

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Die von SAB Bröckskes hergestellten Kabel- und Leitungsprodukte dienen ausschließlich der Übertragung von elektrischer Energie für Versorgungs- und Nachrichtenzwecke.

Bei der Verwendung dieser Leitungen sind immer in erster Linie die, für die jeweilige Anlage, gültigen Bau- und Errichtungsbestimmungen einzuhalten. Als Basis ist immer die gültige VDE Vorschrift 0100 anzusehen. Darüberhinaus sollten die nachfolgend aufgeführten Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen beachtet werden.

In der Beschreibung der Leitungstypen unter der Rubrik „Technische Daten“ sind Hinweise auf Bereiche, die auch in nachfolgend benannten Normen wiederzufinden sind. Hierzu gehören u.a.

- | | |
|---|--|
| • Nennspannung, Betriebs (spitzen) spannung | HD 516 |
| • Prüfspannung | VDE 0250 T1, EN 50525-1 und in den einschlägigen Leitungsnormen |
| • Mindestbiegeradien | HD 516 |
| • Temperaturbereich | HD 516 |
| • Brennverhalten | Normen der Reihe IEC 60332 und in den einschlägigen Leitungsnormen |
| • Beständigkeiten | IEC 60811-404 und in den einschlägigen Leitungsnormen |
| • Weitere spezielle technische Daten | |

Die sicherheitsgerechten Verwendungen werden in den Punkten „Sicherheitsanforderungen“ und „Grenzbedingungen“ beschrieben.

In der Rubrik „Sicherheitsanforderungen“ finden sich Hinweise auf Bereiche, die auch in nachfolgend benannten Normen wiederzufinden sind, hierzu gehören u.a.

- | | |
|--|-----------------------|
| • Grundsätzliche Anforderungen | HD 516 Pos. 4.1 |
| • Allgemeine Anforderungen | HD 516 Pos. 4.2 |
| • Belastbarkeit im ungestörten Betrieb | VDE 0298-4 Pos. 5 |
| • Betriebsart | VDE 0298-4 Pos. 5.3.1 |
| • Umgebungsbedingungen | VDE 0298-4 Pos. 5.3.3 |
| • Anforderungen bei fester Verlegung | HD 516 Pos. 4.3 |
| • Anforderungen an flexible Leitungen | HD 516 Pos. 4.4 |

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

In der Rubrik „Grenzbedingungen“ finden sich Hinweise auf Bereiche, die auch in nachfolgend benannten Normen wiederzufinden sind, hierzu gehören u.a.

⊙ Betriebsbedingungen	HD 516 Pos. 5	
⊙ Spannungen	HD 516 Pos. 5.1	
⊙ Strombelastbarkeit	HD 516 Pos. 5.2	
⊙ Strombelastbarkeit	Belastbarkeit, Leitungen mit Nennspannung bis 1000 V und wärmebeständige Leitungen	VDE 0298-4 Tabelle 11
	Umrechnungsfaktoren für abweichende Umgebungstemperaturen	VDE 0298-4 Tabelle 17+18
	Umrechnungsfaktoren für Häufung auf der Wand, im Rohr und Kanal auf dem Fußboden und unter der Decke	VDE 0298-4 Tabelle 21
	Umrechnungsfaktoren für vieladrige Kabel und Leitungen mit Leiternquerschnitten bis 10 mm ²	VDE 0298-4 Tabelle 26
⊙ Thermische Einflüsse	HD 516 Pos. 5.3	
⊙ Mechanische Beanspruchung	HD 516 Pos. 5.4	
⊙ Zugbeanspruchung	HD 516 Pos. 5.4.1	
⊙ Biegebeanspruchung	HD 516 Pos. 5.4.2	
⊙ Druckbeanspruchung	HD 516 Pos. 5.4.3	
⊙ Torsionsbeanspruchung	HD 516 Pos. 5.4.4	
⊙ Verträglichkeit	HD 516 Pos. 5.5	
⊙ Verwendung in Räumen und im Freien	HD 516 Anhang A	
⊙ Einteilung der Beanspruchung	HD 516 Anhang B	
⊙ Litzenaufbau	IEC 60228 + VDE 295	

