Branchenempfehlung

Verlegung von Kabelschutzrohren aus Kunststoff

Richtlinien für die Verlegung im Erdreich

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Association des entreprises électriques suisses
Associazione delle aziende elettriche svizzere

Impressum und Kontakt

Herausgeber
Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE
Hintere Bahnhofstrasse 10, Postfach
CH-5001 Aarau
Telefon +41 62 825 25 25
Fax +41 62 825 25 26
info@strom.ch
www.strom.ch

Erarbeitet durch eine Arbeitsgruppe des VSE

Mitglieder:

Peter Stauffer	Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile	VKR	Aarau
Mathias Leisinger	Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile	VKR	Aarau
	HakaGerodur AG		Benken
Christian Binder	Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile	VKR	Aarau
	SYMALIT AG		Lenzburg
Walter Scherrer	BKW FMB Energie AG		Nidau
Toni Nussbaum	Sankt Galler Stadtwerke sgsw		St. Gallen
Harry Ringeisen	St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG SAK		St. Gallen
Hansjörg Born	Swisscom (Schweiz) AG		Bern
Markus Feuz	Swisscom (Schweiz) AG		Bern
Andreas Meier	Brugg Kabel AG		Brugg
Beat Kurmann	Eidg. Starkstrominpektorat ESTI		Fehraltdorf
Christoph Maurer	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen	VSE	Aarau

In Zusammenarbeit mit:
Suva, Abteilung Arbeitssicherheit, Bereich Bau, WIL / MLM

Titelbild
Foto wurde freundlicherweise von sgsw zur Verfügung gestellt
Die Grabentiefe auf dem Foto beträgt 1 m

Druckschrift Nr. 1103d, Ausgabe 2010

Copyright
© Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE
Alle Rechte vorbehalten. Gewerbliche Nutzung der Unterlagen ist nur mit Zustimmung des VSE und gegen Vergütung erlaubt. Ausser für den Eigengebrauch ist jedes Kopieren, Verteilen oder anderer Gebrauch dieser Dokumente als durch den bestimmungsgemässen Empfänger untersagt. Der VSE übernimmt keine Haftung für Fehler in diesem Dokument und behält sich das Recht vor, dieses Dokument ohne weitere Ankündigungen jederzeit zu ändern.

Inhaltsverzeichnis

1 ZIEL UND ZWECK 4

1.1 Grundlagen 4

1.2 Geltungsbereich 5

1.3 Standardisierte Rohr-Nennweiten 5

2 TRANSPORT UND LAGERUNG 5

2.1 Transport 5

2.2 Lagerung 5

3 VERLEGUNG 6

3.1 Verlegen von Kabelschutzrohren in Stangen 6
3.1.1 Vorbereiten der Rohre 6
3.1.2 Rohrverbindungen 6
3.1.3 Längenausdehnung (Dilatation) der Rohre 8
3.1.4 Einmessen der Rohre 8
3.1.5 Richtungsänderungen 8
3.1.6 Rohrablängung auf der Baustelle 9

3.2 Verlegen von Kabelschutzrohren in Rollen 9

3.3 Einbetten, Einfüllen und Verdichten von Gräben 10
3.3.1 Graben 10
3.3.2 Einbettung 10

3.4 Einfüllen und Verdichten 11
3.4.1 Strassen und Plätze 11
3.4.2 Kultur- und Wiesland 11
3.4.3 Rohranlagen im Gefälle 11
3.4.4 Rohrmontage an Kunstbauten 11

4 KALIBRIERUNG 11

4.1 Abnahmeprüfung 11

4.2 Kalibermasse 12

5 ENTSORGUNG 12

1 Ziel und Zweck

Diese Richtlinien wurden durch eine Arbeitsgruppe des Verbands Schweizerischer Elektrizitätswerke VSE erarbeitet. Sie dient den verantwortlichen Personen im Bereich Kabelleitungsbau als Orientierungshilfe für die professionelle Verlegung von Kabelschutzrohren aus Kunststoff. Zudem kann sie als Vorlage für die Erstellung werkseigener Vorschriften verwendet werden.

