

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Dichtungsbahnen
- 3 Nahtformen
- 4 Schweißverfahren
- 5 Allgemeine Anforderungen
- 6 Anforderungen an Schweißmaschinen
- 6.1 Grundgeräte
- 6.2 Temperiersysteme
- 6.3 Plastifizierungssysteme
- 6.4 Antriebssysteme
- 6.5 Andrucksysteme
- 6.6 Besondere Hinweise
- 7 Anforderungen an Schweißgeräte
- 7.1 Extrusionsschweißgeräte
- 7.2 Warmgasschweißgeräte
- 8 Normen und Richtlinien

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie behandelt die Anforderungen an Maschinen und Geräte zum Schweißen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau, bei Deponieabdichtungen und sonstigen Grundwasserschutzmaßnahmen. Sie soll den Herstellern der Maschinen und Geräte Hinweise für die Auslegung und Bestückung geben.

Anhand der in dieser Richtlinie aufgezeigten Merkmale soll der Anwender prüfen, ob und mit welchen Maschinen und Geräten die jeweiligen Dichtungsbahnen anforderungs-, werkstoff- und baustellengerecht geschweißt werden können.

Die Richtlinie bezieht sich ausschließlich auf das Schweißen von Dichtungsbahnen.

Teil 1 dieser Richtlinie behandelt die Fügeverfahren Schweißen, Kleben und Vulkanisieren, Teil 2 die Baustellenprüfungen zum Nachweis der jeweiligen Nahtqualität.

2 Dichtungsbahnen

Dichtungsbahnen für die genannten Anwendungen, die durch Schweißen gefügt werden können, werden aus folgenden Thermoplasten hergestellt:

- | | |
|---------------------------------|-------|
| – Polyvinylchlorid | PVC-P |
| – Polyethylen hoher Dichte | PE-HD |
| – Polyethylen niedriger Dichte | PE-LD |
| – chloriertes Polyethylen | PE-C |
| – Ethylen-Copolymerisat-Bitumen | ECB |
| – Ethylen-Vinylacetat | E/VA |

Dichtungsbahnen aus Thermoplasten bestehen aus unvernetzten Makromolekülen. Sie können durch Wärme plastifiziert und somit durch Schweißen gefügt werden.

Diese Dichtungsbahnen werden endlos, in Breiten bis zu 12 m und in Dicken von 2 bis 5 mm hergestellt.

In den jeweiligen anwendungsbezogenen Regelwerken sind Mindestdicken festgelegt.

Die Oberflächen können glatt oder strukturiert sein. Die Bahnen können homogen (aus einem Werkstoff) oder mehrlagig (aus

einem oder mehreren Werkstoffen) aufgebaut sein. Sie können verstärkende Einlagen (zum Beispiel Gewebe), Kaschierungen (zum Beispiel Vliese) oder Metalleinlagen aufweisen.

3 Nahtformen

Die Dichtungsbahnen werden grundsätzlich überlappt verlegt (Überlappstoß). Bei den Schweißnähten sind zu unterscheiden:

- Überlappnähte ohne Prüfkanal (Einzelnähte)
- Überlappnähte mit Prüfkanal (Doppelnähte)
- Auftragnähte

4 Schweißverfahren

Beim Schweißen von Dichtungsbahnen unterscheidet man folgende Verfahren:

- Extrusionsschweißen (WE)
- Heizkeilschweißen (HH)
- Warmgasschweißen (W)

Für das Extrusions- und Warmgasschweißen werden Schweißmaschinen und Schweißgeräte, für das Heizkeilschweißen ausschließlich Schweißmaschinen verwendet.

Mittels Heizkeil- und Warmgasschweißen lassen sich grundsätzlich alle thermoplastischen Bahnen, mittels Extrusionsschweißen vornehmlich solche aus Polyolefinen schweißen.

