

Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen

Grundsätze

DIN
16 960
Blatt 1

Welding of thermoplastic materials; general directions

Maße in mm

1. Zweck und Anwendung

Diese allgemeinen Richtlinien sollen eine Übersicht über die verschiedenen Schweißverfahren für thermoplastische Kunststoffe geben. Zu den in diesem Blatt 1 beschriebenen grundsätzlichen Verfahren werden in Folgeblättern spezifische Angaben über das Schweißen einzelner thermoplastischer Kunststoffe gemacht.

2. Warmgasschweißen

2.1. Verfahren¹⁾

Die Verbindungsflächen werden mit warmen Gasen, im allgemeinen Luft²⁾, ausreichend erwärmt und unter Druck ohne oder mit Schweißzusatzwerkstoff, im folgenden kurz Zusatzwerkstoff genannt, geschweißt.

2.2. Geräte

In den Schweißgeräten wird das mit einem Überdruck von 0,1 bis 0,5 bar zugeführte wasser- und ölfreie Schweißgas erwärmt. Als Schweißgas wird vorwiegend Luft verwendet, die von einem Druckluftnetz, einer Druckflasche oder einem Gebläse, das auch im Gerät eingebaut sein kann, geliefert wird. Um eine werkstoffgerechte Plastifizierung der Kunststoffe zu gewährleisten, müssen Temperatur und Menge des Schweißgases entsprechend einstellbar sein. Einstellmöglichkeiten sind durch Dosierung der zugeführten Schweißgasmenge und der Wärmeenergie gegeben.

Man unterscheidet nach der Bauart Handschweißgeräte und Schweißmaschinen.

2.2.1. Handschweißgeräte

Das Schweißgas wird beim Vorbeiströmen an elektrischen Heizkörpern (siehe Bild 1) oder beim Durchströmen einer flammbeheizten Rohrschlange (siehe Bild 2) auf die erforderliche Temperatur erwärmt.

Bei Handschweißgeräten tritt das erwärmte Schweißgas aus einer rohrförmigen Düse aus. Wenn der Druck nicht über den Zusatzwerkstoff aufgebracht werden kann, muß er durch ein geeignetes Hilfsmittel, z. B. eine Andrückrolle, übertragen werden.

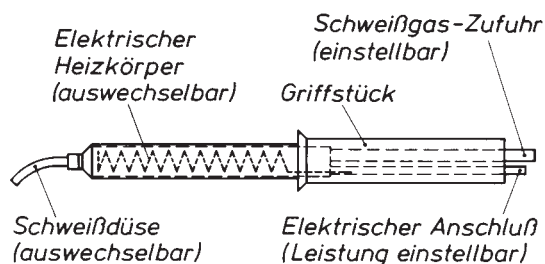


Bild 1. Elektrisch beheiztes Warmgasschweißgerät (schematisch)

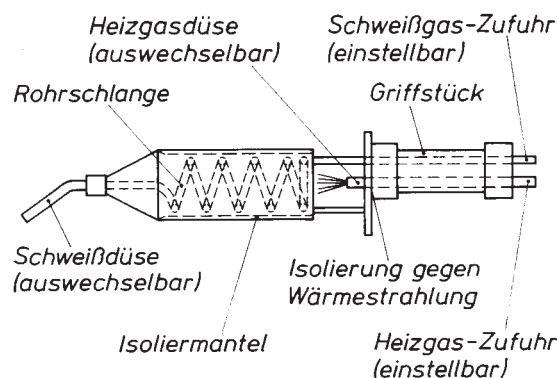


Bild 2. Gasbeheiztes Warmgasschweißgerät (schematisch)

Die Handschweißgeräte können für das Schnellschweißen (Bild 3 und 4) mit einer Schnellschweißdüse ausgerüstet werden, hierbei wird ein Teil des Schweißgasstromes zum Vorwärmen des Grundmaterials abgezweigt; der Zusatzwerkstoff wird geführt und vorgewärmt. Die Düse besitzt an ihrem Ende eine profilierte Fläche oder Rolle, mit der der Schweißdruck übertragen wird.

