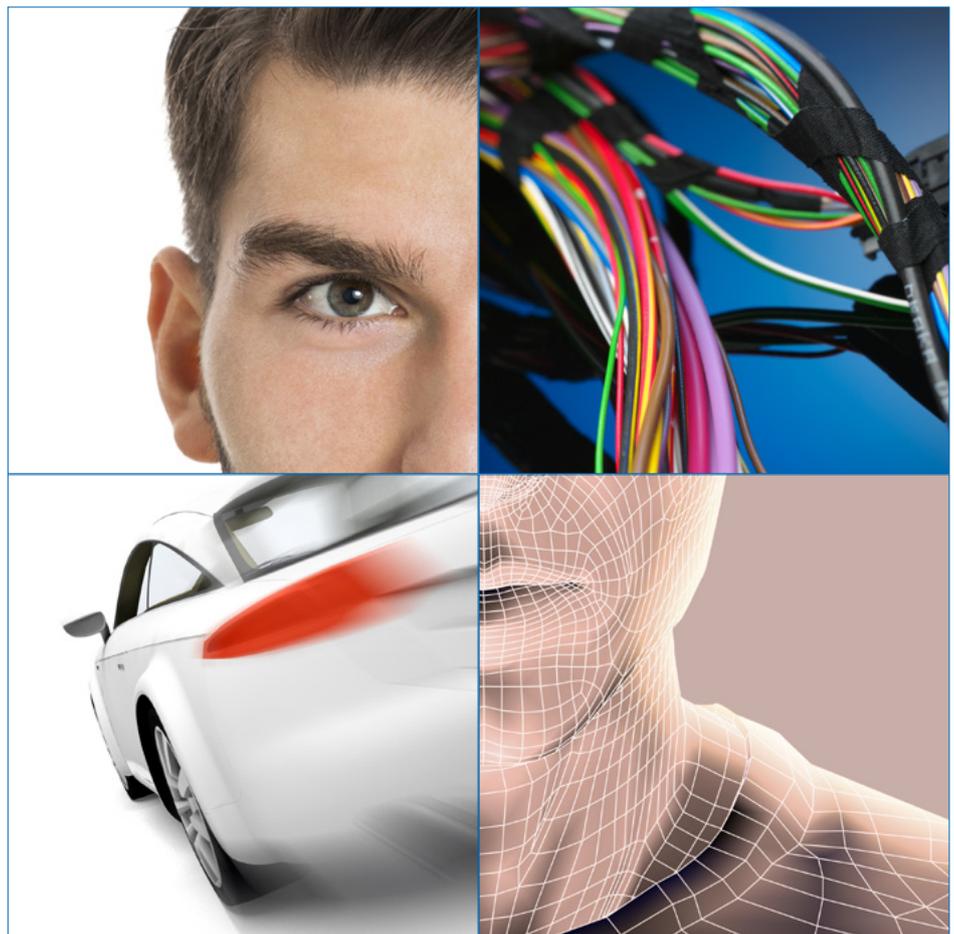


Technischer Leitfaden – TLF 0100:

# Verwendungshinweise für Automotive Leitungen

Version 1.1





**Technischer Leitfaden – 0100**  
**Verwendungshinweise für Automotive Leitungen**

Herausgeber:

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-  
und Elektronikindustrie e. V.  
Fachverband Kabel und isolierte Drähte  
Minoritenstraße 9–11  
50667 Köln

Verantwortlich: Dr. Thomas Brückerhoff

Telefon: +49 221 96228-13

E-Mail: [kabel@zvei.org](mailto:kabel@zvei.org)

[www.zvei.org](http://www.zvei.org)

Februar 2021, Version 1.1

April 2019, Version 1.0

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist  
urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des  
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des  
Herausgebers unzulässig.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzung,  
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und  
Verarbeitung in elektronischen Systemen.