1.1 Grundlagen

Sammlung der amtlichen Bundes- und der kantonalen Gesetzgebung. Im Speziellen sind dies:

- Bundesgesetz betreffend die elektrische Schwach- und Starkstromanlagen vom 24. Juni 1902 (Elektrizitätsgesetz, EleG), SR 734.0
- Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen vom 30. März 1994 (Schwachstromverordnung), SR 734.1
- Verordnung über elektrische Starkstromanlagen vom 30. März 1994 (Starkstromverordung), SR 734.2
- Verordnung vom 7. Dezember 1992 über das Eidgenössische Starkstrominspektorat, SR 734.24
- Weisungen, Richtlinien, Empfehlungen, usw. des Eidgenössischen Starkstrominspektorates (ESTI), abrufbar unter: www.esti.admin.ch.
- Verordnung vom 30. März 1994 über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV), SR 734.31
- Verordnung vom 29. Juni 2005 über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung, BauAV), SR 832.311.141
- Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20
- Richtlinien über den Schutz der Gewässer, abrufbar unter: www.strom.ch
- Bundesgesetz vom 4. Oktober 1963 über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsgesetz, RLG), SR 746.1
- Rohrleitungsverordnung vom 2. Februar 2000 (RLV) SR 746.11
- Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA), beziehbar unter: www.sia.ch.
  - SIA 118 Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
  - SIA 190 Kanalisationen
  - SIA 205 Verlegung von unterirdischen Leitungen - Räumliche Koordination und technische Grundlagen
  - SIA 405 GEO405: Geoinformationen zu unterirdischen Leitungen
- Normpositionen-Katalog (NPK) der Schweizerischen Zentralstelle für Baurationalisierung CRB, abrufbar unter: www.crb.ch.
- Norm SN 640 535 C Grabarbeiten, beziehbar unter: www.snv.ch.
- Richtlinie des Bundesamtes für Umwelt BAFU für die Verwertung mineralischer Bauabfälle, Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch, beziehbar unter: www.umwelt-schweiz.ch.
- Technische Verordnung vom 10. Dezember 1990 über Abfälle (TVA), SR 814.600
- Güteanforderungen VKR RL01-10d Kabelschutzrohre aus Polyethylen des Verbandes für Kunststoff-Rohre und –Rohrleitungsteile, abrufbar unter: www.vkr.ch
- Bestehende Werkvorschriften der Netzbetreiber und Swisscom (Schweiz) AG.

Die vorliegende Auflistung ist nicht abschliessend und befreit den Unternehmer nicht, weitere für die Arbeiten massgebenden Richtlinien, Verordnungen und Gesetze einzuhalten.

1.2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Erdverlegung von Kabelschutzrohren und Zubehörteilen aus Polyethylen (PE), welche für den Kabelschutz im Bereich der Telekommunikation sowie der Elektrizitätsversorgung (Hoch- und Niederspannung) vorgesehen sind. Die offene Verlegung von Kabelschutzrohren (z.B. Montage an Kunstbauten / Brücken) wird in dieser Richtlinie nur am Rande beschrieben. In diesem Fall ist die Koordination aller am Objekt Beteiligten unumgänglich.

Die Verlegung der Rohre kann auf herkömmliche Weise, also im normalen Grabenbau erfolgen. Im Weiteren können auch alternative Leitungsbaumethoden angewendet werden wie:

- Einpflügen mit Kabelpflug
- Erdrakete
- Press- und Schlagvortrieb
- Bohrung
- Fräsen

1.3 Standardisierte Rohr-Nennweiten

Kabelschutzrohre mit Rohr-Nennweiten DN = 28, 34, 40, 55, 60, 80, 100, 120, 150, 200 mm sind standardisiert.
Sind Rohre über NW 200 mm erforderlich, können diese vom Planer und / oder Bauherrn bestimmt werden.

2 Transport und Lagerung

Die Rohre werden standardmässig in Stangen (gemufft und ungemufft, lose, gebündelt oder in Palettenrahmen verpackt) oder in Rollen geliefert. (siehe auch Güteanforderungen VKR RL01-10d)

2.1 Transport

Die Rohre sind sorgfältig und schonend auf- und abzuladen. Während des Transportes müssen sie auf der ganzen Länge aufliegen und seitlich genügend abgestützt sein, um bleibende Verformungen zu verhindern.

2.2 Lagerung

Die Lagerung der Rohre hat so zu erfolgen, dass keine Verformungen und Beschädigungen eintreten.
Rohrpakete sind so zu stapeln, dass die Rahmenhölzer aufeinander zu liegen kommen. Rollenrohre sind liegend zu lagern.
Das Schleifen von Rohren und Formteilen über grössere Strecken oder auf hartem Untergrund ist zu vermeiden.

