



## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom für Bauleistungen am Telekommunikations- Netz Teil 40 ZTV TKNetz 40

**Ein- und Ausziehen von Kabel, SNR, SNRV und MR4, Kalibrieren von Rohrzügen,  
Einblasen von Gfk und SNR**

|              |            |
|--------------|------------|
| Version      | April 2022 |
| Sachstand    | 01.04.2022 |
| Schutzklasse | Extern     |

## Impressum

---

### Herausgeber

Deutsche Telekom Technik GmbH  
Zentrale Funktionen Produktion  
Landgrabenweg 151  
53227 Bonn

© April 2022 Telekom Deutschland GmbH

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, besonders die des Nachdrucks, der Übersetzung, des Vortrags, der Entnahme von Bildern und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Die Bedingungen und die Vergütung für die Vervielfältigung einzelner Regelwerke der Telekom oder von Teilen davon für literarische Zwecke sind im jeweiligen Einzelfall mit den im Impressum angegebenen verantwortlichen Stellen abzusprechen.

---

### Kurzinfo

Ein- und Ausziehen von Kabel, SNR, SNRV und MR4, Kalibrieren von Rohrzügen, Einblasen von Gfk und SNR

**Ausdruck vom 05.04.2022!**

**Gültig ist immer die Ausgabe im Dokumentenlenkungssystem myDMS!**

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Inhaltsverzeichnis .....                                                                                                           | 3  |
| Abbildungsverzeichnis .....                                                                                                        | 4  |
| Tabellenverzeichnis .....                                                                                                          | 5  |
| 1 Allgemeines .....                                                                                                                | 6  |
| 2 Gültigkeitsbereich .....                                                                                                         | 7  |
| 3 Änderungshinweis .....                                                                                                           | 7  |
| 4 Beistellen und Liefern von Stoffen und Materialien, Vorhalten von Maschinen und Geräten, Anforderungen an Geräte und Kabel ..... | 8  |
| 4.1 Beistellungen der Telekom .....                                                                                                | 8  |
| 4.2 Lieferungen und Lagerung durch den AN .....                                                                                    | 9  |
| 4.3 Rücklieferungen durch den AN .....                                                                                             | 11 |
| 4.4 Gewonnenes Material .....                                                                                                      | 11 |
| 4.5 Vorhalten von Maschinen und Geräten .....                                                                                      | 12 |
| 4.5.1 Messgeräte und Prüfverfahren .....                                                                                           | 13 |
| 4.5.1.1 Messgeräte zur Kontrolle des Kabelzustandes .....                                                                          | 13 |
| 4.5.1.2 Messgeräte zur Kontrolle der KR- und SNR-Dichtheit .....                                                                   | 13 |
| 4.5.1.3 Messgerät zur Kontrolle der Kabeltemperatur .....                                                                          | 14 |
| 4.5.1.4 Prüfverfahren zur Durchgangskontrolle von SNR .....                                                                        | 14 |
| 4.5.2 Kalibriergerät für lange KR-Strecken .....                                                                                   | 14 |
| 4.5.3 Ziehwinden für Symk, SNR und Fspk .....                                                                                      | 14 |
| 4.5.4 Einblasgeräte .....                                                                                                          | 15 |
| 4.5.4.1 Crashtesteinrichtung für Einblasgeräte aller Größen .....                                                                  | 15 |
| 4.5.4.2 Einblasgeräte für Standard-Gfk, SNR und Fspk .....                                                                         | 16 |
| 4.5.4.3 Einblasgeräte für Gf- Mikro- und Minikabel .....                                                                           | 16 |
| 4.5.4.4 Nachblaskopf zum Einblasen von Restlängen .....                                                                            | 18 |
| 4.5.4.5 Automatische elektronische Einblasprotokolliergeräte .....                                                                 | 18 |
| 4.5.5 Kompressoren .....                                                                                                           | 19 |
| 4.5.5.1 Kompressoren zum Einblasen von Standardkabeln .....                                                                        | 19 |
| 4.5.5.2 Kompressoren zum Einblasen von Gf-Mini- und Gf-Mikrokabeln .....                                                           | 19 |
| 4.5.6 Gleitmittel zum Einziehen und Einblasen .....                                                                                | 19 |
| 4.5.7 Qualifizierung des Bedienungspersonals der Einblasgeräte .....                                                               | 20 |
| 4.6 Kabeltypen .....                                                                                                               | 21 |
| 5 Arbeitsstellen .....                                                                                                             | 26 |
| 5.1 Allgemeine Hinweise .....                                                                                                      | 26 |
| 5.2 Vorbereiten der Arbeitsstelle .....                                                                                            | 26 |
| 5.3 Betreiben der Arbeitsstelle .....                                                                                              | 28 |
| 5.4 Aufräumen der Arbeitsstelle .....                                                                                              | 29 |
| 6 Kalibrieren von Zügen, Einziehen von Kabel/ MR4/SNR/SNRV, Einblasen von Kabel und SNR .....                                      | 30 |
| 6.1 Allgemeine Hinweise .....                                                                                                      | 30 |
| 6.2 Kalibrieren von Zügen .....                                                                                                    | 36 |
| 6.3 Einziehen / Einschieben von Hand .....                                                                                         | 39 |
| 6.4 Einziehen mit Ziehwinde .....                                                                                                  | 40 |
| 6.4.1 Einziehen von Gfk .....                                                                                                      | 41 |
| 6.4.2 Einziehen von Gf-Mikro- oder Minikabel .....                                                                                 | 41 |
| 6.4.3 Einziehen von Fspk (Fspk 230V, Fspk 400 V, 60V) .....                                                                        | 41 |

|       |                                                                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.4.4 | Einziehen von MR4 .....                                                                           | 42 |
| 6.4.5 | Einziehen von SNR .....                                                                           | 43 |
| 6.4.6 | Einziehen von SNRV .....                                                                          | 45 |
| 6.5   | Einziehen in Bergsenkungsgebieten .....                                                           | 46 |
| 6.6   | Einblasen von Fspk .....                                                                          | 46 |
| 6.7   | Einblasen von Gfk und SNR .....                                                                   | 47 |
| 6.8   | Einblasen von Gf-Mini- und Gf-Mikrokabel .....                                                    | 53 |
| 6.9   | Einblasen von GfK in Drucklufttröhrchen (DLR) von Kupferkabeln .....                              | 56 |
| 6.9.1 | Materialliste .....                                                                               | 56 |
| 6.9.2 | Vorbereiten der GfK .....                                                                         | 57 |
| 6.10  | Abnahmemessung von SNR, SNRV-Strecken .....                                                       | 62 |
| 7     | Lagern der Kabel, MR4 und Garnituren, Abdichten von Zügen, Kennzeichnen von Kabel, KSch/AzK ..... | 63 |
| 7.1   | Lagern der Kabel, SNR, MR4 und Garnituren .....                                                   | 63 |
| 7.2   | Abdichten von Zügen .....                                                                         | 64 |
| 7.3   | Kennzeichnen von Kabel und KSch .....                                                             | 66 |
| 8     | Ausziehen/Ausblasen von Kabel/MR4 .....                                                           | 68 |
| 9     | Ausziehen von Kabelseelen .....                                                                   | 69 |
| 10    | Abkürzungen .....                                                                                 | 70 |
| 11    | Anlagen .....                                                                                     | 72 |
| 12    | Mitgeltende Unterlagen .....                                                                      | 72 |

## Abbildungsverzeichnis

|               |                                                                                          |    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1   | Dichtheitsprüf- und Registriergerät für KR .....                                         | 14 |
| Abbildung 2   | : Druckprüfeinheit für SNR (Quelle: Vetter Kabelverlegetechnik) .....                    | 14 |
| Abbildung 3   | Druckprüfgerät (Quelle: EP Messgerätetechnik) .....                                      | 14 |
| Abbildung 4   | Crashtesteinrichtung .....                                                               | 15 |
| Abbildung 5   | maschinell erstelltes elektronisches Einblasprotokoll (beispielhafte Darstellung) .....  | 18 |
| Abbildung 6   | Beispiel für Nachkühler mit Öl-/Wasserabscheider .....                                   | 19 |
| Abbildung 7   | Beispielhaftes Wickelbild Gf-Minikabel .....                                             | 25 |
| Abbildung 8   | Beispielhaftes Wickelbild Gf-Mikrokabel .....                                            | 25 |
| Abbildung 9   | Beispiel für Kabelauffangvorrichtung für Minikabel-Überlängen (Foto Fa. Vetter) .....    | 32 |
| Abbildung 10  | von links: Schutzkappe (SK) , Einzelzugabdichtung (EZA-t) und Endstopfen (ES) .....      | 33 |
| Abbildung 11  | Beispiel für Kennzeichnung der Rohre .....                                               | 34 |
| Abbildung 12  | Doppelsteckmuffen zum Verbinden der SNR .....                                            | 36 |
| Abbildung 13  | Kati Blitz Ortung 2.0 .....                                                              | 36 |
| Abbildung 14: | Beispiel für ein Kalibrierprotokoll .....                                                | 38 |
| Abbildung 15  | Abrollrichtung der Trommel beim Einziehen oder Einblasen .....                           | 40 |
| Abbildung 16  | Beispiele Wickelbild SNR .....                                                           | 44 |
| Abbildung 17  | Ziehkopf für SNRV .....                                                                  | 45 |
| Abbildung 18  | Schneidgerät für SNRV (Foto: Fa. Vetter) .....                                           | 45 |
| Abbildung 19  | Rohrschere für SNRV .....                                                                | 45 |
| Abbildung 20  | Beispiel für ein Einblasgerät für Minikabel .....                                        | 49 |
| Abbildung 21  | Rohrabschneider für SNR .....                                                            | 50 |
| Abbildung 22  | Gf-NVt: Beschriftungsetiketten Erdreich: Kennzeichnungsschild Rohrverschluss (KMR) ..... | 51 |
| Abbildung 23: | KR oder SpeedNet-System Einblasprotokoll .....                                           | 52 |
| Abbildung 24  | Kaskadierung beim Einblasen .....                                                        | 54 |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 25 Zusammenführen der Rohrenden nach Einblasvorgang durch Einbau eines Überschiebrohrstückes ..... | 55 |
| Abbildung 26: Grundsatzskizze Einblasen in DLR.....                                                          | 57 |
| Abbildung 27: links: Ablauf bei Überblasen; rechts: Ablauf bei von Mitte Einblasen.....                      | 60 |
| Abbildung 28: Umgehen mit der Überlänge in der Muffe.....                                                    | 61 |
| Abbildung 29: Einblasprotokoll DLR.....                                                                      | 62 |
| Abbildung 30 Lagerung von angeschnittenen SNR, Gf-Mini- und Mikrokabel und Gf-Muffe .....                    | 63 |
| Abbildung 31 Abdichtstopfen, ADS .....                                                                       | 64 |
| Abbildung 32 AdSe-t für KKR, KKF und Stahlrohr.....                                                          | 64 |
| Abbildung 33 Abdichtelement, ADE .....                                                                       | 64 |
| Abbildung 34 Einzelzugabdichtung teilbar, EZA-t.....                                                         | 64 |
| Abbildung 35 Mehrfachrohr Reparaturset MR-RS für MR4.....                                                    | 64 |

## Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                          |                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Tabelle 1 Beistellungen der Telekom .....                                                                                | 9                                                    |
| Tabelle 2 Lieferungen durch den AN .....                                                                                 | 10                                                   |
| Tabelle 3 Vorzuhaltende Maschinen und Geräte .....                                                                       | 12                                                   |
| Tabelle 4 Derzeit von Telekom nach Test zugelassene Einblasgeräte für Gf-Standardkabel und SpeedNet-Rohren .....         | 16                                                   |
| Tabelle 5 Derzeit von Telekom nach Test zugelassene Einblasgeräte für Gf-Minikabel:.....                                 | 17                                                   |
| Tabelle 6 Derzeit von Telekom nach Test zugelassene Einblasgeräte für Gf-Mikrokabel .....                                | 17                                                   |
| Tabelle 7 Übersicht der zugelassenen Gleitmittel für verschiedene Anwendungsfälle.....                                   | 20                                                   |
| Tabelle 8 Symk, Verseilart StVIBd, Leiter-Durchmesser 0,5 mm ; Kabeltyp A-02Y(SF) (L)2Y bzw. A-02Y (L)2Y .....           | 21                                                   |
| Tabelle 9 Symk, Verseilart StVIBd, Leiter-Durchmesser 0,8 mm; Kabeltyp A-02Y(SF)(L)2Y.....                               | 22                                                   |
| Tabelle 10 Fspk-Typen.....                                                                                               | 22                                                   |
| Tabelle 11 Gf-Kabeltyp A-DQ(L)2Y Lg und A-DQ(L)H Lg .....                                                                | 23                                                   |
| Tabelle 12 Gf-VzK Kabeltyp zum Einziehen in KKA und zur direkten Verlegung im Erdkabelgraben .....                       | 24                                                   |
| Tabelle 13 Gf-Minikabel zum Einblasen .....                                                                              | 24                                                   |
| Tabelle 14 Gf-Mikrokabel zum Einblasen.....                                                                              | 25                                                   |
| Tabelle 15 Zulässige Techniken in Abhängigkeiten von den zu belegenden Medien .....                                      | 31                                                   |
| Tabelle 16 Zulässiger Einzieh- bzw. Einblastemperaturbereich.....                                                        | 32                                                   |
| Tabelle 17 Farbcodierung und Reihenfolge der einzelnen SNR.....                                                          | 35                                                   |
| Tabelle 18 Vorbereitung der Kabel zum Einziehen/Einblasen .....                                                          | 35                                                   |
| Tabelle 19 Anwendbare Kalibrierarbeiten .....                                                                            | 37                                                   |
| Tabelle 20 Kaliberdurchmesser, max. Außendurchmesser der einzuziehenden Kabel.....                                       | 37                                                   |
| Tabelle 21 In KR, KKR 50 , KKR110 , KKF bzw. in MR-Züge einziehbare SNRV .....                                           | 43                                                   |
| Tabelle 22 SNRV und einzelne SNR .....                                                                                   | (*) abhängig vom jeweiligen Streckenverlauf)..... 47 |
| Tabelle 23 Erfahrungswerte Dazublasen in KR 50 x 4,6 mm (für KR 40 x 3,7 mm liegen noch keine Erfahrungswerte vor) ..... | 48                                                   |
| Tabelle 24 Anzahl der maximal zulässigen SNR pro Zug MR/KR/KKF.....                                                      | 50                                                   |
| Tabelle 25 Längenreduzierung durch Bögen bei SNRV-E Trassen (SNR7 x 1,5 mm) .....                                        | 54                                                   |
| Tabelle 26: Materialliste Einblasen in DLR.....                                                                          | 57                                                   |
| Tabelle 27 Anwendungsmöglichkeiten für Abdichtmittel.....                                                                | 65                                                   |
| Tabelle 28: Verfügbare unterschiedliche Abdichteinsätze der EZA-t, jede EZA-t ist als komplettes Bauteil lieferbar ..... | 66                                                   |
| Tabelle 29 Kabel-X Systemdaten (Richtwerte) .....                                                                        | 69                                                   |

# 1 Allgemeines

(1) In den ZTV-TKNetz sind Aussagen darüber zu finden, welche konkreten Bauweisen z.B. auf den Gebieten Tiefbau, Kabelverlegung, Bau von Kabelkanalanlagen, Kabelmontage, oberirdische Bauweise etc. anzuwenden sind, welche Bauteile dabei einzusetzen sind, wie diese Bauteile einzubauen sind

(2) Diese ZTV-TKNetz 40 gilt für das Kalibrieren von Zügen, Einziehen von Hand, Einziehen mit Gf-Einschiebestab, Einziehen mit Kabelziehwinde mit Zugkraftmessung, Einblasen und Ausziehen bzw. Ausblasen von Kabel, SNR, SNRV bzw. SNR aus aufgeschnittenen SNRV in/aus KKF- oder KKR-, MR4 und KR-Zügen. Im weiteren Text wird dort, wo es die Eindeutigkeit nicht verlangt, der Einfachheit halber von „Zügen“ gesprochen. Im Rahmen dieser ZTV-TKNetz können u.a. folgende Arbeiten anfallen:

- Das ggf. erforderliche Erstellen von Verkehrszeichenplänen, Einholen der verkehrsrechtlichen Anordnung, Auf- und Abbauen von Absperrgeräten und Warneinrichtungen nach der StVO, ZTV SA bzw. der RSA
- Transport und Aufstellen der Kabeltrommeln mit geeigneten Fahr- und Hebezeugen
- Öffnen und Schließen von KSch/AzK
- Entfernen von Wasser und Schlamm aus den KSch/AzK und sonstigen Bauwerken oder Gruben
- Reinigen und Kalibrieren von Zügen inkl. dem Erstellen eines Kalibrierprotokolls (als Datei zu übergeben)
- Lagern bzw. Umlagern von Kabel, MR4 oder Teile davon, SNR, SNRV und Montagestellen in den KSch, AzK, KAR, Ziehgruben u.ä.
- ggf. notwendiges Anschneiden bzw. Wiederverschließen von Zügen
- Einziehen von Kabel, MR4, SNR, SNRV, SNR-E, SNRV-E, SNRV-S aufgeschnittenen SNRV mit einer Ziehwinde oder von Hand inkl. dem Erstellen eines Einziehprotokolls (Zugkraftverlauf über der Länge, max. eingestellter Zugkraftwert, als Datei zu übergeben).
- Ausziehen von Kabel, MR4, SNR, SNRV, SNR-E, SNRV-E, SNRV-S aufgeschnittenen SNRV mit einer Ziehwinde oder von Hand mit Druckluftunterstützung
- Einblasen von Gfk, Fspk, SNR, SNR-E, Gf-Mikro- ( $\varnothing$  ca. 2,5 mm) und Gf-Minikabel ( $\varnothing$  ca. 6,5 mm) inkl. dem Erstellen eines Einblasprotokolls.  
Näheres siehe Abschnitt 4.5.4.5.
- Ausblasen von Gf-Kabel, SNR, Gf-Minikabel, Gf-Mikrokabel mit Druckluftunterstützung basierend auf den Daten des Einblasprotokolls
- Verbinden von MR4, SNR einschließlich aller zugehörigen Arbeiten
- Lösen verklebter Gfk oder Fspk mit einem Lösekolben
- Abdichten bzw. Verschließen der Züge und Rohre
- Kennzeichnung der Kabel
- Ausziehen von Kabelseelen nach dem Kabel-X-Verfahren, Einziehen von Kabel oder SNR in die leergezogene Kabelseele
- Verbinden von DLR, MR4, SNR, SNR-E
- Einblasen von Gf-Bündeladerkabel in DLR
- Ausblasen von Gf-Bündeladerkabel aus DLR
- Einbauen von DLST für Einblasarbeiten

(3) Werden beim zum Leistungsumfang des Einziehens bzw. Einblasens gehörenden Kalibrieren eines Zuges oder Einziehen/ Einblasen von Kabel Fehlerstellen am Zug festgestellt bzw. werden mit dem Rohrzug verklebte Kabel festgestellt, ist die weitere Verfahrensweise (ggf. Einsatz eines Löseverfahrens) mit dem BvT festzulegen.

(4) Die Kabeldaten sind den entsprechenden, jeweils aktuellen TS der Telekom bzw. von Abbildungen

im Abschnitt 4.6 dieser ZTV-TKNetz zu entnehmen oder beim BvT zu erfragen. Die dort angegebenen Werte für die höchstzulässige Zugbelastung und den Umlenkradius dürfen nicht über- bzw. unterschritten werden.

(5) Soweit bei Baumaßnahmen im Rahmen von Ingenieurverträgen Ingenieure des AN mit der Bauaufsicht beauftragt werden, so entsprechen diese dem BvT im Sinne dieser Regelung.

(6) Wird in dieser ZTV-TKNetz von Montageanweisungen gesprochen, die dem AN nicht bekannt sind, so können diese beim örtlichen PTI angefordert werden.

(7) In dieser ZTV-TKNetz wird im Zusammenhang mit den SpeedNet-Rohren und SpeedNet-Rohrverbänden als telekomspezifische Bezeichnung generell von SNR, SNRV, Mini- und Mikro-Kabeln gesprochen. Der Anhang -E wird für erdverlegbare SNR gebraucht. Der Anhang -S wird für Spülbohrbare Verbände gebraucht.

## 2 Gültigkeitsbereich

Diese ZTV-TKNetz 40 ist in der jeweils aktuellen Form bzw. je nach Abschlussdatum des Rahmenvertrages gültig für die Deutsche Telekom Technik GmbH, und dort für alle TNL.

Die Regelungen dieser ZTV-TKNetz beinhalten als Basis die Regelungen für die Auftragnehmer der Deutschen Telekom Technik GmbH die im Abschnitt „Allgemeines“ als Überblick dargestellt sind. Sie gelten für die Mitarbeiter der Telekom gleichermaßen.

## 3 Änderungshinweis

Sämtliche Änderungen wurden mittels gelber Markierung erkenntlich gemacht.

| Kapitel | Änderung                                                  | Seite |
|---------|-----------------------------------------------------------|-------|
| 4.5.4   | Einblasgeräte des Herstellers Jetting AB / TSO GmbH       | 16 ff |
| 4.5.4   | Einblasgerät SmartWheel des Herstellers Fa. Lancier Cable | 16 ff |
| 4.5.4   | Protokolliergerät Fiberlogger BGS des Herstellers Bagela  | 16 ff |
| 4.5.4.5 | Ortungsband als Option zur Fehlereingrenzung SNR 7x1,5mm  | 36    |



## 4 Beistellen und Liefern von Stoffen und Materialien, Vorhalten von Maschinen und Geräten, Anforderungen an Geräte und Kabel

### 4.1 Beistellungen der Telekom

| Lfd Nr. | Beistellungen                                                                                                                                                                                                          |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Abdicht- und Fixierscheiben teilbar für MR4 (AdSe-t)                                                                                                                                                                   |
| 2       | Abdichtelemente zum Abdichten von mit Kabel belegten KK-Züge (ADE)                                                                                                                                                     |
| 3       | Abdichtmittel für unbelegte Züge KR, KKR, KKF, SNR und SNRV, SNRV-S, SNR-E, SNR-E                                                                                                                                      |
| 4       | Gf-Bündeladernkabel (Bak) 1x12                                                                                                                                                                                         |
| 5       | Doppelsteckmuffen (DSM 32 und DSM 40) für MR4, KR 50 x 4,6 mm, KR 40 x 3,7 mm                                                                                                                                          |
| 6       | Doppelsteckmuffen (DSM4, DSM 7, 10 und DSM 12) für SNR                                                                                                                                                                 |
| 7       | Endstopfen (ES) für SNR 4, 7, 10 und 12                                                                                                                                                                                |
| 8       | Einblasmuffe (EBM) mit oder ohne Gasstop (EBM-GS) für die unterschiedlichen Durchmesser                                                                                                                                |
| 9       | Einzelzugabdichtelemente für MR4, und KR (EZAM, EZA-t für Kabel)                                                                                                                                                       |
| 10      | Einzelzugabdichtelemente teilbar EZA-t für SNR im KR, KKR oder im SNRV der unterschiedlichen Durchmesser                                                                                                               |
| 11      | Einzelzugabdichtelemente teilbar für Gf-Mini- und Mikrokabel im SNR (EZA-t in verschiedenen Durchmesserbereichen)                                                                                                      |
| 12      | Gelbe, selbstklebende Kunststoffbänder mit Blitzpfeilen                                                                                                                                                                |
| 13      | Gewindestangen M3 x 500                                                                                                                                                                                                |
| 14      | Gießharz Druckluftsperrstopfen                                                                                                                                                                                         |
| 15      | Kabel (siehe auch Abschnitt 2.6)                                                                                                                                                                                       |
| 16      | Kabelbezeichnungsmaterial, Bezeichnungstreifen mit Kabelbindern, Druckstreifen für Drucker bei Kennzeichnung                                                                                                           |
| 17      | Kabelbox für Gf-Mini- und Mikrokabel Typ a (600 x 300 x 120 mm) und Typ b (650 x 680 x 160 mm)                                                                                                                         |
| 18      | Kabelhalter (KH)                                                                                                                                                                                                       |
| 19      | Kabelkanalhalbrohre (KKHR) 50 x 2,4 mm, 110 x 3,2 zur Reparatur von KR                                                                                                                                                 |
| 20      | Kabelmuffenhalter (KMH)                                                                                                                                                                                                |
| 21      | Kabelrohre (KR) 50 x 4,6 aus PE-HD                                                                                                                                                                                     |
| 22      | Kennzeichnungsschilder mit Rohrverschluss (KmR 7,10 und 12),                                                                                                                                                           |
| 23      | Mehrfachrohrreparatursets (MR-RS)                                                                                                                                                                                      |
| 24      | MR4 oder Teile davon                                                                                                                                                                                                   |
| 25      | Muffentragegestelle                                                                                                                                                                                                    |
| 26      | Muffentragewannen                                                                                                                                                                                                      |
| 27      | Reduzier- Steckmuffen (RSM 12/10) für SNR                                                                                                                                                                              |
| 28      | Reparaturmuffe EBM- R 50 (Länge 260 mm)                                                                                                                                                                                |
| 29      | Schrumpfschläuche, Schrumpfmanschetten, Schrumpfkappen (mit/ohne Druckluftventil)                                                                                                                                      |
| 30      |                                                                                                                                                                                                                        |
| 31      | Schutzrohrabdichtungen (SRA)                                                                                                                                                                                           |
| 32      | Schutzschlauch 40 mm aus PP geteilt                                                                                                                                                                                    |
| 33      | selbstklebende Aluminiumfolien (Flammschutz)                                                                                                                                                                           |
| 34      | SNR 4 x 0,5 mm                                                                                                                                                                                                         |
| 35      | SNR 10 x 1 mm in verschiedenen Farben bzw. Farbkombinationen<br>Zusammenstellung für MR 4/32mm      Farbpalette 1: rot + grün +blau<br>Zusammenstellung für MR4/40 mm      Farbpalette 2: rot +grün +blau + gelb +weiß |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Zusammenstellung für KR 50mm x 4,6, mm: Farbpalette 3: rot + grün + blau + gelb + weiß + grau + braun                                                                                                                                                                                                                                          |
| 36 | SNR-E 12 x 2 mm in verschiedenen Farben: rot, grün, blau, gelb, weiß, grau, violett, orange und braun                                                                                                                                                                                                                                          |
| 37 | SNR-E 7 x 1,5 mm orange                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 38 | SNRV Zusammenstellung für KKR 110; max. 2 Rohrverbände (Mantelrohr des Verbandes entweder schwarz und/oder orange-schwarz) je Zug möglich mit folgender Codierung Farbpalette: rot + grün + blau + gelb + weiß + grau + braun + violett                                                                                                        |
| 39 | SNRV-E; max. 8 SNRV Mantelrohrfarbkombinationen des Verbandes: Mantelfarbe Orange mit folgenden Streifenfarben: ohne + schwarz + weiß + rot + grün + blau + gelb + braun) Die Reihenfolge der Codierung der Außenhüllen der Verbände ist zwingend einzuhalten, da die Hüllen nach einem Mengengerüst in diesen Codierungen hergestellt werden. |
| 40 | SNRV-S 7 x 12 x 2mm und 12 x 12 x 2 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 41 | Verschlusspfropfen für Aushebeöffnungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 42 | Warnschilder WS 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Tabelle 1 Beistellungen der Telekom**

(1) Bei der Beistellung von KR- und MR4-, SNR- bzw. SNRV-Längen auf KR-Trommeln ist dem Trommelbezeichnungsschild zu entnehmen, ob eventuell nicht durchverbundene Schnittstellen (vom Herstellerwerk) auf der Trommel vorhanden sind. Teilweise können KR-Restlängen durchverbunden geliefert werden; dann ist die Längenangabe auf den Rohren nicht nutzbar.

Achtung! Schlagende KR-Enden sind gefährlich!

(2) Als Neumaterial vom Hersteller gelieferte SNR bzw. SNRV dürfen keine Verbindungsstellen auf der Trommel aufweisen

(3) Bei liegender Lagerung und Transport von SNR- oder SNRV-Trommeln (Spulen) müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

1. Es ist eine Palette ca. 1200x1200mm mit 5 Kufen zu verwenden.
2. Die Wickellagen liegen straff und eng gewickelt und sind nicht zusammengefallen.
3. Die obere Lage ist mit Spannfolie straff fixiert.
4. Bei Abspannung über die Flansche der oberen Spule darf keine starke Verformung der Flansche erfolgen (zusätzliche Querleiste verwenden)
5. SNR-Enden am Spulenkern dürfen nicht geknickt oder gequetscht werden.
  - a) Das SNR-Ende liegt in der dafür vorgesehenen Flansch-Nut
  - b) zwischen die Spulenflansche sind min. zwei Leisten gelegt, die den Abstand für das SNR sicherstellen

Lagerung:

Bei längerer Lagerung sind die SNR zusätzlich gegen starke Verschmutzung und zum Schutz vor Einwirkung (z.B. durch Verwendung schwarzer Spannfolie) von Sonnenlicht abzudecken. Die Trommeln sollten vor starker Feuchtigkeitseinwirkung und dadurch möglichem Aufquellen und Verziehen geschützt werden.

## 4.2 Lieferungen und Lagerung durch den AN

Die vom AN zu liefernden Stoffe und Bauteile müssen den ggf. angegebenen Vorschriften oder den Anforderungen des BvT entsprechen.

| lfd. Nr. | Lieferungen von Stoffen und Bauteilen                   |
|----------|---------------------------------------------------------|
| 1        | Abdichtstoffe                                           |
| 2        | Dichtungsbänder aus Kunststoff (Abdichtschmelzband)     |
| 3        | Dübel, Schrauben, Schellen gemäß DIN-ISO Tabellen       |
| 4        | Einblaskappen für das Einblasen von Mini- und Mikro-GfK |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Putzlappen (hygienisch sauber)                                                                                                                                                                                                                     |
| 6  | Reinigungsschwämme aus Schaumstoff zum Reinigen von KR-Zügen                                                                                                                                                                                       |
| 7  | Selbstklebende Kunststoffbänder gemäß TS Klebebänder der Telekom                                                                                                                                                                                   |
| 8  | Trassenwarnbänder gemäß DIN EN 12613                                                                                                                                                                                                               |
| 9  | CO <sub>2</sub> Druckgaskapseln zur Füllung von ADE                                                                                                                                                                                                |
| 10 | Kabelgleitmittel für das Einblasen von Mini- und Mikrokabel in SNR (Micro Lube MJL,) siehe 2.5.6                                                                                                                                                   |
| 11 | Kabelgleitfett zum Einziehen in KKR und KKF                                                                                                                                                                                                        |
| 12 | Kabelgleitmittel für Einziehen von SymK, Standard-Gfk, SNR in MR4 bzw. KR 50 x 4,6 mm ( Softenol, Gliss F, Jetting Lube CJL                                                                                                                        |
| 13 | SNR-Längsschneider<br> <p>Foto Fa. Vetter als Beispiel</p>                                                                                                        |
| 14 | SNR-Rundschneider                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | Kabelspeicher für Überblasen/Arbeiten aus Mitte (ggf. einfache Box der Bündelfaser)<br> <p>Bsp. Fa. Emtelle Glasfaser Aufbewahrungsfass mit Doppelklemmring,</p> |
| 16 | Durchflussmengenmessgerät (z.B. Flowmeter) zur Bestimmung der Luftmenge in l/min<br> <p>Foto Fa. Vetter als Beispiel</p>                                        |
| 17 | Feile zum Anfasen des Bak                                                                                                                                                                                                                          |
| 18 | Schneidwerkzeuge Bak                                                                                                                                                                                                                               |
| 19 | Messschieber für Durchmesser Bak                                                                                                                                                                                                                   |
| 20 | Endstopfen 4 (ES-4)                                                                                                                                                                                                                                |
| 21 | Schutzkappen für SNR und SNRve                                                                                                                                                                                                                     |

Tabelle 2 Lieferungen durch den AN

## 4.3 Rücklieferungen durch den AN

(1) Rücklieferungen von Material, wie z.B. Restlängen von Gf-Mini- und Gf-Mikro-Kabel sowie SNR(V) müssen so gesichert sein, dass eine Wiederverwendbarkeit des Materials sichergestellt ist. Dazu ist das Kabel-/ SNR(V)- Ende mit einem Klebeband zu fixieren und die obere Wickellage mit einer Spannfolie zu fixieren, damit die Wickellagen bei einem Transport geschützt sind und nicht verrutschen können.

(2) Rückzuliefernde Kabel und SNR müssen nach dem Schneiden wieder feuchtigkeitsdicht verkappt werden.