5 Allgemeine Anforderungen

Bei allen Schweißverfahren müssen mit den jeweiligen Schweißmaschinen und -geräten unter Baustellenbedingungen durchgehend werkstoff- und anforderungsgerechte Nahtqualitäten erzielt werden können.

Im Hinblick auf die Nahtqualität ist im einzelnen zu gewährleisten:

- daß die thermische und mechanische Beanspruchung der Bahnen beim Schweißen gering bleibt und kontrolliert werden kann,
- daß eine ausreichende Fügefestigkeit bei guter Verformungsfähigkeit des Nahtbereiches erreicht wird,
- daß die Schweißnahtabmessungen in den vorgegebenen Grenzen liegen.

Das setzt voraus, daß die Schweißparameter Temperatur, Geschwindigkeit und Druck unabhängig voneinander auf Werkstoff und Dicke der Dichtungsbahn sowie auf die Witterungsbedingungen eingestellt, während des Schweißvorgangs kontrolliert und innerhalb der zulässigen Toleranzen konstant gehalten werden können.

Im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit der Maschinen und Geräte unter Baustellenbedingungen sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Robustheit gegenüber den mechanischen Beanspruchungen, die sich aus dem Transport und dem Betrieb ergeben
- Korrosionsschutz gegenüber Feuchtigkeit, Schmutz und den möglicherweise beim Schweißen aus den Dichtungsbahnen

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 Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Technischer Ausschuß, Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“

oder dem Schweißzusatzwerkstoff austretenden flüchtigen Bestandteilen

- Schutz der elektrischen und elektronischen Bauteile gegenüber Feuchtigkeit, Schmutz und elektrostatischer Aufladung sowie Netzspannungsschwankungen
- sichere Funktionsfähigkeit im vorgesehenen Temperatureinsatzbereich
- leichte Zugänglichkeit aller Bauteile und Funktionselemente zur notwendigen Reinigung und Wartung
- einfache Handhabung bei Inbetriebnahme und beim Betrieb

Die Maschinen und Geräte müssen den Sicherheitsvorschriften entsprechen und, soweit gesetzlich vorgeschrieben, mit den jeweiligen Prüfzeichen versehen sein.

6 Anforderungen an Schweißmaschinen

Als Schweißmaschinen werden Vorrichtungen zum kontinuierlichen Schweißen der Dichtungsbahnen bezeichnet, die selbstfahrend sind und bei denen der Fügedruck maschinell aufgebracht wird. Schweißmaschinen werden vorzugsweise bei größeren Nahtlängen eingesetzt. Mit ihnen werden bei allen Schweißverfahren ausschließlich Überlappnähte hergestellt.

Die Schweißmaschinen bestehen jeweils aus einem Grundgerät und den 3 Funktionselementen für die Schweißparameter Temperatur, Druck und Geschwindigkeit:

- **Grundgerät**
zur Aufnahme der einzelnen Funktionselemente
- **Temperier- bzw. Plastifiziersystem**
zum Einbringen der Wärmeenergie in den Schweißnahtbereich bzw. zum Aufbereiten und Aufbringen des Schweißzusatzes
- **Antriebssystem**
zum Vortrieb der Schweißmaschine
- **Andrucksystem**
zum Aufbringen des Fügedrucks

6.1 Grundgeräte

Die Grundgeräte müssen die einzelnen Bauteile und Funktionselemente aufnehmen und in Position halten. Alle beim Transport und beim Betrieb auftretenden Beanspruchungen müssen aufgenommen werden können, ohne daß bei fachgerechter Handhabung Funktionsstörungen auftreten.

Bei der Konstruktion und Dimensionierung der Grundgeräte sind im einzelnen die Beanspruchungen aus folgenden Lastfällen zu berücksichtigen:

- Schweißtemperaturen
- Führen der Dichtungsbahnen
- Antrieb der Maschine
- Aufbringen der Fügekraft
- Transport
- Untergrund

Das setzt eine hohe Verwindungssteifigkeit bei vorzugsweise geringem Gewicht voraus.

