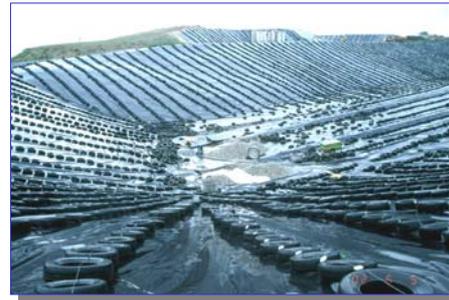


Inhalt:

1. Richtlinien
2. Verfahren
3. Voraussetzungen
4. Schweißen
5. Baustellenbedingungen
6. Prüfungen
7. Problematik
8. Fazit



Das Kunststoff-Zentrum.



1. Richtlinien

Wozu gibt es Richtlinien wie die DVS 2225-4?

- Zusammenfassung des **aktuellen Sachverstandes** (zum Zeitpunkt der Veröffentlichung)
- **Anleitung** bei der Durchführung der Schweißarbeiten und Prüfungen für Behörden, Auftraggeber, Ausführende und Verantwortliche für die Qualitätssicherung (Mindestanforderungen)
- DVS 2225-4 enthält **Vorgaben** z. B. zu Voraussetzungen, Material, Konstruktion, Verlegung, Schweißverfahren, -ausführung, -maschinen, Prüfungen, Bewertung der Schweißnahtqualität, Hinweise zu Nachbesserungen, Dokumentation und Hinweise auf weitere Richtlinien und Normen
- DVS-Richtlinien stellen die **allgemein anerkannten Regeln der Technik** für das Fügen dar!
- für das Bahnschweißen gibt es umfassende DVS-Regelwerke für alle praktisch alle Bereiche (Ausbildung bis Prüfung)

Das Kunststoff-Zentrum.



1. Richtlinien

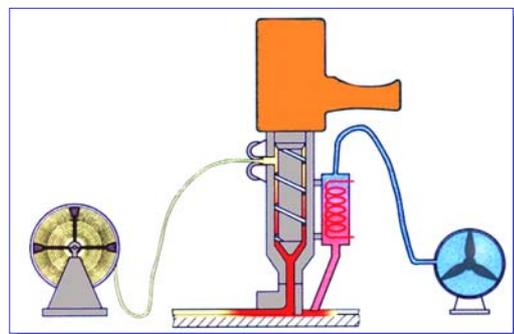
- Grundlagen des Warmgasextrusionsschweißens (WE):
 - DVS 2225-4 (für Deponien):
Achtung gerade neu überarbeitet (12/06)!
- Grundlage für die Schweißzusätze:
 - DVS 2211, DVS 2201-2 (Schweißseignung)
- Grundlagen für die Bahnen:
 - TA Abfall und TA Siedlungsabfall (rechtlicher Hintergrund)
 - amtlich zugelassene Bahnen für Deponien (BAM)
- Grundlagen für die Ausbildung:
 - DVS 2212-3 (WE, HH, WU)
 - DVS 2213 (Schweißfachmann)

Das Kunststoff-Zentrum.



2. Verfahren

- Plastifizieren des Schweißzusatzes und Förderung mit beheiztem Zylinder/ Schnecke
- Schweißzusatz - Granulat oder Draht
- Zuführen des Schweißzusatzes durch einen Schweißschuh (fest am Gerät)
- Erwärmen der Fügeflächen mit Warmgas
- Aufbringen des Fügedruckes mit dem Schweißschuh
- **Kontinuierliche** Arbeitsweise
- Dickenbereich: 5 - 20mm



Das Kunststoff-Zentrum.



2. Verfahren



Das Kunststoff-Zentrum.



3. Voraussetzungen

Voraussetzungen für die Einhaltung der DVS-Standards:

- Verwendung von (BAM-) zugelassenen und qualitativ einwandfreien Bahnen
- konstruktive Verlegung der Bahnen entsprechend der DVS 2225-4
- Schweißgeräte müssen dem Stand der Technik entsprechen und regelmäßig fachmännisch geprüft werden
- die Schweißzusätze müssen aus der gleichen Formmasse wie die Bahnen bestehen (ansonsten: spez. Nachweis) u. qualitativ einwandfrei sein
- die Schweißer müssen eine entsprechende Ausbildung nach DVS 2212-3 haben (+ Erfahrung!)
- die Schweißungen müssen nach DVS 2225-4 erfolgen und sollten regelmäßig dokumentiert werden (Schweißprotokolle)

Das Kunststoff-Zentrum.



