vervollständigen.

Zu 4.2 Heizelementstumpfschweißen von Sattelformstücken

Verarbeitungsanleitung (Kurzfassung)

1. Zulässige Arbeitsbedingungen schaffen, z. B. Schweißzelt.
2. Schweißgerät auf Funktion kontrollieren.
3. Rundheit des Rohres durch die Spanneinrichtung oder durch Rundrückklemmen sicherstellen.
4. Zu schweißende Teile z. B. mit Rollenböcken ausrichten und einspannen.
5. Fügeflächen über den Schweißbereich hinaus mit einem Reinigungsmittel gemäß Abschnitt 3.2.1 und 3.2.3 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen. Rohroberfläche spanend bearbeiten.
6. Späne im Schweißbereich ohne Berührungen der Fügefläche entfernen.
7. Flächenpassung des Sattelformstückes überprüfen
8. Schweißgerät an der Rohrleitung befestigen.
9. Sattelformstück einspannen und ausrichten.
10. Passendes Formheizelement aussuchen.
11. Verbindungsflächen – sofern nicht sauber – und Heizelement mit einem Reinigungsmittel gemäß Abschnitt 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen und ablüften lassen.
12. Einstellkräfte für Angleichen und Fügen ermitteln (Tabelle des Geräteherstellers).
13. Heizelementtemperatur überprüfen (200 bis 220°C).
14. Heizelement in Schweißposition bringen.
15. Angleichen der Flächen an das Heizelement bis ein Wulst von etwa 1 mm entsteht.
16. Anwärmen unter reduziertem Druck $\leq 0,01 \text{ N/mm}^2$, Anwärmzeit gemäß Herstellerangabe.
17. Nach Beendigung des Anwärmens zu schweißende Fügeflächen vom Heizelement lösen und in Schweißposition bringen.
18. Die zu schweißenden Flächen innerhalb der maximal zulässigen Umstellzeit von 10 Sekunden zusammenfügen.
19. Fügedruck während 5 Sekunden zügig und gleichmäßig aufbringen.
20. Abkühlen von mindestens 15 Minuten unter Fügedruck.
21. Ausspannen der geschweißten Teile nach Ablauf der Abkühlzeit.
22. Schweißprotokoll vervollständigen.

Zu 5.3 Heizwendelschweißen von Formstücken und Sattelformstücken

Verarbeitungsanleitung (Kurzfassung)

1. Zulässige Arbeitsbedingungen schaffen, z. B. Schweißzelt.
2. Schweißgerät an das Netz oder den Wechselstromgenerator anschließen und auf Funktion kontrollieren.
3. Rechtwinklig abgetrenntes Rohrende außen entgraten. Bei zu stark ausgeprägtem Rohrendeneinfall Rohr kürzen, siehe Bild 6.
4. Rundheit der Rohre durch Rundrückklemmen gewährleisten, zulässige Unrundheit $\leq 1,5\%$, max. 3 mm.
5. Fügeflächen über den Schweißbereich hinaus mit einem Reinigungsmittel gemäß Abschnitt 3.2.1 und 3.2.3 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen. Rohroberfläche im Schweißbereich mechanisch bearbeiten, möglichst mit Rotationsschälgerät und Wanddickenabtrag von ca. 0,2 mm. Späne ohne Berührungen der Rohroberfläche entfernen.
6. Bearbeitete Rohroberfläche – sofern nachträglich verunreinigt – und gegebenenfalls nach Herstellerangabe auch Formstück innen mit einem Reinigungsmittel, gemäß 3.2.1 und 3.2.3 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen und ablüften lassen.
7. Rohre in Formstück einschieben und Einstecktiefe durch Markierung oder geeignete Vorrichtung kontrollieren. Sattelformstück auf dem Rohr befestigen. Auf spannungsarme Montage achten. Rohr gegen Lageveränderung sichern.
8. Kabel am Formstück gewichtsentlastet anschließen.
9. Schweißdaten, z. B. mittels Barcode-Lesestift, eingeben, Anzeigen am Gerät überprüfen und Schweißprozess starten.
10. Korrekten Schweißablauf am Schweißgerät prüfen, z. B. durch Kontrolle der Displayanzeige und wenn vorhanden, der Schweißindikatoren. Fehlermeldungen beachten.
11. Kabel vom Formstück lösen.
12. Ausspannen der geschweißten Teile nach Ablauf der Abkühlzeit gemäß Herstellerangabe. Verwendete Haltevorrichtungen entfernen.
13. Schweißprotokoll vervollständigen, sofern nicht automatisch protokolliert wurde.

