Vorschriften für Bau und Kalibrierung von Rohranlagen

Inhaltsverzeichnis

1. Kabelrohranlagen 2
1.1. Grundlagen 2

2. Transport und Lagerung 2
2.1. Transport....2
2.2. Lagerung....2

3. Verlegung der Kunststoffrohre 3
3.1. Grabensohle 3
3.2. Vorbereiten der Rohre....3
3.3. Rohrverbindungen....3
3.4. Längenausdehnung (Dilatation) der Rohre....4
3.5. Richtungsänderungen 4
3.6. Rohrablängen auf der Baustelle 5
3.7. Einmessen der Rohre....5
3.8. Einbettung der Rohre 5

4. Kalibrierung 6
4.1. Voraussetzung 6
4.2. Zweck 6
4.3. Toleranz....6
4.4. Mittel 6
4.5. Ausführung....6

5. Erdungsband 7

6. Einzugsschnur 7

7. Rohrmontage an Kunstbauten 7

Ausgabe / Version	Freigabe	Gültigkeit
2027 / 2027	TF	ab 01.11.2026

1. Kabelrohranlagen

Die Betriebssicherheit einer Kabelanlage hängt nebst der Kabelverlegung weitgehend auch von der baulichen Ausführung der Kabelrohranlage ab. Es ist daher sehr wichtig, dass die Verlegung der Kabelschutzrohre, ob im Beton unter einer Brücke oder in Sonderfällen direkt im Erdreich verlegt, gewissenhaft und sorgfältig ausgeführt wird. Nach jeder Bauetappe / jedem Arbeitsgang muss die Rohranlage daher eingehend auf ihre Funktionstauglichkeit kontrolliert und vor Eindeckung georeferenziert (GIS) eingemessen werden.

Als Rohre werden Kabelschutzrohre aus Polyethylen (PE-HD; PE-LD), sowie aus Polyethylen verstärkt (strukturiert, Bsp. DIL-force) zugelassen. Die zum Einsatz gelangende Qualität der Rohre wird fallweise, entsprechend der geforderten Verlege- resp. Montageart, durch das TBA festgelegt. Es kommen vorzugsweise Rohre in weisser Ausführung zum Einsatz, wobei die weisse Aussenschicht die Längsausdehnung bei Schwankungen der Aussentemperatur erheblich reduziert. Zur Kennzeichnung der Rohranlagen als Stromnetz müssen die Rohre mit roten Längsstreifen versehen sein. Der Einsatz von PVC-Rohren sowie „Flex-Rohren“ ist nicht gestattet.

1.1. Grundlagen

- Normblätter Tiefbauamt Graubünden (201we072-d.pdf)
- Sammlung der bundesrechtlichen Vorschriften über Elektrische Anlagen
- Empfehlungen des Eidgenössischen Starkstrominspektorates (ESTI)
- Richtlinien der SUVA
- Normen und Empfehlungen des SIA
- Gewässerschutzmassnahmen beim Strassenbau des BUWAL
- NPK der Schweizerischen Bauwirtschaft
- Technische Verordnung über Abfälle des BUWAL
- Güteanforderung des VKR betreffend Kabelschutzrohranlagen aus PE (c+s)
- Werkvorschriften der VSE-Mitgliederwerke und der Swisscom
- Verlegung von Kabelschutzrohren aus Kunststoff, Branchenempfehlungen VSE

2. Transport und Lagerung

Die Rohre werden standardmässig in Stangen von 5 m und 10 m Länge angeliefert.

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. Den Transportvorgaben der Lieferanten ist Folge zu leisten.

2.2. Lagerung

Die Lagerung der Rohre hat so zu erfolgen, dass keine Verformungen und Beschädigungen eintreten. Rohrstapel sind deshalb auf einer in Längsrichtung der Rohre möglichst ebenen horizontalen oder schrägen Fläche zu errichten. Das Schleifen der Rohre und Formteile auf hartem Untergrund ist zu vermeiden. Schleifspuren können Undichtheiten verursachen. Die Muffen und Rohrenden sind mit Endkappen vor Verschmutzung zu schützen. Den Vorgaben der Lieferanten für die Rohrlagerung ist Folge zu leisten.

