

Verkabelungsrichtlinien für INTRON-D / INTRON-D *plus* Systeme

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Begriffe	3
3	Anzuwendende Dokumente / Normen	3
4	Verkabelungsschema.....	4
4.1	Systembeispiel.....	4
5	Kabeltypen passend zu Systemkomponenten.....	5
5.1	Kabel für Sprechstellen.....	5
5.1.1	Generelle Richtlinien	5
5.1.2	Verlegung im Außenbereich.....	6
5.1.3	Verlegung innerhalb eines Gebäudes.....	7
5.1.4	Verlegung in explosionsgefährdeten Bereichen.....	7
5.2	Kabel für Lautsprecher.....	8
5.3	Kabel für Blitzleuchten	8
5.4	Kabel für Batterieversorgung 48 V / 60 V	8
5.5	Glasfaserkabel	9
5.6	Antennen und Antennenkabel.....	9
6	Erdungskonzept / Potenzialausgleich	10
6.1	Zentrale / Systemspannung	10
6.2	Peripherie / Erdung im Ex-Bereich.....	11
6.3	Erdung bei armierten Kabeln	13
6.3.1	Armierung einseitig isoliert	14
6.3.2	Armierung beidseitig geerdet	14
6.3.3	Erdung über Off-Shore-Platten.....	16
7	Adernbedarfstabelle für digitale Stationen und Lautsprecher	17
7.1	Sprachanwendung	17
7.2	Sprach- und Signalanwendung	17
7.3	Funkanwendung	18
7.4	Lautsprecherkabel	18
8	Verschraubungsgrößen und Kabeldaten	20
8.1	Verschraubungsgrößen	20
8.2	Kabelaußendurchmesser.....	21
8.3	Aderndurchmesser / Adernquerschnitt	22
8.4	Technische Daten für Fernsprechkabel.....	22
9	Umrechnung auf angloamerikanische Maße (AWG)	23
	Dokumentenhistorie und Impressum	24

1 Einleitung

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

2 Begriffe

EL	einseitig gerichtetes Lautsprechen z. B. in Lautsprecherkreise (= ELA-Technik) oder zu Sprechstellen ohne Rücksprechmöglichkeit
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
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i> = Hardware-Plattform für Intercom-Geräte
LINE	Adernpaar zur Übertragung von digitalisierten Sprach- und Steuerungsinformationen sowie der Phantomspeisung zu einer Station (Sprechstelle)
LK	Lautsprecherkreis
OFF-SHORE	Installationstechnik zur Anwendung auf Bohrplattformen mit gemeinsamer Erdungsplatte für Verschraubungen
PA	Potentialausgleich
PE	<i>Protection Earth</i> = Schutz Erde
WL	Wechselseitig gerichtetes Lautsprechen, d. h. Sprechaste drücken um zu Sprechen, Taste loslassen um zu Hören

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

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

IEC / EN 60079- ... Ex-Schutzarten

VDE 0800 Fernmeldetechnik

VDE 0815 Installtionskabel und -leitungen für FM- und Informationsverarbeitungsanlagen

VDE 0816 Außenkabel für Fernmeldeanlagen

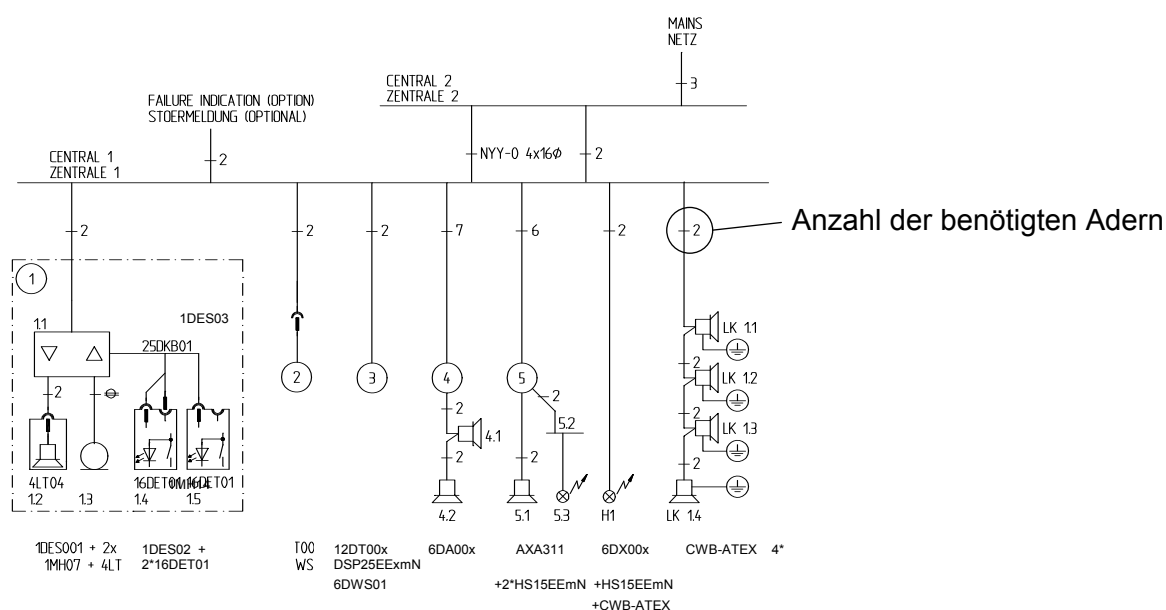
4 Verkabelungsschema

Um eine größtmögliche Sicherheit und Verfügbarkeit der INDUSTRONIC Kommunikations- und Beschallungssysteme zu ermöglichen, werden die Kabel zu Sprechstellen, zentral gespeisten Lautsprecherkreisen etc. im Allgemeinen von der Zentrale aus 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.

4.1 Systembeispiel

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



Die Adernzahlen für digitale Sprechstellen an INTRON-D / INTRON-D *plus* Systemen ergeben sich wie folgt:

- 2 Grundadern (Line-a/b mit Phantomspeisung)
- + 2 zusätzliche Versorgungsadern bei Zusatzverstärkern, Zusatzgeräten oder Tischsprechstellen mit mehr als 2 Tastenfeldern (siehe Kapitel 7)
- + 2 zusätzliche Versorgungsadern für Blitzleuchten

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

Die Zentrale der im obigen Beispiel gezeigten System besteht aus:

- Zentralenschrank 1 mit der Vermittlungseinrichtung
- Zentralenschrank 2 mit Stromversorgung und Batteriebackup

Folgende Peripheriegeräte werden eingesetzt:

- Station 1: Digitale Einbausprechstelle mit 32 Linientasten
- Station 2: Digitale Tischsprechstelle mit 12 Linientasten, Wahltastatur und Wandsteckdose
- Station 3: Digitale Außensprechstelle mit 6 Linientasten
- Station 4: Analoge Ex-Sprechstelle mit 2 Linientasten, Zusatzverstärker und 2x Ex-Lautsprecher
- Station 5: Digitale Ex-Sprechstelle mit 6 Linientasten, Zusatzverstärker, 1x Ex-Lautsprecher und Blitzleuchte mit Anschlußkasten
- H1: Ex-Blitzleuchte
- LK1: 4x Ex-Lautsprecher (zentral gespeist, lokal geerdet)

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.