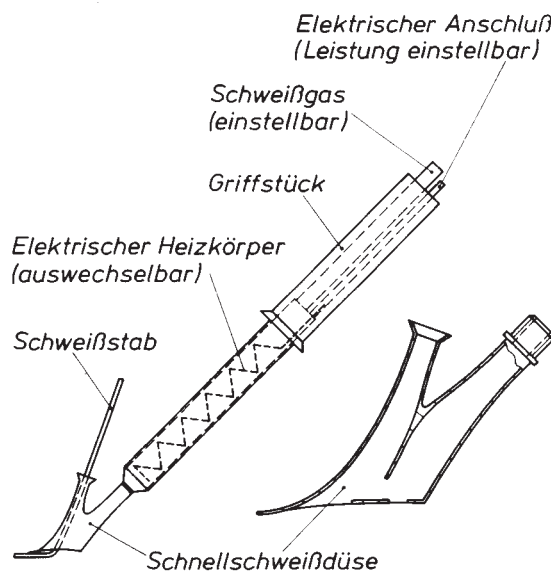


Bild 3. Warmgasschweißgerät mit Schnellschweißdüse (schematisch)

1) Siehe auch DIN 1910 Blatt 3

2) Sauerstoff und brennbare Gase dürfen in der Regel aus sicherheitstechnischen Gründen nicht verwendet werden. Auch bei nichtbrennbaren Gasen, wie Stickstoff und Kohlendioxid, ist Vorsicht geboten.

Fortsetzung Seite 2 bis 11
Erläuterungen Seite 11

Fachnormenausschuß Kunststoffe (FNK) im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Schweißtechnik im DNA

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin 30, gestattet.

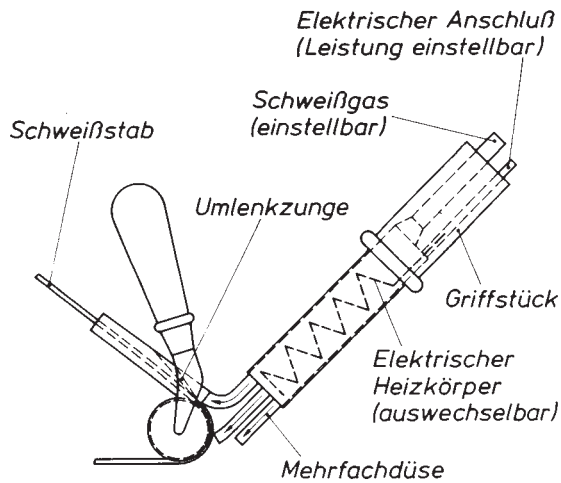


Bild 4. Schnellschweißgerät mit Mehrfachdüse und Andrückrolle (schematisch)

2.2.2. Schweißmaschinen

In Schweißmaschinen werden die zu schweißenden Teile mit einer jeweils eingestellten konstanten Vorschubgeschwindigkeit und einem jeweils konstanten Druck geschweißt. Die Schweißmaschinen können von Hand oder mechanisiert geführt werden. Schweißmaschinen arbeiten vornehmlich nach dem Prinzip des Schnellschweißens.

2.3. Zusatzwerkstoffe

Die Zusatzwerkstoffe werden in der Regel in Form von Stäben, Drähten, Schnüren oder Streifen verwendet. Für das Schweißen harter Thermoplaste sind Rundstäbe oder Drähte von 2, 3 und 4 mm Durchmesser üblich. Außerdem gibt es Profilstäbe, z. B. mit dreieckigem oder ovalem Querschnitt. Weiche Thermoplaste werden mit Schnüren von 3 mm und größerem Durchmesser oder mit Streifen geschweißt. In der Auskleidungstechnik sind Streifen von 1 mm Dicke und 15 mm Breite üblich.

2.4. Nahtarten^{3) 4)}

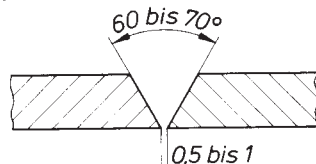
Üblich sind die in den Bildern 5 bis 13 dargestellten Schweißstoßarten und Schweißnahtarten.

Darin bedeuten:

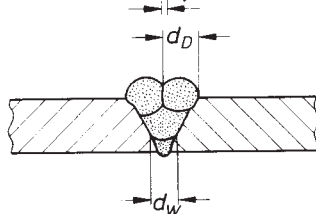
- d_D Durchmesser der Schweißstäbe für die Decklage
- d_G Durchmesser der Schweißstäbe für die Gegenlage
- d_W Durchmesser der Schweißstäbe für die Wurzellage
- s Werkstückdicke

2.4.1. V-Naht am Stumpfstoß (ohne Gegenlage)

Vorbereiten der Naht



Schweißen der Naht
mit Rundstäben



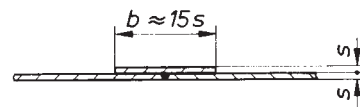
mit Ovalstäben



mit Dreikantstäben



Bild 5. V-Nähte ohne Gegenlage



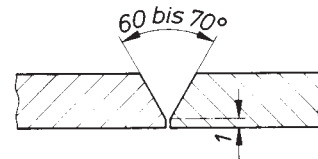
Arbeitsvorgänge:

