

! Allgemeine technische Informationen

Hinweise:

- Die Sicherheit von Steckverbindern/Steckverbinder mit Schaltleistung (Steckvorrichtung) ist abhängig von der richtigen Auswahl der Produkte, dem ordnungsgemäßen Einbau und der sachgemäßen Montage.
- Verbindlich für den Einsatz von Steckverbindern sind die jeweiligen Anforderungen der Gerätevorschriften. Dies gilt insbesondere für die Festlegung der Bemessungsspannung und der damit zusammenhängenden Luft- und Kriechstrecken.
- Alle Angaben der Bemessungsdaten der in diesem Katalog aufgeführten Steckverbindern sind auf die Überspannungskategorie III sowie den Verschmutzungsgrad 3 (Anwendung im Maschinenbau) bezogen.
- Alle technischen Angaben beziehen sich auf Steckverbinder, also Betriebsmittel, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung (unter elektrischer Spannung) nicht gesteckt oder getrennt werden dürfen. Soweit Steckverbinder im Sinne von Steckvorrichtungen (Steckverbinder mit Schaltleistung) verwendet werden, ist dies in der Kurzinformation der betreffenden Abschnitte aufgeführt.
- Der Berührungsschutz der Kontakteinsätze im Anschlussbereich ist durch den Einbau sicherzustellen.
- Beim Einbau der Steckverbinder in nicht leitende Gehäuse sind beide Schutzleiter (Ausführung 2x PE) anzuschließen.
- Ein ausführliches Kompendium von Steckverbinder-Begriffen befindet sich am Ende dieses Kapitels.
- Nachstehend aufgeführte Auszüge aus Normen dienen der allgemeinen Information. Im konkreten Anwendungsfall sind die jeweils gültigen Normen anzuwenden.
- Prüfverfahren nach IEC 60512 entsprechen den Prüfverfahren nach DIN EN 60512 oder DIN IEC 60512. Die DIN IEC 60664-1 entspricht DIN VDE 0110-1

Anschlussstechniken

• Schraubverbindung

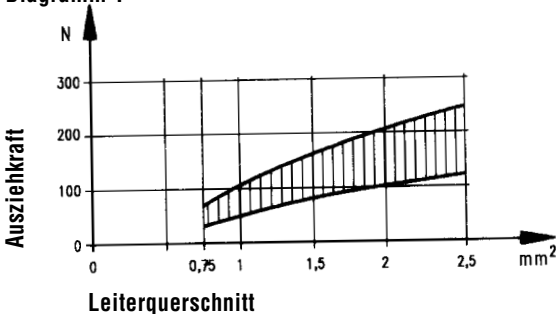
Schraubklemmen werden nach EN 60999-1/VDE 0609 bemessen. Die Gewindegröße in Abhängigkeit vom Leiterquerschnitt sowie das dazugehörige Anzugs- und Prüfdrehmoment können untenstehender Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1

Leiterquerschnitt (mm ²)	1	1,5	2,5	4	6	10
Schraubengewinde	M 2,6	M 3	M 3	M 3,5	M 4	M 4
Prüfdrehmoment (Ncm)	40	50	50	80	120	120

Die Ausziehkräfte (Streubereich) der Leiter aus einer Schraubverbindung eines Kontaktelementes zeigt das untenstehende Diagramm 1 für eine Klemmschraube M 3, angezogen mit einem Drehmoment von 50 Ncm.

Diagramm 1



! General technical information

Remarks:

- The Safety of connectors/connectors with braking capacity (CBC) depends on the right selection of products, the correct installation and a proper assembly.
- Decisions for the application of connectors are the requirements of the equipment specifications. This is especially the case for the definition of the rated voltage and the related clearances and creepage distances.
- All rated data for the connectors listed in this catalogue is based on overvoltage category III and pollution degree 3 (machine tool application).
- All technical data is specified for connectors, which are not under load when mated or disconnected. If in special cases connectors can be used in the sense of plug and socket devices (connector with breaking capacity), this is mentioned in the brief information of the particular section.
- Correct mounting will protect against electrical shock when mating the connectors.
- If connectors are mounted in non conductive housings both protective earthing terminals shall be mounted.
- A detailed connector glossary can be found at the end of this catalogue.
- All mentioned excerpts of standards are for general information only. For specific cases the valid original standards have to be consulted.
- Test methods acc. IEC 60512 comply with test methods acc. DIN EN 60512 or DIN IEC 60512. IEC 60664-1 complies with DIN VDE 0110-1

Termination methods

• Screw connection

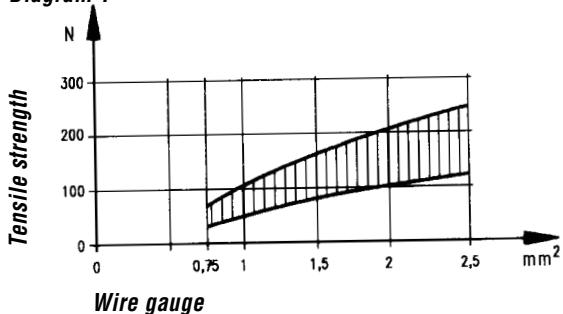
Screw clamps are designed acc. to EN 60999-1/VDE 0609. Chart 1 below shows the screw size depending on wire size and the required clamping and testing torque.

Chart 1

Wire size (mm ²)	1	1,5	2,5	4	6	10
Screw size	M 2,6	M 3	M 3	M 3,5	M 4	M 4
Test torque (Ncm)	40	50	50	80	120	120

Diagram 1 below shows the range of tensile strength for a screw connection with a clamp screw M3, fastened with a torque of 50 Ncm, depending on the wire size.

Diagram 1



• Crimpverbindung

Eine Crimpverbindung ist eine nicht lösbare elektrische Verbindung zwischen einem Leiter und einem Crimpkontakt mit Hilfe der Crimptechnik. Durch genau auf Crimphülse und Leiterquerschnitt abgestimmte Crimpprofile werden durch Druck und gezielte Verformung zuverlässige elektrische Verbindungen hergestellt. Es gibt offene Crimphülsen (gestanzte Kontakte) und geschlossene Crimphülsen (gedrehte Kontakte).

Die wesentlichen Vorteile von Crimpverbindungen sind:

- Rationelle Verarbeitung der Kontakte
- Konstante elektrische und mechanische Werte durch gleichbleibende Crimpqualität.