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 Kabel siehe Punkt 6.3.

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

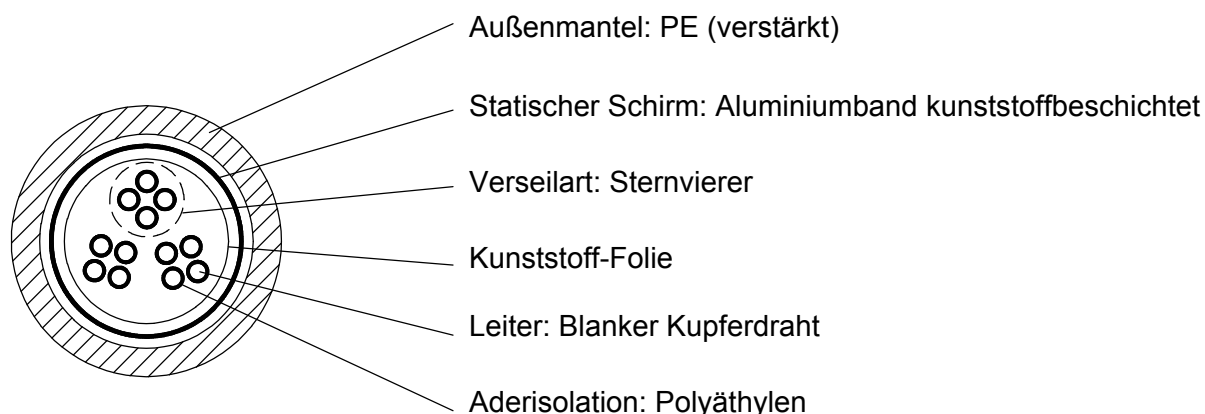
Je nach Länge der Kabel müssen für die Sprechstellen teilweise Adern parallelgeschaltet werden. Die Hinweise hierzu entnehmen Sie bitte dem Kapitel 7 für digitale Sprechstellen sowie dem Dokument 330-001-015 für analoge Sprechstellen.

5.1.2 Verlegung im Außenbereich

Für Außensprechstellen werden in der Regel FM-Außenkabel eingesetzt.

INDUSTRONIC empfiehlt hier Kabel des Typs A2Y(L)2Y x2x0,8 ST III Bd. Diese sind für die industriellen Umweltbedingungen ausgelegt und mechanisch stabil.

Kabel-Aufbau A2Y(L)2Y ... (nach DIN VDE 0816):

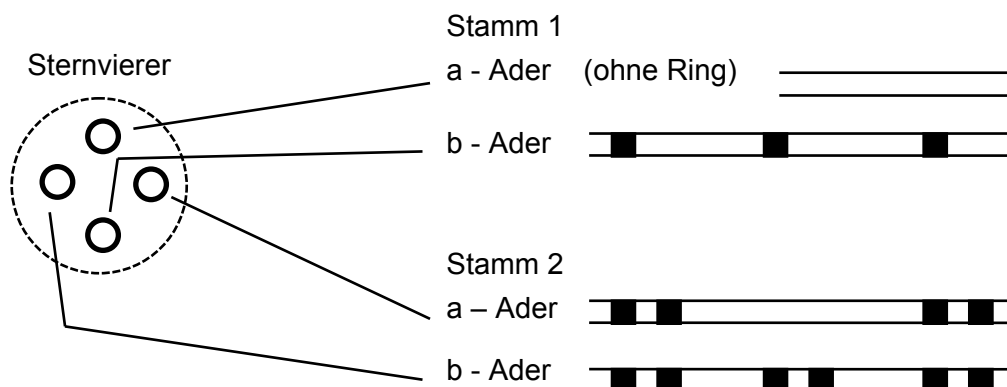


Bitte beachten Sie, dass bei Sternvierer-Verseilung die jeweils gegenüberliegenden Drähte ein Paar bilden (nicht die nebeneinander liegenden Drähte).

Kennzeichnung für bündelverseilte Kabel A2Y(L)2Y ... nach VDE 0816:

Die Kennzeichnung der Adern eines Vierers erfolgt durch Ringe.

Zwei gegenüberliegende Adern eines Vierers bilden einen Stamm (Paar).



Fünf Sternvierer mit unterschiedlichen Adernfarben bilden jeweils ein Bündel.

Vierer 1: rot

Vierer 2: grün

Vierer 3: grau

Vierer 4: gelb

Vierer 5: weiß

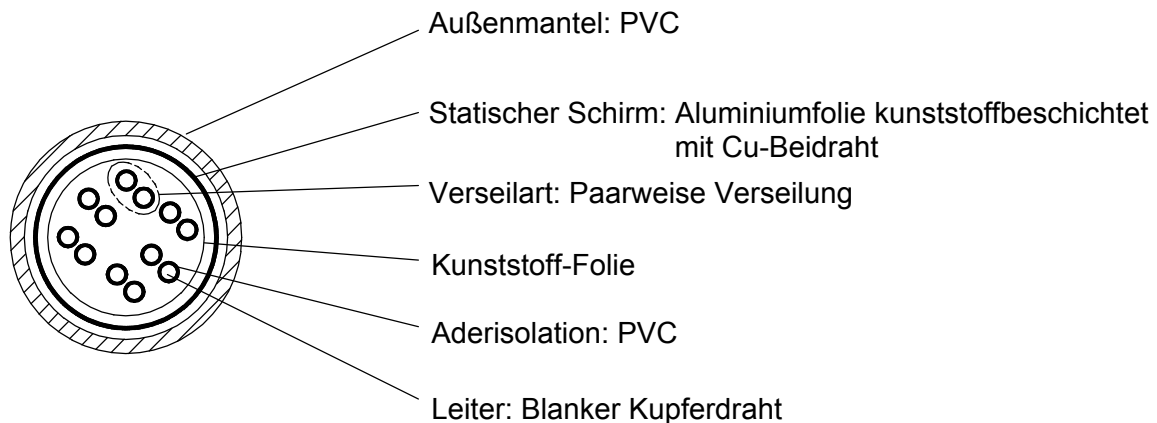
Bündel, bei denen die Zählweise im Kabel neu beginnt, sind mit roten Wendeln gekennzeichnet.

Weitere technische Daten siehe Kapitel 8.

