

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Dichtungsbahnen
- 3 Nahtformen
- 4 Fügeverfahren
- 4.1 Schweißen
- 4.2 Kleben
- 4.3 Vulkanisieren
- 5 Arbeitsschutz und Unfallverhütung
- 6 Normen, Richtlinien, Vorschriften

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für das Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau, bei Deponieabdichtungen und sonstigen Grundwasserschutzmaßnahmen. Diese Dichtungsbahnen aus Thermoplasten und Elastomeren werden zur Herstellung von Dichtungssystemen durch Schweißen, Kleben oder Vulkanisieren miteinander verbunden. Die Richtlinie soll den Verlegern und Anwendern von Dichtungsbahnen als Anleitung und Hinweis für die Verbindungstechniken an der Baustelle dienen. In einem Teil 2 dieser Richtlinie werden die Baustellenprüfungen an Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen, in einem Teil 3 die Anforderungen an die Geräte behandelt.

2 Dichtungsbahnen

Dichtungsbahnen für die genannten Anwendungen werden auf der Basis von Thermoplasten und Elastomeren hergestellt:

Thermoplaste

Polyvinylchlorid weich	PVC-P
Polyethylen hoher Dichte	PE-HD
Polyethylen niedriger Dichte	PE-LD
chloriertes Polyethylen	PE-C
Ethylen-Copolymerisat-Bitumen	ECB
Ethylen-Vinylacetat	EVA

Dichtungsbahnen aus Thermoplasten bestehen aus unvernetzten Makromolekülen, sie können durch Wärme plastifiziert und somit durch Schweißen gefügt werden. Einige, zum Beispiel PVC-P, lassen sich durch Lösemittel auflösen und können somit auch durch Kleben gefügt werden.

Elastomere

Butylkautschuk	IIR
Ethylen-Propylen-Terpolymer-Kautschuk	EPDM
Polychloropren-Kautschuk	CR
Nitril-Butadien-Kautschuk	NBR
chlorsulfonisiertes Polyethylen	CSM

Dichtungsbahnen aus Elastomeren bestehen aus Makromolekülen, die durch Vulkanisation weitausmaschig vernetzt sind. Sie können nicht plastifiziert werden. Ihr wichtigstes Merkmal ist die Gummielastizität, die auch bei tiefen Temperaturen weitgehend erhalten bleibt.

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.

Dichtungsbahnen werden endlos, in Breiten von 1 bis 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 aufgebaut sein. Sie können verstärkende Einlagen, zum Beispiel Gewebe, Kaschierungen, beispielsweise Vliese, oder Metallfolieneinlagen aufweisen.

3 Nahtformen

Dichtungsbahnen werden grundsätzlich überlappt verlegt (Überlappstoß).

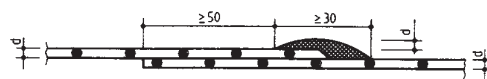
Bei den Nahtformen sind nach Bild 1 zu unterscheiden:



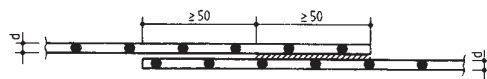
Überlappnaht ohne Prüfkanal - Einzelnaht,
(Schweißen mit oder ohne Schweißzusatz)



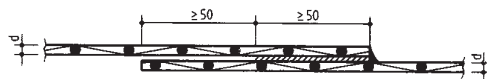
Überlappnaht mit Prüfkanal - Doppelnah,
(Schweißen mit oder ohne Schweißzusatz)



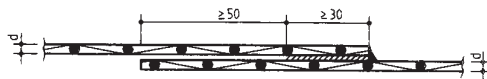
Auftragnah (Extrusionsschweißen)



Überlappnaht, unverstärkte Dichtungsbahn (Kleben)



Überlappnaht, gewebeverstärkte Dichtungsbahn (Kleben)



Überlappnaht, gewebeverstärkte Dichtungsbahn (Vulkanisieren)

Bild 1. Nahtformen und Abmessungen.

- Überlappnähte ohne Prüfkanal (Einzelnah)
- Überlappnähte mit Prüfkanal (Doppelnah)
- Auftragnähte

Die Mindestbreiten sind in den anwendungsbezogenen Regelwerken festgelegt. Für Dichtungsbahnen aus PE-HD müssen Nahtbreiten ab 30 bzw. 2×15 mm eingehalten werden.

4 Fügeverfahren

Fügeverfahren im Sinne dieser Richtlinie sind Schweißen, Kleben und Vulkanisieren. Beim Schweißen unterscheidet man Extrusions- (WE), Heizkeil- (Heizelement-) (HH) und Warmgasschweißen (WU), beim Kleben Diffusionskleben¹⁾ und Adhäsionskleben.