3 Verlegung

3.1 Verlegen von Kabelschutzrohren in Stangen

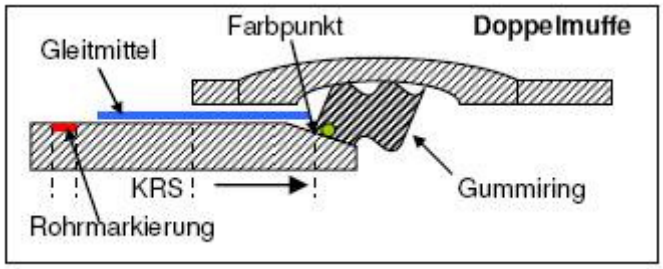
3.1.1 Vorbereiten der Rohre

Die entsprechende Anzahl Rohre auf der Grabensohle auslegen.
Die Muffen und Spitzenden sind folgendermassen vorzubereiten:

- Spitzende mit Putzlappen reinigen
- Spitzende aussen und Muffe innen gut reinigen.
- Bei Verbindungen mit Gummidichtungen das Spitzende (inkl. angeschrägte Fläche) mit Gleitmittel bestreichen

Kabelschutzrohre können mit oder ohne Dichtungen verlegt werden (Verlege- und Werkvorschriften beachten).

Bemerkung: Die Dichtungen werden durch den Rohrhersteller / Rohrlieferanten eingesetzt und sind somit im Lieferumfang enthalten. Der Farbpunkt auf dem Gummiring zeigt immer in Richtung Rohröffnung wo das Spitzende des anderen Rohres eingeschoben wird.



3.1.2 Rohrverbindungen

Nach dem Vorbereiten der Rohre gemäss 3.1.1 wird die Rohrverbindung folgendermassen ausgeführt:

a) Rohrverbindung mit angeformter Muffe und Gummidichtung:

- Rohr mit angeformter Muffe und das Spitzende mit angebrachter Markierung axial ausrichten (Bild 1)
- Spitzende in die Muffe einführen (Bild 2)
- Rohr am Ende anheben und von Hand mit einer Drehbewegung bis zur Markierung einschieben (Bild 3)

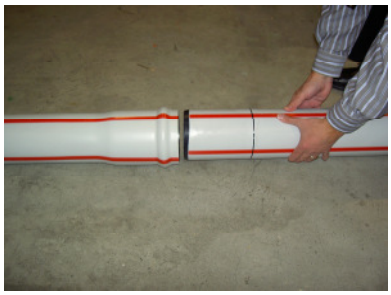


Bild 1

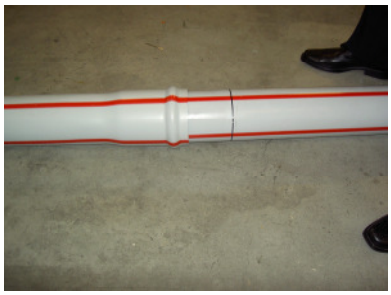


Bild 2

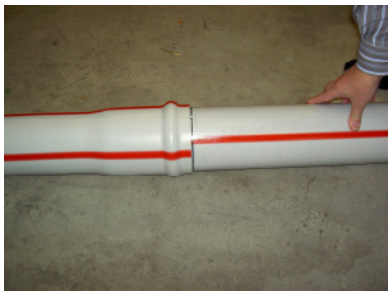


Bild 3

b) Rohrverbindung mit Doppelsteckmuffe ohne Gummidichtung:

- Gegebenenfalls Markierung anbringen (Bild 4)
- Muffe mit Drehbewegung bis zur Markierung über Rohr schieben (Bild 5)
- → ***Schlagwerkzeuge nur in Verbindung mit Kantholz verwenden!*** (Bild 6)
- Rohre und Muffe axial ausrichten (Bild 7)
- Spitzende mit Drehbewegung bis zur Markierung in Muffe einführen (Bild 8)
- → ***Schlagwerkzeuge durch zweite Person auf der Gegenseite des Rohres nur in Verbindung mit Kantholz verwenden!*** (Bild 9). Dabei Muffe und Spitzende gegen Auslenken festhalten. Markierung beachten.
- → **Bei jedem Arbeitsunterbruch die Rohrenden und Muffen mit Muffenstopfen verschliessen**

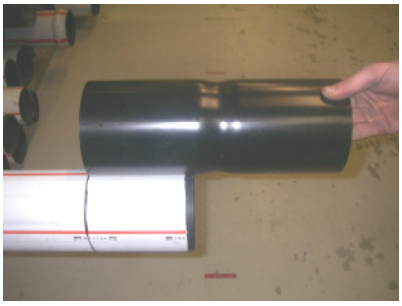


Bild 4

Bild 5

Bild 6

Bild 7

Bild 8

Bild 9

c) Verschweissen von Kabelschutzrohren

Grundsätzlich sind Kabelschutzrohre aus HD-PE schweissbar.
Schweissbarkeit anderer Materialien nach Angaben Hersteller.