(Eine ausführliche Beschreibung der Crimptechnologie finden Sie in unserem Katalog „Werkzeuge“.)

Die Anforderungen an Crimpverbindungen sind in der DIN EN 60352-2, festgelegt.

Ein wesentliches Merkmal für die Qualität einer Crimpverbindung ist die erreichte Zugfestigkeit des Anschlusses. Sie kann mit einfachen Mitteln zur Überwachung der Qualität herangezogen werden. Aus untenstehender Tabelle 2 kann die Mindest-Zugfestigkeit entnommen werden.

Tabelle 2

Zugfestigkeit von Crimpverbindungen

Leiterquerschnitt		Zugfestigkeit
mm ²	AWG ¹⁾	N
0,05	30	6
0,08	28	11
0,12	26	15
0,14		18
0,22	24	28
0,25		32
0,32	22	40
0,5	20	60
0,75		85
0,82	18	90
1,0		108
1,3	16	135
1,5		150
2,1	14	200
2,5		230
3,3	12	275
4,0		310
5,3	10	355
6,0		360
8,4	8	370
10,0		380

¹⁾Nur zur Information

• Crimp connection

A crimp connection is a non-detachable electrical connection between a wire and a crimp contact produced with the crimp technology. Precise crimping dies are matched to the crimp barrel and the wire size and a defined deformation results in a reliable electrical connection. There are open barrels (stamped contacts) and closed crimp barrels (turned contacts).

The main advantages of crimp connections are:

- Efficient termination of contacts.
- Reproducible electrical and mechanical figures by a constant crimp quality.

(A detailed description of the crimp technology can be found in our catalogue „tools“.)

The requirements for crimp connections are defined in DIN EN 60352-2.

An important point for the quality of a crimp connection is the achieved tensile strength of the termination. Measuring the tensile strength is a practicable means for quality control purposes. Chart 2 below shows the required minimum tensile strength for open and closed barrels according to the wire size.

Chart 2

Tensile strength for crimp connections

Wire size		Tensile strength
mm ²	AWG ¹⁾	N
0,05	30	6
0,08	28	11
0,12	26	15
0,14		18
0,22	24	28
0,25		32
0,32	22	40
0,5	20	60
0,75		85
0,82	18	90
1,0		108
1,3	16	135
1,5		150
2,1	14	200
2,5		230
3,3	12	275
4,0		310
5,3	10	355
6,0		360
8,4	8	370
10,0		380

¹⁾only for information

Da in verschiedenen Bereichen der Industrie auch mit Leitern nach der amerikanischen Drahtlehre AWG (American Wire Gauge) gearbeitet wird, folgt hiernach Tabelle 3 zur Umrechnung von AWG in mm².

Tabelle 3

AWG	Leiteraufbau	Leiter-Ø	Leiterquerschnitt
30	1 x 0,25 7 x 0,10	0,25 mm 0,36 mm	0,05 mm ² 0,06 mm ²
28	1 x 0,32 7 x 0,13	0,32 mm 0,38 mm	0,08 mm ² 0,09 mm ²
26	1 x 0,40 7 x 0,16 19 x 0,10	0,40 mm 0,48 mm 0,51 mm	0,13 mm ² 0,14 mm ² 0,15 mm ²
24	1 x 0,51 7 x 0,20 19 x 0,13	0,51 mm 0,61 mm 0,64 mm	0,21 mm ² 0,23 mm ² 0,24 mm ²
22	1 x 0,64 7 x 0,25 19 x 0,16	0,64 mm 0,76 mm 0,81 mm	0,33 mm ² 0,36 mm ² 0,38 mm ²
20	1 x 0,81 7 x 0,32 19 x 0,20	0,81 mm 0,97 mm 1,02 mm	0,52 mm ² 0,56 mm ² 0,62 mm ²
18	1 x 1,02 19 x 0,25	1,02 mm 1,27 mm	0,79 mm ² 0,96 mm ²
16	19 x 0,29	1,44 mm	1,23 mm ²
14	19 x 0,36	1,80 mm	1,95 mm ²
12	19 x 0,46	2,29 mm	3,09 mm ²
10	37 x 0,40	3,10 mm	4,60 mm ²
8	133 x 0,29	4,0 mm	8,80 mm ²
6	133 x 0,36	5,5 mm	13,5 mm ²

Zu beachten ist, dass Leiter mit gleicher AWG-Nummer, aber unterschiedlichem Aufbau, leicht unterschiedliche Querschnitte aufweisen!

Tabelle 4

Aufbau und Abmessungen von Kupferleitungen

Leiterquerschnitt	Leiteraufbau	Leiter-Ø
0,09 mm ²	12 x 0,10	0,48 mm
0,14 mm ²	18 x 0,10	0,50 mm
0,25 mm ²	14 x 0,15	0,70 mm
0,34 mm ²	7 x 0,25	0,78 mm
0,5 mm ²	16 x 0,20	1,0 mm
0,75 mm ²	24 x 0,20	1,2 mm
1,0 mm ²	32 x 0,20	1,4 mm
1,5 mm ²	30 x 0,25	1,6 mm
2,5 mm ²	35 x 0,30	2,2 mm
4,0 mm ²	56 x 0,30	2,8 mm
6,0 mm ²	19 x 0,64	3,4 mm
10 mm ²	19 x 0,80	4,3 mm

The chart below allows a cross reference between American Wire Gauge (AWG) and metric wire sizes (mm²).

Chart 3

AWG	Wire composition	Wire diameter	Wire size
30	1 x 0,25 7 x 0,10	0,25 mm 0,36 mm	0,05 mm ² 0,06 mm ²
28	1 x 0,32 7 x 0,13	0,32 mm 0,38 mm	0,08 mm ² 0,09 mm ²
26	1 x 0,40 7 x 0,16 19 x 0,10	0,40 mm 0,48 mm 0,51 mm	0,13 mm ² 0,14 mm ² 0,15 mm ²
24	1 x 0,51 7 x 0,20 19 x 0,13	0,51 mm 0,61 mm 0,64 mm	0,21 mm ² 0,23 mm ² 0,24 mm ²
22	1 x 0,64 7 x 0,25 19 x 0,16	0,64 mm 0,76 mm 0,81 mm	0,33 mm ² 0,36 mm ² 0,38 mm ²
20	1 x 0,81 7 x 0,32 19 x 0,20	0,81 mm 0,97 mm 1,02 mm	0,52 mm ² 0,56 mm ² 0,62 mm ²
18	1 x 1,02 19 x 0,25	1,02 mm 1,27 mm	0,79 mm ² 0,96 mm ²
16	19 x 0,29	1,44 mm	1,23 mm ²
14	19 x 0,36	1,80 mm	1,95 mm ²
12	19 x 0,46	2,29 mm	3,09 mm ²
10	37 x 0,40	3,10 mm	4,60 mm ²
8	133 x 0,29	4,0 mm	8,80 mm ²
6	133 x 0,36	5,5 mm	13,5 mm ²

It has to be noted that wires of the same AWG number but with different composition have slightly different mm².

