

## Grundsätzliche Anforderungen

Die Kabel und Leitungen sind bei bestimmungs- und sachgemäßer Verwendung so sicher, dass sie kein unannehmbares Risiko für Leben und Sachwerte darstellen. Die Vermeidung von Gefahren für Personen und Sachen während der Benutzung und Lagerung eines Betriebsmittels bedeutet Sicherheit, was das Erkennen von Beanspruchungen, Risiken und möglichen Fehlern sowie deren Beseitigung oder das Begrenzen auf ein Restrisiko einschließt. Sofern keine anderen Bestimmungen vorliegen, sollten isolierte Kabel und Leitungen nur zur Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie verwendet werden.

## Allgemeine Anforderungen

Die Auswahl der Kabel und Leitungen sollte erfolgen, 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. Die Leitungen sollten so aufgebaut, installiert, geschützt und instandgehalten werden, dass Gefahren soweit als möglich vermieden werden.

## Grenzbedingungen

Bei Grenzbedingungen sind die DIN VDE bzw. HD-Vorschriften zu berücksichtigen. Bei Einhaltung der Grenzbedingungen wird je nach Bauart der Leitungen unter definierten Verwendungsbedingungen eine annehmbare Lebensdauer erreicht. Die Gebrauchsdauer hängt von der Art der Verwendung, der Art der Anlage oder dem Betriebsmittel sowie den dazu gehörenden Kombinationen von Einflüssen ab. Die Lebensdauer einer fest verlegten Leitung für die Energieverteilung ist länger als die flexibler Leitungen. Einflüsse aller in den nächsten Abschnitten teilweise genannten Faktoren müssen im Zusammenhang und nicht getrennt für sich betrachtet werden.

## Auswahl der Leitungen

Die Auswahl der Leitungen soll so erfolgen, dass sie sich für die Betriebsbedingungen sowie für alle äußeren Einflüsse und die jeweilige Geräteschutzklasse eignen. Unter Betriebsbedingungen versteht man im Allgemeinen z.B. Spannung, Schutzvorkehrungen, Art der Verlegung, Strom, Häufung von Leitungen und Zuständigkeiten. Äußere Einflüsse sind z.B. Umgebungstemperatur, Regen, Wasser, Wasserdampf, Anwesenheit korrosiver, verunreinigender oder anderer chemischer Substanzen sowie mechanische Beanspruchungen (wie z.B. Zug, Druck, Biegung, Torsion) die u.a. durch Kanten o.ä. hervorgerufen werden, Tierwelt (z.B. Nagetiere), Pflanzenwelt (z.B. Schimmelpilze), Strahlung (z.B. Sonnenlicht).

## Feste Verlegung

Leitungen für feste Verlegung haben im Normalfall massive (eindrätige) oder auch mehrdrätige Leiter. Unter bestimmten Umständen, wie z.B. zur Erleichterung der Verlegung darf der Leiter der Klasse 5 nach HD 383 bzw. DIN VDE 0295 entsprechen. 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 gelegt werden und sollten in geeigneter Weise in Berücksichtigung mit den maximalen Befestigungsabständen befestigt werden. Die Leitung sollte durch die verwendeten mechanischen Befestigungsmittel nicht beschädigt werden. Leitungen, die über längere Zeit betrieben worden sind, können beschädigt werden, wenn Sie bewegt werden. Dies kann durch die natürliche Auswirkung der Alterung auf die physikalischen Eigenschaften verwendeter Werkstoffe für Isolierhülle und Mantel verursacht sein, die schließlich verspröden können.

