

# **Richtlinien für die Feldverkabelung von INTRON-D / INTRON-D *plus* 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>8</b>
5.1	Kabel für Sprechstellen .....	8
5.1.1	Generelle Richtlinien .....	8
5.1.2	Verlegung im Außenbereich .....	8
5.1.3	Verlegung innerhalb von Gebäuden .....	9
5.1.4	Verlegung in explosionsgefährdeten Bereichen .....	10
5.2	Kabel für Lautsprecher .....	10
5.3	Kabel für Blitzleuchten .....	11
5.4	Kabel für Batterieversorgung 48 V / 60 V .....	11
5.5	Glasfaserkabel .....	11
5.6	Antennen und Antennenkabel .....	12
5.7	Kabel zwischen zwei Zentralen .....	12
<b>6</b>	<b>Erdungskonzept / Potenzialausgleich</b> .....	<b>13</b>
6.1	Zentrale / Systemspannung .....	13
6.2	Peripherie .....	13
6.3	Erdung von Geräten im Ex-Bereich .....	13
6.4	Geschirmte Kabel .....	14
6.5	Einsatz von armierten Kabeln .....	14
6.5.1	Generelles .....	14
6.5.2	Erdung über Erdverbindungsplatten (Offshore-Platte) .....	16
6.5.3	Einsatz von armierten Kabeln über mehrere PA-Bereiche .....	16
6.5.4	Festlegung der Verschraubung bei armierten Kabeln .....	19
<b>7</b>	<b>Adernbedarfstabelle für digitale Stationen und Lautsprecher</b> .....	<b>20</b>
7.1	Adernbedarf für Sprechstellen mit 48 V Systemspannung .....	21
7.1.1	Telekommunikationskabel mit 0,5 mm Durchmesser, 48 V .....	21
7.1.2	Telekommunikationskabel mit 0,6 mm Durchmesser, 48 V .....	22
7.1.3	Telekommunikationskabel mit 0,8 mm Durchmesser, 48 V .....	22
7.1.4	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 0,75 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1 mm), 48 V .....	23
7.1.5	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 1,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,4 mm), 48 V .....	24
7.1.6	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 2,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,8 mm), 48 V .....	25
7.2	Adernbedarf für Sprechstellen mit 60 V Systemspannung .....	26
7.2.1	Telekommunikationskabel mit 0,5 mm Durchmesser, 60 V .....	26
7.2.2	Telekommunikationskabel mit 0,6 mm Durchmesser, 60 V .....	27
7.2.3	Telekommunikationskabel mit 0,8 mm Durchmesser, 60 V .....	27

7.2.4	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 0,75 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1 mm), 60 V .....	28
7.2.5	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 1,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,4 mm), 60 V .....	29
7.2.6	Kabel der Mess- und Regeltechnik mit 2,5 mm <sup>2</sup> Querschnitt (Ø 1,8 mm), 60 V .....	30
7.3	Funkanwendung .....	31
7.4	Lautsprecherkabel .....	31
<b>8</b>	<b>Verschraubungsgrößen und Kabeldaten .....</b>	<b>33</b>
8.1	Verschraubungsgrößen .....	33
8.2	Technische Daten für Fernsprechkabel .....	34
<b>9</b>	<b>Umrechnung auf angloamerikanische Maße (AWG) .....</b>	<b>35</b>
	<b>Dokumentenhistorie und Impressum .....</b>	<b>36</b>

## 1 Einleitung

In diesem Dokument werden die allgemeinen Richtlinien zur Anschlussverkabelung von digitalen INDUSTRONIC Kommunikations- und Beschallungssystemen vom Typ INTRON-D und INTRON-D *plus* beschrieben.

## 2 Begriffe

Ex-Bereich	Bereich, in dem Gemische aus entzündlichen Gasen oder brennbaren Stäuben mit Luft zu einer explosionsfähigen Atmosphäre führen können
FM	Fernmelde- z. B. FM-Kabel = Fernmeldekabel
INTERCOM	Überbegriff für Kommunikationstechniken wie Wechselsprechen, Gegensprechen, Party Line, Telefonie, Funk etc.
INTRON-D / INTRON-D <i>plus</i>	Volldigitales INDUSTRONIC System
LINE	Adernpaar zur Übertragung von digitalisierten Sprach- und Steuerungsinformationen sowie der Phantomspeisung zu einer Station (Sprechstelle)
OFFSHORE	Installationstechnik mit gemeinsamer Erdungsplatte für Verschraubungen
PA	Potentialausgleich
PE	<i>Protection Earth</i> = Schutzerde
Zentrale	Zentrale Vermittlungseinrichtung

## 3 Anzuwendende Dokumente / Normen

Systemdokumentation zum jeweiligen Projekt

Adernbedarfs-Berechnungen für analoge Systeme: 330-001-015

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

EN 60950: Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit

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

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

IEC / EN 60079- ... Ex-Schutzarten

VDE 0800 (Industrielle Kommunikationsnetze)

Montagerichtlinien für INDUSTRONIC Funksysteme: 330-013-031

## 4 Verkabelungsschema

In INDUSTRONIC System sind prinzipiell folgende Verbindungen über Kabel herzustellen:

Zentrale zu Sprechstelle, ggf. mit Zusatzlautsprecher

Zentrale zu Lautsprecherkreis

Zentrale zu Blitzleuchte(n)