5.1.3 Verlegung innerhalb eines Gebäudes

Bei Verlegung innerhalb eines Gebäudes werden auch FM-Innenkabel vom Typ J-Y(St)Y ... x2x0,8 Lg eingesetzt.

Kabel-Aufbau J-Y(ST)Y... (nach DIN VDE 0815):



Kennzeichnung für FM - Innenkabel J-Y(ST)Y... nach VDE 0815:

Die Kennzeichnung der Adern erfolgt durch die Farbe der Aderisolation:

Bei zwei-paarigen Installationskabeln:

1. Paar: a - Ader rot, b - Ader schwarz
2. Paar: a - Ader weiß, b - Ader gelb

Bei vier- und mehr-paarigen Installationskabeln:

- a - Ader beim 1. Paar in jeder Lage rot, bei allen anderen Paaren weiß
- b - Ader blau, gelb, grün, braun, schwarz in laufender Wiederholung

Weitere technische Daten siehe Kapitel 8.

5.1.4 Verlegung in explosionsgefährdeten Bereichen

Die Norm EN/IEC 60079-14:2008 fordert für fest verlegte Kabel, dass sie extrudierte Einbettungen und nicht hygroskopische Füllstoffe enthalten. 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 mit Kennwerten für die Flammenausbreitung nach IEC 60332-1 verlegt werden, z. B. A2YF(L)2YY... .

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 allein ist nicht zulässig. Die in Sprechstellen des Typs DX 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 mm² an einer Klemme angeschlossen werden.

5.2 Kabel für Lautsprecher

Bei Lautsprecheranwendungen in der Industrie kommt die 100 V-Technik zum Einsatz. Auf diese Weise können hohe Lautsprecherleistungen verlustarm über große Entfernungen gespeist werden.

Hier werden meist Starkstrom-Außenkabel vom Typ NYY-0 2x1,5² (siehe 5.2) eingesetzt, da die Lautsprecher schutzisoliert sind oder separat an den lokalen PA angeschlossen werden.

Falls Kabel vom Typ NYY-J 3x1,5² mit Schutzleiter eingesetzt werden, muss der Schutzleiter beidseitig isoliert oder mit der Kabelaußenisolation abgeschnitten werden.

Für die Verbindung von einer Sprechstelle mit Zusatzverstärker zu einem zusätzlichen Lautsprecher können auch FM-Kabel (siehe 5.1) verwendet werden. Hier ist auf eine entsprechende Spannungsfestigkeit >200 V zu achten.

Bei der Lautsprecherverkabelung ist die entsprechende Erdungsvorschrift (siehe Punkt 6.2 Peripherie / Erdung im Ex-Bereich) zu beachten.

5.3 Kabel für Blitzleuchten

Für Blitzleuchten in 48 V/60 V-Technik können sowohl FM-Kabel (siehe 5.1) als auch Starkstromkabel (siehe 5.2) verwendet werden.

Werden Blitzleuchten von der Zentrale über Relais angeschaltet, sind Starkstromkabel vorzuziehen. Wenn die Blitzleuchte mit Netzspannung (115 V/230 V) betrieben wird, sind Starkstromkabel obligatorisch.

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 bis 65 Ah und Leitungslängen bis 10 m Kabel vom Typ NYY-0 4x16², bei Batterieblöcken bis 120 Ah vom Typ NYY-0 4x35² oder NYY-0 4x25² zum Einsatz.

Kabeltypen für darüber hinausgehende Batteriekapazitäten oder Leitungslängen 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 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 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
- Die SUB-Zentrale braucht eine eigene Spannungsversorgung
- 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 Fahrzeuge 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.

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

6 Erdungskonzept / Potenzialausgleich

6.1 Zentrale / Systemspannung

Die Erdung dient zum Schutz vor Überspannung im Gleichstrom- und niederfrequenten Bereich.


Bei einem Zentralenschrank, der Stromführende Komponenten enthält, müssen alle elektrisch leitenden Teile vorschriftsmäßig geerdet werden.

Hinzu kommt, dass die „Erdung“ unbedingt notwendig ist, um eine wirksame „Schirmung“ des Gesamtsystems zu erhalten.

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

So muss vor Ort nur noch der gesamte Schrank auf das entsprechende Erdpotential des Raumes gelegt werden. Das spart Installationszeit und schließt mögliche Fehlerquellen aus.

Verbinden Sie die Potentialausgleichsschiene im Installationsraum mittels einer Erdungsleitung mit dem zentralen Erdungspunkt im Schrank.

Zentraler Erdungspunkt im Schrank ist mit dem Symbol  gekennzeichnet.

Eine Erdungsleitung soll, gemäß den Vorschriften, zumindest den in untenstehender Tabelle angegebenen Leiterquerschnitt haben:

Von	Nach	Entfernung	Leiterquerschnitt	
			mm ²	AWG
Potentialausgleichsschiene Installationsraum	Erdungspunkt Zentralenschrank	< 10 m	10	6
		> 10 m	16	4

Anmerkung. Die AWG-Maße sind zur Information angegeben. AWG bedeutet „American Wire Gauge“, diese Bezeichnung ist in Nordamerika für die Leiterbemessung allgemein gebräuchlich.

Grundsätzlich sind die INDUSTRONIC Zentralenschränke mit der lokalen Betriebserde (Schutzerde PE) zu verbinden. Ein Erdungsknotenpunkt ist in jedem Schrank vorhanden.

Die INDUSTRONIC Systemspannung ist in der Regel 60VDC oder 48VDC.

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. Zum Ausschluss von Störungen wird die Systemspannung über eine Induktivität mit Erde verbunden.

Eine Funktionserde nach VDE 0800 findet bei INDUSTRONIC keine Anwendung.

6.2 Peripherie / Erdung im Ex-Bereich

Nach VDE 0100 sind alle (nicht schutzisolierten) ortsfesten elektrischen Geräte mit metallischem Gehäuse zu erden.

Darunter fallen bei den INDUSTRONIC Peripheriegeräten lediglich metallische Lautsprecher, Blitzleuchten, Schallschutzhauben und Verteilerkästen sowie evtl. anlagenspezifische Sonderteile.

INDUSTRONIC Sprechstellen sind schutzisoliert und besitzen keinen Erdungsanschluss. Falls eine zu erdende Komponente, z. B. ein metallischer Lautsprecher, an eine Sprechstelle angeschlossen werden muss, so wird der Lautsprecher lokal geerdet (Potentialausgleich PA). Auch Blitzleuchten und metallische Lautsprecher, die von der Zentrale gespeist werden, sowie Schallschutzhauben, werden lokal geerdet.

