

# **Richtlinien für die Feldverkabelung von INTRON-D / INTRON-D *plus* / INTRON-X Systemen**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Begriffe</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Anzuwendende Dokumente / Normen</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Verkabelungsschema</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Kabeltypen passend zu Systemkomponenten</b> .....	<b>7</b>
5.1	Generelle Anforderungen an die Kabelverlegung.....	7
5.2	Kabel für Sprechstellen mit analoger oder digitaler Schnittstelle .....	7
5.2.1	Generelle Richtlinien .....	7
5.2.2	Verlegung im Außenbereich .....	8
5.2.3	Verlegung innerhalb von Gebäuden .....	8
5.2.4	Verlegung in explosionsgefährdeten Bereichen .....	9
5.3	Kabel für Lautsprecher.....	9
5.4	Kabel für Warnblitzleuchten .....	10
5.5	Kabel für Batterieversorgung 48 V / 60 V .....	10
5.6	Glasfaserkabel.....	10
5.7	Antennen und Antennenkabel.....	11
5.8	Kabel zur Verbindung von zwei Knoten.....	11
5.9	Kabel für Endgeräte mit Ethernet-Schnittstelle.....	11
5.9.1	Kabel für die NRO xx2 .....	11
<b>6</b>	<b>Erdungskonzept / Potenzialausgleich</b> .....	<b>12</b>
6.1	Systemschrank / Systemspannung .....	12
6.2	Peripherie .....	12
6.3	Geräte im Ex-Bereich / DX(E) 7x5 .....	12
6.4	Geschirmte Kabel .....	13
6.5	Einsatz von armierten Kabeln .....	13
6.5.1	Generelles .....	13
6.5.2	Einsatz im Ex-Bereich .....	14
6.5.3	Erdung über Erdverbindungsplatten (Offshore-Platte).....	15
6.5.4	Einsatz von armierten Kabeln über mehrere PA-Bereiche.....	15
6.5.5	Festlegung der Verschraubung bei armierten Kabeln.....	18
<b>7</b>	<b>Adernbedarfstabelle für digitale Sprechstellen und Lautsprecher</b> .....	<b>18</b>
7.1	Adernbedarf für Sprechstellen mit 48-V-Systemspannung .....	19
7.1.1	Telekommunikationskabel mit 0,5 mm Durchmesser, 48 V .....	19
7.1.2	Telekommunikationskabel mit 0,6 mm Durchmesser, 48 V .....	20
7.1.3	Telekommunikationskabel mit 0,8 mm Durchmesser, 48 V .....	20
7.1.4	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 0,75 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1 mm), 48 V .....	21
7.1.5	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 1,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,4 mm), 48 V .....	22
7.1.6	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 2,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,8 mm), 48 V .....	23
7.2	Adernbedarf für Sprechstellen mit 60-V-Systemspannung .....	24

7.2.1	Telekommunikationskabel mit 0,5 mm Durchmesser, 60 V .....	24
7.2.2	Telekommunikationskabel mit 0,6 mm Durchmesser, 60 V .....	25
7.2.3	Telekommunikationskabel mit 0,8 mm Durchmesser, 60 V .....	25
7.2.4	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 0,75 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1 mm), 60 V .....	26
7.2.5	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 1,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,4 mm), 60 V .....	27
7.2.6	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 2,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,8 mm), 60 V .....	28
7.3	Funkanwendung .....	29
7.4	Lautsprecherkabel .....	29
<b>8</b>	<b>Verschraubungsgrößen und Kabeldaten.....</b>	<b>31</b>
8.1	Verschraubungsgrößen .....	31
8.2	Technische Daten für Telekommunikationskabel .....	32
<b>9</b>	<b>Umrechnung auf angloamerikanische Maße (AWG).....</b>	<b>33</b>
	<b>Dokumentenhistorie und Impressum .....</b>	<b>34</b>

# 1 Einleitung

In diesem Dokument werden die allgemeinen Richtlinien für die Feldverkabelung von INDUSTRONIC Kommunikations- und Beschallungssystemen vom Typ INTRON-D, INTRON-D *plus* und INTRON-X beschrieben.

## 2 Begriffe

<b>Ex-Bereich</b>	Bereich, in dem Gemische aus entzündlichen Gasen oder brennbaren Stäuben mit Luft zu einer explosionsfähigen Atmosphäre führen können
<b>FM</b>	Fernmelde- z. B. FM-Kabel = Fernmeldekabel, Telekommunikationskabel
<b>INTERCOM</b>	Überbegriff für Kommunikationstechniken wie Wechselsprechen, Gegensprechen, Konferenz, Telefonie, Funk etc.
<b>INDUSTRONIC System</b>	INTRON-D, INTRON-D <i>plus</i> und INTRON-X System
<b>Knoten</b>	intelligente Steuereinheit in einem Netzwerk, die die Verteilung der Audiodaten und die Steuerung aller Komponenten eines Systems übernimmt.
<b>LINE</b>	Adernpaar zur Übertragung von digitalisierten Sprach- und Steuerungsinformationen sowie der Phantomspeisung zu einer Station (Sprechstelle)
<b>OFFSHORE</b>	Installationstechnik mit gemeinsamer Erdungsplatte für Verschraubungen
<b>PA</b>	Potenzialausgleich
<b>PA-Bereich</b>	Bereich mit gleichem Erdpotenzial
<b>PE</b>	<i>Protection Earth</i> = Schutz Erde

## 3 Anzuwendende Dokumente / Normen

Systemdokumentation zum jeweiligen Projekt

VDE 0100: Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen bis 1000 V

EN 62368-1: Sicherheitsanforderungen für Einrichtungen der Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik

VDE 0165; IEC/EN 60079-14: Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Montagerichtlinien für INDUSTRONIC Funkssysteme: GDL-330-013-031

## 4 Verkabelungsschema

In einem INDUSTRONIC System sind prinzipiell folgende Verbindungen über Kabel herzustellen:

- Systemschrank zu Sprechstelle, ggf. mit Zusatzlautsprecher und Warnblitzleuchte
- Systemschrank zu Lautsprecherkreis
- Systemschrank zu Warnblitzleuchte(n)
- Systemschrank zu Funkbasisstation
- Systemschrank zu Systemschrank

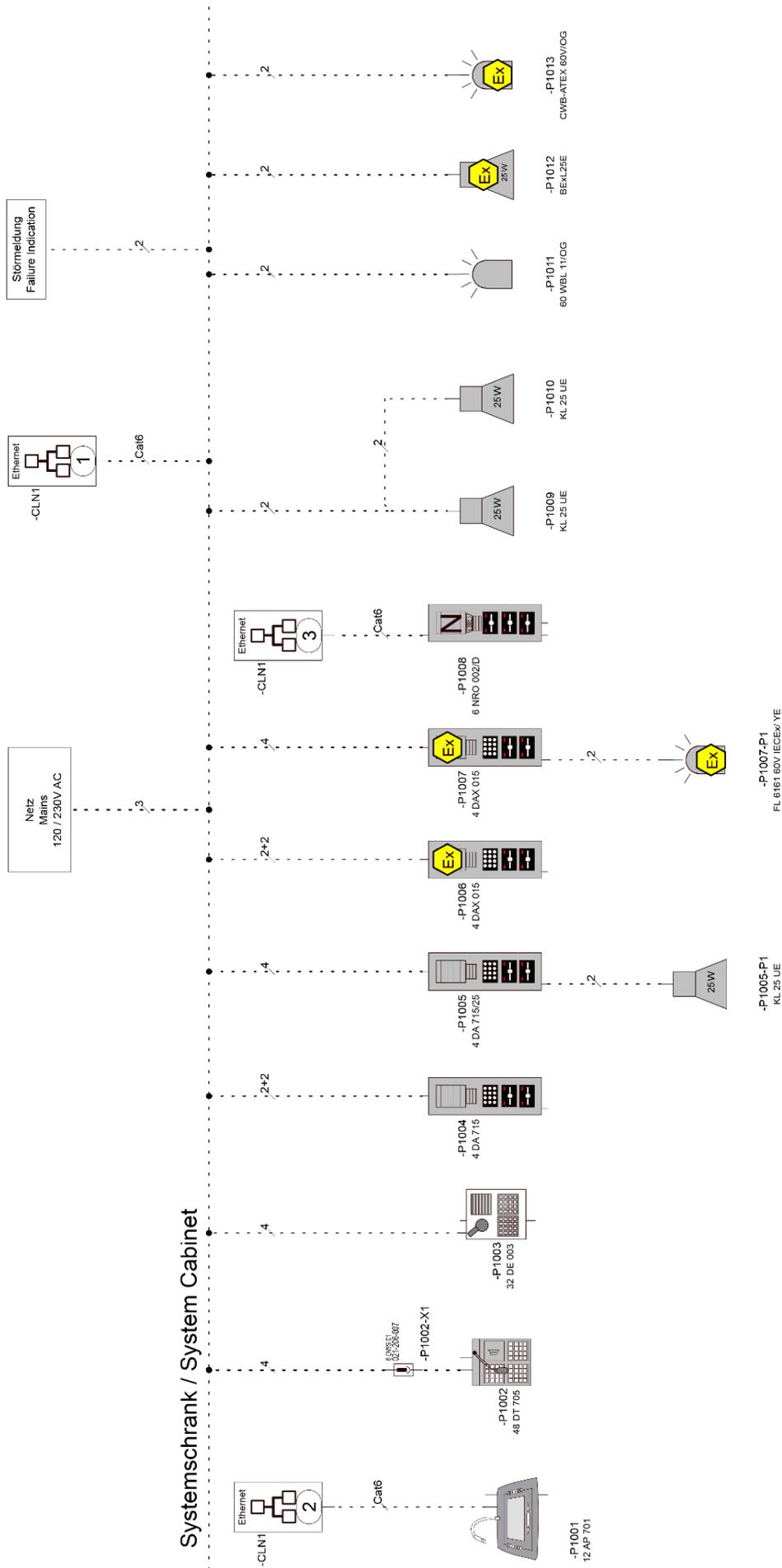
Um eine größtmögliche Sicherheit und Verfügbarkeit der INDUSTRONIC Kommunikations- und Beschallungssysteme zu ermöglichen, werden die Kabel zu den oben genannten Endgeräten im allgemeinen vom Systemschrank aus sternförmig verlegt.