1. V-Naht schweißen
2. V-Nahtüberhöhung abarbeiten
3. Deckstreifen schweißen

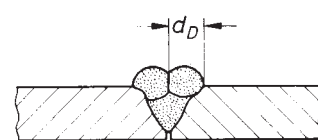
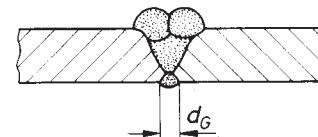
Bild 6. V-Naht mit zusätzlichen Deckstreifen

2.4.2. V-Naht am Stumpfstoß (mit Gegenlage)

Vorbereiten der Naht



Schweißen der Naht
mit Rundstäben



Arbeitsvorgänge:

1. V-Naht schweißen
2. Wurzellage rund ausarbeiten
3. Gegenlage schweißen

Bild 7. V-Naht mit Gegenlage

2.4.3. V-Naht am Eckstoß (mit und ohne Gegenlage)

Am Eckstoß sollten V-Nähte nur dann geschweißt werden, wenn die Anforderungen an die Güte der Naht gering sind. Hochbeanspruchte Eckstöße müssen entsprechend Bild 8 ausgeführt werden.

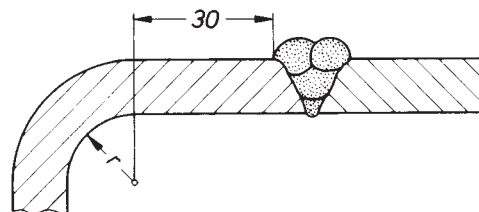


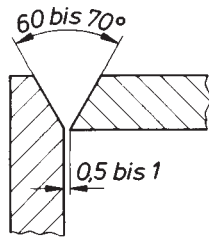
Bild 8. Günstige Ausführung für einen Eckstoß

³⁾ Begriffe für Arten von Schweißstoß und Schweißnaht siehe DIN 1912 Blatt 1

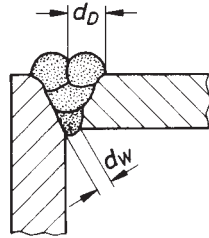
⁴⁾ Für die Naht werden Rundstäbe oder geeignete Profilstäbe, wie in Bild 5 dargestellt, verwendet

V-Naht ohne Gegenlage

Vorbereiten der Naht



Schweißen der Naht



V-Naht mit Gegenlage

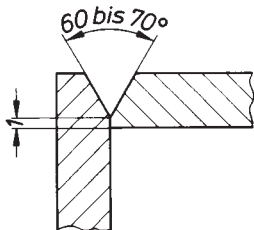
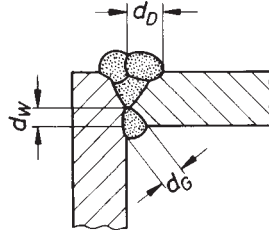
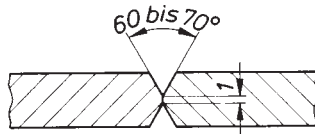


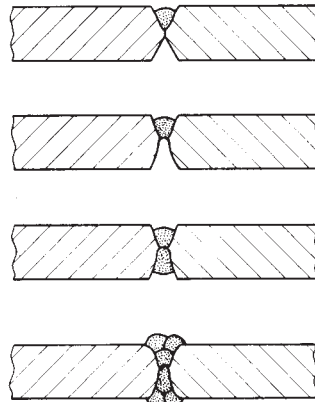
Bild 9. V-Naht am Eckstoß

2.4.4. X-Naht

Vorbereiten der Naht



Schweißen der Naht



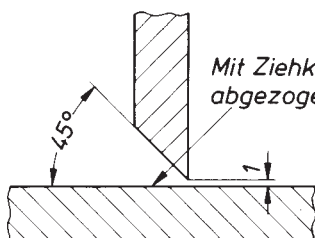
Arbeitsvorgänge:

1. Eine Seite der Naht teilweise schweißen
2. Wurzellage rund ausarbeiten
3. Andere Seite der Naht teilweise schweißen
4. Beide Seiten der Naht wechselseitig fertigschweißen