(3) Ausgebaute, nicht wiederverwendbare Kabel sind nach Rücksprache mit dem BvT entweder auf Trommeln oder in Meterstücke geschnitten zurück zu liefern.

Aus Beistellungen nicht verbrauchte Materialien sind zurückzuliefern. Auf den Kabel- / KR-Trommeln vorgefundene Überlängen sind an die Telekom zurückzuliefern.

(4) Ausgelieferte Kabeltrommeln sind i. d. R. Fremdtrommeln von Trommellieferanten bzw. des Logistikdienstleisters, die der Deutschen Telekom AG mietweise überlassen werden. Die Trommeln sind nach Materialverbrauch zurückzusenden bzw. frei zu melden.

Die Rücksendepflicht gilt nicht für leere Einwegtrommeln mit SNR bzw. Restlängen. Restlängen sind entweder nach Rücksprache des BvT für andere Vorhaben zu verwenden, zurückzuführen oder zu entsorgen. Mehrwegtrommeln werden wie alle Lademittel dokumentiert. Aufgrund anfallender Mietkosten sind örtliche Standzeiten von  $\geq 6$  Monaten bei Holztrommeln und  $\geq 12$  Monate bei Metalltrommeln zu vermeiden. Ein entsprechendes Kabeltrommelmonitoring mit Laufzeiten und Kostenübersicht wird bei der Betriebslenkung jedes einzelnen PTI monatlich vorgehalten.

Miettrommeln mit vorhandenen Restlängen sind bei nicht erkennbarer Weiterverwendung nach Rücksprache mit dem BvT entweder zu entsorgen oder mit der Trommel zurückzusenden. Anhäufungen von Miettrommeln mit nicht verwertbaren Restlängen sind aus Kostengründen zu vermeiden. Abstimmungen mit dem BvT für das weitere Vorgehen sind zu erfolgen. Die Freimeldung/Rückmeldung der Trommeln vom AN an den BvT erfolgt in elektronischer Form, hiermit wird die fristgerechte Retoure dokumentiert. Eine Rücklieferung von ausgezogenen Kabeln auf Trommeln ist systemtechnisch nicht möglich und nicht vorgesehen.

(5) KR/MR4/SNR/SNRV bzw. Kabel und sonstige wieder-verwendbare oder recycelbare Reststoffe sind, getrennt nach Materialsorten (PVC-U, PE, Kabeltypen etc.), nach den Angaben des BvT an den in der Baubeschreibung angegebenen Ort zurückzuliefern. Ggf. kann vereinbart mit dem BvT werden, dass Rücklieferungen größeren Ausmaßes von Fahrzeugen im Auftrag der Telekom direkt auf der Baustelle abgeholt werden.

(6) Aus den Beistellungen nicht verbrauchte Materialien sind unverzüglich zurückzuliefern. Auf beigestellten Kabeltrommeln vorgefundene Überlängen sind an die Telekom zurückzuliefern.

(7) Ggf. notwendige Rücklieferungen wegen Reklamation an die Logistik und deren Begründung müssen vom Auftragnehmer dem PTI bekannt gegeben, mit Fotos belegt und dokumentiert werden.

## 4.4 Gewonnenes Material

Gewonnenes Material ist nach den Angaben des BvT an die Telekom zurückzuliefern.

## 4.5 Vorhalten von Maschinen und Geräten

Der AN hat alle Maschinen und Geräte zur fachgerechten Ausführung der in den Abschnitten 3 bis 6 genannten Arbeiten für die Telekom vorzuhalten. Das können u.a. sein:

| lfd. Nr. | Vorhalten von Maschinen und Geräten durch den AN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Bohrmaschinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2        | Deckelheber                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3        | Füllgeräte für ADE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4        | Gasspürgeräte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5        | Gleitrollen, Kabelschleifbogen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6        | Hilfsseilwinden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 7        | Kabelscheren, Rohrscheren, Schneidgeräte für SNR, SNRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8        | Kabeltrommeltransporter und Hebegeräte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9        | Kabeltrommelböcke und reibungsarm gelagerte Wellen mit Pass-Stücken zwischen Welle und Trommel, um ein Rundlaufen der Trommel sicherzustellen (gilt auch für Trommeltransportanhänger)                                                                                                                                                                                   |
| 10       | Kabelziehstrümpfe, Kabelziehköpfe, Kabelziehzubehör                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 11       | Kalibriergeräte für lange KR-Strecken, Ortungsgeräte, Sender und Zubehör, Festkaliber verschiedener Durchmesser, etc.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12       | Kompressoren mit Eigenschaften gemäß dieser ZTV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 13       | KR- Stücke zum Durchverbinden beim Kalibrieren von KR-Strecken                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14       | Lösekolbenset                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15       | Mobile Sprechfunkverbindungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 16       | Reinigungsgeräte für die Züge                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 17       | Rohrscheren, Anfaser und Schälmesser für Rohre aus PE-HD und PVC-U                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 18       | Schiebegestänge, Gf-Einschiebebänder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 19       | Schutzbogen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 20       | Thermometer zur Messung der Kabeltemperatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 21       | Einblasgeräte für Gfk, SNR in KR, MR4-Züge                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 22       | Einblasgeräte für Gf-Mini- und Mikrokabeltypen in SNR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 23       | Crashtesteinrichtung für Einblasgeräte aller Größen und Typen                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 24       | Suchgerät für besendete Kupferadern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 25       | Suchgerät für Elektronische Markierungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 26       | Sender zur Fehlersuche auf SNR10 x 1 mm Strecken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 27       | <p>Spezieller Einblasmanschettenkolben für das Dazublasen von bis zu 5 SNR 10 x 1 mm in ein mit einem Gfk belegten KR 50 x 4,6 mm.</p>   <p>Copyright für alle Fotos: Kabelverlegetechnik Bär</p> |
| 28       | Dazublaskopf zum Dazublasen von SNR 10 x 1 mm oder Fspk in bereits belegte KR 50 x 4,6 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**Tabelle 3 Vorzuhaltende Maschinen und Geräte**

Auf Verlangen des BvT hat der AN den Nachweis über die ordnungsgemäße Kalibrierung der Maschinen und Geräte vorzulegen.

#### 4.5.1 Messgeräte und Prüfverfahren

##### 4.5.1.1 Messgeräte zur Kontrolle des Kabelzustandes

Kalibrierter Druckprüfer für druckluftgefüllte Kabel mit integriertem Adapter. AN prüft eigenständig druckluftgefüllte Kabel bei der Übernahme vom Auftraggeber bzw. nach Abschluss der Zieharbeiten.

##### 4.5.1.2 Messgeräte zur Kontrolle der KR- und SNR-Dichtheit

Messgerät zur nachweislichen Kontrolle der Dichtheit einer Rohranlage nach Abschluss der Einzieh-/Einblasarbeiten, falls erforderlich bei hochwertigen Anlagen (z.B. Düker).

Nach dem Ende der Einzieh- bzw. Verlegearbeiten ist, falls erforderlich, eine mit dem BvT festzulegende Anzahl von Röhrchen mit einem Rohr-Dichtheitsprüfgerät zu überprüfen.

Das anzuschließende Druckregistriergerät prüft einzelne Rohre oder mehrere Rohre gleichzeitig auf Dichtheit und protokolliert die Prüfung. Die elektronischen Messungen des Druckverhaltens sind als Ausdruck auf Papier und als Datei oder bevorzugt bereits elektronisch aufgezeichnet als Datei zur Speicherung für eine Auswertung zu erzeugen.

Eine moderne elektronische Prüftechnik führt Prüfschritte (siehe unten) automatisch aus, berechnet dazu die Prüf- und Beruhigungszeiten, die Beruhigungsphase wird automatisch graphisch dargestellt und weitere Angaben zum Druckprüfgerät, der Rohranlage sowie detaillierte Prüfdaten werden auf einem automatisch erzeugten elektronischen Protokoll ausgegeben.

Eine Dokumentation der Druckprüfung muss mindestens folgende Informationen enthalten: Baustellenname, Datum / Uhrzeit, graphische Aufzeichnung der Hauptprüfungsphase sowie „Prüfkriterien erfüllt“ oder „Prüfkriterien nicht erfüllt“.

#### Füllphase

Während der Füllphase der Rohranlage muss der Druck am Anfang mittels elektronischem Druckprüfgerät und am Ende mit einem einfachen Manometer ermittelt werden. Werden mehrere Rohre geprüft, ist das Manometer nur am Ende des längsten Rohres anzubringen. Alle kürzeren Rohre werden druckdicht verschlossen. Eine vollständige Füllung der Anlage ist sichergestellt, wenn der Prüfdruck auf beiden Seiten der Rohranlage gleich ist.

#### Vorprüfung 5min:

Bei Prüfung nur eines Rohres ist keine Vorprüfung erforderlich. Sollen gleichzeitig mehrere Rohre geprüft werden ist zunächst an jedem Einzelrohr eine Vorprüfung durchzuführen (Prüfzeit 5 min, Prüfdruck 5 bar (0,5 MPa), max. Druckabfall 0,5 bar (50 kPa)). Rohre die diese Prüfung nicht bestehen müssen von einer weiteren Prüfung ausgeschlossen werden.

#### Beruhigungsphase:

Nach der Vorprüfung ist eine Beruhigungszeit von 20 % der berechneten Hauptprüfzeit einzuhalten.

#### Hauptprüfphase:

Folgende Parameter sind zu berücksichtigen:

- Prüfdruck: 5 bar (0,5 Mpa)  $\pm 6\%$
- zul. Druckabfall während der Hauptprüfung: 0,5 bar (50,0 kPa)

- Die Dauer der Hauptprüfung ist entsprechend der Rohrlänge und der Anzahl der gleichzeitig zu prüfenden Rohre über folgende Formel zu berechnen:

$$t = t_{\min 1} + n \times t_{\min 2} \times L_F$$

$t$  = Dauer Hauptprüfung

$t_{\min}$  = Mindestprüfzeit

$t_{\min 1} = 5 \text{ min}$

$t_{\min 2} = 3 \text{ min}$

$n$  = Anzahl Rohre

$L_F$  = Rohrlänge[m] / 1.250 (Längenfaktor)

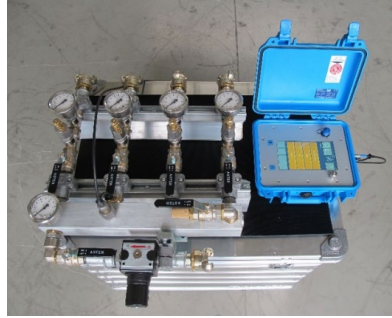


Abbildung 1 Dichtheitsprüf- und Registriergerät für KR

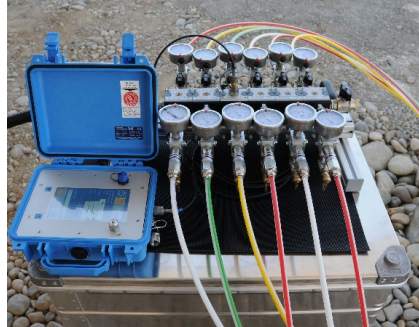


Abbildung 2 : Druckprüfeinheit für SNR  
(Quelle: Vetter Kabelverlegetechnik)



Abbildung 3 Druckprüfgerät  
(Quelle: EP Messgerätetechnik)

Diese neuen Prüfkriterien folgen den Forderungen zur gleichzeitigen Prüfung mehrerer Rohre, zur wirtschaftlicheren Prüfung bei Gewährleistung, der notwendigen Prüfgenaugkeiten und Reduzieren von Manipulationen der Prüfergebnisse.

#### 4.5.1.3 Messgerät zur Kontrolle der Kabeltemperatur

Laserthermometer zur berührungsfreien Messung der Kabeloberflächentemperatur

#### 4.5.1.4 Prüfverfahren zur Durchgangskontrolle von SNR

Das Prüfverfahren kann unmittelbar nach Abschluss der Einzieh- oder Einblasarbeiten angewandt werden. SNR-E 7 x 1,5 mm, SNR 10 x 1,0 mm bzw. SNR-E 12 x 2,0 mm werden mit Druckluft auf Durchgang geprüft. Dabei ist ein mit Gleitmittel benetzter Schwamm durch das Rohr zu blasen.

#### 4.5.2 Kalibriergerät für lange KR-Strecken

Das Kalibriergerät muss aus den folgenden wesentlichen Bestandteilen bestehen:

- Kalibriergerät für lange KR-Strecken
- Fangeinrichtung für Kaliber
- Kaliber mit Sender, Suchvorrichtung für Sender
- Manschettenkolben
- Kompressor

Der Druck, der auf die zu kalibrierende KR-Strecke gegeben werden kann, darf 0,4 Mpa nicht überschreiten. Diese Einstellung ist durch einen Druckbegrenzer zu realisieren.

#### 4.5.3 Ziehwinden für Symk, SNR und Fspk

Die Ziehwinden müssen

- die Einstellung unterschiedlicher Ziehgeschwindigkeiten zulassen.
- mit einem Zugkraftmesser am Spill und einem Diagrammschreibwerk ausgerüstet sein.

- die wirksamen Zugkräfte bis 30 kN während des Ziehvorgangs ständig messen und in einem Zugkraft-Diagramm mit einer seilabhängigen Längenangabe aufzeichnen.
- Für Auszieharbeiten sind Winden mit bis zu 50 kN einsetzbar!
- eine kalibrierte Schreibvorrichtung, die auch eine Ausgabe als Datei ermöglicht (z.B. Ausgabe an eine USB-Schnittstelle oder USB-Stick).
- bei der Beschriftung der Zugdiagramme folgende Punkte vorsehen: Gerätenummer der Ziehwinde, Trommelnummern, Nummern der KSch, Länge der gezogenen Kabel, Kabeltyp und Datum.
- eine Abschaltvorrichtung mit voreinstellbarer Zugkraft besitzen.
- Die gesetzlich notwendigen UVV-Prüfungen (z.B. Zugseil, Totmannschalter, etc. ) durchgeführt und erfüllt wurden.

Derzeit von Telekom nach Test und Erfahrungen zugelassene Winden, welche die oben gestellten Anforderungen erfüllen:

1. Fa. Lancier Cable GmbH
2. Fa. Jakob Thaler GmbH
3. Fa. Vetter Kabelverlegetechnik GmbH
4. Fa. Bagela GmbH
5. Fa. Jost AG, KZW 10, KZW 20, KZW 30

#### 4.5.4 Einblasgeräte

##### 4.5.4.1 Crashtesteinrichtung für Einblasgeräte aller Größen

Zu Beginn eines jeden neuen Einblasvorganges mit einem neuen Kabel oder einer im Falle einer starken Veränderung der Außentemperatur ist jeweils ein Crashtest durchzuführen.

Dabei wird die Vorschubkraft des Gerätes auf die jeweilige Paarung Kabel und Rohr so limitiert, dass die Vorschubeinrichtung das Kabel nicht beschädigen kann. Die dafür notwendigen Einrichtungen sind in Abbildung 4 zu sehen. Der Innendurchmesser der verwendeten Crashtesteinrichtung muss dem Innendurchmesser des zu beblasenden Rohres entsprechen.



Abbildung 4 Crashtesteinrichtung



#### 4.5.4.2 Einblasgeräte für Standard-Gfk, SNR und Fspk

Einblasgeräte zum Einblasen von Gf-Standardkabel ca. 12 bis 26 mm Ø müssen u.a. folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Die Maximaleinblasgeschwindigkeit sollte auf 100 m/min begrenzt sein.
- Die zulässige am Gerät voreingestellte Querkraft (Anpressdruck) des Vorschubes auf das Kabel darf  $250 \text{ N/cm}^2$  nicht überschreiten, der einzustellende Wert ergibt sich aus dem Crashtest.
- Die zulässige Vorschubkraft darf 600 N nicht überschreiten, der einzustellende Wert ergibt sich aus dem Crashtest.
- Die Vorschubeinrichtung muss bei einem plötzlichen Stillstand des Kabelanfanges abschalten.
- Die eingebrachte Kabellänge muss laufend angezeigt werden (Toleranz 1 %).
- Die Einblasgeschwindigkeit muss laufend angezeigt werden (Toleranz 3 %).
- Der Einblasdruck von 1,2 Mpa darf nicht überschritten werden. (KR können platzen!).
- Unebenheiten des Kabels müssen durch die Andruck-/ Vorschubeinrichtung federnd aufgefangen werden.
- Ein Hochbiegen des Kabels innerhalb der Vorschubeinrichtung darf keinesfalls vorkommen.
- Die Geräuschentwicklung des arbeitenden Gerätes sollte so gering wie möglich gehalten werden.

**Tabelle 4 Derzeit von Telekom nach Test zugelassene Einblasgeräte für Gf-Standardkabel und SpeedNet-Rohren**

| Typ               | Hersteller         | von                             | Autom. el. Einblasprotokoll |
|-------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Fibercat          | Lancier Cable GmbH |                                 | C3                          |
| Fiberwheel        | Lancier Cable GmbH |                                 | C3                          |
| Hydrocat          | Lancier Cable GmbH |                                 | C3                          |
| Tornado           | CBS                | Jakob Thaler GmbH<br>TSO GmbH   | TFC 1                       |
| Cable-JET         | Plumettaz          | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH | möglich                     |
| Super-JET         | Plumettaz          | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH | möglich                     |
| Powerflow         | Fremco             | Bagela Baumaschinen GmbH        | FiberLogger BPS             |
| Multiflow         | Fremco             | Bagela Baumaschinen GmbH        | FiberLogger BPS             |
| Multi Blower      | Jetting AB         | Jakob Thaler GmbH               | Thaler-LOG                  |
| MJet V3           | Jetting AB         | TSO GmbH                        | JetLogger                   |
| MAH-4 D           | Mal-Met            |                                 | integriert                  |
| MAH-4 D Universal | Mal-Met            |                                 | integriert                  |

#### 4.5.4.3 Einblasgeräte für Gf- Mikro- und Minikabel

Einblasgeräte zum Einblasen von Mini- (ca. 5,8 bis 6,5 mm Ø) und Mikrokabel (ca. 1,8 bis 2,5 mm Ø) müssen u.a. folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Die Maximaleinblasgeschwindigkeit sollte auf 80 m/min begrenzt sein.
- Die zulässige am Gerät voreingestellte Querkraft (Anpressdruck) des Vorschubes auf das Kabel ergibt sich aus dem Crashtest.
- Die zulässige Vorschubkraft ergibt sich aus dem Crashtest.
- Die Vorschubeinrichtung muss bei einem plötzlichen Stillstand des Kabelanfanges sofort abschalten.
- Die eingebrachte Kabellänge muss laufend angezeigt werden (Toleranz 1 %).
- Die Einblasgeschwindigkeit muss laufend angezeigt werden (Toleranz 3 %).
- Der Einblasdruck von 1,6 MPa darf nicht überschritten werden.
- Unebenheiten des Kabels müssen durch die Andruck-/ Vorschubeinrichtung federnd aufgefangen werden.
- Ein Hochbiegen des Kabels innerhalb der Vorschubeinrichtung darf keinesfalls vorkommen.

Mikrokabel sind ausschließlich unter Verwendung eines Einblasgerätes mit eingebauter Rutschkupplung oder mechanischer/elektronischer Schubkraftkontrolle einzublasen.

**Tabelle 5** Derzeit von Telekom nach Test zugelassene Einblasgeräte für Gf-Minikabel:

| Typ                            | Hersteller         | von                                       | Autom. el. Einblasprotokoll   |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| Intelli-Jet<br>Mini-Jet        | Plumettaz          | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH           | integriert<br>IntelliBox      |
| Intelli Micro-Jet<br>Micro-Jet | Plumettaz          | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH           | integriert<br>IntelliBox      |
| Airstream                      | CBS                | Jakob Thaler GmbH<br>TSO GmbH             | mit ext. TFC 1                |
| MiniFlow                       | Fremco             | Bagela Baumaschinen GmbH<br>Opternus GmbH | FiberLogger BPS<br>ext. TFC 1 |
| MaxiCat C3                     | Lancier Cable GmbH |                                           | integriert                    |
| MiniCat                        | Lancier Cable GmbH |                                           | C3                            |
| MicroCat                       | Lancier Cable GmbH |                                           | C3                            |
| SmartWheel                     | Lancier Cable GmbH |                                           | integriert                    |
| Dragon-Jet SMART               | Gamm-Bud           | SPRINT Kabelverlegesysteme GmbH           | integriert                    |
| Gulfstream GS 350-E            | Condux             |                                           | integriert                    |
| Mini Blower                    | Jetting AB         | Jakob Thaler GmbH                         | Thaler-Log                    |
| MJet V2                        | Jetting AB         | TSO GmbH                                  | JetLogger                     |
| Multi Blower                   | Jetting AB         | Jakob Thaler GmbH                         | Thaler-Log                    |
| MJet V3                        | Jetting AB         | TSO GmbH                                  | JetLogger                     |
| MAH-4-D Universal              | Mal-Met            |                                           | integriert                    |
| MAH-4-D Mini                   | Mal-Met            |                                           | integriert                    |

**Tabelle 6** Derzeit von Telekom nach Test zugelassene Einblasgeräte für Gf-Mikrokabel

| Typ                            | Hersteller         | von                                                             | Autom. el. Einblasprotokoll |
|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Intelli Micro-Jet<br>Micro-Jet | Plumettaz          | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH                                 | integriert<br>IntelliBox    |
| Servo-JET                      | Plumettaz          | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH                                 | möglich                     |
| UltimaZ E25                    | Plumettaz          | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH                                 | mit TFC 1                   |
| ACCEL Air2                     | CBS                | Jakob Thaler GmbH<br>TSO GmbH                                   | mit TFC 1                   |
| MicroFlow LOG                  | Fremco             | Bagela Baumaschinen GmbH<br>Lancier Cable GmbH<br>Opternus GmbH | Integriert                  |
| SmartWheel                     | Lancier Cable GmbH |                                                                 | integriert                  |
| Micro Blower                   | Jetting AB         | Jakob Thaler GmbH                                               | Thaler-Log                  |
| MJet V0/V0 HD                  | Jetting AB         | TSO GmbH                                                        | JetLogger                   |
| Mini Blower                    | Jetting AB         | Jakob Thaler GmbH                                               | Thaler-Log                  |
| MJet V2                        | Jetting AB         | TSO GmbH                                                        | JetLogger                   |
| MAH-4-D Mini                   | Mal-Met            |                                                                 | integriert                  |

#### 4.5.4.4 Nachblaskopf zum Einblasen von Restlängen

Nachblaskopf zum sicheren Einblasen von Restlängen, die durch das Blasen in zwei Richtungen entstehen. Danach kann das Rohr ggf. ohne Zwischenstück geschlossen werden.

#### 4.5.4.5 Automatische elektronische Einblasprotokolliergeräte

Einblasarbeiten mit Gf-Mini- und -Mikrokabeln müssen mit maschinell erstellten elektronischen Einblasprotokollen für jeden Einblasvorgang dokumentiert werden.

Es existieren bei mehreren Herstellern in die Geräte eingebaute Einblasprotokolliereinrichtungen, ggf. ist auch eine Nachrüstung bereits vorhandener Einblasgeräte möglich. Ferner gibt es ein für alle sonstigen Einblasgeräte vorschaltbares Einblasprotokolliergerät TFC1 des Herstellers Jakob Thaler.

Das Einblasen von Gf-Standardkabel und SNR kann weiterhin mit einem handschriftlich erstellten Protokoll durchgeführt werden.

Für das Protokoll müssen vor dem Einblasvorgang alle relevanten Daten (wie zum Beispiel Angaben zum Bauvorhaben, zu den verwendeten Rohren und Kabeln, dem Kompressor und dem Gleitmittel) korrekt eingegeben werden. Der integrierte Speicher kann bei der nächsten Nutzung z.B. bei einem gleichen Kabel als Fortsetzung der Trasse alle Daten wieder laden.

Während des Einblasvorganges werden kontinuierlich Messwerte für Kabellänge, Einblasdruck, Einblasgeschwindigkeit und teilweise auch schon die auf das Kabel wirkende Schubkraft elektronisch gespeichert. Es ist möglich die momentanen Messwerte aber auch den bisherigen Verlauf des gesamten Vorganges auf einer aussagekräftigen grafischen Darstellung (Diagramm) zu verfolgen.

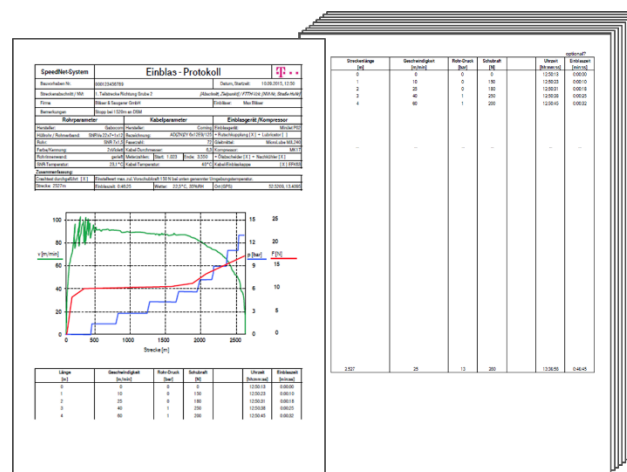


Abbildung 5 maschinell erstelltes elektronisches Einblasprotokoll (beispielhafte Darstellung)

Diese Grafik ist Teil des Protokolls. Zusätzlich wird eine Tabelle erstellt, die eingeblasenen Meter dokumentiert und bei Bedarf analysiert werden kann. Die Protokolle können jederzeit über den internen Speicher als pdf-Datei ausgelesen und an die Telekom übergeben werden. Dort werden sie in die elektronische Bauakte übernommen. FTTH Einblasprotokolle (Vzk) sind durch den AN über min 5 Jahre vorzuhalten und auf Verlangen des BvT zu übergeben.

## 4.5.5 Kompressoren

### 4.5.5.1 Kompressoren zum Einblasen von Standardkabeln

Kompressoren zum Einblasen von GfK und SNR in) bzw. Züge des MR4 müssen u.a. folgende Anforderungen erfüllen:

- Der Maximaldruck darf 1,3 MPa (13 bar Überdruck) nicht überschreiten.
- In KR 50 x 4,6mm Ø (PN10) darf der Einblasdruck max. 1,2 MPa betragen.
- In Zügen des MR4 (40 x 2,5 mm und 32 x 2 mm) (PN6) darf der Einblasdruck max. 0,8 MPa betragen
- Der Volumenstrom muss bei ca. 10 bis 17 m<sup>3</sup>/min liegen (je mehr Luftmenge desto größer die erreichbare Streckenlänge).
- Die Schlauchanschlüsse müssen einen Minstdurchmesser von 1,5 Zoll aufweisen.
- Eine Öl- und Wasserabscheidung (siehe auch Abbildung 6 beispielhaft) muss in der Druckluftzuführung zum Einblasgerät vorhanden sein.
- Eine Nachkühlung der Druckluft (siehe auch Abbildung 6 beispielhaft) auf ca. 8 °C über Umgebungstemperatur muss gegeben sein.



Abbildung 6 Beispiel für Nachkühler mit Öl-/Wasserabscheider

### 4.5.5.2 Kompressoren zum Einblasen von Gf-Mini- und Gf-Mikrokabeln

Klein-Kompressoren zum Einblasen von Mini- (ca. 5,8 bis 6,5 mm Ø) und Mikrokabel (ca. 1,8 bis 3 mm Ø) in SNR müssen u.a. folgende Anforderungen erfüllen:

- Der Maximaldruck ist 1,5 MPa (15 bar Überdruck) nicht zu überschreiten.
- Der Volumenstrom muss mindestens 1 m<sup>3</sup>/min betragen.
- Eine Öl- und Wasserabscheidung (siehe auch Abbildung 6 beispielhaft) muss in der Druckluftzuführung zum Einblasgerät vorhanden sein.
- Eine Nachkühlung der Druckluft auf ca. 8 °C über Umgebungstemperatur muss gegeben sein.

## 4.5.6 Gleitmittel zum Einziehen und Einblasen

(1) Für das Einziehen von schweren Kupferkabeln (symK, Fspk ) und MR4 in KKR110, KKR50 oder in KKF zugelassene Kabelgleitmittel:

- Kabelgleitgel Gliss Gel (Lieferant: Fa. Krummenerl Industrievertretungen, Kirchen)
- Kabelgleitmittel Techlube HD (Lieferant: Socomore Ireland Ltd. - Meenane, Watergrasshill, Co. Cork, Ireland)

(2) Für das Einziehen und Einblasen von Standard-GfK bzw. SNR in KR 50 zugelassene Gleitmittel:

- Gliss F (Lieferant: Fa. Krummenerl Industrievertretungen, Kirchen),
- Cable Jetting Lube CJL (Hersteller: Polywater Europe BV; Lieferant: Fa. Vetter Kabelverlegetechnik, Lottstetten)

(3) Für das Einblasen von Gf-Minikabel und Gf-Mikrokabel in SNR zugelassene Gleitmittel:

- Micro Jetting Lube MJL Hersteller: Polywater Europe BV; (Lieferant: Fa. Vetter Kabelverlegetechnik GmbH, Lottstetten),
- Lube50 (Hersteller: Polywater Europe BV; Lieferant: Fa. Bagela Baumaschinen GmbH)
- Prelube 5000 (Hersteller: Polywater Europe BV; Lieferant: Fa. Lancier Cable GmbH)
- Gliss M (Hersteller Carima; Lieferant: Fa. Krummenerl Industrievertretungen, Kirchen),

Diese Produkte der vorgenannten Lieferanten erfüllen die Anforderungen der Telekom. Sie stellen **keine** Grundwassergefährdung dar, es liegt ein DIN-Sicherheits-Datenblatt für sie vor. Sie sind hinsichtlich ihrer Reibbeiwerte die anerkannt besten Gleitmittel.

Sollten andere Gleitmittel zum Einsatz gebracht werden, so sind diese nur dann einsetzbar, wenn sie von zentraler Seite (in Abstimmung mit dem Bereich ZFP (Zentrale Funktionen Produktion, Ressort DEA) nach entsprechenden Tests zugelassen wurden.

**Tabelle 7 Übersicht der zugelassenen Gleitmittel für verschiedene Anwendungsfälle**

| Typ                    | Hersteller           | Von (Lieferant)                  | 1 – schwere Kabel | 2 - GfK und SNR | 3 - Gf-Minikabel | 4 - Gf- Mikrokabel |
|------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Gliss Gel              | CARIMA S.r.l.        | Krummenerl Industrievertretungen | X                 |                 |                  |                    |
| Techlube HD            | Socomore Ireland Ltd |                                  | X                 |                 |                  |                    |
| Gliss F                | CARIMA S.r.l.        | Krummenerl Industrievertretungen |                   | X               |                  |                    |
| Cable Jetting Lube CJL | Polywater Europe BV  | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH  |                   | X               |                  |                    |
| Micro Jetting Lube MJL | Polywater Europe BV  | Vetter Kabelverlegetechnik GmbH  |                   |                 | X                | X                  |
| Lube50                 | Polywater Europe BV  | Bagela Baumaschinen GmbH         |                   |                 | X                | X                  |
| Prelube5000            | Polywater Europe BV  | Lancier GmbH                     |                   |                 | X                | X                  |
| Gliss M                | CARIMA S.r.l.        | Krummenerl Industrievertretungen |                   |                 | X                | X                  |

(1) Einziehen von schweren Kupferkabeln (symK, Fspk) und MR4 in KKR110, KKR50 oder in KKF

(2) Einziehen und Einblasen von Standard-GfK bzw. SNR in KR 50

(3) Einblasen von Gf-Minikabel in SNR

(4) Einblasen von Gf-Mikrokabel in SNR

#### 4.5.7 Qualifizierung des Bedienungspersonals der Einblasgeräte

Bedingung für die Beauftragung eines Einzieh- oder Einblasprojektes ist, dass das örtlich eingesetzte Personal nachweislich eine entsprechende Ausbildung erhalten hat. Die Nachweise sind jeweils vorzulegen und in die Akten zu übernehmen.