Die Fügeflächen müssen trocken und frei von Verunreinigungen sein. Die Bahnen sind nur dann, wenn der Bahnenhersteller es vorschreibt, mechanisch spanend (zum Beispiel Ziehklinge) oder schleifend (zum Beispiel Bürste) abzuarbeiten, um durch Witterung und Oxidation beeinflusste Schichten zu entfernen. Bei T-Stößen und beim Auftragschweißen muß die Stirnfläche der oberen Bahn angeschrägt werden. Kreuzstöße sind nicht zulässig.

Die Umgebungsbedingungen können den Fügevorgang und damit die Qualität der Verbindung wesentlich beeinflussen. Es ist folgendes zu beachten:

- Bei Regen darf nicht ohne Schutzvorkehrungen gefügt werden.
- Bei Temperaturen unterhalb von $+5^\circ\text{C}$ soll nicht gefügt werden. In Ausnahmefällen sind besondere Vorkehrungen (Zelt) zu treffen.
- Beim Kleben und Vulkanisieren muß die Temperatur der Fügeflächen der Umgebungstemperatur angeglichen sein, so daß keine Tauwasserschicht entsteht, die visuell oft nicht erkennbar ist.
- Bei teilmechanischen Fügeverfahren ohne Gegendrucksystem und beim manuellen Fügen muß der Untergrund so beschaffen sein, daß er die erforderliche Gegenkraft aufbringen kann.

Vor Beginn der Arbeiten an der Baustelle sind Probennähte herzustellen, um die Verfahrensparameter auf die Baustellenbedingungen abzustimmen.

- Beim Arbeiten mit Lösungsmitteln (zum Beispiel Diffusionskleben) ist im Arbeitsbereich für gute Lüftung zu sorgen. Das gilt besonders bei Arbeiten in geschlossenen Räumen. Die Vorschriften über den Umgang mit Lösungsmitteln sind zu beachten (siehe Abschnitt 6).

4.1 Schweißen

Bei allen Schweißverfahren müssen die Fügeflächen auf die für den jeweiligen Werkstoff vorgeschriebene Schweißtemperatur gebracht werden. Dabei sollen nur die oberflächennahen Bereiche erwärmt werden, um die Wärmeausdehnung der Dichtungs-

bahnen im Schweißnahtbereich möglichst gering zu halten und die Schweißkraft aufbringen zu können.

Die Schweißparameter sind so einzustellen, daß die thermische und mechanische Beanspruchung des Werkstoffs möglichst gering ist und ein hoher Langzeitschweißfaktor erreicht wird. Beim Warmgasschweißen und beim Heizkeilschweißen soll der Schweißwulst nicht größer als die halbe Bahndicke sein.

4.1.1 Extrusionsschweißen (WE)

Das Extrusionsschweißen wird vornehmlich eingesetzt zum Fügen von Dichtungsbahnen auf der Basis PE. Es werden ausschließlich Überlappstöße mit Überlappnähten oder Auftragschweißungen hergestellt.

4.1.1.1 Verfahrensbeschreibung

Das Extrusionsschweißen ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Es wird mit einem Schweißzusatz (Extrudat) aus artgleichem Grundmaterial geschweißt.
- Der Schweißzusatz wird in einer Plastifiziereinheit (zum Beispiel Extruder) plastifiziert und als Strang über eine Düse (Schweißschuh) auf die Fügeflächen gebracht.
- Die Fügeflächen werden vornehmlich durch Warmgas (zum Beispiel Luft) oder Wärmestrahlung erwärmt und in den thermoplastischen Zustand überführt.
- Gefügt wird unter Anwendung von Kraft. Die Kraft wird nach oder bei Ein- oder Aufbringen des Schweißzusatzes aufgebracht.

4.1.1.2 Maschinen und Geräte

Extrusionsschweißmaschinen

Extrusionsschweißmaschinen (Bild 2) werden zum kontinuierlichen Schweißen von größeren Nahtlängen eingesetzt. Es werden ausschließlich Überlappnähte hergestellt. Die Maschinen sind mit einem einseitig oder beidseitig wirkenden Andrücksystem zum Aufbringen der Fugekraft ausgerüstet. Bei beidseitig wirkendem System muß der Abstand der Andrückrollen entsprechend der Bahndicke einstellbar sein. Beim einseitigen Andrücksystem wird die Gegenkraft vom Untergrund aufgebracht. Extrusionsschweißmaschinen haben einen eigenen Antrieb oder werden durch Winden bewegt.

Extrudattemperatur, Warmgastemperatur, Fugekraft, Abstand der Andrückrollen und Schweißgeschwindigkeit müssen einstellbar sein. Mit den Schweißmaschinen können Überlappnähte mit und ohne Prüfkanal (siehe Bild 1) hergestellt werden.