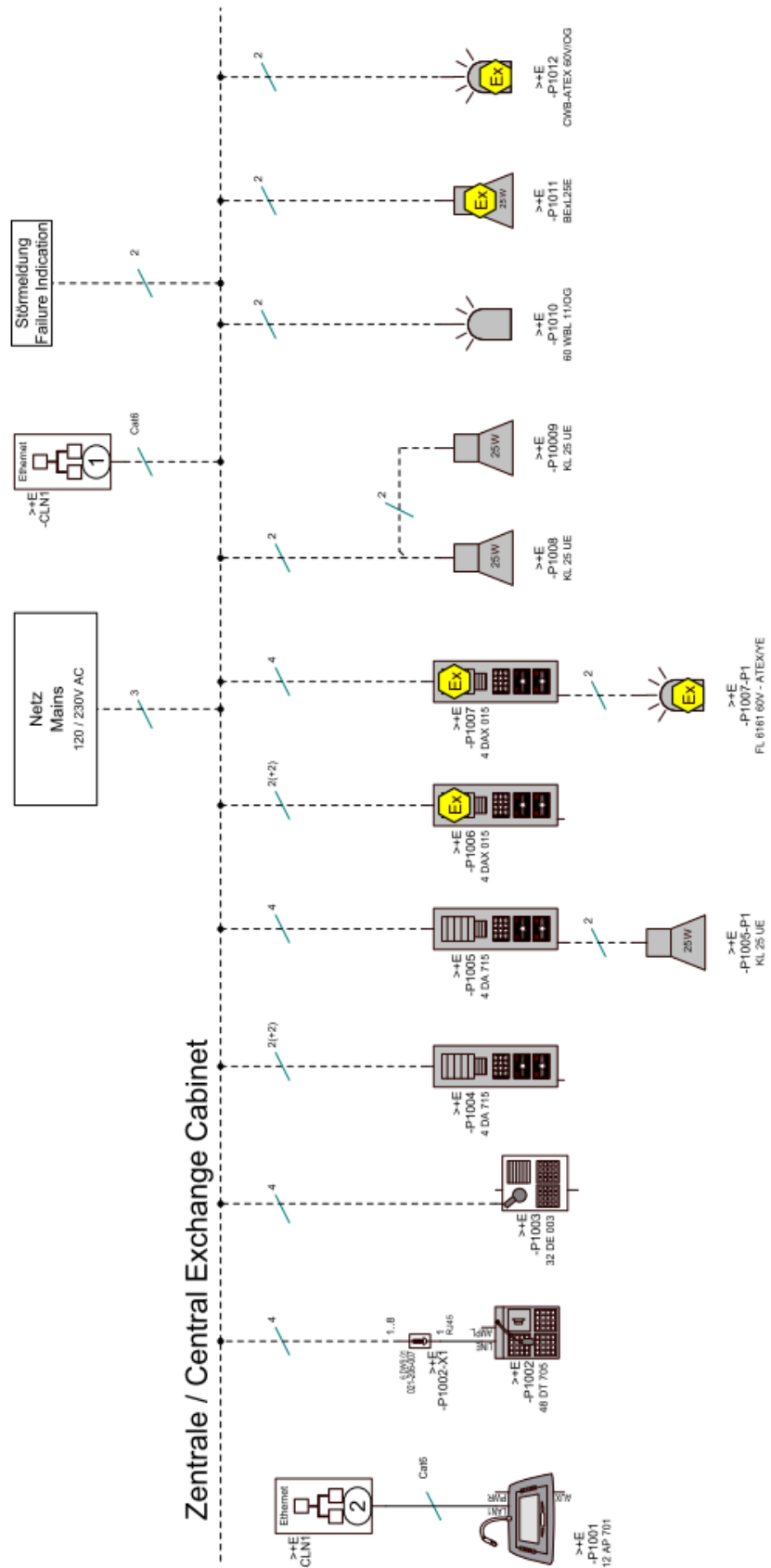
Zentrale zu Funkbasisstation

Zentrale zu Zentrale

Um eine größtmögliche Sicherheit und Verfügbarkeit der INDUSTRONIC Kommunikations- und Beschallungssysteme zu ermöglichen, werden die Kabel zu den oben genannten Endgeräten im allgemeinen von der Zentrale 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 digitalen Intercom-Systems mit Beschallungsanteil und Blitzleuchten dar:



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

Die Adernzahlen für digitale Sprechstellen an INTRON-D / INTRON-D *plus* 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 (siehe Kapitel 7.1, Seite 21 und Kapitel 7.2, Seite 26)

+ 2 zusätzliche Versorgungsadern für Blitzleuchten. Der Strombedarf sowie der Einschaltstrom sind zu beachten.

Die Adernzahlen für analoge Sprechstellen an INTRON-D / INTRON-D *plus* Systeme 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.

Bitte beachten Sie, dass Kabel für die Peripherie des Kommunikationssystems nicht unmittelbar neben Hochspannungs-, Starkstromkabeln- oder Kabeln mit starken HF- bzw. Oberwellenanteil (z. B. für thyristorgesteuerte Drehstromantriebe) verlegt werden dürfen.

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

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

### 5.1 Kabel für Sprechstellen

#### 5.1.1 Generelle Richtlinien

Kabel, die Sprechstellen mit der zentralen Vermittlungseinrichtung verbinden, müssen grundsätzlich verdrehte Doppeladern oder Sternvierer-Verseilung haben. Evtl. vorhandene Einstreuungen und Wechselfelder haben dadurch keinen störenden Einfluss auf die Qualität der Kommunikation.

Eine weitere Abschirmung der Kabel ist in aller Regel nicht notwendig; Richtlinien für armierte oder geschirmte Kabel siehe Kapitel 6.4, Seite 14 bzw. 6.5, Seite 14.

Die Verlegung erfolgt nach örtlichen Vorschriften, z. B. auf Pritschen oder in Rohr.

Je nach Länge der Kabel müssen für die Sprechstellen teilweise Adern parallelgeschaltet werden. Die Hinweise hierzu entnehmen Sie bitte dem Kapitel 7, Seite 20, für digitale Sprechstellen sowie dem Dokument 330-001-015 für analoge Sprechstellen.