3.1.3 Längenausdehnung (Dilatation) der Rohre

Infolge des hohen linearen Ausdehnungs-Koeffizienten von thermoplastischen Kunststoffen ist der Längenänderung bei grossen Temperaturschwankungen während der Verlegephase Beachtung zu schenken.

Bei ungenügender Einstecktiefe besteht deshalb die Gefahr, dass sich die Rohre aus der Muffe zurückziehen.

Formel: $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T \ \ [m]$

$\Delta l = Längenänderung\ des\ Kunststoffrohres \ \ [m]$

$\alpha = Längenausdehnungskoeffizient\ für\ Kunststoffrohre: \ 0.00018 \ \left[\frac{1}{K}\right] \quad oder \quad 18 \cdot 10^{-5} \left[\frac{1}{K}\right]$

$l_0 = Länge\ des\ Kunststoffrohres\ vor\ Temperaturänderung \ [m]$

$\Delta T = Umgebungstemperaturänderung \ [K]$

(K steht für Kelvin und entspricht der Temperaturänderung in °C.
K wird in der korrekten Formelbezeichnung verwendet)

Beispiel:
An einem sonnigen Herbstnachmittag werden Kabelschutzrohre aus Kunststoff von 10 m Länge verlegt. Durch die Sonneneinstrahlung erwärmen sich die Rohre auf 40°C. Am nächsten Morgen beträgt die Temperatur der Rohre nur noch 5°C.
Wieviel beträgt Längenänderung ***eines*** Rohres in Metern?

Lösung:
$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T \ \ [m] = 0.00018 \cdot 10 \cdot 35 = \underline{\underline{0.063\ m}}$

Somit verkürzt sich ein Rohr um 63 mm.

Fazit: Rohre wenn möglich am frühen Vormittag verlegen!

3.1.4 Einmessen der Rohre

Das Einmessen der Rohre muss vor dem Einfüllen des Grabens erfolgen.

3.1.5 Richtungsänderungen

Bei Richtungsänderungen sind die Rohre (vorgeformte, flexible Bogen oder auf der Baustelle kaltgebogene Rohre) einzubetonieren.
In Bogen sollen keine Muffenverbindungen platziert werden.
Bei kaltgebogenen Rohren sind die in der Tabelle 1 aufgeführten minimalen Biegeradien einzuhalten.

Die durch das Kaltbiegen auftretende Ovalität des Rohres darf die nachfolgende Kalibrierung nicht behindern.

Tabelle 1

DN	Verlegeradius bei [m]			Minimale Einsteck-tiefe [mm]	Thermischer Längen-ausdehnungs-koeffizient α
	20 °C	10 °C	0 °C		
60	1.50	2.70	3.60	110	$0.00018 \left[\frac{1}{K}\right]$
80	2.00	3.60	4.80	110	
100	3.00	5.00	7.50	134	
120	4.80	8.40	12.00	158	
150	6.00	10.50	15.00	195	
200	8.00	14.00	20.00	250	
K 28	0.70	1.26	1.68	-	
K 34	0.85	1.53	2.04	-	
K 40	1.00	1.80	2.40	120	
K 55	1.65	2.75	4.13	130	

gemäss VKR RL01-10d
Richtlinie Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile

gemäss Pflichtenheft Swisscom (Schweiz) AG

3.1.6 Rohrablängung auf der Baustelle

Das Ablängen der Rohre soll so erfolgen, dass Reste unter Verwendung einer Doppelmuffe wiederverwendet werden können:

- gewünschtes Mass anzeichnen und mit feinzahniger Säge rechtwinklig ablängen
- Rohr mit Raspel oder Anfasgerät anschrägen

