



Vorschriften für Bau und Kalibrierung von Rohranlagen

1. Kabelrohranlagen

Die Betriebssicherheit einer Kabelanlage hängt nebst der Kabelverlegung weitgehend auch von der baulichen Ausführung der Kabelrohranlage ab. Es ist daher 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 werden.

Als Rohre werden Kabelschutzrohre aus Polyethylen (PE-HD; PE-LD), sowie aus Polyethylen verstärkt (strukturiert, Bsp. DIL-force) zugelassen. Der Einsatz von PVC-Rohren sowie „Flex-Rohren“ ist nicht gestattet. Die Rohre können in weisser oder schwarzer Ausführung geliefert werden, wobei die weisse Aussenschicht die Längsausdehnung bei Schwankungen der Aussentemperatur massiv reduziert. Zur Kennzeichnung der Rohranlagen als Stromnetz müssen die Rohre mit roten Längsstreifen versehen sein.

1.1 Grundlagen

- Normblätter Tiefbauamt Graubünden
- 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.

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.

3. Verlegung der Kunststoffrohre

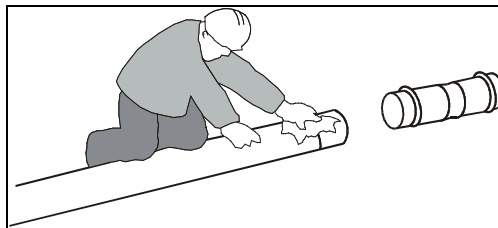
3.1 Grabensohle

Die Grabensohle muss mit einem Längsgefälle von min. 0,5 % erstellt werden > Entwässerung der Rohre immer in einen Schacht. Bei ungenügendem Längsgefälle der Strasse sind die Rohre als Dachgefälle zwischen zwei Schächten auszuführen, so dass die Überdeckung der obersten Rohre 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:

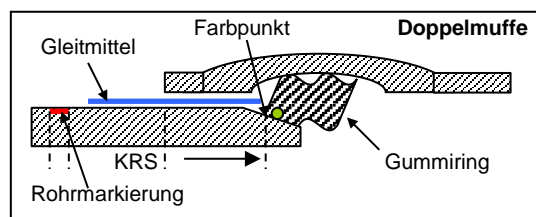
- Spitzende mit Putzlappen reinigen
- Muffenstopfen / Endkappen entfernen
- Rohrende aussen und Muffen innen gut reinigen und mit Gleitmittel bestreichen.



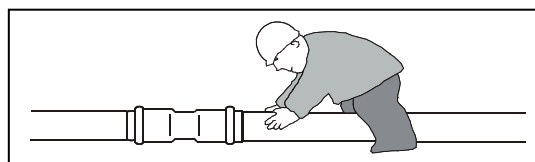
3.3 Rohrverbindungen

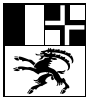
Nach dem Vorbereiten der Rohre wird die Rohrverbindung folgendermassen ausgeführt:

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

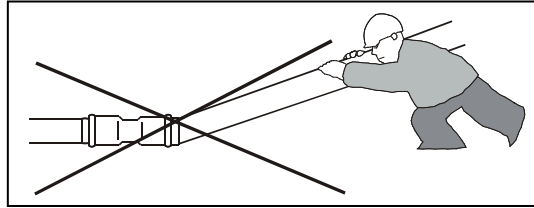


- Spitzende in Muffenhals einführen
- Spitzende und Muffe gegen Auslenken festhalten





- Rohr von Hand, ohne Gewaltanwendung bis zur Markierung 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. 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 10° C ergibt auf 10 m Länge folgende Dilatation

- bei PE ca. 20 mm
- bei PP ca. 15 mm

Bei ungenügender Einstecktiefe besteht wegen der Dilatation die Gefahr, dass sich die Rohre aus der Muffe zurückziehen und die Rohrverbindungen auseinanderbrechen.

Minimale Einstecktiefe

PE 80Ø	110 mm
PE 100Ø	134 mm
PE 120Ø	158 mm
PE 150Ø	196 mm

3.5 Richtungsänderungen

Bei Richtungsänderungen sind kaltgebogene Rohre oder nach Anweisung der Bauleitung, vorgeformte Bogen einzubetonieren. Im Bogen dürfen keine Muffenverbindungen platziert werden. Die minimalen Biegeradien dürfen bei 20°C nachstehende Werte nicht unterschreiten.