#### 5.1.2 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 (instrumentation cable), paarig und mit verstärktem Außenmantel, z. B. RE-2Y(ST)Yv

Zum Erreichen der in Kapitel 7, Seite 20, genannten Reichweiten sollten Kabel mit einer Aderisolierung 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 Stern-Vierer** Verseilung:



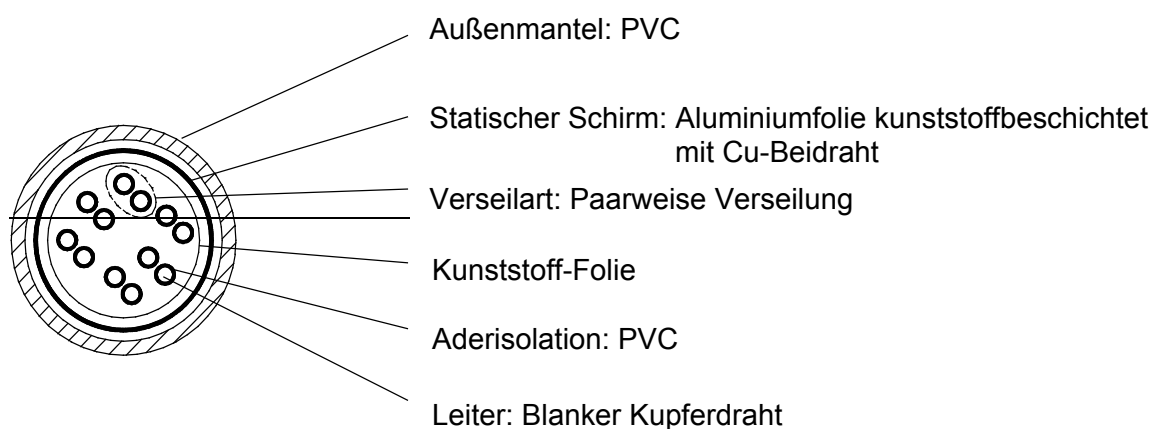
Bei Sternvierer-Verseilung bilden die jeweils gegenüberliegenden Drähte ein Paar (nicht die nebeneinander liegenden Drähte).

### 5.1.3 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, verdrehtes, geschirmtes oder ungeschirmtes Telekommunikationskabel

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



### 5.1.4 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 (siehe 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 RE-2Y(ST)Yv mit paarig verdrehter 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 (max. 5 Paare). 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.

## 5.2 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 siehe Kapitel 7.4, S. 31.

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, Potentialausgleichsschiene) zu verbinden. Eine Erdung über das Kabel in einen anderen PA-Bereich ist nicht zulässig.

### 5.3 Kabel für Blitzleuchten

Für Blitzleuchten in 48 V/ 60 V-Technik, die an einer Sprechstelle angeschlossen sind, können außerhalb des Ex-Bereiches FM-Kabel (siehe Kapitel 5.1, Seite 8) verwendet werden. Ansonsten sind Kabel einzusetzen, wie sie für Lautsprecheranwendungen beschrieben sind (siehe Kapitel 5.2, Seite 10). Wenn die Blitzleuchte 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 (siehe Kapitel 5.2, Seite 10).

### 5.4 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 Zentralenschränken 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.

### 5.5 Glasfaserkabel

INDUSTRONIC bietet für INTRON-D / INTRON-D *plus* Komponenten an, mit denen SUB-Zentralen (Satelliten) gebildet werden oder Zentralen gekoppelt werden können. Diese Komponenten werden über Lichtwellenleiter verbunden.

Elektromagnetische Einflüsse können auf diesen Übertragungsstrecken 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 die INTRON-D / INTRON-D *plus* zur Verfügung stehen.

Je nach Typ der Baugruppe LWL Gradientenfasern 50/125µm oder 62,5/125µm bzw. Single-Mode-Fasern 9/125µm verwenden

Über die gesamte Strecke muss eine Faser gleichen Typs verwendet werden.

Maximale Länge je Strecke 3 km für Gradientenfaser

Zulässige Gesamtdämpfung:

< 12dB @ 62,5/125µm / < 7dB @ 50/125µm

< 15dB @ 9/125µm

Verlegungs- und Konfektionierungsvorschriften des Kabelherstellers beachten

Möglichst wenig Biegestellen und Übergangsstellen einbauen

Keine mechanische Belastung auf die Kabel und die Anschlussbuchsen der INTRON-D / INTRON-D *plus* Komponenten ausüben

## 5.6 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 Zentrale 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 330-013-031 entnommen werden.

## 5.7 Kabel zwischen zwei Zentralen

Um zwei INDUSTRONIC Zentralen miteinander zu verbinden, sind elektrische und optische Schnittstellen verfügbar. Die Schnittstellen können zwei Zentralen direkt miteinander oder als Ethernet-Schnittstelle über ein Netzwerk verbinden.

Für direkte elektrische oder optische Verbindungen sind Kabel entsprechend Kapitel 5.1, Seite 8 bzw. 5.5, Seite 11 zu verwenden. Beim Anschluss an ein Netzwerk wird der Kabeltyp durch die Netzwerk-Schnittstelle definiert.

## 6 Erdungskonzept / Potenzialausgleich

### 6.1 Zentrale / Systemspannung


Die Erdung dient zum Schutz vor gefährlichen Spannungen.

Bei einem Zentralenschrank, der stromführende Komponenten enthält, müssen alle elektrisch leitenden Teile nach EN/IEC 60950 bzw. EN/IEC 62368-1 geerdet werden.

Durch die Erdung des Schrankgehäuses wird die Abschirmung der im Schrank enthaltenen elektronischen Komponenten sichergestellt.