Chart 4

Composition and Dimensions of Copper Wires

Wire Size	Wire Composition	Wire diameter
0,09 mm ²	12 x 0,10	0,48 mm
0,14 mm ²	18 x 0,10	0,50 mm
0,25 mm ²	14 x 0,15	0,70 mm
0,34 mm ²	7 x 0,25	0,78 mm
0,5 mm ²	16 x 0,20	1,0 mm
0,75 mm ²	24 x 0,20	1,2 mm
1,0 mm ²	32 x 0,20	1,4 mm
1,5 mm ²	30 x 0,25	1,6 mm
2,5 mm ²	35 x 0,30	2,2 mm
4,0 mm ²	56 x 0,30	2,8 mm
6,0 mm ²	19 x 0,64	3,4 mm
10 mm ²	19 x 0,80	4,3 mm

Strombelastbarkeit

Die Strombelastbarkeit eines Steckverbinders wird mit einer Derating-Kurve dargestellt. Aus ihr kann abgelesen werden, welche Ströme dauernd und gleichzeitig über alle Kontakte fließen dürfen. Die Kurve wird durch Prüfung ermittelt. Als Basis dient dazu die Norm DIN EN 60512. Die obere Grenztemperatur wird durch die verwendeten Kontakt- und Isolierwerkstoffe bestimmt. Die Summe aus der Umgebungstemperatur und der durch die Strombelastung hervorgerufenen Übertemperatur darf die obere Grenztemperatur des Steckverbinders nicht übersteigen. Somit ist die Strombelastbarkeit kein konstanter Wert, sondern sinkt mit steigender Umgebungstemperatur. Als allgemeines Beispiel sei gesagt, dass bei einem vorgegebenen Steckverbinder, der bei einer Umgebungstemperatur von 40°C mit einem Dauerstrom von 16A auf allen Kontakten belastet werden darf, dieser Wert bei einer Umgebungstemperatur von 80°C auf z.B. 12A sinken kann. Auf der anderen Seite ist es in der Praxis sehr oft der Fall, dass nicht alle Anschlüsse gleichzeitig mit dem maximal zulässigen Strom belastet werden, so dass dann einzelne Kontakte mit einem höheren Strom als nach der Derating-Kurve zulässig, beaufschlagt werden können. Diese Grenzwerte sind durch Prüfung zu ermitteln.

Current carrying capacity

The current carrying capacity of a connector is shown by a derating curve. The curve shows the currents that the connector can carry continuously and simultaneously through all its contacts. The curve is determined by testing following the standard DIN EN 60512. The upper temperature is limited by the contact and insulation material used. The sum of the ambient temperature and the temperature created by the current flow may not exceed the upper temperature. This means that the current carrying capacity has no fixed value but decreases with increasing ambient temperatures. As a general example it can be said that a given connector which can carry 16A through all its contacts at 40°C ambient temperature can carry less, e.g. 12A, at an ambient temperature of 80°C. On the other hand it is often the case that not all contacts carry the whole rated current, which means that some single contacts may carry a higher current than that according to the derating curve. These currents have to be defined by testing.

Diagramm 3

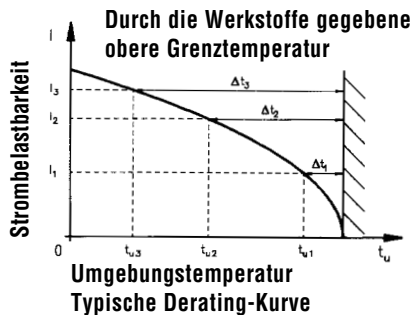


Diagram 3

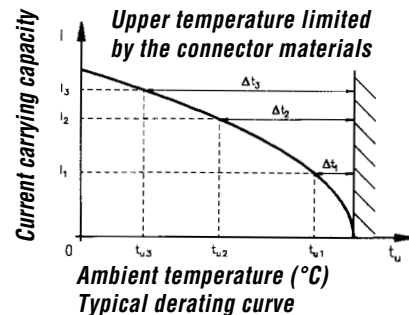


Tabelle 5

Strombelastbarkeit von Kupferleitern in (A)

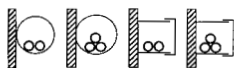



Installationsart Installation type	Querschnitt (mm ²) Wire size (mm ²)	0,25	0,34	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10
 B1 Leiter in Schutzrohren und Installationskanälen Wires in conduits and installation channels		-	-	-	7,6	10,4	13,5	18,3	25	32	44
 B2 Kabel und Leitungen in Schutzrohren oder Installationskanälen Cables and conductors in conduits or installation channels		-	-	-	-	9,6	12	16,5	23	29	40
 C Kabel und Leitungen an Wänden Cables and conductors along walls		4,0	5,0	7,1	9,1	11,7	15,2	21	28	36	50
 E Kabel und Leitungen auf Kabelpritschen Cables and conductors on plank		4,0	5,0	7,1	9,1	11,5	16,1	22	30	37	52

Chart 5

Current carrying capacity of copper wires in (A)

Darstellung in Anlehnung an DIN EN 60204 für PVC-isolierte Kupferleiter in einer Umgebungstemperatur von +40°C unter Dauerbetriebsbedingungen. Für abweichende Bedingungen wie andere Temperaturen, Installationen, Isoliermaterialien oder Leitern sind entsprechende Korrekturfaktoren zu verwenden (siehe nächste Seite).

Description according to DIN EN 60204 for PVC insulated copper wires with a working temperature of +40C. For other requirements, such as for other temperatures, mountings, or wires corresponding correction factors are used (see next page).

Reduktionsfaktoren

Die Werte in der Tabelle 5 beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von 40°C. Für andere Umgebungstemperaturen muss der Wert mit den Faktoren aus der folgenden Tabelle 6 korrigiert werden.