Achtung:

Im Ex-Bereich werden alle metallischen Teile (auch nicht-elektrische) ab einer bestimmten Größe vor Ort leitend mit dem Potentialausgleich im jeweiligen Bereich verbunden. Bereits eine geringe Potentialdifferenz von wenigen Volt könnte einen Funken entstehen lassen, der wiederum zu einer Explosion führen kann (siehe 6.3. Erdung bei armierten Kabeln).

Aber:

Vom Kunden vorgegebene PA-Bereiche müssen voneinander isoliert bleiben!

Deshalb muss sichergestellt sein, dass die Armierung oder Schirmung von Kabeln zwischen verschiedenen PA-Bereichen mindestens einseitig isoliert endet! Hier können sonst Ausgleichsströme bis zu mehreren Kilo-Ampère fließen. Zusätzlich können Störungen in das Kabel eingestreut werden, die die Sprachqualität beeinträchtigen.

Deshalb empfiehlt INDUSTRONIC, die Armierung bzw. Schirmung nicht zu erden!

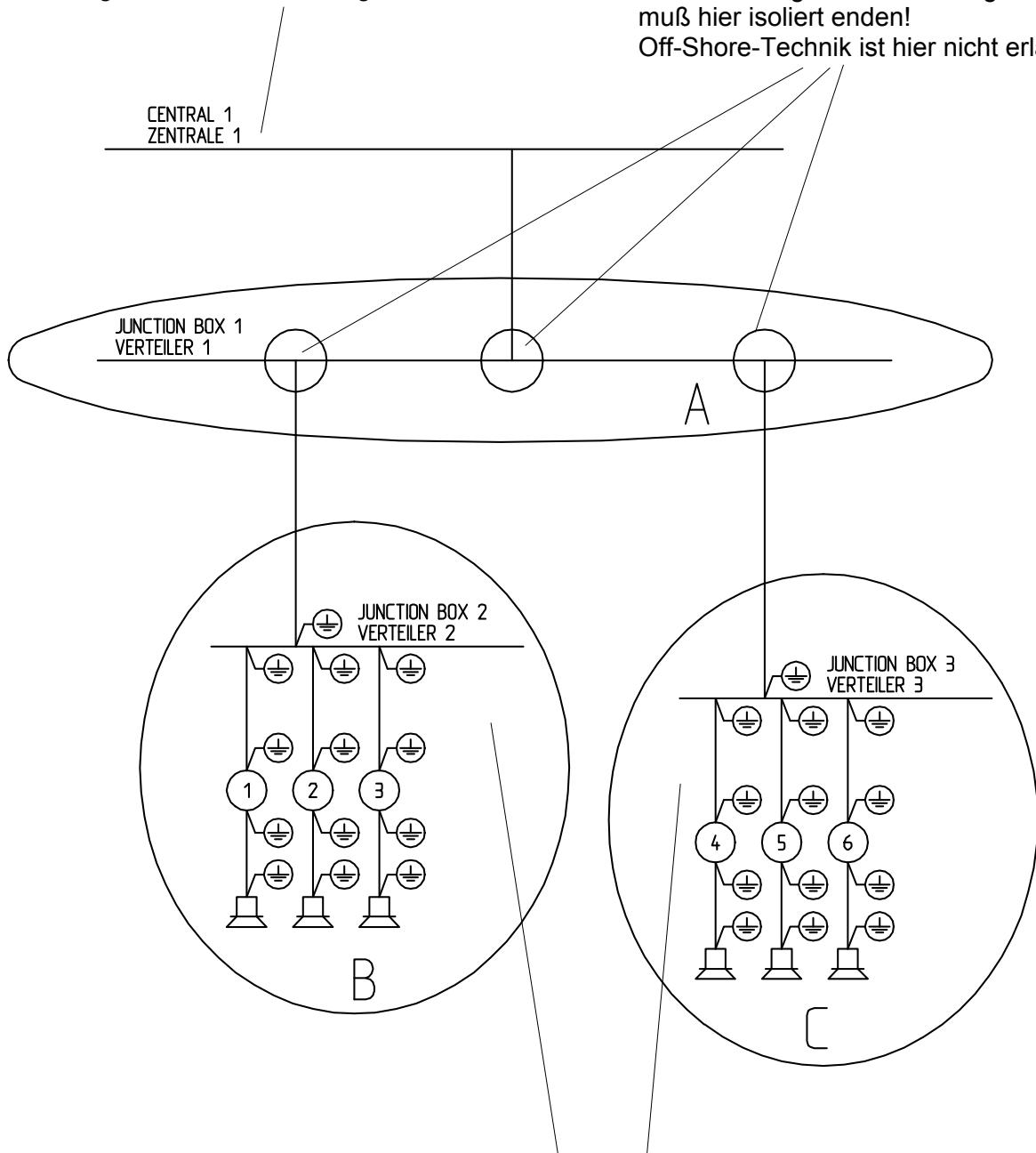
Systembeispiel:

Die folgende Grafik stellt ein Strangschema mit verschiedenen PA-Bereichen dar. Die Armierung bzw. der Schirm der Kabel muß an den markierten Stellen in jedem Fall isoliert enden!

Die Festlegung der PA-Bereiche erfolgt durch den Kunden und muss INDUSTRONIC zum Kabel-Engineering mitgeteilt werden.

Zentrale außerhalb der PA-Bereiche
Schrank an Betriebserde geerdet,
abgehendes Kabel nicht geerdet.

Verteiler in PA-Bereich A mit Kabeln zu
weiteren PA-Bereichen.
Die Armierung bzw. Schirmung der Kabel
muß hier isoliert enden!
Off-Shore-Technik ist hier nicht erlaubt!



Off-Shore-Verteiler in PA-Bereich B bzw. C mit lokal geerdeten Kabeln innerhalb
des eigenen PA-Bereichs.

Alle metallischen Teile im Bereich sind hier leitend verbunden.

Es darf kein Ausgleichsstrom zwischen den PA-Bereichen A, B, oder C fließen!

6.3 Erdung bei armierten Kabeln

Auf Kundenwunsch werden in bestimmten Fällen armierte Kabel eingesetzt.

Die Armierung stellt einerseits einen mechanischen Schutz des Kabels dar, kann aber auch zur Schirmung genutzt werden.

Ein Potentialausgleich über die Armierung wird nicht empfohlen. Dieser muss im Einzelfall bemessen bzw. dimensioniert werden und liegt im Verantwortungsbereich des Kunden.

Wird die Armierung als elektrischer Schirm eingesetzt, so gilt auch hier, dass der Schirm zum Schutz gegen Erdschleifen und gegen Ausgleichsströme nur einseitig geerdet werden soll, d. h. die Armierung endet isoliert in einer Kunststoff-Verschraubung. Eine beidseitige Erdung der Armierung wird von INDUSTRONIC nicht empfohlen. Diese ist nur innerhalb eines PA-Bereichs erlaubt und kann Störungen der Sprachqualität verursachen.