Lediglich die Querverbindungen zwischen parallelgeschalteten Lautsprechern sowie die Verbindung von Unterkomponenten einer Sprechstelle erfolgen vor Ort.

Auf Kundenwunsch werden Verteiler in der Verkabelung vorgesehen.

Die folgende Grafik stellt einen typischen Adernbedarfsplan (Strangschema) eines Intercom-Systems mit Beschallungsanteil und Warnblitzleuchten dar:

# Systemschrank / System Cabinet



Für die Verbindung zu INDUSTRONIC Sprechstellen sind generell Kabel mit paarig verdrillten Leitungen zu verwenden.

Die Adernzahlen für digitale Sprechstellen an INDUSTRONIC Systemen ergeben sich wie folgt:

- 2 Grundadern (Line-a/b mit Phantomspeisung)  
+ 2 oder mehr zusätzliche Versorgungsadern bei Zusatzverstärkern, Zusatzgeräten oder Tischsprechstellen mit mehr als 2 Tastenfeldern (→ Kapitel 7.1, Seite 19 und Kapitel 7.2, Seite 24)  
+ 2 zusätzliche Versorgungsadern für Warnblitzleuchten. Der Strombedarf sowie der Einschaltstrom sind zu beachten.

Die Adernzahlen für analoge Sprechstellen an INDUSTRONIC Systemen ergeben sich wie folgt:

- 4 Grundadern (+/- für Spannungsversorgung, a/b für NF)  
+ 1 Versorgungsader für Zusatzverstärker (wird standardmäßig mit eingerechnet)  
+ 1 Ader pro bestückte Taste an der Sprechstelle

## 5 Kabeltypen passend zu Systemkomponenten

Für die verschiedenen Komponenten innerhalb des Kommunikationssystems kommen unterschiedliche Kabeltypen zum Einsatz.

### 5.1 Generelle Anforderungen an die Kabelverlegung

Kabel für die Peripherie des Kommunikationssystems (Leitungen zu Sprechstellen oder Funkbasisstationen, zu anderen Kommunikationssystemen) und Lautsprecherkreise müssen mit Abstand zu Stromversorgungskabeln verlegt werden.

Sie dürfen nicht unmittelbar neben Kabeln mit

- Spannungen größer 230 V AC / 400 V AC
- hohen Spannungsspitzen durch Schaltvorgänge
- mit starkem Oberwellenanteil (z. B. für thyristorgesteuerte Drehstromantriebe)

verlegt werden. Ein Mindestabstand von 30 cm zu solchen Kabeln soll eingehalten werden.

Weiterhin ist ein Abstand von 10 cm zwischen Leitungen mit 100-V-Lautsprechersignalen und Leitungen für die Peripherie des Kommunikationssystems einzuhalten.

Im Ex-Bereich sind die Anforderungen von IEC/EN 60079-14 Abschnitt 9 zu beachten.

### 5.2 Kabel für Sprechstellen mit analoger oder digitaler Schnittstelle

#### 5.2.1 Generelle Richtlinien

Kabel, die Sprechstellen mit dem Systemschrank verbinden, müssen grundsätzlich verdrillte Doppeladern oder Sternvierer-Verseilung haben. Evtl. vorhandene Einstreuungen und Wechselfelder haben dadurch keinen störenden Einfluss auf die Qualität der Kommunikation. Es wird empfohlen Telekommunikationskabel mit Leitern aus massivem Kupferdraht zu verwenden. Gegebenenfalls können paarig verseilte Kabel der Mess- und Regeltechnik mit Leitern in Litzenausführung verwendet werden (→ auch Kapitel 7, Seite 18).

Eine Abschirmung der Kabel ist in aller Regel nicht unbedingt notwendig. Ein Gesamtschirm über alle Leitungen ist jedoch zweckmäßig. Paarweise geschirmte Leitungen besitzen eine höhere Betriebskapazität und verringern dadurch die mögliche Kabellänge zwischen Sprechstelle und Systemschrank. Derartige Leitungen sind in den Tabellen von Kapitel 7 nicht berücksichtigt. Richtlinien für armierte oder geschirmte Kabel (→ Kapitel 6.4, Seite 13 bzw. 6.5., Seite 13).

Die Verlegung erfolgt nach örtlichen Vorschriften, z. B. auf Kabelpritschen oder in -rohren.

Je nach Länge der Kabel müssen für die Sprechstellen teilweise Adern parallelgeschaltet werden. Die Hinweise hierzu entnehmen Sie bitte dem Kapitel 7 für digitale Sprechstellen.

## 5.2.2 Verlegung im Außenbereich

Mögliche Kabeltypen:

- FM-Außenkabel, z. B. A2Y(L)2Y
- FM-Außenkabel, mit Petrolat als Längswasserschutz gefüllt, z. B. A2YF(L)2Y
- Kabel der Mess- und Regeltechnik, paarig und mit verstärktem Außenmantel, z. B. RE-2Y(ST)Yv

Zum Erreichen der in Kapitel 7 genannten Reichweiten sollten Kabel mit einer Aderisolation aus Polyethylen (PE) oder halogenfreiem Material verwendet werden. Leitungen mit PVC-Isolierung haben generell eine höhere Betriebskapazität, welche die Reichweite deutlich einschränkt.

Beispiel: FM-Außenkabel **A2Y(L)2Y ...** mit Sternvierer-Verseilung:



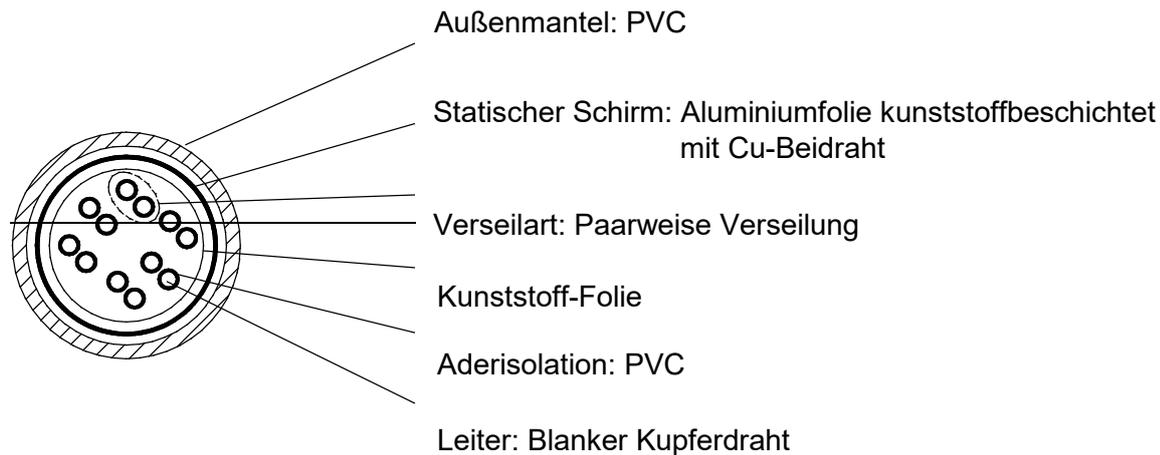
Bei Sternvierer-Verseilung bilden die jeweils gegenüberliegenden Drähte ein Paar (nicht die nebeneinander liegenden Drähte).