## Flexible Anwendung

Flexible Leitungen haben Leiter, aus einer Vielzahl von dünnen Drähten (Litzen) bestehend. Die Litzen sind entweder verseilt, verwürgt oder verstrickt. Diese Leiter entsprechen entweder Klasse 5 oder der Klasse 6 nach HD 383 bzw. DIN VDE 0295. Für den Anschluss ortsveränderlicher Betriebsmittel sollten flexible Leitungen verwendet werden. Die Länge der Anschlussleitung muss so gewählt werden, dass das Ansprechen der Kurzschluss-Schutzeinrichtung sichergestellt ist. Die Leitungslänge sollte so kurz wie in der Praxis erforderlich sein, um das Risiko mechanischer Beschädigungen zu verringern. Bei Anwendungsfällen, in denen flexible PVC-Schlauchleitungen zulässig sind, kann erwogen werden, Wendelleitungen zur Verkürzung des Abstandes einzusetzen. Flexible PVC-Leitungen sind nicht unbedingt für die Weiterverarbeitung zu Wendelleitungen geeignet. Vielladige Steuerleitungen sind bei dauernder Biegebeanspruchung zu schützen. Abrieb, Einschnitte u. scharfe Biegungen sind zu vermeiden. Mit Ausnahme von Leitungen für den Anschluss eines fest installierten Betriebsmittels sollten flexible Leitungen (ausgenommen sind sehr schwere Leitungsbauarten, die zur festen Verlegung in provisorischen Gebäuden eingesetzt werden) nicht verlegt werden, es sei denn, sie sind mechanisch geschützt. Bei fester Verlegung sollte mindestens eine Leitung für „normale“ Beanspruchung verwendet werden. Flexible Leitungen sollten keinen überhöhten Beanspruchungen durch Zug, Druck, Abrieb, Verdrehen, Knicken ausgesetzt werden. Dies gilt insbesondere an der Geräteeinführung und am Übergangspunkt zur festen Installation. Zugentlastungen oder andere Anschlussmittel sollten diese Leitungen nicht beschädigen. Flexible Leitungen sollten nicht unter Bodenbelägen oder Teppichen verlegt werden, da die Gefahr besteht, dass Wärmedämmung auftritt, die zu überhöhten Temperaturen führt oder die Leitungen durch das Gewicht von Möbeln oder das Begehen beschädigt werden. Flexible Leitungen sollten nicht in Kontakt mit heißen Oberflächen oder deren unmittelbaren Nähe gelangen, es sei denn, dass sie hierfür geeignet sind. Dies gilt aufgrund ihrer Eigenschaften insbesondere für PVC-isolierte und / oder -ummantelte Leitungen.

## Fundamental requirements

The cables and insulated wires shall be of adequate safety for proper use in the intended manner such that these do not constitute any unacceptable risk to life or damage to property. The prevention of danger to persons and property during usage and storage of operating equipment means safety to include the detection of stress, risk and potential faults, as well as their rectification or a limitation to a minimum risk level. Unless otherwise specified, cables and insulated wires should only be used for the conduction and distribution of electricity.

## General requirements

The choice in the selection of cables and insulated wires should be such that the voltages and currents prevailing in the operating equipment, a system or device used shall meet all operating conditions to be expected. The cables shall be constructed, installed, protected, used and maintained to prevent danger as far as it is reasonably practical.

## Limiting conditions

The limiting conditions in the DIN VDE and HD specifications shall be taken into account. An acceptable service life will be attained by compliance with the limiting conditions, depending on the circuit designed under defined conditions for use. The usable life of a permanently installed cable for power distribution is longer than that of a flexible cable. The influence by all of the factors given in the following sections must be considered as an interrelationship and not on an individual basis.

## Selection of cables and insulated wires

The choice in the selection of cables and insulated wires shall be made such that these are suitable for the operating conditions as well as for all other external influences and compliance with the respective protection class.

- a) Operating conditions are, for example:  
voltage, protective measures, grouping of cables, current, method of installation, accessibility
- b) External influences are, for example:  
temperature, presence of rain, water vapour or the accumulation of water, presence of corrosive, contaminating or other chemical substances, mechanical stresses (such as holes or sharp edges from metal constructions for example), animal world (such as rodents), plant world (such as fungal growths), irradiation (such as sunlight).

## Requirements for fixed installation

In the normal case, cables for permanent installation have solid single wire or stranded conductors. In certain circumstances, e.g. for greater ease of installation, the conductor may be class 5 according to HD 383 or DIN VDE 0295. Cables should not be in contact with, or close to, hot surfaces if the cables are not intended for such conditions. Cables should not be buried directly in the earth and should be fastened by a suitable means while making allowance for the maximum spacing between fixing points. The cable should not be damaged by any mechanical restraint used for its support. Cables which have been in use over longer periods of time may become damaged by movement. This can be caused by the natural effects of ageing on the physical properties of the materials used for the insulation sheath and jacket which can become brittle with time.