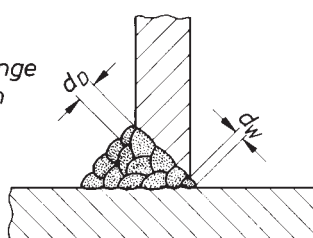
Bild 10. X-Naht

2.4.5. HV-Naht

Vorbereiten der Naht

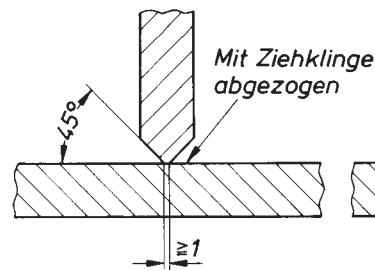


Schweißen der Naht

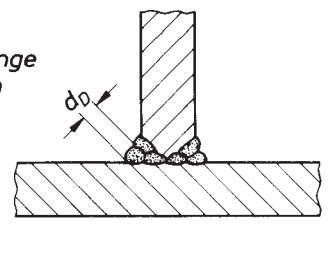
Bild 11. HV-Naht mit Kehlnaht⁴⁾

2.4.6. K-Stegnaht

Vorbereiten der Naht



Schweißen der Naht



Die Arbeitsvorgänge entsprechen Bild 10 (X-Naht). Die Ausarbeitung der Wurzellage kann bei geringen Anforderungen an die Güte der Schweißnaht entfallen.

Bild 12. K-Stegnaht mit Doppelkehlnaht⁴⁾

2.4.7. Überlappnaht

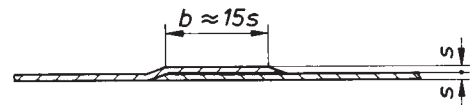


Bild 13. Überlappnaht am Überlapstoß

2.5. Vorbereiten der zu schweißenden Teile

Die Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile in den Bildern 5 bis 13 werden spanend abgeschragt oder, soweit sie wie z. B. in Bild 11, 12 und 13 nicht abgeschragt sind, mit der Ziehklinge abgezogen.

Die Verbindungsflächen und auch der Schweißstab müssen frei von anhaftenden Spänen, Fettspuren und anderen Verschmutzungen sein. Reinigungsmittel, die auf den Kunststoff lösend oder quellend einwirken, dürfen nicht verwendet werden.

2.6. Durchführen des Schweißens

Die zu schweißenden Teile sind so vorzubereiten und auszurichten, daß ein vollflächiger Werkstoffanschluß erreicht wird.

Wenn möglich, wird in waagerechter Lage (Schweißposition w nach DIN 1912 Blatt 1) geschweißt. Beim Schweißen mit Zusatzwerkstoff wird der Schweißstab abgeschragt und mit der Schnittfläche in der Schweißfuge aufgesetzt. Unter dauerndem gleichmäßigen Erwärmen sowohl des Grundwerkstoffes als auch des Zusatzwerkstoffes werden die Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile auf Schweißtemperatur gebracht. Beim Warmgashandschweißen führt man mit der Düse des Schweißgerätes eine leichte Pendelbewegung zwischen Grundwerkstoff und Schweißstab im Abstand von etwa 5 mm von der Schweißstelle aus (siehe Bild 14). Der Schweißstab wird senkrecht mit der Hand geführt und mit gleichmäßiger Kraft fortlaufend in die Schweißfuge eingedrückt (siehe Bild 15).

⁴⁾ Siehe Seite 2

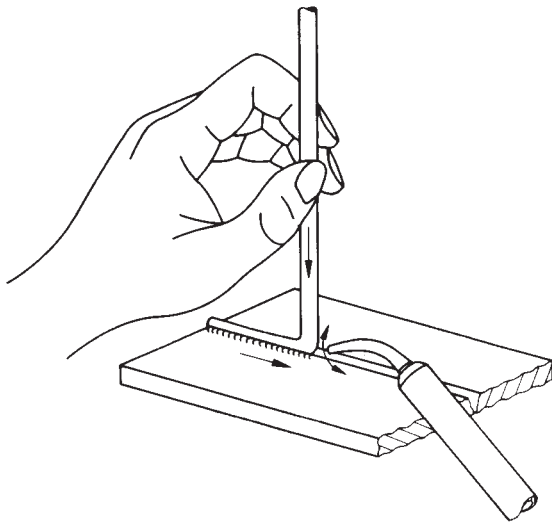
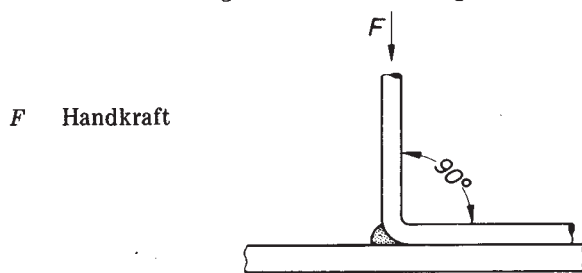
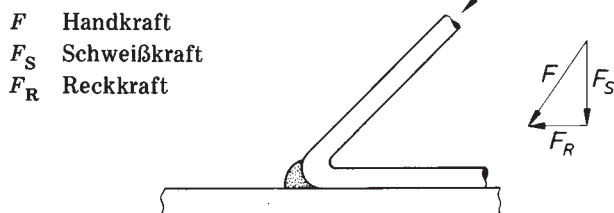