Tabelle 6

Umgebungstemperatur (°C)	Korrekturfaktor
30	1,15
35	1,03
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

Für Installationen mit vielen belasteten Kabeln und Leitungen/Paaren verringern sich die Werte der Strombelastbarkeit entsprechend den nachfolgenden Tabellen 7 und 8.

Tabelle 7

Reduktionsfaktoren für Leitungsanhäufung

Art der Installation <i>Installation type</i>	Anzahl der belasteten Kabel und Leitungen / Paare <i>Number of cables and conductors / pairs under load</i>			
	2	4	6	9
Drehstromkabel und -leitung <i>Three-phase cable and conductor</i>				
B1 und/and B2	0,80	0,85	0,87	0,86
C	0,65	0,75	0,78	0,76
E-einlagig / <i>one row</i>	0,57	0,72	0,75	0,72
E-mehrlagig / <i>multi row</i>	0,50	0,70	0,73	0,88
Gleichstromleitung (Paar), unabhängig von der Installationsart <i>DC conductor (pair), independent of installation type</i>	1,0	0,76	0,64	0,43

Tabelle 8

Reduktionsfaktoren für Mehraderkabel (-leitungen) bis zu 10 mm²

Anzahl der belasteten Leitungen (Paare) <i>Number of conductors (pairs) under load</i>	Wechselstrom (Leiter >1 mm ²) <i>AC (conductor > 1 mm²)</i>	Gleichstrom (Paare 0,2 bis 0,75 mm ²) <i>DC (Pairs 0,2 to 0,75 mm²)</i>
5	0,75	0,52
7	0,65	0,45
10	0,55	0,39
24	0,40	0,27

Leiter von Steuerkreisen benötigen normalerweise keine Herabsetzung.

Reduction values

The values in chart 5 are based on an ambient temperature of 40 °C. For other ambient temperatures the values have to be adjusted using the correction values of chart 6 below.

Chart 6

Ambient temperature (°C)	Correction value
30	1,15
35	1,03
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

For installations with many cables and conductors under load the current carrying capacity is reduced according to the two following charts 7 and 8.

Chart 7

Reduction values for accumulated conductors

Chart 8

Reduction values for multicore cable and conductors up to 10mm²

Conductors of control circuits generally do not need a reduction.

Stoßstrombelastbarkeit

Eine besondere Belastung kann sich für Steckverbinder und deren Kontakte durch einen Stoßstrom ergeben, der z.B. durch einen Kurzschluss in der Anlage oder durch Schaltvorgänge entstehen kann. Die kurzzeitig sehr hohe Stromerwärmung kann nach außen nicht schnell genug abgeführt werden, so dass es zu einer örtlich sehr starken Erwärmung der Kontakte kommt, die z.B. in extremen Fällen zu einer Verschweißung führen kann.

Durch unsere robuste Kontaktkonstruktion sind die hier beschriebenen Steckverbinder gegenüber Stoßströmen relativ unempfindlich. Richtwerte können dem nachfolgenden Diagramm 4 entnommen werden.

Diagramm 4

Stoßstrombelastbarkeit von Einzelkontakten

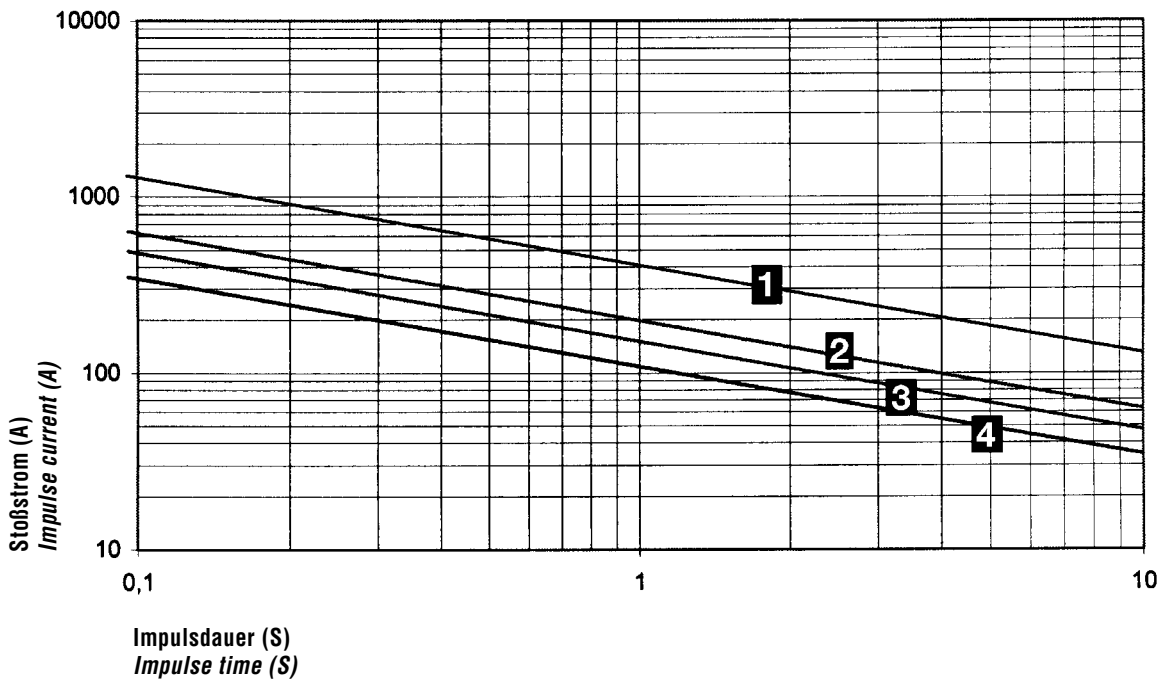
Impulse current carrying capacity

A surge can happen to a connector and its contacts by an impulse current, e.g. through a short circuit in the system or by switching operations. The short-timed high current heat cannot be transferred outside fast enough so the contacts are stressed by the high temperature which in the worst case can lead to a local weld. The robust design of our connectors prevents most damage by impulse currents.

The diagram 4 below can be used as a guideline.