Beachten Sie hierzu die Hinweise unter Punkt 6.2!

Werden auf Kundenwunsch jedoch spezielle metallische Armierungsverschraubungen eingesetzt, so müssen bei der Auswahl der Verschraubung immer folgende Parameter angegeben werden:

- Kabelaußendurchmesser
- Außendurchmesser der Armierung
- Gewünschter Gewindetyp
- Umweltbedingungen (Temperatur-Bereich, IP-Schutzklassen)
- Industrie- oder Ex-Ausführung (Ex-d, Ex-e)
- Wo soll abgedichtet werden:
 - nur Außenmantel
 - nur Innenmantel
 - Außen- und Innenmantel
 - Außen- und Bleimantel
- Art und Drahtstärke der Armierung

Es gibt folgende Armierungsarten:

- Stahlband-Armierung (DSTA)
- Einzeldraht-Armierung (SWA)
- Drahtgeflecht-Armierung (Wire braid)
- Aluminiumband-Armierung (AWA + ASA)

Beachten Sie, dass bei großvolumigen Verschraubungen evtl. nur eine Einführung pro Gehäuseseite möglich ist, weil der Abstand der Verschraubungen durch die vorbereitete Gewinde-Einlegeplatte fest vorgegeben ist.

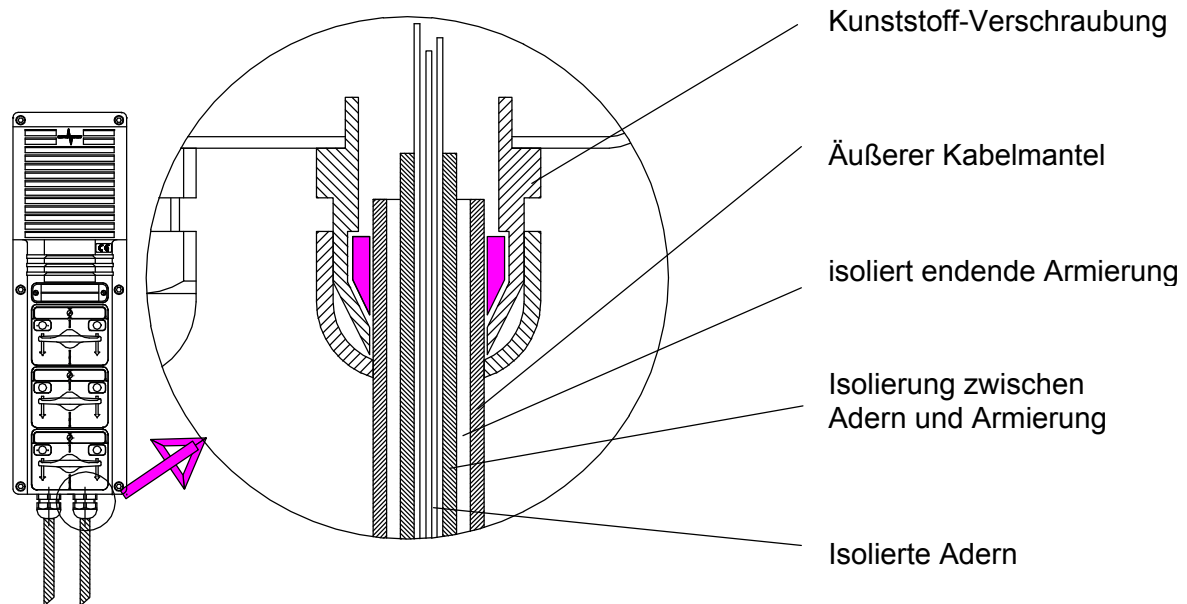
6.3.1 Armierung einseitig isoliert

Das armierte Kabel ist hier in der Zentrale oder am Verteiler geerdet. An der Sprechstelle wird gegebenenfalls mittels Adapter eine entsprechend große Kunststoff-Verschraubung eingesetzt, in der die Armierung isoliert endet.

So kann keine Erdschleife entstehen.

Beispiel:

Ex-Verschraubung mit äußerer Abdichtung, Armierung an Sprechstelle nicht geerdet.



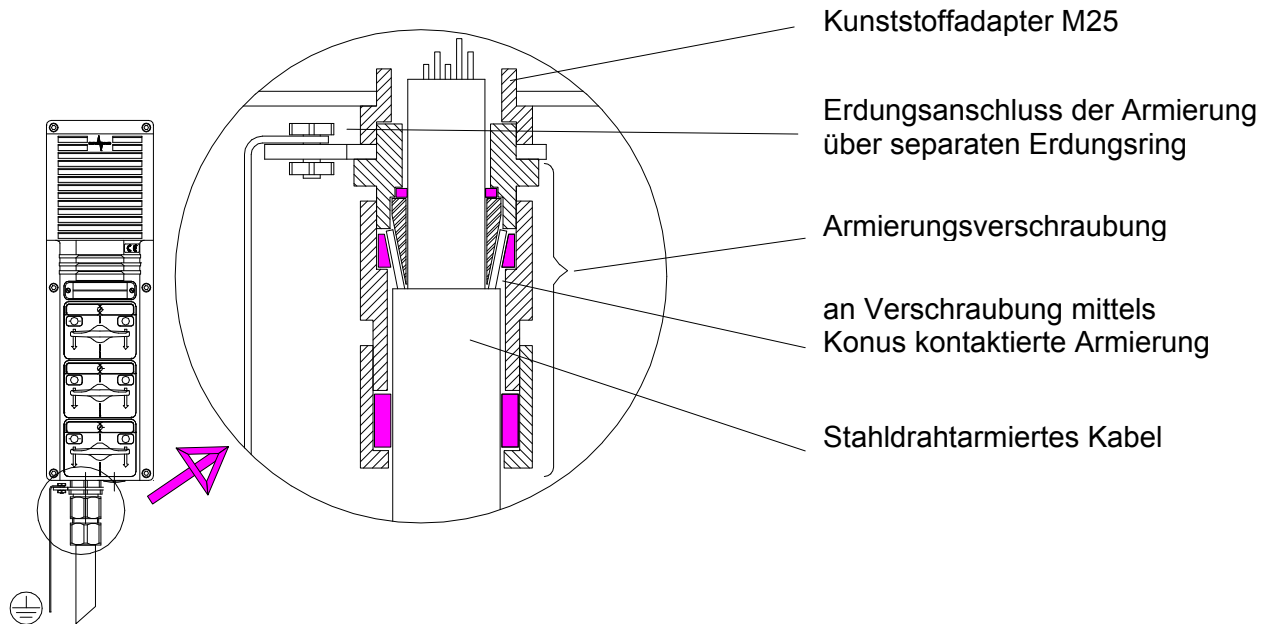
6.3.2 Armierung beidseitig geerdet

Sollen auf Kundenwunsch spezielle metallische Verschraubungen (meist mit metrischem oder NPT-Gewinde) für armierte Kabel an den Sprechstellen eingesetzt werden, so sind speziell im Ex-Bereich folgende Punkte zu beachten:

- Die metallische Verschraubung darf nicht in das schutzisolierte Kunststoffgehäuse der Sprechstelle hineinragen. Dies wird über einen Kunststoff-Adapter (Gewindegröße der Sprechstelle) auf das Gewinde der Verschraubung realisiert.
- Die Verschraubung muss lokal am Potentialausgleich PA geerdet werden, damit keine Spannungsdifferenz zwischen dem Potential der Verschraubung (über die Armierung vom anderen Kabelende kommend) und der lokalen Erde entstehen kann.
Dies geschieht entweder über zusätzliche Erdungsringe, die zwischen Verschraubung und Adapter gelegt werden (siehe Beispiel), oder über spezielle Verschraubungen mit außenliegendem Erdungsanschluss.
- Das Einbringen einer Off-Shore-Platte zum Erden einer Verschraubung ist für INDUSTRONIC Ex-Sprechstellen nicht zugelassen.
- Jeder Übergang zwischen Adapter / Erdungsring / Verschraubung kann den IP-Schutz beeinträchtigen und verringert die mechanische Stabilität.

Beispiel:

Ex-Verschraubung mit innerer und äußerer Abdichtung für stahldraht-armiertes Kabel, lokal geerdet über separaten Erdungsring und Erdungsleitung.



6.3.3 Erdung über Off-Shore-Platten

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

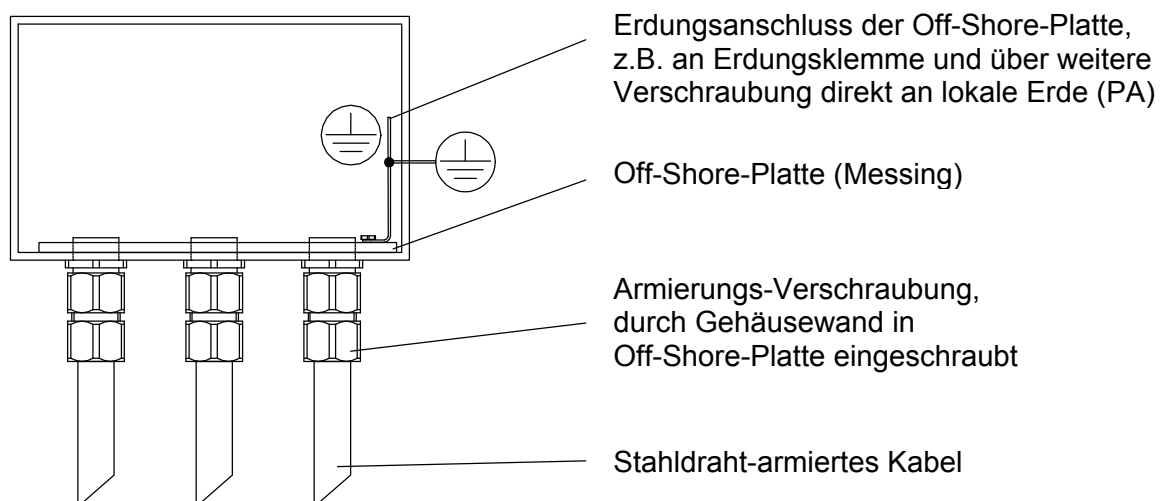
Beachten Sie hierzu die Hinweise unter Punkt 6.2!

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

Off-Shore-Platten dürfen in INDUSTRONIC - Ex-Sprechstellen nicht eingelegt werden!

Beispiel:

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



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 4 Adern zu jeder Sprechstelle zu verlegen auch wenn diese zum Zeitpunkt der Erstinstallation noch nicht benötigt werden.

Modulare Tischsprechstellen oder Einbausprechstellen mit bis zu 2 Tastenfeldern können bis zu einer Entfernung von 2 km über zwei Adern betrieben werden. Bei größeren Entfernungen oder mehr als 2 Tastenfeldern werden 2 Adern für die zusätzliche Spannungsversorgung benötigt. Falls ein Zusatzverstärker an diesen Sprechstellen vorhanden ist, kann die Elektronik über dessen Versorgungsadern gespeist 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.

Da der Strombedarf der Sprechstellen beim Empfang von kontinuierlichen Tonsignalen größer ist als bei Sprachsignalen, haben wir die Kalkulation für beide Anwendungsfälle getrennt.

7.1 Sprachanwendung

Abhängig von der Kabellänge wird der Adernbedarf wie folgt kalkuliert:

Aderndurchmesser 0,8 mm:

Systemspg.	Kabellänge	Adern für Line a/b	Adern für Zusatzverstärker	Summe
60 V DC	0 bis 1500 m	2	2	4
	1500 bis 4000 m	2	4	6
68 V DC	0 bis 2000 m	2	2	4
	2000 bis 4000 m	2	4	6

7.2 Sprach- und Signalanwendung

Abhängig von der Kabellänge wird der Adernbedarf wie folgt kalkuliert:

Aderndurchmesser 0.8 mm:

Systemspg.	Kabellänge	Adern für Line a/b	Adern für Zusatzverstärker	Summe
60 V DC	0 bis 500 m	2	2	4
	500 bis 1300 m	2	4	6
	1300 bis 2500 m	2	6	8
68 V DC	0 bis 700 m	2	2	4
	700 bis 1800 m	2	4	6
	1800 bis 2900 m	2	6	8

7.3 Funkanwendung

Aderndurchmesser 0.8 mm:

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

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

7.4 Lautsprecherkabel

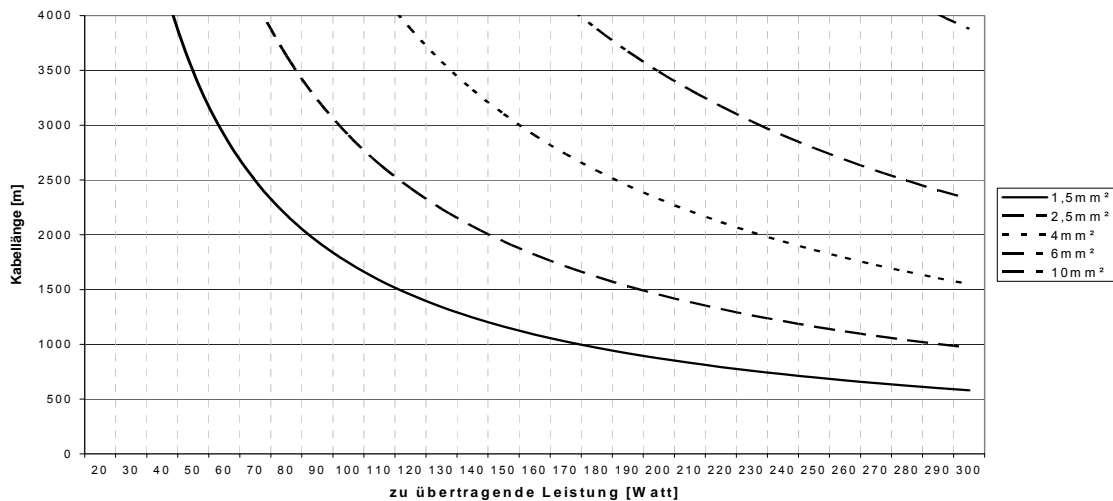
Verdrahtung von Zentralenschrank zu den Lautsprechern bzw. Lautsprechergruppen. Abhängig von der Kabellänge und der Leistung wird der Leitungsquerschnitt wie folgt kalkuliert:

-3dB Leistungsverlust für Durchsage- und Sprachanwendungen

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

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

Kabeldiagramm für -3dB Leistungsverlust

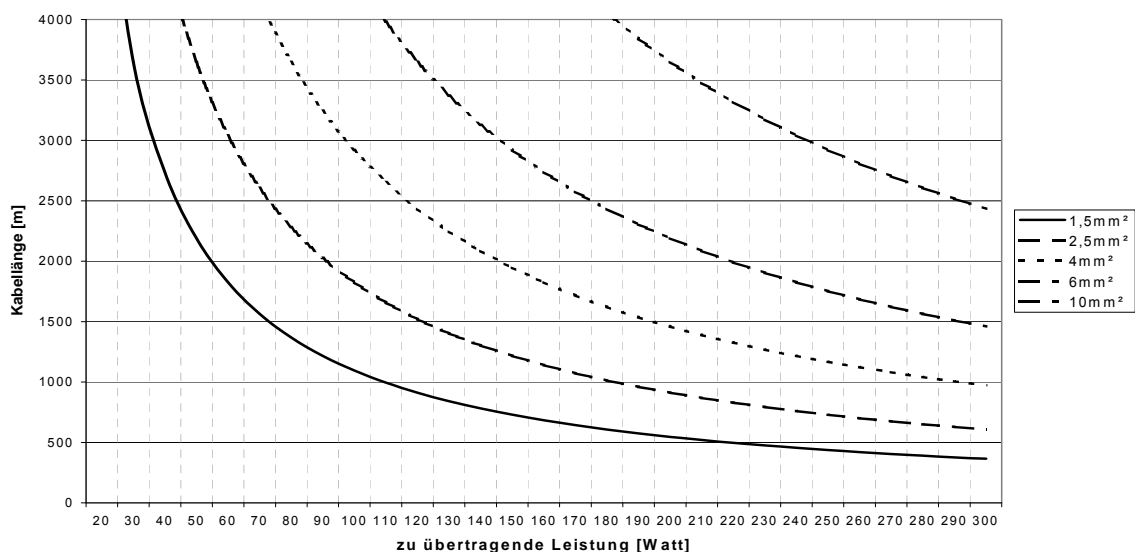


-2dB Leistungsverlust für Alarm- und Sprachanwendungen

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

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 -2dB zulassen. Die entspricht einem Lautstärkeunterschied von ebenfalls -2dB.

Kabeldiagramm für -2dB 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
dig. Ex-Sprechstelle . D(A)X ...	2x M20 1x M25	5 – 13 mm 8 – 17 mm	
dig. Sprechstelle . DA ...	2x M20 1x M25	5 – 13 mm 8 – 17 mm	
dig. Sprechstelle . DAU ...	Blind verschraubung		2 x 1/2"
dig. Wandsteckdose 6 DWS ..	Ausbruch	Frei	
dig. Zusatzverstärker 25 DVT ..	1x Gummi-Tülle	0 – 20 mm	1x Gummi-Tülle
dig. Steuergerät 1 DES ...	1x Gummi-Tülle	0 – 20 mm	1x Gummi-Tülle
dig. I/O-Box ...	1x PG16	10 – 14 mm	2x PG13.5
an. Ex-Sprechstelle AXA- ...	2x PG16	10 – 14 mm	2x PG9
an. Ex-Zusatzgerät .AXZ- ...	2x PG16	10 – 14 mm	2x PG9
an. Sprechstelle . AD 501	2x PG16	10 – 14 mm	2x PG9
an. Zusatzgerät . ZD 501	2x PG16	10 – 14 mm	2x PG9
an. Sprechstelle . ADK 501	2x PG16	10 – 14 mm	2x PG9
an. Verstärker 0 A 501	2x PG16	10 – 14 mm	2x PG9 2x PG16
Verteilerkasten 20KV01	1x PG16 3x PG11	10 – 14 mm 4 – 10 mm	2x PG16
an. Wandsteckdose 48WS5..	2x Gummi-Tülle	0 – 20 mm	2x Gummi-Tülle
Lautsprecher KL20/2Ü	1x M20	6 – 12 mm	1x M20
Lautsprecher L25Ü	1x M20	6 – 12 mm	1x M20
Ex-Lautsprecher HS15ExmN	1x M20	6 – 12 mm	1x M20
Ex-Lautspr.DSP25EexmNT	1x M20	6 – 12 mm	1x M20
Ex-Lautspr.DB425W	1x M20	7 – 14 mm	1 x M20 Blind verschraubung

Da die zugelassenen Kabeldurchmesser bei gleicher Verschraubungsgewindegröße je nach Hersteller voneinander abweichen, fragen Sie im Zweifelsfall beim Hersteller nach. Für Spezialfälle sind Reduzierungen oder Erweiterungsveranschraubungen mit kleinem Gewinde und großem zugelassenen Kabeldurchmesser erhältlich.

Das Austauschen von Verschraubungen vor Ort darf nur durch eine Fachkraft erfolgen.