## 5.2.3 Verlegung innerhalb von Gebäuden

Mögliche Kabeltypen:

- FM-Innenkabel, J-Y(St)Y ... x2x0,8 (0,6) Lg
- FM-Innenkabel halogenfrei J-H(St)H ...x2x0,8 (0,6)
- Brandmeldekabel J-H(ST)H ...x2x0,8 BD
- jegliches mehrpaariges, verdrahtes, geschirmtes oder ungeschirmtes Telekommunikationskabel

### Beispiel: FM-Innenkabel J-Y(St)Y ... x2x0,8 (0,6) Lg



### 5.2.4 Verlegung in explosionsgefährdeten Bereichen

Es sind generell die Anforderungen von EN/IEC 60079-14 einzuhalten, unter anderem auch die Anforderungen hinsichtlich der Kennwerte für die Flammenausbreitung nach IEC 60332-1

Fest verlegte Kabel müssen extrudierte Einbettungen und nicht hygroskopische Füllstoffe enthalten. Mit Petrolat gefülltes FM-Außenkabel des Typs A2YF(L)2Y .... x2x0,8 ST III Bd kann in den Ex-Zonen 1 und 2 eingesetzt werden, wenn bei äußerer Verlegung zusätzliche Maßnahmen gegen eine mögliche Flammenausbreitung ergriffen werden, z. B. Verlegung in mit Sand gefüllten Gräben (→ EN/IEC 60079-14 Kapitel 9).

Alternativ können im explosionsgefährdeten Bereich FM-Außenkabel mit zusätzlichem flammhemmenden Außenmantel verlegt werden, z. B. A2YF(L)2YY... .

Weiterhin können Kabel der Mess- und Regeltechnik (z. B. RE-2Y(ST)Yv) mit paarig verdrillter Leiteranordnung und verstärktem Außenmantel eingesetzt werden.

Bei Geräten, die in explosionsgefährdeten Bereichen installiert werden, müssen laut EN/IEC 60079-14:2008 freie Drahtenden im Ex - "e" – Anschlussraum mit für diese Zündschutzart geeigneten Anschlussklemmen ausreichend isoliert werden. Die Isolierung mit Isolierband oder Abschluss an Klemmen ohne Ex-Bescheinigung ist nicht zulässig. Die in Sprechstellen des Typs DX(E) oder DXG führenden Kabel sind so zu dimensionieren, dass sämtliche Adern an den vorhandenen Anschlussklemmen aufgelegt werden können. Zwei Adern gleicher Leiterart und gleichem Durchmesser können bis zu einem Querschnitt von 1 mm<sup>2</sup> an einer Klemme angeschlossen werden. Übersteigen Adernzahl oder Aderquerschnitt die genannten Werte, muss das Kabel in einem Verteiler mit entsprechender Klemmenzahl enden. Die Sprechstelle ist mit einem Kabel mit geringerer Adernzahl anzuschließen.

## 5.3 Kabel für Lautsprecher

Zur Übertragung von Lautsprechersignalen über größere Entfernungen werden die Signale verlustarm in 100 V-Technik übertragen.

Mögliche Kabeltypen:

- Starkstrom-Außenkabel vom Typ NYY-0
- leichte oder schwere Schlauchleitung mit Gummi- oder Neopren-Ummantelung (H05-RR, H05-RN, H07-RR, H07-RN)
- Halogenfreie Schlauchleitung H07-ZZ
- Kabel der Mess- und Regeltechnik, paarig, um störende Einkopplungen zu vermeiden

- außerhalb des Ex-Bereiches: FM-Außenkabel zwischen Sprechstelle und Zusatzlautsprecher

Anzahl der Adern und Reichweite → Kapitel 7.4, Seite 29.

Im Ex-Bereich sind die Anforderungen von IEC/EN 60079-14 Abschnitt 9 zu beachten. Lautsprecher müssen an den lokalen PA angeschlossen werden. Dazu ist entweder der äußere Erdanschluss zu verwenden oder der innere Anschluss mit dem nächst gelegenen PE-Anschluss (z. B. Abzweig-Verteiler, Potenzialausgleichsschiene) zu verbinden. Eine Erdung über das Kabel in einen anderen PA-Bereich ist nicht zulässig.

## 5.4 Kabel für Warnblitzleuchten

Für Warnblitzleuchten in 48 V/ 60 V-Technik, die an einer Sprechstelle angeschlossen sind, können außerhalb des Ex-Bereiches FM-Kabel (→ Kapitel 5.2, Seite 7) verwendet werden. Ansonsten sind Kabel einzusetzen, wie sie für Lautsprecheranwendungen beschrieben sind (→ Kapitel 5.3, Seite 9). Wenn die Warnblitzleuchte mit Netzspannung (115 V/230 V) betrieben wird, ist die Spannungsfestigkeit des Kabels zu beachten. Für den Erdanschluss gelten die gleichen Richtlinien wie für Lautsprecher.

## 5.5 Kabel für Batterieversorgung 48 V / 60 V

An die Verkabelung von Batterieschränken oder -gestellen werden wegen des möglichen hohen Kurzschlussstroms erhöhte Anforderungen gestellt.

Zuleitungen von Batterieblöcken auf separaten Batteriegestellen müssen am Batterieblock unter Beachtung des Fadenmaßes 2-polig abgesichert werden (z. B. mittels NH-Trenner). Zwischen Batterie und Absicherung sind Kabel zu verlegen, die kurzschlussicher sowie öl- und säurebeständig sind.

Verbindungskabel zwischen Stromversorgungsschrank und weiteren Schränken werden im Stromversorgungsschrank abgesichert. Eine weitere Absicherung am anderen Kabelende ist nicht erforderlich.

Für Anwendungen mit Batterieblöcken richtet sich der Kabelquerschnitt nach dem Strombedarf und der Absicherung der Leitung. Typischerweise kommen halogenfreie Gummileitungen NSHXAFÖ LSZH-FR mit einem Querschnitt zwischen 2,5 mm<sup>2</sup> und 50 mm<sup>2</sup> zum Einsatz. Den tatsächlich verwendeten Leitungsquerschnitt entnehmen Sie bitte der Systemdokumentation.

## 5.6 Glasfaserkabel

INDUSTRONIC bietet für seine Systeme Komponenten an, die über Lichtwellenleiter miteinander verbunden werden können.

Elektromagnetische Einflüsse können auf diesen Übertragungstrecken ausgeschlossen werden. Vorhandene LWL-Fasern, z. B. bei Krananwendungen können genutzt werden.

Hier ist folgendes zu beachten:

- Je Strecke werden zwei Fasern benötigt, die ausschließlich für INDUSTRONIC Systeme zur Verfügung stehen.
- Je nach Typ der Baugruppe LWL Gradientenfasern 50/125 µm oder 62,5/125 µm bzw. Single-Mode-Fasern 9/125 µm verwenden.
- Über die gesamte Strecke muss eine Faser gleichen Typs verwendet werden.
- Maximale Länge je Strecke 3 km für Gradientenfaser

- Zulässige Gesamtdämpfung:  
 $< 12 \text{ dB @ } 62,5/125 \text{ } \mu\text{m}$  /  $< 7 \text{ dB @ } 50/125 \text{ } \mu\text{m}$   
 $< 15 \text{ dB @ } 9/125 \text{ } \mu\text{m}$
- Verlegungs- und Konfektionierungsvorschriften des Kabelherstellers beachten
- Möglichst wenig Biegestellen und Übergangsstellen einbauen
- Keine mechanische Belastung auf die Kabel und Anschlussbuchsen an den Komponenten ausüben

## 5.7 Antennen und Antennenkabel

INDUSTRONIC bietet Funkkomponenten an, mit denen zum Beispiel Sprechstellen von Kränen und Fahrzeugen oder auch Handfunkgeräte in das Kommunikationssystem eingebunden werden können.

Zur Montage der Funkkomponenten ist Folgendes zu beachten:

- Bei der Standortwahl von Antennen der Basisstationen und den Antennen der zugehörigen Mobilstationen sollte „Blickkontakt“ bestehen.
- Die Antennenkabel sind fachgerecht zu verlegen.
- Der Biegeradius der Antennenkabel darf auch während der Montage nicht unterschritten werden. Der Radius ist abhängig vom verwendeten Kabeltyp.
- Je nach Antennentyp, muss diese auf ein metallisches Gegengewicht montiert werden.
- Für die Kabel zwischen Systemschrank und Funkbasisstation gelten die gleichen Anforderungen wie für Kabel zu Sprechstellen. Leitungen mit Netzspannung für lokal gespeiste Geräte sind entsprechend auszulegen.

Ausführliche Montagehinweise können dem INDUSTRONIC Dokument GDL-330-013-031 entnommen werden.

## 5.8 Kabel zur Verbindung von zwei Knoten

Um zwei INDUSTRONIC Knoten miteinander zu verbinden, sind elektrische und optische Schnittstellen verfügbar. Die Schnittstellen können mit den entsprechenden Kabeln direkt miteinander oder über ein Netzwerk verbunden werden.