Das Grundgerät muß so konstruiert sein, daß alle Funktionselemente und Bauteile leicht bedient, gereinigt, gewartet und ausgetauscht werden können.

Das Einfahren in und das Ausfahren aus dem Fügebereich muß kontrolliert erfolgen können.

Die Dichtungsbahnen müssen sich leicht einfädeln, führen und in ihrer Lage kontrollieren lassen.

6.2 Temperiersysteme

Das Temperiersystem muß so ausgelegt sein, daß es abgestimmt auf die Schweißgeschwindigkeit eine ausreichende Schweißtemperatur im Fügebereich gewährleistet und die oberflächennahen Bereiche der Dichtungsbahn ausreichend plastifiziert.

Je nach Schweißverfahren werden die Fügeflächen nach dem heutigen Stand der Technik vornehmlich über Konvektion (Warmgas), über direkten Kontakt (Heizkeil) oder über eine Kombination beider Verfahren erwärmt und plastifiziert.

6.2.1 Warmgassysteme

Beim Warmgasschweißen werden die Fügeflächen durch Warmgas (Heißluft) über Konvektion erwärmt und plastifiziert.

Das Warmgassystem besteht aus Gebläse; Heizaggregat, Düse sowie Regel- und Steuereinrichtungen.

Für eine werkstoffgerechte, gleichmäßige Erwärmung und Plastifizierung der Fugebereiche sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- ausreichende Heiz- und Gebläseleistung (Nennleistung), abgestimmt auf die vorgegebenen Schweißbedingungen
- gleichmäßige Warmgastemperatur und Austrittsgeschwindigkeit beim Schweißvorgang über die Breite der Düse
- gleichmäßiger Abstand und mittige Lage der Düse zwischen den Fügeflächen in der Überlappung

Die Warmgastemperatur muß unabhängig von den übrigen Verfahrensparametern bis zu einer Temperatur von mind. 450°C stufenlos eingestellt, mit einer maximalen Abweichung von $\pm 10^\circ\text{C}$ geregelt, angezeigt und kontrolliert werden können.

Für die Kontrollmessungen ist im Rohr der Warmgaszuführung kurz vor oder in der Düse eine Vorrichtung vorzusehen, die reproduzierbare Messungen zuläßt.

Die Warmgasmenge muß unabhängig von den übrigen Verfahrensparametern ausreichend konstant gehalten werden und kontrolliert werden können.

6.2.2 Heizkeilsysteme

Beim Heizkeilschweißen werden die Fügeflächen über direkten Kontakt mit dem Heizkeil auf Schweißtemperatur erwärmt und plastifiziert.

Das Heizkeilsystem besteht aus Heizkeil mit Führungssystem für die Dichtungsbahnen, dem Heizaggregat und dem Regelsystem. Für eine werkstoffgerechte und gleichmäßige Plastifizierung der Fugebereiche muß das Heizkeilsystem folgende Anforderungen erfüllen:

- ausreichende Heizleistung (Nennleistung), abgestimmt auf die vorgegebenen Schweißbedingungen
- gleichmäßige Temperaturverteilung über die Breite der Kontaktflächen
- kufenartige, auf Dicke und Steifigkeit der Bahnen abgestimmte Gestaltung des Heizkeils mit ausreichend langer Kontaktfläche und allseits abgerundeten Kanten zur Vermeidung von Riefen in der Dichtungsbahn
- vollflächiger Kontakt zwischen Dichtungsbahn und Heizkeil zum Beispiel durch bewegliche Lagerung des Heizkeils sowie durch Führungshilfen oder Andruckrollen
- gute Wärmeleitfähigkeit, hoher Abriebwiderstand, gute Korrosionsbeständigkeit und Verträglichkeit der Heizkeiloberflächen mit den zu verschweißenden Dichtungsbahnen

Die Heizkeiltemperatur muß unabhängig von den übrigen Verfahrensparametern bis zu einer Temperatur von 400°C stufenlos eingestellt, beim Schweißen mit einer maximalen Abweichung von $\pm 5^\circ\text{C}$ geregelt, angezeigt und kontrolliert werden können. Die Heizkeiltemperatur ist über einen im Heizkeil fest eingebauten Temperaturfühler zu regeln.