3. Voraussetzungen

- die Schweißerausrüstung muss vorhanden sein und pfleglich behandelt werden
- Prüfgeräte (Messschieber, Temperaturmessgeräte ...) müssen vorhanden und regelmäßig kalibriert werden
- der Untergrund muss zum Schweißen geeignet sein
- die Umwelt- und Baustelleneinflüsse müssen entsprechend berücksichtigt werden
- regelmäßige Überwachung der Fügearbeiten (inklusive Lagerung, Ausrüstung ...)
- Durchführung von Baustellenprüfungen (Eigenkontrolle)

Das Kunststoff-Zentrum.



4. Schweißen

Was ist Schweißen?

1.

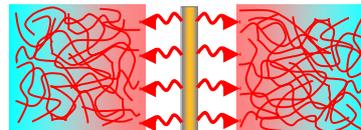


Fügeteil A



Fügeteil B

2.



Temperatur und Zeit

3.



Druck und Zeit

Das Kunststoff-Zentrum.



4. Schweißen

Grundlegende Zusammenhänge:

1. **Temperatur** (Extrudat, Warmgas)
2. **Druck** (Anpressdruck)
3. **Zeit** (Vorwärmen, Schweißgeschwindigkeit, Abkühlung)
4. Schweißnahtqualität hängt zudem wesentlich von weiteren Parametern wie Volumenstrom (+ Düsengeometrie!), Schweißschuhgeometrie (Fügedruck, Fließen) ab
5. Parameter sind abhängig z. B. von Umgebung (Temperatur), Werkstoff, Bahndicke, und Oberflächenstruktur

Deshalb: - Schweißparameter auf einander abstimmen, d. h.
- **Probeschweißungen durchführen!**

Das Kunststoff-Zentrum.



4. Schweißen

Schweißnahtvorbereitung:

- Untergrund muss geeignet sein
- Fügeflächen müssen trocken und frei von Verunreinigungen sein
- Entfernung der werksseitig aufgetragenen Folienstreifen und der Oxidschicht (Achtung: keine Kerben einbringen)
- Anstrahlung der oberen überlappten Dichtungsbahn (ca. 45°: Achtung: Schädigungsgefahr!)
- Umgebungsbedingungen beachten
- Zugänglichkeit der Schweißnaht beachten
- technische Voraussetzungen (Generator, Kabeltrommeln)
- Ausrüstung muss komplett vorhanden und funktionstüchtig sein



Das Kunststoff-Zentrum.



4. Schweißen

Schweißen:

- vor dem Fügen: Bahnen heften (Fixierung)
- richtige Schweißschuhe
- richtige Warmgasdüsen
- Masse- und Warmgastemperatur einstellen und richtig messen!
- erforderlichen Fügedruck gleichmäßig aufbringen (möglichst keine Wulstbildung)
- Schweißgeschwindigkeit ausstoß- und extrudatbedingt anpassen
- Schweißzusatz darf beim Abrollen nicht verschmutzen
- Dokumentation der Schweißergebnisse mittels Schweißprotokoll (Anlage DVS 2225-4)



Das Kunststoff-Zentrum.



4. Schweißen

Schweißparameter nach DVS 2225 – 4 (12/06):

Warmgastemperatur:	210 – 300°C
Extrudattemperatur:	210 – 230°C
Schweißgeschwindigkeit:	0,2 bis 1,0 m/min



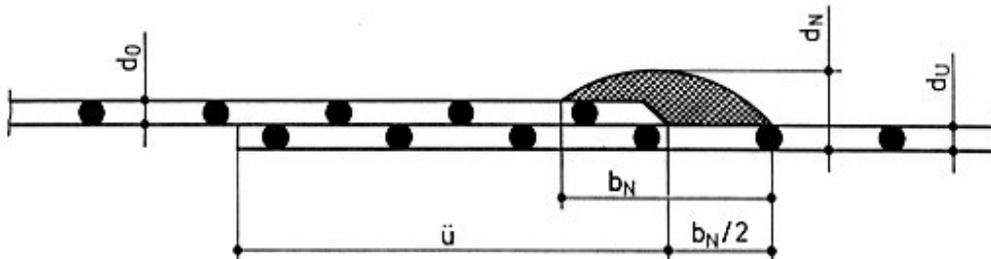
Das Kunststoff-Zentrum.



4. Schweißen

Schweißnahtausführung:

Bahndicke (do, du)	≥ 2,5mm
Überlappung vorn (Ü)	≥ 40mm
Breite der Naht (bN)	≥ 30mm
Außermitteigkeit, Versatz	≤ 5mm
Dicke der Naht (dN)	≥ 1,25 x (do + du)
	≤ 1,75 x (do + du)



Das Kunststoff-Zentrum.