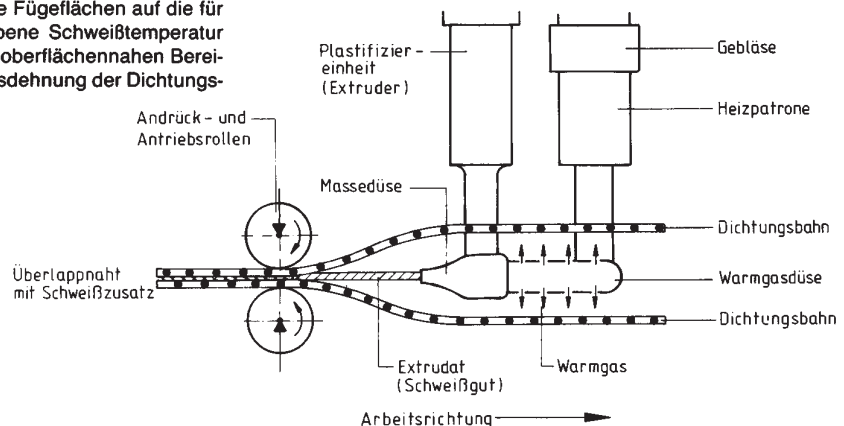


Bild 2. Mechanisches Warmgasschweißen, schematisch.

¹⁾ Das Diffusionskleben wird in der Fachliteratur und in Regelwerken auch als Quellschweißen bezeichnet, das hier verwendete Lösungsmittel auch als Quellschweißmittel.

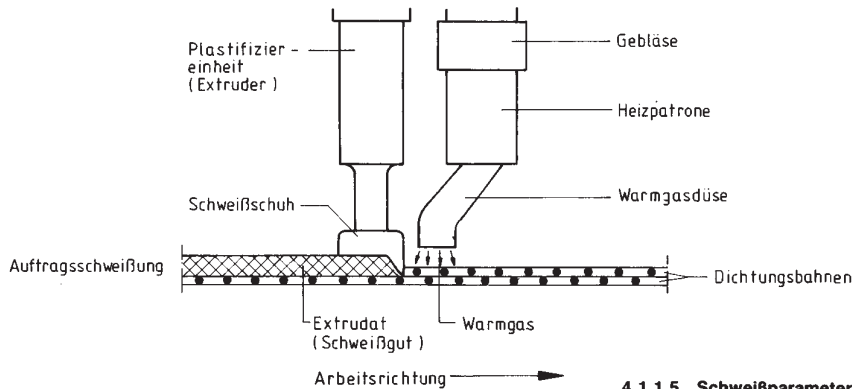


Bild 3. Warmgasextrusionsschweißen von Hand, schematisch.

Handschweißgeräte

Handschweißgeräte (Bild 3) werden bei kleinen Nahtlängen, schwer zugänglichen Nahtbereichen, speziellen Anschlußarbeiten und Reparaturen eingesetzt. Mit Handschweißgeräten werden zur Zeit ausschließlich Auftragnähte erstellt. Extrudattemperatur und Warmgastemperatur müssen steuerbar sein. Der im Schweißschuh austretende Massestrom schiebt das Gerät vorwärts und bestimmt die Schweißgeschwindigkeit. Die Kraft ist so aufzubringen, daß möglichst kein Extrudat zur Seite austritt.

4.1.1.3 Nahtausführung

Um große Querschnittsprünge zu vermeiden, soll die Dicke des Schweißzusatzes bei Überlappnähten nach dem Fügevorgang etwa 0,5 mm betragen. Der aus dem Schweißnahtbereich austretende Schweißwulst soll kleiner als die halbe Bahndicke sein. Bei der Auftragnäht muß die Dicke des Extrudats am Übergang von der unteren zur oberen Dichtungsbahn mindestens die Dicke der Dichtungsbahn aufweisen. Als Schweißzusatz ist der gleiche Werkstofftyp wie beim Bahnenmaterial zu verwenden. Die Auftragnäht soll zu den Rändern hin ohne Wulst auslaufen. Die Bahnenkante muß mittig unter dem Extrudatauftrag liegen. Die Auftragbreite soll ≥ 30 mm betragen. Die Überlappung muß mindestens 50 mm breiter als die halbe Schweißnahtbreite sein. Bei der Auftragnäht ist die Stirnfläche der oberen Dichtungsbahn im Winkel von etwa 45° anzuschragen. Um ein Auseinanderlaufen der überlappten Bahnen zu vermeiden, können sie vor dem Fügen mit Warmgas geheftet werden.

4.1.1.4 Verfahrensablauf

Der plastifizierte Schweißzusatz (Extrudat) wird – unmittelbar nachdem die Fügeflächen die Schweißtemperatur erreicht haben – zugeführt. Die Extrudattemperatur wird in der Mitte des Austrittsquerschnitts der Düse gemessen. Die Warmgastemperatur für die Vorwärmung der Fügeflächen wird in der Mitte des Luftaustrittsquerschnitts gemessen. Sie ist den Witterungsverhältnissen (Temperatur, Wind) anzupassen. Bei Schweißmaschinen ist das Extrudatband unter leichter Vorspannung zu halten, damit es kantengerade eingebracht werden kann. Unmittelbar nach Zuführung des Schweißzusatzes wird die Fügekraft aufgebracht. Die Fügekraft wird bei Schweißmaschinen ohne Gegendrucksystem vom Gewicht der Maschine her bestimmt. Bei Handschweißgeräten wird die Kraft manuell aufgebracht.