Bei der Anwendung unserer Produkte sind neben den allgemein anerkannten Regeln der Technik insbesondere folgende Vorschriften zu beachten

⊙ VDE...	0100, 0105, 0106, 0108, 0110, 0113, 0116, 0165, 0166, 0170, 0171, 0271, 0298, 0700, 0720, 0727, 0730, 0737, 0740, 0745, 0750, 0800, 0804, 0805, 0839, 0860, 0891, 1000, etc.
⊙ Weitere Hinweise und die Darstellung der speziellen Einsatzmöglichkeiten unserer Kabel und Leitungen befinden sich in den einzelnen Artikel-Gruppen.	

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Sicherheitsanforderungen

Grundsätzliche Anforderungen

Bei bestimmungsmäßiger Verwendung sind Kabel und Leitungen als sicher anzusehen, sie stellen kein unannehmbares Risiko für Leben und Sachwerte dar. Sofern nichts anderweitig festgelegt ist, sollten isolierte Kabel und Leitungen nur zu Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie verwendet werden.

Allgemeine Anforderungen

Leitungen sollten so ausgewählt werden, dass sie den auftretenden Spannungen und Strömen, die in einem Betriebsmittel, einer Anlage oder deren Teilen, in denen sie eingesetzt sind, in allen zu erwartenden Betriebszuständen genügen. Leitungen sollten so aufgebaut, installiert, geschützt, eingesetzt und instand gehalten werden, das Gefahren soweit als möglich vermieden werden.

Belastbarkeit im ungestörten Betrieb (allgemeines)

Der Leiterquerschnitt ist so zu wählen, dass für die vorgegebene Belastung der Leiter an keiner Stelle und zu keinem Zeitpunkt über die zulässige Betriebstemperatur erwärmt wird. Die Erwärmung bzw. Belastbarkeit eines Kabels oder einer Leitung ist vom Aufbau, den Werkstoffeigenschaften und den Betriebsbedingungen abhängig. Eine zusätzliche Erwärmung bei Häufung mit anderen Kabeln oder Leitungen durch Heizkanäle, durch Sonneneinstrahlung usw. ist zu berücksichtigen bzw. zu verhindern. Werden Abdeckungen verwendet, so ist auf eine ungestörte Luftzirkulation zu achten.

Betriebsart

Durch die Betriebsart wird der zeitliche Verlauf des Stromes beschrieben. Der Dauerbetrieb ist ein Betrieb mit konstantem Strom, dessen Dauer zumindest ausreicht, den thermischen Beharrungszustand des Betriebsmittels zu erreichen, sonst aber zeitlich nicht begrenzt ist. Den Größen für die Belastbarkeit der Kabel und Leitungen liegt Dauerbetrieb zugrunde, wobei die zulässige Betriebstemperatur am Leiter erreicht wird.

Umgebungsbedingungen

Umgebungsbedingungen sind unter anderem durch Umgebungstemperatur, Verlustwärme und Wärmestrahlung gekennzeichnet. Die Umgebungstemperatur ist die Temperatur der umgebenen Luft, wenn das betrachtete Kabel oder die betrachtete Leitung nicht belastet ist. Bezug ist hierbei eine Temperatur von +30 °C. Die Betriebsbedingungen von Kabeln und Leitungen ändern sich gegebenenfalls sowohl bei Verlustwärme beispielsweise in geschlossenen Räumen, Kabelzwischenböden o.ä. als auch bei Wärmestrahlung z.B. durch Sonneneinstrahlung.

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Bedingungen, Anforderungen bei fester Verlegung

Anforderungen bei fester Verlegung sind u.a.