Diagramm 4

Impulse current carrying capacity of single contacts



Kurve Nr.	Steckverbinder-Bauform	Curve No.	Connector style
1	C146 E oder A mit Schraubkontakt	1	C146 E or A with screw contact
2	C146 E mit gestanztem Crimpkontakt	2	C146 E with stamped crimp contact
3	C146 S mit gestanztem Crimpkontakt	3	C146 S with stamped crimp contact
4	C146 D mit gestanztem Crimpkontakt	4	C146 D with stamped crimp contact

Spannungseinstufung der Steckverbinder**Allgemeines**

Zur Spannungseinstufung von Steckverbindern werden die Luft- und Kriechstrecken herangezogen. Die Beurteilung und Bemessung der Luft- und Kriechstrecken hat sich durch die Einführung der Isolationskoordination geändert.

Es gelten dafür die folgenden Normen:

IEC 60664-1/10.92
Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

DIN VDE 0110-1/4.97
Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen

Isolationskoordination umfasst die Auswahl der elektrischen Isolationseigenschaften eines Betriebsmittels hinsichtlich dessen Anwendung und in Bezug auf seine Umgebung.

Luftstrecken

Die Luftstrecke ist die kürzeste Entfernung in Luft zwischen zwei leitenden Teilen. Ein wichtiger Punkt bei der Bemessung von Luftstrecken ist zunächst die Festlegung der Überspannungskategorie. Die Norm hat die möglichen Überspannungen in die nachstehenden vier Kategorien eingeteilt:

Überspannungskategorie I
Betriebsmittel, die zur Anwendung in Geräten oder Teilen von Anlagen bestimmt sind, in denen keine Überspannungen auftreten können. Hierunter fallen Geräte, die vorwiegend mit Kleinspannungen betrieben werden.

Überspannungskategorie II
Betriebsmittel, die zur Anwendung in Anlagen oder Teilen von diesen bestimmt sind, in denen Blitzüberspannungen nicht berücksichtigt werden müssen, aber wohl Überspannungen durch Schaltvorgänge. Hierunter fallen z.B. elektrische Haushaltsgeräte.

Überspannungskategorie III
Betriebsmittel, die zur Anwendung in Anlagen oder Teilen von diesen bestimmt sind, bei denen Blitzüberspannungen nicht berücksichtigt werden müssen, wohl aber Überspannungen durch Schaltvorgänge und an die im Hinblick auf die Sicherheit und Verfügbarkeit des Betriebsmittels oder von davon abhängigen Netzen besondere Anforderungen gestellt werden. Hierunter fallen Betriebsmittel für feste Installationen, z.B. Schutzeinrichtungen, Schütze, Schalter und Steckdosen.

Überspannungskategorie IV
Betriebsmittel, die zur Anwendung in Anlagen oder Teilen von diesen bestimmt sind, bei denen Blitzüberspannungen zu berücksichtigen sind. Hierunter fallen Betriebsmittel zum Anschluss an Freileitungen, z.B. Rundsteuerempfänger, Zähler.

Voltage grading of connectors**General**

Clearances and creepage distances are the base for voltage grading of connectors. Valuation and dimensioning of clearances and creepage distances have changed since the introduction of insulation coordination.

The following standards apply for this:

*IEC 60664-1/10.92
Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

*DIN VDE 0110-1/4.97
Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen*

Insulation coordination comprises the selection of the electrical insulation performances of the equipment, taking into account the expected use and its environment.

Clearances

The clearance is the shortest distance in air between two conductive parts. An important point for the dimensioning of clearances is the determination of the overvoltage category. The above standard specifies the possible overvoltages into the four following categories:

*Overvoltage category I
Equipment intended for the use in appliances or parts of installations in which no overvoltage can occur.
Examples are low-voltage equipments.*

*Overvoltage category II
Equipment intended for the use in installations or parts of it in which lightning overvoltages do not need to be considered, but switching overvoltages generated by the equipment do need to be considered.
Examples are household appliances.*

*Overvoltage category III
Equipment intended for the use in installations or parts of it in which lightning overvoltages do not need to be considered, however switching overvoltages generated by the equipment, and for cases where the reliability and the availability of the equipment or its dependent circuits are subject to special requirements.
Examples are protecting means, switches and sockets.*

*Overvoltage category IV
Equipment intended for the use in installations or parts of it in which lightning overvoltage has to be considered.
Examples are electricity meters, overcurrent protection switches.*

Liegt die Überspannungskategorie fest, dann kann je nach Nennspannungsbereich des Stromversorgungs-Systems und der Überspannungskategorie die Bemessungs-Stoßspannung für das Betriebsmittel ermittelt werden. Es gilt dabei die folgende Tabelle 9:

Once the overvoltage category has been defined the rated impulse withstand voltage can be selected for the equipment based on the nominal voltage of the supply system and the overvoltage category using chart 9 below:

Tabelle 9

Chart 9

Nennspannung des Stromversorgungs-Systems in V (nach IEC 60038) <i>Nominal voltage of the supply system in V (based on IEC 60038)</i>	Bemessungs-Stoßspannung in kV für Überspannungskategorie <i>Rated impulse voltage in kV for overvoltage category</i>			
Drei-phasige Systeme / <i>Three phase systems</i>	IV	III	II	I
230/400 277/480	6	4	2,5	1,5
400/690	8	6	4	2,5
1000	12	8	6	4

Ist die Bemessungs-Stoßspannung ermittelt, so muss jetzt der Verschmutzungsgrad entsprechend der zu erwartenden Verschmutzung der unmittelbaren Umgebung des Betriebsmittels festgelegt werden. Hierzu dienen die folgenden vier festgelegten Grade:

After the rated impulse withstand voltage has been selected the pollution degree must be defined taking the expected pollution around the equipment into account.

The following four degrees of pollution are established:

Verschmutzungsgrad 1

Es tritt keine oder nur trockene, nicht leitfähige Verschmutzung auf. Die Verschmutzung hat keinen Einfluss.

Pollution degree 1

No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.

Verschmutzungsgrad 2

Es tritt nur nicht leitfähige Verschmutzung auf. Gelegentlich muss jedoch mit vorübergehender Leitfähigkeit durch Betauung gerechnet werden.

Pollution degree 2

Only non-conductive pollution occurs except occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected.

Verschmutzungsgrad 3

Es tritt leitfähige Verschmutzung auf oder trockene, nicht leitfähige Verschmutzung, die leitfähig wird, da Betauung zu erwarten ist.

Pollution degree 3

Conductive pollution occurs or dry non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation which is to be expected.