Der Heizkeil selbst muß leicht zugänglich sein, damit er einfach und schnell überprüft, gereinigt und ausgewechselt werden kann.

6.3 Plastifiziersysteme

Beim Extrusionsschweißen wird mit einem plastifizierten Schweißzusatz geschweißt. Dabei werden die Fügeflächen der Dichtungsbahnen selbst zum Beispiel durch Warmgas erwärmt und in einen thermoplastischen Zustand gebracht, bevor der plastifizierte Schweißzusatz aufgebracht wird.

Das Plastifiziersystem besteht aus der Plastifiziereinheit (beispielsweise einem Extruder), der Regeleinheit und der Massedüse.

Der Zusatzwerkstoff (Granulat oder Draht) wird in der Plastifiziereinheit plastifiziert und als Strang über die Massedüse auf die Fügeflächen aufgebracht.

Für eine homogene und vollständige Plastifizierung sowie einen gleichmäßigen Auftrag des Schweißzusatzes auf die Fügeflächen muß das Plastifiziersystem folgenden Anforderungen genügen:

- auf die Dichtungsbahn und die Schweißgeschwindigkeit abgestimmte und einstellbare Plastifizierleistung
- getrennt von den anderen Temperiersystemen regelbare (steuerbare) Massetemperatur des Schweißzusatzes
- gleichmäßige Austrittsgeschwindigkeit des Schweißzusatzes über die Breite der Massedüse
- gleichmäßige und mittige Lage der Düse zwischen den Fügeflächen in der Überlappung

Die Massetemperatur muß unabhängig von den übrigen Verfahrensparametern mit einer maximalen Abweichung von $\pm 10^\circ\text{C}$ geregelt, angezeigt und kontrolliert werden können. Die Massetemperatur ist über einen fest eingebauten Temperaturfühler im Masserohr kurz vor der Massedüse in der Mitte des Schmelzstromes zu messen.

6.4 Antriebssysteme

Über das Antriebssystem wird die Schweißgeschwindigkeit eingestellt. Es besteht aus Motor, Steuer- bzw. Regeleinheit, Kraftübertragungs- und Vortriebsseinheit. Der Motor muß so ausgelegt sein, daß die jeweils eingestellte Schweißgeschwindigkeit lastunabhängig und getrennt von den übrigen Schweißparametern innerhalb der zulässigen Toleranzen konstant bleibt.

Die Kraftübertragungseinheit, das heißt deren Elemente wie Getriebe, Ketten, Räder, Wellen und Lager müssen einen in den zulässigen Toleranzen konstanten und weitgehend schlupffreien Vortrieb sicherstellen.

Die Vortriebsseinheit überträgt die Antriebskraft über Rollensysteme (Vortriebsrollen) auf die Dichtungsbahnen. Die Vortriebsrollen können ein- oder beidseitig angetrieben werden. Bei beidseitigem Antrieb sind gleiche Umfangsgeschwindigkeiten an beiden Rollenpaaren einzuhalten. Bei einseitigem Antrieb ist sicherzustellen, daß keine unzulässigen Schubkräfte in den Fügebereichen eingeleitet und die Dichtungsbahnen nicht gegeneinander verschoben werden. Die Oberflächen der Rollen sind so zu gestalten (profilieren), daß auch unter extremer Belastung kein unzulässiger Schlupf zwischen Dichtungsbahn und Rollen eintritt. Die Kanten der Rollen sind so zu gestalten, daß unzulässige Oberflächenverformungen der Dichtungsbahn (Kerben im Übergangsbereich) vermieden werden.