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-Potentialausgleich verbunden werden.

Die INDUSTRONIC Systemspannung ist in der Regel 60 VDC oder 48 VDC. Diese Systemspannung wird in der Regel nicht geerdet, um Störeinflüsse und Erdschleifen zu vermeiden. Für den Fall, dass Überspannungsschutzmodule für angeschlossene Sprechstellenleitungen eingesetzt werden, muss die negative Seite der Versorgungsspannung geerdet werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass sich die Systemspannung vom Erdpotential entfernt und die Überspannungsableiter auslösen.

### 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 Blitzleuchten ohne Erdungsanschluss.

### 6.3 Erdung von Geräten im Ex-Bereich

Nach EN 60079-14 sind im Ex-Bereich alle (nicht schutzisolierten) ortsfesten elektrischen Geräte mit metallischem Gehäuse(-teilen) und fremde leitfähige Teile an das Potentialausgleichssystem anzuschließen (Erdung).

Von den INDUSTRONIC Peripheriegeräten sind Lautsprecher, Blitzleuchten, Schallschutzhauben und Verteilerkästen sowie evtl. anlagenspezifische Sonderteile betroffen. Der Anschluss kann je nach Gerät über den inneren oder äußeren Schutzleiteranschluss erfolgen.

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

## 6.4 Geschirmte Kabel

Wie bereits in Kapitel 5.1.1, Seite 8 dargelegt, ist eine Schirmung der Kabel zu INDUSTRONIC Endgeräten nicht erforderlich. Wenn jedoch aufgrund von Kundenwunsch oder Spezifikation geschirmte Kabel einzusetzen sind, muss auf eine durchgängige Schirmung von der zentralen Vermittlungseinrichtung bis zum Endgerät geachtet werden. Die Schirmung kann als globaler Schirm oder für jedes Adernpaar einzeln ausgeführt sein. In der Zentrale wird der Schirm mit Erdpotential (möglichst eine separate, Erde für Mess- und Regeltechnik) verbunden. In Verteilerkästen ist der von der Zentrale kommende Schirm über gebrückte Klemmen auf die abgehenden Leitungen zu verteilen. Nach Möglichkeit ist im Endgerät (Sprechstelle, Lautsprecher, Blitzlampe) 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 auf Kundenwunsch 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 Potentialausgleichssystem verbunden werden.

Die Armierung darf nur innerhalb eines Potentialausgleichs-Bereichs beidseitig mit dem Potentialausgleichssystem 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) eingesetzt, welche die eingebauten metallischen Verschraubungen untereinander verbinden. Von dort ist eine Verbindung mit dem lokalen PA herzustellen

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

Die Armierung sollte in Ex-Bereichen am lokalen Potentialausgleichssystem 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. Blitzleuchten) eingebaut werden, sind durch die Konstruktion elektrisch mit dem Erdanschluss des Gerätes verbunden und können von diesem Anschluss aus lokal geerdet werden.

Metallische Kabelverschraubungen, die auf Kundenwunsch 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.

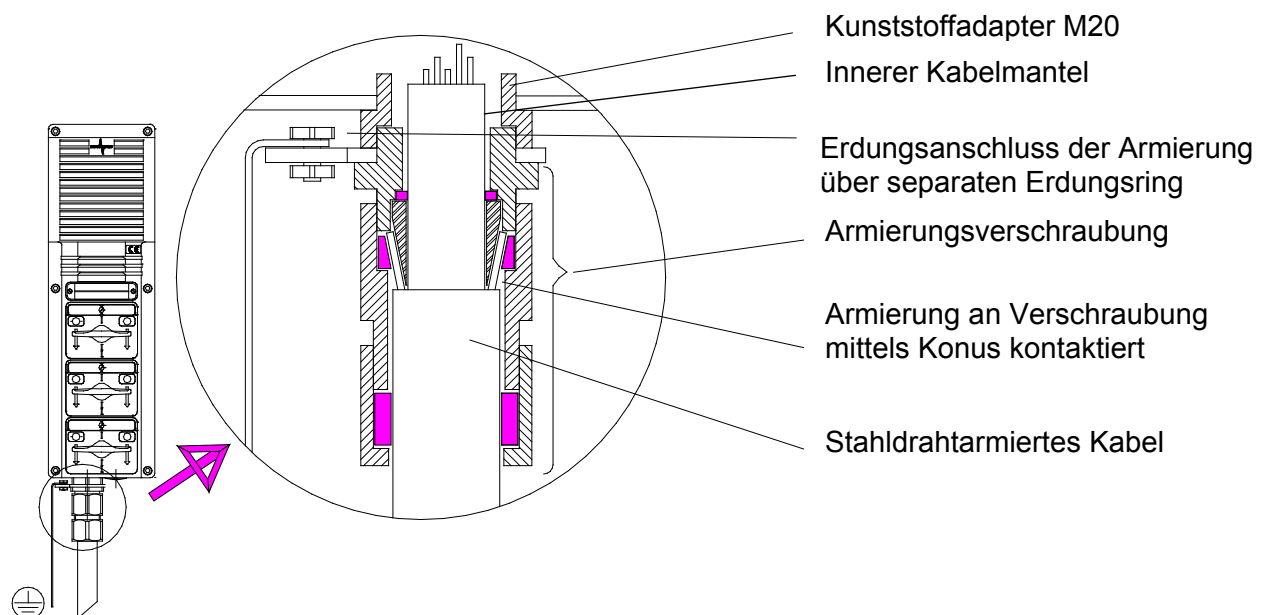
An der INDUSTRONIC Ex-Sprechstelle darf keine metallische Verschraubung in das Metallgehäuse des Anschlussraums eingeschraubt werden, da das Gerät schutzisoliert ist.