## 4.6 Kabeltypen

Für die Baustellen der Telekom sind ausschließlich Kabel gemäß den Technischen Spezifikationen der Telekom in Rohranlagen einzubringen. Die Kabel sind für die jeweilige Einbringtechnik optimiert.

| Kabeltypenbezeichnung der Regelausführung |                   | Außen-Durchmesser (Nennwert) | Biegen/<br>Ausformen,<br>bei Montage,<br>ohne Zugbelastung | Biegen/<br>Ausformen,<br>beim Verlegen,<br>unter Zugbelastung | Zugbelastbarkeit | Regellänge | Versandspulen<br>für Regellängen | Kabeltransportgewicht<br>Regellänge<br>(Richtwert) | Längswasserdicht |
|-------------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|------------------|
|                                           |                   |                              | Biegeradius                                                | Umlenkradius                                                  |                  |            | Flansch                          |                                                    |                  |
|                                           |                   | mm                           | mm                                                         | mm                                                            | N                | m          | mm                               | kg                                                 |                  |
| A-02YSF(L)2Y                              | 6x2x0,5 StVIBd    | 9,0+2,0                      | >=45                                                       | >=90                                                          | <=160            | 2000       | <1400                            | 325                                                | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 10x2x0,5 StVIBd   | 10,5+2,0                     | >=50                                                       | >=100                                                         | <=250            | 2000       | <1400                            | 390                                                | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 20x2x0,5 StVIBd   | 13,5+2,0                     | >=65                                                       | >=130                                                         | <=450            | 2000       | <=1800                           | 700                                                | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 30x2x0,5 StVIBd   | 15,5+2,0                     | >=75                                                       | >=150                                                         | <=600            | 2000       | <=2000                           | 930                                                | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 50x2x0,5 StVIBd   | 19,0+2,0                     | >=90                                                       | >=180                                                         | <=900            | 2000       | <=2200                           | 1430                                               | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 100x2x0,5 StVIBd  | 25,5+2,0                     | >=115                                                      | >=230                                                         | <=1600           | 2000       | <=2500                           | 2290                                               | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 150x2x0,5 StVIBd  | 30,5+2,0                     | >=140                                                      | >=280                                                         | <=2300           | 2000       | <=2800                           | 3440                                               | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 200x2x0,5 StVIBd  | 34,5+2,0                     | >=160                                                      | >=320                                                         | <=3900           | 2000       | <=2800                           | 4160                                               | ja               |
| A-02YSF(L)2Y                              | 300x2x0,5 StVIBd  | 41,0+2,0                     | >=190                                                      | >=380                                                         | <=5400           | 1000       | <=2500                           | 2810                                               | ja               |
|                                           |                   |                              |                                                            |                                                               |                  |            |                                  |                                                    |                  |
| A-02Y(L)2Y                                | 100x2x0,5 StVIBd  | 24,0+2,0                     | >=110                                                      | >=220                                                         | <=1400           | 2000       | <=2200                           | 1840                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 200x2x0,5 StVIBd  | 31,0+2,0                     | >=140                                                      | >=280                                                         | <=2400           | 2000       | <=2800                           | 3480                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 300x2x0,5 StVIBd  | 37,0+2,0                     | >=165                                                      | >=330                                                         | <=5700           | 1000       | <=2200                           | 2210                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 400x2x0,5 StVIBd  | 41,5+2,0                     | >=190                                                      | >=380                                                         | <=7200           | 1000       | <=2500                           | 2820                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 500x2x0,5 StVIBd  | 46,0+2,0                     | >=210                                                      | >=420                                                         | <=8600           | 1000       | <=2800                           | 3480                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 700x2x0,5 StVIBd  | 53,0+2,0                     | >=240                                                      | >=480                                                         | <=11100          | 1000       | <=2800                           | 4790                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 800x2x0,5 StVIBd  | 57,0+2,0                     | >=255                                                      | >=510                                                         | <=12200          | 666        | <=2800                           | 4290                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 1000x2x0,5 StVIBd | 63,5+2,0                     | >=265                                                      | >=530                                                         | <=14000          | 666        | <=2800                           | 5000                                               | nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 1200x2x0,5 StVIBd | 69,0+2,0                     | >=310                                                      | >=620                                                         | <=15000          | 500        | <=2800                           | 3850                                               | Nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 1500x2x0,5 StVIBd | 77,0+2,0                     | >=350                                                      | >=700                                                         | <=19000          | 333        | <=2800                           | 3575                                               | Nein             |
| A-02Y(L)2Y                                | 2000x2x0,5 StVIBd | 86,0+2,0                     | >=380                                                      | >=760                                                         | <=19000          | 333        | <=2800                           | 4300                                               | nein             |

Tabelle 8 Symk, Verseilart StVIBd, Leiter-Durchmesser 0,5 mm ; Kabeltyp A-02Y(SF) (L)2Y bzw. A-02Y (L)2Y

| Kabelformenbezeichnung der<br>Regelausführung |                    | Außen-<br>Durch-<br>messer<br>(Nenn-<br>wert) | Biegen/<br>Ausformen,<br>bei Montage,<br>ohne Zugbe-<br>lastung | Biegen/<br>Ausformen,<br>beim Verle-<br>gen,<br>unter Zugbe-<br>lastung | Zug-<br>belastbar<br>keit | Regel-<br>länge | Versand-<br>spulen<br>für Regel-<br>längen | Kabel-<br>trans-<br>portge-<br>wicht<br>Regel-<br>länge<br>(Richt-<br>wert) | Längs-<br>wasser-<br>dicht |
|-----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                               |                    |                                               | Biegeradius                                                     | Umlenkradius                                                            |                           |                 | Flansch                                    |                                                                             |                            |
|                                               |                    | mm                                            | mm                                                              | mm                                                                      | N                         | m               | mm                                         | kg                                                                          |                            |
| A-02Y(L)2Y                                    | 30x2x0,8 StVII Bd  | 21,0+2,0                                      | >=80                                                            | >=160                                                                   | <=1500                    | 1000            | <=1600                                     | 610                                                                         | I                          |
| A-02Y(L)2Y                                    | 50x2x0,8 StVII Bd  | 25,5+2,0                                      | >=100                                                           | >=200                                                                   | <=2500                    | 1000            | <=1800                                     | 1010                                                                        | I                          |
| A-02Y(L)2Y                                    | 100x2x0,8 StVII Bd | 34,0+2,0                                      | >=130                                                           | >=260                                                                   | <=4600                    | 1000            | <=2000                                     | 1900                                                                        | I                          |
| A-02Y(L)2Y                                    | 200x2x0,8 StVII Bd | 46,0+2,0                                      | >=175                                                           | >=350                                                                   | <=8500                    | 1000            | <=2800                                     | 3460                                                                        | I                          |
| A-02Y(L)2Y                                    | 300x2x0,8 StVII Bd | 55,5+2,0                                      | >=210                                                           | >=420                                                                   | <=11500                   | 500             | <=2500                                     | 2610                                                                        | I                          |
| A-02Y(L)2Y                                    | 400x2x0,8 StVII Bd | 63,0+2,0                                      | >=240                                                           | >=480                                                                   | <=14500                   | 500             | <=2500                                     | 3330                                                                        | I                          |
| A-02Y(L)2Y                                    | 500x2x0,8 StVII Bd | 70,0+2,0                                      | >=265                                                           | >=530                                                                   | <=17000                   | 500             | <=2800                                     | 4230                                                                        | I                          |
| A-02Y(L)2Y                                    | 800x2x0,8 StVII Bd | 87,0+2,0                                      | >=330                                                           | >=660                                                                   | <=21500                   | 333             | <=2800                                     | 4310                                                                        | I                          |
| A-02YSF(L)2Y                                  | 30x2x0,8 StVII Bd  | 23,5+2,0                                      | >=90                                                            | >=180                                                                   | <=1300                    | 1000            | <=1800                                     | 770                                                                         | -                          |
| A-02YSF(L)2Y                                  | 50x2x0,8 StVII Bd  | 28,5+2,0                                      | >=110                                                           | >=220                                                                   | <=2300                    | 1000            | <=2000                                     | 1230                                                                        | -                          |
| A-02YSF(L)2Y                                  | 100x2x0,8 StVII Bd | 38,0+2,0                                      | >=145                                                           | >=290                                                                   | <=4600                    | 1000            | <=2240                                     | 2450                                                                        | -                          |
| A-02YSF(L)2Y                                  | 200x2x0,8 StVII Bd | 53,0+2,0                                      | >=200                                                           | >=400                                                                   | <=8500                    | 750             | <=2800                                     | 3540                                                                        | -                          |

Tabelle 9 Symk, Verseilart StVIBd, Leiter-Durchmesser 0,8 mm; Kabeltyp A-02Y(SF)(L)2Y

| Kabeltyp                | Außendurch-<br>messer | Transport-<br>masse | max. zulässige<br>Zugbelastung | Kleinstzulässiger<br>Umlenkradius | max. zulässige Ein-<br>ziehlänge<br>KKF | max. zulässige Ein-<br>ziehlänge<br>PVC/PE |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
|                         | mm                    | kg/km               | N                              | mm                                | m                                       | m                                          |
| NYJ-J3 x 1,5 RE (230V)  | 14                    | 250                 | 225                            | 168                               | 90*                                     | 500*                                       |
| NYJ-J3 x 2,5 RE (230V)  | 15                    | 300                 | 375                            | 180                               | 125*                                    | 500*                                       |
| NYJ-J3 x 4,0 RE (230V)  | 14                    | 340                 | 600                            | 168                               | 150*                                    | 500*                                       |
| NYJ-J3 x 6,0 RE (230V)  | 15                    | 430                 | 600                            | 180                               | 160*                                    | 500*                                       |
| NYJ-J3 x 10,0 RE (230V) | 17                    | 590                 | 600                            | 204                               | 160*                                    | 420*                                       |
| NYCWY 2 x 10RE/4 (400V) | 18 +1,5               | 560                 | 1000                           | 270                               | 160*                                    | 1.000*                                     |
| NYJ-O 4x10RE (60V)      | 19                    | 700                 | 2000                           | 270                               | 160*                                    | 1.000*                                     |

Tabelle 10 Fspk-Typen

\*Das Einziehen des Fspk muss über Umlenkrollen und unter Nutzung eines Gleitmittels vorgenommen werden. Die maximal zulässige Zugbelastung ist keinesfalls zu überschreiten

| Kabeltypen-<br>bezeichnung der Regelaus-<br>führung | Außen-<br>Durch-<br>mes-<br>ser(Nenn-<br>wert) | Biegen/ Ausfor-<br>men, bei Mon-<br>tage, ohne Zug-<br>belastung | Biegen/ Ausfor-<br>men, beim Verle-<br>gen,<br>unter Zugbelas-<br>tung | Zugbelast-<br>barkeit | Regellänge | Versandspu-<br>len für Re-<br>gellängen | Kabeltrans-<br>portgewicht<br>in<br>kg/Regellänge<br>(Richtwert) |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                                     |                                                | Biegeradius                                                      | Umlenkradius                                                           |                       |            | Flansch                                 |                                                                  |
|                                                     | mm                                             | mm                                                               |                                                                        | N                     | m          | mm                                      |                                                                  |
| A-DQ(L)2Y 1x12                                      | 12,5                                           | >=180                                                            | >=240                                                                  | <=2500                | 6000       | 1600                                    | 920                                                              |
| A-DQ(L)2Y 3x12                                      | 12,5                                           | >=180                                                            | >=240                                                                  | <=2500                | 6000       | 1600                                    | 920                                                              |
| A-DQ(L)2Y 4x12                                      | 12,5                                           | >=180                                                            | >=240                                                                  | <=2500                | 6000       | 1600                                    | 920                                                              |
| A-DQ(L)2Y 6x12                                      | 12,5                                           | >=180                                                            | >=240                                                                  | <=2500                | 6000       | 1600                                    | 920                                                              |
| A-DQ(L)2Y 7x12                                      | 13,2                                           | >=200                                                            | >=260                                                                  | <=2500                | 6000       | 1600                                    | 990                                                              |
| A-DQ(L)2Y 8x12                                      | 14,0                                           | >=220                                                            | >=300                                                                  | <=2500                | 6000       | 1800                                    | 1150                                                             |
| A-DQ(L)2Y 11x12                                     | 16,5                                           | >=270                                                            | >=400                                                                  | <=3200                | 4000       | 1800                                    | 1050                                                             |
| A-DQ(L)2Y 16x12                                     | 20,1                                           | >=300                                                            | >=400                                                                  | <=3200                | 4000       | 1800                                    | 1500                                                             |



|                |      |       |       |        |      |      |      |
|----------------|------|-------|-------|--------|------|------|------|
| A-DQ(L)H 2x4   | 12,5 | >=165 | >=220 | <=2200 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 4x4   | 12,5 | >=165 | >=220 | <=2200 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 5x4   | 12,5 | >=165 | >=220 | <=2200 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 1x12  | 12,5 | >=180 | >=240 | <=2500 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 2x12  | 12,5 | >=180 | >=240 | <=2500 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 3x12  | 12,5 | >=180 | >=240 | <=2500 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 4x12  | 12,5 | >=180 | >=240 | <=2500 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 6x12  | 12,5 | >=180 | >=240 | <=2500 | 6000 | 1600 | 1100 |
| A-DQ(L)H 7x12  | 13,2 | >=200 | >=260 | <=2500 | 6000 | 1600 | 1250 |
| A-DQ(L)H 8x12  | 14,0 | >=220 | >=300 | <=2500 | 6000 | 1800 | 1350 |
| A-DQ(L)H 11x12 | 16,5 | >=270 | >=400 | <=3200 | 4000 | 1800 | 1250 |
| A-DQ(L)H 16x12 | 20,1 | >=300 | >=400 | <=3200 | 4000 | 1800 | 1700 |

Tabelle 11 Gf-Kabeltyp A-DQ(L)2Y Lg und A-DQ(L)H Lg



| Kabeltypenbezeichnung<br>der<br>Regelausführung  | Außen-Durch-messer<br>(Nennwert) | (Biegen/ Ausformen,<br>bei Montage,<br>ohne Zugbelastung) | (Biegen/ Ausformen,<br>beim Verlegen, unter<br>Zugbelastung) | Zugbelastbarkeit | Regellänge | Versandspulen für<br>Regellängen | Kabeltransportgewicht<br>in<br>kg/Regellänge (Richtwert) |
|--------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| mit den Faserdaten<br>E9/125 0,36F3 /<br>0,21H18 |                                  | Biegeradius                                               | Umlenkradius                                                 |                  |            | Flansch                          |                                                          |
|                                                  |                                  | mm                                                        |                                                              |                  |            | mm                               |                                                          |
|                                                  |                                  | mm                                                        |                                                              |                  |            | mm                               |                                                          |
| A-DQ(BN)H 1 x 4                                  | 7,0                              | 100                                                       | 130                                                          | 1.000            | 6.000      | 1.000                            | 310                                                      |
| A-DQ(BN)H 1 x 12                                 | 7,0                              | 100                                                       | 130                                                          | 1.000            | 6.000      | 1.000                            | 310                                                      |

Tabelle 12 Gf-VzK Kabeltyp zum Einziehen in KKA und zur direkten Verlegung im Erdkabelgraben

| Kabeltyp           | Fasern pro<br>Bündel-<br>ader | Anzahl der<br>Bündel-<br>adern | Anzahl der<br>Blinddele-<br>mente | Kabelaußen-<br>durchmesser | Ge-<br>wicht | Minimal zu-<br>lässiger<br>Umlenkra-<br>dius | Mini-ma-<br>ler Bie-<br>geradius | Regel-<br>liefer-<br>längen | Max.Zugbelast-<br>barkeit |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                    |                               |                                |                                   | mm                         | kg/km        | mm                                           | mm                               | m                           | N                         |
| A-D(ZN)2Y 1x12     | 12                            | 1                              | 5                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 2000                        | 700                       |
| A-D(ZN)2Y 2x12     | 12                            | 2                              | 4                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 2000                        | 700                       |
| A-D(ZN)2Y 3x12     | 12                            | 3                              | 3                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 2000                        | 700                       |
| A-D(ZN)2Y 4x12     | 12                            | 4                              | 2                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 6000                        | 700                       |
| A-D(ZN)2Y 5x12     | 12                            | 5                              | 1                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 6000                        | 700                       |
| A-D(ZN)2Y 6x12     | 12                            | 6                              | 0                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 6000                        | 700                       |
| A-D(ZN)2Y 8x12     | 12                            | 6                              | 0                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 6000                        | 700                       |
| A-D(ZN)2Y 8x12 FAB | 12                            | 6                              | 0                                 | Max. 6,5                   | 35           | ≥130                                         | 90                               | 6000                        | 700                       |

Tabelle 13 Gf-Minikabel zum Einblasen

- Gf- Minikabel sind aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Beschaffenheit mit geeigneten Mitteln gegen Witte-  
rungseinflüsse und gegen Verschmutzung zu schützen.
- Das Material muss auf einer geeigneten Trommel (Spule) angeliefert werden.  
Sind die Trommel-Flansche beschädigt oder sind sie unwuchtig, d.h. sie laufen nicht gleichförmig auf der  
Welle, dann beeinträchtigt das die Einblasperformance und die Trommel ist zurückzuliefern. Der BvT ist so-  
fort zu verständigen
- Grundsätzlich erfolgt der Transport der Trommel nur stehend. Offensichtlich umgespulte Gf-Minikabel mit  
unsauberem Wickelbild sind sofort zurückzuliefern, sie stellen unkalkulierbare Risiken beim späteren Ein-  
blasen dar.
- Bei Trommeln mit Teillängen sind die GfK so zu fixieren, dass sie nicht aufschießen oder verrutschen  
können. Der Kabelanfang ist immer straff mit einem Klebeband zu fixieren, damit das Wickelbild nicht ver-  
rutscht.
- Anlieferung von Gf-Minikabel ist nur auf Trommeln zulässig. Ringbunde sind unzulässig.)

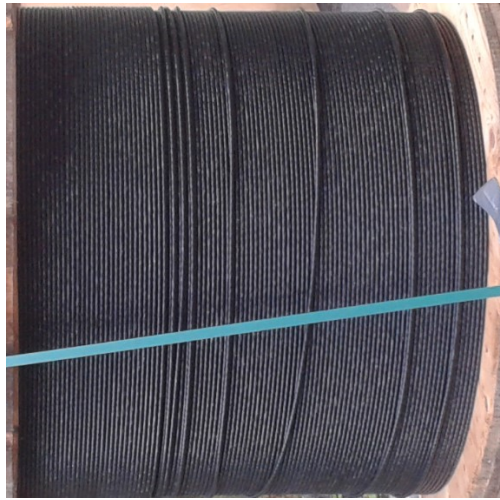


Abbildung 7 Beispielhaftes Wickelbild Gf-Minikabel

| Kabeltyp     | Fasern<br>pro<br>Bündel-<br>ader | Anzahl der<br>Bündeladern | Kabelaußen-<br>durchmesser<br>mm | Gewicht<br>kg/km | Minimaler<br>Biegeradius<br>mm | Minimaler<br>Umlenkradius<br>mm | Regelliefer-<br>längen<br>m | Max. Zug-<br>belastbarkeit<br>N |
|--------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| A-D 2Y 1x 4  | 4                                | 1                         | 2,4 + 0,2                        | 5                | ≥50                            | ≥90                             | 6.000                       | 80                              |
| A-D 2Y 1x 6  | 6                                | 1                         | 2,4 + 0,2                        | 5                | ≥50                            | ≥90                             | 6.000                       | 80                              |
| A-D 2Y 1x 12 | 12                               | 1                         | 2,4 + 0,2                        | 5                | ≥50                            | ≥90                             | 6.000                       | 80                              |
| A-D 2Y 1x 24 | 24                               | 1                         | 2,4 + 0,2                        | 5                | ≥50                            | ≥90                             | 6.000                       | 80                              |
| A-D 2Y 1x 36 | 36                               | 1                         | 2,8 + 0,2                        | 5                | ≥50                            | ≥90                             | 6.000                       | 80                              |

Tabelle 14 Gf-Mikrokabel zum Einblasen

- Gf-Mikrokabel sind aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Beschaffenheit mit geeigneten Mitteln gegen Witterungseinflüsse und gegen Verschmutzung zu schützen.
- Das Material muss auf einer geeigneten Trommel (Spule) angeliefert werden. Sind die Trommel-Flansche beschädigt oder sind sie unwuchtig, d.h. sie laufen nicht gleichförmig auf der Welle, dann beeinträchtigt das die Einblasperformance und die Trommel ist zurückzuliefern. Der BvT ist sofort zu verständigen.
- Grundsätzlich erfolgt der Transport der Trommel nur stehend. Offensichtlich umgespulte Gf-Mikrokabel mit unsauberem Wickelbild sind sofort zurückzuliefern, sie stellen unkalkulierbare Risiken beim Einblasen dar.
- Bei Trommeln mit Teillängen sind die GfK so zu fixieren, dass sie nicht aufschießen oder verrutschen können. Der Kabelanfang ist immer straff mit einem Klebeband zu fixieren, damit das Wickelbild nicht verrutscht. Anlieferung von Gf-Mikrokabel ist nur auf Trommeln zulässig. Ringbunde sind unzulässig.)
- Gf-Mikrokabel dürfen nicht umgespult werden!

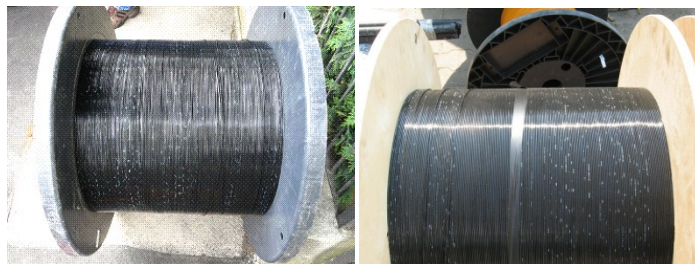


Abbildung 8 Beispielhaftes Wickelbild Gf-Mikrokabel

## 5 Arbeitsstellen

### 5.1 Allgemeine Hinweise

(1) Mit Beginn der Vorbereitung trägt der AN die Verantwortung für seine Arbeitsstelle nach Abs. 1, auch wenn sie sich im Bereich der Baustelle oder Arbeitsstelle eines anderen Unternehmens befindet.

Arbeitsstellen können sowohl auf öffentlichem Grund, in Verkehrsflächen, wie auch auf privatem Grund liegen. Dementsprechend sind Genehmigungen einzuholen und Sicherungsmaßnahmen für den Bereich der Arbeitsstelle durchzuführen. Arbeitsstellen können u.a. auch sein:

- KSch, AzK,
- Montagegruben und Kabelgräben,
- Verzweigergehäuse, MFG, MFK, Gf-NVt
- Technikgebäude

und der für die Ausführung der Arbeiten erforderliche Raum dazu.

(2) Jedes Bewegen bzw. Verändern von Anlagen Dritter ist nur mit Zustimmung des Betreibers der Anlage zulässig. Der BvT ist zu verständigen.

(3) Der Baugrubenverbau darf nur durch das Unternehmen, das die Tiefbauarbeiten durchführt, entfernt oder verändert werden. Der BvT ist zu verständigen.

(4) Der Baugrubenverbau darf nicht zur Aufnahme zusätzlicher Lasten verwendet werden.

(5) In Arbeitsstellen befindliches Wasser ist ordnungsgemäß zu entfernen. Nachfließendes Wasser ist durch geeignete Maßnahmen so einzudämmen, dass die Arbeiten ordnungsgemäß ausgeführt werden können.

(6) Bei Gewittern in Hör- und Sichtweite dürfen keine Arbeiten an Fernmeldelinien durchgeführt werden, die durch das Gewittergebiet führen.

(7) Arbeiten an gefährdend beeinflussten Fernmeldelinien und Endleitungen sind nur von unterwiesenen Personen durchzuführen.

### 5.2 Vorbereiten der Arbeitsstelle

(1) Vor Beginn der Arbeiten zum Öffnen der KSch und AzK ist an den Entlüftungsschlitzen der Deckel eine erste Gasprüfung vorzunehmen. Dabei soll festgestellt werden, ob der Bereich unter der Abdeckung gasfrei ist.

(2) Gasprüfung bei TWD – Abdeckung GAV: Es darf zum Freilegen und Öffnen des Deckels nur funkenfreies Material verwendet werden. Jedes Feuer und sonstige Zündquellen sind aus der Umgebung des KSch zu entfernen. Deckel einen Spalt weit öffnen, Gas prüfen, bei Gasfeststellung Sicherungsmaßnahmen starten (absperren, entlüften.....), erneut prüfen und dann erst bei Gasfreiheit Deckel ganz öffnen und Gasprüfung im KSch wie bisher wiederholen. Hinweis: Die KSch - Abdeckung 2003 „TWD“ ist aus nicht funken bildendem Guss.

(3) Gasprüfung bei UDESI - Gasprüfung wie unter Punkt 1, nach abheben des Deckels nochmalige Gasprüfung durch die in der UDESI vorgesehene Öffnung.

(4) Wird Gas festgestellt sind die Arbeiten unverzüglich einzustellen, die Arbeitsstelle zu sichern und der BvT zu verständigen.

(5) Verschlusspfropfen dürfen nur mit Werkzeugen aus nicht funkenbildendem Material entfernt werden.

(6) Zum Öffnen der Deckel sind nur die dafür vorgesehenen Deckelheber oder Hebezeugen zu verwenden. Auf keinen Fall dürfen Spitzhacken, Spaten oder dergleichen benutzt werden.

(7) Bei mechanisch verriegelbaren KSch-Abdeckungen werden die Schlösser von diesbezüglich eingewiesenen Kräften des AN geöffnet. Die zum Öffnen der KSch-Abdeckung erforderlichen Werkzeuge (Codierte Bit, Drehmomentschlüssel) werden vom BvT zur Verfügung gestellt

(8) Bei elektronisch gesicherten KSch-Abdeckungen (SESYS) sind eingewiesene Kräfte des AN berechtigt, die Öffnung nach vorheriger Anmeldung am System mit einem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Transponder durchzuführen. Diese Technologie ist einzusetzen, damit das Öffnen des KSch-Deckels nicht zu einem Alarm führt.

Alarmer, die durch unsachgemäßes Öffnen eines Bauwerkes ausgelöst wurden und ggf. zu einem Ausrücken der Sicherheitsorgane führen, werden als grobe Fahrlässigkeit eingestuft. Hierbei

entstehende Kosten werden dem Verursacher in Rechnung gestellt. Die übergebene Zugangstechnologie ist nach Beendigung der Arbeiten komplett an den Auftraggeber zurückzugeben.

(9) Festsitzende oder festgefrorene Deckel sind mit Holzstampfern ohne Eisenverstärkung bzw. sonstigen Geräten aus nicht funkenbildendem Material zu lockern oder mit Heißluftaufaugeräten aufzutauen. Alle anzuwendenden Geräte müssen so beschaffen sein, dass durch ihren Einsatz keine Funkenbildung bzw. Explosion hervorgerufen wird. Das Auftauen mit offener Flamme ist wegen der damit verbundenen Explosionsgefahr verboten. Ebenso dürfen auch keine chemische Mittel zum Auftauen verwendet werden.

(10) Eis und Schnee dürfen nur mit nichtfunkenbildenden Werkzeugen von den Abdeckungen entfernt werden.

(11) Die Deckel sind so zu lagern, dass sie nicht in den KSch/AzK stürzen können oder sich verkehrsbehindernd auswirken. Die Auflagerflächen von Deckeln und Deckelrahmen sind zu säubern. Unabhängig von der Art der auszuführenden Arbeiten sind bei jedem Öffnen eines KSch oder AzK die ausgehobenen Schmutzschalen zu entleeren. Das Wasser ist einem Straßeneinlauf zuzuführen. Der übrige anfallende Schmutz ist fachgerecht zu entsorgen. Sind KSch mit UDESI gesichert, so ist zunächst auf dem Deckel stehendes Wasser sowie Verschmutzungen soweit zu entfernen, dass der Zugang zu den Verschlussmechanismen der UDESI frei von Schmutz und Wasser ist. Dabei sind Arbeitsgeräte aus Metall unzulässig. Vor der Entriegelung der UDESI ist eine weitere Gasprüfung an der dafür vorgesehenen Öffnung der UDESI durchzuführen. Die weitere Vorgehensweise ist unter Abschnitt (7+8) beschrieben.

(12) Unabhängig von der Art der auszuführenden Arbeiten sind bei jedem Öffnen des KSch oder AzK die ausgehobenen Schmutzschalen zu entleeren. Das Schmutzwasser und der anfallende Schmutz sind ordnungsgemäß zu entsorgen. Örtliche Bestimmungen sind zu beachten.

(13) Arbeitsstellen sind vor dem Betreten ausreichend zu lüften. Mit den Arbeiten darf nur bei Gasfreiheit begonnen werden. Sollten die Arbeitsstellen durch Belüftung nicht gasfrei werden, ist der BvT unverzüglich zu verständigen.

(14) Funkenbildung und offenes Feuer sind von den Arbeitsstellen, die nicht mit Sicherheit gasfrei sind, fernzuhalten.

(15) Kabelschächte dürfen nur über geeignete Einstieghilfen betreten und verlassen werden. Ortsfest eingebaute Leitern sind vor Benutzung einer Sichtprüfung zu unterziehen. Dabei festgestellte Mängel sind dem BvT unverzüglich nachweislich (z.B. Fax) mitzuteilen. Bei Bauwerken größer 5 m Tiefe ist ein Betreten erst nach Instandsetzung der ortsfesten Leiteranlage und nur unter Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung zulässig. Wird die PSaGA bei der Arbeit beschädigt, müssen die Arbeiten eingestellt werden. Siehe auch DFUV Regel 112-198 „Benutzung von persönlicher Schutzausrüstungen gegen Absturz“ (bisher: BGR/GUV-R 198). Bei Bauwerken kleiner 5 m Tiefe ist ein Betreten des KSch mittels Anlegeleiter unter Beachtung der UVV möglich. Auf keinen Fall dürfen die Anlagen (Kabel, Kabelhalter, Kabelgarnituren etc.) im KSch betreten oder belastet werden. Bei den Arbeiten behindernde vorhandene Kabel und Kabelgarnituren dürfen nur im Benehmen mit dem BvT umgelagert werden.

(16) Bei den Arbeiten behindernde vorhandene Kabel und Kabelgarnituren dürfen nur nach Rücksprache mit dem BvT umgelagert werden.

(17) Beim Betreten des KSch/AzK oder der Montagegrube festgestellte Mängel, besonders dann, wenn sie die Standsicherheit beeinträchtigen oder die Betriebssicherheit gefährden können, sind dem BvT unverzüglich anzuzeigen. Vor Arbeitsbeginn festgestellte Mängel an Anlagen der Deutsche Telekom und Fremdanlagen sind dem BvT anzuzeigen.

(18) Die mit einem Schließsystem der Deutsche Telekom ausgerüsteten Verzweiger, KSch-Abdeckungen und Kabelabschlusseinrichtungen dürfen nur mit Schlüsseln des Schließsystems geöffnet werden. Ab Oktober 2016 werden MFG mit dem neuen Schließsystem mit intelligentem Schließmittel (SIS2015) gesichert. Nähere Informationen zur Anwendung (Schließmittelbeantragung, Nutzung, Aktualisierung Zugangsschlüsselberechtigungen, ...) sind in der ZTV-TKNetz 38A „Handhabung und Inbetriebnahme des Zugangskontrollsystems SIS2015“ beschrieben.

### 5.3 Betreiben der Arbeitsstelle

(1) Bei Arbeiten in KSch dürfen nur kontinuierlich messende Gaswarngeräte eingesetzt werden. Treten während der Arbeiten Gase in den KSch/AzK auf, ist die Arbeit an der betroffenen Stelle und in den benachbarten KSch und AzK sofort einzustellen. Der BvT ist unverzüglich zu verständigen.

(2) Heizstrahler dürfen in KSch nur mit Dunstabzugsschläuchen verwendet werden. Die Schläuche müssen dicht sein und derart nach oben aus dem KSch geführt werden, dass von ihnen keine Brandgefahr ausgeht, die Verbrennungsgase ungehindert abziehen und nicht in den KSch zurückströmen können. Während der Ausführung von Arbeiten insbesondere mit offener Flamme ist durch geeignete Maßnahmen für einen ausreichenden Luftwechsel zu sorgen. Zelte, Deckel oder Planen dürfen dabei nicht hinderlich werden.

(3) Während der Ausführung von Arbeiten insbesondere mit offener Flamme ist durch geeignete Maßnahmen für eine ausreichende Sauerstoffzufuhr zu sorgen.

(4) Bei Arbeiten, die zu einer Beschädigung oder Verschmutzung der Kabel und Kabelgarnituren führen könnten, sind diese vor Beginn der Arbeiten abzudecken. Chemikalien und andere aggressive Stoffe sind fernzuhalten. Tropfende Öle, Fette, Harze usw. sind aufzufangen. Kabel und Kabelgarnituren dürfen nur im Benehmen mit dem BvT bewegt oder umgelagert werden.

(5) Auch bei kurzzeitigem Verlassen ist die Arbeitsstelle gegen Fremdeingriffe zu sichern (z.B. geschlossenes Zelt und Absperreinrichtung, geschlossener Deckel).

(6) Geöffnete KSch mit verriegelbaren Kabelschachtabdeckungen, TWD – Abdeckungen oder eingebauten UDESI dürfen nicht ohne Aufsicht gelassen werden.