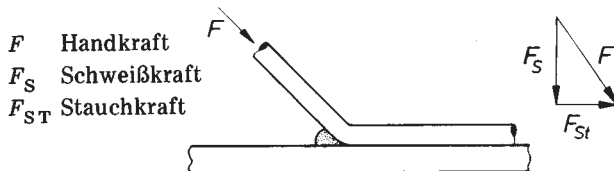
Bild 14. Warmgasshandschweißen mit Rundschweißstab

richtige Schweißstabführung

 F Handkraftfalsche Schweißstabführung
unzulässige Reckung

F Handkraft
 F_S Schweißkraft
 F_R Reckkraft

unzulässige Stauchung



F Handkraft
 F_S Schweißkraft
 F_{ST} Stauchkraft

Bild 15. Aufteilung der Handkraft F in die Komponenten F_S (Schweißkraft) und F_R (Reckkraft) bzw. F_{ST} (Stauchkraft), dadurch entsteht entweder Reckung oder Stauchung

Beim Warmgassschnellschweißverfahren werden die Führung des Zusatzwerkstoffes und das Aufbringen des Druckes über das Gerät vorgenommen. Die gleichzeitige und gleichmäßige Wärmeübertragung auf Grundmaterial und Zusatzwerkstoff ermöglicht höhere Schweißgeschwindigkeiten.

Beim Warmgassschweißen weicher Thermoplaste werden die Verbindungsflächen bzw. die Schweißschnur oder der Schweißstreifen durch eine Rolle angedrückt (siehe Bild 16).

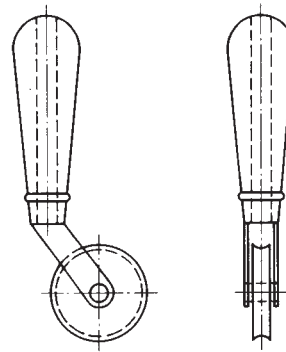


Bild 16. Andrückrolle (Ausführungsbeispiel)

Überhitzen und damit Schädigen von Grund- und Zusatzwerkstoff sollen vermieden werden. Solche Stellen müssen entfernt und nachgeschweißt werden.

Stark überhöhte Schweißraupen erhöhen die Kerbwirkung und führen bei Dauerbeanspruchung leicht zum Bruch. Sie sind deshalb zu vermeiden.

2.7. Nacharbeiten der Schweißnaht

Die fertige Schweißnaht wird im allgemeinen nicht nachgearbeitet. Ist dies jedoch erforderlich, so müssen dabei wegen der Bruchgefahr selbst kleinste Einkerbungen an der Schweißnaht und am Grundwerkstoff vermieden werden.

2.8. Güte der Schweißverbindung

Für die Güte der Schweißverbindung sind maßgebend:

- Schweißseignung des Grundwerkstoffes,
- Zusatzwerkstoff (auf den Grundwerkstoff abgestimmt),
- Form der Schweißnaht (siehe Bild 5 bis 14),
- Schweißbedingungen (Temperatur, Geschwindigkeit, Druck),
- Anzahl der Schweißlagen (wenige dicke Lagen sind günstiger als viele dünne),
- Sauberkeit der Verbindungsflächen von Grund- und Zusatzwerkstoff,
- Vermeiden von Kerben,
- Sorgfältige Ausführung durch geschulte Schweißer.

Die Güte der Schweißverbindung wird ausgedrückt durch das Wertigkeitsverhältnis. Darunter versteht man das Verhältnis der Festigkeit der Schweißverbindung zu der des Grundwerkstoffes. Das Wertigkeitsverhältnis ist bei den verschiedenen Werkstoffen unterschiedlich. Einen Anhaltswert liefert z. B. der Zugversuch nach DIN 53 455. Für die Konstruktion sind noch folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

Gestaltung des Werkstückes,

Beanspruchungszeit und

Beanspruchungsart (statisch, dynamisch, thermisch, chemisch).

3. Heizelementschwellen

Die Verbindungsflächen werden mit Heizelementen durch Berühren oder durch Strahlung ausreichend erwärmt und unter Druck ohne oder mit Zusatzwerkstoff geschweißt.

Man unterscheidet nach der Art der Wärmezufuhr zu den Verbindungsflächen das direkte und das indirekte Heizelementschweißen.