Die Schweißgeschwindigkeit ergibt sich aus dem Extrudatausstoß und den Schweißnahtabmessungen. Eine Nachbehandlung der Schweißnaht ist nicht erforderlich.

4.1.1.5 Schweißparameter

In der Praxis wird heute in folgenden Parameterbereichen geschweißt, Tabelle 1:

Tabelle 1. Schweißparameter zum Extrusionsschweißen (Richtwerte).

	mechanisches Schweißen	Schweißen von Hand
Warmgastemperatur °C	300 ... 360	220 ... 260
Extrudattemperatur °C	220 ... 250	220 ... 250
spezifische Fügekraft N/mm Rollenbreite	10	keine Angabe möglich
Schweißgeschwindigkeit m/min	1 ... 4	0,2 ... 0,5

4.1.2 Heizkeilschweißen (HH)

Das Heizkeilschweißen wird bei Dichtungsbahnen aus Thermoplasten eingesetzt.

4.1.2.1 Verfahrensbeschreibung

Das Heizkeilschweißen ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Es wird ohne Schweißzusatz geschweißt.
- Die Fügeflächen werden durch direkten Kontakt mit dem Heizkeil (Heizelement) plastifiziert.
- Die Fügekraft wird unmittelbar nach Überführung der Fügezonen in den thermoplastischen Zustand aufgebracht.

4.1.2.2 Maschinen und Geräte

Heizkeilschweißmaschinen

Heizkeilschweißmaschinen (Bild 4) werden zum kontinuierlichen Schweißen von größeren Nahtlängen eingesetzt. Die Maschinen sind mit einem beidseitig wirkenden Andrücksystem zum Aufbringen der Fügekraft ausgerüstet. Der Rollenabstand muß entsprechend der Bahndicke einstellbar sein. Schweißgeschwindigkeit, Heizkeiltemperatur und Fügekraft müssen in bestimmten Bereichen einstellbar sein.

Handschweißgeräte

Heizkeil-Handschweißgeräte werden bei kleinen Nahtlängen, schwer zugänglichen Schweißbereichen, Anschlußarbeiten und Reparaturen eingesetzt. Die Heizkeiltemperaturen müssen einstellbar sein. Die Schweißkraft wird über Rollen von Hand aufgebracht.

4.1.2.3 Verfahrensablauf

Bei Schweißmaschinen werden Heizkeiltemperatur, Fügekraft und Schweißgeschwindigkeit entsprechend Bahnenwerkstoff und Bahndicke sowie Außentemperatur eingestellt. Die Heizkeiltemperatur wird an der Oberfläche des Heizkeils gemessen.

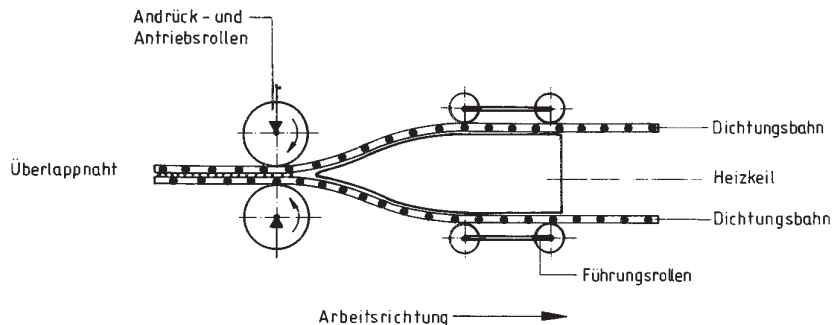


Bild 4. Mechanisches Heizkeilschweißen, schematisch.

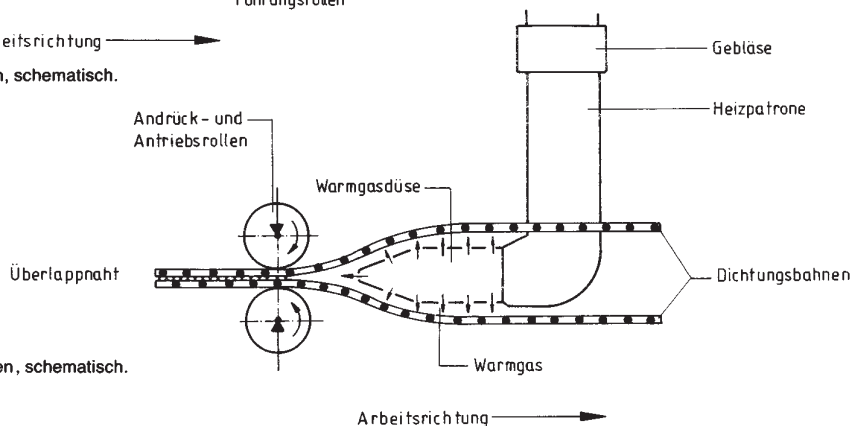


Bild 5. Mechanisches Warmgasschweißen, schematisch.