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 (siehe 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:

Verschraubung an der INDUSTRONIC Ex-Sprechstelle Typ DX mit innerer und äußerer Abdichtung für stahldraht-armiertes Kabel, lokal geerdet über separaten Erdungsring und Erdungsleitung.



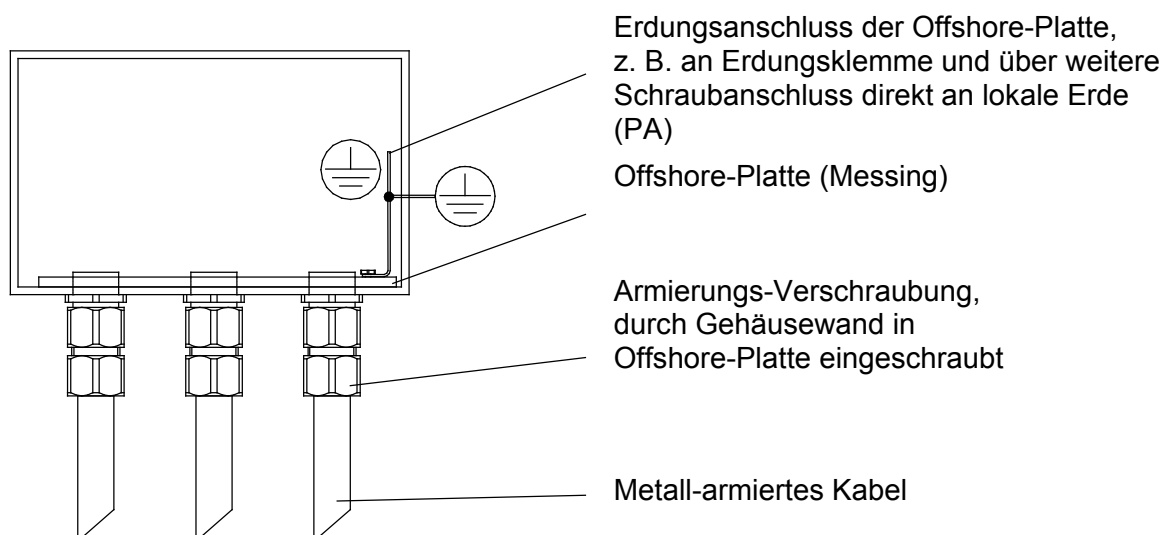
### 6.5.2 Erdung über Erdverbindungsplatten (Offshore-Platte)

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 (Potentialausgleich) angeschlossen. Dies ist nur innerhalb eines PA-Bereichs erlaubt.

#### Beispiel:

Kunststoff-Verteilerkasten in Off-Shore-Technik mit metallischen Ex-Armierungsverschraubungen, geerdet über eine eingelegte Offshore-Platte.



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

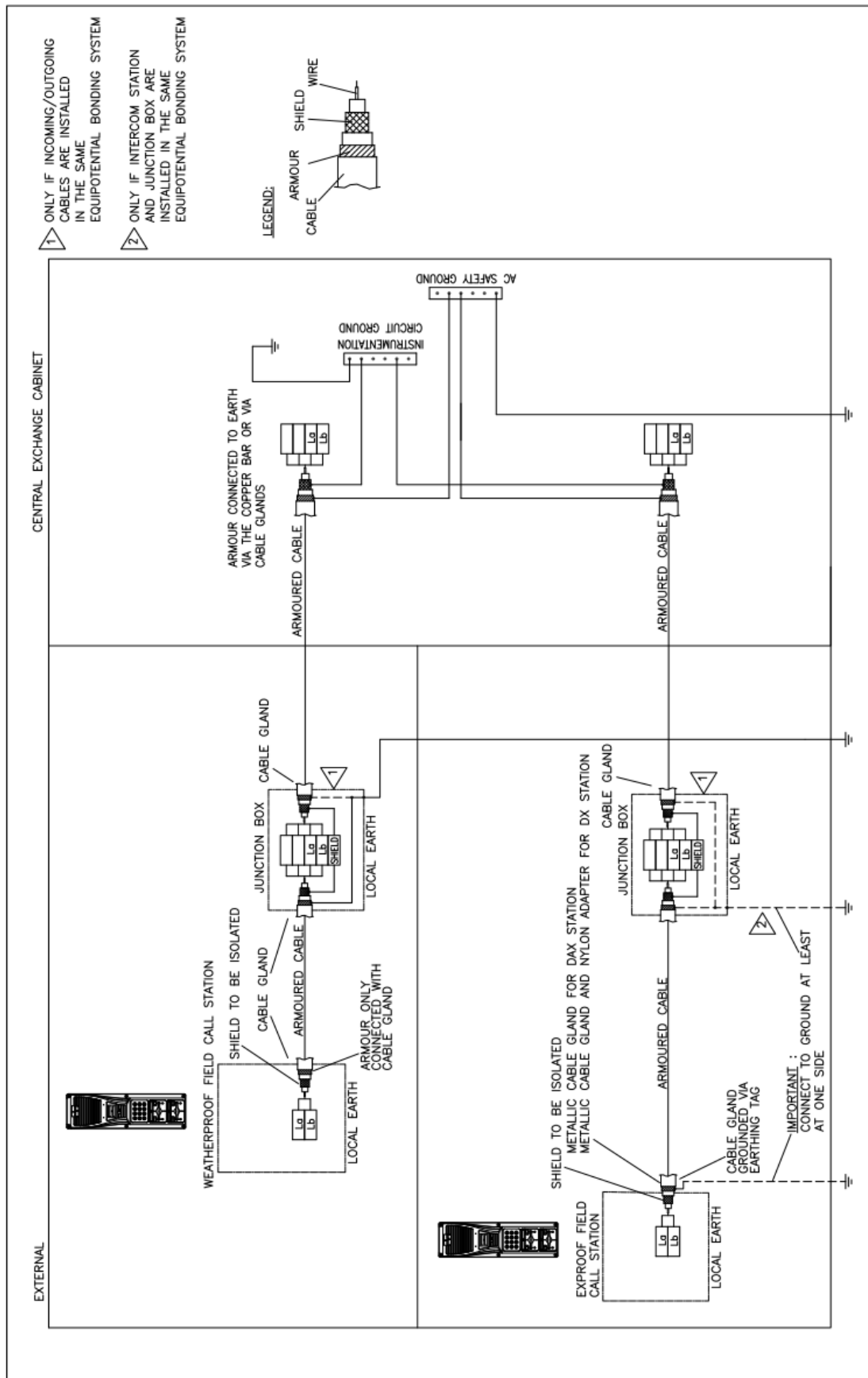
Beim Einsatz von armierten Kabeln sind die vor Ort gegebenen PA-Bereiche zu beachten. Beim Übergang von einem PA-Bereich zu einem anderen muss sichergestellt werden, dass die Armierung des ankommenden Kabels von der Armierung der abgehenden Kabel elektrisch isoliert ist.

