

## Einführung

Der Zweck der Kabelkonstruktion ist der Schutz der LWL-Kabel während Transport, Lagerung, Installation und Betrieb. Während jeder dieser Phasen ist das Kabel unterschiedlichen Einflüssen ausgesetzt, z. B. mechanischen Beanspruchungen, unterschiedlichen Temperaturen, Feuchtigkeit und Sonnenlicht.

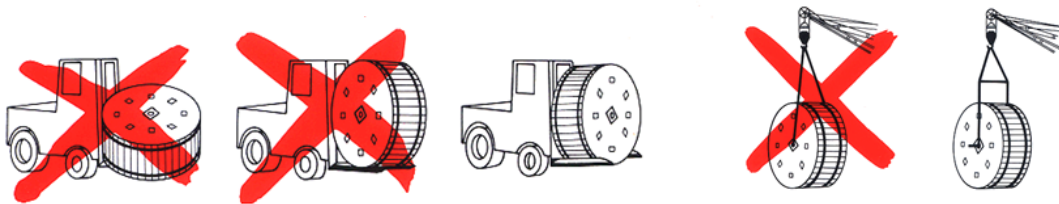
Das Kabel soll zuverlässig in der Umgebung, für die es konstruiert wurde, funktionieren. So ist ein Kabel für die Erdverlegung nicht als Luftkabel geeignet. Die Kabelkonstruktion und die Materialien sind so gewählt, dass die spezifizierten Übertragungscharakteristiken über die gesamte Lebensdauer erhalten bleiben. Zur langfristigen Sicherstellung der Übertragungseigenschaften trägt allerdings neben der Kabelkonstruktion auch in erheblichem Maß die Qualität der Kabelverlegung bzw. -montage bei.

## Allgemeines

Kabel, die unbeaufsichtigt gelagert werden, sollten gegen Vandalismus und andere mögliche Beschädigungen geschützt werden. Bei Unterbrechung der Installation z. B. über Nacht, sind die Kabelenden gegen eindringende Feuchtigkeit zu schützen. Mit der Installation sollte ein entsprechendes Warnband verarbeitet werden. Lokale Verordnungen und Vorgaben der Auftraggeber sind zu berücksichtigen.

## Transport und Lagerung

Kabeltrommeln sind bei der Verladung und Abladung vorsichtig zu behandeln. Die Verladung der Trommeln darf nur mit geeigneten Flurförderfahrzeugen oder einem Kran erfolgen. Die Trommeln sind auf Beschädigungen (z. B. gebrochener Flansch, vorstehende Nägel etc.) zu überprüfen, um spätere Kabelbeschädigungen während der Installation zu vermeiden. Vor dem Transport bzw. auch bei Arbeitsunterbrechung über Nacht sollte man sich vergewissern, dass das äußere Kabelende ordnungsgemäß befestigt ist.



Kabeltrommeln mit LWL-Kabel dürfen nur stehend transportiert werden. Die Rollrichtung ist zu beachten (Pfeil auf der Trommel) um ein Lockern des Wickelpaketes zu vermeiden.

Die Kabel sind beim Transport zu befestigen. (Ladungssicherheit)

Es wird empfohlen, das Kabel bei längerer Lagerung gegen dauernde Sonneneinstrahlung zu schützen. Die Kabelenden sind vor eindringender Feuchtigkeit mit geeigneten Kappen zu schützen.

## Verlegehinweise

Die Kabeldatenblätter sind zu beachten. Diese enthalten alle wichtigen Informationen für die Verlegung:

- Minimaler Biegeradius mit und ohne Zugbelastung
- Maximale Zugkraft



- Minimale und maximale Verlegetemperatur
- Maximaler Querdruck

Der erlaubte Biegeradius ist abhängig von der Kabelkonstruktion. Die Einhaltung der Minimalbiegeradien schützt die Kabelkonstruktion vor Schäden durch zu enge Biegungen während der Installation und im späteren Betrieb und sichert somit die langfristige Betriebssicherheit.

**Wichtig:** Beim Einsatz von Rollen bei Umlenkungen muss jede einzelne Rolle die Anforderung an den Minimalbiegeradius erfüllen.

Die maximal zulässige Zugkraft wird definiert über die Zugentlastungselemente im Kabel und ist so angegeben, dass bis zum Erreichen der maximalen Kraft die Fasern keine dauerhafte Dehnung erfahren. Diese kann zu Schädigungen der Faser führen.

Mit den Angaben zur minimalen bzw. maximalen Verlegetemperatur ist die Temperatur des Kabels und nicht die Umgebungstemperatur gemeint. D. h. das Kabel kann zur Verlegung bei niedrigen Temperaturen im Vorfeld aufgewärmt bzw. bei zu hoher Temperatur gekühlt werden. Die Aufwärm- oder Kühlphase kann von einigen Stunden bis zu 24 Stunden betragen, in Abhängigkeit von Kabeltyp, Kabellänge und Trommelgröße.

Ein zu hoher Querdruck kann die Kabelseele beschädigen und dadurch die Lebensdauer der Fasern negativ beeinflussen.

### **Direkte Kabelverlegung im Erdreich**

Werden Kabel ohne Kabelschutzrohr (KSR) direkt im Erdreich verlegt, so ist darauf zu achten, dass die Kabel in einem steinfreien Sandbett liegen. Auf den richtigen Abstand zu anderen Versorgungsleitungen oder Kabeln ist zu achten.

### **Einpflügen**

Glasfaserkabel, die eingepflügt werden, müssen dafür geeignet sein.