Zu 6 Heizelementmuffenschweißen

Verarbeitungsanleitung (Kurzfassung)

1. Zulässige Arbeitsbedingungen schaffen, z. B. Schweißzelt.
2. Schweißgerät an das Netz oder den Wechselstromgenerator anschließen und auf Funktion kontrollieren.
3. Heizwerkzeuge mit einem Reinigungsmittel, gemäß 3.2.1 und 3.2.2 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen.
4. Schweißtemperatur (250 bis 270°C) überprüfen.
5. Alle nicht bearbeiteten Fügeflächen mit einem Reinigungsmittel, gemäß Abschnitt 3.2.1 und 3.2.3 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen und ablüften lassen.
6. Rechtwinklig abgetrenntes Rohrende nach Bild 8 und Tabelle 4 anschrägen bzw. nach Angaben des Formteilherstellers bearbeiten. Falls erforderlich Einstecktiefe markieren.
7. Formstück und Rohr gleichzeitig auf den Heizstutzen bzw. in die Heizbuchse bis zum Anschlag bzw. zur Markierung schieben. Das Rohrende nicht am Ende der Heizbuchse aufstoßen.
8. Anwärmzeit nach Tabelle 5, Spalte 2, einhalten.
9. Formstück und Rohr ruckartig von den Heizelementen abziehen und sofort bis Markierung bzw. Anschlag zusammenschieben (maximale Umstellzeit siehe Tabelle 5, Spalte 3) und in dieser Lage fixieren (siehe Tabelle 5, Spalte 4).

10. Verbindung abkühlen lassen. Mechanische Belastung der Schweißverbindung erst nach Ablauf der Abkühlzeit gemäß Tabelle 5, Spalte 5.
11. Schweißprotokoll vervollständigen.

Zu 7 Prüfen der Schweißverbindungen

Der Torsionsscherversuch und der radiale Schälversuch eignen sich für eine schnelle Überprüfung der Schweißqualität von PE HD-Rohrverbindungen.

Die Wanddicke des Rohres sollte ≥ 4 mm sein.

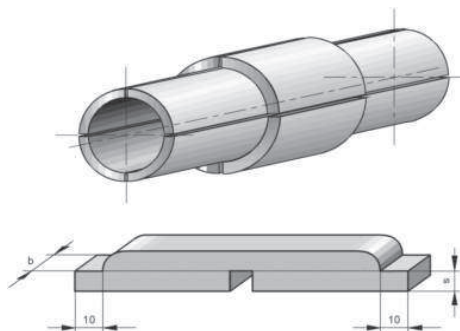


Bild 9. Probekörperentnahme aus Heizwendel- bzw. Heizelementmuffenschweißverbindung.

Es werden vier Prüfstücke durch Längsteilung, gleichmäßig über den Umfang verteilt, entnommen. Die Kontaktbuchsen beim Heizwendelschweißen sind auszusparen. Die Maße sind:

Prüfstücklänge = Muffenlänge + 2 × 200 mm Rohrlänge
 Probekörperlänge = Muffenlänge + 2 × ca. 10 mm Rohrlänge
 Probekörperbreite $b = 3$ bis 6 mm bei Rohrwanddicke ≤ 10 mm
 $b = 5$ bis 6 mm bei Rohrwanddicke > 10 mm

Torsionsscherversuch: Der Torsionsscherversuch dient zur Beurteilung des Bruchverhaltens und des Bruchbildes der Schweißnaht. Zu diesem Zweck wird der Probekörper (siehe Bild 9) mit einem Teil, z. B. dem Muffenquerschnitt, vollständig in

einem Schraubstock eingespannt. Das andere Teil, z. B. der Rohrquerschnitt, wird mit einem geeigneten Werkzeug gefasst und dann in der Schweißebene um 90° verdreht (siehe Bild 10). Die Drehgeschwindigkeit ist sehr niedrig, um ihren Einfluss auf das Bruchverhalten des Probekörpers weitgehend auszuschalten. Die Spannflächen sollten leicht hinterschnitten sein, um das Torsionsmoment gezielt in die Schweißnahtebene einbringen zu können.