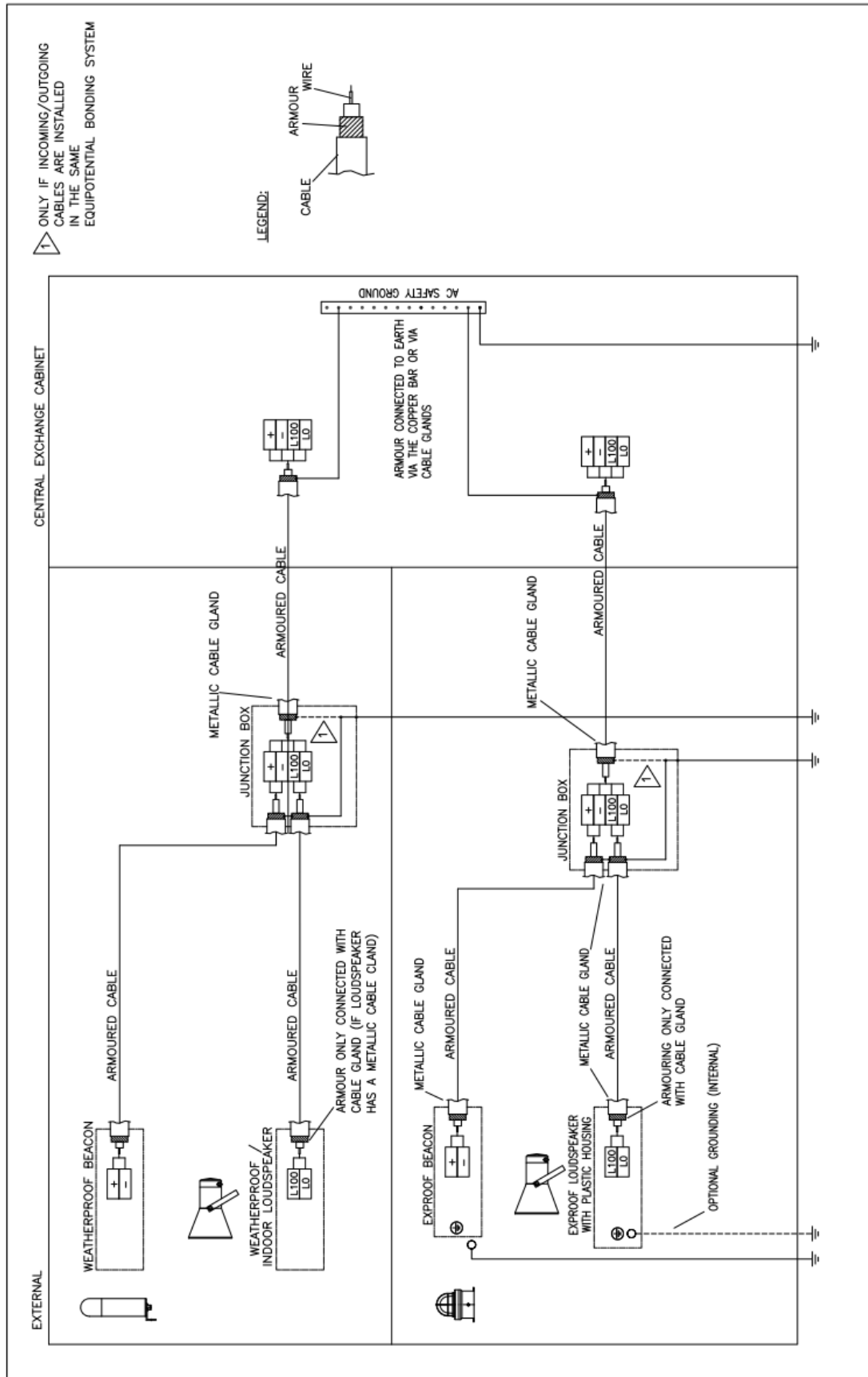
Auf den folgenden Seiten sind folgende Verkabelungsbeispiele dargestellt.

Sprechstellen für Außen- und Ex-Bereiche, die über armierte und zusätzlich geschirmte Kabel angeschlossen sind (siehe Abb., Seite 17)

Lautsprecher und Blitzleuchten für Außen- und Ex-Bereiche, die über armierte Kabel angeschlossen sind (siehe Abb., Seite 18)







#### **6.5.4 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 (Wire braid)

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 Stationen 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 (siehe Kapitel 5.1.4, Seite 10).