# Inhalt

<b>1 Anwendungsbereich</b>	4
<b>2 Allgemeines</b>	4
<b>3 Eigenschaften der Verwendung</b>	4
3.1 Allgemein	4
3.2 Thermische Beanspruchung	4
3.3 Mechanische Beanspruchung	4
<b>4 Verarbeitung</b>	5
4.1 Abspulen der Leitungen	5
4.2 Mehradrige- und Datenleitungen sind ohne Drall abzuwickeln	5
4.3 Richteinheiten	6
4.4 Kabelabzug	6
4.5 Absetzen der Isolierhülle	6
4.6 Biegeradius	7
<b>5 Verpackung, Lagerung sowie Handhabung/Transport</b>	8
5.1 Verpackung	8
5.2 Lagerung	8
5.3 Transport	9
5.4 Auswirkung von unsachgemäßer Lagerung und Transport	9
5.4.1 Allgemeines	9
5.4.2 Auswirkungen auf das Ultraschallschweißen und Umspritzen / Verkleben	9
<b>6 Konfektion</b>	10
<b>7 Nachbedruckung</b>	10
<b>8 Nachhaltigkeit von Leitungen und Verpackungen</b>	11
8.1 Recycling/Entsorgung	11
8.1.1 Leitungen	11
8.1.2 Verpackungen	11
8.1.2.1 Mehrweggebinde	11
8.1.2.2 Einweggebinde und sonstiges Verpackungsmaterial	11

# 1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich des TLF ist beschränkt auf Fahrzeugleitungen. Fahrzeugleitungen in diesem technischen Leitfaden orientieren sich an der Norm ISO 19642. Gleichwertige oder bessere Produkte sollen nicht ausgeschlossen werden, denn sie dienen der schnellen Weiterentwicklung unter Berücksichtigung der steigenden Anforderungen bei der Entwicklung von Fahrzeugen.

# 2 Allgemeines

Dieser technische Leitfaden (ZVEI-TLF) wurde in der vorliegenden Fassung von Vertretern der Kabelhersteller im ZVEI erarbeitet. Die Hinweise in diesem TLF dienen der Erstellung einer individuellen Spezifikation durch den Hersteller und/oder den OEM.

Dieser ZVEI-TLF-0100 wird in den unterschiedlichen Aktualisierungsständen den Mitgliedern des Arbeitskreises Technik im Mitgliederportal „ZVEI-Connects“ zur Verfügung gestellt und nach Bedarf des Arbeitskreises aktualisiert bzw. erweitert. Nach Abschluss der Arbeiten wird der TLF zeitnah als Publikation des Verbands veröffentlicht.

Der ZVEI-TLF entspricht dem jeweiligen Bearbeitungsstand zum Zeitpunkt der Erstellung und ist als Leitfaden zur unverbindlichen Orientierung für die Hersteller gedacht. Er erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

# 3 Eigenschaften der Verwendung

## 3.1 Allgemein

Grundsätzlich ist das Kabel entsprechend den Vorgaben im Datenblatt, gemäß den Normen, nach denen das Kabel konstruiert wurde, sowie der originären Anwendung, für die das Kabel vorgesehen ist, zu verwenden. Thermische und mechanische Kräfte sollen nur so auf das Kabel einwirken, dass die Leitungsbestandteile zu keiner Zeit verändert oder beschädigt werden. Dies gilt auch bei der Verwendung von zum Beispiel Kabelbindern, Metallösen oder bei sonstigem Kontakt mit scharfkantigen Gegenständen.

## 3.2 Thermische Beanspruchung

Die oberen Grenzwerte dürfen nicht durch die Erwärmung der Leitung, durch Stromwärme oder die thermischen Umgebungseinflüsse überschritten werden. Die unteren Grenzwerte geben die niedrigste zulässige Umgebungstemperatur an.