Wenn die Antriebsrollen gleichzeitig auch die Andruckrollen sind, ist sicherzustellen, daß der für den Vortrieb der Maschine notwendige Andruck nicht höher ist als der für das fachgerechte Schweißen notwendige Fügedruck. Bei der Gestaltung der Andruckrollen sind die jeweils vorgeschriebenen Schweiß- und Prüfkanalbreiten zu berücksichtigen.

Die Schweißgeschwindigkeit muß stufenlos oder in ausreichend feiner Abstufung eingestellt, durchgehend auf $\pm 5\text{ cm/min}$ konstant gehalten und angezeigt werden können.

6.5 Andrucksysteme

Über das Andrucksystem wird die Fügekraft aufgebracht. Die Fügekraft kann mechanisch, zum Beispiel über Federkraft, hydraulisch oder pneumatisch aufgebracht werden.

Die Fügekraft muß auf Werkstoff und Dicke der Dichtungsbahn getrennt von den anderen Schweißparametern stufenlos oder in ausreichend feiner Abstufung eingestellt, in den zulässigen Toleranzen konstant gehalten und kontrolliert werden können.

Das Andrucksystem ist so auszulegen, daß die jeweils notwendige Fügekraft mit ausreichender Reserve erreicht werden kann. Beim Schweißen von 3,0 mm dicken Dichtungsbahnen aus PE-HD können beispielsweise Fügekräfte bis zu 50 N/mm Rollenbreite erforderlich sein.

Die Fügekraft darf sich auch bei Dickenschwankungen bis zur Dicke einer Dichtungsbahn (zum Beispiel im Bereich der T-Stöße) nicht um mehr als 50% relativ zur Dickenänderung erhöhen.

Das Andrucksystem muß so ausgelegt sein, daß auch bei maximaler Fügekraft die Achsen der Andruckrollen parallel bleiben und über die Rollenbreite einen gleichmäßigen Andruck gewährleisten.

Die Parallelität der Andruckrollen muß unter Baustellenbedingungen einfach und sicher kontrolliert sowie eingestellt werden können.

6.6 Besondere Hinweise

Zum Teil werden bei Schweißmaschinen werkseitig speziell für eine Anwendung und eine Dichtungsbahn bestimmte Schweißparameter fest eingestellt. Es kann in diesen Fällen auf eine Änderung dieser Parameter auf der Baustelle verzichtet werden, wenn sichergestellt ist, daß die unterschiedlichen äußeren Bedingungen über die anderen Schweißparameter ausgeglichen werden können.

Zur Zeit werden beim Heizkeilschweißen Maschinen erprobt, bei denen die Schweißparameter und teilweise die äußeren Bedingungen (zum Beispiel Luft- und Bahntemperaturen) datenmäßig erfaßt und ausgedruckt werden können. Damit soll dokumentiert werden können, ob die Schweißbedingungen während des Schweißens konstant gehalten wurden. Anforderungen an solche Datenerfassungssysteme lassen sich aufgrund der nur begrenzt vorliegenden Erfahrungen noch nicht formulieren.

7 Anforderungen an Schweißgeräte

Als Schweißgeräte werden Vorrichtungen zum Schweißen von Dichtungsbahnen bezeichnet, die von Hand geführt werden und bei denen der Fügedruck entweder über das Gerät selbst (zum Beispiel die Düse), den Schweißzusatz oder über Zusatzgeräte (Andruckrollen) manuell aufgebracht sind. Es wird unterschieden nach:

- Extrusionsschweißgeräten
- Warmgasschweißgeräten

Diese Schweißgeräte werden vornehmlich bei kürzeren Nahtlängen, bei schwer zugänglichen Naht- und Anschlußbereichen sowie bei Nachbesserungsarbeiten eingesetzt.