Verschmutzungsgrad 4

Die Verunreinigung führt zu einer beständigen Leitfähigkeit, hervorgerufen durch leitfähigen Staub, Regen oder Schnee.

Pollution degree 4

The pollution generates persistent conductivity caused by conductive dust or by rain or snow.

Zu beachten ist, dass Teile von Steckverbindern und Steckvorrichtungen mit ausreichender Kapselung (min. IP 54) auch nach einem niedrigeren Verschmutzungsgrad bemessen werden können. Dies gilt auch für Steckverbinder im Trennbereich, bei denen die Kapselung im gesteckten Zustand durch das Steckverbindergehäuse erreicht wird und die nur für Prüf- und Wartungszwecke getrennt werden.

It has to be noted that for a connector or plug and socket device with a degree of protection of min. IP 54 the parts inside the enclosure may be dimensioned for a lower pollution degree. This also applies to mated connectors which enclosure is ensured through the connector housing and which may only be disengaged for test and maintenance purposes.

Aus der Bemessungs-Stoßspannung und dem Verschmutzungsgrad können jetzt aus Tabelle 10 die Mindest-Luftstrecken ermittelt werden.

When impulse withstand voltage and the pollution degree are defined the minimum clearances can be selected from chart 10.

Tabelle 10

Chart 10

Bemessungs- Stoßspannung in kV <i>Impulse withstand voltage in kV</i>	Mindestluftstrecken in mm bis zu 2000 m über NN <i>Minimum clearances in air in mm up to 2000 m above sea level</i>							
	Fall A (inhomogenes Feld) <i>Case A (non homogeneous field)</i>				Fall B (homogenes Feld) <i>Case B (homogeneous field)</i>			
	Verschmutzungsgrad <i>Pollution degree</i>				Verschmutzungsgrad <i>Pollution degree</i>			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01	0,2	0,8	1,6	0,01	0,2	0,8	1,6
0,40	0,02				0,02			
0,50	0,04				0,04			
0,60	0,06	0,25	1,0	2	0,06	0,3	1,2	2
0,80	0,10				0,1			
1,0	0,15				0,15			
1,2	0,25	1,0	1,5	3	0,2	0,45	1,5	3
1,5	0,5				0,3			
2,0	1,0				0,45			
2,5	1,5	1,5	2	4	0,6	0,6	2	4
3,0	2				0,8			
4,0	3				1,2			
5,0	4	4	4	5,5	1,5	1,5	3	5,5
6,0	5,5				2			
8,0	8				3			
10	11	11	11	11	3,5	3,5	3,5	3,5
12	14				4,5			
15	18				5,5			
20	25	25	25	25	8	8	8	8
25	33				10			
30	40				12,5			
40	60	60	60	60	17	17	17	17
50	75				22			
60	90				27			
80	130	130	130	130	35	35	35	35
100	170				45			

Bei der Festlegung der Mindestluftstrecken von Steckverbindern sind in der Regel die Werte des inhomogenen Falls anzuwenden bzw. ist die entsprechende Luftstrecke durch eine Spannungsprüfung zu überprüfen.

Kriechstrecken

Die Kriechstrecke ist die kürzeste Entfernung entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitenden Teilen.

Zur Bemessung der Kriechstrecke wird die aus der entsprechenden Netzart abgeleitete Bemessungsspannung und die bereits bei der Luftstrecke gewählte Zuordnung des Verschmutzungsgrades herangezogen. Außerdem wird die Kriechwegbildung des vom Hersteller verwendeten Isolierstoffes berücksichtigt. Die Isolierstoffe werden entsprechend ihrem Kriechwegbildungsfaktor CTI (Comparative Tracking Index) in vier Gruppen eingeteilt:

Isolierstoffgruppe I	$600 \leq \text{CTI}$
Isolierstoffgruppe II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
Isolierstoffgruppe IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
Isolierstoffgruppe IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

When defining the minimum clearances for connectors generally the values of the inhomogeneous field can be chosen or the required clearance has to be defined by a voltage test.

Creepage distances

The creepage distance is the shortest distance along the surface of the insulating material between two conductive parts.

For the dimensioning of the creepage distance the following factors are taken into account: the rated voltage, the pollution degree and the tracking formation of the insulating material. The materials are separated into four groups according to their CTI values (Comparative Tracking Index):

Material group I	$600 \leq \text{CTI}$
Material group II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
Material group IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
Material group IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

Die Mindestkriechstrecken können dann aus der Tabelle 11 entnommen werden.

The minimum creepage distances can be selected from chart 11.

Tabelle 11

Chart 11

Bemes- sungs- spannung U-eff Rated voltage U in V	Mindestkriechstrecke in mm / Min. creepage distance in mm														
	Gedruckte Schaltungen Printed circuits			Übrige Betriebsmittel / Other devices											
	Verschmutzungs- grad Pollution degree			Verschmutzungsgrad Pollution degree				Verschmutzungsgrad Pollution degree				Verschmutzungsgrad Pollution degree			
				1	2	Isolierstoffgruppe Material group			3	Isolierstoffgruppe Material group			4	Isolierstoffgruppe Material group	
	1	2	2)	I	II	III a	III b	I	II	III a	III b	I	II	III a	III b
2)	3)	2)	I	II	III a	III b	I	II	III a	III b	I	II	III a	III b	
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4		1	1	1		1,6	1,6	1,6	
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42		1,05	1,05	1,05		1,6	1,6	1,6	
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45		1,1	1,1	1,1		1,6	1,6	1,6	
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48		1,2	1,2	1,2		1,6	1,6	1,6	
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5		1,25	1,25	1,25		1,7	1,7	1,7	
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3	1,3		1,8	1,8	1,8	
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1		1,4	1,6	1,8		1,9	2,4	3	
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2		1,5	1,7	1,9		2	2,5	3,2	
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25		1,6	1,8	2		2,1	2,6	3,4	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9	2,1		2,2	2,8	3,6	
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4		1,8	2	2,2		2,4	3,0	3,8	
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1	2,4		2,5	3,2	4	
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6		2	2,2	2,5		3,2	4	5	
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2		2,5	2,8	3,2		4	5	6,3	
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6	4		5	6,3	8	
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4	4,5	5		6,3	8	10	
400	1	2	1	2	2,8	4		5	5,6	6,3		8	10	12,5	
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5		6,3	7,1	8,0		10	12,5	16	
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8	9	10		12,5	16	20	
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8		10	11	12,5		16	20	25	
1000	3,2	5	3,2	5	7,1	10		12,5	14	16		20	25	32	
1250			4,2	6,3	9	12,5		16	18	20		25	32	40	
1600			5,6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2000			7,5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2500			10	12,5	18	25		32	36	40		50	63	80	
3200			12,5	16	22	32		40	45	50		63	80	100	
4000			16	20	28	40		50	56	63		80	100	125	
5000			20	25	36	50		63	71	80		100	125	160	
6300			25	32	45	63		80	90	100		125	160	200	
8000			32	40	56	80		100	110	125		160	200	250	
10000			40	50	71	100		125	140	160		200	250	320	