3. Verlegung der Kunststoffrohre

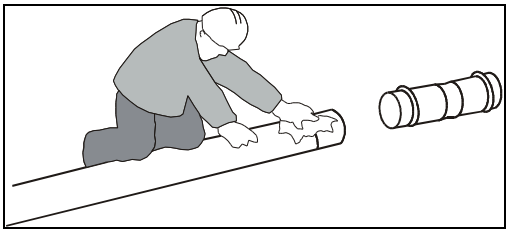
3.1. Grabensohle

Die Grabensohle muss mit einem durchgehenden Längsgefälle von min. 0,5 % erstellt werden. Die Entwässerung der Rohre erfolgt immer in einen Schacht. Bei ungenügendem Längsgefälle der Strasse sind die Rohre jeweils mit Dachgefälle zwischen zwei Schächten auszuführen, so dass die Überdeckung der obersten Rohre im Scheitelpunkt in jedem Fall min. 50 cm beträgt. Die Grabensohle auf saubere Planie kontrollieren.

3.2. Vorbereiten der Rohre

Die entsprechende Anzahl Rohre inkl. Muffen auf der Graben- oder Betonsohle auslegen. Durch einseitiges Anheben des Rohres dieses rundum auf Riss- und Bruchlosigkeit prüfen. Nur saubere und unverformte Rohre verlegen. Die Muffen und Spitzenden sind folgendermassen vorzubereiten:

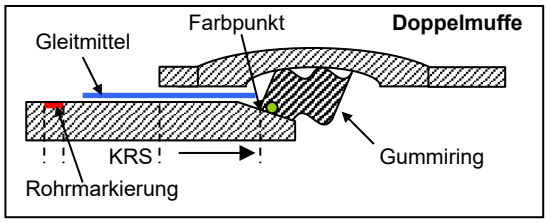
- Spitzende mit Putzlappen reinigen
- Muffenstopfen / Endkappen entfernen
- Rohrende aussen und Muffen innen gut reinigen und mit Gleitmittel bestreichen.



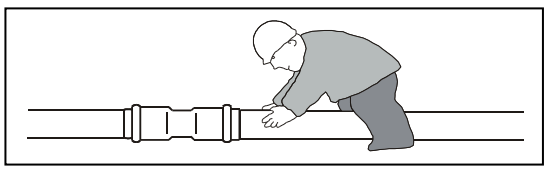
3.3. Rohrverbindungen

Nach dem Vorbereiten der Rohre wird die Rohrverbindung folgendermassen ausgeführt:

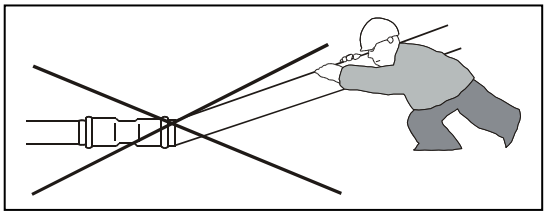
- Rohre und Muffen axial ausrichten
- Vorhandensein und richtigen Sitz der Gummiringe kontrollieren



- Spitzende in Muffenhals einführen
- Spitzende und Muffe gegen Auslenken festhalten



- Rohr von Hand, ohne Gewaltanwendung bis zur markierten Einstecktiefe einschieben.



Bei richtiger Verbindung kann das eingeschobene Rohr gegenüber der Muffe gedreht werden. Die Verbindungen müssen dicht sein, um ein Eindringen von Sand, Beton und "Zementmilch" zu vermeiden. Im Falle von angeformten Muffen an den Rohrstangen ist die Muffe gegenüber dem einzuschiebenden Rohr jeweils in Gefällsrichtung gesehen am oberen Punkt zu verlegen. Also so, dass kein allfällig vorhandenes Wasser in die Muffenverbindung eintritt. Nach jeder Bauetappe und bei Arbeitsunterbruch bis zur Fertigstellung der Anlage müssen die Rohre und Muffen mit Endkappen verschlossen werden.

3.4. Längenausdehnung (Dilatation) der Rohre

Infolge des relativ hohen linearen Ausdehnungskoeffizienten von Thermoplastrohren ist der Längenausdehnung bei Temperaturschwankungen Beachtung zu schenken.

Eine Temperaturdifferenz von 10º C ergibt auf 10 m Länge folgende Dilatation

- bei PE ca. 18 mm

Auf Grund dieser temperaturabhängigen Längenausdehnungen sollen Rohre wenn möglich am frühen Vormittag verlegt werden.
Bei ungenügender Einstecktiefe besteht wegen der Dilatation die Gefahr, dass sich die Rohre aus der Muffe zurückziehen und die Rohrverbindungen auseinanderbrechen.