Für direkte elektrische oder optische Verbindungen sind Kabel entsprechend Kapitel 5.2 bzw. 5.6 zu verwenden. Beim Anschluss an ein Netzwerk wird der Kabeltyp durch die Netzwerk-Schnittstelle definiert.

## 5.9 Kabel für Endgeräte mit Ethernet-Schnittstelle

Für die Kabelinstallation empfehlen wir für unsere Geräte die Normen zur strukturierten Gebäudeverkabelung nach EN 50173 bzw. ISO/IEC 11801 einzuhalten.

Weiterhin empfehlen wir bei PoE-Anwendungen die Einhaltung der CENELEC CLC/TR 50174-99-1 bzw. ISO/IEC TS 29125.

### 5.9.1 Kabel für die NRO xx2

Die Sprechstelle NRO xx2 hat aufgrund verschiedener Ausstattungen (Zusatzverstärker, Warnblitzleuchte,...) einen erhöhten PoE-Leistungsbedarf. Deshalb ist es erforderlich Ethernet-Kabel mit folgender **Kabelspezifikation** einzusetzen, um die notwendige maximale Kabellänge von 100 m erreichen zu können:

- Kategorie Cat. 5e oder höher
- Installationskabel mit Aderquerschnitt AWG24 oder AWG23

- Kabelschirmung in der Ausführung als SF/UTP, F/UTP oder S/FTP

Informationen zur Kabelschirmung:

FTP – Foiled Twisted Pair (z. B. Al-beschichtete Folie um die einzelnen Adernpaare)

UTP – Unshielded Twisted Pair (keine Folie um die einzelnen Adernpaare)

S – Screened (Gesamtschirm z. B. Cu-Geflecht)

F – Foiled (Gesamtschirm z. B. Al-beschichtete Folie)

Beispiele für verwendungsfähige Kabel:

- Draka UC300 HS24 Cat.5e SF/UTP 4P LSHF
- Draka UC400 HS23 Cat.6 S/FTP 4P LSHF

## 6 Erdungskonzept / Potenzialausgleich

### 6.1 Systemschrank / Systemspannung

Die Erdung dient zum Berührungsschutz vor gefährlichen Spannungen.

Bei einem Systemschrank, der gefährliche Spannungen (z. B. 115 / 230 V AC) enthält, müssen alle berührbaren elektrisch leitenden Teile nach EN/IEC 62368-1 geerdet werden.

Bei den INDUSTRONIC Schränken sind alle Seitenwände, Dächer und Türen standardmäßig bereits leitend miteinander verbunden.

Der in der Netzleitung mitgeführte Schutzleiter ist an dem zentralen Erdungspunkt

anzuschließen. Der Schutzleiter kann entweder an der Erdungsschiene (mit dem Symbol ) gekennzeichnet) oder an der Erdungsklemme (gelb/grün) angeschlossen werden.

Im Falle, dass Komponenten mit Netzversorgung im Schrank eingebaut sind, die in Summe einen erhöhten Ableitstrom gegen Erde erzeugen, ist ein Warnhinweis in der Nähe des Netzanschlusses angebracht. Der Erdanschluss muss dann redundant erfolgen und der zentrale Erdungspunkt vor Inbetriebnahme über eine separate Leitung mit dem Gebäude-Potenzialausgleich verbunden werden.

Die INDUSTRONIC Systemspannung ist in der Regel 48 V DC oder 60 V DC.

Diese Systemspannung wird in der Regel nicht geerdet, um Störeinflüsse und Erdschleifen zu vermeiden.

### 6.2 Peripherie

Elektrische Geräte, die mit gefährlicher Spannung betrieben werden, sind generell mit einem Schutzleiter anzuschließen. Ausgenommen davon sind schutzisolierte Geräte wie z. B. INDUSTRONIC Sprechstellen oder Warnblitzleuchten ohne Erdungsanschluss.

### 6.3 Geräte im Ex-Bereich / DX(E) 7x5

Nach IEC/EN 60079-14 sind im Ex-Bereich alle (nicht schutzisolierten) ortsfesten elektrischen Geräte mit metallischem Gehäuse(-teilen) und fremde leitfähige Teile an das Potenzialausgleichssystem anzuschließen (Erdung). Der Anschluss kann je nach Gerät über einen inneren oder äußeren Schutzleiteranschluss erfolgen.

Der Schutzleiteranschluss darf nur mit dem lokalen Potenzialausgleichssystem verbunden werden, eine Verbindung zu einem anderen Potenzialausgleichssystem (z. B. durch armiertes Kabel oder durch einen PE-Leiter im Kabel) ist nicht zulässig.

Von den INDUSTRONIC Peripheriegeräten sind Lautsprecher, Warnblitzleuchten, Schallschutzhauben und Verteilerkästen sowie evtl. anlagenspezifische Sonderteile betroffen.

Ex-Sprechstellen vom Typ DX 001, DX 0x2, DX(G) 0x3, DX 0x4, DX(E) 0x5 sind schutzisoliert und müssen nicht geerdet werden.

Ex-Sprechstellen vom Typ DX 7x5 / DXE 7x5 müssen mit dem lokalen Potenzialausgleichssystem verbunden werden. Dazu kann der äußere Erdanschluss oder die innenliegende PE-Klemme verwendet werden.

## 6.4 Geschirmte Kabel

Wenn geschirmte Kabel eingesetzt werden, muss auf eine durchgängige Schirmung vom Systemschrank bis zum Endgerät geachtet werden. Die Schirmung kann als globaler Schirm oder für jedes Adernpaar einzeln ausgeführt sein. Im Systemschrank wird der Schirm mit Erdpotential (möglichst eine separate Erde für Mess- und Regeltechnik) verbunden. In Verteilerkästen ist der vom Systemschrank kommende Schirm über gebrückte Klemmen auf die abgehenden Leitungen zu verteilen. Nach Möglichkeit ist im Endgerät (Sprechstelle, Lautsprecher, Warnblitzleuchte) der Schirm auf eine isolierte Klemme anzuschließen.

Falls das Kabel zusätzlich eine Armierung besitzt, muss der Schirm in allen Streckenabschnitten von der Armierung isoliert bleiben.

## 6.5 Einsatz von armierten Kabeln

### 6.5.1 Generelles

Sollen armierte Kabel zu den Sprechstellen eingesetzt werden, so gilt generell:

- Die Armierung sollte mindestens an einem Kabelende (ggf. mit Hilfe einer dafür geeigneten Kabelverschraubung) mit dem Potenzialausgleichssystem verbunden werden.
- Die Armierung darf nur innerhalb eines Potenzialausgleichs-Bereichs beidseitig mit dem Potenzialausgleichssystem verbunden werden.
- Außerhalb von Ex-Bereichen darf die Armierung isoliert in einer Kabelverschraubung enden. Es ist darauf zu achten, dass die Armierung nicht mit der Verschraubung elektrisch in Kontakt kommt.
- In Verteilerkästen werden für den Erdanschluss üblicherweise Erdverbindungsplatten (Offshore-Platten, → Kapitel 6.5.3, Seite 15) eingesetzt, welche die eingebauten metallischen Verschraubungen untereinander verbinden. Von dort ist eine Verbindung mit dem lokalen PA herzustellen.

## 6.5.2 Einsatz im Ex-Bereich

Zusätzlich sind im Ex-Bereich folgende Punkte zu beachten (IEC/EN 60079-14 Abschnitt 6.4):

Die Armierung sollte in Ex-Bereichen am lokalen Potenzialausgleichssystem angeschlossen werden. Eine Isolierung der Armierung von Erde erfordert große Sorgfalt um gefährliche Funken zu verhindern und wird deshalb nicht empfohlen.

Metallische Kabelverschraubungen für armierte Kabel, die in Metallgehäusen (z. B. Warnblitzleuchten) oder in Ex-Sprechstellen vom Typ DX 7x5 / DXE 7x5 eingebaut werden, sind durch die Konstruktion der Geräte elektrisch mit dem Erdanschluss des Gerätes verbunden und können von diesem Anschluss aus lokal geerdet werden. Falls eine eventuell vorhandene Armierung mit der Verschraubung elektrisch leitfähig verbunden ist, kann die Armierung über den Erdanschluss des Gerätes geerdet werden (→ auch Kapitel 6.5.4, Seite 15).