5. Baustellenbedingungen

- **Niederschlag**
(Regen, Nieselregen, Reif, Schnee usw.):
nicht Schweißen!
- **Umgebungslufttemperatur < + 5°C**
(ohne Vorkehrungen):
nicht Schweißen!
- **zu hohe Luftfeuchtigkeit** (Oberfläche muss mindestens 3 K über Taupunkt liegen!):
nicht Schweißen!
- **hohe Luftbewegung (Wind):**
Verschmutzungsgefahr, Abkühlungsgefahr
- **Sonneneinwirkung:**
Spannungen, keine gleichmäßige Schweißung durch Verzug / Faltenbildung

Lufttemperatur	Taupunkttemperatur in °C bei einer relativen Luftfeuchte von												
-5	30%	30%	40%	40%	50%	50%	60%	60%	70%	70%	80%	80%	90%
0	15%	15%	14%	14%	13%	13%	12%	12%	11%	11%	10%	10%	9%
5	12%	12%	11%	11%	10%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	6%
10	9%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	5%	5%	4%	4%	3%
15	7%	7%	6%	6%	5%	5%	4%	4%	3%	3%	2%	2%	1%
20	5%	5%	4%	4%	3%	3%	2%	2%	1%	1%	0%	0%	0%
25	3%	3%	2%	2%	1%	1%	0%	0%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%
30	1%	1%	0%	0%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-4%	-5%
35	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-4%	-5%	-5%	-6%	-6%	-7%
40	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-4%	-5%	-5%	-6%	-6%	-7%	-7%	-8%
45	-3%	-3%	-4%	-4%	-5%	-5%	-6%	-6%	-7%	-7%	-8%	-8%	-9%
50	-4%	-4%	-5%	-5%	-6%	-6%	-7%	-7%	-8%	-8%	-9%	-9%	-10%
55	-5%	-5%	-6%	-6%	-7%	-7%	-8%	-8%	-9%	-9%	-10%	-10%	-11%
60	-6%	-6%	-7%	-7%	-8%	-8%	-9%	-9%	-10%	-10%	-11%	-11%	-12%
65	-7%	-7%	-8%	-8%	-9%	-9%	-10%	-10%	-11%	-11%	-12%	-12%	-13%
70	-8%	-8%	-9%	-9%	-10%	-10%	-11%	-11%	-12%	-12%	-13%	-13%	-14%
75	-9%	-9%	-10%	-10%	-11%	-11%	-12%	-12%	-13%	-13%	-14%	-14%	-15%
80	-10%	-10%	-11%	-11%	-12%	-12%	-13%	-13%	-14%	-14%	-15%	-15%	-16%
85	-11%	-11%	-12%	-12%	-13%	-13%	-14%	-14%	-15%	-15%	-16%	-16%	-17%
90	-12%	-12%	-13%	-13%	-14%	-14%	-15%	-15%	-16%	-16%	-17%	-17%	-18%
95	-13%	-13%	-14%	-14%	-15%	-15%	-16%	-16%	-17%	-17%	-18%	-18%	-19%
100	-14%	-14%	-15%	-15%	-16%	-16%	-17%	-17%	-18%	-18%	-19%	-19%	-20%



Das Kunststoff-Zentrum.



5. Baustellenbedingungen



6. Prüfungen

- **Eigenüberwachung**
Wird vom Verleger durchgeführt und protokolliert.
- **Fremdüberwachung**
Wird von qualifizierten Prüfinstituten oder Sachverständigen durchgeführt. Überprüfung der Eigenüberwachung, Kontrollprüfungen und ergänzende Prüfungen im Labor
- Über die Qualität und Ordnungsgemäße Ausführung der Schweißverbindungen ist in der Regel ein Nachweis zu führen. Dies geschieht durch **laufende Überwachung** der Schweißarbeiten und **Protokollierung der Ergebnisse**.

6. Prüfungen

Qualitätskriterien	Prüfungsumfang	Nahtformen
Beschaffenheit	durchgehend	visuell Reißnadel
Abmessungen	Stichproben	mechanisch
Festigkeit	Stichproben	Schälversuch
Dichtigkeit	durchgehend	Vakuum Hochspannung

DVS 2225-4 gibt Aussagen über

- Prüfverfahren
- Anwendungsbereich
- Durchführung
- Wertung der Ergebnisse
- Grenzen des Prüfverfahrens

Das Kunststoff-Zentrum.