- Leitungen sollten nicht in Kontakt mit heißen Oberflächen oder in deren unmittelbaren Nähe verlegt werden, es sei denn, dass sie hierfür geeignet sind.
- Leitungen dürfen nicht direkt ins Erdreich verlegt werden.
- Leitungen sollten in geeigneter Weise befestigt werden. Bei der Wahl der Befestigungsabstände soll das Gewicht der Leitung beachtet werden.
- Die Leitung sollte durch die jeweils verwendeten mechanischen Befestigungsmittel nicht beschädigt werden.
- Leitungen, die über längere Zeit betrieben worden sind, können beschädigt werden, wenn sie bewegt werden. Dies kann durch natürliche Auswirkung der Alterung auf die physikalischen Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe für Isolierhülle und Mantel verursacht sein, die schließlich verspröden können.

Anforderungen an flexible Leitungen

- Für den Anschluss aller ortsveränderlichen Betriebsmittel sollten flexible Leitungen verwendet werden.
- Die Länge der Anschlussleitung muss so gewählt werden, dass das Ansprechen der Kurzschluss-Schutzeinrichtungen sichergestellt ist.
- Beim Anschluss an ortsveränderliche Betriebsmittel soll die Leitungslänge so kurz wie möglich sein.
- Die Leitungen sollen keinen überhöhten Beanspruchungen durch Zug, Druck, Abrieb, Verdrehen oder Knicken ausgesetzt werden.
- Zugentlastungen oder Anschlussmittel sollen sie nicht beschädigen.
- Die Leitungen dürfen nicht unter Teppichen oder anderen Betriebsmittel verlegt werden. Es besteht Gefahr durch erhöhte Wärmedämmung und mechanische Beschädigung durch Begehen, Möbel oder Betriebsmittel.
- Die Leitungen dürfen nicht in Kontakt mit heißen Oberflächen oder in unmittelbare Nähe gelangen.
- Weitere Anforderungen sind HD 516 S2 Pos. 4.4 zu entnehmen.

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Grenzbedingungen

Betriebsbedingungen

Leitungen sollten so ausgewählt werden, dass sie für die Betriebsbedingungen und die jeweilige Geräteschutzklasse geeignet sind.

Zu den Betriebsbedingungen zählen u.a.

- ⊙ Spannung
- ⊙ Strom
- ⊙ Schutzvorkehrungen
- ⊙ Häufung der Leitungen
- ⊙ Art der Verlegung
- ⊙ Zugänglichkeit

Leitungen sollten so ausgewählt werden, dass sie für alle äußeren Einflüsse geeignet sind, die auftreten können.

Zu den äußeren Einflüssen gehören u.a.

- ⊙ Umgebungstemperatur
- ⊙ Regen
- ⊙ Wasserdampf oder Ansammlung von Wasser
- ⊙ Anwesenheit korrosiver, verunreinigender oder anderer chemischer Substanzen
- ⊙ mechanische Beanspruchungen (z.B. scharfe Kanten von Metallkonstruktionen)
- ⊙ Tierwelt (z.B. Nagetiere)
- ⊙ Pflanzenwelt / Pilze (z.B. Schimmelpilze)
- ⊙ Strahlung (z.B. Sonnenlicht)

Anmerkung: In diesem Zusammenhang sollte beachtet werden, dass die Farbe von großer Bedeutung ist und die Farbe „schwarz“ einen höheren Schutz bei Strahlung bietet als andere Farben.

Spannungen

Die Nennspannung einer Leitung ist die Spannung, für die die Leitung konstruiert ist und dient zur Definition der elektrischen Prüfungen. Die Nennspannung wird durch das Verhältnis von zwei Werten U_0/U in Volt ausgedrückt, hierbei ist: U_0 der Effektivwert der Spannung zwischen einem Außenleiter und Erde (metallene Umhüllung der Leitung oder umgebendes Medium). U der Effektivwert der Spannung zwischen zwei Außenleitern einer mehradrigen Leitung oder eines System einadriger Leitungen. In einem Wechselspannungssystem muss die Nennspannung einer Leitung mindestens den Werten für U_0 und U des Systems entsprechen. In einem Gleichspannungssystem darf die Nennspannung des Systems nicht höher sein als das 1,5-fache der Nennspannung der Leitung.