## For flexible applications

Flexible cables are made up conductors consisting of multiplicity of small wires and are either stranded or bunched. These cables meet either class 5 or Class 6 of HD 383 and DIN VDE 0295. Flexible cables should be used for connections to mobile operating equipment. The length of the connecting cable must be chosen such that response by the short circuit protecting device is assured. The cable length should be as short as is needed for the practical application so as to reduce the risk of mechanical damage. In cases of applications where flexible PVC sheathed cables are permissible, the use of spiral cables can be considered for shortening the effective length.

Flexible PVC sheathed cables are not necessarily suitable for processing further to spiral cables. Multicore control cables shall be protected against permanent bending stress. Abrasion, notches and sharp bends are to be avoided. Except for cables for connections to permanently installed operating equipment, flexible cables should not be permanently fixed (with the exception of heavy duty cable designs for permanent installation in temporary facilities) unless these are contained in an enclosure affording mechanical protection. For a fixed installation, at least one cable should be used for "normal" stress. Flexible cables should not be subjected to excessive straining from tensile forces, compression, twisting or kicking. This applies in particular at the point of entry into the device, and strain relief or the point of connection to the fixed wiring. These should not be damaged by any strain relief or clamping device at points to the permanent installation. Flexible cables should not be placed under floorcoverings or carpets because there is the danger that this can cause thermal insulating effects, leading to increased temperatures, or that the weight of furniture from traffic can damage the cables. Flexible cables should neither be in contact with, or close to, hot surfaces nor extend into the immediate vicinity of such, as they are not suitable for this purpose. On account of their characteristics, this also applies in particular for PVC sheathed and/or jacketed cables. The suitability of flexible cables for outdoor applications, either for short periods or continuous operation, is defined in the tables of the HD 516 and in DIN VDE part 300. Flexible PVC sheathed cables are not suitable for permanent use in outdoor applications. The types of structures for PVC sheathed cables for short-term use in outdoor applications should not however be operated in conditions others than these, e.g. at temperatures lower than the specified temperature.

Die Eignung von flexiblen Leitungen für die Verwendung im Freien, sei es zeitweise oder dauernd, ist in den Tab. der HD 516 S2 bzw. DIN VDE 0298 Teil 300 definiert. Flexible PVC-Leitungen sind für die dauernde Verwendung im Freien nicht geeignet. Die PVC-Leitungsaufbauarten, die für die zeitweise Verwendung im Freien zulässig sind, sollten jedoch nicht unter abweichenden Bedingungen, wie z.B. bei Temperaturen unter den festgelegten Werten betrieben werden. Leitungen ohne Mantel dürfen weder als Ersatz für Leitungen mit Mantel, noch als Verlängerungsleitung eingesetzt werden. Sie dürfen grundsätzlich nicht zum Anschluss von Geräten der Klasse 2 verwendet werden, es sei denn, dass die Leitung in der Bauform als Leitung für sehr leichte Beanspruchung festgelegt ist und die entsprechende Gerätenorm diese Leitungen ausdrücklich zulässt. Für Leitungen, die für Bergbau, unter Tage, in Steinbrüchen sowie für bewegbare Betriebsmittel wie z.B. Krane mit federgespannten Rollenvorrichtungen zur Anwendung kommen, sind entsprechende VDE- bzw. HD-Vorschriften zu berücksichtigen.

## Spannung

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 V ausgedrückt. Hierbei ist  $U_0$  der Effektivwert der Spannung zwischen dem Außenleiter und der Erde (metallene Umhüllung der Leitung oder umgebendes Medium).  $U$ , der Effektivwert der Spannung zwischen 2 Außenleitern einer mehradrigen Leitung oder eines Systems einadriger Leitungen. In einem Wechselspannungssystem muss die Nennspannung einer Leitung mind. 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.