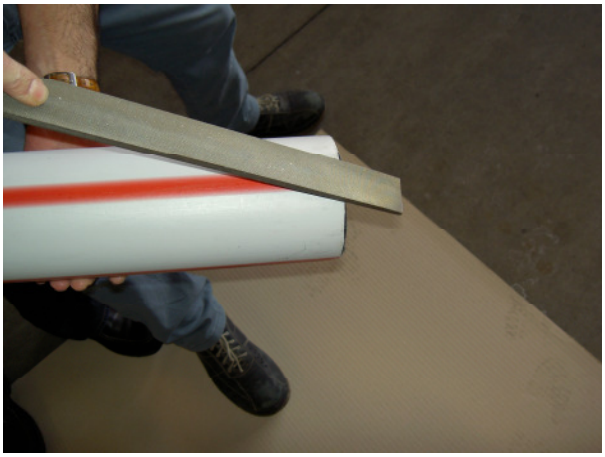


Bild 10: Anschrägen mit Raspel

Bild 11: Anschrägen mit Anfasgerät

3.2 Verlegen von Kabelschutzrohren in Rollen

Bevor die Rohre ins Grabenprofil verlegt werden, sind sie abzurollen und einige Zeit geradlinig auf dem Boden ausgelegt liegen zu lassen. Dadurch können sich die durch das Aufrollen im Material entstandenen Spannungen wieder abbauen.
Um Drallbildungen zu verhindern, dürfen die Rohre nicht aus der Rolle gezogen werden.

3.3 Einbetten, Einfüllen und Verdichten von Gräben

3.3.1 Graben

Die Grabenbreite muss nach den Vorgaben der Bauarbeitenverordnung (BauAV) ausgelegt werden.

Als Ergänzung zur Bauarbeitenverordnung (BauAV) und gemäss gängiger Praxis kann folgendes gesagt werden:

⇨ Bei der Verlegung von **Rohrblöcken** in Gräben bis 1 m Tiefe ist es, entgegen der BauAV, Art.55, Absatz 3, Buchstabe a, nicht notwendig, für die Begehbarkeit noch 40 cm dazuzurechnen. Es kann die Normprofilbreite des Rohrblocks als Grabenbreite angenommen werden. Die Mindestbreite des Grabens soll jedoch dem theoretischen Aussenmass eines Rohres + 40 cm entsprechen.

⇨ Bei der Verlegung von **einzelnen Rohren** in Gräben bis 1 m Tiefe gilt:

a) **Graben muss für das Verlegen begangen werden:**
Grabenbreite = Aussendurchmesser des Rohres + 40 cm
gem. BauAV, Art.55, Absatz 3, Buchstabe a

b) **Graben muss für das Verlegen *NICHT* begangen werden:**
Grabenbreite = Aussendurchmesser des Rohres + beidseitige Verdämmung

Ab einer Grabentiefe von über 1 m gilt immer BauAV, Art.55, Absatz 3, Buchstabe b:

Grabenbreite mindestens 60 cm!

3.3.2 Einbettung

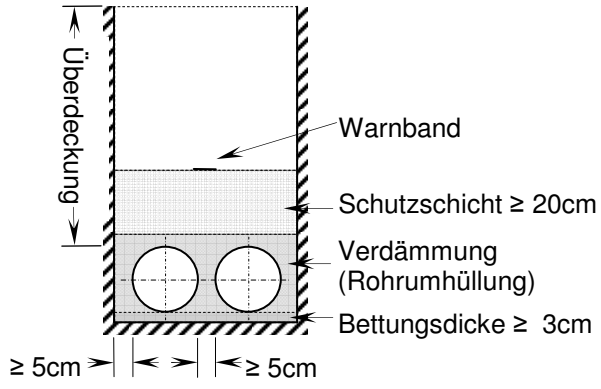


Bild 12

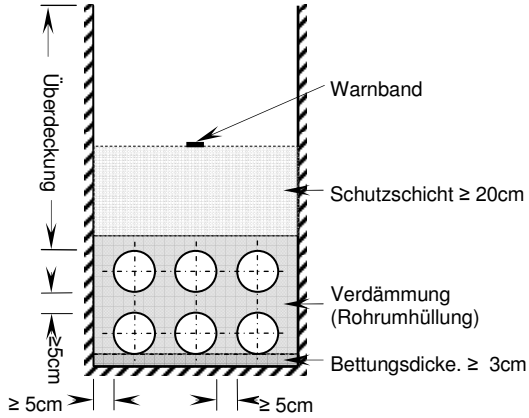


Bild 13

- Über der Schutzschicht soll das Warnband verlegt werden (Bild 12 und 13).
- Die minimale Überdeckung ist, je nach Verwendungsart der Rohre, der Leitungsverordnung (LeV) zu entnehmen.
- Für die Bettung, Verdämmung und Schutzschicht ist, je nach Beanspruchung der Kabelschutzrohre, feinkörniges, geeignetes Material zu verwenden (Aushubmaterial, Sand, Beton, etc.).
- Quellfähige Distanzhalter sind zu entfernen.
- Bei mehrlagigen Rohrblöcken hat der Abstand zwischen den Lagen mindestens 5 cm zu betragen (Bild 13).