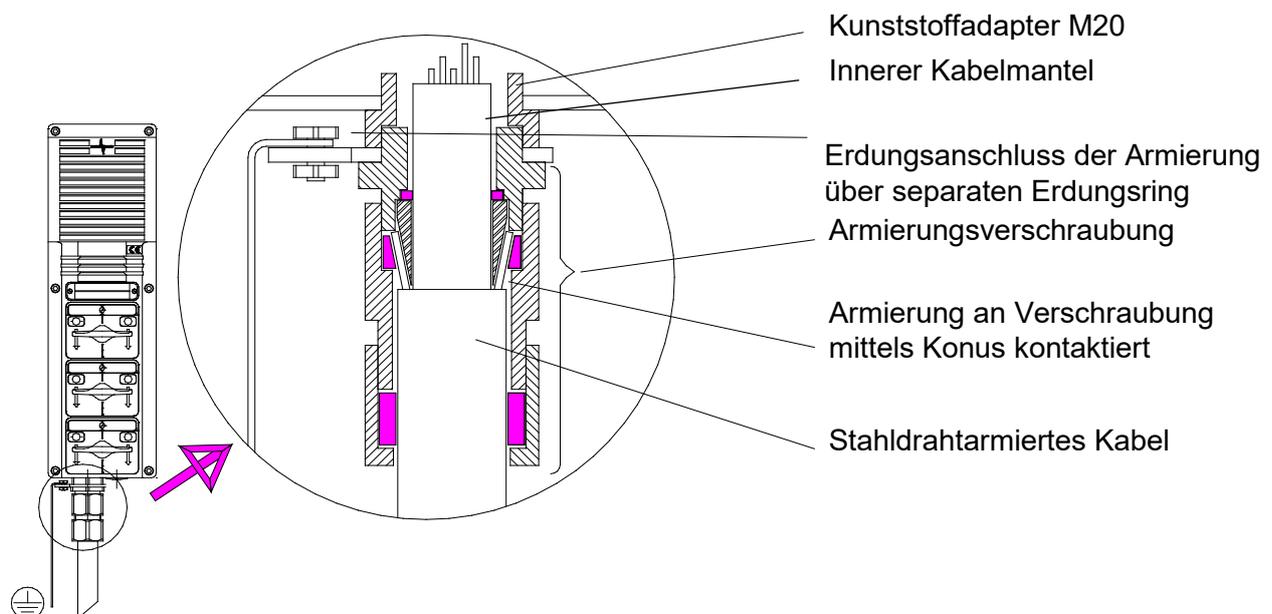
An INDUSTRONIC Ex-Sprechstellen vom Typ DX 7x5 / DXE 7x5 dürfen die Kunststoffverschraubung durch bescheinigte metallische Verschraubungen ausgetauscht werden. Adapter zur Erweiterung oder Reduzierung sind nicht zulässig.

An INDUSTRONIC Ex-Sprechstellen vom Typ DX 001, DX 0x2, DX(G) 0x3, DX 0x4, DX(E) 0x5 darf keine metallische Verschraubung in das Metallgehäuse des Anschlussraums eingeschraubt werden, da die Geräte schutzisoliert sind.

Es sind Kunststoff-Adapter (Gewindegröße der Sprechstelle) einzusetzen, welche die Verschraubung vom Gerät isolieren. Die Metallverschraubung muss lokal geerdet werden. Dies geschieht entweder über einen zusätzlichen Erdungsring, der zwischen Verschraubung und Adapter gelegt wird (→ Beispiel) oder über spezielle Verschraubungen mit außen liegendem Erdungsanschluss.

Pro Eingang am Gerät ist nur ein Adapter zur Erweiterung oder Reduzierung zulässig, eine Kaskadierung ist nicht erlaubt.

Beispiel mit Verschraubung an INDUSTRONIC Ex-Sprechstelle Typ DX 001, DX 0x2, DX(G) 0x3, DX 0x4, DX(E) 0x5 mit innerer und äußerer Abdichtung für stahldraht-armiertes Kabel, lokal geerdet über separaten Erdungsring und Erdungsleitung:



Metallische Kabelverschraubungen, die in Kunststoffgehäusen (z. B. Lautsprecher oder INDUSTRONIC Sprechstellen Typ DAX) eingebaut werden, sind mittels zusätzlicher Erdungsringe, die zwischen Verschraubung und Gehäuse gelegt werden, oder über spezielle Verschraubungen mit außenliegendem Erdungsanschluss zu erden.

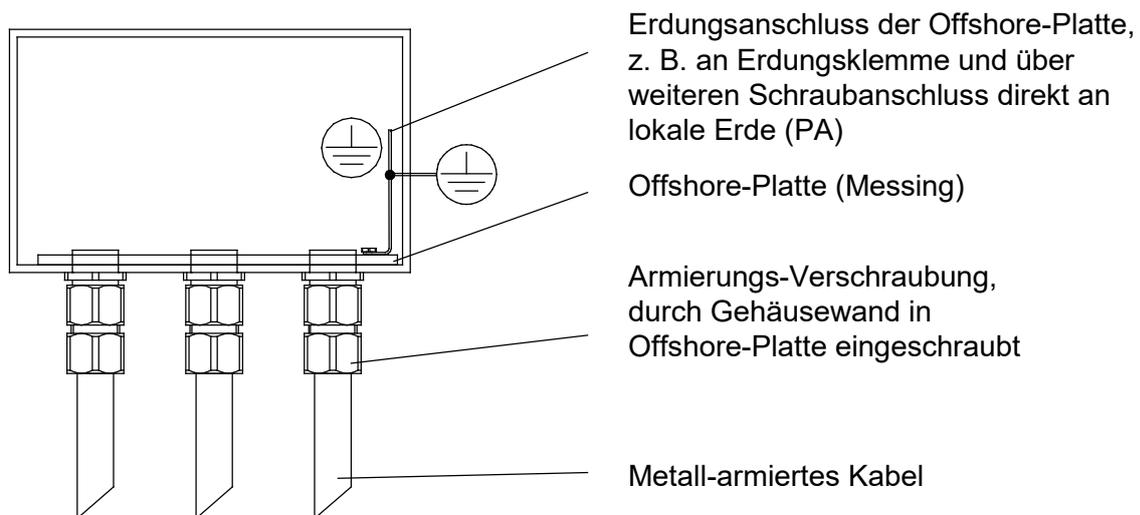
### 6.5.3 Erdung über Erdverbindungsplatten (Offshore-Platte)

Offshore-Platten sind Messingplatten im Verteilergehäuse mit eingeschnittenem Gewinde, in welche die Verschraubungen eingedreht und somit gleichzeitig geerdet werden.

Werden armierte Kabel zusammen mit Verteilerkästen eingesetzt, so werden die metallischen Verschraubungen der abgehenden und ggf. der ankommenden Kabel über diese Offshore-Platten am Verteiler leitend miteinander verbunden und an die lokale Erde (Potenzialausgleich) angeschlossen. Dies ist nur innerhalb eines PA-Bereichs erlaubt.

#### Beispiel:

Kunststoff-Verteilerkasten in Offshore-Technik mit metallischen Ex-Armierungs-Verschraubungen, geerdet über eine eingelegte Offshore-Platte.



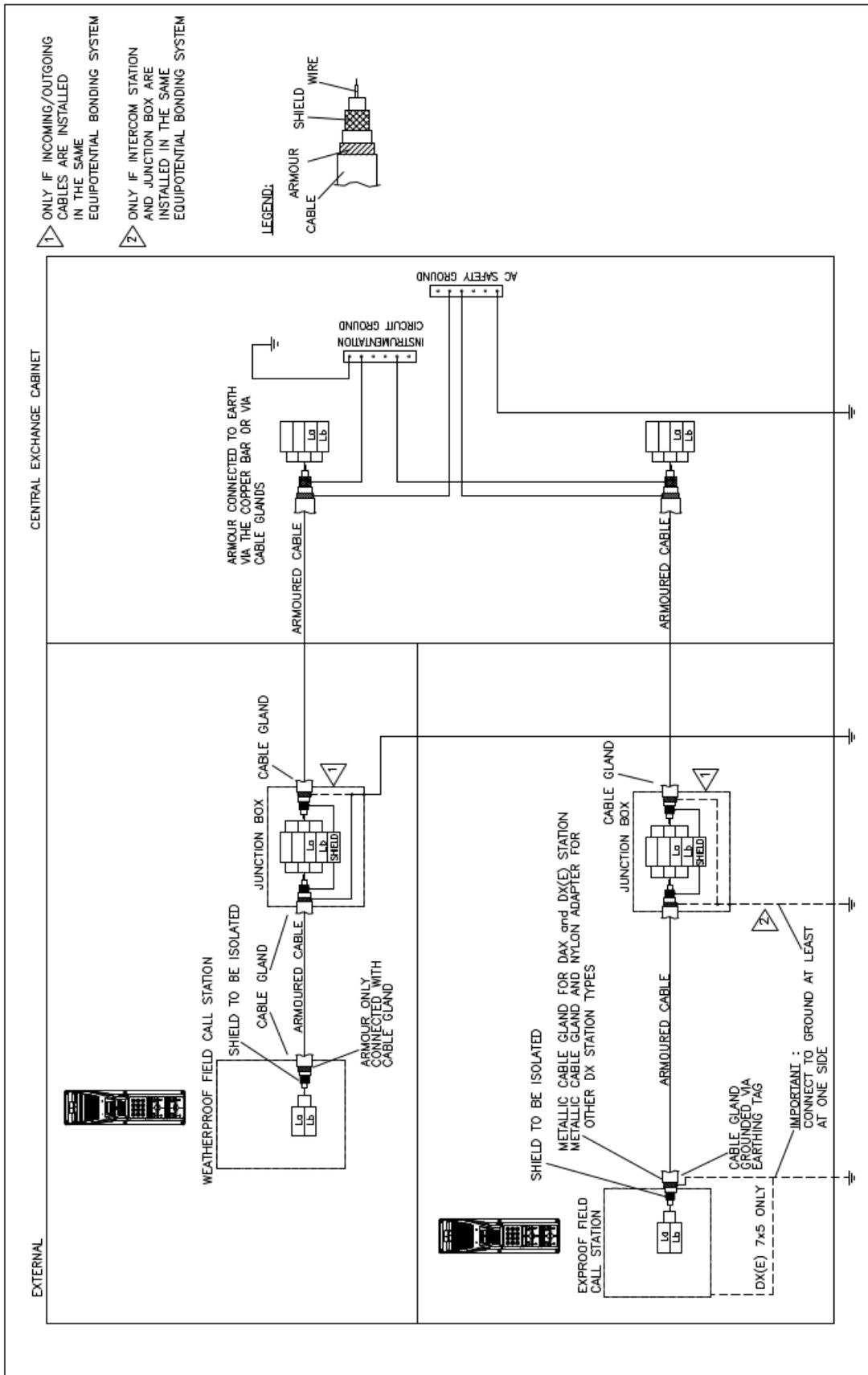
### 6.5.4 Einsatz von armierten Kabeln über mehrere PA-Bereiche