Bei Bahnen aus PVC-P mit Verstärkungseinlagen muß zur Absicherung der Nahtkanten eine Versiegelung mit einer pastösen Kunststofflösung gleicher Rohstoffbasis vorgenommen werden.

4.1.2.4 Schweißparameter für mechanisches Schweißen

In der Praxis wird heute in folgenden Parameterbereichen geschweißt, Tabelle 2:

Tabelle 2. Schweißparameter zum Heizkeilschweißen (Richtwerte).

	PE-HD	ECB	PVC-P
Heizkeiltemperatur °C	280 ... 400	360 ... 400	400 ... 450
spezifische Fügekraft N/mm Rollenbreite	20	3 ... 5	3 ... 5
Schweißgeschwindigkeit m/min	0,5 ... 2,5	2 ... 3	1,5 ... 2,5

4.1.3 Warmgasschweißen (WU)

Das Warmgasschweißen wird bei Dichtungsbahnen aus Thermoplasten eingesetzt.

4.1.3.1 Verfahrensbeschreibung

Das Warmgasschweißen ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Es wird ohne Schweißzusatz geschweißt.
- Die Fügeflächen werden durch Warmgas (zum Beispiel Luft) erwärmt und in den thermoplastischen Zustand überführt.
- Die Fügekraft wird unmittelbar nach Überführung in den thermoplastischen Zustand aufgebracht.

4.1.3.2 Maschinen und Geräte

Warmgasschweißmaschinen

Warmgasschweißmaschinen (Bild 5) werden zum kontinuierlichen Schweißen von größeren Nahtlängen eingesetzt und sind mit ein- oder beidseitig wirkendem Andrucksystem zum Aufbringen der Fügekraft ausgerüstet. Beim beidseitigen Andrucksystem muß der Rollenabstand auf die Bahndicke einstellbar sein. Bei einseitigem Andrücken wird die Gegenkraft vom Untergrund aufgebracht.

Warmgasschweißmaschinen sind für die Herstellung von Einfach- und Doppelnähten geeignet. Warmgastemperatur, Schweißgeschwindigkeit und Fügekraft müssen einstellbar sein.

Handschweißgeräte

Handschweißgeräte (Bild 6) werden bei kleinen Schweißnahtlängen und Reparaturarbeiten eingesetzt. Die Warmgastemperatur muß stufenlos einstellbar sein. Die Fügekraft wird mit Handandrückrollen aufgebracht.

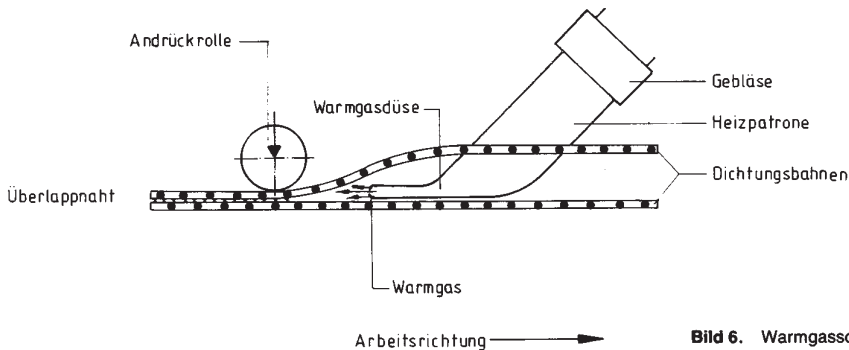


Bild 6. Warmgasschweißen von Hand, schematisch.

4.1.3.3 Verfahrensablauf

Bei Verwendung von Schweißmaschinen werden Warmgastemperatur, Fügekraft und Schweißgeschwindigkeit entsprechend Bahnenwerkstoff und Bahndicke sowie Außentemperatur eingestellt. Die Warmgastemperatur wird 5 mm in der Düsenmitte gemessen, das heißt, bei Düsen für Überlappnähte mit Prüfkanal sind zwei Messungen erforderlich.

Bei den Handschweißgeräten wird die Schweißgeschwindigkeit über den austretenden Schweißwulst kontrolliert; die Dicke des Schweißwulstes soll höchstens die halbe Bahndicke betragen. Das Andrücken erfolgt je nach Werkstoffart in Schweißrichtung (zum Beispiel PE und ECB) oder unter etwa 45° zur Schweißrichtung (zum Beispiel PVC-P). Beim Andrücken unter 45° sind einarmige Andrückrollen zu verwenden.

Bei Bahnen aus PVC-P mit Verstärkungseinlagen muß zur Absicherung der Nahtkanten eine Versiegelung mit einer pastösen Kunststofflösung gleicher Rohstoffbasis vorgenommen werden.

4.1.3.4 Schweißparameter

In der Praxis wird heute in folgenden Parameterbereichen geschweißt, Tabelle 3:

Tabelle 3. Schweißparameter zum Warmgasschweißen (Richtwerte).