(7) Die Arbeitsstelle ist, soweit wie für die Durchführung der Arbeiten erforderlich, gegen Tagwasser zu schützen.

(1) Sofern während der Arbeiten kein kontinuierlich messendes Gaswarngerät eingesetzt wird, sind die Prüfungen auf Gasfreiheit mindestens halbstündlich zu wiederholen, damit Personen- und Sachschäden (Gasvergiftung, Explosion, Brand) vermieden werden. Treten während der Arbeiten Gase in den KSch/AzK auf, ist die Arbeit an der betroffenen Stelle und in den benachbarten KSch und AzK sofort einzustellen. Der BvT ist unverzüglich zu verständigen.

(2) Heizstrahler dürfen in KSch nur mit Dunstabzugsschläuchen verwendet werden. Die Schläuche müssen dicht sein und derart nach oben aus dem KSch geführt werden, dass von ihnen keine Brandgefahr ausgeht, die Verbrennungsgase ungehindert abziehen und nicht in den KSch zurückströmen können. Während der Ausführung von Arbeiten insbesondere mit offener Flamme ist durch geeignete Maßnahmen für einen ausreichenden Luftwechsel zu sorgen. Zelte, Deckel oder Planen dürfen dabei nicht hinderlich werden.

(3) Bei Arbeiten, die zu einer Beschädigung oder Verschmutzung der Kabel und Kabelgarnituren führen könnten, sind diese vor Beginn der Arbeiten mit Kunststoffplanen o. dgl. abzudecken. Chemikalien und andere aggressive Stoffe sind fernzuhalten. Tropfende Öle, Fette, Harze usw. sind aufzufangen. Kabel und Kabelgarnituren dürfen nur im Benehmen mit dem BvT bewegt oder umgelagert werden.

(4) Auch bei kurzzeitigem Verlassen ist die Arbeitsstelle gegen Fremdeingriffe zu sichern (z.B. geschlossenes Zelt und Absperreinrichtung, geschlossener Deckel).

(5) Geöffnete KSch mit elektronisch und/oder mechanisch verriegelbaren KSch-Abdeckungen bzw. mit UDESI dürfen nicht ohne Aufsicht gelassen werden.

#### 5.4 Aufräumen der Arbeitsstelle

(1) Alt- und Abfallstoffe aus den Beistellungen und den Anlagen der Deutschen Telekom sind sortenrein an die Deutsche Telekom zurückzuliefern. Alt- und Abfallstoffe aus den Lieferungen des AN sind in eigener Zuständigkeit ordnungsgemäß zu entsorgen.

(2) Alle für die Ausführung der Montagearbeiten zeitweise vorgenommenen Veränderungen an Kabelanlagen und Einbauten sind in ihren ursprünglichen Zustand zu versetzen.

(3) Die entleerten Schmutzfänger oder Schmutzschalen sind wieder einzuhängen.

(4) Vor dem Einlegen der UDESI, wenn Ausführung mit Dichtungen, sind diese von Schmutz zu befreien. Sollten Beschädigungen der Dichtungen festgestellt werden, ist der BvT zu benachrichtigen.

(5) Die Deckel (UDESI/KSch-Abdeckung) sind gemäß Montageanweisung (UDESI) einzulegen und auf richtigen Sitz zu überprüfen. Sofern Einlegemarkierungen auf Rahmen und Deckel (KSch-Abdeckung) vorhanden sind, müssen diese übereinstimmen. Aushebeöffnungen sind mit Verschlusspfropfen zu verschließen.

(6) Nach Beendigung der Arbeiten sind KSch und AzK sowie die Arbeitsstellen in Gebäuden besenrein zu säubern. Fettreste bzw. Reste von Kabelgleitmittel sind restlos zu beseitigen. Montagegruben, MFG, KVz etc. sind von Abfallstoffen der Montage zu säubern.

(7) Bei eingebauter Abdeckung TWD ist ggf. nach zu fetten.

(8) Vor dem Einlegen der Deckel sind die Deckelauflageflächen und ggf. vorhandene Lagerprofile zu reinigen, auf Unversehrtheit und richtigen Sitz zu überprüfen. Bei Beschädigungen, welche die Funktion einschränken, ist der BvT zu verständigen.

(9) Beim Einlegen der Deckel ist auf richtigen Sitz (kein Wackeln, kein Unter- oder Überstand) zu achten. Sofern Einlegemarkierungen auf Rahmen und Deckel vorhanden sind, müssen diese übereinstimmen.

## 6 Kalibrieren von Zügen, Einziehen von Kabel/ MR4/SNR/SNRV, Einblasen von Kabel und SNR

### 6.1 Allgemeine Hinweise

(1) Die nachfolgend angeführten Vorgaben gelten sowohl für das Einziehen von Kabel, SNR/SNRV, MR4 als auch für das Einblasen von Kabel und SNR. Mit dem Begriff **Einbringen** wird zur Vereinfachung der Abrechnung sowohl das Einziehen von Hand, mit Einziehhilfe (Gf-Einschiebebänder) und mit Kabelzugwinde mit Zugkraftmessung definiert.

Ein Einziehen mit einer Winde ohne Zugkraftmessung- und -aufzeichnung sowie der Einstellbarkeit der maximal zulässigen Zugkraftwerte (im ausgedruckten Einziehprotokoll dokumentiert!), sowie einer elektronischen Aufzeichnung der Zugkräfte über der Einziehlänge ist unzulässig.

In Tabelle 10 sind die zulässigen Techniken für die jeweiligen zu belegenden Medien dargestellt. Die maximal zulässigen Zugkraftwerte, Biegeradien etc. sind dieser ZTV-TKNetz zu entnehmen und zwingend einzuhalten. Alle Ausnahmen zu den Vorgaben sind ebenfalls in dieser ZTV-TKNetz formuliert.

(2) Der AN hat den Transport der Kabel und Trommeln (Spulen) ab der Übergabestelle durchzuführen. Für das sachgemäße Be- und Entladen von Fahrzeugen hat der AN geeignete Vorrichtungen bereitzustellen. Lastkraftwagen ohne spezielle Einrichtungen (Ladekräne, Stapler und/oder LKW mit Ladebordwand.) sind für den Transport von Trommeln im Allgemeinen ungeeignet.

(3) Die SNR-Enden müssen während des Transportes und der Lagerung wasserdicht verschlossen sein. Beschädigte Trommeln (beschädigte Trommelflansche weisen auf ein Herabfallen vom Lieferfahrzeug hin) sind sofort zurückzuliefern.

(4) Offensichtlich umgetrommelte Mini-bzw. Mikrokabel, SNR bzw. SNRV mit unsauberem Wickelbild sind ebenfalls zurückzuliefern, sie stellen unkalkulierbare Risiken beim Einblasen dar. Bei Trommeln mit Teillängen sind die Rohre insbesondere bei einem Liegendtransport möglichst mit einer Schrumpffolie zu fixieren. Werden von Gf-Mini- oder Mikrokabelringe zum Einblasen zur Verfügung gestellt, so ist ein Einblasen zu verweigern.

(5) Beschädigungen an Kabeln, Trommeln, SNR, SNRV etc. sind seitens des annehmenden AN fotografisch zu dokumentieren und sofort dem BvT zu übergeben.

(6) Gf-Mini- oder Mikrokabel dürfen aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Beschaffenheit nicht ungeschützt gegen Witterungseinflüsse und gegen Verschmutzung gelagert werden.

(7) Die Telekom gibt an, in welche Züge Kabel/KR/MR4/SNR/SNRV einzuziehen/einzublasen sind bzw. welche Kabel/KR/MR4/SNR/SNRV auszuziehen/auszublasen sind. Dabei ist Tabelle 10 zwingend zu beachten.

(8) Der AN hat eine Sprechfunkverbindung mit allen am Zieh-/Einblas-/Ausblas-/Kalibriervorgang beteiligten Kräften bereitzustellen.

(9) Beim Verarbeiten der Kabel ist die Trommel bzw. die Abspulvorrichtung so aufzustellen, dass das GfK, die SNRV, SNR von der Unterseite der Spule in möglichst flachem Bogen und unter Einhaltung der zulässigen Biege- bzw. Umlenkradien ablaufen. Dadurch werden mechanische Beschädigungen beim Abtrommeln vermieden. Die Trommel ist ständig leicht zu bremsen, um ein Nachlaufen der Trommel bei einem unvorhergesehenen Stopp des Vorganges und damit ein Stauchen oder Knicken der GfK, SNRV bzw. SNR zu verhindern.

| Zu belegendes Medium                                                                                                                                                    | Zulässige Technik             |                |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------|----------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------|-------|
|                                                                                                                                                                         | Erdreich<br>offener<br>Graben | KKR/SR<br>110  | KKR<br>50 | KKF<br>100     | MR4<br>40<br>mm   | MR4<br>32<br>mm                      | KR 50<br>x 4,6<br>mm | SNRe<br>7x1,5<br>mm | SNRe<br>12x2,0<br>mm | SNR<br>10x1,0<br>mm | SNRV | SNRVe |
| SymK                                                                                                                                                                    | E*                            | E*             | E*        | E*             | E*                | E*                                   | E*                   |                     |                      |                     |      |       |
| Gf Standardkabel bis<br>192 Fasern                                                                                                                                      | E*                            | E <sup>1</sup> | E*        | E <sup>1</sup> | E*+B <sup>1</sup> | E*, E <sup>2</sup><br>B <sup>1</sup> | E*+B                 |                     |                      |                     |      |       |
| Gf-Minikabel 6,5mm                                                                                                                                                      |                               |                |           |                |                   |                                      |                      |                     | B                    | B                   | B    | B     |
| Gf-Mikrokabel 2,6mm                                                                                                                                                     |                               |                |           |                |                   |                                      |                      | B                   | B                    | B                   | B    | B     |
| MR4 Züge                                                                                                                                                                |                               | E*             |           | E*             |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| SNRe 7x1,5 mm                                                                                                                                                           | E*                            |                | E*        | E*             | E*+B              | E*+B                                 | E*+B                 |                     |                      |                     |      |       |
| SNRe 12x2,0 mm                                                                                                                                                          | E*                            |                | E*        | E*             | E*+B              | E*+B                                 | E*+B                 |                     |                      |                     |      |       |
| SNR 10x1,0 mm                                                                                                                                                           |                               |                | E*        |                | E*+B              | E*+B                                 | E*+B                 |                     |                      |                     |      |       |
| SNRV 8x 10x1,0mm                                                                                                                                                        |                               | E*             |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| SNRVe                                                                                                                                                                   | E*                            | E*             |           | E*             |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| KR 50 x 4,6 mm                                                                                                                                                          | E*                            | E*             |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| Fspk                                                                                                                                                                    | E*                            | E*             | E*,       | E*             | E*+B <sup>1</sup> |                                      | E*+B                 |                     |                      |                     |      |       |
| Dükerrohr                                                                                                                                                               | E*                            |                |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| E* = Einziehen mit Winde und Zugkraftmessung                                                                                                                            |                               |                |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| E <sup>1</sup> = Gf-Standardkabel bis 192 Fs können in Straßenübergänge und Vzk-Kanäle von Hand mit Einziehhilfe ein- oder dazugezogen, keinesfalls eingeschoben werden |                               |                |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| E <sup>2</sup> = max. 132-fasriges Kabel zulässig                                                                                                                       |                               |                |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| B = Einblasen                                                                                                                                                           |                               |                |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |
| B <sup>1</sup> = Einblasen aber unter Beachtung, dass MR 4 als PN 6-Rohr eine geringere maximale Druck-Belastung zulässt als KR (PN 10)                                 |                               |                |           |                |                   |                                      |                      |                     |                      |                     |      |       |

**Tabelle 15 Zulässige Techniken in Abhängigkeiten von den zu belegenden Medien**

(10) Die Spulen sind insbesondere beim Einblasen immer zentriert auf einer reibungsarm gelagerten Welle ausgerichtet auf das Einblasgerät anzuordnen. Eine unwuchtige Trommel führt zu erheblichen Einbußen bei der erreichbaren Einblaslänge.

(11) Kabel/MR4/SNR/SNRV sind nur bei zulässigen Umgebungstemperaturen nach Tabelle 16 einzuziehen. Die dort aufgeführten Temperaturbedingungen gelten erst dann als erfüllt, wenn das betreffende Kabel/MR 4/SNR während der letzten 12 Stunden vor dem Einziehen nicht einer Temperatur außerhalb des zugelassenen Bereiches ausgesetzt war. Bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes sind die Spulen SymK, Fspk, Gfk, SNR und SNRV vor dem Einbringen 12 bis 24 Stunden in geheizten Räumen zu lagern.

Die Spulen sind vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen. Ideale Zugbelastbarkeit wird in einem Temperaturbereich zwischen +5 °C und + 20 °C erreicht.

Die Einblastemperaturen, minimal wie auch maximal, werden aufgrund von Erfahrungswerten gegenüber den Einziehtemperaturen reduziert. Die Temperaturen im Rohr werden in Hochtemperaturphasen noch erhöht durch die eingedrückte Druckluft, die ca. 10 Grad wärmer ist als die Umgebungstemperatur.

Im Winter besteht bei Temperaturen unterhalb von -2 °C die Gefahr des Gefrierens des Kabelgleitmittels und damit verliert sich die Gleitwirkung.



| Kabeltyp, MR4            | Zulässige Einziehtemperaturbereich<br>in °C | Zulässiger Einblastemperaturbereich<br>in °C |
|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Symk                     | -20 bis +50                                 | -                                            |
| Fspk                     | -5 bis +50                                  | -                                            |
| Gfk                      | -5 bis +45                                  | -2 bis + 45                                  |
| Gf-Mini- und Mikrokabel  | nicht zulässig                              | -2 bis + 37                                  |
| MR 4                     | -5 bis +30                                  | -                                            |
| SNR                      | -10 bis +30                                 | 0 bis + 37                                   |
| SNRV 8 x 10x1 in KKR1 10 | -10 bis +30                                 | -                                            |
| SNRV / SRNV-E einlagig   | -10 bis +30                                 | -                                            |
| SNRV-E                   | 5 bis +30                                   | -                                            |

Tabelle 16 Zulässiger Einzieh- bzw. Einblastemperaturbereich

(12) Müssen SymK, Gf-Standardkabel bis 192 Fs oder Fspk Kabel z.B. in Schleifen oder Achten ausgelegt werden, so hat der AN durch geeignete Maßnahmen dafür Sorge zu tragen, dass die Kabel nicht verschmutzt oder beschädigt werden können.

Einzublasende SNR sind nicht in Schleifen oder Achten auszulegen. Mini und Mikrokabel sind ausschließlich mit den dafür entwickelten Kabelauffangvorrichtungen (Beispiel siehe Abbildung 7) zu bearbeiten.

Das Ablegen von Kabel auf der Erde muss zwingend unterbleiben. Um Beschädigungen der Gf-Minikabel/-Mikrokabel durch mechanische Einflüssen zu verhindern, müssen die Kabelüberlängen mit Hilfe spezieller Auffangvorrichtungen (Beispiel siehe Abbildung 9) abgelegt werden. Mikro- und Minikabel bedürfen sehr sensibler Behandlung, eine Verschmutzung mit Staub oder auch nur Wasser hat beim Einblasen angesichts eines verbleibenden Luftspaltes rund um das Kabel von weniger als einem Millimeter massive Folgen.



Abbildung 9 Beispiel für Kabelauffangvorrichtung für Minikabel-Überlängen (Foto Fa. Vetter)

(13) Kabel/SNR/SNRV, deren Windungen auf der Trommel zusammengefroren sind, müssen vor dem Einziehen aufgetaut werden. Hierzu ist die Trommel in geeigneten Räumen, z. B. beheizten Hallen, abzustellen.

(14) Bei Kabellängen mit Druckluftfüllung ist die Dichtigkeit des Mantels durch Messen des Luftüberdruckes bei Übernahme durch den AN, vor dem Transport und vor Beginn der Einzieharbeiten zu prüfen. Zum Messen genügt ein einfacher Reifendruckmesser gemäß Abschnitt 4.5.1.1 dieser ZTV-TKNetz. Der gemessene Wert darf nicht kleiner als 30 kPa (0,3 bar Überdruck) sein. Nach dem Einziehen ist nochmals der Druck zu prüfen.

Der BvT ist unverzüglich zu verständigen, wenn

- ein geringerer Wert oder überhaupt kein Überdruck festgestellt wird.
- Abweichungen gegenüber dem Anfangsdruck festgestellt werden.
- Beschädigungen zu vermuten sind.

In diesen Fällen sind die Einzieharbeiten für das betroffene Kabel zu unterbrechen, und die Ursachen sind gemeinsam mit dem BvT zu klären. Die gemessenen Drücke sind dem BvT mitzuteilen.

#### (15) Verschließen von Kabeln und SNR

- Geschnittene Kabel sind nach dem Abschluss der Zieharbeiten sofort staub- und wasserdicht mit KEK oder mit Schrumpfkappen (mit oder ohne Ventil) zu verkappen.
- Kabel mit Kunststoffmantel ohne Druckluftfüllung in einem Außendurchmesserbereich von 8 bis 24 mm generell mit KEK zu verkappen.
- Bleimantelkabel sind, wenn notwendig, mit Schrumpfkappen mit oder ohne Ventil zu verkappen. Dies ist auch dann durchzuführen, wenn die Muffen herausgetrennt werden und die Kabel außer Betrieb im Zug oder im Erdreich verbleiben (für spätere Kabel-X-Nutzung).
- SNR, die mit Gf-Mini –oder Mikrokabel belegt sind, sind immer mittels EZA-t gas- und wasserdicht zu verschließen.
- Unbelegt und unverschlossen vorgefundene SNR bzw. Einzelröhrchen von SNRV sind generell bei Arbeitsunterbrechungen und Zwischenlagerung der Trommeln mit entsprechenden Schutzkappen für SNR (durch AN vorzuhalten) gemäß ZTV-TKNetz 11, Abb. 11 (SK 7, 10 oder 12) provisorisch abzudichten. Diese SK sind keinesfalls als Ersatz für die EZA-t oder ES einzubauen.
- Soll das SNR dauerhaft im Erdreich oder im KSch enden, so ist es zwingend mit druckdichten Endstopfen ES 7, 10 oder 12 oder einer EZA-t 7, 10 oder 12 (siehe Abbildung 10) zu verschließen.



Abbildung 10 von links: Schutzkappe (SK) , Einzelzugabdichtung (EZA-t) und Endstopfen (ES)

(16) Um mit den maximal zulässigen Zugkräften einziehen zu können, sind die Kabel entsprechend Tabelle 16 vorzubereiten.

Gf-Mini- und Mikrokabel dürfen generell nicht eingezogen werden.

Gf-(Standard-) Kabel gemäß Tabelle 11 wurden hinsichtlich einer verbesserten Einblasperformance weiterentwickelt. Deshalb sind sie heute nur noch sehr eingeschränkt mit Kabelziehwinde einziehbar. In KR50 x 4,6 mm werden Kabel gemäß Tabelle 11 oder SNR 10 x 1,0 mm eingeblasen.

SNRV sind nicht einblasbar, SNRV 50/8 x10 sind in KKR 110 einziehbar.

Beim Übergang von rohrverlegten SNR 10x1,0 auf SNR E 12 x 2,0 mm sind RSM 12/10 zu verwenden. Der Übergang ist mechanisch zu schützen.

In MR4-Züge werden SNR 10 x 1,0 mm, SNR 7 x 1,5 oder SNR 12 x 2,0 mm eingezogen oder eingeblasen. Ein Einziehen ist bis zu einer maximalen (geraden) Trassenlänge von 320 m und auch dann nur mit Kabelziehwinde mit Zugkraft-Diagrammschreibwerk zulässig. Größere Streckenlängen sind generell einzublasen. Das Zugkraftdiagramm bzw. das Einblasprotokoll ist vorzulegen und zur Bauakte zu nehmen.

SNR können auf kurzen Strecken mit der Kabelziehwinde mit Zugkraftschreibung unter Verwendung eines speziellen Einziehkopfes oder eines Kabelziehstrumpfes in KR, MR4 oder KKR-Züge eingezogen werden. SNR müssen bzgl. ihrer Anzahl für den jeweiligen Rohrabchnitt immer komplett in einem Arbeitsgang eingezogen- oder eingeblasen werden. Ein späteres Nachziehen oder -blasen ist nicht möglich! SNRV mit jeweils dafür geeigneten SNR können zeitlich nacheinander in ein KKR 110, KKF eingezogen werden.

Symk, MR4 können von Hand bzw. mit Gf-Einschiebeband ohne Längenbegrenzung eingezogen werden. SNR, SNRV können von Hand bzw. mit Gf-Einschiebeband unter Beachtung der maximal zulässigen Zugkraftwerte eingezogen, keinesfalls eingeschoben werden.

SNR 7x1,5mm oder SNR 12x2,0mm können in belegte Züge auf kurze Strecken unter Verwendung eines Gf-Einschiebebandes dazugezogen werden, die max. zul. Zugkraftwerte sind einzuhalten. SNRV 50/8x 10x1,0mm (innerhalb der KKA nur mit Hülle) können mit speziellem Ziehkopf oder Kabelziehstrumpf eingezogen werden

SNRV bzw. aufgeschnittene SNRV können mit der Kabelziehwinde mit Diagrammschreiber unter Verwendung eines speziellen Einziehkopfes oder eines Kabelziehstrumpfes in KR, MR4 KKF- oder KKR-Züge eingezogen werden. Das Zugkraftdiagramm ist zwingend in elektronischer Form als \*.pdf Datei vorzulegen und zur Bauakte zu nehmen.

KR 50 x 4,6 mm können in Straßenübergänge eingezogen oder eingeschoben werden. Die Zugkraftverlaufdiagramme der Kabelziehwinde, die Einblas- und Kalibrierprotokolle als Kopie sind zwingend dem BvT zu übergeben.

(17) SNR sowohl einzeln als auch in den Verbänden werden in verschiedenen Farbkennzeichnungen angepasst an die Farbcodierung der Glasfasern (siehe Tabelle 17) in einem Kabel geliefert. Die in Tabelle 17 aufgeführte Verteilung der Farbcodierung für die einzelnen Rohrtypen (MR 4, KR) ist generell einheitlich durchzuführen. Es ist darauf zu achten, dass die Farbkennzeichnungen innerhalb einer Trasse mit einzelnen SNR bzw. mit SNRV immer, auch nach Verbindungen oder Abzweigen, konsequent weitergeführt werden.



Abbildung 11 Beispiel für Kennzeichnung der Rohre

| SNR.-<br>Nr. | Farbe   | SNR-<br>Nr. | Farbe   | Zusatzmarkierung   |
|--------------|---------|-------------|---------|--------------------|
| 1            | Rot     | 13          | Rot     | Streifenmarkierung |
| 2            | Grün    | 14          | Grün    | Streifenmarkierung |
| 3            | Blau    | 15          | Blau    | Streifenmarkierung |
| 4            | Gelb    | 16          | Gelb    | Streifenmarkierung |
| 5            | Weiß    | 17          | Weiß    | Streifenmarkierung |
| 6            | Grau    | 18          | Grau    | Streifenmarkierung |
| 7            | Braun   | 19          | Braun   | Streifenmarkierung |
| 8            | Violett | 20          | Violett | Streifenmarkierung |
| 9            | Türkis  | 21          | Türkis  | Streifenmarkierung |
| 10           | Schwarz | 22          | Schwarz | Streifenmarkierung |
| 11           | Orange  | 23          | Orange  | Streifenmarkierung |
| 12           | Rosa    | 24          | Rosa    | Streifenmarkierung |

Tabelle 17 Farbcodierung und Reihenfolge der einzelnen SNR

(18) Für das Einziehen von Kabel, SNR und SNRV werden verschiedene Verfahren beschrieben.

| Typ                                                                                                   | Kabelziehstrumpf<br>(ohne Beteiligung<br>der Kabelseele) | Kabelziehstrumpf<br>(mit Beteiligung der<br>Kabelseele) | Kabelziehkopf | Werkseitiger<br>zugfester<br>Verschluss | von der Telekom<br>hergestellter zugfes-<br>ter Verschluss |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Symk                                                                                                  | -                                                        | x                                                       | x             | x                                       | x                                                          |
| Fspk                                                                                                  | x                                                        | x                                                       | -             | -                                       | -                                                          |
| Gfk                                                                                                   | x**                                                      | x*                                                      | für Gfk       | x                                       | x                                                          |
| Gf-Mikro und Minikabel                                                                                | unzulässig (ausschließlich Einblasen)                    |                                                         |               |                                         |                                                            |
| Kxk                                                                                                   | -                                                        | x                                                       | -             | x                                       | x                                                          |
| MR4                                                                                                   | mit zusätzl. Fixierung des MR4                           |                                                         | für MR4       | -                                       | -                                                          |
| SNR                                                                                                   | x                                                        |                                                         | x             | -                                       | -                                                          |
| SNRV                                                                                                  | x                                                        |                                                         | x             | -                                       | -                                                          |
| *bei Gfk mit entsprechendem z.B. metallischem Zentralelement                                          |                                                          |                                                         |               |                                         |                                                            |
| ** nur für Gfk mit entsprechendem Aufbau, d.h. der Kabelmantel kann die zulässige Zugkraft übertragen |                                                          |                                                         |               |                                         |                                                            |

Tabelle 18 Vorbereitung der Kabel zum Einziehen/Einblasen

(19) Die Abstände der Einblasgruben (hergestellt gemäß ZTV-TKNetz 10) werden gemeinsam mit dem BvT kurzfristig vor Baubeginn und unter Zugrundelegung der tatsächlich gelieferten Kabellängen (Trommelbeschriftung) festgelegt.

(20) Beim Abspulen von SNR von Trommeln, die sich auf einer gemeinsamen Welle befinden, ist darauf zu achten, dass alle Trommeln sich unabhängig voneinander frei beweglich drehen können.

(21) Beim Abziehen des Kabels/MR4/SNR/SNRV von der Trommel ist diese permanent leicht zu bremsen, damit ein Nachlaufen und damit die Gefahr von Stauchungen und Knickungen des Kabels/Rohrs/SNRV vermieden wird. Während des Ablaufs von der Trommel ist das Kabel/Rohr bzw. des SNRV auf mechanische Beschädigungen zu überprüfen (Sichtprüfung).

Grundsätzlich haben alle SNR, Rohrverbände oder HD-PE-Rohre die Eigenschaft, dass sie nach Abspulen einer Orientierung unterliegen. Je kälter die Außentemperaturen werden, desto stärker sind diese Orientierungen, da das Material aufgrund der kälteren Umgebungstemperatur steifer wird. Diese Orientierungen besonders auch in Kernnähe lassen das KR, SNR oder den SNRV(E) bei einem Temperaturniveau, wie es im Winterhalbjahr über Nacht herrscht, auch nach dem ordnungsgemäßen Abziehen von der Trommel temperaturabhängig wie einen Korkenzieher aussehen. Um diesen Orientierungen entgegen zu wirken ist es notwendig, das KR, SNR oder den SNRV(E) von der Unterseite der Trommel in möglichst flachem Bogen und unter Einhaltung der zulässigen Biege- bzw. Umlenkstrahlen abzuwickeln. Hierbei ist besonders auf eine lineare Verlegung unter Zug zu achten. Durch Nutzung der

Trommelbremsen ist das Nachlaufen der Trommel und damit das Stauchen oder Knicken des Kabels /KR, SNRV-E bzw. SNR-E, zu verhindern und der Verband wird durch den Zug gerade ausgerichtet.  
Ein Abwickeln des Rohrverbandes über den Flansch (in Richtung der Spulenachse) ist nicht zulässig.

(22) Werden SNR/SNRV in Teillängen eingebaut, so sind die auf der Trommel verbleibenden Restlängen mit AS staub- und spritzwasserdicht zu verkappen und nach Abschluss der Arbeiten zu fixieren.

(23) Beim Einziehen von SNR bzw. SNRV in KKR oder KKF von Hand oder mit Winde ist zwingend auf die Abrollrichtung der Trommel und die Einziehrichtung gemäß Abbildung 14 zu achten.



Abbildung 12 Doppelsteckmuffen zum Verbinden der SNR



Abbildung 13 Kati Blitz Ortung 2.0

## 6.2 Kalibrieren von Zügen

(1) Vor Beginn von Einzieh-/ Einblasarbeiten aller Art ist im Rahmen des normalen Leistungsumfanges immer sicherzustellen, dass der zu belegende Zug verwendbar und durchgängig ist (Nebenleistung). Dazu gehört auch das Entfernen von leichten Verschmutzungen und Wasser aus dem Rohrzug. Ebenso zum normalen Leistungsumfang gemäß ZTV TKNetz 11 gehört das Kalibrieren von neu errichteten KR-Strecken 1000 Stunden nach der Fertigstellung. Darüber hinaus können Kalibrierarbeiten aufgrund von

- Verdacht auf Rohrverengungen z.B. nach Bauarbeiten Dritter
- belegt vorgefundenen Zügen und beim danach notwendigen Suchen von freien Abschnitten angeordnet werden.

Beim Suchen von Rohrverengungen ist möglichst der Schädiger im Rahmen der Schadensminderungspflicht zu beteiligen.

Zu kalibrierende Züge müssen in ihrer Gesamtlänge einmal komplett vom Kaliber durchlaufen sein.

Bei den Kalibrierarbeiten können die in Tabelle 19 dargestellten Verfahren angewendet werden.

(2) Von allen Kalibriervorgängen ist ein Kalibrier-Protokoll ähnlich Abbildung 13 als Nachweis für ggf. notwendige Mehrkalibrierlängen bzw. Mehraushub zu fertigen.

(3) Das Kalibrieren von KKF wird mit einem Vollkaliber aus Stahl (Röhrenfeile) bzw. die Kalibrierung von KKR mit einem Feinmesskaliber mit Schreibwerk, einem Messkaliber mit Minimalmaß oder einem Festkaliber durchgeführt. Die erforderlichen Durchmesser sind aus dem Tabelle 20 zu entnehmen.