## 3.3 Mechanische Beanspruchung

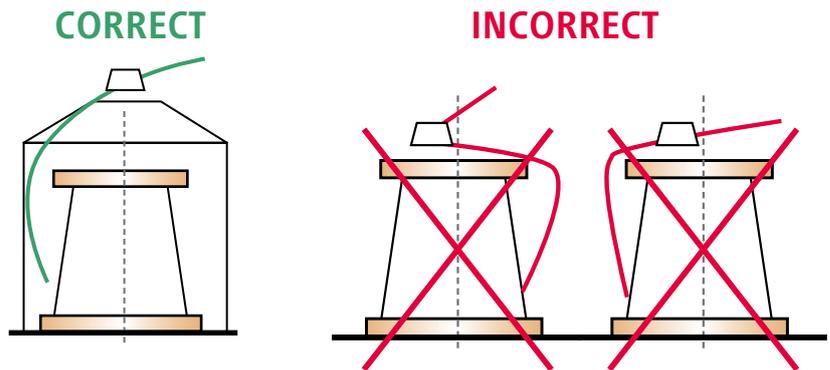
Die Zugbeanspruchung der Leiter soll möglichst gering sein. Die nachstehenden Zugbeanspruchungen für die Leiter dürfen bei Leitungen nicht überschritten werden. Bei der Herstellung des Kabelsatzes (beispielsweise mit folgenden Arbeitsschritten: Absetzen, Ablängen, Umwickeln, Verlegen) und der späteren Verlegung in der Komponente / dem Fahrzeug dürfen die einzelnen Leitungen mit nicht mehr als 50N/mm<sup>2</sup> Leiternennquerschnitt für Kupferleiter oder 20N/mm<sup>2</sup> für Aluminiumleiter belastet werden. Angaben zu anderen Leitermaterialien sind beim Hersteller zu erfragen.

## 4 Verarbeitung

### 4.1 Abspulen der Leitungen

Bei einadrigen Leitungen ist die Abzugskraft gemäß 3.3 zu begrenzen. Für Kabelpakete ist eine Abspulhaube zu verwenden, durch die das Kabel schlingenfrei über Kopf abgezogen wird. Bei NPS-Spulen sollte die Leitung über der Mitte des NPS abgespult werden. Es wird empfohlen, eine Abzugshaube zu verwenden. Grundsätzlich sind die Leitungen bis zum Abzug so zu führen, dass Beschädigungen und eine Schlaufenbildung verhindert werden. Dementsprechend ist eine ausreichende Zugspannung beim Abzug zu wählen. Nach der Verarbeitung der benötigten Mengen muss vor der Einlagerung das lose Leitungsende straff am oberen Flansch befestigt werden. Für größere Querschnitte (z. B.  $>10 \text{ mm}^2$ ) sind angetriebene Abläufe zu verwenden.

Abb. 1 und 2: Abspulen der Leitungen



### 4.2 Mehradrige- und Datenleitungen sind ohne Drall abzuwickeln

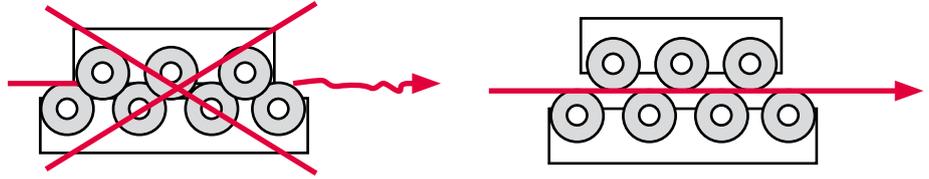
Für Spulen und Trommeln ist mit zugspannungsgeregelter, möglichst spannungsarmer und schockender Abwicklung zu arbeiten. Schutzlagen, die als unterste, einlagige Schicht fest an der Trommel fixiert sind, sind nicht abzuwickeln oder zu verwenden. Bei maschineller Verarbeitung von Trommeln wird eine tangential Abrollvorrichtung empfohlen, da diese das Entstehen von Knoten im Bündel verhindert und eine problemlose Weiterverarbeitung garantiert.

Abb. 3: Tangentialabwickler



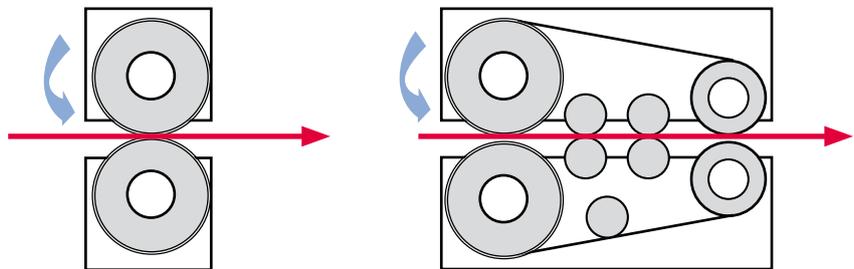
### 4.3 Richteinheiten

Richtapparate sind so einzustellen, dass die Rollen das Kabel gerade richten, aber nicht durch zu großen Druck beschädigen. Zu großer Druck kann beispielsweise den Haftsitz oder die Länge der Isolierung zum Leiter verändern.