Anmerkung: Die Betriebsspannung eines Systems darf die Nennspannung der Leitung dauernd um 10% überschreiten.

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Kabelquerschnitt berechnen und Umrechnungsfaktoren für Kabel und Leitungen

Strombelastbarkeit von elektrischen Leitungen

Bei der **Leitungs- bzw. Kabeldimensionierung** sollte der **Nennquerschnitt** eines jeden Leiters so gewählt werden, dass seine **Strombelastbarkeit** nicht kleiner ist als der maximale Dauerstrom, der unter Normalbedingungen durch den Leiter fließt. Die Grenztemperaturen, auf die sich die Strombelastbarkeit bezieht, sollten für Isolierhülle und Mantel der jeweiligen Leitungstypen nicht überschritten werden. Zu den definierten Bedingungen gehört auch die Verlegeart der verwendeten Leitung. Hierauf sollte bei der Bestimmung der zulässigen Belastungsströme geachtet werden. Bedingungen, die zu berücksichtigen sind, sind u.a.:

- zulässige Betriebstemperatur am Leiter
- Umgebungstemperatur
- Häufung, Bündelung und Verlegung der Leitung
- Anzahl der Adern
- aufgespulte Leitungen
- Frequenz des Stromes
- Auswirkungen von Oberwellen (von 50 Hz abweichend)

Leiterquerschnitt berechnen:

Der **Leiterquerschnitt** sollte nicht nur nach der erforderlichen Strombelastbarkeit ausgesucht werden; vielmehr sollen auch die Anforderungen zum Schutz gegen gefährliche Körperströme, Überlast- und Kurzschlussströme und Spannungsabfall beachtet werden. Werden Leitungen über längere Zeiten bei Temperaturen über den angegebenen Werten betrieben, können sie schweren Schaden erleiden, der zu frühzeitigem Ausfall oder zu einer wesentlichen Verschlechterung der Eigenschaften führen kann.

Kabelquerschnitt berechnen und Umrechnungsfaktoren für Kabel und Leitungen

Beispiele zur Berechnung der maximalen Strombelastbarkeit nach VDE 0298-4:2023-06

Leitungstyp	CC 500		
Leitungsartikel	L0200-0315	Nennspannung	U ₀ /U 300/500 V
Temperaturbereich	bis +70°C	Aufbau	3 G 1,5 mm ²
Einsatz	Für diese Installationsleitung wird die Strombelastbarkeit bei +50°C Umgebungstemperatur, zwei belasteten Adern und einer Verlegung mit drei weiteren Leitungen auf einem Fußboden benötigt. Die vier Leitungen haben die gleiche Abmessung und berühren sich.		

Zu beachtende Tabellen der VDE 0298-4: Tabelle 10, 11, 17 und 22

- Strombelastbarkeit bei zwei gleichzeitig belasteten Adern 1,5mm² bei bis +30°C gemäß Tabelle 10 und 11/5: **18A**
- Faktor für abweichende Umgebungstemperatur +50°C gemäß Tabelle 17: **0,71** (18 A x 0,71 ≈ 12,8A)
- Faktor für die Verlegung von vier dieser Leitungen auf dem Fußboden mit Berührung: **0,75** (12,78A x 0,75 ≈ 9,6A)

Die Stromlast für die beschriebene Leitung sollte einen Wert von **9,5A** nicht überschreiten.