(4) Zum Eingrenzen und Finden von Rohrgestelen oder Beschädigungen bei SNR 7x1,5mm, für die keine Kalibrierlösung verfügbar ist, kann ein Ortungsband (z.B. Katiblitzz Ortung 2.0, Einschiebeband 3,0mm ohne Führungsspitze, Abbildung 13) bis zur Fehlerstelle max. 50m eingeschoben werden, das anschließend besendet werden kann. Der Streckenverlauf kann dann mittels Ortungsgerät bis zur Fehlerstelle abgelaufen werden.

| Ziehverfahren<br>Zugtyp          | Einziehen von Hand<br>mit Gf-Einschiebeband               | Einziehen mit Winde/ Hilfswinde                                                                                                 | Einblasen                                                  |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| KKF                              | Fangkorb, Röhrenfeile,<br>Vollkaliber aus Stahl           | Röhrenfeile Vollkaliber aus Stahl<br>(ohne Hilfsseil einziehen)                                                                 | nicht möglich                                              |
| KKR                              | Fangkorb, Festkaliber,<br>Feinmesskaliber mit Schreibwerk | Manschettenkolben für Hilfsseil durchge-<br>schossen, Festkaliber, Feinmesskaliber<br>mit Schreibwerk                           | nicht zulässig                                             |
| MR4                              | grundsätzlich nicht, ggf. mit Fang-<br>korb, Festkaliber  | grundsätzlich nicht, ggf. mit Festkaliber                                                                                       | grundsätzlich nicht, ggf. mit<br>Fangkorb oder Festkaliber |
| KR 50 x 4,6 mm<br>KR 40 x 3,7 mm | -                                                         | Festkaliber mit Sender                                                                                                          | Festkaliber mit Sender                                     |
| Düker                            | Fangkorb, Festkaliber,<br>Feinmesskaliber mit Schreibwerk | Manschettenkolben für Hilfsseil durchge-<br>schossen, Festkaliber, Feinmesskaliber<br>mit Schreibwerk<br>Festkaliber mit Sender | Festkaliber mit Sender                                     |
| SNR 10x1mm, 12x2 mm              | grundsätzlich nicht                                       | grundsätzlich nicht                                                                                                             | Kaliber mit Sender                                         |
| SNR 7x1,5 mm                     | grundsätzlich nicht,<br>ggf. Einschiebeband Ortung        | grundsätzlich nicht                                                                                                             | grundsätzlich nicht                                        |

Tabelle 19 Anwendbare Kalibrierarbeiten

| Zug-Typ | Zugaußendurchmes-<br>ser x Wanddicke | Rohrmaterial | minimaler Kaliber-<br>durchmesser | Mindest-Kaliber-<br>länge | Max. einbringbarer Kabel-<br>durchmesser |
|---------|--------------------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|
|         | mm                                   |              | mm                                | mm                        | mm                                       |
| KKR     | 110 x 3,2                            | PVC-U        | 95                                | 200                       | 90                                       |
| KKR     | 110 x 5,3                            | PVC-U        | 90                                | 200                       | 90                                       |
| KKHR    | 110 x 3,2                            | PVC-U        | 90                                | 200                       | 90                                       |
| KKR     | 50 x 1,8                             | PVC-U        | 40                                | 200                       | 30                                       |
| KKHR    | 50 x 2,4                             | PVC-U        | 35                                | 200                       | 25                                       |
| MR4 *   | 32 x 2,0                             | PE-HD        | 25                                | 145                       | 18                                       |
| MR4 *   | 40 x 2,5                             | PE-HD        | 32                                | 145                       | 25                                       |
| KR      | 50 x 4,6                             | PE-HD        | 35                                | 145                       | 30                                       |
| KR      | 40 x 3,7                             | PE-HD        | 28                                | 145                       | 22                                       |
| Düker   | 125 x 11,4                           | PE-HD        | 89                                | 200                       | 79                                       |
| Düker   | 140 x 12,8                           | PE-HD        | 100                               | 200                       | 90                                       |
| KKF     | Innen-Ø 100                          | Beton        | 95                                | 200                       | 85                                       |
| Kabel-X | 20 x 1,9                             | PE-HD        | 13                                | 130                       | 9                                        |
| SNR     | 10 x 1,0                             | PE-HD        | 6,8                               | -                         | 6,5                                      |
| SNR-E   | 12 x 2,0                             | PE-HD        | 6,8                               | -                         | 6,5                                      |
| SNR-E   | 7 x 1,5                              | PE-HD        | 3,0**                             | -                         | 3,0                                      |

Tabelle 20 Kaliberdurchmesser, max. Außendurchmesser der einzuziehenden Kabel

\* im Regelfall nur bei Beschädigungen des KK-Verbandes zur Feststellung des Schadensbildes

\*\* Ortungsband zum Einschieben bis 50m als Alternative zu nicht verfügbarem Kaliber

|                                            |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
|--------------------------------------------|---|------------------------------|-------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>KKF-Zug, KKR 110,<br/>KKR50 oder KR</b> |   | <b>Kalibrierprotokoll</b>    |                   |  |  |                |
| Streckenabschnitt                          |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
| Anwesende Personen:                        |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
|                                            |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
| <b>KKF, KKR110, KKR50, KR</b>              |   | <b>Kalibriergerät</b>        |                   |  | <b>Kompressor</b>                                                                   |                |
| Rohrtyp                                    |   | Hersteller:                  |                   |  | Kompressor:                                                                         |                |
| Zugdurchmesser                             |   | Kaliber-<br>durch-<br>messer |                   |  | Gleitmittel:                                                                        | Einblasdruck   |
|                                            |   | Röhrenfeile                  |                   |  | Ölabscheider [ ]                                                                    | Nachkühler [ ] |
|                                            |   | Messkaliber                  |                   |  | Außentemperatur                                                                     |                |
|                                            |   | Vollkaliber                  |                   |  |                                                                                     |                |
|                                            |   | Ziehwinde                    |                   |  |                                                                                     |                |
|                                            |   | Zugkraft                     |                   |  |                                                                                     |                |
|                                            |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
| 1. Teilstrecke eingeblasen                 | m | Stop bei                     | Montage-<br>grube |  | Datum:                                                                              | Uhrzeit: Temp: |
| 2. Teilstrecke eingeblasen                 | m | Stop bei                     | Montage-<br>grube |  | Datum:                                                                              | Uhrzeit: Temp: |
| 3. Teilstrecke eingeblasen                 | m | Stop bei                     | Montage-<br>grube |  | Datum:                                                                              | Uhrzeit: Temp: |
| 4. Teilstrecke eingeblasen                 | m | Stop bei                     | Montage-<br>grube |  | Datum:                                                                              | Uhrzeit: Temp: |
| Komplettstrecke eingeblasen                | m | Stop bei                     | Montage-<br>grube |  | Datum:                                                                              | Uhrzeit: Temp: |
| Bemerkungen:                               |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
| Name:                                      |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
| Firma:                                     |   |                              |                   |  |                                                                                     |                |
|                                            |   | Datum                        |                   |  | Unterschrift:                                                                       |                |

Abbildung 14: Beispiel für ein Kalibrierprotokoll

(4) Das Kalibrieren von KR ist ab einer Zuglänge > 1.000 m mit einem speziellen Kalibriergerät (siehe Abschnitt 4.5.1) durchzuführen. Durch den Einbau von KR-Verbindungsstücken an den Rohrenden sind Streckenlängen von 20 km oder mehr kalibrierbar und Fehlerstellen dank der eingebauten Sender ortbar. Zum Kalibrieren von KR-Strecken sind beide Rohrenden zu öffnen. Durch das Kalibrieren dürfen keine zusätzlichen Schnittstellen in der Rohrstrecke geschaffen werden. Sinnvoll ist es Start und Ziel der Kalibrierung in eine Grube zu legen. Auf jeden Fall müssen Start und Ziel des KR während eines Kalibriervorganges gesichert sein. Zum Kalibrieren von KR-Strecken ist ein freilaufendes Festkaliber mit eingebautem aktivem Ortungssender einzusetzen. Am Ende der Rohrstrecke ist eine Fangvorrichtung für den Manschettenkolben mit Kaliber vorzusehen. Die Abmessungen der Kaliber sind dem Tabelle 17 zu entnehmen.

(5) Im Rohr vorhandene Verschmutzungen und Wasser sind zu entfernen. Eine Strecke gilt als kalibriert, wenn ein Kaliber die Strecke einmal komplett ungehindert durchlaufen hat.

Bleibt das Kaliber hängen, so ist die Stelle zu lokalisieren, in der Örtlichkeit zu kennzeichnen und der BvT zu verständigen. Nach dem Beseitigen des Fehlers kann ein Kalibrieren angeordnet werden.

(6) Es ist grundsätzlich nicht notwendig, durchgängige MR4 zu kalibrieren.

Zum Verbinden von unterbrochenen MR4 verwendete MR-VM sind beim Einblasen von Hilfsseilen oder Glasfaserkabeln nur bis zu einem Überdruck von 0,65 MPa belastbar. Vor dem Einblasen in MR4-Züge mit eingebauten MR-VM ist deshalb durch Kalibrieren festzustellen, ob die Rohrstrecke durchgängig ist. Andernfalls kann beim Hängenbleiben des Einblaskolbens im Rohr ein Staudruck von 0,65 MPa und mehr entstehen. Dann besteht die Gefahr, dass dazwischen liegende Verbindungsstellen der MR4 auseinandergedrückt werden. Werden MR-VM eingebaut, so sind sie hinsichtlich ihrer Lage exakt zu dokumentieren.

(7) Es ist grundsätzlich nicht notwendig, SNR-Strecken zu kalibrieren. Ein Anblasen ist die einzige sinnvolle Möglichkeit den Zug auf Durchgang zu prüfen.

Wenn schon beim Vorschmieren eines SNR der Schwamm sehr lange Zeit braucht durchzukommen oder nicht durchkommt, so deutet das auf Druckstellen im Verlauf der SNR-Trasse hin. In diesem Fall kann bei SNR 10 x 1,0 mm und SNR 12 x 2,0 mm mit einem einblasbaren Kaliber mit Sender die Fehlerstelle lokalisiert werden.

## 6.3 Einziehen / Einschieben von Hand

(1) Kurze Kabellängen können von Hand gezogen werden. In diesem Falle sind die Einzugstreckenlängen und die eingezogenen KKA-Abschnitte zu dokumentieren. Dabei ist zu vermerken, dass der Kabelzug von Hand erfolgt ist, also eine Zugkraftmessung nicht möglich ist. Das **Einschieben** von Kabel ist grundsätzlich **unzulässig** (Ausnahmen siehe unten).

(2) In Abhängigkeit der örtlichen Verhältnissen, können MR4 oder abgetrennte Züge davon sowie in Ausnahmefällen auf kurzen Strecken im KKF-, Düker-, KKR-Zug (ggf. auch bereits mit Kabel belegter Zug), von Hand eingeschoben oder eingezogen werden.

(3) SNR können auf kurzen Längen mit Kräften von maximal 150 N je Rohr unter Verwendung eines Kabelziehstrumpfes eingezogen, jedoch keinesfalls eingeschoben werden.

(4) Das Einschieben von Hand von Gf- Mini- oder Mikrokabeln in SNR auf Rohrabschnitten größer als 20 m ist unzulässig. Das Einschieben ist, wenn die vorgegebene Bauweise es erfordert, möglich. (Einschieben von Minikabel von der Abzweigmuße über kurze Entfernungen bis 10m zum Gf-NVt oder MFG, Ausziehen von Mikrokabel aus dem SNRVe in der Längstrasse max. 50m, Einschieben von Mikrokabel in SNR 7 der Hauszuführung max. 20m) Wenn durch die Reibung ein Widerstand auftritt, ist das Einschieben von Hand wegen der Knickgefahr zu beenden.

(5) Beim Einziehen von SNR bzw. SNRV in KKR oder KKF ist zwingend auf die Abrollrichtung der Trommel und die Einziehrichtung gemäß Abbildung 11 zu achten.





Abbildung 15 Abrollrichtung der Trommel beim Einziehen oder Einblasen

## 6.4 Einziehen mit Ziehwinde

(1) Unter Einbeziehung der örtlichen Gegebenheiten, der einzuziehenden Kabel-/MR4-/SNR/SNRV-Länge sowie dem zu erwartenden Schwierigkeitsgrad der Rohrtrasse ist darauf zu achten, dass die maximale Zugbelastung für das einzuziehende Kabel (MR4, etc. nicht überschritten wird. Sind aus Sicht des AN Probleme zu erwarten, ist der BvT zu informieren.

Der Einsatz der Hilfsseilwinde zum Einziehen von Kabel; MR4 oder SNR ist nicht zulässig, wenn dort keine Zugkraftmessung bzw. -schreibung vorhanden ist. Geschieht dies trotzdem, so ist von Fahrlässigkeit auszugehen. Für jeden Ziehvorgang ist ein Zugkraftverlaufdiagramm über der Länge erforderlich, dieses ist dem BvT zu übergeben.

(2) In Tabelle 15 sind die Möglichkeiten beschrieben, eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Zugseil und Kabel/MR4/SNR/SNRV herzustellen.

Zur Beteiligung der Kabelseele bei Benutzung von Kabelziehstrümpfen ist

- Symk auf ca. 2/3 der Kabelziehstrumpflänge abzumanteln, dann kann der Kabelziehstrumpf montiert werden und anschließend ist der Kabelziehstrumpf mit selbstklebendem Kunststoffband zu bewickeln.
- Gfk auf ca. 2/3 der Kabelziehstrumpflänge abzumanteln, die Gf-Bündeladern sind abzuschneiden, das metallische Zentralelement ist umzuschlagen und auf seiner ganzen Länge mit selbstklebendem Kunststoffband festzulegen, anschließend kann der Kabelziehstrumpf montiert werden. Abschließend ist der Kabelziehstrumpf nochmals mit Klebeband zu bewickeln.

(3) Bei einem KK-/KR-Zug mit starker Steigung ist zum Abschluss der Zieharbeiten das Kabel mechanisch nach Angaben des BvT im Zug festzulegen, um ein Durchrutschen zu verhindern.

(4) Beim Einziehvorgang ist u.a. darauf zu achten, dass

- der Diagrammschreiber der Winde ordnungsgemäß arbeitet und eingestellt ist, Gerätenummer der Ziehwinde, Kabel-/Rohrtypen, Streckenabschnitt und Einziehtag auf dem Diagramm vermerkt sind.
- die automatische Abschaltvorrichtung der Ziehwinde nicht höher als auf die für das Kabel /Rohr/ den Rohrverband
- die höchstzulässige Zugkraft eingestellt ist.
- mit der geringsten Ziehgeschwindigkeit zu beginnen ist. Nach reibungslosem Einlaufen des Kabel-/Rohr-anfangs in den Zug kann die Ziehgeschwindigkeit erhöht werden.

(6) Wird während des Ziehvorganges die zulässige Zugbelastung erreicht bzw. überschritten, so ist umgehend der BvT zu verständigen, mit dem die weitere Vorgehensweise festgelegt wird.

(7) Nach Abschluss des Ziehvorganges sind die Kabel/MR4/ SNR/SNRV gemäß dieser ZTV-TKNetz 40, provisorisch abzudichten. Ferner sind sie ordnungsgemäß zu lagern und die sichtbaren Kabel-/Rohrenden bzw. Rohrverbandsenden auf Beschädigungen zu überprüfen. Bei Schäden ist unverzüglich der BvT zu verständigen.

(8) Die Zugkraftverlaufsdigramme sind als Kopie dem BvT zu übergeben.

#### 6.4.1 Einziehen von Gfk

(1) In KKF/KKR/SR-Strecken werden Gfk eingezogen. In KR/MR4\*-Strecken werden Gfk-Längen bis 1.000 eingezogen oder eingeblasen.

In KR-Trassen werden Längen über 1.000 m grundsätzlich eingeblasen, da hierdurch Zwischenziehgruben vermieden werden.

(2) Bei starkem Anstieg des Zugkraftwertes ist die Ziehgeschwindigkeit der Ziehwinde so zu verringern, bis ein vertretbarer Zugkraftwert erreicht wird. Bei KK-Anlagen kann in den Zwischenschächten das Kabelziehen von Hand unterstützt werden. In diesen Fällen darf das Kabel nur gezogen (nicht geschoben) werden. Das Anlegen von Kabelvorräten während des Ziehvorganges in Zwischenschächten ist unzulässig.

(3) Ist beim Einziehen von Gfk in KR/MR4 z.B. aufgrund des Verlaufs der Rohranlage das Einziehen des gesamten Kabelstückes mit einem Ziehvorgang nicht möglich, muss nach Rücksprache mit dem BvT die Rohranlage geschnitten werden. Von der Unterbrechungsstelle aus wird das Kabel dann nacheinander in beide Richtungen eingezogen.

(4) Der BvT gibt an, welcher Kabelvorrat für die Verbindung der Kabelenden bzw. für die spätere Kabel- -Lagerung im KSch bzw. in der Montagegrube verbleibt.

(5) Die halogenfreien Kabel gemäß Tabelle 11 haben grundsätzlich die gleiche Zugbelastbarkeit wie diejenigen mit dem halogenhaltigen Kabelmantel, jedoch sind die Gleiteigenschaften schlechter. Das hat zur Folge, dass bei Erreichen der zulässigen Zugkraft die erzielbare **Kabeleinzieh-/ blaslänge ca. 20 % geringer** sein wird.

Die Gf-VzK gemäß Tabelle 12 sind ebenfalls mit einem halogenfreien Außenmantel versehen. Sie weisen ebenfalls eingeschränkte Gleiteigenschaften auf.

#### 6.4.2 Einziehen von Gf-Mikro- oder Minikabel

Ein Einziehen der Gf-Mikro- oder Minikabel mit einer Kabelziehwinde oder von Hand ist nicht zulässig.

#### 6.4.3 Einziehen von Fspk (Fspk 230V, Fspk 400 V, 60V)

(1) Die Kabelenden müssen während des Transportes, der Lagerung und des Einziehens abgedichtet sein.

(2) Das gemeinsame Einziehen dieser Kabel mit anderen Kabeln der Telekom ins gleiche Schutzrohr/ KKR ist möglich.

(3) Die Fspk sind werkseitig nicht mit zugfesten Verschlüssen versehen. Die maximal zulässigen Zugkräfte dieser Kabel sind Tabelle 10 zusammengestellt, wenn die zulässige Zugkraft durch vorhandene Bögen in der Trasse nicht überschritten wird. Die Zugkräfte gelten sowohl beim Einziehen mit Kabelziehstrumpf über den Kabelmantel als auch bei einer direkten Beteiligung der Kupferleiter am Zug.

(4) Die in Tabelle 10 angegebenen Umlenkradien dürfen nicht unterschritten werden. Beim einmaligen Biegen z.B. vor Endverschlüssen können die Umlenkradien auf die Hälfte verringert werden, wenn eine fachgerechte Bearbeitung sichergestellt ist (Erwärmen auf 30°C, Biegen über eine Schablone).

(5) Das Einziehen der Fspk in Kabelkanäle aus Kabelformstein (KKF) ist auf sehr kurzen Abschnitten entsprechend Tabelle 10 bei guter Schmierung des Kabels möglich.

(6) Das Einziehen der Fspk in KK-Züge aus PVC-U oder PE-HD ist über Längen entsprechend Tabelle 10 bei guter Schmierung mit Gleitgel für schwere Kabel möglich, (Alternative bei KR aus PE-HD: Einblasen gem. Abschnitt 6.6).

(7) Kennzeichnung:

- KK, KR oder SR, die mit Fspk belegt sind, werden nicht zusätzlich gekennzeichnet. Eingezogene Fspk sind im sichtbaren Bereich einmal mit einem Warnband mit Blitzpfeilen zu kennzeichnen.
- Kabelschächte, durch die ein Fspk 400 V bzw. 60 V durchgezogen wird, sind mit einem Hinweisschild „Achtung Fernspeisekabel“ am KSch-Hals zu kennzeichnen.
- Werden die Fernspeisekabel 230V in ein Gebäude oder in ein Verteilergehäuse eingeführt, so sind sie in den zugänglichen Bereichen mit einer Ringkennzeichnung aus einem Klebeband mit Blitzpfeilen zu versehen und die Nummerierung mit Kabelbezeichnungsringen ist hier an gut sichtbarer Stelle einmal durchzuführen. Fspk 400 V sind nicht gesondert zu kennzeichnen, sie sind auf dem Kabel selbst durch einen Aufdruck entsprechend gekennzeichnet.

(8) Das Einziehprotokoll ist dem BvT vorzulegen und in die Bauakte aufzunehmen.

#### 6.4.4 Einziehen von MR4

(1) Die MR4 sind in der heißen Jahreszeit vor unmittelbarer Sonneneinstrahlung zu schützen. Bei Außentemperaturen unter 0 °C dürfen MR4 nur eingezogen werden, wenn sie zuvor mindestens 24 Stunden in beheizten Räumen gelagert wurden. Der Einziehtemperaturbereich ist Tabelle 16 zu entnehmen. Im Bereich von (-5 bis +5) °C ist die Einziehggeschwindigkeit so zu verringern, dass das MR4 noch ohne Beschädigung gebündelt werden kann.

(2) MR4 sind mit einer Ziehwinde und unter Benutzung eines Einführtrichters für MR4 einzuziehen. Im Regelfall liegen die Einziehkräfte unter 2.500 N, ein Zugkraftmaximalwert von 5.000 N darf nicht überschritten werden. Keinesfalls darf das MR4 über scharfe Kanten geführt oder geknickt werden.

(3) Zum Einziehen der MR4 sind spezielle MR4-Ziehköpfe oder Kabelziehstrümpfe zu verwenden. Um ein Abrutschen des Ziehstrumpfes zu verhindern, sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Nach dem Einziehen der MR4 mittels Kabelziehstrumpf sind die Rohre mindestens um die Länge des Kabelziehstrumpfes zu kürzen.

(4) Nach frühestens 24 Stunden ist die Rückstellung der MR4 soweit abgeschlossen, dass mit dem Einbau der AdSe-t, EZA-t u.s.w. begonnen werden kann.

Die Rückstellzeit der Dehnung nach dem Ziehen wird beeinflusst durch:

- die eingezogene Länge
- die örtlichen Temperaturverhältnisse
- die aufgetretenen Zugkräfte

Die beiden im oberen Bereich der Rohröffnung liegenden Züge sind zur besseren Montage der Einzelzugabdichtungen um weitere 0,10 m zurückzuschneiden. Es muss nach der Rückstellung der Dehnung noch ein Überstand von 0,25 m über jede Kabelkanalzugmündung hinaus verbleiben.

(5) MR4 werden nur auf Anweisung des BvT gemäß der jeder DSM beiliegenden Montageanweisung miteinander verbunden. Auf einen Versatz der einzelnen DSM um je 0,3 m ist zu achten.

(6) Werden MR4 ungeschnitten durch KSch hindurchgezogen, so ist ein ausreichender Rohrvorrat für eine seitlich ausgebogene Lagerung im KSch vorzusehen. Das MR4 ist dann gemäß ZTV-TKNetz 39 ordnungsgemäß analog einem SymK zu lagern und zu zwingend im KSch zu fixieren.

#### 6.4.5 Einziehen von SNR

(1) SNR sind grundsätzlich einzublasen. Müssen sie dennoch eingezogen werden, wird ein spezieller Ziehkopf für SNRV (siehe Abbildung 16) zum Einsatz gebracht. Alternativ kann ein Kabelziehstrumpf eingesetzt werden. Hierbei sind die SNR vor dem Überziehen des Kabelziehstrumpfes in geeigneter Weise mit selbstklebendem Kunststoffband untereinander zu fixieren. Ein Biegeradius von 0,1 m darf nicht unterschritten werden. Alle SNR müssen für den jeweiligen Rohrabchnitt immer in einem Arbeitsgang eingezogen werden. Ein späteres Nachziehen von SNR ist nicht möglich. In KR, KKR 110, KKF oder MR4-Züge können sie auf kurzen Strecken mit der Kabelziehwinde eingezogen werden.

Dabei dürfen bei Verwendung eines Kabelziehstrumpfes oder eines für den jeweiligen SNR-Ø geeigneten Zugkopfes Zugkräfte von maximal 150 N bei SNR 10 x 1 mm bzw. max. 300 N bei SNR-E 12 x 2 mm bzw. max. 200 N bei SNR-E 7x1,5 je Rohr keinesfalls überschritten werden.

(2) Werden SNRV gemäß in KR-, MR 4- oder KKR50 Züge eingebaut, so ist vorher der orangefarbene Schutzmantel zu entfernen:

| SNRV-Typ                                           | Zu beziehender Zug- Typ<br>Durchmesser in mm | Anzahl                                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| SNRV 50/18 x 7x1,5 mm                              | KR 50x4,6 mm, KKR 50x1,8 mm, KK-HR 50        | 1 (aufschneiden)                        |
| SNRV 50/10 x 7x1,5 mm<br>+ 1 x Einzel-SNR 12x2,0   |                                              | 1 (aufschneiden)<br>einzeln von Trommel |
| SNRV 32/6 x SNR 7x1,5 mm                           |                                              | 1 (aufschneiden SNRV)                   |
| 5 x Einzel-SNR 10x1,0 mm                           | KR 40x3,7 mm erdverlegt<br>(Bestand?)        | einzeln von Trommel bis ca. 500m        |
| 4 x Einzel-SNR 10x1,0mm                            |                                              | einzeln von Trommel bis ca. 1500 m      |
| SNRV 40/8 x 7x1,5 mm + 1 x<br>Einzel-SNR 12x2,0 mm |                                              | 1 (aufschneiden)<br>einzeln von Trommel |
| SNRV 50/10 x 7x1,5 mm                              | MR4 40x2,5 mm                                | 1 (aufschneiden)                        |
| SNRV 32/6 x 7x1,5                                  |                                              | 1 (aufschneiden)                        |
| SNRV 50/5 x 12x2,0                                 | MR4 32x1,8 mm                                | 1 (aufschneiden)                        |
| SNRV 50/8 x 10x1,0                                 | KKF 100                                      | 2                                       |
| SNRV 50/8 x 10x1,0                                 | KKR 110                                      | 2                                       |
| SNRVe 7 x 12x2,0                                   | KKR 110                                      | 2                                       |
| SNRVe 22 x 7x1,5 + 1x12x2,0                        | KKR 110                                      | 2                                       |

**Tabelle 21 In KR, KKR 50, KKR110, KKF bzw. in MR-Züge einziehbare SNRV**

(3) Hinweise zur Lieferung von SNR-E, SNRV-E:

- Die Trommel (Spule) muss vorsichtig transportiert und umgelagert werden (nicht von der Ladefläche werfen, Spule wird verformt oder beschädigt)
- Das Wickelbild: jede Wickellage ist lückenlos und bis zum Ende vollständig.
- Keine SNR-Überkreuzungen, die zu Längs- oder Durchmesser-Verformung führen.
- Offensichtlich umgetrommelte SNR-E bzw. SNRV-E mit unsauberem Wickelbild sind ebenfalls zurückzuliefern. Rohre mit einem solchen Seitenschlag führen zu einer sehr schlechten Einblasperformance beim Einbringen der Rohre und später zu verkürzten Einblasstrecken und damit zu mehr Baugruben.

Sie stellen unkalkulierbare Risiken beim späteren Einblasen dar. Dies ist seitens des annehmenden AN entsprechend zu begründen, fotografisch zu dokumentieren und die Dokumentation ist sofort den PTI zwecks Reklamation zu übergeben.

- Die SNR-Enden müssen jederzeit mit Schutzkappen an beiden Enden verschlossen sein.
- Das äußere SNR-Ende ist straff (unter Zugspannung) mit Klebeband oder einem Gummiband befestigt.
- Die obere SNR-Wickellage ist sauber und frei von Verunreinigungen zu halten, die Wickellagen sind so zu fixieren, dass sie nicht aufschließen oder verrutschen können. Der SNR-Anfang ist immer straff mit einem Klebeband zu fixieren, damit das Wickelbild nicht verrutscht
- Lagerung und Transport erfolgen stehend. Bei Transport erfolgt keine Abspannung über die Wickellagen
- Eine liegende Lagerung oder Transport sind möglich, wenn bestimmte Anforderungen erfüllt werden.

| nicht akzeptables Wickelbild                                                                                                                                                                                              | sauberes Wickelbild                                                                                                                                                                                                                                                                         | Spannfolie                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Überkreuzungen führen zu Ovalisierungen der SNR</li> <li>▪ Das SNR ist nach dem Abspulen stark wellig</li> <li>▪ beides führt zu erheblichen Problemen beim Einblasen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wickellagen sind exakt</li> <li>▪ SNR10-Ende straff gelegt und fixiert (mit Klebeband)</li> <li>▪ beide Enden mit Schutzkappen sind mit (Abdichtstopfen) verschlossen</li> <li>▪ keine Liegendlagerung der Trommel bei dieser Fixierung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ggf. möglichst schwarze Spannfolie zum Schutz vor Verschmutzung, Feuchtigkeit und zur Fixierung der Lagen (insb. für längerer Liegendlagerung und -transport)</li> </ul> |

**Abbildung 16 Beispiele Wickelbild SNR**

(4) Beim Abspulen von SNR von Trommeln, die sich auf einer gemeinsamen Welle befinden, ist darauf zu achten, dass alle Trommeln sich unabhängig voneinander frei beweglich drehen können.

(5) In bereits mit Kabel belegten KKF-Zügen sind ausschließlich SNR-E 12 x 2 mm, SNRV 50 5 x 12 hinzu zu ziehen.

(6) An Übergängen zwischen KKR-/MR 4 Abschnitten, die mit SNR 10 x 1 mm belegt sind und KKF-Abschnitten, welche mit SNR-E 12 x 2 mm belegt sind, werden Reduziersteckmuffen 12/10 eingesetzt. Es ist darauf zu achten, dass die Farbcodierung für den jeweiligen Zug fortgesetzt wird.

(7) Zur Vermeidung einer Vielzahl von Einzeltrommeln auf der Baustelle, speziell bei kurzen Einziehstrecken, ist generell zu prüfen, ob beim Einziehen von SNR mit einem aufzuschneidenden SNRV mit der entsprechenden Anzahl von Einzel-SNR zu operieren ist. Dazu ist das Schneidgerät für SNRV einzusetzen (siehe Abbildung 17).



Abbildung 17 Ziehkopf für SNRV



Abbildung 18 Schneidgerät für SNRV (Foto: Fa. Vetter)

(8) Nach frühestens 24 Stunden ist die Längen-Rückstellung der SNR soweit abgeschlossen, dass mit dem Einbau der DSM 7, 10 oder 12, EZA-t usw. begonnen werden kann.

Die Rückstellzeit der Dehnung nach dem Ziehen wird beeinflusst durch:

- die eingezogene Länge
- die örtlichen Temperaturverhältnisse
- die aufgetretenen Zugkräfte

Die im oberen Bereich der Rohröffnung liegenden Züge sind zur besseren Montage der EZA-t um weitere 0,10 m zurückzuschneiden. Es muss nach der Rückstellung der Dehnung noch ein Überstand von 0,25 m über jede Kabelkanalzugmündung hinaus verbleiben.

## 6.4.6 Einziehen von SNRV

(1) SNRV werden in KKR 110-, MR4- oder KKF-Züge eingezogen (Tabelle 21).

- In KKR 110 können je Zug maximal 2 SNRV mit je 8 SNR 10x1,0 mm gleichzeitig oder nacheinander eingezogen werden. Werden Züge komplett für die Gf-Nutzung vorgesehen, so ist das Beziehen mit 1 oder 2 SNRV 50 die wirtschaftlichere Variante gegenüber MR4.
- In MR4 oder KR 50 werden nur einzelne SNR eines SNRV nach Aufschneiden und Abstreifen des SNRV-Mantels gemäß Abbildung 17 eingezogen.
- In KKF werden SNRV/ SNRV-E mit SNR 12x2,0 mm oder mit 7x1,5 mm eingezogen. In freie KKF-Züge können auch SNRV 50/5x12 eingezogen werden, dabei muss aber, wenn vorhanden, die äußere zweite Hülle entfernt werden.

(2) Die max. Zugkräfte sind in Tabelle 22 aufgeführt.



Abbildung 19 Rohrschere für SNRV

(2) Die Einzelrohre des SNRV sind so gestaltet, dass die Rohrwand teilweise transparent ist, damit von außen erkannt werden kann, ob der Zug belegt ist oder nicht. Die verschiedenen SNRV werden in verschiedenen Farbkennzeichnungen angepasst an die Farbcodierung der Faser des GfK) geliefert. Die Farbcodierungen für die einzelnen Rohrtypen (SNRV, SNRV-E, etc) sind für eine gesamte Trasse beizubehalten.

(3) Für Übergänge zwischen verschiedenen SNRV gilt Abschnitt 6.4.5 sinngemäß.  
Das Schneiden der SNRV ist zwingend mit einer geeigneten Rohrschere gemäß Abbildung 18 durchzuführen. Ein Durchtrennen mit einer Säge ist **absolut unzulässig!**

(4) Nach frühestens 24 Stunden ist die Rückstellung der SNRV soweit abgeschlossen, dass mit dem Einbau der DSM 7, 10 oder 12, EZA-t, u.s.w. begonnen werden kann.

Die Rückstellzeit der Dehnung nach dem Ziehen wird beeinflusst durch:

- die eingezogene Länge
- die örtlichen Temperaturverhältnisse
- die aufgetretenen Zugkräfte

Die im oberen Bereich der Rohröffnung liegenden Züge sind zur besseren Montage der EZA-t um weitere 0,10 m zurückzuschneiden. Es muss nach der Rückstellung der Dehnung noch ein Überstand von 0,25 m über jede Kabelkanalzugmündung hinaus verbleiben.

## 6.5 Einziehen in Bergsenkungsgebieten

(1) Die Beweglichkeit zwischen KKR, Kabel, SNR, SNRV und MR4 muss sichergestellt sein. Deshalb sind hier keine AdSe-t bzw. ADE einzubauen.

(2) Bei MR4, SNR bzw. SNRV müssen diese ca. 1,5 m in das jeweilige unterirdische Bauwerk ( z.B. KSch) hineinragen, um einen Dehnungsausgleich zu ermöglichen. Die Rohre sind in diesen unterirdischen Bauwerken nicht zu fixieren. **Achtung!** Durch das Unterbleiben der kraftschlüssigen Zugabfangung können jahreszeitlich bedingt Längenänderungen der MR4 oder der SNR bzw. SNRV auftreten. Deshalb sind immer EZA-t zur Abdichtung der SNR-Züge gegenüber dem Kabel einzubauen. Die SNR werden nicht mit EBM durchverbunden. Die Mini- bzw. Mikrokabel sind auf einem Stück von 50 cm frei im Bauwerk zu führen. Der Bereich ist mit einem längsgeteilten PP-Flexrohr mechanisch zu schützen.

(3) Damit das MR4 beim Einziehen von Kabeln nicht aus dem KKR gezogen wird, ist es während des Einziehvorgangs z. B. mit einer AdSe-t beidseitig zu fixieren. Nach Abschluss der Einzieharbeiten ist die Fixierung auf jeden Fall wieder zu entfernen. In den unterirdischen Bauwerken sind Kabel mit einer Vorratsschleife nach Angaben des BvT einzubauen.