Minimale Einstecktiefe:

PE DN 80∅	110 mm
PE DN 100∅	134 mm
PE DN 120∅	158 mm
PE DN 148∅	195 mm

3.5. Richtungsänderungen

Bei Richtungsänderungen sind kaltgebogene Rohre oder nach Anweisung der Bauleitung, vorgeformte Bogen einzubetonieren. Im Bogen dürfen keine Muffenverbindungen platziert werden. Der Verlegeradius für kaltgebogenen Rohre darf nachstehende Werte nicht unterschreiten.

Kabelschutzrohre aus Polyethylen (PE-HD, PE-LD, strukturiert DIL-force)

bei **20°C**				
Rohrdurchmesser DN (mm)	92/80	112/100	132/120	163/148
minimaler Verlegeradius (m)	2,00	3,00	4,80	6,00

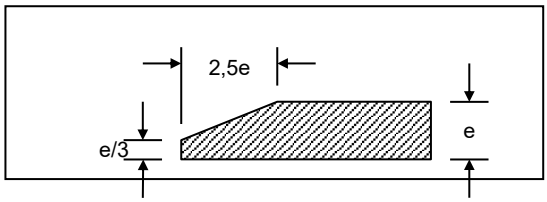
bei **10°C**				
Rohrdurchmesser DN (mm)	92/80	112/100	132/120	163/148
minimaler Verlegeradius (m)	3,60	5,00	8,40	10.50

bei **0°C**				
Rohrdurchmesser DN (mm)	92/80	112/100	132/120	163/148
minimaler Verlegeradius (m)	4,80	7,50	12,00	15,00

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

3.6. Rohrablängen auf der Baustelle

- gewünschtes Mass anzeichnen und mit feinzahniger Säge ablängen
- Rohr mit Raspel oder Anfasgerät anschrägen gemäss Güteanforderung VKR



3.7. Einmessen der Rohre

Das georeferenzierte Einmessen der Rohre für die Nachführung des GIS hat vor dem Einfüllen des Grabens durch den Geometer zu erfolgen.

3.8. Einbettung der Rohre

Beim Verlegen von mehreren Lagen Rohre wird zuerst die erste Lage Rohre gelegt und sofort einbetoniert. Vor dem Verlegen der zweiten Lage Rohre ist die erste Lage Rohre auf den geforderten Innendurchmesser zu kontrollieren / kalibrieren. Beim Betonieren müssen im Abstand von 1.5 m Kunststoff-Distanzhalter zwischen die Rohre gelegt werden. Eisen-, Armierungsstäbe oder quellfähige Distanzhalter (z.B. Holz) zwischen den Rohren sind nicht erlaubt. Die Distanz zwischen den einzelnen Rohrlagen und den Rohren zueinander hat mindestens 5 cm zu betragen.

Die Rohre werden im Regelfall eingeschalt und als Rohrblock ausbetoniert. Siehe dazu die Normblätter für Kabelblöcke in den bauspezifischen Normen für BSA des TBA (201WE072-d). Ausschliesslich auf Weisung der Bauleitung können Rohre in Ausnahmefällen, wie in Wiesland und Grünflächen, ohne Hüllbeton erdverlegt werden. Dabei dürfen nur Rohre aus verstärktem Polyethylen (strukturiert, z.B. DIL-force) verlegt werden. Bei erdverlegten Rohren ist die Grabensohle derart auszubilden, dass keine Steine und spitzen Gegenstände unter den Rohren zu liegen kommen. Ein fachmännischer Untergrund wird im Bedarfsfall mittels einer entsprechenden Einbettungsschicht aus z.B. Rundsand 0/4 oder lockerem Erdmaterial erreicht.

Die Überdeckung der Kabelschutzrohre bei Starkstromleitungen beträgt in jedem Fall mindestens 40 cm und bei Hochspannungsleitungen mindestens 80 cm.

Rohranlagen im Steilhang (Gefälle) sind gegen Abrutschen in Längs- / Querrichtung z.B. mittels Betonriegeln zu sichern.

In alle Rohre ist eine Zugschnur einzuziehen (s.a. Abs. 6) und an den Rohrenden sind Endkappen zum dichten Verschiessen der Rohre anzubringen.

Mit einem Sicherheitsabstand ≥ 20 cm ab Oberkante betoniertem Rohrblock sind Warnbänder längs über den gesamten Verlauf der Rohrblöcke im Erdreich einzulegen.

4. Kalibrierung

4.1. Voraussetzung

Für die Kalibrierung muss der Graben vorschriftsgemäss eingedeckt sein. Rohranfang und Rohrende sind offen. Werden im Bereich der Rohre Leitschranken gerammt, hat die Kalibrierung erst nach der Leitschrankenmontage zu erfolgen. „Fertig-Rohrelemente“ sind ebenfalls zu kalibrieren.