Die in diesem Katalog beschriebenen Steckverbinder sind festen Bemessungsspannungen zugeordnet, die sich auf den allgemeinen Anwendungsfall im Maschinenbau beziehen. Liegen davon abweichende Anwendungsfälle vor, so kann aufgrund der obigen Tabelle eine andere Bemessungsspannung ermittelt werden.

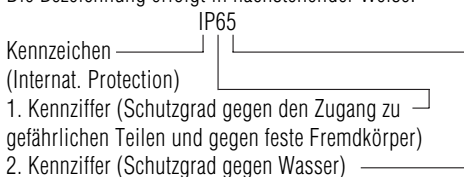
Connectors in this catalogue are allocated to fixed rated voltages which apply to the machine building industry. In case of other applications the above chart can be used to determine other rated voltages.

Schutzarten

Elektrische Betriebsmittel, zu denen Steckverbinder zählen, müssen aus Sicherheitsgründen gegen Einflüsse von außen, wie z.B. Staub, Fremdkörper, Berührung, Feuchtigkeit und Wasser geschützt werden. Diesen Schutz übernehmen bei Industrie-Steckverbindern die Gehäuse mit ihrer Verriegelung und dem abgedichteten Kabeleinlass.

Den Grad der Schutzart kann man dem Einsatz entsprechend wählen. In der Norm IEC 60529 bzw. DIN EN 60529 sind die Schutzgrade festgelegt und in verschiedene Klassen eingeteilt.

Die Bezeichnung erfolgt in nachstehender Weise:



Die nachfolgenden Tabellen 12 und 13 zeigen alle Schutzarten in einer Übersicht.

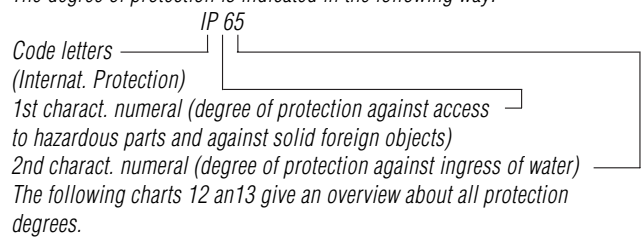
Tabelle 12

1. Kennziffer	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit dem Handrücken. Geschützt gegen feste Fremdkörper $\varnothing \geq 50$ mm.	Die Sonde, Kugel $\varnothing 50$ mm, darf nicht voll eindringen und muss ausreichenden Abstand zu gefährlichen Teilen haben.
2	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Finger. Geschützt gegen feste Fremdkörper $\varnothing \geq 12,5$ mm.	Der gegliederte Prüffinger, $\varnothing 12$ mm, 80 mm Länge, muss ausreichenden Abstand zu gefährlichen Teilen haben. Die Sonde, $\varnothing 12,5$ mm, darf nicht voll eindringen.
3	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Werkzeug. Geschützt gegen feste Fremdkörper $\varnothing \geq 2,5$ mm.	Die Sonde, $\varnothing 2,5$ mm, darf überhaupt nicht eindringen.
4	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Geschützt gegen feste Fremdkörper $\varnothing \geq 1$ mm.	Die Sonde, $\varnothing 1$ mm, darf überhaupt nicht eindringen.
5	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Staubgeschützt.	Die Sonde, $\varnothing 1$ mm, darf nicht eindringen. Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber der Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Staubsicht.	Die Sonde, $\varnothing 1$ mm, darf nicht eindringen. Kein Eindringen von Staub.

Degree of protection

Electrical connector devices have to be protected for safety reasons from outside influences like dust, foreign objects, direct contact, moisture and water. This protection is provided on industrial connectors by the housing latching devices and sealed cable entries. The degree of protection depends on the type of intended use. The standard IEC 60529 and/or DIN EN 60529 has specified the degree of protection and divided them into several classes.

The degree of protection is indicated in the following way:

**Chart 12**

1st charact. numeral	Brief description	Definition
0	Non-protected	–
1	Protected against access to hazardous parts with the back of a hand. Protected against solid foreign objects of ≥ 50 mm \varnothing .	The probe, sphere of 50mm \varnothing , shall not fully penetrate and shall have adequate clearance from hazardous parts.
2	Protected against access to hazardous parts with a finger. Protected against solid foreign objects of $\geq 12,5$ mm \varnothing .	The jointed test finger of 12mm \varnothing , 80mm length, shall have adequate clearance from hazardous parts. The probe, sphere of 12,5mm \varnothing , shall not fully penetrate.
3	Protected against access to hazardous parts with a tool. Protected against solid foreign objects of $\geq 2,5$ mm \varnothing .	The probe of 2,5mm \varnothing shall not penetrate at all.
4	Protected against access to hazardous parts with a wire. Protected against solid foreign objects of ≥ 1 mm \varnothing .	The probe of 1mm \varnothing shall not penetrate at all.
5	Protected against access to hazardous parts with a wire. Dust-protected.	The probe of 1mm \varnothing shall not penetrate. Intrusion of dust is not totally prevented, but dust shall not penetrate in a quantity to interfere with satisfactory operation of the device or to impair safety.
6	Protected against access to hazardous parts with a wire. Dust-tight.	The probe of 1mm \varnothing shall not penetrate. No intrusion of dust.

Tabelle 13

2. Kennziffer	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben.
2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
7	Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse für 30 Min. in 1m Tiefe in Wasser untergetaucht ist.
8	Geschützt gegen die Wirkungen beim dauernden Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als für die Kennziffer 7.
9K ¹⁾	Geschützt gegen Wasser bei Hochdruck-/Dampfstrahl-Reinigung	Wasser, das aus jeder Richtung unter stark erhöhtem Druck gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.