7.1 Extrusionsschweißgeräte

Mit den Extrusionsschweißgeräten werden Dichtungsbahnen aus Polyolefinen geschweißt. Es werden ausschließlich Auftragnähte hergestellt. Extrusionsschweißgeräte bestehen aus folgenden Funktionselementen:

- **Vorwärmesystem mit Regeleinheit**
zum Vorwärmen der Fügeflächen
- **Plastifiziersystem mit Regeleinheit**
zum Plastifizieren des Schweißzusatzes
- **Schweißschuh**
zum Aufbringen des Schweißzusatzes auf die Fügeflächen und zur Formgebung der Naht

7.1.1 Vorwärmesysteme

Die Vorwärmung der Fügeflächen kann sowohl mit Warmgas als auch mit Wärmestrahlung erfolgen.

Warmgassystem

Warmgassysteme bestehen aus Gebläse, Heizaggregat, Regeleinheit und Düse.

Für eine werkstoffgerechte und gleichmäßige Vorwärmung der Fügeflächen sind an das Vorwärmssystem im Grundsatz die gleichen Anforderungen zu stellen wie an die Warmgassysteme bei den Warmgasschweißmaschinen:

- auf die Dichtungsbahn, deren Oberflächentemperatur und die Schweißgeschwindigkeit abstimmbare Heiz- und Gebläseleistung
- gleichmäßige Warmgastemperatur und Austrittsgeschwindigkeit beim Schweißen über die Breite der Fügefläche
- gleichmäßiger, einstellbarer Abstand der Düse von der Fügefläche

Die Warmgastemperatur muß getrennt von den übrigen Verfahrensparametern bis zu einer Temperatur von mindestens 350°C stufenlos eingestellt, mit einer maximalen Abweichung von $\pm 20^\circ\text{C}$ geregelt (gesteuert) sowie abgelesen werden können.

Die Warmgastemperatur ist beispielsweise über einen fest eingebauten Temperaturfühler im Rohr der Warmgaszuführung kurz vor der Düse zu messen. Für Kontrollmessungen ist an dieser Stelle eine Vorrichtung vorzusehen, die reproduzierbare Messungen mit einem Temperaturfühler erlaubt.

Die erforderliche Warmgasmenge kann niedriger sein als bei den Warmgassystemen für die Schweißmaschinen. Sie muß ausreichend genau konstant gehalten und kontrolliert werden können.

Die Regelung der Warmgastemperatur und die Einstellung der Warmgasmenge müssen getrennt vom Temperiersystem für die Plastifiziereinheit möglich sein.

Wärmestrahlungssystem

Wärmestrahlungssysteme bestehen aus der Strahlereinheit und einer Steuereinheit.

Um eine gleichbleibende und gleichmäßige Vorwärmung der Fügeflächen zu erreichen, ist bei den Strahlungssystemen besonders darauf zu achten, daß der Abstand zu den Fügeflächen genau eingestellt werden kann und beim Schweißen konstant bleibt, um Werkstoffschädigungen zu vermeiden.

7.1.2 Plastifiziersystem

Mit dem Plastifiziersystem wird der Schweißzusatz (Granulat oder Draht) aufbereitet (plastifiziert). Als Plastifiziereinheit können Extruder oder beheizte Zylinder eingesetzt werden. Für eine werkstoffgerechte Plastifizierung und gleichmäßigen Ausstoß des plastifizierten Schweißzusatzes werden folgende Anforderungen gestellt:

- auf den Nahtquerschnitt abgestimmte Plastifizierleistung
- getrennt von den anderen Temperiersystemen regelbare Masstemperatur des Schweißzusatzes

Die Masstemperatur muß unabhängig von den übrigen Verfahrensparametern mit einer maximalen Abweichung von $\pm 10^\circ\text{C}$ geregelt und kontrolliert werden können.

Die Masstemperatur ist über einen fest eingebauten Temperaturfühler im Masserohr kurz über dem Schweißschuh zu regeln.

7.1.3 Schweißschuh

Über den Schweißschuh wird der plastifizierte Schweißzusatz auf die Fügefläche aufgebracht.