### **Kabel einziehen in Kabelschutzrohr (KSR)**

Werden Kabel eingezogen, ist darauf zu achten, dass alle Zugentlastungselemente gleichmäßig am Zug beteiligt sind. Die Ziehstrümpfe müssen auf den jeweiligen Kabeltyp (Zugkraft, Durchmesser) abgestimmt sein.

Bei verseilten Kabeln ohne Glas- oder Aramidrovings über der Kabelseele muss auf jeden Fall das zentrale Stützelement am Zug beteiligt werden.

Zugfeste Verkappungen können optional angeboten werden.

**Wichtig:** Zugeinrichtungen müssen mit einem Zugkraftbegrenzer ausgestattet sein, der bei Überschreitung der maximalen Zugkraft den Zugvorgang abbricht. Die Zugkräfte müssen über den gesamten Ziehvorgang dokumentiert werden.

Zur Vermeidung von Torsion müssen torsionsarme Zugseile und Drehschäkel eingesetzt werden.

Sollten Kabel nicht direkt von der Trommel eingezogen werden, muss das Kabel in Achten ausgelegt werden. Hierbei ist auf die Einhaltung der zulässigen Biegeradien zu achten.

### Falsch



### Richtig



Beim Einsatz von Gleitmitteln ist darauf zu achten, dass diese von der Deutschen Telekom (ZTV-TKNNetz Teil 40) zugelassen oder zumindest gleichwertig sind.

Der Einsatz von mechanischen „Figur-Acht-Maschinen“ ist häufig problematisch, da viele Maschinen den Biegeradius nicht kontrollieren.

### Einblasen

Die Alternative zum Einziehen von Kabel ist das Einbringen der Kabel mittels Einblastechnik. Hier ist darauf zu achten, dass nicht jedes Rohr für jeden Kabeltyp geeignet ist. Rohr- und Kabeldurchmesser müssen aufeinander abgestimmt sein.

Mikrokabel sind auf Grund ihrer Konstruktion nur für den Einsatz in Mikrorohren geeignet.

Mit der Einblastechnik lassen sich schon belegte Standardrohre mit einem zweiten, eventuell sogar mit einem dritten Kabel überblasen (gilt nur für Standardkabel mit Mantelwanddicken > 1 mm). Beim zweiten und dritten Kabel ist die zu erwartenden Einblaslänge allerdings geringer. Mit modernen Einblasanlagen können, in Abhängigkeit von der Trassenführung, Kabellängen von mehreren Kilometern eingeblasen werden. Das Ergebnis ist abhängig von der richtigen Abstimmung des gesamten Einblaseequipments (Einblasjets, Nachkühler, Kompressor) auf die einzublasenden Kabel und in einem hohen Maße auch von der Qualifikation des Bedienpersonals. Daher empfehlen wir die Schulung des Personals beim jeweiligen Gerätehersteller.

Vor Beginn des eigentlichen Einblasens:

- sollte die Rohranlage mit einem Kaliber überprüft werden,
- ist zum Säubern und Vorfetten ein Schwamm durch das Rohr zu blasen. Auf die richtige Dosierung des Gleitmittels ist zu achten (Herstellerangaben beachten),
- ist der Crashtest durchzuführen. Der Crashtest bestimmt den maximalen Anpressdruck des Einblasgerätes.

**Wichtig:** Die gleichzeitige Zugabe von Gleitmittel während des Einblasvorganges darf nur hinter dem Antrieb (Schnecke, Antriebsrad) des Einblasgerätes erfolgen.

Für jeden Kabeldurchmesser gibt es Einblaspitzen, die die Kabelspitze abrunden. Der Einsatz dieser Spitzen ist obligatorisch.

Ein besonderes Augenmerk gilt dem Einblasen von Kabeln mit zentraler Bündelader in KSR.

Diese Kabel sind für die großen Rohrdurchmesser eigentlich nicht steif genug, um akzeptable Einblaslängen zu bekommen. Um die Einblasperformance zu steigern, müssen Hilfsmittel eingesetzt werden.

Schallköpfe gibt es in unterschiedlichen Größen für die jeweiligen Rohrdurchmesser. Mit Hilfe von Schallköpfen sind auch bei Kabeln mit zentraler Bündelader Einblaslängen von 2 km möglich.

Beispiel Schallköpfe:



Quelle: Vetter Kabelverlegetechnik

### Luftkabel

Luftkabel sind speziell dafür konstruiert, an Masten aufgehängt zu werden. Die Konstruktion berücksichtigt die erhöhten Zugkräfte als auch auftretende Zusatzlasten wie z. B. Wind- und Eislast. Luftkabel sind immer für ein Projekt konzipiert, da die Bedingungen an verschiedenen Einsatzorten nicht gleich sind. Beim Luftkabel müssen die Zugentlastungselemente aus Aramidgarnen bestehen. Glasrovings dürfen nicht zum Einsatz kommen.

Bei der Verlegung von Luftkabeln ist auf die Einhaltung der maximalen Zugkräfte ebenso zu achten wie auf die Einhaltung der angegebenen Mindestbiegeradien. Das gilt im Besonderen für Mehrfachrollen, bei denen jede einzelne Rolle die Anforderungen an den Mindestbiegeradius erfüllen muss.

Des Weiteren müssen die zum Einsatz kommenden Armaturen an das Kabel angepasst sein. Nicht richtig sitzende Armaturen können die Lebensdauer des Kabels reduzieren und nicht zuletzt Gefährdungen durch zu große Durchhänge oder sogar herabstürzende Kabel verursachen. Als Armaturen werden vorgeformte Spiralarmaturen empfohlen, da diese eine sehr gute Befestigung bei geringer Kabelbelastung bieten.

Quelle: KABELWERK RHENANIA GMBH