## Strombelastbarkeit

Der Nennquerschnitt eines jeden Leiters sollte 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 Isolierhüllen und Außenmäntel der jeweiligen Leitungstypen nicht überschritten werden. Zu den definierten Bedingungen gehört auch die Verlegeart der verwendeten Leitungen. Hierauf sollte bei der Bestimmung der zulässigen Belastungsströme geachtet werden. Zu den angegebenen Belastbarkeitswerten können für abweichende Bedingungen Korrekturfaktoren gelten, wie z.B. Häufung von Leitungen, Art des Überstromschutzes, Umgebungstemperatur, aufgespulte o. aufgewickelte Leitungen, wärmedämmende Isolierungen, Frequenzen des Stromes (wenn von 50 Hz abweichend), Auswirkungen von Oberwellen. Werden Leitungen längere Zeiten bei Temperaturen über den in den Tabellen angegebenen Werten betrieben, so können sie schwere Schäden erleiden, die zu frühzeitigem Ausfall oder zu einer wesentlichen Verschlechterung der Eigenschaften führen.

## Thermische Einflüsse

Leitungen sollten so ausgewählt, verlegt od. installiert werden, dass die zu erwartende Stromwärmeabgabe nicht behindert wird u. Brandrisiken für angrenzende Werkstoffe nicht entstehen. Die Grenztemperaturen einzelner Leitungen sind in unserem Katalog gesondert angegeben. Diese Werte dürfen in keinem Fall durch das Zusammenwirken innerer Stromwärme (auf die Werkstoffe der Leiter, Verbindungen und Anschlüsse) sowie Umgebungsbedingungen überschritten werden.

## Mechanische Einflüsse

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

## Zugbeanspruchungen

Die folgenden Werte für die Zugbeanspruchung je Leiter sollten nicht überschritten werden. Die gilt bis zu einem Höchstwert von 1000 N für die Zugbeanspruchung aller Leiter, sofern TBS keine abweichenden Werte (bauartbedingt / konstruktionsbedingt oder aufgrund der Kundenanforderung) akzeptiert hat. 50 N / mm<sup>2</sup> bei der Montage von Kabel und Leitungen für die feste Verlegung. 15 N / mm<sup>2</sup> statische Zugbeanspruchung bei flexiblen Leitungen und bei Leitungen für feste Verlegung, die in fest installierten Stromkreisen eingesetzt werden. Bei den Fällen, in denen die oben genannten Werte überschritten werden, wird empfohlen, ein separates Zugentlastungselement o.ä. einzusetzen. Eine Verbindung Zugentlastungselement mit der Leitung sollte so vorgenommen werden, dass die Leitung nicht beschädigt wird. Werden flexible Leitungen dynamischen Zugbeanspruchungen (einschließlich solcher aufgrund der Massenträgheit z.B. bei Aufwickelspulen) ausgesetzt, sollten zulässige Zugkräfte oder Verschleißdauer zwischen Anwender und TBS vereinbart werden. Hinweise über senkrecht ohne Zwischenbefestigung verlegte Leitungen sind DIN VDE 0298 Teil 300 bzw. HD 516 S2 Punkt 5.4.1. u. Tabelle 6 zu entnehmen.

## Biegebeanspruchung

Die inneren Biegeradien von Leitungen sollten so gewählt werden, dass Beschädigungen der Leitung vermieden werden. Die inneren Biegeradien für die unterschiedlichen Leitungsbauarten sind in Tabelle 6 des HD 516 S2 bzw. DIN VDE 0298 Teil 300 angegeben. Die Wahl kleinerer Biegeradien als festgelegt, (z.B. bei Spiralisierung) ist mit TBS 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 ca. 20°C.

Cables without a jacket may neither be used as a substitute for a jacketed cable nor as an extension cable. These shall principally not be used for connecting class 2 equipment unless the cable in the constructional standard has been defined as a cable for extra light duty and the equipment standard explicitly permits this cable type. The corresponding VDE and HD regulations shall be observed for the cables used in deep mining operations, in quarrying as well as for moveable equipment, such as in cranes with spring loaded reeling devices for example.