Beim Einsatz von armierten Kabeln sind die vor Ort gegebenen PA-Bereiche zu beachten. Beim Übergang von einem PA-Bereich zu einem anderen muss sichergestellt werden, dass die Armierung des ankommenden Kabels von der Armierung der abgehenden Kabel elektrisch isoliert ist.

Auf den nächsten Seiten sind folgende Verkabelungsbeispiele dargestellt.

Sprechstellen für Außen- und Ex-Bereiche, die über armierte und zusätzlich geschirmte Kabel angeschlossen sind (→ Abb., Seite 16).

Lautsprecher und Warnblitzleuchten für Außen- und Ex-Bereiche, die über armierte Kabel angeschlossen sind (→ Abb., Seite 17).





### 6.5.5 Festlegung der Verschraubung bei armierten Kabeln

Bei der Auswahl der Verschraubung müssen folgende Parameter angegeben werden:

Für welches Gerät, welcher Eingang

Wo soll abgedichtet werden:

- nur Außenmantel
- Außen- und Innenmantel
- Typ der Armierung: Stahlband (DSTA), Einzeldraht-Armierung (SWA) Drahtgeflecht-Armierung
- Kabelaußendurchmesser
- Ggf. Durchmesser Innenmantel
- Umweltbedingungen (Temperatur-Bereich, IP-Schutzklassen)
- Industrie- oder Ex-Ausführung (Ex-d, Ex-e)

Beachten Sie, dass bei großvolumigen Verschraubungen evtl. nur eine Einführung pro Gehäuseseite möglich ist.

## 7 Adernbedarfstabelle für digitale Sprechstellen und Lautsprecher

### Adern für zusätzliche Spannungsversorgung

Zum Anschluss einer digitalen Sprechstelle werden normalerweise zwei Adern benötigt. Wir empfehlen jedoch generell, mindestens vier Adern zu jeder Sprechstelle zu verlegen auch wenn diese zum Zeitpunkt der Erstinstallation noch nicht benötigt werden.

### Hinweis zur Sicherheit:

Um Ausfallzeiten und Folgekosten durch Drahtbruch zu vermeiden, empfiehlt INDUSTRONIC zusätzliche Reserveadern vorzusehen, speziell bei größeren Entfernungen z. B. >1000 m.

Zu beachten ist die maximale Anzahl von Adern in Kabeln, die an Ex-Geräten angeschlossen werden (→ Kapitel 5.2.4, Seite 9).

### Hinweis zum Klemmbereich der Anschlüsse in den Endgeräten:

Bei Tischsprechstellen wird von INDUSTRONIC eine Wandsteckdose mitgeliefert. An dieser können Adern mit einem Querschnitt von max. 0,5 mm<sup>2</sup> (0,8 mm Durchmesser) angeschlossen werden. Bei größerem Adernquerschnitt ist vor der Wandsteckdose eine Klemmeinrichtung (z. B. Abzweigdose) zur Reduzierung des Querschnitts vorzusehen. Die anderen Endgeräte enthalten Klemmen mit einem Klemmbereich bis 2,5 mm<sup>2</sup>, an die auch zwei Adern gleichen Typs bis zu einem Querschnitt bis 1 mm<sup>2</sup> angeschlossen werden dürfen.

### Genereller Hinweis zu Kabeln für Sprechstellen

Sprechstellenkabel müssen grundsätzlich verdrehte Doppeladern oder Sternvierer-Verseilung haben. Speziell bei Kabel der Mess- und Regelungstechnik ist darauf zu achten, dass die Adern paarweise verdreht sind.

Kabel mit einem Gesamtschirm um alle Adernpaare sind generell zulässig, Kabel mit Einzelschirmung um jedes Adernpaar nur für Strecken kleiner 100 m. Die nachfolgenden Tabellen beziehen sich auf Kabel **ohne** Einzelschirm um jedes Adernpaar.

### Hinweis zu Leitungslängen beim Betrieb von Zusatzverstärkern

In Abhängigkeit von der Leitungslänge reduziert sich die Ausgangsleistung des Zusatzverstärkers. Die in den Tabellen angegebenen maximalen Leitungslängen entsprechen einer Lautstärkereduzierung von ca. 2,5 dB. Bei Leitungslängen darüber hinaus funktioniert der Zusatzverstärker immer noch, die Lautstärkereduzierung ist jedoch deutlich. Die Angaben in den Tabellen beim Betrieb mit Zusatzverstärker beziehen sich auf einen angeschlossenen Lautsprecher mit einer Nennleistung von 25 W. Bei Lautsprechern mit kleinerer Nennleistung ist die Lautstärkereduzierung geringer.

Je nach Systemspannung 48 V oder 60 V ist der Adernbedarf unterschiedlich, deshalb wurden getrennte Kalkulationen vorgenommen.

## 7.1 Adernbedarf für Sprechstellen mit 48-V-Systemspannung

### Hinweis zu Leitungslängen beim Betrieb mit bis zu 55 V ohne Batterien:

Wird ein 48-V-System konstant mit einer Spannung von 54 V bis 55 V betrieben, können die Leitungslängen in den Tabellen mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden.

Abhängig vom Kabeltyp und von der Kabellänge wird der Adernbedarf wie folgt kalkuliert:

### 7.1.1 Telekommunikationskabel mit 0,5 mm Durchmesser, 48 V

Sprechstellen-Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
<b>bis 48 DT(E) 705</b>	2	2	2	4	4	4	6	6	6											
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	6	6	8	8	8													
<b>ab 64 DT(E) 705</b>	4	4	4	4	4	6	6	6												
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	6	6	8	8	8													
<b>.. DTM x1x</b>	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6								
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	6	6	8	8	8													
<b>.. DA(E) 0x5</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2											
<b>.. DA(E) 7x5</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4			
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	6	6	8	8	8													
<b>.. DX(E) xx5</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	6	8	8															
<b>8 DIO x1x</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4			

Anzahl der benötigten Adern

## 7.1.2 Telekommunikationskabel mit 0,6 mm Durchmesser, 48 V

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	6						
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8										
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6							
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8										
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6			
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8										
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8										
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	6	6	6	8	8	8												
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4

Anzahl der benötigten Adern

## 7.1.3 Telekommunikationskabel mit 0,8 mm Durchmesser, 48 V

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6								
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6									
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6					
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2									
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	8	8													
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Anzahl der benötigten Adern

## 7.1.4 Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 0,75 mm<sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1 mm), 48 V

Bedingt durch die höhere Signaldämpfung bei diesem Kabel beträgt die maximale Länge 2 km.

Bei diesem Kabel können bis zu 2 Adern in eine Klemme eingeführt werden.

Sprechstellen-Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
<b>bis 48 DT(E) 705</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8
<b>ab 64 DT(E) 705</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8
<b>.. DTM x1x</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8
<b>.. DA(E) 0x5</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
<b>.. DA(E) 7x5</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8
<b>.. DX(E) xx5</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>mit Zusatzverst.</b>	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	
<b>8 DIO x1x</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Anzahl der benötigten Adern

## 7.1.5 Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,4 mm), 48 V

Bedingt durch die höhere Signaldämpfung bei diesem Kabel beträgt die maximale Länge 1,5 km. Es kann nicht mehr als 1 Ader in eine Klemme eingeführt werden.