	PE-HD		ECB		PVC-P	
	von Hand	mechanisch	von Hand	mechanisch	von Hand	mechanisch
Warmgastemperatur °C	280 ... 320	350 ... 450	320 ... 500	450 ... 550	450 ... 500	450 ... 550
Warmgasmenge l/min	etwa 230	etwa 600	etwa 230	etwa 600	etwa 230	etwa 600
spezifische Fügekraft N/mm Rollenbreite	keine Angabe möglich	20	keine Angabe möglich	10	keine Angabe möglich	10
Schweißgeschwindigkeit m/min	0,1 ... 0,2	0,5 ... 2,5	0,4 ... 0,6	1,5 ... 3,0	0,2 ... 0,4	1,0 ... 3,0

4.2 Kleben

Das Kleben wird zum Verbinden von Thermoplastbahnen aus PVC-P sowie von Elastomerbahnen auf der Basis CR, EPDM, IIR, NBR und CSM²⁾ eingesetzt. Es werden ausschließlich Überlappnähte hergestellt.

4.2.1 Diffusionskleben

Das Diffusionskleben wird bei Dichtungsbahnen auf der Rohstoffbasis von PVC-P, PE-C, E/VA, CSM und EPDM mit unvernetzten Deckschichten eingesetzt.

4.2.1.1 Verfahrensbeschreibung

Das Diffusionskleben ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Es wird mit Lösungsmittel geklebt.
- Beide Fügeflächen werden mit dem Lösungsmittel gleichzeitig intensiv benetzt.
- Durch das Lösungsmittel bilden sich an den Überlappungsflächen pastöse Schichten aus Lösungsmittel und Bahnenmaterial.

- Die Fügekraft wird unmittelbar nach dem Anlösen aufgebracht, bis kein Aufklaffen mehr eintritt.

4.2.1.2 Lösungsmittel

Es werden folgende Lösungsmittel verwendet:

Tetrahydrofuran (THF) für PVC-P, E/VA, PE-C

Gemisch aus 2/3 Gew.-T. für CSM

Tetrahydrofuran

und 1/3 Gew.-T. Toluol

Perchloräthylen für EPDM, Außenfläche unvernetzt

4.2.1.3 Geräte

Für große Nahtlängen:

Fahrbare Klebwagen, die mittels Rollen von Hand geführt werden. Die Fügekraft wird über eine Bürstenplatte aufgebracht. Arbeitsgeschwindigkeiten bei PVC-P = 10 bis 12 m/min.

Für geringe und mittlere Nahtlängen:

Handgeräte mit Lösungsmittelbehälter (Bild 7) oder Flach-

pinsel. Die Fügekraft wird mit Sandsäcken (zum Beispiel PE) aufgebracht. Arbeitsgeschwindigkeiten bei PVC-P: 3 bis 4 m/min bei Handgeräten und etwa 2 m/min bei Verwendung von Flachpinseln.

4.2.1.4 Verfahrensablauf

Das Lösungsmittel ist auf die Fügeflächen beider Bahnen gleichzeitig aufzutragen. Zur Absicherung können die Nahtkanten mit einer pastösen Kunststofflösung gleicher Rohstoffbasis versiegelt werden. Bei gewebeverstärkten Bahnen muß die Versiegelung vorgenommen werden.

Zur Vermeidung von Kapillaren im Bereich von T-Stößen sind folgende von der Qualität und Dicke der Bahnen abhängige Maßnahmen anwendbar:

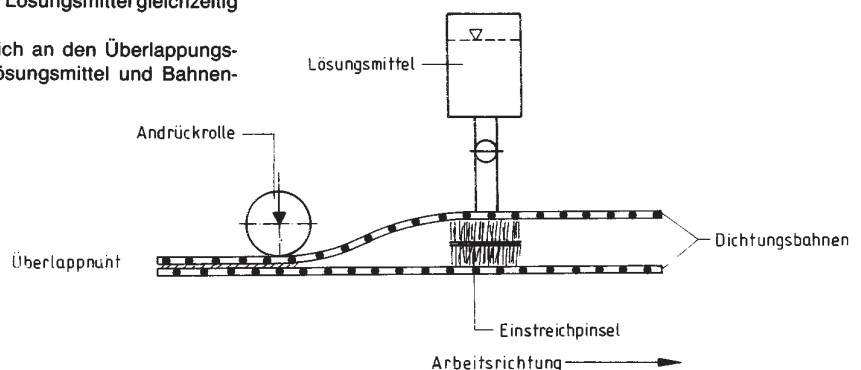


Bild 7. Diffusionskleben von Hand, schematisch.

²⁾ bis 6 Monate nach der Herstellung bei vorgeschriebenen Lagerbedingungen

- mechanisches Ansträgen der überdeckten Stirnfläche,
- Plastifizieren und Ansträgen,
- Ausfüllen der Kehle mit pastöser Kunststofflösung.