4.2. Zweck

Die Kunststoffrohre sind aus Thermoplasten und demzufolge temperaturabhängig und nicht formbeständig unter Last. Das Kalibrieren der fertigen Rohranlage soll den Nachweis erbringen, dass die Rohre

- keine Einschnürungen oder Hindernisse aufweisen
- die zulässige Toleranz des Durchmessers eingehalten wird (Kunststoffrohre)
- die Rohranlage dicht und frei von Verunreinigungen ist

4.3. Toleranz

Der minimale Innendurchmesser eines Kunststoffrohres darf nachfolgende Werte nicht unterschreiten (./. 10 % des Nominal DN ∅):

z.B. PE DN ∅ 80 mm min. ∅ 72 mm

4.4. Mittel

Zur Prüfung der Rohrfreiheit und der Kalibriertreue eignen sich Holzzylinder zweckmässiger Form und vorgespannter Reinigungsbürste. Beides wird zusammen von Hand an der Zugschnur durch das Rohr gezogen. Kalibrierkörper wie Kugeln, Petflaschen und dergleichen sind nicht zugelassen. Zugelassene und registrierte Kalibriermittel können auf rechtzeitige Anmeldung beim TBA Sektion Technik Thusis ausgeliehen werden.

Kalibermasse:

Nennmass Rohr	Kaliberdurchmesser	Kaliberlänge	Anfasung
PE DN ∅ 80 mm	72 mm	118 mm	15 mm
PE DN ∅100 mm	90 mm	185 mm	20 mm
PE DN ∅120 mm	108 mm	185 mm	25 mm
PE DN ∅148 mm	133 mm	185 mm	30 mm

4.5. Ausführung

Das Kalibrieren der Rohranlage wird durch die Bauunternehmung in Anwesenheit der örtlichen Bauleitung TBA am vorschriftsgemäss ausgeführten Rohrblock durchgeführt. Nach dem Kalibrieren der einzelnen Rohre ist ein Annahme-Kalibrierprüfprotokoll auszustellen welches allseitig unterzeichnet wird.

5. Erdungsband

Mit den betonierten Kabelrohrblöcken wird ein feuerverzinktes Erdungsband Fe 40x3 mm verlegt. Das Erdungsband ist dabei luftdicht vollständig betonumhüllt und ununterbrochen im Kabelrohrblock zu führen. Bei den Kabelschächten wird das Erdungsband ununterbrochen unter der Bodenplatte des Kabelschachtes hindurchgeführt. Die elektrischen Verbindungen von diesem Erdungsband auf den beidseitigen Erdanschlusspunkt „Fünfliber“ des Kabelschachtes muss vor dem ausbetonieren des Rohrblockes erfolgen. Sämtliche Erdungsverbindungen sind durch einen fachkundigen Elektroinstallateur der Unternehmung oder fallweise durch eine bauseits beigestellte Fachkraft zu erstellen. Die Verbindung der Erdungsbänder untereinander und die beidseitige Verbindung der Erdungsbänder auf die Erdanschlusspunkte der Kabelschächte sind gemäss Normblatt (201we072-d.pdf) des TBA Graubünden auszuführen.

Im Falle von erdverlegten Erdungsbänder oder wenn eine vollständige Betonumhüllung nicht sichergestellt werden kann sind Kupferbänder Cu 40x3 mm zu verwenden.

6. Einzugsschnur

Sämtliche Rohre sind für den späteren Kabelzug mit Zugschnüren zu versehen. Dabei sind nur Kunststoffschnüre vom Typ Polypropylen mit einem minimalen Durchmesser von 4 mm und einer Reisskraft von mindestens 300 daN (3 kN) zu verwenden (z.B. Mammutec AG). Die Schnurenden sind in Schächten mit nicht durchlaufenden Zugschnüren, an Rohrenden etc. gegen ein unfreiwilliges Zurückziehen in die Rohre miteinander zu verknoten (Knoten reissfest ausführen).

7. Rohrmontage an Kunstbauten

Bei der offenen Verlegung von Kabelschutzrohren (z.B. Montage unter oder seitlich an einer Brücke; entlang von Stützmauern etc.) ist die Ausführung der Arbeiten frühzeitig zwischen Planer, Unternehmer, Bauherr und ggf. dem Lieferanten zu besprechen. Es gilt neben ästhetischen Aspekten auch die technischen Gesichtspunkte wie Dilatation, UV- und Witterungsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit und Montagesituation zu berücksichtigen.