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4					
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4					
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4					
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4					
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4					
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6				
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					

Anzahl der benötigten Adern

## 7.1.6 Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 2,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,8 mm), 48 V

Bedingt durch die höhere Signaldämpfung bei diesem Kabel beträgt die maximale Länge 1 km. Es kann nicht mehr als 1 Ader in eine Klemme eingeführt werden.

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										

Anzahl der benötigten Adern

## 7.2 Adernbedarf für Sprechstellen mit 60-V-Systemspannung

Hinweis zu Leitungslängen beim Betrieb mit bis zu 68 V ohne Batterien:

Wird ein 60-V-System konstant mit einer Spannung von 66 V bis 68 V betrieben, können die Leitungslängen in den Tabellen mit dem Faktor 1,5 multipliziert werden.

Abhängig vom Kabeltyp und von der Kabellänge wird der Adernbedarf wie folgt kalkuliert:

### 7.2.1 Telekommunikationskabel mit 0,5 mm Durchmesser, 60 V

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8								
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8								
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8								
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8								
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8									
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4

Anzahl der benötigten Adern

## 7.2.2 Telekommunikationskabel mit 0,6 mm Durchmesser, 60 V

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6			
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6				
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2									
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	6	6	6	8	8	8											
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	6	6	6	8	8	8												
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Anzahl der benötigten Adern																				

## 7.2.3 Telekommunikationskabel mit 0,8 mm Durchmesser, 60 V

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8					
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8					
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8					
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8					
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8						
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Anzahl der benötigten Adern																				

## 7.2.4 Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 0,75 mm<sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1 mm), 60 V

Bedingt durch die höhere Signaldämpfung bei diesem Kabeltyp beträgt die maximale Länge 2 km.

Bei diesem Kabel können bis zu 2 Adern in eine Klemme eingeführt werden.

Sprechstellen-Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Anzahl der benötigten Adern

## 7.2.5 Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,4 mm), 60 V

Bedingt durch die höhere Signaldämpfung bei diesem Kabeltyp beträgt die maximale Länge 1,5 km. Es kann nicht mehr als 1 Ader in eine Klemme eingeführt werden.

Sprechstellen- Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						

Anzahl der benötigten Adern

## 7.2.6 Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 2,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,8 mm), 60 V

Bedingt durch die höhere Signaldämpfung bei diesem Kabeltyp beträgt die maximale Länge 1 km. Es kann nicht mehr als 1 Ader in eine Klemme eingeführt werden.

Sprechstellen-Typen	Kabellänge in km																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4										
8 DIO x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										

Anzahl der benötigten Adern

## 7.3 Funkanwendung

Aderndurchmesser 0,8 mm:

Systemspannung	Kabellänge	Adern für Line a/b	Adern für Spannungsversorgung	Summe
<b>48 V DC</b>	0 m bis 300 m	2	2	4
	300 m bis 700 m	2	4	6
	700 m bis 1000 m	2	6	8
<b>60 V DC</b>	0 m bis 500 m	2	2	4
	500 m bis 1300 m	2	4	6
	1300 m bis 2500 m	2	6	8
<b>68 V DC</b>	0 m bis 700 m	2	2	4
	700 m bis 1800 m	2	4	6
	1800 m bis 2900 m	2	6	8
<b>110 / 230 V AC</b>	0 m bis 2500 m	2	*	2

\*Die Spannungsversorgung erfolgt dezentral und richtet sich nach den örtlichen Vorschriften.

## 7.4 Lautsprecherkabel

Verdrahtung vom Systemschrank zu den Lautsprechern bzw. Lautsprecherstromkreisen.

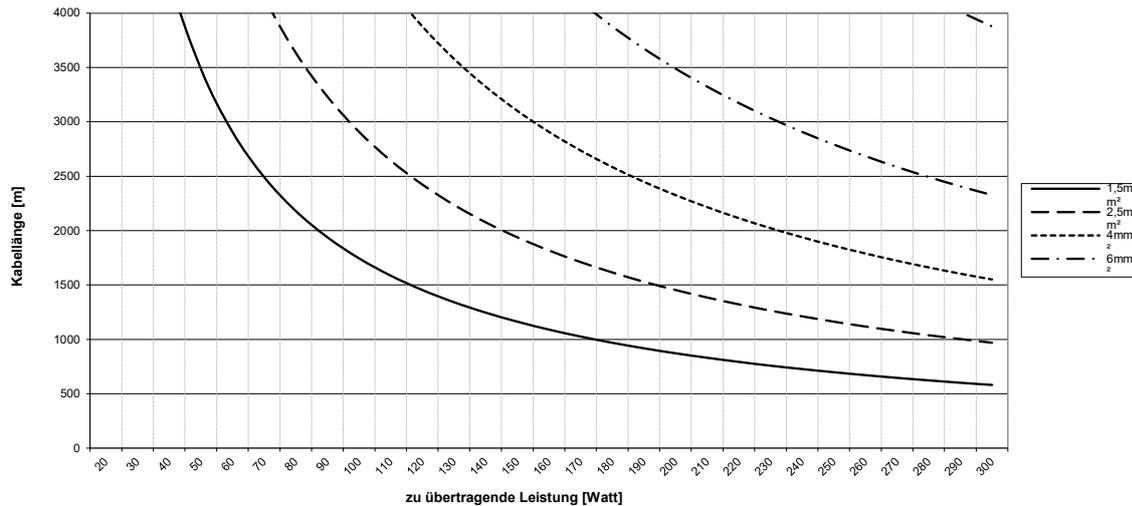
Abhängig von der Kabellänge und der Leistung wird der Leitungsquerschnitt wie folgt kalkuliert:

-3 dB Leistungsverlust für Durchsage- und Sprachanwendungen

Kabellänge	zu übertragende Leistung					Leiterquerschnitt
	30 W	50 W	100 W	150 W	250 W	
0 m bis 700 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	
700 m bis 1000 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	
1000 m bis 1900 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	
1900 m bis 2800 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	
2800 m bis 4000 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	

Ein Leistungsverlust von -3 dB ist bei Sprachanwendungen nur im direkten Vergleich hörbar und entspricht einem Lautstärkeunterschied von ebenfalls -3 dB. Für Alarmanwendungen empfehlen wir jedoch einen Leistungsverlust von nicht mehr als -2 dB.

## Kabeldiagramm für -3 dB Leistungsverlust



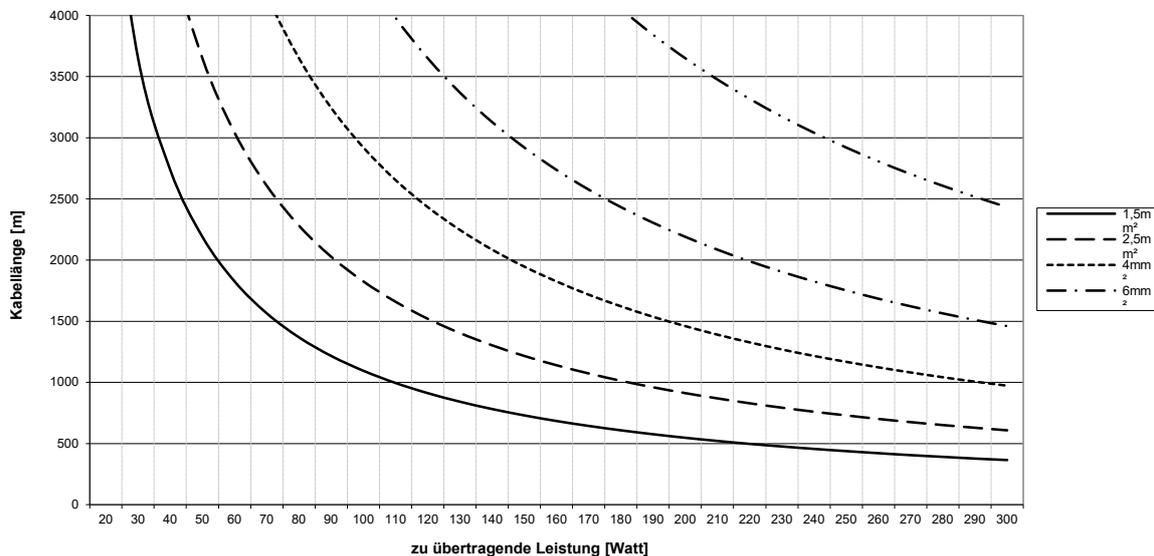
## -2 dB Leistungsverlust für Alarm- und Sprachanwendungen

zu übertragende Leistung					
Kabellänge	30 W	50 W	100 W	150 W	250 W
0 m bis 400 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>
400 m bis 1100 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
1100 m bis 1700 m	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>
1700 m bis 2900 m	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>
2900 m bis 3600 (4400) m	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	(6 mm <sup>2</sup> )	(10 mm <sup>2</sup> )	

Leiterquerschnitt

Bei Alarmierung und Evakuierung ist es wichtig, dass der größte Teil der Verstärkerleistung auch am Lautsprecher ankommt. Deshalb sollte man bei Alarmanwendungen einen maximalen Leistungsverlust von -2 dB zulassen. Dies entspricht einem Lautstärkeunterschied von ebenfalls -2 dB.