Die Anfangsfestigkeit wird von der Aufnahmequalität des Bahnmaterials gegenüber dem eindiffundierenden Lösungsmittel bestimmt. Die endgültige Nahtfestigkeit wird erst nach zeit- und temperaturabhängiger völliger Verdunstung des Lösungsmittels erreicht.

4.2.2 Adhäsionskleben

4.2.2.1 Verfahrensbeschreibung

Das Adhäsionskleben von Dichtungsbahnen ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Zum Kleben werden lösungsmittelhaltige Kontaktklebstoffe oder gelöste Elastomere von gut streichbarer Konsistenz verwendet.
- Die Klebstoffe bilden mit den gereinigten und trockenen Überlappungsflächen der Dichtungsbahnen eine unlösbare Verbindung.
- Die Fügekraft wird nach dem Ablüften des Lösungsmittels aufgebracht.

4.2.2.2 Maschinen und Geräte

Das Auftragen des Klebstoffes erfolgt bei großen Nahtlängen mit Auftragmaschinen, bei kleinen Nahtlängen mittels Auftragrollen oder Flachpinsel, wobei der Fügedruck von Hand aufgebracht wird.

4.2.2.3 Verfahrensablauf

Der Klebstoff ist auf die Fügeflächen beider Bahnen gleichmäßig aufzutragen. Vor der Klebstoffentnahme ist ein gründliches Aufrühren erforderlich. Nach dem Ablüften der Lösungsmittel (maximal 30 Minuten) werden die Bahnen von Hand leicht zusammengedrückt. Anschließend sind die Bahnen innerhalb der vorgeschriebenen Kontaktklebstoffzeit mit kurzzeitig wirkender hoher Andrückkraft zusammenzudrücken. Dazu werden Stahlhandrollen verwendet. Das Anrollen erfolgt in Naht-Längsrichtung. Korrekturen sind danach nicht mehr möglich. Die vorgeschriebene Mindestablüftzeit muß unbedingt eingehalten werden; sie ist abhängig von der Art und Menge der im Klebstoff enthaltenen Lösungsmittel, von der Dicke der Klebstoffschicht, der Temperatur und der Luftbewegung. Die Vorschriften der Klebstoffhersteller sind zu beachten. Zur Vermeidung von Kapillaren im Bereich von T-Stößen wird die Kehle am Ende der oberen Bahn vor dem Anrollen der Fügeflächen mit einer Versiegelungspaste ausgefüllt. Kontaktklebstoffe haben eine hohe Anfangsfestigkeit. Die Endfestigkeit wird erst nach vollständigem Verdunsten der Lösungsmittel erreicht.

4.3 Vulkanisieren

Das Vulkanisieren wird zum Verbinden von Dichtungsbahnen auf der Basis der Elastomere IIR und EPDM eingesetzt. Ferner dient es dem Einbinden von Formteilen aus IIR oder EPDM in die Dichtungsbahnen. Es werden ausschließlich Überlappnähte hergestellt.

4.3.1 Verfahrensbeschreibung

Das Fügen von Dichtungsbahnen durch Vulkanisieren ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Zum Fügen wird bandförmiges Zusatzmaterial gleicher Rohstoffbasis verwendet, das nicht ausvulkanisiert ist.
- Die Fügeflächen werden durch dieses Zusatzmaterial unter Anwendung von Wärme und Kraft miteinander verbunden (vulkanisiert).
- Das Vulkanisieren erfolgt diskontinuierlich.

4.3.2 Maschinen und Geräte

Für das Vulkanisieren von Elastomer-Dichtungsbahnen stehen tragbare, fahrbare und stationäre Maschinen (Hot-bond-Maschinen) zur Verfügung (Bild 8). Die Maschinen sind mit einem beidseitig wirkenden Plattensystem zum Aufbringen der Fugekraft und zum Erwärmen ausgerüstet.

Die Anpreßkraft muß auf die Bahndicke einstellbar sein. Vulkanisiertemperaturen und Taktzeiten müssen stufenlos einstellbar sein.

4.3.3 Verfahrensablauf

Die Vulkanisierparameter werden entsprechend Bahnenwerkstoff und Bahndicke sowie Außentemperatur eingestellt. Die Temperatur der Heizplatten wird an deren Oberfläche gemessen. Die Vulkanisierpresse wird über den mit dem Zusatzmaterialstreifen geschlossenen Überlappungsbereich geschoben. Die Heizplatten werden entsprechend dem vorgeschriebenen Takt aufeinandergedrückt.

Eine Nachbehandlung der vulkanisierten Verbindung ist nicht erforderlich.

4.3.4 Vulkanisierparameter

In der Praxis haben sich bei Bahndicken von 1,5 und 2 mm und einer Heizplattenlänge von 100 cm folgende Vulkanisierparameter bewährt, Tabelle 4:

Tabelle 4. Vulkanisierparameter (Richtwerte).