Der Schweißschuh muß aus temperaturbeständigem und antiadhäsivem Material mit geringer Wärmeleitfähigkeit bestehen. Zur Zeit werden vornehmlich gleitfähige und leicht mechanisch zu bearbeitende Materialien, zum Beispiel PTFE, eingesetzt.

Der Schweißschuh ist in Schweißrichtung gesehen vorne geschlossen. Er stützt sich beim Schweißen über die Längskanten beidseitig auf den Dichtungsbahnen ab. Ausbildung und Geometrie der Andruckzone des Schuhs bestimmen Form und Abmessungen der Auftragnaht.

Für eine fachgerechte und gleichmäßige Nahtqualität der Auftragnaht muß der Schweißschuh in Anlehnung an die Richtlinie DVS 2207-4 wie folgt ausgebildet sein:

- Andrucklänge des Schweißschuhs von mindestens 35 mm, um den erforderlichen Fügedruck aufbringen zu können
- Breite der Andruckzone (Wölbung) mindestens 30 mm
- etwa 5 mm breite, seitliche Aufstandsflächen mit allseits gerundeten Kanten, um das Schweißgerät fachgerecht führen zu können und einen seitlichen Austritt des Schweißzusatzes weitgehend zu verhindern
- Führungshilfe an der Vorderseite des Schweißschuhs, um das Gerät mittig auf dem Stoß führen zu können.

7.2 Warmgasschweißgeräte

Mit den Warmgasschweißgeräten werden vornehmlich dünne und vergleichbar flexible Dichtungsbahnen geschweißt.

Es werden nach diesem Verfahren zur Zeit vornehmlich Überlappnähte hergestellt. Die Fügekraft wird dabei getrennt mit besonderen Andruckrollen aufgebracht. Eine Kontrolle des Fügedrucks ist nur qualitativ über den austretenden Schweißwulst möglich.

Das Warmgasschweißgerät entspricht im Prinzip dem Temperiersystem der Warmgasschweißmaschinen. Es besteht aus Gebläse, Heizaggregat, Regeleinrichtung und Düse.

Durch Zusatzvorrichtungen können Warmgasschweißgeräte auch zum Warmgasziehschweißen mit Draht oder Band als Schweißzusatz umgerüstet werden.

Für eine werkstoffgerechte und gleichmäßige Erwärmung und Plastifizierung der Fugebereiche ist folgende Anforderung zu erfüllen:

- ausreichende Heiz- und Gebläseleistung; abgestimmt auf die Dichtungsbahn und deren Oberflächentemperatur

Die Warmgastemperatur muß bis zu einer Temperatur von mindestens 500°C stufenlos eingestellt, mit einer maximalen Abweichung von $\pm 10^\circ\text{C}$ geregelt, angezeigt und kontrolliert werden können.

Die Warmgasmenge muß abgestimmt auf Form und Querschnitt der Düse mindestens ± 50 l/min betragen und ausreichend konstant gehalten werden können.

Die Warmgastemperatur ist beispielsweise über einen fest eingebauten Temperaturfühler kurz vor der Düse zu regeln. Für Kontrollmessungen ist an dieser Stelle eine Vorrichtung vorzusehen, die reproduzierbare Messungen erlaubt.

8 Normen und Richtlinien

- DIN 1910-3 Schweißen; Schweißen von Kunststoffen, Verfahren (09.77)
- DIN16960-1 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Grundsätze (02.74)
- DVS 2207-4 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Extrusionsschweißen – Tafeln und Rohre (07.93)
- DVS 2211 Schweißzusätze für thermoplastische Kunststoffe; Geltungsbereich, Kennzeichnung, Anforderung, Prüfung (11.79)
- DVS 2225-1 Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau; Schweißen, Kleben, Vulkanisieren (02.91)
- DVS 2225-2 Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau; Baustellenprüfungen (07.92)