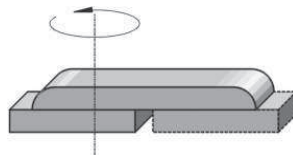


Bild 10. Krafteinbringung beim Torsionsscherversuch.

Die Bewertung erfolgt nach Tabelle 7.

Radialer Schälversuch: Bei diesem Versuch wird der Rohrquerschnitt des Probekörpers (siehe Bild 9), der mit dem Muffenquerschnitt in einem Schraubstock eingespannt ist, mit Hilfe einer geeigneten Zange oder einer anderen Spannvorrichtung mit möglichst geringer Geschwindigkeit radial geschält (siehe Bild 11).

Die Bewertung erfolgt nach Tabelle 7.

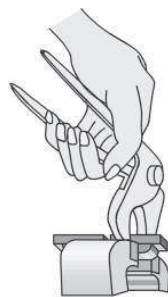


Bild 11. Krafteinbringung beim radialem Schälversuch.

Tabelle 7. Bewertungskriterien beim Torsionsscher- und radialem Schälversuch.

Trennverhalten	Aussehen, Merkmal	Bewertung
hohe Trennkräfte, zäher Bruch, über 80 % der Schweißfläche	stark strukturiertes Bruchbild mit plastischer Verformung und Verstreckung (duktil)	keine bzw. geringfügige Fehler
Schweißfläche teilweise oder ganz aufgeschmolzen, aber nur punktuell verschweißt	vereinzelte Ablösungen, Verschmutzungen, ungenügender Oberflächenabtrag	unzulässige Fehler
spröder Bruch	Trennstelle grobporig, fein strukturiert, von vielen kleinen Lunkern durchsetzt, teilweise verbrannt, Überhitzung der Schweißnaht Rohroberfläche nicht aufgeschmolzen, Schweißnaht zu kalt, zu großer Schweißspalt	

Protokoll für das Heizelementstumpfschweißen von Tafeln

Werkstoff

Blatt

von

Bauherr	Ausführende Firma	Schweißmaschine:
Titel des Auftrages	Name des Schweißers	Kenn-Nr.
Nr des Auftrages	Name und Firma der Schweißaufsicht	

Fabrikat:
Typ:

Maschinen-Nr.:
Baujahr:

Naht-Nr.	Datum	Tafeldicke [mm]	Gemessene Heizelementtemperatur ¹⁾		Einstellwerte ²⁾			Anwärmzeit ³⁾ [s]	Umstellzeit ³⁾ [s]	Fügedruckaufbauzeit ³⁾ [s]	Abkühlzeit unter Fügedruck [min]	Umgebungs-temperatur [°C]	Bemerkungen
			minimal [°C]	maximal [°C]	Angleichen [bar]	Anwärmen [bar]	Fügen [bar]						

Unterschrift Schweißer:	Datum und Unterschrift der Schweißaufsicht:
-------------------------	---

¹⁾ Aus Regelintervall, Häufigkeit gemäß Abschnitt 4.1.2.
²⁾ Nach Angaben des Herstellers der Schweißmaschine bzw. aus Maschinenprüfung.
³⁾ Es sind die gemessenen Werte einzutragen.

Protokoll für das Heizelementstumpfschweißen von Rohrleitungsteilen

							☐ oberirdisch verlegt		Werkstoff		Blatt		von			
							☐ erdverlegt									
Bauherr			Ausführende Firma				Schweißmaschine:		Witterung:		Schutzmaßnahmen:					
Titel des Auftrages			Name des Schweißers		Kenn-Nr.										Fabrikat:	
Nr des Auftrages			Name und Firma der Schweißaufsicht												Typ:	
							Maschinen-Nr.:		3 = Regen oder Schneefall		3 = Zeit					
							Baujahr:		4 = Wind		4 = Beheizung					
Bei Mehrfachnennungen Reihenfolge der Zahlen wie oben (z. B. 34 = Regen und Wind)																
Naht-Nr.	Datum	Rohrdaten Ø d x s [mm]	Gemessene Heizelementtemperatur ¹⁾		Bewegungsdruck [bar]	Fügedruck (Maschinentabelle) [bar]	Einstellwerte ²⁾			Anwärmzeit ³⁾ [s]	Umstellzeit ³⁾ [s]	Fügedruckaufbauzeit ³⁾ [s]	Abkühlzeit unter Fügedruck [min]	Umgebungs- temperatur [°C]	Schlüssel-Nr.	
			minimal [°C]	maximal [°C]			Angleichen [bar]	Anwärmen [bar]	Fügen [bar]						Witterung	Schutz
Unterschrift Schweißer:									Datum und Unterschrift der Schweißaufsicht:							
¹⁾ Aus Regelintervall, Häufigkeit gemäß Abschnitt 4.1.2. ²⁾ Nach Angaben des Herstellers der Schweißmaschine bzw. aus Maschinenprüfung plus Bewegungsdruck bzw. -kraft. ³⁾ Es sind die gemessenen Werte einzutragen.																