	IIR	EPDM
Heizplattentemperatur °C	190	170
Fügedruck N/mm ²	0,8	0,8
Heiztakt s	150	190
Vulkanisiergeschwindigkeit m/min	0,4	0,3

5 Arbeitsschutz und Unfallverhütung

Technische Arbeitsmittel dürfen nur dann in den Verkehr gebracht werden, wenn sie den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften entsprechen. Hierzu sind insbesondere die folgenden Regeln zu beachten:

Merkblatt M 017 der Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (1987)	Lösemittel
Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften VBG 37	Bauarbeiten

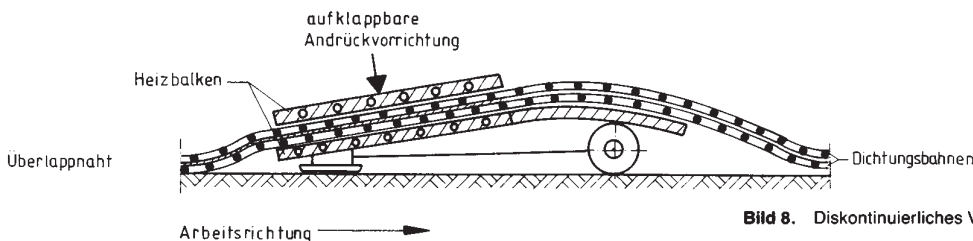


Bild 8. Diskontinuierliches Vulkanisieren, schematisch.

- VDE 0100 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; insbesondere:
Teil 706 Begrenzte leitfähige Räume
Teil 737 Feuchte und nasse Bereiche und Räume, Anlagen im Freien

VDE 0105 Betrieb von Starkstromanlagen

6 Normen, Richtlinien, Vorschriften

- DIN 1910 Schweißen; Schweißen von Kunststoffen, Verfahren (09.77)
Teil 3
- DIN 7728 Kunststoffe; Kennbuchstaben und Kurzzeichen für Polymere und ihre besonderen Eigenschaften (02.89)
Teil 1
- DIN 7864 Elastomer-Bahnen für Abdichtungen; Anforderungen, Prüfung (04.84)
Teil 1
- DIN 16 726 Kunststoff-Dachbahnen, Kunststoff-Dichtungsbahnen; Prüfungen (12.86)
- DIN 16 729 Kunststoff-Dachbahnen und Kunststoff-Dichtungsbahnen aus Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB); Anforderungen (09.84)
- DIN 16 730 Kunststoff-Dachbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid (PVC-P) nicht bitumenverträglich; Anforderungen (12.86)
- DIN 16 734 Kunststoff-Dachbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid (PVC-P) mit Verstärkung nicht bitumenverträglich; Anforderungen (12.86)
- DIN 16 736 Kunststoff-Dachbahnen und Kunststoff-Dichtungsbahnen aus chloriertem Polyethylen (PE-C) einseitig kaschiert; Anforderungen (12.86)
- DIN 16 737 Kunststoff-Dachbahnen und Kunststoff-Dichtungsbahnen aus chloriertem Polyethylen (PE-C) mit einer Gewebeeinlage; Anforderungen (12.86)
- DIN 16 776 Kunststoff-Formmassen; Polyethylen (PE-Formmassen), Einteilung und Bezeichnung (12.84)
Teil 1
- DIN 16 920 Klebstoffe, Klebstoffverarbeitung, Begriffe (06.81)
- DIN 16 925 Extrudierte Tafeln aus Polyethylen (PE); Technische Lieferbedingungen (07.84)
- DIN 16 937 Kunststoff-Dichtungsbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid (PVC-P) bitumenverträglich; Anforderungen (12.86)
- DIN 16 938 Kunststoff-Dichtungsbahnen aus weichmacherhaltigem Polyvinylchlorid (PVC-P) nicht bitumenverträglich; Anforderungen (12.86)
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Allgemeines (08.83)
Teil 1
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Stoffe (08.83)
Teil 2
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Verarbeitung der Stoffe (08.83)
Teil 3
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit, Bemessung und Ausführung (08.83)
Teil 4
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser, Bemessung und Ausführung (02.84)
Teil 5
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser, Ausführung und Bemessung (08.83)
Teil 6
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser, Ausführung und Bemessung (in Vorbereitung)
Teil 7
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen über Bewegungsfugen (08.83)
Teil 8
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Durchdringungen, Übergänge, Abschlüsse (12.86)
Teil 9
- DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen; Schutzschichten und Schutzmaßnahmen (08.83)
Teil 10
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA) Nr. 280
Richtlinie des Landes Nordrhein-Westfalen (1985)
Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau (1987)
- Kunststoff-Dichtungsbahnen; Anforderungswerte und Materialprüfung
Deponiebasisabdichtungen aus Dichtungsbahnen
Anwendung und Prüfung von Kunststoffen im Erd- und Wasserbau
- IfBt – Bau- und Prüfgrundsätze für den Gewässerschutz Teil 1 (1985)