## 6.6 Einblasen von Fspk

(1) Ein Einblasen der Fspk (Tabelle 10) in Rohre aus PE-HD ist auf Trassenlängen bis zu ca. 1.000 m möglich. Der zulässige Innendruck des genutzten PE-HD-Rohres darf dabei nicht überschritten werden

- Fspk (230V) Einblaslängen bis ca. 500m.
- Fspk (400 V, 60V) Einblaslängen bis ca. 1000m

(2) Beim Einblasen ist der Zug vorab mit einem Gleitgel für schwere Kabel vorzuschmieren. Dabei ist ein größerer Schwamm einzusetzen und das Vorschmieren sollte mit sehr niedrigem Einblasdruck geschehen, um eine gleichmäßige Verteilung des (zähflüssigeren) Gleitmittels zu gewährleisten.

(3) Das Einblasprotokoll ist dem BvT zu übergeben und in die Elektronische Bauakte zu übernehmen.



## 6.7 Einblasen von Gfk und SNR

(1) Mit dem Einblasen in KR (sowohl von Gfk als auch von SNR) ist erst dann zu beginnen, wenn das Kalibrieren gemäß dieser ZTV-TKNetz abgeschlossen ist.

Für das Einblasen von SNR gilt hinsichtlich des Umganges mit den Trommeln der Abschnitt 6.4.5, Absatz (3) sinngemäß.

| Typ                                                 | Außen-<br>Ø<br>des<br>Bau-<br>teils | Wand-<br>dicke<br>Um-<br>hül-<br>lung | Ø x<br>Wand-di-<br>cke der<br>Einzel-<br>SNR | Regel-<br>liefer-<br>länge | Kabel-<br>masse | Trans-<br>port-<br>masse<br>inkl.<br>Trommel | Trommel-<br>größe<br>Außen- Ø | Max.<br>zulässige<br>Zugbe-<br>lastung | kleinst-<br>zuläss.<br>Verlege-<br>radius | kleinst-<br>zuläss.<br>Biege-<br>radius | Richtwerte<br>für erzielbare<br>Gf-Einblas-<br>länge* |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                                     | mm                                  | mm                                    | mm x mm                                      | m                          | kg/km           | kg                                           | mm                            | N                                      | mm                                        | mm                                      | m                                                     |
| SNRV 32/ 6x7<br>in MR4 32 mm<br>Zug                 | 32                                  | 0,5                                   | 7 x 1,5                                      | 3500                       | 210             | 1100                                         | 2400                          | 1800                                   | 2000                                      | 1200                                    | 750 -1000                                             |
| SNRV 40/ 8x7<br>in MR4<br>40 mm Zug                 | 40                                  | 0,5                                   | 7 x 1,5                                      | 3500                       | 280             | 1300                                         | 2400                          | 2400                                   | 2000                                      | 1200                                    | 750 -1000                                             |
| SNRV 50/<br>10x7 in MR4<br>40 mm Zug                | 50                                  | 0,5                                   | 7 x 1,5                                      | 3500                       | 340             | 1600                                         | 2400                          | 3000                                   | 2000                                      | 1200                                    | 750 -1000                                             |
| SNRV 50/<br>18x7 in KR 50                           | 50                                  | 0,5                                   | 7 x 1,5                                      | 1800                       | 550             | 1400                                         | 2400                          | 5000                                   | 2000                                      | 1200                                    | 750 -1000                                             |
| SNRV 50/<br>8x10<br>in KKR 110                      | 50                                  | 0,5                                   | 10 x 1                                       | 2300                       | 330             | 1100                                         | 2400                          | 2500                                   | 2000                                      | 1200                                    | 1000 -2000                                            |
| SNRV-E<br>8x7+1x12<br>in Erdreich,<br>KKF, KKR110   | ca. 28                              | 0,6-1,0                               | 7 x 1,5                                      | 4000                       | 330             | 1690                                         | 2400                          | 3000                                   | 2000                                      | 1200                                    | 750 -1000                                             |
| SNRV-E<br>22x7+x1x12 in<br>Erdreich, KKF,<br>KKR110 | ca. 41                              | 0,6-1,0                               | 7 x 1,5                                      | 1950                       | 700             | 1730                                         | 2400                          | 6600                                   | 2000                                      | 1200                                    | 750 -1000                                             |
| SNRV-E<br>3x12                                      | ca. 27                              | 0,6-1,0                               | 12 x 2,0                                     | 4000                       | 250             | 1330                                         | 2400                          | 2400                                   | 2000                                      | 530                                     | 1000 -2000                                            |
| SNRV 50/<br>5x12<br>in KKF                          | 50                                  | 0,5                                   | 12 x 2,0                                     | 2700                       | 390             | 1450                                         | 2400                          | 4000                                   | 2000                                      | 1200                                    | 1000-2000                                             |
| SNRV-E 7x12<br>in Erdreich,<br>KKF, KKR110          | ca. 38                              | 0,6-1,0                               | 12 x 2,0                                     | 2400                       | 510             | 1670                                         | 2400                          | 5200                                   | 2000                                      | 1200                                    | 1000 -2000                                            |
| SNRV-E 12x12<br>in Erdreich,<br>KKF, KKR110         | ca. 50                              | 0,6-1,0                               | 12 x 2,0                                     | 1050                       | 820             | 1160                                         | 2400                          | 8800                                   | 2000                                      | 1200                                    | 1000-2000                                             |
| SNRV-E 2x7<br>in Erdreich                           | ca. 14                              | 0,4                                   | 7 x 1,5                                      | 1200                       | 210             | 125                                          | 1200                          | 700                                    | 2000                                      | 300                                     | 100                                                   |
| SNR 10x1,0<br>KR, MR4                               | 10                                  | -                                     | 10 x 1,0                                     | 2500                       | 105             | 100                                          | 1200                          | 150                                    | 2000                                      | 300                                     | 1000 - 2000                                           |
| SNR-E 12x2,0<br>Erdreich, KKF,                      | 12                                  | -                                     | 12 x 2,0                                     | 2000                       | 150             | 145                                          | 1200                          | 300                                    | 2000                                      | 300                                     | 1000– 1500                                            |
| SNR-E 7x1,5<br>in Erdreich                          | 7                                   | -                                     | 7 x 1,5                                      | 1250                       | 50              | 60                                           | 700                           | 200                                    | 2000                                      | 300                                     | 750 -1200                                             |

Tabelle 22 SNRV und einzelne SNR

(\*) abhängig vom jeweiligen Streckenverlauf)

(2) Es ist sicherzustellen, dass

- vor Beginn des Einblasvorganges ein Crashtest gemäß dieser ZTV-TKNetz durchzuführen und im Einblasprotokoll zu dokumentieren ist. Dieser Crashtest und die daraus resultierenden Grenzwerte des Vorschubes sind im Falle einer Beschädigung des Kabels nachzuweisen.
- für jeden Einblasvorgang von Gf-Standard-Kabel und SNR immer ein Einblasprotokoll erstellt wird (entweder manuell (Vorlagen gemäß dieser ZTV-TKNetz 40, verschiedene Abbildungen und Anlagen) oder mit Hilfe eines Elektronischen Einblasprotokolliergerätes).



Das Einblasprotokoll ob manuell erstellt (dann eingescannt) oder wie vom Gerät geliefert ist immer unmittelbar nach dem Einblasvorgang beim BvT in Elektronischer Form als \*.pdf-Datei abzuliefern und in die Elektronische Bauakte zu übernehmen.

- das Rohr in geeigneter Weise mit Gleitmittel vorbehandelt ist (z.B. Durchblasen eines Schwammes aus geschlossenporigem Schaumstoffmaterial mit einem Durchmesser des zweifachen des genutzten Rohres) wurde. Dabei ist auf ein langsames Durchlaufen des Schwammes bei niedrigem Einblasdruck zu achten, da nur dann die gleichmäßige Verteilung des Gleitmittels sichergestellt werden kann. Noch besser ist, das Kabel zusätzlich während des Einlaufens von einem automatischen Öler nach dem Einblaskopf zu schmieren. Durch dieses zusätzliche Schmieren werden 10 bis 20 % größere Strecken erzielbar.
- das Kabel /SNR gleichmäßig von der Trommel abrollt und diese im Falle eines unvorhergesehenen Stillstandes jederzeit gebremst werden kann. Keinesfalls darf es zu einem Ruck am Kabel kommen.
- die Vorlaufgeschwindigkeit bei GfK auf ca. 70 m/min begrenzt wird, bei SNR sollte ein Wert von 55 m/min nicht überschritten werden.

Bei SNR ist der Einsatz eines Manschettenkolbens nicht zulässig.

(3) Wenn eine Kabellänge nicht komplett in einem Arbeitsgang eingeblasen werden kann, so erfordert dies ggf. Zwischengruben (Auslegen von Kabelachten, etc.) und für Gf-Standardkabel evtl. den unterstützenden Einsatz einer Ziehwinde (bis zur maximalen Zugbelastung). Typisch für das Einblasen von Gf-Standardkabel in KR 50 x 4,6 mm sind Längen von 2.000 m, abhängig von der Verlegequalität der KR und der Ausprägung der Strecke.

Der Ziehvorgang kann dann durch die Aufrechterhaltung des Volumenstromes des Kompressors unterstützt werden. Dabei ist die Vorschubeinrichtung des Einblasgerätes abzuschalten.

(6) Beim Dazublasen von SNR 10 in einen bereits mit einem Kabel belegten KR 50 oder MR4-Zug ist nur das Einblasverfahren ohne Manschettenkolben zu nutzen. Die einzublasenden SNR 10 sind mit einem Druck von ca. 0,7 bis 0,8 MPa zu füllen. Die auf Erfahrungswerten basierenden Angaben aus Tabelle 23 geben allenfalls Richtwerte für KR 50 x 4,6 mm vor. Ist eine schwierige kurvenreiche oder wellige Trassenführung vorhanden oder weist das KR Ovalitäten auf, so werden die genannten Werte nicht erreicht.

| Ø des vorhandenen Kabel in mm | Ø des dazuzu-blasenden Kabels in mm | max. Anzahl der dazu zublasenden SNR10 | erreichbare Streckenlängen in m | Belegungsrate              |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 12                            |                                     | 5                                      | 300 bis 600                     | 42% keine Klemmgefahr      |
| 12                            | -                                   | 3                                      | 1.000                           |                            |
| 14                            | -                                   | 5                                      | 200 bis 400                     |                            |
| 14                            | -                                   | 3                                      | 600 bis 800                     |                            |
| 14                            | -                                   | 2                                      | 1.000                           |                            |
| 16                            | -                                   | 3                                      | 200 bis 300                     | 33% keine Klemmgefahr      |
| 16                            |                                     | 2                                      | 600 bis 800                     |                            |
| 16                            | -                                   | 1                                      | 800                             |                            |
| 18                            | -                                   | 3                                      | 100 bis 200                     | 38% beginnende Klemmgefahr |
| 18                            | -                                   | 2                                      | 200 bis 300                     |                            |
| 18                            | -                                   | 1                                      | 700                             |                            |
| 12                            | 12                                  | -                                      | 1.000                           |                            |
| 14                            | 12                                  |                                        | 800                             |                            |
| 16                            | 12                                  |                                        | 600                             |                            |
| 18                            | 12                                  |                                        | 400                             |                            |

Tabelle 23 Erfahrungswerte Dazublasen in KR 50 x 4,6 mm (für KR 40 x 3,7 mm liegen noch keine Erfahrungswerte vor)

Zum Fixieren und Abdichten des vorhandenen Kabels während des Einblasvorganges ist eine spezielle Kabelweiche (Bypass-Bauteil) erforderlich.

Wird festgestellt, dass das vorhandene Kabel mit der Rohrwand verklebt ist, so ist das Kabel mit dem Lösekolbenverfahren zu lösen, ansonsten ist ein Dazublasen kaum durchführbar.

Ein Dazublasen in KR 50 x 4,6 mm ist nur sinnvoll, wenn z.B. die vorgefundene Belegungsrate, das Verhältnis Kabelquerschnitt bzw. SNR 10 zu Innenfläche des KR 50 x 4,6 einen Wert von 40 % nicht überschreitet.

Wenn das im KR vorhandene Kabel einen Kabeldurchmesser von 18 mm überschreitet, kann es zu einem Einklemmen eines oder mehrerer SNR kommen. Dann ist ein Dazublasen nicht mehr sinnvoll.

Bei sehr schwierigen Rohrtrassen und solchen, bei denen das Kabel in der Vergangenheit mit Kabelzieh-Winde eingezogen oder mit Manschettenkolben eingeblasen wurden, können die o.g. Dazublaslängen wesentlich kürzer ausfallen. Der Grund liegt im Blockieren der Rohrtrasse durch das bereits installierte Kabel in engen Bögen (Kabel liegt unter Zug "schräg" im Rohr). Grundsätzlich sollte vor dem Dazublasen von SNR oder Kabeln 10 min. lang voller Luftstrom auf die Anlage gegeben werden und 2-3 härtere Schwämme (Vorsicht, falls empfindliche Kabelmäntel vorhanden sind) eingeblasen werden. Dünne, labile Kabel neigen erfahrungsgemäß zu einer verstärkten Wellenbildung, die die erreichbaren Dazublaslängen reduzieren.

Gleiches gilt für Züge des MR4 hinsichtlich der 40%. Hier liegen noch keine Erfahrungswerte hinsichtlich der erreichbaren Längen vor, es kann aber von prozentual umgerechnet ähnlichen Verhältnissen ausgegangen werden.

Wenn Strecken mit beschränkter Eignung oder mit zu großem Kabel trotzdem mit dem Dazublasen angegangen werden, so ist mit sehr geringen Teilstrecken zu rechnen.

(7) Das Gfk/Fspk/ SNR ist unter dem Einsatz eines Kompressors gemäß dieser ZTV-TKNetz einzublasen.



**Abbildung 20 Beispiel für ein Einblasgerät für Minikabel**

(8) Zur Minimierung der Anzahl der Verbindungsstellen und zur optimalen Ausnutzung der gelieferten Kabellängen (Minimierung der Verschnittlängen) ist es erforderlich, die Lage der Verbindungsstellen der tatsächlich gelieferten Kabel/Rohrlänge anzupassen. Von jedem Einblasvorgang ist ein Protokoll gemäß Abbildung 22 zu erstellen und dem BvT zu übergeben.

(9) Zum Einblasen von SNR in KK-Anlagen, die mit MR4 belegt sind, kann es wirtschaftlich sinnvoll sein, die zu belegenden MR4-Züge in KSch, in denen die SNR ungeschnitten durchlaufen oder nur einzelne SNR zu einem späteren Zeitpunkt herausgeführt werden sollen, durchzuverbinden. Wenn die SNR ungeschnitten den KSch durchlaufen, so sind sie vor dem Erstbeziehen eines Röhrchens gemäß ZTV-TKNetz 39 in Analogie zur Lagerung symmetrischer Kabel auszubiegen, zu lagern und zu fixieren. Ein Kaskadieren von Einblasvorrichtungen ist möglich.

(10) Alle SNR sind vor Beginn des Einblasens mit einem Druck von ca. 0,7 bis 0,8 Mpa zu füllen.

Auf diese Weise ist das SNR-Bündel steifer und es werden längere Einblasstrecken möglich.

Die SNR sind an ihren herausgeführten Enden auf der Trommel druckdicht zu verschließen.

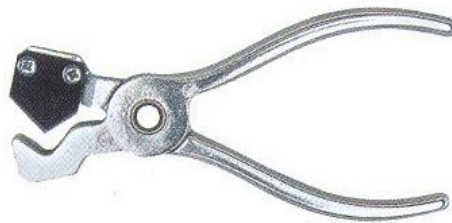
(11) Die maximal zulässige Anzahl von SNR, die in die unterschiedlichen Zugdurchmesser eingeblasen werden dürfen, sind Tabelle 24 zu entnehmen. Die SNR müssen in einem einzigen Arbeitsgang eingeblasen werden, ein späteres Nachblasen ist **nicht** möglich. Die SNR sind zu diesem Zweck entweder auf geeigneten Abtrommelvorrichtungen vorzubereiten oder es sind die passend Während des Einblasens muss jederzeit mit einem plötzlichen Stopp des Vorganges gerechnet werden, in diesem Fall müssen die Trommeln gebremst werden können.

Eine Mischbestückung von Zügen mit SNR unterschiedlichen Durchmessers ist nicht vorzusehen, da hier weder die geeigneten Einblasköpfe noch die Abdichtelemente für alle Variationen vorgehalten werden können.

| Rohrtyp        | Außendurchmesser<br>in mm | Anzahl der<br>SNR10 x 1 mm | Anzahl der<br>SNR12 x 2 mm                   |
|----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|
| MR 4           | 32                        | 3                          | -                                            |
| MR 4           | 40                        | 5                          | -                                            |
| KR 50          | 50                        | 7                          | -                                            |
| KKF teilbelegt | Innendurchmesser 100      | Nicht zulässig             | Abhängig vom Belegungs-<br>zustand des Zuges |

**Tabelle 24 Anzahl der maximal zulässigen SNR pro Zug MR/KR/KKF**

(12) Zur Montage der Verbindungsfitings sind die SNR mit einem geeigneten Schneidwerkzeug ähnlich Abbildung 20 durchzuschneiden. Anschließend sind die lösbaren Doppelsteckmuffen gemäß Montageanweisung einzubauen.



**Abbildung 21 Rohrabschneider für SNR**

(13) Endet eine erdverlegte SNRV-E- bzw. SNR-E-Anlage im Erreich, so sind hier druckdichte Endstopfen ES einzubauen.

(14) Die Beschriftung von SNR-Enden bzw. Kabelenden erfolgt bei:

- SNR im Erreich: mit (Kennzeichnungsschild mit Rohrabschluss) KmR 7, 10 oder 12 verschlossen und beschriftet gemäß Abbildung 21 rechts
- SNR im Gf-NVt: mit Beschriftungsetiketten gemäß Abbildung 21 links (KmR sind im Gf-NVt nicht zulässig.)
- Kabel: mit einem Beschriftungstreifen des Telekom-Beschriftungssystems und Kabelbindern versehen

Der Einsatz der verschiedenen Bauteile erfolgt jeweils gemäß Montageanweisung.

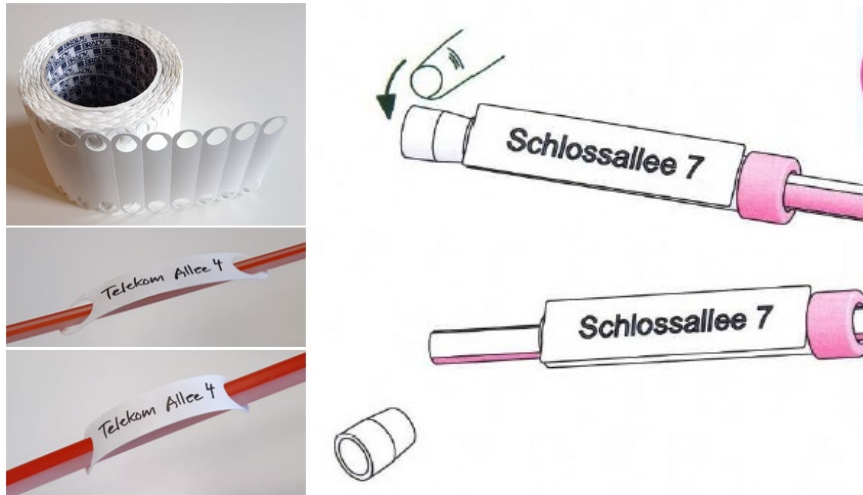


Abbildung 22 Gf-NVt: Beschriftungsetiketten

Erdreich: Kennzeichnungsschild Rohrverschluss (KMR)

|                                |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>KR oder SpeedNet-System</b> |                        | <b>Einblasprotokoll</b>                                                                                      |                             |                            |  |                                 |  |                                     |
| Streckenabschnitt              |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| Anwesende                      |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| Crashtest                      |                        | durchgeführt ja / nein    Einstellwert max. zul. Vorschubkraft _____ bei unten genannter Umgebungstemperatur |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| <b>KR/SNR/SNRV/SNRV-E</b>      |                        |                                                                                                              | <b>eingebblasenes Kabel</b> |                            |  | <b>Einblasgerät /Kompressor</b> |                                                                                     |                                     |
| Hersteller:                    |                        |                                                                                                              |                             | Hersteller:                |  |                                 |                                                                                     | Einblasgerät:                       |
| Bezeichnung:                   |                        |                                                                                                              |                             | Bezeichnung:               |  |                                 |                                                                                     | +Rutschkupplung [ ] +Lubricator [ ] |
| SNRV-Typ:                      |                        |                                                                                                              |                             | Faserzahl:                 |  |                                 |                                                                                     | Gleitmittel:                        |
| Anzahl SNR im Verband:         |                        |                                                                                                              |                             | Kabel-Mantel:              |  |                                 |                                                                                     | Kompressor:                         |
| SNR-Teilstrecke eingebblasen   |                        | m                                                                                                            |                             | Anzahl Zwischenblasstellen |  | Teillängen                      |                                                                                     |                                     |
| SNR-Ø::                        |                        | mm                                                                                                           |                             | Kabel-Ende:                |  |                                 |                                                                                     | Ölabscheider [ ] + Nachkühler [ ]   |
| SNR-Ø:                         |                        | mm                                                                                                           |                             | Kabel-Ø::                  |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| SNR-Innenwand:                 |                        |                                                                                                              |                             | Kabel-Gewicht:             |  |                                 |                                                                                     | Datum:                              |
| SNR-Farbe:                     |                        |                                                                                                              |                             | Meterzahlen:               |  | Start:                          | Ende:                                                                               | Uhrzeit:                            |
| SNR-Temperatur:                |                        | °C                                                                                                           |                             | Kabel-Temperatur:          |  | °C                              |                                                                                     | Umgebungs-Temp.:                    |
| <b>Länge [m]</b>               | <b>SNR-Druck [MPa]</b> | <b>Luftmotor [MPa]</b>                                                                                       | <b>Geschw. [m/min]</b>      | <b>Bemerkungen</b>         |  |                                 |                                                                                     | <b>Zeit [min]</b>                   |
| -                              |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     | 0                                   |
| 50                             |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 100                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 200                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 300                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 400                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 500                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 600                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 700                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 800                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 900                            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 1.000                          |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 1.100                          |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| 1.200                          |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| <b>Bemerkungen:</b>            |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| Name:                          |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
| Firma:                         |                        |                                                                                                              |                             |                            |  |                                 |                                                                                     |                                     |
|                                |                        |                                                                                                              |                             |                            |  | Datum                           |                                                                                     | Unterschrift:                       |

Abbildung 23: KR oder SpeedNet-System  
(Ist dem BvT nach Abschluss des Vh zu übergeben)

Einblasprotokoll

## 6.8 Einblasen von Gf-Mini- und Gf-Mikrokabel

(1) Gf-Mikro- oder Minikabel sind ausschließlich in SNR zu führen und grundsätzlich einzublasen.

Gf-Minikabel mit einem Durchmesser von  $< 6,5$  mm werden in SNR  $10 \times 1,0$  mm oder SNR-E  $12 \times 2,0$  mm eingeblasen.

Gf-Mikrokabel mit einem Durchmesser von  $\leq 2,6$  mm ( $36 \text{ Gf} \leq 3,0$  mm) werden in SNR  $7 \times 1,5$  mm eingeblasen. Es ist auch das Einblasen von Gf-Mikrokabel in SNR  $12 \times 2,0$  mm möglich. Das Einblasgerät muss auf die Kombination 12mm Rohr und Mikrokabel angepasst werden. Aufgrund des größeren Luftspaltes ergibt sich ein etwas anderes Einblasverhalten und die Durchführung des Crashtests (Abschnitt 4.5.4.1) ist besonders wichtig, um Beschädigung des Kabels zu verhindern. Gf-Mikrokabel können auch in Sonderfällen in Rohrstrecken mit gemischten Rohrdimensionen eingeblasen werden, wenn z.B. vorgefundene Mikrorohre  $10 \times 2,0$  mm mit SNR  $7 \times 1,5$  mm oder SNR  $12 \times 2,0$  mm in das Netz der Telekom (Anschluss Gf-NVt, Hauszuführung, Anmietung, Kauf) eingebunden werden müssen.

(2) Es ist sicherzustellen:

- Vor Beginn des Einblasvorganges ist ein Crashtest gemäß dieser ZTV-TKNetz durchzuführen und im Einblasprotokoll zu dokumentieren ist. Dieser Crashtest und die daraus resultierenden Grenzwerte des Vorschubes sind im Falle einer Beschädigung des Kabels nachzuweisen.
- Für jeden Einblasvorgang von Gf-Minikabel und Gf-Mikrokabel ist immer ein durch ein Protokolliergerät automatisch aufgezeichnetes elektronisches Einblasprotokoll zu erstellen und dem BvT abzuliefern ist. Näheres dazu siehe in Abschnitt 4.5.4.5 dieser ZTV-TKNetz.
- Beim Einblasen von Gf-Mini- oder Mikrokabeln sind in die SNR vor Beginn des Einblasens spezielle Gleitmittel einzubringen. Dazu kann ein Schwamm aus geschlossenporigem Schaumstoff durch das Rohr gedrückt werden. Der Schwamm sollte ca. einen Durchmesser vom 2-fachen des jeweiligen Rohrdurchmessers haben und das der vorgesehenen Länge entsprechende Quantum an Gleitmittel im Rohr zu verteilen. Dabei ist auf ein langsames Durchlaufen des Schwammes bei niedrigem Einblasdruck zu achten, da nur dann die gleichmäßige Verteilung des Gleitmittels sichergestellt werden kann. Wenn es hier zu unvorhergesehenen Stopps kommt und die Luft weiter durch das Rohr strömt, wird das Gleitmittel fast unwirksam und der spätere Weiterlauf des Einblasens dauert erheblich länger als üblich. Zu verwenden sind nur in diesen ZTV-TKNetz zugelassene Gleitmittel, die optimale Einblasergebnisse erzielen und biologisch abbaubar sind. Besser ist es auf alle Fälle, zusätzlich einen automatischen Kabelöler nach dem Einblaskopf anzuordnen, dadurch können 10 bis 20 %-bessere Einblasergebnisse erzielt werden.
- Das Kabel /SNR muss gleichmäßig von der Trommel abrollen und diese im Falle eines unvorhergesehenen Stillstandes jederzeit gebremst werden. Keinesfalls darf es zu einem Ruck am Kabel kommen.

(3) Die Spitze des Gf-Mikro -oder Minikabels ist mit einer passenden Schraubkappe aus Metall zu schützen. Es ist dafür zu sorgen, dass das Gf-Mikro -oder Minikabel ruckfrei von der Kabeltrommel abgezogen werden kann und nicht ungeschützt über Kanten läuft. Ein Abbremsen der Kabeltrommel bei einer Unterbrechung des Einblasprozesses muss jederzeit möglich sein. Gf-Mikro -oder Minikabel sind möglichst in der kompletten Länge einzublasen, ein Kaskadieren von mehreren Einblasgeräten ist möglich.

(4) Erreichbare Einblaslängen bezogen auf den Durchmesser des SNR sind in Tabelle 22 dargestellt.

Die hier genannten Werte sind Erfahrungswerte, die auf realen Strecken basieren:

Werden SNRV mit SNR  $7 \times 1,5$  vorschriftsmäßig in den Graben verlegt, sind erfahrungsgemäß zwischen 750 und 1.000 m Einblaslänge erreichbar.

Für das Einblasen von Gf-Mikrokabel vorgesehene SNR  $7 \times 1,5$  mm-(Gf-VzK-) Strecken haben meist eine für Ortsnetze übliche Anzahl von  $8 \times 90$  Grad-Bögen auf 750 m Streckenlänge sinnvoll. Eine solche Strecke sollte normalerweise mit einem Einblasgang eingeblasen werden können. Jeder hinzukommende 90 Grad-Bogen vermindert die erreichbare Einblaslänge um ca. 5%. Engere Bögen verursachen erfahrungsgemäß Reduzierungen der Einblaslängen gemäß Tabelle 25.

Dabei können erfahrungsgemäß die Gf-Mikrokabel mit 12 Fasern aufgrund der etwas höheren Steifigkeit um ca. 20 % weiter eingeblasen werden als Gf-Mikrokabel mit 4 Fasern.

(5) Mit Gf-Minikabel bezogene SNR 10 -Strecken verhalten sich hinsichtlich der erreichbaren Einblaslängen unterschiedlich:

In SNR 10 und SNR-E 12 können Gf-Minikabel auf geschätzte Einblaslängen gemäß Tabelle 22 eingeblasen werden.

Werden SNR 10 in ein eingepflühtes KR 50 x 4,6 mm eingeblasen, sind Einblaslängen von bis zu 1.500 m realisierbar

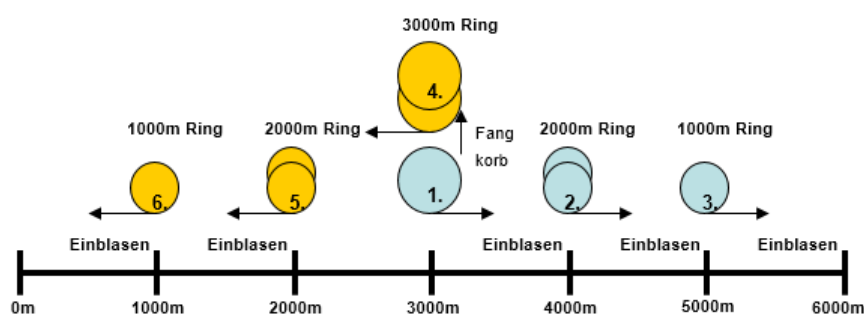
Werden SNR 12 als SNRV-E mit einem Kabelverlegeflug gemäß ZTV-TKNetz 11 auf einer Trasse eingepflüht, so sind die Einblasreichweiten (Tabelle 22) lt. Erfahrungswerten ca. 30 % größer als wenn eine normale Grabenverlegung durchgeführt wurde. Gleiches gilt für in KR 50 x 4,6 mm eingeblasene SNR.

| Radius<br>in m | Längenreduzierung<br>in %        |
|----------------|----------------------------------|
| >1,5m          | > 0 m                            |
| 1,0 - 1,5m     | 4 %                              |
| 0,5 - 1,0m     | 15 %                             |
| 0,2 - 0,5m     | Steckenbleiben jederzeit möglich |

Tabelle 25 Längenreduzierung durch Bögen bei SNRV-E Trassen (SNR7 x 1,5 mm)

(6) Sollte es erforderlich sein, das Gf-Mikro –oder Minikabel von der Trommel abzulängen, muss ein ausreichender Schutz des Kabels vor Betreten, Befahren und Knicken realisiert werden (z.B. Auffangvorrichtung oder ähnlich Abbildung 9). Ein Umspulen des Gf-Mikro –oder Minikabel auf Trommeln, die schwerer sind als die vom Kabelhersteller gelieferten, ist unzulässig

(7) Müssen Gf-Mikro –oder Minikabel zur Minimierung der Anzahl der Spleißstellen nach zwei Seiten oder kaskadiert in ein SNR eingeblasen werden, so ist das Rohr nach Fertigstellung der Einblasarbeiten mit der Einblasmuffe 7, 10 oder 12 gas- und wasserdicht zu verschließen. Dabei ist besonders auf das ordnungsgemäße Einbauen der Einblasmuffen gemäß der jeweils beiliegenden Montageanweisung zu achten, insbesondere auf das Aufrauen der Einsteckzone mit dem Schmirgelleinen. Abgerechnet wird die eingeblasene Kabellänge (Netto Einblaslänge, im Beispiel Abbildung 23 6.000m)



Beispiel für schrittweises Vorgehen beim kaskadierten Einblasen von Gf-Minikabel:

- Einblasen von 3000m; davon 2000m in Fangkorb
  - \* Einblasen von 2000m; davon 1000m in Fangkorb
  - \* Einblasen von 1000m
  - \* Abtrommeln von 3000m in Fangkorb; Einblasen von 3000m; davon 2000m wieder in Fangkorb
  - \* Einblasen von 2000m; davon 1000m in Fangkorb
  - \* Einblasen von 1000m
- Für eine (Netto) 6 km Trasse ergeben sich insgesamt ca. 12 km (Brutto) Einblaslänge, dabei wird das Einblasequipment jeweils umgesetzt.

Abbildung 24 Kaskadierung beim Einblasen

(8) Beim Glattziehen des letzten Kabelmeters nach dem Ausbauen des Einblasgerätes im Falle einer Kaskadierung vor dem Einbau einer Einblas- oder einer Doppelsteckmuffe ist besonders sorgfältig mit dem Kabel umzugehen, da hier die größte Beschädigungsgefahr besteht. Die nachstehend dargestellte Vorgehensweise ist zu beachten.

