

Vorschriften für Bau und Kalibrierung von Rohranlagen

1. Kabelrohranlagen

Die Betriebssicherheit einer Kabelanlage hängt nebst der Kabelverlegung weitgehend auch von der Ausführung der Kabelrohranlage ab. Es ist daher wichtig, dass die Verlegung der Kabelschutzrohre, ob im Beton oder in Sonderfällen direkt im Erdreich verlegt, gewissenhaft und sorgfältig ausgeführt wird. Nach jeder Etappe/ Arbeitsgang muss die Rohranlage eingehend 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 hohen Aussentemperaturen massiv reduziert. Zur Kennzeichnung der Rohranlagen als Stromnetz müssen die Rohre mit roten Streifen 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. Rohrstackel 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 zu schützen.

3. Verlegen Kunststoffrohre

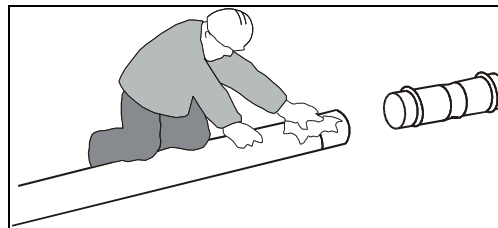
3.1 Grabensohle

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 2 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 auf Riss- und Bruchlosigkeit prüfen. Nur saubere und unverformte Rohre verlegen. Die Muffen und Spitzenden sind folgendermassen vorzubereiten:

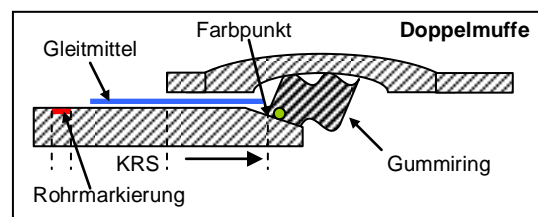
- Spitzende mit Putzlappen reinigen
- Muffenstopfen entfernen
- Rohrende aussen und Muffen innen gut reinigen und mit Gleitmittel bestreichen.



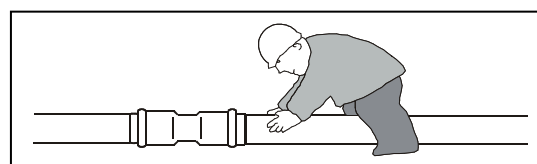
3.3 Rohrverbindungen

Nach dem Vorbereiten der Rohre wird die Rohrverbindung folgendermassen ausgeführt:

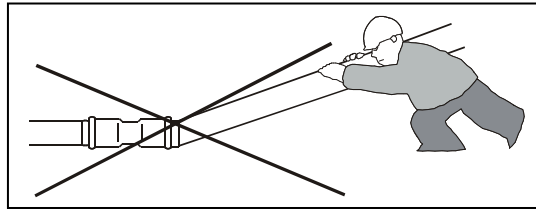
- Rohre und Muffen axial ausrichten
- Vorhandensein und richtigen Sitz der Gummiringe kontrollieren



- 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. Bei jeder Etappe und 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 Dilation

- 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.

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 (PELD)

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 (PEHD)

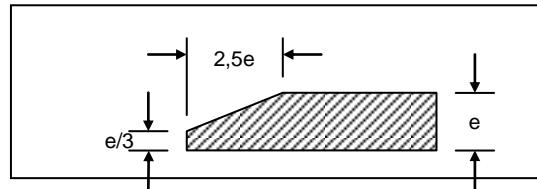
Rohrdurchmesser (mm)	92/80	112/102	132/121	163/150
minimaler Radius (m)	2,0	3,0	4,5	7,5

DIL-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 Einmessen der Rohre hat vor dem Einfüllen des Grabens zu erfolgen.

3.8 Einbettung

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. Beim Betonieren müssen im Abstand von 2 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 geschalt und einbetoniert (s. Normblätter Kabelblöcke). In Ausnahmefällen (nur auf Weisung der Bauleitung) können Rohre ohne Hüllbeton verlegt werden. Dabei dürfen nur Rohre aus Polyethylen versterkt (strukturiert, bsp. DII-force) verlegt werden. In alle Rohre ist eine Zugschnur einzuziehen. (s. Abs. 6) **und an den Rohrenden sind Endkappen anzubringen.**

Über der Sicherheitshöhe (≥ 20 cm) sind Warnbänder 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 in der Regel erst nach der Leitschrankenmontage zu erfolgen. „Fertig-Rohrelemente“ sind ebenfalls zu kalibrieren.

4.2 Zweck

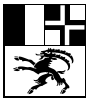
Die Kunststoffrohre sind Thermoplaste und demzufolge temperaturabhängig und nicht formbeständig unter Last. Das Kalibrieren der fertigen Rohranlage soll den Nachweis erbringen, dass die Rohre

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

4.3 Toleranz

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

z.B. PE \emptyset 80 min. \emptyset 72 mm



4.4 Mittel

Zur Prüfung der Rohrfreiheit und der Kalibriertreue eignen sich Holzzylinder (keine Kugel) mit zweckmässiger Form und vorgespannter Bürste, die von Hand an der Zugschnur durch das Rohr gezogen werden.

Kalibermasse:

Nennmass Rohr	Kaliberdurchmesser	Kaliberlänge	Anfasung
PE Ø 80	72 mm	160 mm	15 mm
PE Ø100	90 mm	200 mm	20 mm
PE Ø120	108 mm	240 mm	25 mm
PE Ø150	130 mm	300 mm	30 mm

4.5 Ausführung

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

5. Erdband

In der Kabelrohranlage wird ein Erdband Fe 40x3mm feuerverzinkt verlegt. Das Erdband ist über dem Schachtboden durchgehend zu führen. Das Erdband ist im Rohrblock gemäss Normblatt TBA Graubünden einzubetonieren. Die Verbindung des Erdbandes ist gemäss Normblatt des TBA Graubünden auszuführen.

6. Einzugsschnur

Sämtliche Rohre sind für den späteren Kabelzug mit Zugschnüren zu versehen. Dabei sind **nur Kunststoffschnüre** vom Typ Polypropylen mit einem min. Durchmesser von 4 mm und einer Reisskraft von min. 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“ reissfest ausführen).

7. Brücken

Die genaue Lage, Rohrtypen, Rohrbefestigung, Dilatation ist in den Detailplänen der Brücke ersichtlich. Die Koordination erfolgt zwischen dem Brückenbauingenieur und dem Elektro-Projektverfasser.