## Voltage

The rated voltage for a cable is the reference voltage for which the cable is designed and which serves to define the electrical testing requirements. The rated voltage is expressed as the ratio of two values,  $U_0/U$ , whereby  $U_0$  is the effective value (r.m.s.) of the voltage between any insulated conductor and the "earth" (metal covering of the cable or surrounding medium).  $U$  is the effective value (r.m.s.) between any two phase conductors of a multicore cable or of a system of single core cables. In an alternating current system, the rated voltage of a cable shall be at least equal to the nominal voltage to the value  $U_0$  and  $U$ . In direct current system, the rated voltage of the system shall not be higher than 1,5 times that of the nominal voltage of the cable.

Note: The operating voltage of a system may permanently exceed the rated voltage for the cable by 10%.

## Current carrying capacity

The nominal cross section of each conductor should be selected such that the current carrying capacity is not less than the maximum continuous current that flows through the conductor under normal conditions of operation. The limiting temperature with respect to the current carrying capacity should not be exceeded for the cable insulation and sheath concerned. Included in the defined conditions is also the method of installation for the cable used. The regulations for the permissible current rating shall be observed here for the current. Correction factors may also be included in the values given for the load rating to allow for other conditions, such as for example:

1. cable grouping
2. type of overcurrent protection
3. ambient temperature
4. reeled / drummed cables
5. thermal insulation
6. frequency of the current (if other than 50 Hz)
7. effects of harmonic waves

Serious damage can be caused if cables are operated for longer periods of time above those limits given in the tables and can lead to early failure or considerable deterioration in the cable characteristics.

## Thermal influences

Cables should be selected, located and installed so that the intended heat dissipation is not inhibited and they do not present a fire hazard to adjacent materials. The limiting temperatures for the individual cables are given separately in our catalogue. Under no circumstances may these values be exceeded by an interaction of internal joulean heat (to the material of the cable, connections and terminals) by the ambient conditions.

## Mechanical stress

Allowance shall be made for all possible mechanical stress that can arise during a normal installation process for laying cable in order to assess the risk of mechanical damage to cables.

## Tension

The following values for tension should not be exceeded for each conductor in use. This applies up to a maximum value of 1000 N for the tensile stress of all conductors unless TBS has approved limits deviating from this value. 50 N / mm<sup>2</sup> by permanent operation for fixed installation. 15 N / mm<sup>2</sup> for flexible cables under static tension for fixed installation that are used in current circuits. It is recommended for those cases where the above values are exceeded, that a separate strain relieving element or similar protection should be used. The connection of such a strain relieving element to the cable shall be made such that the cable is not damaged. If flexible cables are subjected to dynamic tensile stress (including those due to the mass inertia, e.g. for reeling drums), the permissible tension or the fatigue life should be agreed between the user and TBS. Notes for cables which are installed vertically, without any intermediate support, can be found in DIN VDE 0298 part 300 and HD 516 S2, item 5.4.1, and table 6.

## Bending stress

The internal bending radius of a cable should be chosen such that the cable is not damaged by this. The internal bending radii are given in table 6 of HD 516 S2 and DIN VDE 0298 part 300. The choice of bending radii smaller than specified shall be concurred with TBS. Attention shall be given when stripping the insulation that the conductor is not damaged by this as the bending characteristics will otherwise seriously deteriorate. The bending radii given apply for ambient temperatures of 20°C. Recommendations from TBS should be asked for if temperatures are other as given. For flexible cables and cords, particularly at terminations and at the point of entry of moveable appliances, it may be necessary to use a

Für andere Umgebungstemperaturen sind die Empfehlungen von TBS einzuholen. Bei flexiblen Starkstromleitungen, insbesondere bei Anschlüssen und an den Einführungen ortsveränderlicher Geräte kann es notwendig sein, eine Vorrichtung zu verwenden, die sicherstellt, dass die Leitungen nicht enger gebogen werden, als die angegebenen Biegeradien. Biegungen in unmittelbarer Nähe interner oder externer Befestigungspunkte sind zu vermeiden. Knickschutzüllen oder andere Hilfsmittel dürfen die Beweglichkeit der Adern innerhalb der Leitung nicht beeinträchtigen.

## Druckbeanspruchung

Leitungen sollten nicht so stark auf Druck beansprucht werden, dass diese beschädigt werden können. Zugentlastungen oder Kabelverschraubungen sind unter Beachtung der zulässigen Drehmomente beim Zudrehen zu verwenden.