Leitungstyp	DR 720 P Highflex		
Leitungsartikel	L0720-0640	Nennspannung	U ₀ /U 0,6/1 kV
Temperaturbereich	bis +90°C	Aufbau	6 G 4,0 mm ²
Einsatz	Für diese trommelbare Leitung wird die Strombelastbarkeit bei +65°C Umgebungstemperatur, fünf belasteten Adern und einer Verlegung in drei Lagen auf einer Motortrommel benötigt.		

Zu beachtende Tabellen der VDE 0298-4: Tabelle 10, 11, 18, 27 und 28

- Strombelastbarkeit für einen Nennquerschnitt von 4,0mm² bei bis +50°C gemäß Tabelle 10 und 11/5: **34A**
- Faktor für abweichende Aderanzahl (fünf Adern) gemäß Tabelle 27: **0,75** (34 A x 0,75 = 25,5A)
- Faktor für abweichende Umgebungstemperatur +65°C gemäß Tabelle 18: **0,79** (25,5 A x 0,79 ≈ 20,1)
- Faktor für die Verlegung in drei Lagen auf einer Motortrommel gemäß Tabelle 28: **0,49** (20,1A x 0,49 ≈ 9,9A)

Die Stromlast für die beschriebene Leitung sollte einen Wert von **9,8A** nicht überschreiten.

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Thermische Einflüsse

Leitungen sollten so gewählt, verlegt und installiert werden, dass die zu erwartende Stromwärmeabgabe nicht behindert wird und Brandrisiken für angrenzende Werkstoffe nicht entstehen. Die Grenztemperaturen der einzelnen Leitungsbauarten sind im Katalog angegeben. Die angegebenen Werte dürfen in keinem Fall durch das Zusammenwirken von innerer Stromwärme und Umgebungsbedingungen überschritten werden.

Mechanische Beanspruchung

Bei der Abschätzung der Risiken einer mechanischen Beschädigung von Leitungen sollten alle mechanischen Beanspruchungen, die voraussichtlich beim normalen Verlegungsvorgang von Leitungen auftreten können, berücksichtigt werden.

Zugbeanspruchung

Die folgenden Werte für die Zugbeanspruchung je Leiter sollte nicht überschritten werden. Dies gilt bis zu einem Höchstwert von 1000 N für die Zugbeanspruchung aller Leiter, sofern SAB Bröckskes keine abweichenden Werte akzeptiert hat. 50 N/mm² bei der Montage von Leitungen für feste Verlegung. 15 N/mm² statische Zugbeanspruchung bei flexiblen Leitungen und bei Leitungen für feste Verlegung, die in fest installierten Stromkreisen eingesetzt sind. Bei den Fällen, in denen die oben genannten Werte überschritten werden, wird empfohlen, ein separates Zugentlastungselement oder dergleichen einzusetzen. Die Verbindung eines derartigen Zugentlastungselementes mit der Leitung soll so vorgenommen werden, dass die Leitung nicht beschädigt wird. Werden flexible Leitungen dynamischen Zugbeanspruchungen (einschließlich solcher aufgrund der Massenträgheit z.B. bei Abwickelspulen) ausgesetzt, sollen die zulässigen Zugkräfte oder die Verschleißdauer zwischen Anwender und SAB Bröckskes vereinbart werden. Hinweise über senkrecht und ohne Zwischenbefestigung verlegte Leitungen sind EN 50656-1 Pos. 5.6.2 zu entnehmen.

Biegebeanspruchung

Der innere Biegeradius einer Leitung sollte so gewählt werden, dass Beschädigungen der Leitung vermieden werden. Die inneren Biegeradien für die unterschiedlichen Leitungsbauarten stehen in Tabelle 6 des HD 516. Die Wahl kleinerer Biegeradien als im Leitungskatalog festgelegt, ist mit SAB Bröckskes abzustimmen.