**Achtung:** Wenn auf ein bereits eingeblasenes Kabel ohne gleichzeitige Druckluftunterstützung Zugkräfte einwirken, so besteht die Gefahr des Festziehens des Kabels. Das Kabel kann dann nicht mehr in einem Stück ausgeblasen werden.

Um den sehr problematischen Vorgang des Zusammenführens der Rohrenden nach dem Einblasen des Kabels und Ausbau des Einblasgerätes zu vereinfachen, können folgende Verfahren angewendet werden:

#### A Einbau eines Verschluss-Sets VS10

- Vor dem Einblasvorgang ist an der Trennstelle ein SNR Ø 10x1,0 um 400 mm zu kürzen
- Aufschieben des Verschluss-Set VS10, bestehend aus, einem Überschubrohr (SNR 14 x 1,8 x500 mm) und zwei Überschiebmuffen (ÜSM 14/10)
- Einbauen des Einblasgerätes und Durchführen des Einblasvorganges
- Ausbauen des Einblasgerätes
- Nach dem Ausbau des Einblasgerätes hat das Kabel nach dem Einblasen der Kabelacht einen leichten Restdrall.
- Zur Beseitigung dieses Restdralls sind die Enden des SNR in je eine Hand zu nehmen und entlang des Kabels vorsichtig soweit als möglich auseinanderziehen.
- Nach dem vorsichtigen Erreichen der notwendigen Straffung werden die Rohrenden vorsichtig wieder aufeinander zugeführt.
- Lückenschluss zwischen den beiden SNR Rohrenden 10x1,0 durch aufschieben des Verschluss-Set VS10 entsprechend Montageanweisung
- Dokumentation des Überschubbereiches in der IV AG MEGAPLAN ist zwingend beachten, da nach einem ggf. später erfolgten Ausblasen des Kabels das Überschubrohr durch Einfügen eines Original-SNR ersetzt werden muss. Achtung: Vermerk auch im Einblasprotokoll notwendig

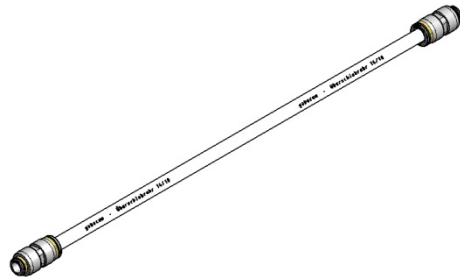


Abbildung 25 Zusammenführen der Rohrenden nach Einblasvorgang durch Einbau eines Überschubrohrstückes

#### B Nachblasgerät

Nach dem Zwischenblasen auf einer langen SNR-Trasse bleiben nach dem Auseinanderbauen des Einblasgerätes oft Restlängen des Gf-Mini- oder Mikrokabel außerhalb des SNR zurück. Um diese Restlängen wieder ordnungsgemäß ins SNR zu bekommen, ohne das Kabel zu stressen, kann, falls vorhanden, das Nachblasgerät eingesetzt werden.

(9) Wenn das Gf-Mikro- oder Minikabel nach dem Einblasen noch in eine Muffe eingeführt werden soll, ist das Rohrende mit einer Einblasmuffe mit Gasstopp (EBM-GS) der verschiedenen Kabeldurchmesserbereiche abzudichten.

Dieses stellt einen gas- und wasserdichten Abschluss des SNR 10 x 1,0 auf der einen Seite und verschiedene



Möglichkeiten der Fortsetzung der Rohrtrasse mit unterschiedlichem Schutz des Kabels bis zur Gf-Muffe mit einem Übergang mittels RSM 12/10 auf SNR-E 12 x 2 mm dar. Die Montage der Gf-Muffe geschieht gemäß ZTV-TKNetz 48 bzw. gemäß der jeder Muffe beiliegenden Montageanweisung.

## 6.9 Einblasen von GfK in Druckluftröhrchen (DLR) von Kupferkabeln

### 6.9.1 Materialliste

| VPE    | MNr      | Bezeichnung                               | DLST Herstellung | Übergang & Abdichtung Anfang/Ende | Schutz & Ablage Muffe | Erläuterung                                                                     |
|--------|----------|-------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1000m  | 40313242 | Gf-Bündeladerkabel 1x12, Regellänge 1000m |                  |                                   |                       | Einzublasendes dünnes Kabel über die Gesamtlänge                                |
| lfd. m | 40255234 | Mikro-Rohr 12x2,0, orange                 |                  | X                                 |                       | Verbindungen Start-/Ziel-DKBM mit MFG/Gf-Muffe                                  |
| lfd. m | 40313175 | Mikro-Rohr 4x0,5 weiß                     | X                | X                                 |                       | zur Herstellung DLST je DLR 200mm, Verbindung Start-/Ziel-DKBM mit MFG/Gf-Muffe |
| lfd. m | 40315615 | Mikro-Rohr 7x0,75 rot für DKBM            |                  |                                   | X                     | Schutz der Bak in DKBM (Überschieben über SNR-4 - Lücke)                        |
| 40     | 40240521 | Einzelzugabdichtung EZA-t 12/3,0-5,0      |                  | X                                 |                       | Abdichtung im Start-/Ziel-DKBM und MFG/Gf-Muffe                                 |
| 40     | 40313173 | Einzelzugabdichtung EZA-t 4/1,0-2,0       |                  | X                                 |                       | Abdichtung im Start-/Ziel-DKBM und MFG/Gf-Muffe                                 |
| 50     | 40313174 | Doppelsteckmuffe DSM 4                    | X                |                                   |                       | zur Herstellung Stopfstelle, Menge: 1x je DLR                                   |

| VPE          | MNr      | Bezeichnung                                     | DLST Herstellung | Übergang & Abdichtung<br>Anfang/Ende | Schutz & Ablage | Erläuterung                                                                   |
|--------------|----------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | 30005629 | Druckdichte Klemmbohrmuffe<br>DKBM Gr2          |                  |                                      | X               | Überbau DKBM-1, neue Anschnittmuffe                                           |
| 1            | 30005630 | Druckdichte Klemmbohrmuffe                      |                  |                                      | X               | Überbau DKBM-2                                                                |
| Set zu 10 St | 40315614 | Sperrstopfen DLST für Cu-Hk<br>mit Gf-Bak (Set) | X                |                                      |                 | zur Herstellung DLST von 10 Stopfstellen                                      |
| Pack 20 St   | -        | Gewindestange M3 x 500, Stahl<br>(Pack)         | X                |                                      |                 | zur Herstellung Stopfstelle, 1x M3x500 je<br>DLR, wieder verwendbar           |
| 1            | 40061119 | Spleißkassette 96                               |                  |                                      | X               | provisorische Gf- und Spleißablage                                            |
| 1            | 40061121 | Deckel f Spleißkassette 94                      |                  |                                      | X               | provisorische Gf- und Spleißablage                                            |
| 1            | 40236303 | E&MMS-C Gf-Apl mit Überlän-<br>genspeicher      |                  |                                      |                 | Abschluss der Glasfasern im MFG                                               |
|              | -        | Klebeetikett zur „Vorsicht Glas-<br>faskabel“   |                  |                                      | X               | Kennzeichnung der DKBM, dass neben<br>symK auch Gf in der Muffe enthalten ist |

### Tabelle 26: Materialliste Einblasen in DLR

### 6.9.2 Vorbereiten der GfK

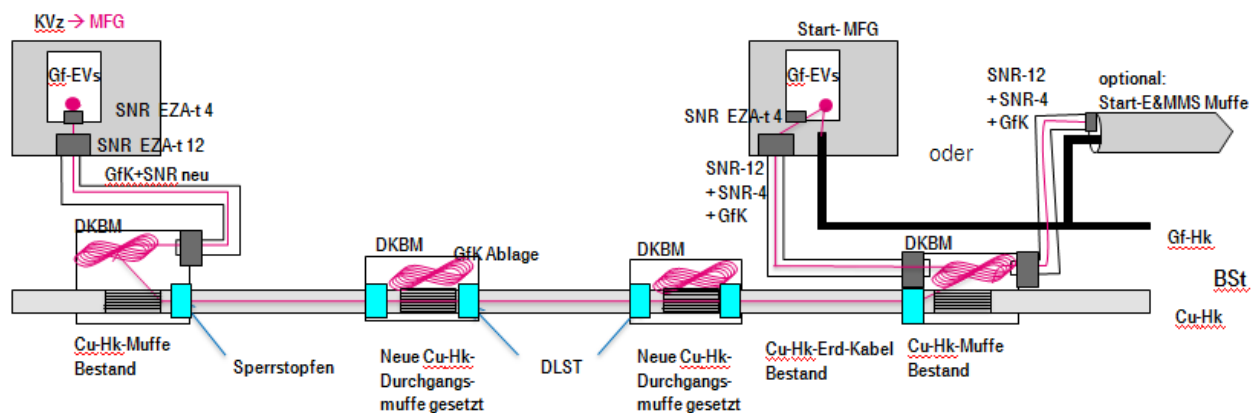


Abbildung 26: Grundsatzskizze Einblasen in DLR

(1) Sollen GfK (in diesem Fall Gf-Bündeladerkabel vom Typ SFU 12F der Firma TKF) in Drucklufröhrchen (DLR) eingeblasen werden, so müssen die Einblasgeräte des AN dafür speziell ausgestattet sein:

Derzeit zugelassene Einblasgeräte:

1. Microjet der Fa. Plumettaz (Lieferant Fa. Vetter Kabelverlegetechnik GmbH) mit angebaute[m] Lubricator
2. Microflow der Fa. Fremco (Lieferant Fa. Bagela Baumaschinen GmbH) mit angebaute[m] Bagela Lubri-  
cator
3. ACCEL Air2 der Fa. CBS) Lieferant Fa. Jakob Thaler GmbH mit angebaute[m] Lubricator

Gemäß dieser ZTV-TKNetz zugelassene Gleitmittel für Mikrokabel sind zu nutzen. Eine Vorschmierung der Strecke ist nicht möglich wegen der hohen Gefahr des Hängenbleibens. Eine Schmierung des Kabels ist absolut zwingend erforderlich. Die max. zulässige Gleitmittelmenge von 3ml / 100m Cu-Kabel darf nicht überschritten werden. Der eingesetzte Kompressor sollte 1m³/min einen Druck von 1,6 MPa (16 Bar) liefern können. Der Maximaldruck ist beim Einblasen in DLR typisch auf 1,0 MPa (10 Bar Überdruck), in Ausnahmen kurzfristig auf einen Wert von 1,

3 MPa (13 Bar) zu begrenzen.

Ggf. sollte ein automatisches elektronisches Einblasprotokolliergerät vorhanden sein. Das sehr dünne GfK kann sehr leicht beschädigt werden. Hier kann ein meterweise erstelltes automatisches Einblasprotokoll schnell Aufklärung hinsichtlich eines Schadens oder eines Schadensortes herbeiführen. Ist kein automatisches Protokolliergerät vorhanden, so ist ein manuelles Protokoll gemäß ZTV-TKNetz 40 (Abbildung 28) zu erstellen und dem BvT elektronisch zu übergeben.

Ferner muss zumindest der Einblasgeräteführer eine spezielle Schulung zum Thema „Einblasen in DLR“ durchlaufen haben. Der Schulungsnachweis ist durch den Einblas-AN beim BvT vorzulegen und zu dort zu dokumentieren.

(2) Das Verfahren ist prinzipiell für die mit Druckluftschläuchen ausgestatteten druckluftgefüllten symK vom Typ A-02Y(L)2Y (100 bis 500 DA) und vom Typ A-2Y(L)2Y ( $\geq 100$  DA) einsetzbar (siehe u.a. auch Tabellen 6 und 7 dieser ZTV-TKNetz für aktuell eingesetzte SymK). Hier ist zu beachten, dass ältere Kabel der Produktionsjahre von 1980 bis 1990 herstellerabhängig nicht unbedingt mit DLR ausgestattet sein müssen. Wenn nur ein Teilabschnitt keine DLR aufweist, so ist der BvT zwingend zu beteiligen.

**Achtung:** die DLR können gegenüber der äußeren Länge des SymK eine Überlänge aufweisen.

(3) Wird ein AN damit beauftragt, GfK in DLR von symmetrischen Hauptkabel (HK) einzublasen, so sind u.a. folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

#### **Erster Schritt: Vorbereiten der HK-Strecke**

Dazu gehört, dass Öffnen und Absperren der Gruben inkl. Lagerung und ggf. dem Abtransport des Ausbaus. Bereitstellung und Sicherung des notwendigen Arbeitsraumes.

Die seitens des AG vorzulegende Planung enthält abschnittsweise immer alle betroffenen Bauwerke und Aufbruchpunkte und stellt sicher, dass die betroffenen HK-Muffen zugänglich sind. Wird während der Vorbereitung erkannt, dass in dem betroffenen Kabel keine DLR vorhanden sind, so ist unmittelbar der BvT zu beteiligen.

Es ist seitens des BvT sicherzustellen, dass die DL-Anlage für den betroffenen Bereich eingeschaltet bleibt, damit keine Kabelbeschädigungen eintreten können. An der Arbeitsstelle wird dann Druckluft austreten.

#### **Zweiter Schritt: Vorbereitung der Muffen (je Grube, KSch):**

Ggf. gemäß ZTV-TKNetz 41 zu öffnende betroffene HK-Erdmuffen (anzutreffenden Typen: DKIM, DKBM, VATK, DSM) sind zu lokalisieren, die Muffen sind mit entsprechendem Arbeitsraum freizulegen, zu säubern, wenn möglich, aus der Grube heben.

#### **Dritter Schritt: Vorhandensein von DLR identifizieren**

Wenn DLR vorhanden, alten Muffenkörper vollständig demontieren und entsorgen. (Wenn keine DLR vorhanden, Muffe wieder verschließen und weitere Vorgehensweise in Abstimmung mit dem BvT festlegen.)

#### **Vierter Schritt: Einbau Druckluftsperrstopfen (DLST)**

Wenn eingeblasen werden soll, sind zunächst die DLST gemäß Montageanweisung zu montieren.

- Der DLST ist nach Möglichkeit am Tag vor den Einblasarbeiten fertigzustellen, damit das Gießharz aushärten kann. Vor der Übergabe an den Einblastrupp muss sichergestellt sein, dass alle gleichartigen Strecken fertiggestellt sind, sowie die Gewindestäbe gemäß Montageanweisung aus den DLST vorsichtig entfernt wurden.
- Je nach Umfang dieser Vorbereitungsarbeiten kann es vorkommen, dass Muffen mehrfach geöffnet werden müssen.

#### **Fünfter Schritt: Vorbereiten des Einblasen GfK in DLR**

Die Muffen sind zu öffnen. Es kann erforderlich werden, dass aufgrund der Arbeitsabläufe am Tage der Einblasarbeiten alle HK-Muffen nochmals geöffnet werden müssen.

- Zunächst ist zu prüfen, dass das DLR genügend Luftmenge durchlässt. Das SymK ist mit Druckluft (Kompressordruck mit 1,2 MPa (12 Bar Überdruck) zu befüllen. Am fernen Ende ist mit einem Luftmengenmesser (hält der AN vor) der Durchfluss zu messen. Die Luftmenge sollte nicht unter 40 l/min liegen, größer als 60 l/min erscheinen als ideal. Wenn sich der Luftstrom stabilisiert hat, das bedeutet, wenn sich dieser nicht mehr verändert, kann mit dem Einblasen begonnen werden.

#### **Sechster Schritt: Aufstellen des Einblasgerätes und der zusätzlichen Geräte (Kompressor, Nachkühler)**

Die Einblasmaschine ist auf den Kabeldurchmesser von 1,7 mm einzurichten.

- Die Dichtungsätze (z.B. im Microjet- Einblasgerät) sind für Kabel mit einem Außendurchmesser von 1,6 – 2,0 mm vorzurichten. Gleiches gilt für das Antriebsrad im Einblasgerät.
- Einbauen und Füllen des Lubricators. Ein Vorschmieren der DLR ist nicht zulässig. Das Schmieren erfolgt während des Einblasvorgangs durch Aufbringen auf den GfK-Mantel oder durch Beimischung zur Einblasluft. Deshalb ist zwingend der GfK-Mantel während des Einbringens mit Gleitmittel zu schmieren. Dazu ist der gemäß ZTV-TKNetz 40 freigegebene Gleitmitteltyp für Mikrokabel zu nutzen. Die max. Menge von 3 ml/Gleitmittel je 100 m Kabellänge ist einzuhalten!

#### **Siebenter Schritt: Crashtest durchführen.**

- Den Crashtest für das genutzte Kabel gemäß ZTV-TKNetz 40 ist durchzuführen, um die max. zulässige Einschubkraft einzustellen. Ansonsten kann das Gf-Bündeladerkabel (Gf-Kabel) beschädigt werden.

#### **Achter Schritt: Vorbereiten des Kabels**

- Das Ende des Gf-Kabels ist vor dem Einblasen mit einer Feile leicht zu entgraten. So wird der ggf. vorhandene Schneidgrat entfernt. Dadurch verringert sich die Wahrscheinlichkeit des Hängenbleibens an den Perforationsgraten in den DLR. Wegen der Vergrößerung des Durchmessers sind die GfK nicht mit Einblas-kappen zu versehen.
- Zu beblasendes SNR-4 Ende mittels notwendiger Länge SNR-4x 0,5 mm mit dem Einblasgerät verbinden (mit DSM-4). Achtung! Möglichst kurze SNR 4x0,5 mm Länge verwenden. Die Verbindungslänge des SNR4x0,5 mm muss später in der Muffe untergebracht werden.

#### **Neunter Schritt: Einblasvorgang**

- Während des Einblasens sind offene SNR 4 x 0,5 mm Enden der anderen DLR beim Einblasgerät am Beginn der Einblasstrecke mit ES-4 (durch Einblas-AN zu stellen) zu verschließen. Nach dem Einblasen werden diese Verschlüsse wieder entfernt. Am fernen Ende bleiben sinnvollerweise alle DLR offen.
- Der Einblasvorgang an einer Einblasstrecke sollte sinnvollerweise so z.B. in der Mitte der Strecke so begonnen werden, dass das Überblasen der jeweils erforderlichen Mehrlängen optimiert wird. Ziel muss es sein, auf der Strecke zwischen Ausgangspunkt und Zielpunkt im MFG keine Gf-Spleißverbindungen mehr einzubauen. Die jeweiligen Überblaslängen sind dort jeweils mit einer geeigneten Fangeinrichtung aufzufangen. Dabei ist darauf zu achten, dass das jeweilige ferne Ende später problemlos wieder weitergeblasen werden kann. Alle für das Einblasprotokoll notwendigen Angaben sind zu erheben und zu dokumentieren. Die Außentemperatur sollte nicht unter +5°C liegen. Das Erstellen eines Einblasprotokolls ist zwingend erforderlich. Die Einblasprotokolle sind unmittelbar nach der Fertigstellung einer Trasse elektronisch an den BvT zu übergeben und werden ins Bautagebuch übernommen.

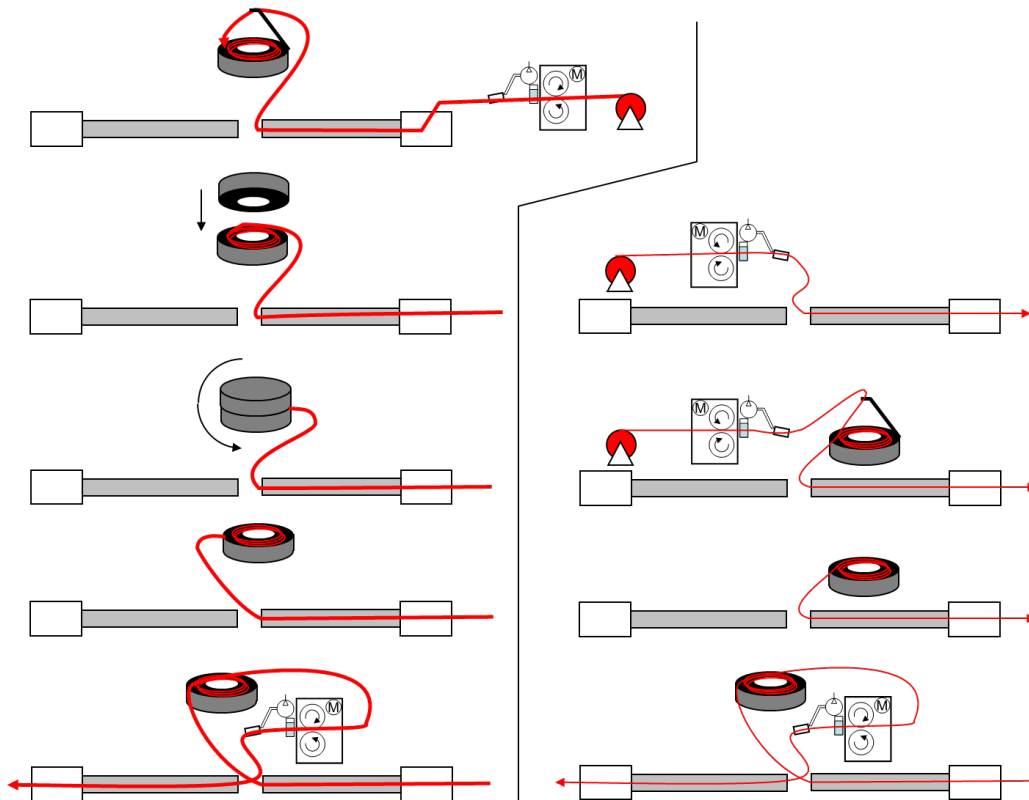


Abbildung 27: links: Ablauf bei Überblasen;

rechts: Ablauf bei von Mitte Einblasen

- Das GfK ist stauch- und knickgefährdet, es ist nicht längswasserdicht. GfK darf bei der Installation nicht gezogen werden. (max. kurzzeitige zulässige Zuglast sind 30N) Einlaufgeschwindigkeit und Druckluft während des Einblasens kontrollieren und protokollieren. Üblicherweise es werden Geschwindigkeiten von bis zu 40m/min erreicht, die zum Ende hin auf ca. 20m/min abfallen. GfK Ablegen am Ende der jeweiligen Einblasteilstrecke: Am fernen Ende wird von einem zweiten Mann das Kabel erwartet und die notwendige Überlänge in einer geeigneten Ablage abgelegt.
- Das Kabelende ist im Fangkorb mit Klebeband zu fixieren, so dass keine Schlaufen entstehen können. Das Kabel wird während und nach dem Ablagevorgang vor Verschmutzung und vor mechanischer Beschädigung (z.B. Knicken) geschützt. Ein geeigneter Fangkorb und Kabelführung wird vom AN beigestellt. Die Kommunikation zum Bediener des Einblasgerätes ist sicherzustellen.
- Die Überlänge für das Weiterblasen auf der verbleibenden Strecke bis zum Trassenende errechnet sich aus der Summe aus noch zu beblasenden Teilabschnitte. Die Montagelängen in allen DKBM, die Verbindungs- und Montageüberlänge in den MFG oder Gf-Muffen sind hinzuzurechnen. Die Überlänge für einen Gf-MFG-Anschluss wird wie folgt bestimmt: Strecke von der letzten DKBM bis zum MFG, Länge vom MFG bis zum Spleißtisch, Länge Spleiße und Ablage der Fasern in E&MMS.
- Die Überlänge für Gf-Muffenanschluss wird wie folgt errechnet: Strecke von der letzten DKBM bis zur Gf-Muffe, Länge Gf-Muffe bis Spleißtisch, Länge Spleiße und Ablage der Fasern in E&MMS.
- Das Ablegen der GfK an Mitteleinblasstellen wird wie folgt durchgeführt:
  - Bei Mitteleinblasstellen wird das Kabel von einem zweiten Mann in der notwendigen Überlänge in einen geeigneten Fangkorb abgelegt. Das Kabelende wird an der Ablage (vom Einblas-AN zu stellen) mit Klebeband fixiert, sodass keine Schlaufen entstehen können. Das Kabel wird während und nach dem Ablagevorgang vor Verschmutzung und vor mechanischer Beschädigung (z.B. Knicken) geschützt.

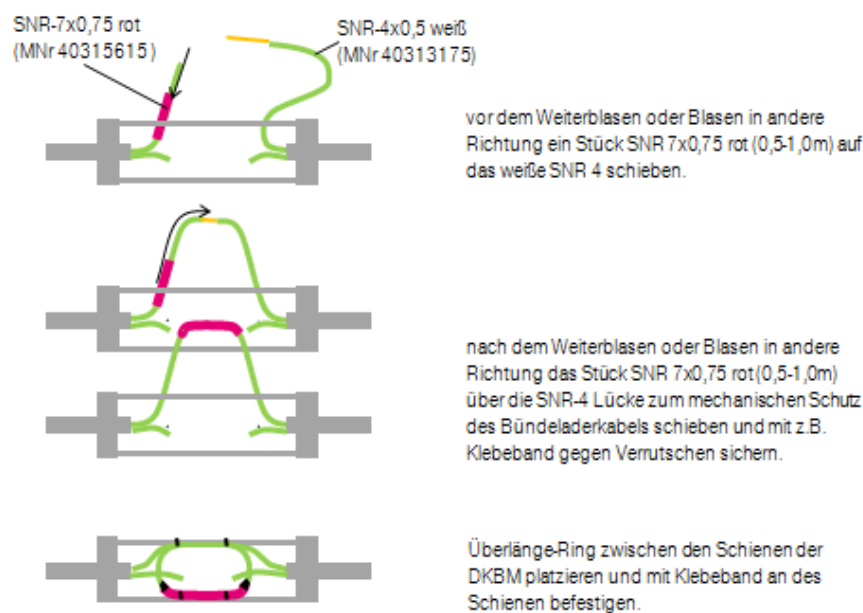
- Beim GfK Weiterblasen ist zu beachten: Der Kabelvorrat (Ring) muss vor dem Weiterblasen gewendet werden, sodass der Anfang, der bei der Ablage unten abgelegt wurde nun oben liegt. An Mitteleinblasstellen ist das Wenden nicht notwendig, da das Kabelende nach dem Ablegen oben liegt.
- Das Einblasverhalten von bereits auf vorhergehenden Trassenabschnitten durchgeblasenen GfK ist anders als bisher ungenutztes „frisches“ Kabel, da bereits Gleitmittel am Kabelmantel vorhanden ist. Evtl. kann nicht die max. zulässige Einschubkraft erreicht werden.

#### Zehnter Schritt: Abschließen des Einblasvorganges, Vorhandensein von Montageüberlängen

- Es ist darauf zu achten, dass am Ende des Einblasvorganges die für die spätere Montage gemäß ZTV-TKNetz 48 notwendigen Überlängen an beiden Seiten vorhanden sind.

#### Elfter Schritt: Ablegen der Fasern

- In Zwischenmuffen (DKBM) sind die Enden der unbelegten DLR offen zu lassen. Die mit BaK belegten SNR-4-Enden sind nicht miteinander zu verbinden!
- Die Überlänge des BaK und der SNR-4 wird in der Muffe als Ring abgelegt. Die ungeschützte Länge des BaK zwischen den SNR-4 Enden ist mit einem Stück SNR-7x0,75 (rot) durch Überschieben mechanisch zu schützen und mit geeigneten Mitteln (Klebeband) gegen Verrutschen zu sichern.



**Abbildung 28: Umgehen mit der Überlänge in der Muffe**

(4) Die Verbindung von der letzten HK-Muffe ins MFG ist gemäß Montageanweisung bzw. der ZTV-TKNetz 48 durchzuführen.

Das Einschieben der Kabel auf den letzten Stück von der letzten HK Muffe ins MFG ist Gegenstand dieser Leistung, es sei denn hier werden mehr als 10 m erforderlich.

Dabei ist zu beachten, dass die GfK nicht längswasserdicht sind und deshalb in einem beidseits abgedichteten SNR geführt werden müssen. Ggf. kann hier auch ein Gf-Erdkabel mit einem Außendurchmesser von 7 mm eingebaut werden.

(5) Nach dem Abschluss der Einblasarbeiten sind dann die nicht für GfK genutzten DLR zu öffnen, d.h. die ES werden entfernt. Die HK-Muffe ist gemäß ZTV-TKNetz 41 zu verschließen und hinsichtlich Ihrer Dichtheit zu überprüfen.

[illegible]

### Abbildung 29: Einblasprotokoll DLR

Dann ist sichergestellt, dass der Muffenkörper nach dem Wiederanbinden an die DLA mit Druckluft geblutet wird. Es ist dem BvT nachweislich mitzuteilen, dass die Anlage (Kabel, Stopfstellen, Muffe etc.) nach dem Wiederanlegen der Druckluft ordnungsgemäß gelagert wurde und dicht ist.

(6) Wird festgestellt, dass aufgrund von nicht durch den AN zu vertretenden Umständen die Baustelle zeitweilig oder andauernd nicht weitergeführt werden kann, so ist die ggf. anfallende Wartezeit zu erfassen.

## 5 Ausblasen von Bündeladerkabeln

Wird festgestellt, dass das Bündeladerkabel aufgrund der vorangegangenen Einblasarbeiten beschädigt wurde und nicht mehr einsetzbar ist, so ist das Bündeladerkabel auszublasen oder der Zug/das DLR aufzugeben.

Muss ausgeblasen werden, so kann einfach das Einblasgerät umgesetzt werden und die o.g. Schritte werden wieder durchgeführt. Das gewonnen Bündeladerkabel ist mit dem Hausmüll zu entsorgen.

Der BvT entscheidet, ob hier ein erneuter Versuch zu starten ist oder ob ein weiteres zur Verfügung stehendes DLR als nächster Versuch zum Einsatz kommt.

Der missglückte Versuch ist zu dokumentieren.

Ist auch dieser weitere Versuch erfolglos, so entscheidet der BvT wie weiter vorzugehen ist.

## 6.10 Abnahmemessung von SNR, SNRV-Strecken

Nach dem Ende der Einzieh- bzw. Verlegearbeiten **kann** (in Absprache oder aufgrund einer Forderung des BvT) eine einvernehmlich festzulegende Anzahl von SNR-Zügen mit einem Rohr-Dichtheitsprüfgerät (gemäß Abschnitt 4.5.1.2) hinsichtlich seiner Dichtheit überprüft werden. Es können gleichzeitig mehrere SNR angeschlossen werden.

Nach der erfolgten Druckprüfung sind die Rohrenden mit EZA-t oder ES der entsprechenden Größen zu verschließen.

Die Elektronischen Messungen des Druckverhaltens sind als Datei zur Speicherung für eine Auswertung auf PC dem BvT zu übergeben.

## 7 Lagern der Kabel, MR4 und Garnituren, Abdichten von Zügen, Kennzeichnen von Kabel, KSch/AzK

### 7.1 Lagern der Kabel, SNR, MR4 und Garnituren

(1) Der nach Angaben des BvT zu belassende Gfk/SNR/SNRV- Vorrat ist, wenn die Montage außerhalb des KSch erfolgt, zu einem Ring zusammenzurollen, an einem Kabelhalter aufzuhängen und gegen Herabfallen zu sichern.

(2) Wird ein durchlaufendes MR4 zur Herausführung eines SNR angeschnitten, so ist der betreffende MR4-Zug nur auf dem Abschnitt der Lagerungsfläche zu unterbrechen. Ansonsten wird das MR4 wie ein durchlaufendes Kabel ausgebogen, gelagert und fixiert.

Sind MR4 nicht durchverbunden, so sind freiliegende SNR mittels eines geteilten Schutzrohres 40 mm aus PP zu ummanteln und wie ein durchlaufendes Kabel auszubiegen, zu lagern und zu fixieren.

(3) Enden SNR/SNRV in einem KSch, so sind die Rohre bis zur Schachtmitte zu führen und dort gemäß Abschnitt 7.2 abzudichten.

(4) Werden zur sicheren Lagerung von Kabelvorräten in KSch an Muffen Kabelboxen der verschiedenen Größen eingesetzt, so ist das Kabel auf dem Weg zur Kabelbox bzw. zur Muffe mit einem SNR-E 12 x 2 mm zu schützen. In der Vergangenheit wurde hier teilweise, bedingt durch die Einführungstechnik der Gf-Muffen, ein V2A Wellrohr verwendet. Werden in der Praxis noch derartige Gf-Muffen vorgefunden, so ist das V2A-Wellrohr weiterhin wiedereinzubauen.



Abbildung 30 Lagerung von angeschnittenen SNR, Gf-Mini- und Mikrokabel und Gf-Muffe

(4) Nähere Angaben zur Lagerung in KSch/AzK sind aus der ZTV-TKNetz 39 zu entnehmen. Durch den BvT wird festgelegt, wie in Zwischenschächten Kabel auszubiegen, zu lagern und zu fixieren sind.