### 4.4 Kabelabzug

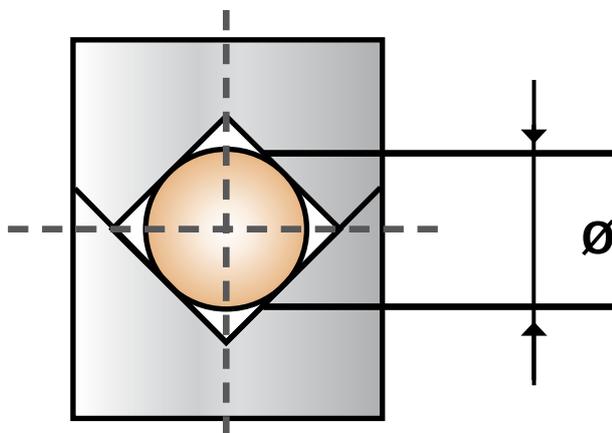
Die Anpresskraft muss groß genug sein, damit das Kabel nicht rutscht, darf dieses jedoch nicht beschädigen oder in seiner Form verändern (oval). Es ist auch darauf zu achten, dass die Anordnung der Einzeladern oder des Leiters nicht verändert werden.



### 4.5 Absetzen der Isolierhülle

Die Absetztiefe und die Messerform sind in jedem Fall so zu wählen, dass die Isolierhüllen ohne Beschädigung des Unterbaus (Leiteseil oder Verseilverband) durchgeschnitten werden. Die Durchführung der Verarbeitung muss das Auftreten von Aus-/Hohlziehen der Isolierhülle von Einzeldrähten bzw. der Einzeladern beim Abmantelprozess einer mehradrigen Leitung verhindern.

Abb. 4: Prüfung der Öffnungsgröße der Absetzvorrchtung



## 4.6 Biegeradius

Um eine Beschädigung der Leitung bei einer Biegung auszuschließen, ist der innere Biegeradius zu beachten. Der ausgewiesene Radius wird durch ein Vielfaches des Außendurchmessers bestimmt. Die angegebenen Werte sind nur für fix verlegte Leitungen gültig.

Der minimal zulässige Biegeradius für Leitungen bei Anwendungen mit Dauerbiegebetrieb muss individuell festgelegt werden. Vor allem bei Spezialleitungen, wie zum Beispiel Datenübertragungsleitungen, erfolgt eine individuelle Angabe, um die besonderen Kabeleigenschaften jederzeit zu gewährleisten.

Bei der Kabelkonfektion sind folgende Richtwerte pro Leitungstyp zu beachten:

Leitungstyp	Minimal zulässiger Biegeradius (mm)	
	Einmaliges Biegen D = Durchmesser	Mehrmaliges Biegen (max.10 Biegungen), D = Durchmesser
Einadrige Leitungen (FL..., FLR...) Nennquerschnitt $\leq 6,0 \text{ mm}^2$	2 x D	6 x D
Einadrige Leitungen (FL..., FLR ...) Nennquerschnitt $> 6,0 \text{ mm}^2$	3 x D	10 x D
Verdrillte, mehradrige Leitungen (ohne Mantel)	5 x D	15 x D
Mehradrige, ungeschirmte und geschirmte Mantelleitungen		
Ausführung mit Standard-Litze A oder B	5 x D	15 x D
Ausführung mit hochflexibler Litze (z. B. Einzeldrahtdurchmesser bei $0,5 \text{ mm}^2$ : max. 0,16 mm)	3 x D	10 x D
Ausführung Flachleitung mit D = Breite x Dicke	5 x D	15 x D

# 5 Verpackung, Lagerung sowie Handhabung/ Transport

## 5.1 Verpackung

Die Leitungen werden zum Beispiel in Ringen, Fässern, auf Spulen oder Kabelpaketen (NPS) geliefert. Es wird empfohlen, Spulen und Kabelpakete stehend und einlagig zu transportieren. Für die Kabelpakete sollte das vom Hersteller vorgeschriebene Hebezeug verwendet werden. Bei Rücklieferung an den Hersteller wird empfohlen, das Kabelpaket zur Sicherstellung der Wiederverwertbarkeit im Herstellungsprozess zu zerlegen.