Beim Abisolieren ist darauf zu achten, dass der Leiter nicht beschädigt wird, da sonst das Biegeverhalten ernsthaft verschlechtert wird. Die angegebenen Biegeradien gelten für Umgebungstemperaturen von $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Für andere Umgebungstemperaturen sind die Empfehlungen von SAB Bröckskes einzuholen. Biegungen in unmittelbarer Nähe von externen oder internen Befestigungspunkten sind zu vermeiden.

Druckbeanspruchung

Leitungen sollten nicht so stark auf Druck beansprucht werden, dass sie beschädigt werden.

Torsionsbeanspruchung

Flexible Leitungen sind im allgemeinen nicht für Torsionsbeanspruchung bestimmt. In den Fällen, in denen derartige Torsionsbeanspruchungen nicht zu vermeiden sind, sollte der Aufbau der Leitung und die Art der Verlegung zwischen dem Anwender und SAB Bröckskes vereinbart werden.

Verträglichkeit

Bei der Auswahl und Verlegen von Leitungen sollten folgende Punkte berücksichtigt werden

- Vermeidung möglicher mechanischer oder elektrischer Beeinflussung zwischen benachbarten Stromkreisen.
- Wärmeabgabe von Leitungen oder die chemisch/physikalischen Einflüsse der Leitungswerkstoffe auf angrenzende Werkstoffe wie z.B. auf Konstruktions- und Dekorationsmaterialien, Isolierrohre, Befestigungsmittel.
- Beachtet werden sollte auch der Einfluss der Stromwärme auf die Werkstoffe der Leiter, Verbindungen und Anschlüsse.

Weitere Angaben sind den Tabellen 3A, 3B, 4A und 4B des HD 516 zu entnehmen.

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Raumarten

- ⊙ Elektrische Betriebsstätten sind Räume oder Orte, die im Wesentlichen zum Betrieb elektrischer Anlagen dienen und in der Regel nur von unterwiesenen Personen betreten werden, z.B. Schalträume.
- ⊙ Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten sind Räume oder Orte, die ausschließlich zum Betrieb elektrischer Anlagen dienen und unter Verschluss gehalten werden. Der Zutritt ist nur unterwiesenen Personen gestattet, z.B. abgeschlossene Schalt- und Verteilungsanlagen.
- ⊙ Trockene Räume sind Räume oder Orte, in denen in der Regel kein Kondenswasser auftritt oder in denen die Luft nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist, z.B. Wohnräume (auch Hotelzimmer).
- ⊙ Feuchte und nasse Räume sind Räume oder Orte, in denen die Sicherheit der Betriebsmittel durch Feuchtigkeit, Kondenswasser, chemische oder ähnliche Einflüsse beeinträchtigt werden, z.B. Großküchen.

Allgemeine Anmerkungen:

Räume können in eine der zuvor aufgeführten Raumarten häufig nur nach genauer Kenntnis der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eingeordnet werden. Wenn z.B. in einem Raum nur an einer bestimmten Stelle hohe Feuchtigkeit auftritt, der Raum aber infolge regelmäßiger Lüftung trocken ist, so braucht nicht der gesamte Raum als feuchter Raum zu gelten.

Verwendung in Räumen und im Freien

- ⊙ **Allgemeines**
Die Begriffe müssen im Zusammenhang mit den Grenzbedingungen (z.B. minimale und maximale Betriebstemperaturen, Einfluss von Umgebungstemperaturen, usw.) abgegrenzt durch die Konstruktion und die vorgesehene Verwendung, verstanden werden.

Begriffe für Anwendungsarten

- ⊙ **Anwendung in Innenräumen**
Die Leitung ist installiert oder an einem Gerät angeschlossen, das sich auf Dauer in einem Gebäude befindet, nämlich innerhalb „der vorgesehenen Umgebung“. Das Gebäude kann für Geschäfts-, industrielle oder Wohnzwecke genutzt werden.
- ⊙ **Zeitlich begrenzter Einsatz im Freien**
Die Leitung darf im Freien, „der vorgesehenen Umgebung“ kurzzeitig eingesetzt werden, z.B. Rasenmäher.
- ⊙ **Dauereinsatz im Freien**
Die Leitung ist für die unterschiedlichsten Beanspruchungen, die im Freien, der „vorgesehenen Umgebung“, (einschließlich Witterung) auftreten können, konstruiert.