## Torsionsbeanspruchung

Flexible Leitungen sind im Allgemeinen nicht für Beanspruchungen dieser Art bestimmt. In den Fällen, in denen derartige Torsionsbeanspruchungen nicht zu vermeiden sind, sollte der Leitungsaufbau und die Art der Verlegung zwischen dem Anwender und TBS abgestimmt werden.

## Verträglichkeit

Bei der Auswahl und Verlegung von Leitungen sollten die Verträglichkeiten berücksichtigt werden. Eine Vermeidung von mechanischen oder elektrischen Beeinflussungen zwischen benachbarten Stromkreisen, sowie die Vermeidung von Wärmeabgabe von Leitungen oder die chemisch / physikalischen Einflüsse der Leitungswerkstoffe auf die angrenzenden Werkstoffe, wie z.B. auf Konstruktions- oder Dekorationsmaterialien, Isolierrohre, Befestigungsmittel etc. gegenseitige Beeinflussung zwischen angrenzenden Werkstoffen und den Leitungswerkstoffen ist zu vermeiden. Dies gilt z.B. für die Aufnahme von Weichmachern bei PVC-Leitungen durch eigene Werkstoffe, die für die wärmedämmende Isolierung, für Verbindungsmaterial oder für Geräte verwendet werden.

## Dynamische Beanspruchung

In Betracht gezogen werden sollte die Möglichkeit der Beschädigung von Leitungen und ihren Befestigungen durch dynamische Kräfte, die durch Ströme, einschließlich Kurzschlussströme, verursacht werden können.

## Lagerung, Handhabung, Transport

Leitungen, die nicht für die Verwendung im Freien bestimmt sind, sollten in trockenen Innenräumen gelagert werden. Einige flexible Leitungsbauarten sind besonders anfällig für Nässe (Feuchte), wie z.B. geschirmte Leitungen. Die Enden von Leitungen für die Verwendung und die voraussichtliche Lagerung im Freien sollten abgedichtet werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Die für die Lagerung in den Tabellen des HD 516 S2 angegebenen Temperaturen sollten berücksichtigt werden. Fällt die Temperatur unter die empfohlenen Werte, sollte jegliche mechanische Beanspruchung, insbesondere Vibrationen, Schlag, Stoß, Biegung und Verdrehung vermieden werden.

## Normale Beanspruchung

Normale Beanspruchung liegt dann vor, wenn Leitungen in Anwendungsbereichen geringen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind und die Gefahr einer mechanischen Beschädigung gering ist, wie sie bei der Verwendung mittelschwerer Geräte in häuslichen und gewerblichen, sowie in leichtindustriellen Räumen zu erwarten sind.

## Leichte Beanspruchung

Leichte Beanspruchung liegt dann vor, wenn die Gefahr einer mechanischen Beschädigung und mechanischen Beanspruchung in den Anwendungsbereichen gering ist, wie sie bei der normalen Verwendung leichter handgeführter Geräte und leichter Betriebsmittel in Haushalten zu erwarten sind.

## Sehr leichte Beanspruchung

Sehr leichte Beanspruchung liegt dann vor, wenn die Gefahr einer mechanischen Beanspruchung sehr gering und vernachlässigbar ist, d.h. unter den äußeren Einflüssen, die bei normalem Gebrauch von leichtgewichtigen Geräten im Haushalt und Büroräumen zu erwarten sind. Verwendungsfälle, in denen Leitungen mit größerem mechanischem Schutz die Bewegungsfreiheit der Geräte einschränken würden.

## „schwere Beanspruchung“

Schwere Beanspruchung liegt dann vor, wenn die Gefahr einer mechanischen Beanspruchung von mittlerer Schwere ist, z.B. bei der normalen Verwendung von Geräten in mittelschweren Industriezweigen oder landwirtschaftlichen Betrieben und der zeitweiligen Verwendung auf Baustellen.