### Abb. 5 Anlieferung



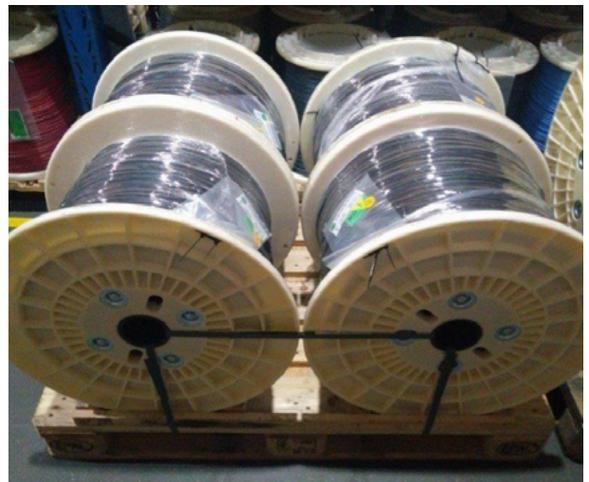
**Abb. 6: Hebezeug**



**Abb. 7: Rücklieferung**



**Abb. 8: Trommel stehend auf Flansch platzieren**



Fässer und Boxen sind nur stehend zu transportieren und zu lagern. Sie sollen nicht gerollt werden. Beschädigungen der Hülle durch Tacker/Heftklammern sind zu unterlassen. Die Rücklieferung der Fässer sollte grundsätzlich geschlossen erfolgen. Um Verunreinigungen zu vermeiden, werden die Fässer mit einem Deckel verschlossen.

## 5.2 Lagerung

Unabhängig vom Isolationsmaterial kann bei sach- bzw. ordnungsgemäßer Lagerung von einer mehrjährigen Lagerzeit ausgegangen werden. Zu beachten sind unter anderem nachfolgende Lagerbedingungen, die bei Nichtbeachtung die Qualität von Fertigkabeln in ihrer jeweiligen Aufmachung beeinträchtigen können.

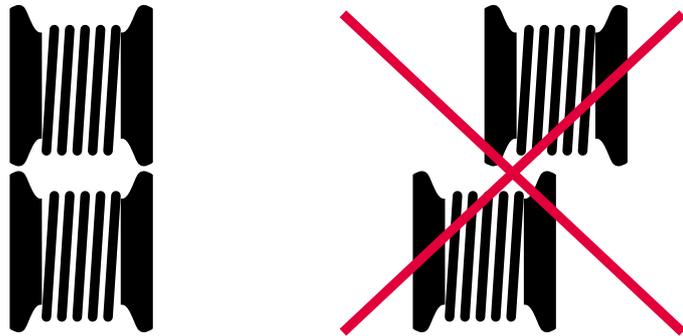
Die Lagerung sollte bei Temperaturen von +15 bis +35 °C an einem trockenen und vor Witterungseinflüssen geschützten Ort erfolgen. Es wird empfohlen, eine relative Luftfeuchtigkeit von maximal 75 Prozent nicht zu überschreiten.

Der Ort sollte vor direkter Sonneneinstrahlung und UV-Belastung geschützt sein, um den Kabelmantel vor Schäden und Ausbleichen zu schützen.

Vor der Verarbeitung sind die Leitungen mindestens 24 Stunden in geschlossenen Räumen zu lagern, damit sie die Raumtemperatur annehmen können.

Der Boden sollte sauber (ohne Metallteile, Holzbretter oder -stücke, Nägel, Steine etc.) sein, um die Produkte nicht zu beschädigen.