8.2 Kabelaußendurchmesser

Im folgenden eine Tabelle mit Daten über standardmäßige Kabeldurchmesser, die jedoch je nach Hersteller voneinander abweichen können:

Kabeltyp	Industronic-Nr.	Außendurchmesser ca.
FM-Außenkabel 0,6mm:		
A2Y(L)2Y 2x2x0,6 ST III Bd	024-401-920	10,5 mm
A2Y(L)2Y 4x2x0,6 ST III Bd		11 mm
A2Y(L)2Y 6x2x0,6 ST III Bd		11,5 mm
A2Y(L)2Y 10x2x0,6 ST III Bd		13 mm
A2Y(L)2Y 20x2x0,6 ST III Bd		16 mm
A2Y(L)2Y 30x2x0,6 ST III Bd		18 mm
A2Y(L)2Y 40x2x0,6 ST III Bd		19,5 mm
A2Y(L)2Y 50x2x0,6 ST III Bd		21 mm
FM-Außenkabel 0,8mm:		
A2Y(L)2Y 2x2x0,8 ST III Bd	024-401-004	12 mm
A2Y(L)2Y 4x2x0,8 ST III Bd	024-401-008	12 mm
A2Y(L)2Y 6x2x0,8 ST III Bd	024-401-012	13,5 mm
A2Y(L)2Y 10x2x0,8 ST III Bd	024-401-020	15 mm
A2Y(L)2Y 14x2x0,8 ST III Bd	024-401-030	16,5 mm
A2Y(L)2Y 20x2x0,8 ST III Bd	024-401-040	18 mm
A2Y(L)2Y 30x2x0,8 ST III Bd	024-401-060	21 mm
A2Y(L)2Y 40x2x0,8 ST III Bd	024-401-080	23,5 mm
A2Y(L)2Y 50x2x0,8 ST III Bd	024-401-100	25,5 mm
FM-Innenkabel 0,6mm:		
J-Y(St)Y 6x2x0,6 ST III Bd	024-304-012	7,5 mm
J-Y(St)Y 10x2x0,6 ST III Bd	024-304-020	9 - 10 mm
J-Y(St)Y 12x2x0,6 ST III Bd	024-304-024	9,5 – 10,5 mm
J-Y(St)Y 20x2x0,6 ST III Bd	024-304-040	11 – 12 mm
J-Y(St)Y 40x2x0,6 ST III Bd	024-304-080	15 mm
J-Y(St)Y 60x2x0,6 ST III Bd	024-304-120	18 – 19 mm
FM-Innenkabel 0,8mm:		
J-Y(St)Y 6x2x0,8 ST III Bd		11 mm
J-Y(St)Y 10x2x0,8 ST III Bd		13 – 14 mm
J-Y(St)Y 12x2x0,8 ST III Bd		14,5 mm
J-Y(St)Y 20x2x0,8 ST III Bd		17 mm
J-Y(St)Y 40x2x0,8 ST III Bd		23 mm
J-Y(St)Y 60x2x0,8 ST III Bd		28 mm
Starkstromkabel:		
NYY-0 2x1,5 ²	024-809-003	11 mm
NYY-0 2x2,5 ²		12 mm
NYY-J 3x1,5 ²		12 mm
NYY-J 3x2,5 ²		13 mm
NYY-0 4x1,5 ²		13 mm
NYY-0 4x16 ²		22 mm
NYY-0 4x35 ²		28 mm

8.3 Aderndurchmesser / Adernquerschnitt

Kabel für INDUSTRONIC Sprechstellen sollten wegen der größeren möglichen Leitungslänge mit Adern $\geq 0,8$ mm Durchmesser dimensioniert werden.

Adern mit Durchmesser 0,6 mm sind ebenfalls einsetzbar, verkürzen jedoch die mögliche maximale Kabellänge. Bitte beachten Sie hierzu die Beschreibungen zum Adernbedarf zwischen Zentrale und Sprechstelle Nr. 330-001-015.

Beachten Sie auch folgende Regelung für die Bezeichnung von ortsfesten Leitungen: Falls nicht gesondert angegeben, ist eine Aderngröße < 1 als Durchmesser in mm, eine Aderngröße ≥ 1 als Querschnitt der Ader $(= (d/2)^2 \times \pi)$ in mm^2 zu verstehen.

Beispiel:

Ein Kabel mit der Bezeichnung A2Y(L)2Y 6x2x0,8 hat Drähte mit 0,8mm Durchmesser, was einem Querschnitt von ca. $0,5\text{mm}^2$ entspricht.

Ein Draht mit 0,6mm Durchmesser hat einen Querschnitt von ca. $0,28\text{mm}^2$.

In der Kabelbezeichnung NYY-O 2*1,5 wird auf den Querschnitt $1,5\text{mm}^2$ hingewiesen.

8.4 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
Aufbau	Stern-Vierer	Stern-Vierer	paarige Verseilung	paarige Verseilung
Mindestbiegeradius bei fester Verlegung	10x Kabel-durchmesser	10x Kabel-durchmesser	10x Kabel-durchmesser	10x Kabel-durchmesser
Temperaturbereich bei Verlegung verlegt	-5°C bis +50°C $\leq +70^\circ\text{C}$	-20°C bis +50°C $\leq +70^\circ\text{C}$	-5°C bis +70°C -5°C bis +70°C	-5°C bis +70°C -5°C bis +70°C
Betriebsspitzenspannung (nicht für Starkstromzwecke)	225V	225V	300V	300V
Prüfspannung Ader/Ader Ader/Schirm	500V 2000V	500V 2000V	800V 800V	800V 800V
Leiterdurchmesser	0,6mm	0,8mm	0,6mm	0,8mm
Leiterquerschnitt	0,28mm ²	0,50mm ²	0,28mm ²	0,50mm ²
Dämpfung bei 800Hz	1,0dB/km	0,8dB/km	1,7dB/km	1,1dB/km
Kapazitive Kopplung K1	98% < 400pF/300m	98% < 400pF/300m	80% < 300pF/100m	80% < 300pF/100m
Kapazitive Kopplung K9-12	98% < 100pF/300m	98% < 100pF/300m	90% < 100pF/100m	90% < 100pF/100m
Betriebskapazität bei 800Hz	52nF/km	52nF/km	100nF/km	100nF/km
Isolation: Spezifischer Durchgangswiderstand	5GΩxkm	5GΩxkm	100MΩxkm	100MΩxkm
Schleifenwiderstand	130Ω/km	73,2Ω/km	130Ω/km	73,2Ω/km
VDE-Vorschrift	VDE 0816	VDE 0816	VDE 0815	VDE 0815
Verwendungsbereich	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
Impedanz bei 800Hz	$\approx 720\Omega$	$\approx 520\Omega$	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 ²	12	2,05 mm	3,31 mm ²
2	6,54 mm	33,6 mm ²	14	1,63 mm	2,08 mm ²
4	5,19 mm	21,2 mm ²	16	1,29 mm	1,31 mm ²
6	4,12 mm	13,3 mm ²	18	1,024 mm	0,823 mm ²
8	3,26 mm	8,37 mm ²	20	0,813 mm	0,519 mm ²
10	2,59 mm	5,26 mm ²	22	0,643 mm	0,324 mm ²

Weitere Umrechnungsfaktoren für allgemeine / elektrische Maße:

Angloamerikanisches Maß	Europäische Umrechnung (SI-Einheiten)	Angloamerikanisches 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 ²	1 ohm per 1000 ft	3.28 Ω/km
1 square inch	645.16 mm ²	1 ohm per yard	10.936 Ω/km
		1 pound (lb)	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

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 © 2010 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