## „schwere Beanspruchung bei vieladrigen Leitungen“

Anwendungen, wie bei schwerer Beanspruchung, aber primär für die Verwendung von Teilen von Fertigungseinrichtungen einschließlich Werkzeugmaschinen und handgeführten mechanischen Betriebsmitteln. Die Leitungen dürfen innerhalb und außerhalb von Gebäuden verwendet werden, bei einer Umgebungstemperatur im Bereich von -25°C bis +50°C und wenn die Leitungstemperatur von +60°C nicht überschritten wird. Beispiele sind die Verbindung eines Steuerpultes mit einer Fertigungsmaschine, Verbindungen zwischen Steuerungseinheiten und Maschinen z.B. Winden, Krane, wenn die Leitungslänge nicht größer als 10 Meter ist.

device which ensures that the cable is not bent to an internal bending radius less than that specified in table 6 of HD 516 S2 and DIN VDE 0298 part 300. Bending too close to any internal and / or external anchorage should be avoided. Kink protection sleeves or other devices should not impede the movement of the cores within the cable.

## Compression

Cables shall not be compressed to an extent that this will damage the cable.

## Torsional stress

In general, flexible cables are not designed for torsional stress. In those cases where such torsional stress cannot be avoided, then the design of the cable and the installation arrangements should be agreed between user and TBS.

## Compatibility

The following points shall be considered in the selection and installation of cables:

The avoidance of interference mechanical and electrical influences between adjacent circuits. Dissipation of heat from cables, or the chemical / physical influences from the materials used for the cables on bordering materials, such as for example, structural and decorative materials, insulation tubes, supports, etc.

Mutual interference by adjacent materials and the materials used for the cables. This applies for instance, for an absorption of plasticiser from PVC sheathed cables by certain materials that are used for thermal insulation purposes, for strapping materials or for the equipment.

## Dynamic stress

The possibility should be taken into consideration of damage to cables and fastenings for these, by the dynamic forces that can be caused by any current including short-circuit currents.

## Storage, handling, transportation

Cables that are not intended for outdoor applications should be stored in dry indoor environments. A number of constructional types of flexible cables are particularly susceptible to moisture, such as screened cables for example. The ends of the cables should be sealed for the application and the expected duration of outdoor storage in order to prevent the penetration of moisture. The temperatures given in the tables in HD 516 S2 for storage shall be taken into account. If the temperature of the cable falls below recommended values, then all types of mechanical stresses, in particular vibrations, shock, impact, bending and torsional twist shall be avoided.

## Normal stress / ordinary duty

Normal stress is present when the cables are subject to low mechanical stresses in the areas of application, and the risk of mechanical damage is low, as is the case to be expected in the normal use of small to medium size equipment in domestic and commercial as well as in light industrial premises. Such equipment includes amongst others, vacuum cleaners, toasters, washing machines, refrigerators.

## Low stress / light duty

Low stress is then present when the risk of mechanical damage and mechanical stress is low in the areas of application, as is the case to be expected for normal use of lightweight hand-held devices and lightweight operating materials in domestic households. Included in such equipment are radios, floor lamps, hairdryers, small desktop office equipment.

## Very low stress / extra light duty

Very low stress is then present when the risk of mechanical damage and mechanical stress is very low and can be considered negligible, i.e. under those influences that are to be expected for lightweight appliances in households and offices. Cases of applications where the cables having a greater mechanical protection would restrict the freedom of movement by the appliance. Included in such types of appliances are electric clocks and electric shavers.

## High stress / heavy duty

High stress is then present when the risk of mechanical damage or a mechanical stress is of medium severity appreciable, e.g. for normal use of equipment in moderately heavy branches of industry or agricultural workshops, and the temporary use of such at building sites. Included in such equipment are, amongst others, moderately heavy portable machinery and motors at a building site or in agricultural workings, large hot-water boiling installations, hand-held lamps, hoists, and fixed installations in temporary buildings.

## High stress (heavy duty) in multi-core cables

Applications as for high stress, though primarily for use in areas of manufacturing facilities including toolmaking machinery, or mechanical handling equipment. The cables can be used inside or outside buildings for an ambient temperatures ranging from between -25°C up to +50°C and the stabilised conductor temperatures do not exceed +60°C. Examples are for connecting a control unit to a production machine, connections between a control unit and a machine, e.g. in hoists or cranes where the cable length does not normally exceed 10 meter. Longer cable lengths are permissible for fixed interconnections.