Die Leitungen dürfen nicht mit Chemikalien und korrosiven Medien in Verbindung gebracht werden. Spulen (NPS) und Trommeln dürfen nicht ineinander gestellt werden, da sonst der Spulenflansch das Material beschädigen kann.



Die Leitungen sollten bis zu ihrer endgültigen Verarbeitung auf den Lieferspulen gelagert werden. Umspulen ist zu vermeiden.

Die Leitungen sollten gegen das Eindringen von Wasser (Regen/Kondensation) geschützt werden. Die Lagerdauer kann entsprechend den Anforderungen der nachfolgenden Verarbeitungsschritte beschränkt sein.

Für Leitungen, bei denen der Verarbeitungsschritt der Ultraschallschweißung zum Tragen kommt, wird unter Einhaltung aller Lagerempfehlungen die Einschränkung der Lagerzeit auf sechs Monate nach Auslieferung empfohlen. Einschränkungen sind vom Prozesseigner zu definieren.

### 5.3 Transport

Die Leitungen müssen gegen alle Beschädigungsrisiken beim Transport geschützt werden.

### 5.4 Auswirkung von unsachgemäßer Lagerung und Transport

#### 5.4.1 Allgemeines

Unsachgemäße Lagerung und Transport von Leitungen beeinflussen die Materialeigenschaften und können sich negativ auf den weiteren Verarbeitungsprozess auswirken. Längere Lagerzeiten über normalen Raumbedingungen können zu verstärkter Alterung führen.

#### 5.4.2 Auswirkungen auf das Ultraschallschweißen und Umspritzen/Verkleben

In diesen Fällen können zu lange Lagerzeiten, zu hohe Lagertemperaturen oder das Verunreinigen der Leitung und des Leiters (z. B. mit Fetten, Ölen) zu einer Einschränkung der Materialeigenschaften oder Beeinträchtigung der Verarbeitbarkeit führen.

## 6 Konfektion

Bei der Auswahl der Kontaktierungsmethode ist die Konstruktion der Leitung zu berücksichtigen, sodass es zu keinen Einschränkungen der Kabeleigenschaften kommt. Eine zu lange Verweildauer im Lötbad kann beispielsweise zum Zurückschrumpfen der Isolation führen. Der Kontaktbereich am Kabelschuh muss frei von Ölen, Fetten, Staub und Flachspan sein, da diese sich nachteilig auf die Verbindung zwischen dem Kontakt und dem Leiter auswirken können. Der Kontakt darf keine Schäden aufweisen, die das Kabel (sowohl Leiter als auch Isolation) beschädigen und die Verbindung nachteilig beeinflussen können.

Die Kontaktgeometrie muss so eingestellt werden, dass weder die einzelnen Drähte noch die Isolation beschädigt werden.

Um einer möglichen Kontaktkorrosion entgegenzuwirken, müssen Kontaktmaterialien mit einem dem Leiter ähnlichen Standard Potenzial E verwendet werden. Zudem muss die Verbindungsfläche von Medien, die Korrosionen begünstigen, freigehalten werden.

Der Leiter muss während der Handhabung, Lagerung und Verarbeitung sauber gehalten, also die Verunreinigung durch Fremdmaterialien wie Metallstaub vermieden werden.

Die Schweißparameter hängen von der Oberflächenreinheit und der Materialbeschaffenheit der zu verbindenden Teile ab. Eine richtige Dimensionierung der Schweißmaschine und der optimale Wartungszustand der Werkzeuge sind zu gewährleisten. Die Schweißparameter müssen an die Kontaktteil- und Anlagenbeschaffenheit angepasst werden. Unterschiedliche Litzkonstruktionen (auch bei gleichem Leiterquerschnitt) müssen bei der Festlegung der Schweißparameter ebenfalls berücksichtigt werden. Standardparametersätze von Anlagenherstellern können nur als Orientierungsgröße dienen, müssen sich aber nach den zu verarbeitenden Teilen richten.

Beim Löten ist darauf zu achten, dass kein Lötzinn aus der Kontaktzone heraus weiter in das Leitungsinnere eindringt (z. B. durch Kapillareffekte), da dies zu einer Beeinträchtigung der Leitungseigenschaften führt.