1) Anmerkung: Kennziffer nach DIN 40050 Teil 9 Straßenfahrzeuge, IP-Schutzarten

Chart 13

2nd charact. numeral	Brief description	Definition
0	<i>Non-protected</i>	–
1	<i>Protected against vertically falling water drops</i>	<i>Vertically falling drops shall have no harmful effects.</i>
2	<i>Protected against vertically falling water drops when enclosure tilted up to 15°</i>	<i>Vertically falling drops shall have no harmful effects when the enclosure is tilted at any angle up to 15°.</i>
3	<i>Protected against spraying water</i>	<i>Water sprayed at any angle up to 60° shall have no harmful effects.</i>
4	<i>Protected against splashing water</i>	<i>Water splashed against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.</i>
5	<i>Protected against water jets</i>	<i>Water projected in jets against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.</i>
6	<i>Protected against powerful water jets</i>	<i>Water projected in powerful jets against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.</i>
7	<i>Protected against the effects of temporary immersion in water</i>	<i>Intrusion of water in quantities causing harmful effects shall not be possible when the enclosure is temporarily immersed in water for 30 min. in 1m depth.</i>
8	<i>Protected against the effects of continuous immersion in water</i>	<i>Intrusion of water in quantities causing harmful effects shall not be possible when the enclosure is continuously immersed in water under conditions which shall be agreed between manufacturer and user but which are more severe than for numeral 7.</i>
9 K ¹⁾	<i>Protected against water during high pressure/steam jet cleaning</i>	<i>Water projected in powerful jets with high pressure and heat against the enclosure from any direction shall have no harmful effects.</i>

1) Remark: Numeral acc. to DIN 40050 part 9, vehicles IP code

Kabel

Zum Anschluss an alle Amphenol-Industrie-Steckverbinder wird die Verwendung von handelsüblichen hochflexiblen Kunststoff-Steuerleitungen nach VDE-Vorschriften empfohlen. Auf diese Leitungen sind unsere Steckverbinder in Bezug auf Kontaktanzahl und Kabeleinführung ausgelegt.

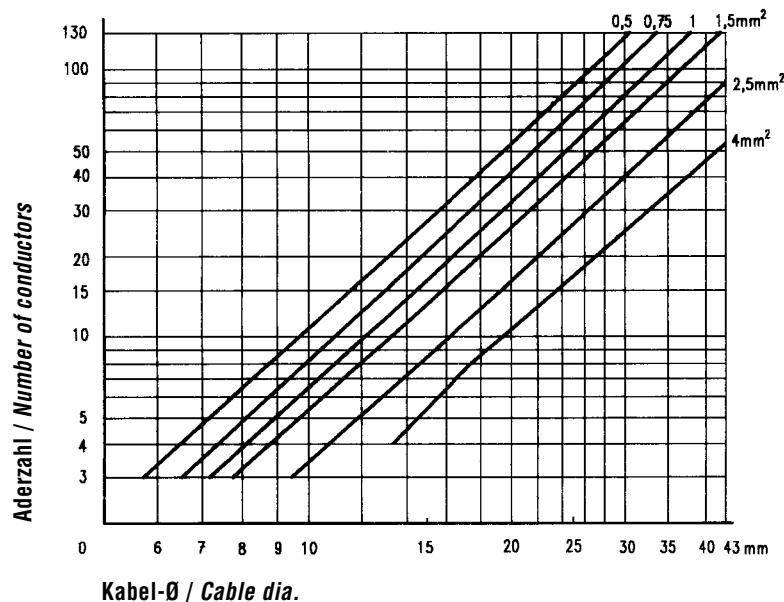
Bei der Leitungsauswahl ist darauf zu achten, dass die Leitungen den Steckverbinder nicht angreifen (Lösungsmittel) oder eine mögliche Feuerbeständigkeit aufheben.

Abdichtung

Die Abdichtung der Kabeleinführungen aller Amphenol-Industrie-Steckverbinder erfolgt mittels Verschraubungen. Wir verwenden grundsätzlich Dichtringe aus Neoprene, die eine gute Beständigkeit gegen Fette, Öle und Benzin besitzen.

Auswahl der Verschraubungen

Neben Dichtringen mit konstantem Innendurchmesser, dessen Maß der Bezeichnung der Verschraubung entspricht, gibt es auch ausschneidbare Dichtringe (Zwiebelringe), bei denen der Innendurchmesser durch Ausschneiden von Ringen in einem gewissen Maße variiert werden kann. Die Auswahl der Verschraubung für verschiedene Kabeldurchmesser (Kabelaufbau) kann von nachfolgendem Diagramm 5 abgeleitet werden (siehe auch Seite 194).

Diagramm 5**Cable**

For the termination of all Amphenol-industrial connectors we recommend the use of commercially available high flexible cable acc. to VDE or other local specifications. Our connectors are designed to fit these cables especially as far as number of conductors and cable diameters are concerned.

When selecting cables care must be taken that the cables do not affect (solvent) the connector or preserve an existing fire resistance.

Sealing

The sealing of the cable entries of all Amphenol-industrial connectors is with gland bushings. All sealings are made from Neoprene which has a good resistance against grease, oil and gasoline.

Selection of gland bushings

Beside glands with a fixed inside diameter which equals the number, there are also glands with variable inside diameters available (so-called onion glands). The inside diameter of these glands can be adjusted to the outside cable diameter by cutting out the smaller rings.

The selection of the appropriate gland bushing depends on the cable diameter (cable composition) can be made using the following diagram 5 (see page 194).

Diagram 5

Metrisch / Metric

PG / PG

PG 48

PG 42

PG 36

PG 29

PG 21

M 63

PG 16

M 50

PG 13,5

M 40

PG 11

M 32

PG 9

M 25

PG 7

M 20

M 16

M 12

Dichtbereich / Area of Tightness

Metrische Kabelverschraubungen passen nur in metrische Gehäuseöffnungen. Zusätzlich bieten wir weiterhin Gehäuse und Verschraubungen mit PG-Gewinde an.

Metric cable glands fit only into metric housing openings. Additionally we offer further more housings and screw connections with PG threads.

	PG / PG	Metrisch / Metric
Aussendurchmesser/ Outer Diameter	PG 48	M 63
	PG 42	M 50
	PG 36	M 40
	PG 29	M 32
	PG 21/23	M 25
	PG 16	M 20
	PG 13,5	M 16
	PG 11	M 12
	PG 9	
	PG 7	