### 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.  $0,5 \text{ mm}^2$  (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  $2,5 \text{ mm}^2$ , an die auch zwei Adern gleichen Typs bis zu einem Querschnitt bis  $1 \text{ mm}^2$  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.

### 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

Bei 48 V Systemspannung liefert der Zusatzverstärker in den Sprechstellen nicht die volle Ausgangsspannung von 100 V. In diesem Fall erreicht man an einem angeschlossenen 25-W-Lautsprecher noch eine Leistung von ca. 19 W, was einer Lautstärkereduzierung von ca. 2,5 dB entspricht.

### 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
bis 48 DT(E) 705	2	2	2	4	4	4	6	6	6											
mit Zusatzverst.	4	4	6	8	8															
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	6	6	6												
mit Zusatzverst.	4	4	6	8	8															
.. DTM x1x	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6								
mit Zusatzverst.	4	4	6	8	8															
.. DA(E) 0x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2											
.. DA(E) 7x5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4			
mit Zusatzverst.	4	4	6	8	8															
.. DX(E) xx5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
mit Zusatzverst.	4	4	6	8	8															
8 DIO x1x	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	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	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	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	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	6	6	8	8														
ab 64 DT(E) 705	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6									
mit Zusatzverst.	4	4	6	6	8	8														
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6					
mit Zusatzverst.	4	4	6	6	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	6	6	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	
bis 48 DT(E) 705	2	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	4	4	4	6	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	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6									
.. DTM x1x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6									
.. 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	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	6	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	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	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	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								
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								
.. 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								
.. 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								
.. 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								
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	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	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	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	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	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				
mit Zusatzverst.	4	4	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	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	6
mit Zusatzverst.	4	4	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	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	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	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	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	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 dieser Kabeltype 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	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	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	4
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	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	2
mit Zusatzverst.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	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	2
.. DA(E) 7x5	2	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	6
.. DX(E) xx5	2	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	6
8 DIO x1x	2	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 dieser Kabeltype 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	4						
8 DIO x1x	2	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:

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

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

### 7.4 Lautsprecherkabel

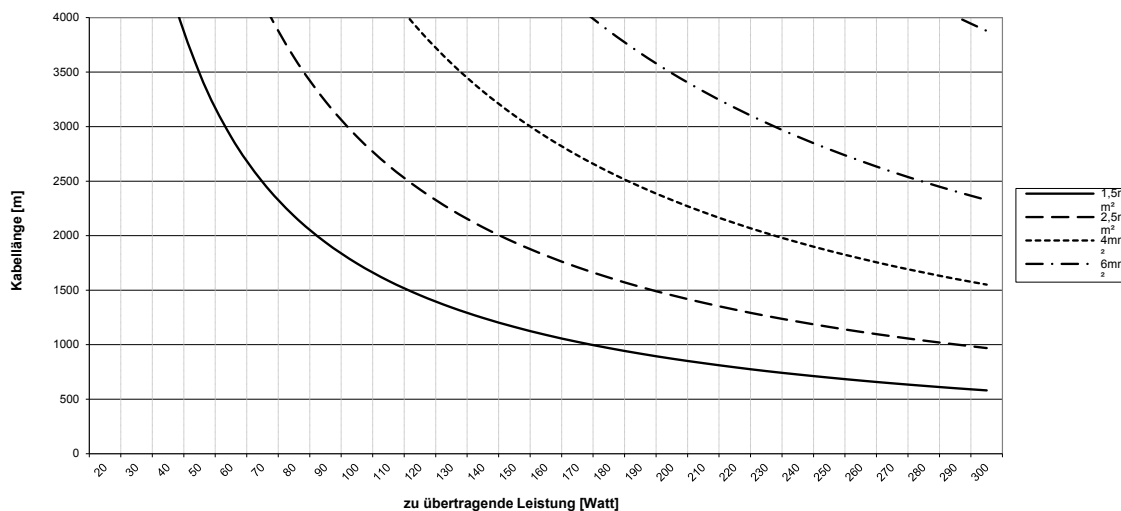
Verdrahtung von Zentralenschrank zu den Lautsprechern bzw. Lautsprechergruppen. Abhängig von der Kabellänge und der Leistung wird der Leitungsquerschnitt wie folgt kalkuliert:

-3 dB Leistungsverlust für Durchsage- und Sprachanwendungen

Kabellänge	zu übertragende Leistung					Leiterquerschnitt
	30W	50W	100W	150W	250W	
0 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 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 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 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 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 direktem 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