6. Prüfungen

Prüfen der Beschaffenheit:

- durch Inaugenscheinnahme:
Fehlstellen, Unregelmäßigkeiten, Gleichmäßigkeit, Form, Lage, Oberflächenfehler, Kerben ...
- Reißnadel / Schraubendreher an Nahtkanten unter Druck entlangführen:
ungeschweißte Bereiche

Bewertung nach DVS 2225-4, Abschnitt 6.2.5

Das Kunststoff-Zentrum.

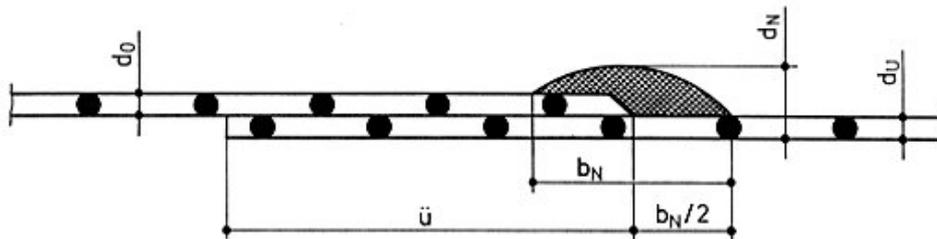


6. Prüfungen

Prüfen der Abmessungen:

Nahtdickenfaktor $f_{NA} = d_N / (d_o + d_u)$

Nahtdickenfaktor bei Auftragnahmt $1,25 < f_{NA} < 1,75$



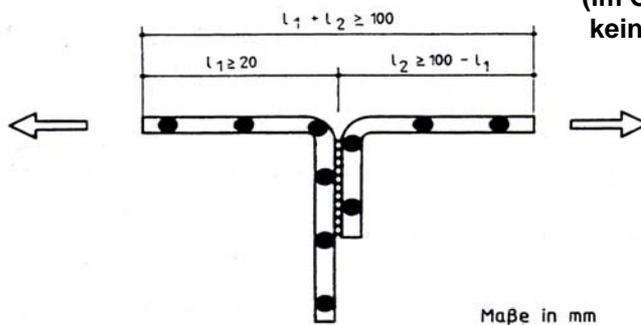
Das Kunststoff-Zentrum.



6. Prüfungen

Prüfen des Versagensverhaltens (Schälversuch):

- Versuchsdurchführung nach DVS 2226-3
- Bewertet wird die Verstreckung
(im Grundmaterial / Schalen der Naht /
kein plastisches Verformungsverhalten)



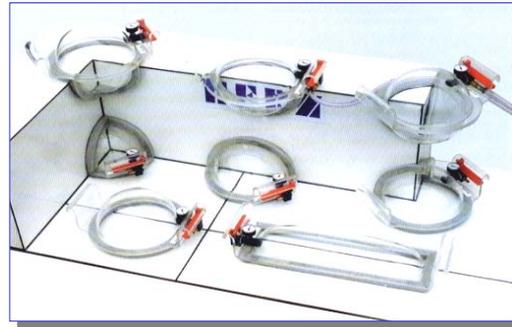
Das Kunststoff-Zentrum.



6. Prüfungen

Prüfen auf Dichtheit:

- durchsichtige Prüfglocke mit Anpressdichtung
- zu prüfender Nahtbereich wird mit einer blasenbildenden Flüssigkeit eingestrichen.



Werkstoff	Prüfunderdruck	Prüfdauer sec.
PE-HD	0,5	10

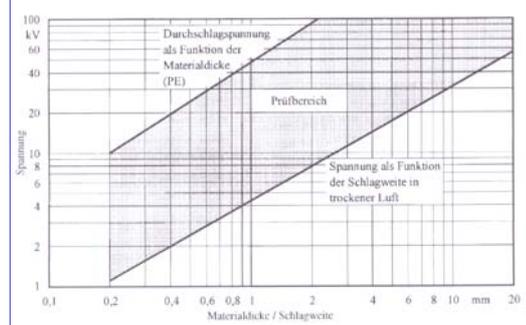


Das Kunststoff-Zentrum.

SKZ

6. Prüfungen

- Prüfspannung auf Werkstoff und Dicke der Bahn sowie auf die Schweißnahtbreite abstimmen.
- Prüfspannung liegt ab einer Dicke von 2,5mm bei etwa 60 kV
- Bürstenelektrode wird mit einer Geschwindigkeit von ~10m/min über die Naht geführt



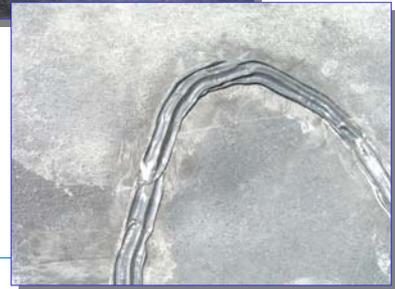
Das Kunststoff-Zentrum.