Hinweise zur sicherheitsgerechten Verwendung von Kabeln und Leitungen

Einteilung der Beanspruchung

Der Begriff „Beanspruchung“ beschreibt die Verwendbarkeit einer Leitung in bestimmten Bereichen, an oder in einem Betriebsmittel, und für bestimmte Kombinationen äußerer Einflüsse, die in diesen Bereichen vorkommen. Auf der Basis mechanischer Einflüsse und allgemeiner Ausdrucksweisen ist der Begriff „Beanspruchung“ in vier Kategorien eingeteilt worden.

1. Sehr leichte Beanspruchung

Anwendungsbereiche, in denen die Gefahr einer mechanischen Beschädigung und mechanischer Beanspruchung vernachlässigbar ist, z.B. Elektrorasierer.

2. Leichte Beanspruchung

Anwendungsbereiche, in denen die Gefahr einer mechanischen Beschädigung und mechanischer Beanspruchung gering ist, z.B. Haartrockner.

3. Normale Beanspruchung

Anwendungsbereiche, in denen Leitungen geringen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind und die Gefahr einer mechanischen Beschädigung gering ist, z.B. kleine Herde.

4. Schwere Beanspruchung

Anwendungsbereiche, in denen die Gefahr einer mechanischen Beschädigung oder einer mechanischen Beanspruchung von mittlerer Schwere ist, z.B. Maschinen auf Baustellen.

4a. Schwere Beanspruchung (nur vieladrigte Leitungen)

Anwendungen wie vor, jedoch in erster Linie für die Verbindungen von Teilen von Fertigungseinrichtungen einschließlich Werkzeugmaschine und handgeführten mechanischen Betriebsmittel, z. B. die Verbindung eines Steuerpults mit einer Fertigungsmaschine.

Lagerung sowie Handhabung/Transport

Leitungen, die nicht für die Verwendung im Freien bestimmt sind, müssen in trockenen Innenräumen gelagert werden. Einige flexible Leitungsbauarten sind besonders anfällig für Feuchte. Die Enden von Leitungen, die im Freien lagern oder die voraussichtlich im Freien gelagert werden sollen, müssen abgedichtet werden, um das Eindringen von Feuchte zu verhindern.

Während der Lagerung darf die Temperatur der Leitungen die maximale empfohlene Lagertemperatur von 40 °C nicht überschreiten und die minimale empfohlene Verlege- und Handhabungstemperatur darf nicht unterschritten werden. Leitungshersteller dürfen für bestimmte Bauarten eine höhere maximale Lagertemperatur und eine niedrigere minimale Verlege- und Handhabungstemperatur angeben.

Wo keine minimale Verlege- und Handhabungstemperatur angegeben ist und keine Herstellerempfehlung gegeben ist, sollte von einer Mindesttemperatur von 5 °C ausgegangen werden.

Während der Handhabung oder des Transports muss darauf geachtet werden, jegliche mechanische Beanspruchung, insbesondere Vibrationen, Schlag, Stoß, Biegungen und Verdrehungen zu minimieren. Fällt die Temperatur der Leitung unter die minimale Verlegetemperatur oder übersteigt sie die maximale Lagertemperatur von 40 °C, sind zusätzliche Vorkehrungen zu treffen, wenn die Wahrscheinlichkeit der Beschädigung der Leitung zunimmt. Vom Hersteller der Leitung kann zusätzlicher Rat eingeholt werden.

Bei Leitungen auf Spulen und von verpackten Leitungen müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um die sichere Handhabung zur Vermeidung von Beschädigungen der Leitung und von Gefahren für Andere zu gewährleisten.