Für Spezialleitungen gilt: Zur Erhaltung der elektrischen Eigenschaften der Kabel und insbesondere zur Wahrung einer guten Nebensprechdämpfung sollten die Kabelpaare oder -vierer nicht unnötig tordiert werden. Bei geschirmten Leitungen muss die Schirmung so weit wie möglich in den Stecker reichen, um die EMV-Eigenschaften nicht unnötig herabzusetzen.

## 7 Nachbedruckung

Nachbedruckung ist nicht bei allen Isolationsmaterialien möglich. Im Zweifelsfall ist bei dem Leitungshersteller nachzufragen. Zu lange Lagerzeiten, zu hohe Lagertemperaturen und der Kontakt des Mantels mit Fetten und Ölen können zu einer Einschränkung der Nachbedruckbarkeit führen.

# 8 Nachhaltigkeit von Leitungen und Verpackungen

## 8.1 Recycling / Entsorgung

### 8.1.1 Leitungen

Die Leitungen enthalten wertvolle Komponenten, welche der Kreislaufwirtschaft zugeführt werden können.

Dem Nachhaltigkeitsgedanken folgend empfehlen wir dazu, Recyclingunternehmen zu beauftragen. Weitergehende Informationen zu den Inhaltsstoffen der Leitungen sind im IMDS System hinterlegt.

### 8.1.2 Verpackungen

#### 8.1.2.1 Mehrweggebinde

Mehrweggebinde sollten solange wie möglich im Kreislaufsystem verbleiben. Eine hohe Wiederverwendungsquote schont die Ressourcen.

Um zu verhindern, dass bei Rücklieferung von Mehrweggebinden diese während des Transports beschädigt werden, sollte das Leergut auf Paletten gesichert oder auf Ladeeinheiten mit großer Standfläche gestellt werden. Die Stapelbarkeit der Ladeeinheiten liegt im Ermessen des Versenders. Auf geeignete Maßnahmen gegen Verrutschen der Ladung während des Transports ist zu achten.

### Abb. 9: Exemplarische Verpackungsbeispiele

#### Return of empties 1<sup>st</sup> possibility

-99 reels per truck on 33 pallets with 33 wooden frames

1. Put max. 3 reels on a pallet with wooden frame.

2. Fix them with strapping band through the core of the reels.

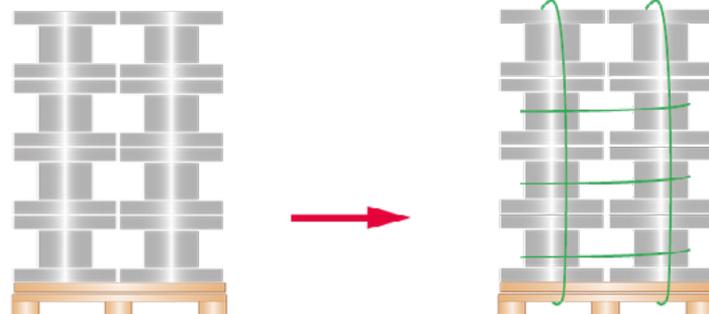


#### Return of empties 2<sup>nd</sup> possibility

-264 reels per truck with 33 pallets without wooden frames

1. Put 2 Stacks of 4 reels each side by side on a pallet.

2. Fix them with strapping bands as shown.



Gesetze und länderspezifische Vorschriften entlang der gesamten Transportroute sind vom Versender einzuhalten.

#### 8.1.2.2 Einweggebinde und sonstiges Verpackungsmaterial

Einweggebinde und Verpackungsmaterialien enthalten wertvolle Rohstoffe und können daher der Kreislaufwirtschaft zurückgeführt werden.

Dem Nachhaltigkeitsgedanken folgend empfehlen wir dazu Recyclingunternehmen zu beauftragen.



ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-  
und Elektronikindustrie e.V.

Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-0

Fax: +49 69 6302-317

E-Mail: [zvei@zvei.org](mailto:zvei@zvei.org)

[www.zvei.org](http://www.zvei.org)