## 7.2 Abdichten von Zügen

Unbelegte Züge, die in Gebäuden enden, sind mit Abdichtstopfen der erforderlichen Größe beiderseits gasdicht zu verschließen. Durch Kabelzieharbeiten freigewordene Züge sind ebenfalls beiderseits mit Abdichtstopfen (Abbildung 31.) zu versehen. Abdichtstopfen für (buchhalterisch) aufgegebene Züge werden mit einem AdS mit rotem Knebel gekennzeichnet. Abdichtstopfen gibt es für die in Tabelle 27 zusammengestellten Anwendungsfälle.

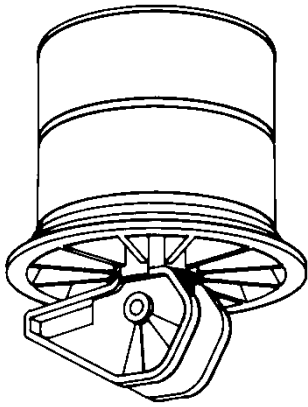


Abbildung 31 Abdichtstopfen, ADS



Abbildung 32 AdSet für KKR, KKF und Stahlrohr

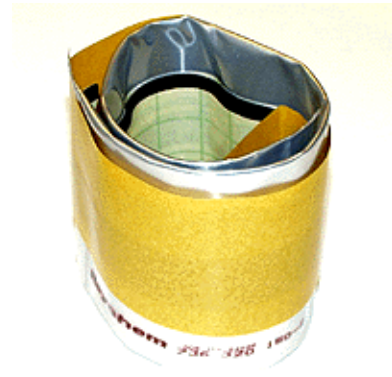


Abbildung 33 Abdichtelement, ADE

(2) Die Öffnungen neu belegter Züge in KSch und in Gebäuden sind nach Beendigung der Kabeleinbringarbeiten gemäß Tabelle 27 abzudichten. Die Montage der Bauteile geschieht gemäß der jeweils beiliegenden Montageanweisung.

(3) Der Einsatz von Verschlussbechern aus PE (vorgesehen zum provisorischen Verschließen während der Errichtung der Rohranlage) ist generell unzulässig.

(4) Zwischen MR4 und KK-Zug sind generell (wegen möglicher Längenänderungen des MR4) AdSe-t (Abbildung 32) gemäß der jedem Bauteil beiliegenden Montageanweisung einzubauen. Das gilt nicht für Bergsenkungsgebiete. Einzelne MR4-Züge sind mit EZA-t abzudichten. Freigewordene MR4-Züge sind mit dem Reparaturset für MR4 (Abbildung 35) wieder durchzuverbinden.

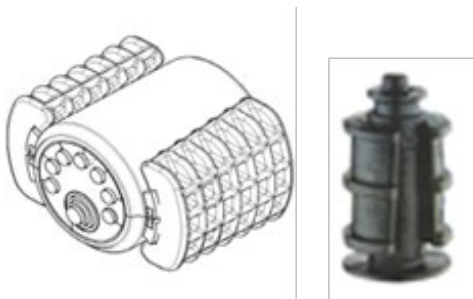


Abbildung 34 Einzelzugabdichtung teilbar, EZA-t

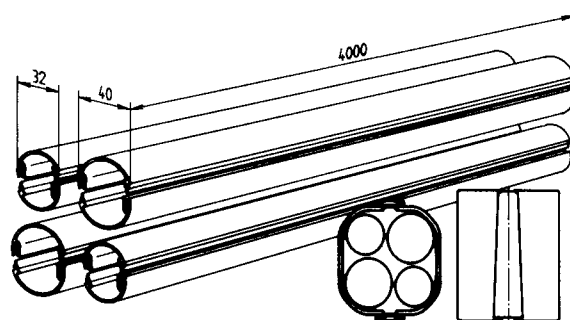


Abbildung 35 Mehrfachrohr Reparaturset MR-RS für MR4

| Zugtyp               | Innendurchmesser<br>Muffenende<br>mm | Innendurchmesser<br>Rohr<br>mm | ADS<br>Größe<br>97,5 -<br>108<br>mm | ADS<br>Größe<br>30 -<br>47<br>mm | EZA-t<br>50** | EZA-t<br>40** | EZA-t<br>32** | EZA-t<br>10*** | EZA-t<br>12*** | EZA-t<br>7*** | AdSe-t         | ADE<br>100 | ADE<br>40/50 |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|------------|--------------|
| KKF 100              | -                                    | 100                            | U                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | -             |                | B          |              |
| KKR 110 x 3,2        | 110                                  | 103,6                          | U                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | -             |                | B          |              |
| KKR 110 x 5,3        | 110                                  | 99,4                           | U                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | -             |                | B          |              |
| KKHR 110 x 3,2       | -                                    | 103,6                          | -                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | -             |                | B          |              |
| KKR 50 x 1,8         | 50                                   | 46,4                           |                                     | U                                | U,B           | -             | -             | -              | -              | -             |                |            | B            |
| KKHR 50 x 2,4        | -                                    | 45,2                           | -                                   | -                                | U,B           | -             | -             | -              | -              | -             |                |            | B            |
| KR 50 x 4,6          | -                                    | 40,8                           |                                     | U                                | U,B           | -             | -             | -              | -              | -             |                |            |              |
| Stahlrohr 108 x 3,6  | -                                    | 100,8                          | U                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | -             |                | B          |              |
| Düker 125 x 11,4     | -                                    | 102,2                          | U                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | -             |                | B          |              |
| Düker 140 x 12,8     | -                                    | 114,4                          | U*                                  | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | -             |                | B**        |              |
| MR4 32 x 2,0         | -                                    | 28                             | -                                   | -                                | -             | -             | U, B          | -              | -              | -             |                |            |              |
| MR4 40 x 2,5         | -                                    | 35                             | -                                   | -                                | -             | U, B          | -             | -              | -              | -             |                |            |              |
| MR4 gegen KKR        |                                      |                                |                                     |                                  |               |               |               |                |                |               | B<br>(schwarz) |            |              |
| MR 4 gegen KKF       |                                      |                                |                                     |                                  |               |               |               |                |                |               | B<br>(grün)    |            |              |
| MR 4 gegen Stahlrohr |                                      |                                |                                     |                                  |               |               |               |                |                |               | B (weiß)       |            |              |
| SNR 10 x 1,0         | -                                    | 8                              | -                                   | -                                | -             | -             | -             | U, B           | -              | -             |                |            |              |
| SNR-E 12 x 2,0       | -                                    | 8                              | -                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | U, B           | -             |                |            |              |
| SNR-E 7 x 1,5        | -                                    | 4                              | -                                   | -                                | -             | -             | -             | -              | -              | U, B          |                |            |              |
| SNRV 50 / 8x10       |                                      |                                |                                     |                                  | B****         |               |               |                |                |               |                | B****<br>* |              |
| SNRV-E               |                                      |                                |                                     |                                  | B             | B             | B             |                |                |               |                | B          |              |

**Tabelle 27 Anwendungsmöglichkeiten für Abdichtmittel**

\* möglich, aber Sonderbedarf; \*\* unterschiedliche Formen der Abdichtgummis (siehe Tabelle 28)

\*\*\* unterschiedliche Kabeldurchmesser der Gf- Mini- und Mikrokabel; \*\*\*\* mit Innenstützhülse SHi

\*\*\*\*\* SNRV zum KKR mit Außenstützhülse SHa oder DSHa

U = unbelegter, B= belegter Zug

(5) Unmittelbar nach dem Einbau der AdSe-t sind die vier unbelegten Einzelzüge des MR4 mit EZA -t abzudichten. Zum nachträglichen Abdichten zwischen Kabel/SNR und MR4/KR sind die betroffenen Züge mit EZA-t abzudichten. Unterbleibt diese Abdichtung und damit die zugkraftmäßige Abfangung insbesondere bei SNR und MR4, so kommt es hier bei Abkühlung auf die Erdreichtemperatur zu Verkürzungen des Rohraußendurchmessers. Dann sind die Übergangsteile zum Indoor-SNR nicht mehr in der Lage diese Zugkräfte aufzunehmen und reißen auseinander. Ggf. zieht sich das MR4 in die Gebäudeeinführung zurück und die Abdichtungen werden zerstört.

(6) Abdichten von Kabel mit einem Außendurchmesser größer als 85 mm, bei welchen ADE 100 oder ADE 90 nicht funktionieren wird Abdichtmasse (ADM) eingesetzt. Damit die Masse nicht austreten kann ist lt. Montageanweisung je ADM ein Pfropf aus einem sog. im Bedarfsfall zu liefernden Korkmörtel einzubauen. Besteht keine Gefahr des Austretens der ADM, so kann auf den Korkmörtel verzichtet werden.

|          |                              |          |                                |
|----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| 40188843 | EZA-t 32 / K 10,5-21,5       | 40188845 | EZA-t 50 / 2K 21,5-34,0        |
| 40197306 | EZA-t 32 / 3x10              | 40240544 | EZA-t 50 / K 8,0-18,5 + 5x10   |
| 40317873 | EZA-t 32 / 3x12              | 40240545 | EZA-t 50 / K 16,5-25,5 + 3x10  |
| 40243759 | EZA-t 32 / 7x7               | 40282218 | EZA-t 50 / K 8,0-18,5 + 5x12   |
|          |                              | 40246735 | EZA-t 50 / K 8,0-18,5 + 7x7    |
| 40188844 | EZA-t 40 / K 10,5-25,5       | 40266301 | EZA-t 50 / K 18,5-27,5 + 2x7   |
| 40240543 | EZA-t 40 / K 8,0-18,5 + 3x10 | 40235032 | EZA-t 50 / 8x10                |
| 40256492 | EZA-t 40 / K 8,0-18,5 + 5x7  | 40243732 | EZA-t 50 / 7x12                |
| 40266300 | EZA-t 40 / K 18,5-27,5 + 2x7 | 40255036 | EZA-t 50 / 10x7 + 1x12         |
| 40197305 | EZA-t 40 / 5x10              | 40248973 | EZA-t 50 / 18x7                |
| 40317874 | EZA-t 40 / 4x12              | 40252693 | EZA-t 50 / 22x7 + 1x12         |
| 40243749 | EZA-t 40 / 10x7              | 40282218 | EZA-t 50 / K 8,0-18,5 + 5 x 12 |
| 40252694 | EZA-t 40 / 8x7+1 x12         |          |                                |
|          |                              | 47112673 | EZA-t 63/12x12                 |
| 40317872 | EZA-t 3x12                   |          |                                |
| 40268634 | EZA-t 7x12                   | 40252695 | EZA-t 7 / 2,0-4,0              |
| 40770315 | EZA-t 12x12                  | 40197307 | EZA-t 10 / 5,0-6,5             |
| 40263205 | EZA-t 8x7+1x12               | 40240522 | EZA-t 12 / 5,0-6,5             |
| 40263204 | EZA-t 22x7+1x12              | 40810102 | EZA-t 12 / 1,8-3,5             |

**Tabelle 28: Verfügbare unterschiedliche Abdichteinsätze der EZA-t, jede EZA-t ist als komplettes Bauteil lieferbar**

(7) EZA in Bergsenkungsgebieten sind ohne Elastomer- Abdichtscheiben, aber mit Verschraubungsring als Kantenschutz einzubauen. SNR sind aber mit EZA-t gegenüber dem MR4-Zug abzudichten.

(8) Am Beginn und Ende der Einzieh-/Einblasstrecken von Gf-Mini- oder Mikrokabel in SNR ist das Kabel gegenüber dem Rohr gas- und wasserdicht abzudichten. Dazu ist die Einzelzugabdichtung EZA-t 7, EZA-t 10 oder EZA-t 12 für die verschiedenen Kabeldurchmesserbereiche zu nutzen.

(9) Müssen MR oder MR4 Strecken mit SNR belegt werden, so geschieht die Abdichtung zwischen SNR bzw. Kabel und KR- bzw. MR4-Rohrzug durch EZA-t mit verschiedenen Abdichteinsätzen (Tabelle 28). Unterbleibt diese Abdichtung und damit die zugkraftmäßige Abfangung insbesondere bei SNR in MR4, so kommt es hier bei Abkühlung auf die Erdoberflächentemperatur zu Verkürzungen der SNR.

### 7.3 Kennzeichnen von Kabel und KSch

(1) Nach dem Lagern von Kabel ist dieses/ sind diese sofort einmal im gut sichtbaren Bereich in allen KSch, AzK und in KAR nach Angaben des BvT mit verschiedenfarbigen Kabelbezeichnungstreifen zu kennzeichnen.

Die Kabelbezeichnungstreifen inkl. der leicht lesbaren Druckstreifen werden je nach örtlicher Absprache mit dem BvT entweder beige gestellt oder sind zu liefern. Die Bezeichnungstreifen sind farblich wie folgt zu unterscheiden:

|                |        |
|----------------|--------|
| SymK:          | Grau   |
| einpaarige KxK | Grün   |
| GfK:           | Orange |
| Fspk:          | Gelb   |

Die Bezeichnungstreifen sind mit einem gelben wasserfest und lichtecht schwarz beschrifteten Druckstreifen zu bestücken (z.B. durch Brother P-Touch, DYMO etc.) und mit Kabelbindern an den Kabeln zu befestigen.

(2) Abgehende gleichartige Kabel an Verteilern (Unterverteilungskabel, Fspk) sind mit magentafarbenen Kabelbezeichnungsringen oder adäquaten Selbstklebestreifen gemäß Netzplan zu kennzeichnen. Die in den Netzplan mit „1“ gekennzeichneten Kabel sind nur auf Anweisung des BvT zu markieren.

(3) Beim Einziehen z.B. von Fspk, u.ä. ist eine zusätzliche Kennzeichnung der Kabel gemäß DIN /VDE 0298 und eine Kennzeichnung der KSch erforderlich.

In KSch, KAR oder an sonst zugänglichen Stellen, z.B. Austrittsstellen aus Zügen, sind solche Kabel mit gelbem, selbstklebendem Kunststoffband mit aufgedrucktem Blitzpfeil auf der gesamten sichtbaren Länge zu kennzeichnen.

Das Kennzeichnungsband wird in 2 Ringen im Abstand von ca. 10 mm aufgebracht. Die so erfolgte Kennzeichnung ist in Abständen von je ca. 0,5 m zu wiederholen.

Im Bereich des Einstiegs von KSch ist ein Warnschild WS 1 nach DIN 40 008 als Hinweis anzubringen.

(4) Werden die Fspk in ein Gebäude oder in ein Verteilergehäuse eingeführt, so sind sie in den zugänglichen Bereichen mit einem Klebeband mit Blitzpfeilen zu kennzeichnen.

(5) Beim Einziehen Fspk, u.ä. ist eine zusätzliche Kennzeichnung der Kabel gemäß DIN /VDE 0298 und eine Kennzeichnung der KSch erforderlich.

In KSch, AzK, KAR oder an sonstigen zugänglichen Stellen, z.B. Austrittsstellen aus Zügen, sind solche Kabel mit gelbem, selbstklebendem Kunststoffband mit aufgedrucktem Blitzpfeil auf der gesamten sichtbaren Länge zu kennzeichnen. Das gilt auch für die bestehenden teilweise magentafarbenen Fspk.

Das Kennzeichnungsband wird in 2 Ringen im Abstand von ca. 10 mm aufgebracht. Die so erfolgte Kennzeichnung ist in Abständen von je ca. 0,5 m zu wiederholen.

Im Bereich des Einstiegs von KSch ist ein Warnschild WS 1 nach DIN 40 008 als Hinweis anzubringen.

(6) Enden verschiedene SNR belegt oder unbelegt in einem KSch, Gf-NVt, KVz, MFG, Privathaus etc so werden sie gas-, wasser- und staubdicht (siehe Beispiel in Abbildung 10) 7,10 oder 12 verschlossen und beschriftet.

Die Beschriftung muss genauen Bezeichnungen für den Startpunkt wie auch für das Ziel einer SNR-Strecke enthalten und ist vom AN im Benehmen mit dem BvT durchzuführen. Dabei ist auf den Bezeichnungstreifen immer der Anfangs- und Endpunkt anzugeben. Die Beschriftung im NVt kann auch auf einem laminierten Blatt (eingeteilt wie die Bodengruppe) dargestellt werden, welches in einer Dokumententasche in der Tür aufzubewahren ist nachgehalten werden. Dann ist eine Beschriftung der einzelnen Züge nicht notwendig.

(7) Im Erdreich endende SNR, SNRV sind ebenso wie Hausabgänge von SNR generell mit Elektronischen Kabelmarkierern (Kugelmarkern) zu kennzeichnen. Eine Kennzeichnung kann entfallen, wenn das Rohrende auf bleibende Bezugspunkte eingemessen werden kann.

## 8 Ausziehen/Ausblasen von Kabel/MR4

(1) Über die Angaben in der BB hinaus kann der AN in Zweifelsfällen beim BvT Angaben über den Zustand und die Lage des ausziehenden bzw. auszublasenden SNR, SNRV, Kabels bzw. MR4 erhalten. Normalerweise sollte das frühere Einblas-/Einziehprotokoll Teil der BB sein.

(2) Vor Beginn der Arbeiten sind zunächst die Verbindungsstellen und ggf. noch vorhandene Zugabdichtungen zu entfernen. Bei wieder verwendbarem Kabel sind die Kabelenden zu verschließen.

(3) Für das Ausziehen von **wiederverwendbaren** Kabeln/MR4/SNR gelten sinngemäß die Vorschriften für das Einziehen. Die in dieser ZTV-TKNetz genannten zulässigen Zugkräfte können ggf. (bei nicht wieder verwendbarem Kabel) beim Ausziehen aufgrund der Haftreibung bzw. Verklebung des Kabels überschritten werden. Nach dem Ausziehen aus den Zügen sind wieder verwendbare Kabel/Rohre aufzutrommeln. Kabel-/Rohranfang und -ende wieder verwendbarer Kabel/Rohre sind auf den Trommeln so zu lagern, dass sie später für eine optische, elektrische und pneumatische Prüfung der Längen zugänglich sind.

Das Ausziehen von **nicht wiederverwendbaren** Kabeln (meist symK, Fspk, Koax-Tuben und andere sehr schwere Kabel) kann entweder mit einer Trommelwinde oder mit einer Kabelziehwinde mit geteiltem Kabelziehstrumpf durchgeführt werden. Dabei ist das Kabel ggf. nach Angaben des BvT oder der BB direkt in Meterstücke zu schneiden. In Abstimmung mit dem BvT werden die sortenrein getrennten Meterstücke entweder vom Lagerplatz des AN abgeholt oder sind durch den AN zum Sitz des PTI (Lagerplatz) zu liefern.

(4) **Nicht wiederverwendbare** Glasfaserkabel, die vor 2010 eingebaut wurden, können ggf. noch mit einer Gf-Kabelziehwinde ausgezogen werden. Sinnvoller jedoch ist es sie nach dem Schneiden auszublasen. Dabei ist ein nicht notwendig ein Einblasgerät einzusetzen, es reicht ein Einspeisestopfen für KR oder SNR. Nach 2010 hergestellte GfK sind generell nur auszublasen, weil sie nicht mehr für einen Kabelziehvorgang ausgelegt sind. Beim Ausblasen von GfK ist es jeweils sehr wichtig das Einblasprotokoll (ggf. Einziehprotokoll s.o.) vorliegen zu haben. Daraus kann man ersehen, ob aufgrund des Ablaufens der Einblasarbeiten mit einem schwierigen oder einfachen Ablauf der Arbeiten (Festlegen der Grubenanzahl vorab) zu rechnen ist.

(5) Unabhängig davon, ob ein ausblasendes GfK zur Wiederverwendung vorgesehen ist oder nicht, ist bei Verklebungen zwischen Kabelmantel und einem KR das Lösekolbenverfahren anzuwenden.

Das Kabel ist beim Durchlaufen des Lösekolbens bei gleichzeitigem Einbringen von Gleitmittel vom KR-Boden abzulösen. Beim Einsatz in Gefällstrecken ist darauf zu achten, dass das Kabel während oder nach dem Lösevorgang nicht durch den Zug durchrutschen kann.

Sind in einem KR zwei GfK eingezogen, so ist der Einsatz des Lösekolbens nicht möglich.

Ein Ausziehen eines Kabels während das zweite in Betrieb bleibt kann nur sehr vorsichtig und in kleineren Teil-Abschnitten (zunächst 1.000 m, dann 500 m usw.) vorgenommen werden. Vor Beginn der Arbeiten sollte zunächst ein Reinigungsschwamm mit Gleitmittel durch das Rohr gepresst werden.

(6) Mini- oder Mikrokabel können aus SNR grundsätzlich nur durch Ausblasen des Kabels entfernt werden. Nach dem Herausschneiden der Gf-Muffen oder dem Abschalten aus dem Gf-AP wird eine erste Teillänge herausgeblasen. Wird eine erhöhte Haftreibung festgestellt, so ist die Ausblasstrecke zu verkürzen.

(7) Ein Ausziehen von Mini- und Mikrokabel ist nur über begrenzte Länge max. 50 m unter Einhaltung der Zugkräfte ohne Krafteinwirkung (max. Zugkräfte siehe Tabelle 13 und Tabelle 14.) möglich.

## 9 Ausziehen von Kabelseelen

(1) Beim Ausziehen von Kabelseelen aus Kupferkabeln nach dem Kabel-X-Verfahren wird zwischen Kabelmantel und Kabelseele/Seelenbewicklung ein speziell nach dem Kabeltyp ausgewähltes Gleitmittel unter Druck eingepresst. Im Nachgang kann die Kabelseele unter geringen Zugkräften ausgezogen werden.

(2) Zum Ausziehen der Kabelseele nach diesem Verfahren sind grundsätzlich alle Kabeltypen mit einem Außendurchmesser > 7mm geeignet. Kabel mit einem Bleimantel und papierisolierten Doppeladern sind grundsätzlich besser geeignet als PE-isolierte Doppeladern. Je größer der Kabelaußendurchmesser, desto größer die ausziehbaren Teilstrecken (siehe auch Tabelle 29). Bei Bedarf muss der Firma ein Kabelmuster in einer Länge von 1 m rechtzeitig drei Wochen vor Beginn der Maßnahme zu Testzwecken zur Verfügung gestellt werden.

| Befüllvorrichtung für Kabel mit Außen-Ø-Bereich | Ausziehbare Länge | Tagespensum eines Ausziehtrupps |
|-------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| in mm                                           | in m              | in m                            |
| 10 bis 20                                       | 0-20              | 80                              |
| 20 bis 50                                       | 20-60             | 200                             |
| 50 bis 80                                       | 50 -100           | 300                             |

**Tabelle 29 Kabel-X Systemdaten (Richtwerte)**

(3) Das kabelindividuelle Gleitmittel auf der Basis von Rapsöl, das während der Befüllung eingebracht wird, ist biologisch abbaubar und nicht grundwassergefährdend! Es wird zu einem großen Teil beim Ausziehen der Kabelseele wiedergewonnen.

(4) In den durch das Ausziehen der Kabelseele gewonnenen Raum wird vom AN ein oder mehrere SNR oder ein GfK eingezogen, dessen Durchmesser den zur Verfügung stehenden Raum optimal nutzt. Das Rohr muss mindestens 0,5 m aus dem Altkabel herausragen. Die SNR werden im Bereich der Kabelgarnituren mit durchverbunden. Die Längen der durchzuverbindenden Strecken sind mit dem BvT abzustimmen. Die leer gezogenen Kabelhüllen sind im Bereich der herausgeschnittenen Kabelgarnituren gemäß ZTV-TKNetz 12 mit KK-HR 50 oder 110 mechanisch gegen das Eindringen von Erdreich zu schützen. Die Rohrenden sollen mindestens einen Meter über die Unterbrechungsstelle hinausgehen.

(5) In den Trassenabschnitten, in denen die Kabelseele ausgezogen werden soll, werden die vorhandenen Kabelgarnituren (Schrumpfmuffen, Spulenmuffen, etc.) herausgetrennt und an die Telekom zurückgeliefert. Die ausgezogenen Kabelseelen sind auf 1m-Längen einzukürzen und können nach Rücksprache mit dem BvT in Gitterboxen gelagert und von der Baustelle abgeholt werden. Nicht bearbeitete Kabelenden sind mit Schrumpfkappen sorgfältig wasserdicht zu verschließen.

(6) Die Gruben für das Ausziehen sind entsprechend ZTV-TKNetz 10 herzustellen, die Lagerung der Verbindungsstellen ist dort ebenfalls beschrieben.

## 10 Abkürzungen

|        |                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------|
| A-Plan | Ausbauplan                                                |
| ADE    | Abdichtelement für mit Kabel belegte Kabelkanalzüge       |
| ADS    | Abdichtstopfen                                            |
| AdSe   | Abdichtscheibe für MR4 im KKR                             |
| AdSe-t | Abdichtscheibe (teilbar) für MR4 im KKR                   |
| AN     | Auftragnehmer                                             |
| AS     | Abdichtstopfen SNR                                        |
| ATV    | Allgemeine Technischen Vertragsbedingungen                |
| AzK    | Abzweigkasten                                             |
| BKs    | Breitbandkommunikation mit Stromversorgung                |
| BvT    | Beauftragter der Telekom                                  |
| DIN    | Deutsches Institut für Normung                            |
| DLR    | Drucklufröhrchen in den SymK                              |
| DLST   | Druckluftsperrstopfen                                     |
| DSM    | Doppelsteckmuffe                                          |
| DSV    | Doppelsteckverbinder                                      |
| EBM    | Einblasmuffe                                              |
| EVU    | Energieversorgungsunternehmen                             |
| Evz    | Endverzweiger                                             |
| EZA    | Einzelzugabdichtung                                       |
| EZA-t  | Einzelzugabdichtung teilbar                               |
| EZAM   | Einzelzugabdichtung für Mehrfachrohr                      |
| FGSV   | Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen |
| Fspk   | Fernspeisekabel                                           |
| Gfk    | Glasfaserkabel                                            |
| KAR    | Kabelaufteilungsraum                                      |
| KEK    | Kabelendkappe                                             |
| KK     | Kabelkanal                                                |
| KKF    | Kabelkanalformstein                                       |
| KKHR   | Kabelkanalhalbrohr                                        |
| KKHRM  | Kabelkanalhalbrohrmuffe                                   |
| KKR    | Kabelkanalrohr                                            |
| KM     | Kabelmarke                                                |
| KMR    | Kennzeichnungsschild mit Rohrverschluß                    |
| KMH    | Kabelmuffenhalter                                         |
| KR     | Kabelrohr                                                 |
| KSch   | Kabelschacht                                              |
| KVz    | Kabelverzweiger                                           |
| Kxk    | Koaxialkabel                                              |
| LB-ZN  | Leistungsbeschreibung Zugangsnetz                         |
| LK-ZN  | Leistungskatalog Zugangsnetz                              |
| MD     | Mauerdurchführung                                         |
| MFG    | Multifunktionsgehäuse                                     |

|        |                                                                  |
|--------|------------------------------------------------------------------|
| MFK    | Multifunktionskabine                                             |
| MR     | Mehrfachrohr                                                     |
| MR4    | Mehrfachrohr mit 4 verbundenen Einzelrohren                      |
| MWR    | V2A-Wellrohr                                                     |
| MX     | Multiplexer                                                      |
| MXs    | Multiplexer mit Stromversorgung                                  |
| NRT    | Notruftelefon                                                    |
| NVt    | Netzverteiler                                                    |
| ONT    | Optical Network Terminal                                         |
| ONU    | Optical Network Unit                                             |
| OZ     | Ordnungszahl                                                     |
| PE     | Polyethylen                                                      |
| PE-HD  | Polyethylen hoher Dichte                                         |
| PVC-U  | Polyvinylchlorid ohne Weichmacher                                |
| RA     | Rechnungsaufmaß                                                  |
| Rad    | Rohradapter                                                      |
| RSA    | Richtlinie für Sicherungsmaßnahmen von Arbeitsstellen an Straßen |
| RSM    | Reduzier Steckmuffen                                             |
| RVB    | Rohrverbinder                                                    |
| SESYS  | Security System                                                  |
| SL     | Schirmleiter, Erdleiter, Schutzleiter                            |
| SNR    | SpeedNet-Rohre                                                   |
| SNR-e  | erdverlegbare SNR                                                |
| SNRV   | SpeedNet-Rohrverband                                             |
| SNRV-E | erdverlegbare SNRV                                               |
| SNRV-S | SNRV Einspülbohrbar                                              |
| SR     | Schutzrohr                                                       |
| SR-RV  | Schutzrohr für den Rohrvortrieb                                  |
| SRA    | Schutzrohrabdichtung                                             |
| StVO   | Straßenverkehrsordnung                                           |
| symK   | Symmetrische Kabel                                               |
| TelH   | Telefonhäuschen                                                  |
| TelHb  | Telefonhaube                                                     |
| TS     | Technische Spezifikation                                         |
| UDESI  | Unterdeckelsicherung                                             |
| UFB    | Unterflurbehälter                                                |
| VDE    | Verband Deutscher Elektrotechniker e.V.                          |
| VOB    | Verdingungsordnung für Bauleistungen                             |
| VSt    | Netzknoten/ Vermittlungsstelle                                   |
| WS1    | Warnschild 1                                                     |
| WSB    | Wärmeschutzbauteil für Mauerdurchführungen                       |
| ZN     | Zugangsnetz                                                      |
| ZTV    | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen                       |



## 11 Anlagen

| Anlage Nr. | Titel                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------|
| 1          | Beispiel für Kalibrierprotokoll                                  |
| 2          | Beispiel für Einblasprotokoll für Gf-Standardkabel und Minikabel |
| 3          | Beispiel für Einblasprotokoll für Gf-Mikrokabel                  |

## 12 Mitgeltende Unterlagen

Mitgeltende Unterlagen zu diesem Dokument sind in der IVAG myDMS auf der Dokumentenübersichtsseite (Metadaten-seite) zu entnehmen!

Die ZTV-TKNetz 40 gelten u.a im allgemeinen im unmittelbaren Zusammenhang mit weiteren jeweils aktuellen Teilen der ZTV-TKNetz :

| Kurzbezeichnung | Name                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ZTV-TKNetz 9    | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz 9, Abrechnung                                                                                                     |
| ZTV-TKNetz 10   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz 9, Tiefbau                                                                                                        |
| ZTV-TKNetz 11   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz 11, Kabel, KR, SNRV, SNR und SL                                                                                   |
| ZTV-TKNetz 12   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz, Bauen, Instandhalten und Abbrechen von Kabelkanälen                                                              |
| ZTV-TKNetz 13   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz 13, Einbauen, Herstellen und Abbrechen von KSch und Azk                                                           |
| ZTV-TKNetz 15   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz, Instandsetzen von KSch und Azk                                                                                   |
| ZTV-TKNetz 20   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz 20; Aufstellen und Abbrechen KVz, KoVt, MFG, EnAS, EVz-Säulen                                                     |
| ZTV-TKNetz 39   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz, Teil 39, Lagerung von Kabeln und Kabelgarnituren im Erdreich, KSch und AzK sowie die Führung in Betriebsgebäuden |
| ZTV-TKNetz 41   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz 41, Montagearbeiten an unterirdisch geführten symmetrischen Kabeln und deren Abschlusseinrichtungen               |
| ZTV-TKNetz 48   | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom Deutschland GmbH für Leitungen im Telekommunikationsnetz 48, Montagearbeiten an Glasfaserkabeln und deren Abschlusseinrichtungen                                           |

Soweit diese ZTV-TKNetz nichts Gegenteiliges festlegt, sind bei den Arbeiten u. a. folgende Regelungen für die technische Ausführung besonders zu beachten (jeweils die aktuell gültige Regelung):

| Lfd Nr. | Regelung                                                                                                                    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | DIN 40 008, Warschilder                                                                                                     |
| 2       | DIN/ VDE 0800, Bestimmungen für Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen einschließlich Informationsverarbeitungsanlagen |
| 3       | Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA)                                                           |
| 4       | Straßenverkehrsordnung (StVO)                                                                                               |
| 5       | UVV (u.a. Leitern, Gasprüfung, Biostoffverordnung (BioStoffV) etc.)                                                         |

Die DIN-Normen sind erhältlich bei:

Beuth Verlag GmbH  
Burggrafenstr. 4-7  
10787 Berlin

Die VDE-Vorschriften sind erhältlich bei:

VDE-Verlag GmbH  
Bismarckstr. 33  
10625 Berlin

Die StVO und die RSA sind erhältlich bei:

Verkehrsblattverlag Borgmann GmbH & Co KG  
Hohe Straße 39  
44139 Dortmund

Die Merkblätter, Technische Vorschriften, Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Straßen- und Verkehrswesen können bezogen werden bei:

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)  
Hauptgeschäftsstelle  
Konrad-Adenauer-Straße 13  
50973 Köln