## Kabeldiagramm für -2 dB Leistungsverlust



## 8 Verschraubungsgrößen und Kabeldaten

### 8.1 Verschraubungsgrößen

Im Folgenden eine Tabelle mit Daten über standardmäßige Verschraubungen an typischen INDUSTRONIC Geräten:

Gerät	bestückt mit Verschraubung	zugelass. Kabel- Außendurchmesser	weitere Verschraubung, nicht bestückt
<b>dig. Ex-Sprechstelle . D(A)X . . .</b>	2 x M20	4 mm bis 13 mm	
	1 x M25	7 mm bis 17 mm	
<b>dig. Sprechstelle . DA . . .</b>	2 x M20	4 mm bis 13 mm	
	1 x M25	7 mm bis 17 mm	
<b>dig. Sprechstelle . DAU . . .</b>	Blind- verschraubung		2 x 1/2"
<b>dig. Zusatzschalterteil . DAZ ...</b>	2 x M20	4 mm bis 13 mm	1 x M25
<b>dig. Wandsteckdose 6 DWS ..</b>	10 Ausbrüche	0 mm bis 8 mm	
<b>dig. Zusatzverstärker 25 DVT . .</b>	1 x Gummi-Tülle	0 mm bis 20 mm	1 x Gummi-Tülle
<b>dig. Steuergerät 1 DES . . .</b>	1 x Gummi-Tülle	0 mm bis 20 mm	1 x Gummi-Tülle
<b>dig. I/O-Box . .8 DIO 1xx.</b>	2 x M20	6 mm bis 12 mm	
<b>DDSI 103</b>	3 x M20	8 mm bis 13 mm	1 x M20
<b>Warnblitzleuchten</b>	Siehe jeweilige Maßzeichnung		
<b>Lautsprecher</b>	Siehe jeweilige Maßzeichnung		
<b>Ex-Lautspr. DSP25EexmNT</b>	1 x M20	6 mm bis 12 mm	1 x M20
<b>Ex-Lautspr. DSP15</b>	1 x M20	6 mm bis 12 mm	1 x M20
<b>Ex-Lautspr. DB425W</b>	1 x M20	7 mm bis 14 mm	1 x M20
<b>Ex-Lautspr. ExL25</b>			2 x M20
<b>Ex-Lautspr. DB4B</b>			2 x M20

## 8.2 Technische Daten für Telekommunikationskabel

Die folgenden Daten sind typisch für Telekommunikationskabel zu INDUSTRONIC Sprechstellen. Werden Kabel nach außereuropäischen Standards verwendet, so sollten diese Werte ebenfalls angestrebt werden:

Daten	A2Y(L)2Y .. x2x0,6	A2Y(L)2Y .. x2x0,8	J-Y(St)2Y .. x2x0,6	J-Y(St)2Y .. x2x0,8
<b>Aufbau</b>	Sternvierer	Sternvierer	paarige Verseilung	paarige Verseilung
<b>Mindestbiegeradius bei fester Verlegung</b>	10 x Kabel- durchmesser	10 x Kabel- durchmesser	10 x Kabel- durchmesser	10 x Kabel- durchmesser
<b>Temperaturbereich bei Verlegung verlegt</b>	-5 °C bis +50 °C ≤ +70 °C	-20 °C bis +50 °C ≤ +70 °C	-5 °C bis +70 °C -5 °C bis +70 °C	-5 °C bis +70 °C -5 °C bis +70 °C
<b>Betriebsspitzenspannung (nicht für Starkstromzwecke)</b>	225 V	225 V	300 V	300V
<b>Prüfspannung Ader/Ader Ader/Schirm</b>	500 V 2000 V	500 V 2000 V	800 V 800 V	800 V 800 V
<b>Leiterdurchmesser</b>	0,6 mm	0,8 mm	0,6 mm	0,8 mm
<b>Leiterquerschnitt</b>	0,28 mm <sup>2</sup>	0,50 mm <sup>2</sup>	0,28 mm <sup>2</sup>	0,50 mm <sup>2</sup>
<b>Dämpfung bei 800Hz</b>	1,0 dB/km	0,8 dB/km	1,7 dB/km	1,1 dB/km
<b>Kapazitive Kopplung K1</b>	98% < 400pF/300m	98% < 400pF/300m	80% < 300pF/100m	80% < 300pF/100m
<b>Kapazitive Kopplung K9-12</b>	98% < 100pF/300m	98% < 100pF/300m	90% < 100pF/100m	90% < 100pF/100m
<b>Betriebskapazität bei 800Hz</b>	52 nF/km	52 nF/km	100 nF/km	100 nF/km
<b>Isolation: spezifischer Durchgangswiderstand</b>	5 GΩxkm	5 GΩxkm	100 MΩxkm	100 MΩxkm
<b>Schleifenwiderstand</b>	130 Ω/km	73,2 Ω/km	130 Ω/km	73,2 Ω/km
<b>VDE-Vorschrift</b>	VDE 0816	VDE 0816	VDE 0815	VDE 0815
<b>Verwendungsbereich</b>	Erd-, Rohrverlegung nicht in feuergefährdeten Bereichen	Erd-, Rohrverlegung nicht in feuergefährdeten Bereichen	in trockenen und feuchten Räumen zur festen Verlegung auf und unter Putz	in trockenen und feuchten Räumen zur festen Verlegung auf und unter Putz
<b>Impedanz bei 800Hz</b>	≈ 720 Ω	≈ 520 Ω	k. A.	k. A.

## 9 Umrechnung auf angloamerikanische Maße (AWG)

Im US-amerikanischen Einflussgebiet werden die Dimensionen für Kupferleiter meist in AWG-Nummern angegeben.

Im Folgenden ein Auszug der wichtigsten AWG-Umrechnungsgrößen:

AWG-Nr.	Durchmesser	Querschnitt	AWG-Nr.	Durchmesser	Querschnitt
1	7,35 mm	42,4 mm <sup>2</sup>	12	2,05 mm	3,31 mm <sup>2</sup>
2	6,54 mm	33,6 mm <sup>2</sup>	14	1,63 mm	2,08 mm <sup>2</sup>
4	5,19 mm	21,2 mm <sup>2</sup>	16	1,29 mm	1,31 mm <sup>2</sup>
6	4,12 mm	13,3 mm <sup>2</sup>	18	1,024 mm	0,823 mm <sup>2</sup>
8	3,26 mm	8,37 mm <sup>2</sup>	20	0,813 mm	0,519 mm <sup>2</sup>
10	2,59 mm	5,26 mm <sup>2</sup>	22	0,643 mm	0,324 mm <sup>2</sup>

Weitere Umrechnungsfaktoren für allgemeine / elektrische Maße:

Angloameri- kanisches Maß	Europäische Umrechnung (SI-Einheiten)	Angloameri- kanisches Maß	Europäische Umrechnung (SI-Einheiten)
1 inch (in. ")	25,4 mm	1 pF per foot	3,28 pF/m
1 foot	0,305 m	1 µF per mile	0,62 µF/km
1 yard	0,914 m	1 megohm per mile	0,62 MΩ/km
1 mile	1,61 km	1 decibel per mile	0,62 dB/km
1 MCM	0,5067 mm <sup>2</sup>	1 ohm per 1000 ft	3,28 Ω/km
1 square inch	645,16 mm <sup>2</sup>	1 ohm per yard	10,936 Ω/km
		1 pound (lb)	0,454 kg

# Dokumentenhistorie und Impressum

Version	Bearbeitet		Geprüft		Änderungen
	Datum	Name	Datum	Name	
11	11.2019	R. Amrhein V. Schäd	11.2019	W. Lenz	Erdung von Ex-Sprechstellen DX(E) 7x5, Ethernetkabel für NRO xx2
12	20.12.2021	M. Amend R. Amrhein	23.12.2021	W. Lenz	Reichweiten mit Zusatz- verstärker 25 DVA 10, Kapitel 5.1 Abstände zu anderen Leitungen, INTRON-X ergänzt, neues CI/CD

Alle Rechte für den Fall der Patent- oder Gebrauchsmustereintragung vorbehalten.  
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich zugestanden.  
Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadensersatz.

Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen der jeweiligen Firmen.

Technische Änderungen vorbehalten

Copyright © INDUSTRONIC®

## **INDUSTRONIC®**

Industrie-Electronic GmbH & Co. KG  
Carl-Jacob-Kolb-Weg 1  
97877 Wertheim / Germany

Tel.: +49 9342 871-0  
Fax: +49 9342 871-565

info@industronic.de  
www.industronic.com