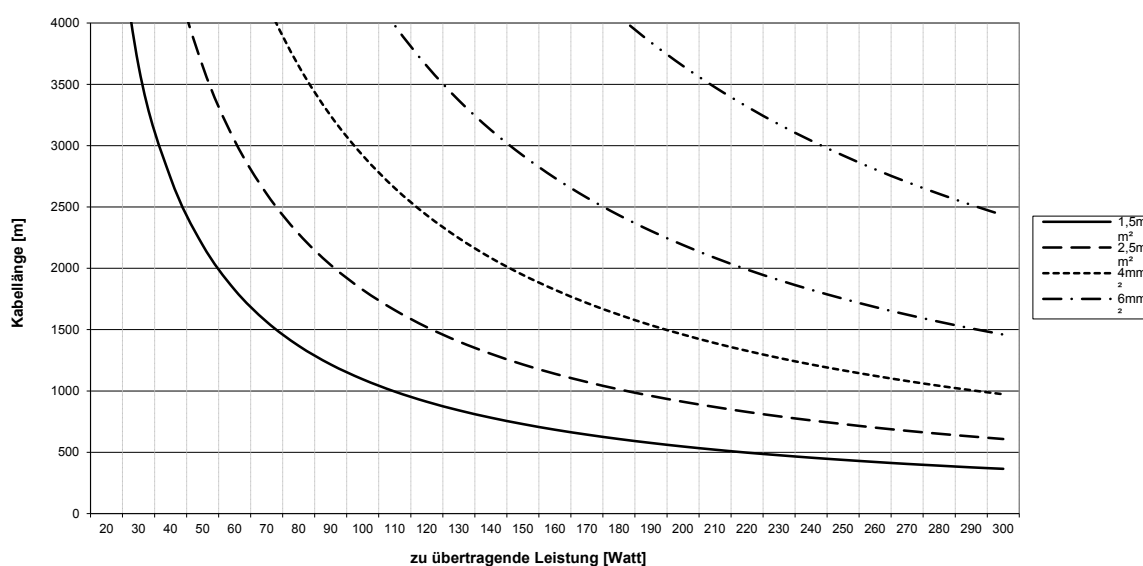


### -2 dB Leistungsverlust für Alarm- und Sprachanwendungen

Kabellänge	zu übertragende Leistung					Leiterquerschnitt
	30W	50W	100W	150W	250W	
0 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>	Leiterquerschnitt
400 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 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 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 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> )		

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-Außen-Ø	Weitere Verschraubung, nicht bestückt
<b>dig. Ex-Sprechstelle . D(A)X . . .</b>	2x M20 1x M25	4 – 13 mm 5 – 17 mm	
<b>dig. Sprechstelle . DA . . .</b>	2x M20 1x M25	4 – 13 mm 5 – 17 mm	
<b>dig. Sprechstelle . DAU . . .</b>	Blind verschraubung		2 x ½"
<b>Dig. Zusatzschalterteil . DAZ ...</b>	2 x M20	4 – 13 mm	1x M25
<b>dig. Wandsteckdose 6 DWS ..</b>	10 Ausbrüche	0 – 8 mm	
<b>dig. Zusatzverstärker 25 DVT . .</b>	1x Gummi-Tülle	0 – 20 mm	1x Gummi-Tülle
<b>dig. Steuergerät 1 DES . . .</b>	1x Gummi-Tülle	0 – 20 mm	1x Gummi-Tülle
<b>dig. I/O-Box . .8 DIO 1xx.</b>	2 x M20	6 – 12 mm	
<b>DDSI 103</b>	3 x M20	8 – 13 mm	1x M20
<b>Blitzleuchten</b>	Siehe jeweilige Maßzeichnung		
<b>Lautsprecher</b>	Siehe jeweilige Maßzeichnung		
<b>Ex-Lautspr.DSP25EexmNT</b>	1x M20	6 – 12 mm	1x M20
<b>Ex-Lautspr. DSP15</b>	1x M20	6 – 12 mm	1x M20
<b>Ex-Lautspr.DB425W</b>	1x M20	7 – 14 mm	1x M20
<b>Ex-Lautspr. ExL25</b>			2x M20
<b>Ex-Lautspr. DB4B</b>			2x M20

## 8.2 Technische Daten für Fernsprechkabel

Die folgenden Daten sind typisch für Fernsprechkabel 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>	Stern-Vierer	Stern-Vierer	paarige Verseilung	paarige Verseilung
<b>Mindestbiegeradius bei fester Verlegung</b>	10x Kabel-durchmesser	10x Kabel-durchmesser	10x Kabel-durchmesser	10x 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
<b>1</b>	7,35 mm	42,4 mm <sup>2</sup>	<b>12</b>	2,05 mm	3,31 mm <sup>2</sup>
<b>2</b>	6,54 mm	33,6 mm <sup>2</sup>	<b>14</b>	1,63 mm	2,08 mm <sup>2</sup>
<b>4</b>	5,19 mm	21,2 mm <sup>2</sup>	<b>16</b>	1,29 mm	1,31 mm <sup>2</sup>
<b>6</b>	4,12 mm	13,3 mm <sup>2</sup>	<b>18</b>	1,024 mm	0,823 mm <sup>2</sup>
<b>8</b>	3,26 mm	8,37 mm <sup>2</sup>	<b>20</b>	0,813 mm	0,519 mm <sup>2</sup>
<b>10</b>	2,59 mm	5,26 mm <sup>2</sup>	<b>22</b>	0,643 mm	0,324 mm <sup>2</sup>

Weitere Umrechnungsfaktoren für allgemeine / elektrische Maße:

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

## Dokumentenhistorie und Impressum

Revision	Bearbeitet	Geprüft	Änderungen
01	H. Kuhn	E. Eehalt	
04-01/2002	E. Eehalt	W. Lenz	Ergänzung Kapitel 7 und 8
05-06/2002	M. Amend	W. Lenz	Ergänzung: Lautsprecherkabel Kapitel 7
06-12/2002	E. Eehalt	W. Lenz	Ergänzung: Antennen-, LWL-Kabel; Erdungsrichtlinien
07-08/2005	E. Eehalt	W. Lenz	Ergänzung: Kapitel 7.4 Lautsprecherkabel
08-06/2008	R. Amrhein	W. Lenz	Anzahl Leitungen für Blitzleuchte; Erdung Schallschutzhauben; Batterieleitungen, Leitungen im Ex-Bereich
9-10/2010	M. Holzhäuser	R. Amrhein	Anpassung CI / CD; Kapitel 5.1.4 ergänzt
10-11/2017	R. Amrhein	M. Holzhäuser	Adernbedarf bei 48V Systemspannung, generelle Überarbeitung Kapitel 2 - 6

Alle Rechte für den Fall der Patentierung oder  
GM-Eintragung vorbehalten.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage,  
Verwertung und Mitteilung ihres Inhaltes ist nicht  
gestattet, 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