Protokoll für das Heizwendelschweißen von Rohrleitungsteilen

☐ oberirdisch verlegt

☐ erdverlegt

Werkstoff

Blatt

von

Bauherr		Ausführende Firma		Schweißmaschine: Fabrikat: Typ: Maschinen-Nr.: Baujahr:		Witterung: 1 = sonnig 2 = trocken 3 = Regen oder Schneefall 4 = Wind		Schutzmaßnahmen: 1 = keine 2 = Schirm 3 = Zeit 4 = Beheizung			
Titel des Auftrages		Name des Schweißers								Kenn-Nr.	
Nr des Auftrages		Name und Firma der Schweißaufsicht									
Bei Mehrfachnennungen Reihenfolge der Zahlen wie oben (z. B. 34 = Regen und Wind)											

Naht-Nr.	Datum	Rohrdaten Ø d x s [mm]	Formstückdaten			Geräteeinstellung		Formstück-widerstand [Ohm]	Sekundär-spannung [Volt]	Schweißzeiten		Umgebungs-temperatur [°C]	Schlüssel-Nr.		Betriebsart	
			A	B	Serien-Nr.	manuell	automatisch			Heizen [s]	Abkühlen [min]		Witterung	Schutzmaß-nahmen	Netz	Gene-rator

Unterschrift Schweißer:	Datum und Unterschrift der Schweißaufsicht:
-------------------------	---

¹⁾ Eintragungen bei Bedarf entsprechend dem verwendeten System. ²⁾ Es sind die gemessenen Werte einzutragen.	A = Herstellerkürzzeichen B = Formstück-Kennziffer	1 = Muffe 2 = Winkel 3 = T-Stück 4 = Reduzierung 5 = Sattel 6 = Kappe 7 = Übergangsstück
---	---	--

Protokoll für das Heizelementmuffenschweißen von Rohrleitungsteilen							☐ oberirdisch verlegt		Werkstoff		Blatt		von		
							☐ erdverlegt								
Bauherr			Ausführende Firma			Schweißmaschine: Fabrikat: Typ: Maschinen-Nr.: Baujahr:		Witterung: 1 = sonnig 2 = trocken 3 = Regen oder Schneefall 4 = Wind		Schutzmaßnahmen: 1 = keine 2 = Schirm 3 = Zeit 4 = Beheizung					
Titel des Auftrages			Name des Schweißers		Kenn-Nr.										
Nr des Auftrages			Name und Firma der Schweißaufsicht												
Bei Mehrfachnennungen Reihenfolge der Zahlen wie oben (z. B. 34 = Regen und Wind)															
Naht- Nr.	Datum	Rohrdaten Ø d x s [mm]	Formstückdaten ¹⁾			Gemessene Temperatur		Anwärmzeit [s]	Umstellzeit [s]	Abkühlzeit		Umgebungs- temperatur [°C]	Schlüssel-Nr.		Bemerkungen
			A	B	Serien-Nr.	Heizstutzen [°C]	Heizbuchse [°C]			fixiert [s]	gesamt [min]		Witterung	Schutz	
Unterschrift Schweißer:								Datum und Unterschrift der Schweißaufsicht:							
¹⁾ Eintragungen bei Bedarf entsprechend dem verwendeten System.								A = Herstellerkürzzeichen 1 = Muffe 2 = Winkel 3 = T-Stück 4 = Reduzierung							
³⁾ Es sind die gemessenen Werte einzutragen.								B = Formstück-Kennziffer 5 = Sattel 6 = Kappe 7 = Übergangsstück							