Kabelschutzrohre aus Polyethylen weich (PE-LD)

Rohrdurchmesser (mm)	92/80	112/100	132/120	163/148
minimaler Radius (m)	2,0	3,0	4,5	7,5

Kabelschutzrohre aus Polyethylen hart (PE-HD)

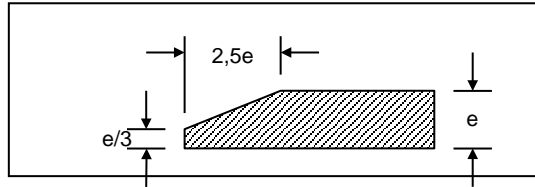
Rohrdurchmesser (mm)	92/80	112/102	132/121	163/150
minimaler Radius (m)	2,0	3,0	4,5	7,5

DIL-force Kabelschutzrohre aus Polyethylen, verstärkt (strukturiert)

Rohrdurchmesser (mm)	92/80	112/102	132/120	163/148
minimaler Radius (m)	2,0	3,0	4,5	7,5

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 **koordinatenmässige** Einmessen der Rohre hat vor dem Einfüllen des Grabens 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 Holz zur Distanzhaltung zwischen den Rohren sind nicht erlaubt.

Die Rohre werden im Regelfall **eingeschalt und als Rohrblock ausbetoniert** (s. Normblätter Kabelblöcke). **Ausschliesslich auf Weisung der Bauleitung können Rohre in Ausnahmefällen 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. aus Rundsand 0/4 oder lockerem Erdmaterial erreicht.**

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

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

4. Kalibrierung

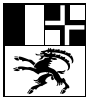
4.1 Voraussetzung

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 ist



4.3 Toleranz

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

z.B. PE \varnothing 80 mm min. \varnothing 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.**

Kalibermasse:

Nennmass Rohr	Kaliberdurchmesser	Kaliberlänge	Anfasung
PE \varnothing 80 mm	72 mm	160 mm	15 mm
PE \varnothing 100 mm	90 mm	200 mm	20 mm
PE \varnothing 120 mm	108 mm	240 mm	25 mm
PE \varnothing 150 mm	130 mm	300 mm	30 mm

4.5 Ausführung

Das Kalibrieren der Rohranlage wird durch die Bauunternehmung in Anwesenheit der Bauleitung TBA und / oder der Sektion Technik TBA durchgeführt. Nach dem Kalibrieren der einzelnen Rohre ist ein Prüfprotokoll auszustellen, das allseitig unterzeichnet wird.

5. Erdungsband

Mit den Kabelrohrblöcken wird ein feuerverzinktes Erdungsband Fe 40x3 mm verlegt. Das Erdungsband ist dabei luftdicht vollständig betonumhüllt und ununterbrochen im Kabelrohrblock zu führen. Bei vorfabrizierten Kabelschächten mit Erdanschlusspunkten wird das Erdungsband ununterbrochen unter der Bodenplatte des Kabelschachtes hindurchgeführt. **Die elektrische Verbindung vom Erdungsband auf diese Erdanschlusspunkte muss vor dem Einbetonieren des Rohrblockes erfolgen.** Bei Kabelschächten in Ortsbeton wird das Erdungsband betonumhüllt in der Bodenplatte geführt und eine Anschlussaussparung min. 20x20cm im Schachtboden erstellt. 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 des TBA Graubünden auszuführen.

Im Falle von erdverlegten Erdungsbänder 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. Arova-Mammut AG, Art.Nr.1104). Die Schnurenden sind in den Schächten, Rohrenden etc. gegen ein unfreiwilliges Zurückziehen in die Rohre zu sichern („Knöpfe“ der Verschnürungen reissfest ausführen).



7. Brücken

Die genaue Lage, die zu verwendenden Rohrtypen, die Ausführung der Rohrbefestigungen sowie die Dilatationsverhältnisse in Widerlagern etc. sind in den Detailplänen der Brücke ersichtlich. Die Koordination erfolgt zwischen dem Brückenbauingenieur und dem Elektro-Projektverfasser.