3.4 Einfüllen und Verdichten

3.4.1 Strassen und Plätze

Die minimale Überdeckung von Rohren richtet sich nach den Vorschriften der jeweils kompetenten Behörde. Bei zulässiger Minderüberdeckung sind angemessene Schutzmassnahmen (Beton oder ähnliches) zu treffen. Durch Terrainverschiebungen / Strassenbauten kann die Minimalüberdeckung über bestehenden Rohranlagen variieren.
Beim Einfüllen und Verdichten des Grabens sind die einschlägigen Normen und die Richtlinien der jeweils kompetenten Behörde zu befolgen.

3.4.2 Kultur- und Wiesland

Die Leitungen sind genügend tief zu verlegen (Tiefenlockerung). Wasserführende Schichten sind zu beachten. Der Graben soll weder zur Entwässerung dienen noch eine Wassersperre sein.

3.4.3 Rohranlagen im Gefälle

Rohranlagen im Steilhang (Gefälle) sind gegen das Abrutschen in der Längs- oder Querrichtung zu sichern (z.B. mit Betonriegeln).

3.4.4 Rohrmontage an Kunstbauten

Bei der offenen Verlegung von Kabelschutzrohren (z.B. Montage unter oder seitlich an einer Brücke) ist die Verlegung zwischen Planer, Unternehmer, Bauherr und Lieferant zu besprechen. Es gelten neben den ästhetischen Aspekten auch die technischen Gesichtspunkte wie Dilatation, UV- und Witterungsstabilität, Temperaturbeständigkeit und Montage zu berücksichtigen.

4 Kalibrierung

4.1 Abnahmeprüfung

Sämtliche Rohranlagen müssen nach Art. 157 ff Norm SIA 118 abgenommen werden. Die Abnahme ist durch ein beidseitig unterzeichnetes Protokoll zu bestätigen.
Mit der Abnahme wird der fachlich richtige Einbau der Rohranlage überprüft und sichergestellt, so dass insbesondere:
- die maximal zulässige Verformung der Rohre nicht überschritten ist,
- die Rohranlage frei von Verunreinigungen ist (Sand, Kies, Fremdkörper).

Die Kalibrierung wird am vorschriftsgemäss ausgeführten Rohrblock durchgeführt.

4.2 Kalibermasse

Das Kaliber hat einen vorgeschriebenen Durchmesser, der eine maximale Verformung des Rohres von 10% zulässt. (Bild 14 und Tabelle 2)

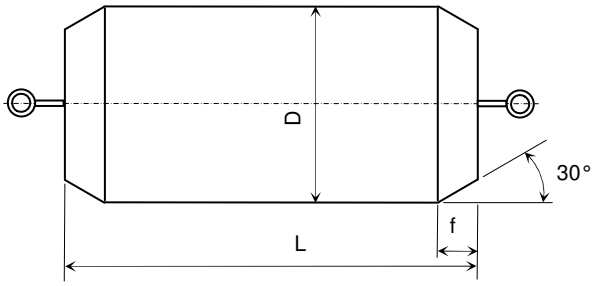


Bild 14

Tabelle 2

DN	Kalibermasse [mm]		
	Durchmesser D	Länge L	Anfasung f
60	54	118	10
80	72	118	15
100	90	185	20
120	108	185	25
150	133	185	30
200	175	185	30
K 28	24	55	5
K 34	30	65	5
K 40	36	80	7.5
K 55	49	95	15

5 Entsorgung

Die Entsorgung der Bauabfälle ist gemäss den Grundsätzen der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) durchzuführen.

Die Bauabfälle mit Kunststoffmaterialien wie Restrohre fallen gem. Art. 9 Abs. 1 Bst. c TVA unter die Kategorie:
«Brennbare Abfälle wie Holz, Papier, Karton und Kunststoffe».

Weiter müssen die Abfälle gemäss TVA nach untenstehender Reihenfolge behandelt werden:

a) Wiederverwenden
b) Verwerten
c) Verbrennen in Kehrichtverbrennungsanlagen

Die Wiederverwertung von Rohrstücken ist aus wirtschaftlichen Gründen anzustreben.
Kleinere, saubere und sortenreine Rohrabschnitte, die auf den Baustellen keine Verwendung mehr finden, werden nach Absprache von den Rohrherstellern zurückgenommen und recycliert.