7. Problematik

Probleme sind

- **schlechte / keine Ausbildung** der ausführenden Schweißer (kein Grundverständnis, „billige Arbeitskräfte“)
- **keine / zu wenig Erfahrung** der Schweißer (Vorgehen, Probleme erkennen, schwierige und anspruchsvolle Stellen schweißen)

Das Kunststoff-Zentrum.



7. Problematik

- **schlechte / unvollständige Ausrüstung** (Extruder entsprechen nicht dem Stand der Technik, Schweißschuhe nicht angepasst, keine / nicht kalibrierte Prüfgeräte, zu viele Baustellen → zu wenig Ausrüstung vor Ort, schlechte Elektrik (Generatoren, Kabeltrommeln)...))
- **keine / zu wenig Überprüfung der Schweißnahtqualität**
- **Zeitdruck** (Schweißen ist letzte Tätigkeit: alles muss sehr schnell erfolgen)
- **kein / ungenügender Witterungsschutz**
- **schlechte / nicht schweißgerechte Planung (Improvisation)**

Das Kunststoff-Zentrum.



8. Fazit

- Problematik ist nicht das Schweißen und Verlegen an sich (ist geregelt)!
- teure Vernichtung / Reduktion der ingenieurmäßig vorhandenen Basis, bestehend aus
 - Materialsicherheit
 - Verlegesicherheit
 - Fügesicherheit
 - Bauwerkssicherheit und Lebensdauer



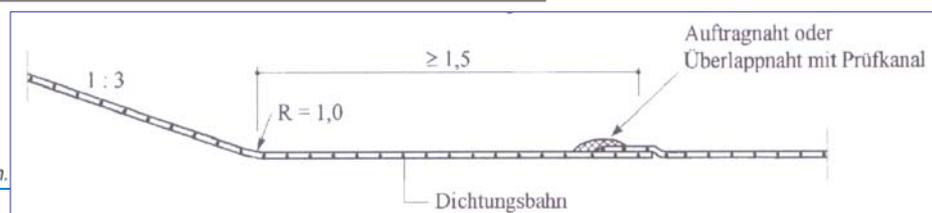
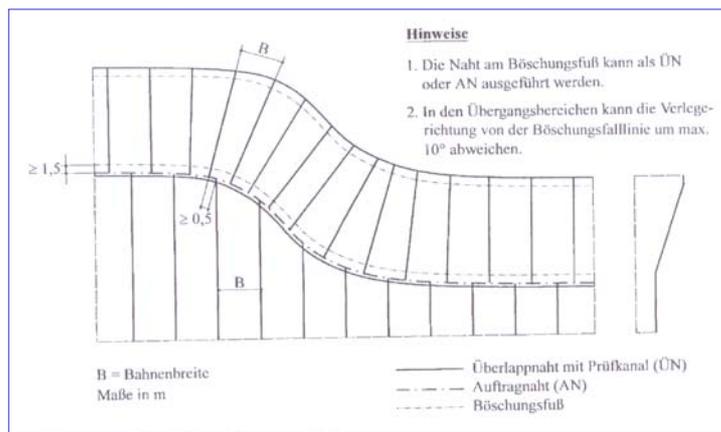
durch (leicht vermeidbare) Fehler.

Die ökonomischen Fesseln senken die Qualität und damit die Sicherheit der gesamten Bauwerke unverhältnismäßig!

Das Kunststoff-Zentrum.



Planung und Verlegung



Das Kunststoff-Zentrum.

Lagerung



Das Kunststoff-Zentrum.



Probeschweißungen



Das Kunststoff-Zentrum.



Wichtige Schweißausrüstung:

- Thermometer / Hygrometer (Taupunkt)
- Temperaturmessgerät (Masse- bzw. Warmgasfühler, kalibriert)
- geeignete Schleifer (Winkel- oder Bandschleifer, geeignete Körnung „100“ (sonst zuviel Abtrag / zu heiß))
- Schaber (z. B. Dreikantschaber)
- Warmgasschweißgerät zum Heften mit Breitschlitzdüse, Andrückrolle
- (Reinigungs-) Tücher (sauber!)
- Warmgasextrusionsschweißgerät (regelmäßig gewartet, entspr. dem Stand der Technik)
- Schweißschuhe
- Schweiß- und Prüfprotokolle (siehe DVS 2225-4)

Das Kunststoff-Zentrum.

