

Systemlösung EMClots®

Installationsanleitung und Hinweise zur Umsetzung eines vermaschten Potentialausgleichssystems mit EMClots®



Projekt:

Projektschlüssel:

Projektleitung:

Losverantwortlicher:

Revisionsnummer	Erstellt am	Bearbeiter	Beschreibung
Entwurf 0.1	24.05.2017	Steinmetzger	Erstellung des Dokuments
Entwurf 1.0	10.08.2017	Wagner	Detailanpassung
Entwurf 1.4	18.12.2017	Wagner	Anpassung Kennzeichnung

Inhalt

1. Normen und Richtlinien	3
2. Befestigungselemente EMClots®	4
3. Grundregeln des Systems.....	5
4. Installationsreihenfolge.....	8
5. Bezeichnung der Anschlusspunkte.....	9
6. Dokumentation des Systems.....	10
7. Messtechnische Prüfung	11
8. Bestellangaben	13

Ziel dieses Dokumentes ist es, die optimale Umsetzung eines vermaschten Potentialausgleichssystems für Funktionspotentialausgleich und Schutzpotentialausgleich darzustellen. Vorteil eines solchen Systems ist die niederimpedante Ableitung von Störströmen und die damit verbundene hohe Qualität für Sicherheit und Funktion der elektrischen Anlage.

1. Normen und Richtlinien

VDE 0100-540 / DIN EN 61140 – Ableitströme

Schutzleiter sollen im fehlerfreien Betrieb nicht als leitfähiger Pfad für Betriebsströme verwendet werden. Wenn beim Anschluss eines Gerätes der PE-Strom unter normalen Betriebsbedingungen größer/gleich 10 mA ist, muss eine der nachfolgenden Maßnahmen konstruktiv vorgesehen werden:

- Schutzleiter muss im gesamten Verlauf mindestens 10 mm² aufweisen
- zweiter Schutzleiter gleichen Querschnitts auf separate Klemme am Gerät

Maschinenrichtlinie DIN EN 60204-1 – Auszug für die Realisierung eines CBN

„Normalerweise wird der Funktions-Potentialausgleich durch eine Verbindung zum Schutzleitersystem erreicht (CBN). Wo jedoch der Pegel der elektrischen Störungen auf dem Schutzleitersystem nicht ausreichend niedrig für ein ordnungsgemäßes Funktionieren der elektrischen Ausrüstung ist, kann es notwendig sein, das Funktionspotentialausgleichssystem an einen separaten Leiter für funktionale Erdung anzuschließen...“

Da überwiegend CBN installiert wird, ist somit ein niedriger Pegel an Störungen Voraussetzung.

DIN VDE 0100-444 und DIN EN 50310 – Struktur von Potentialausgleichsanlagen

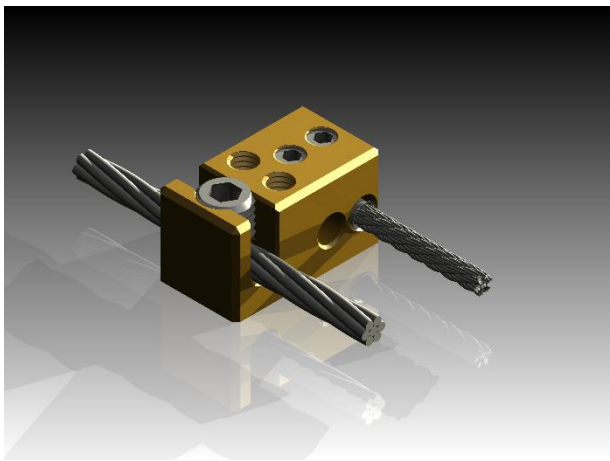
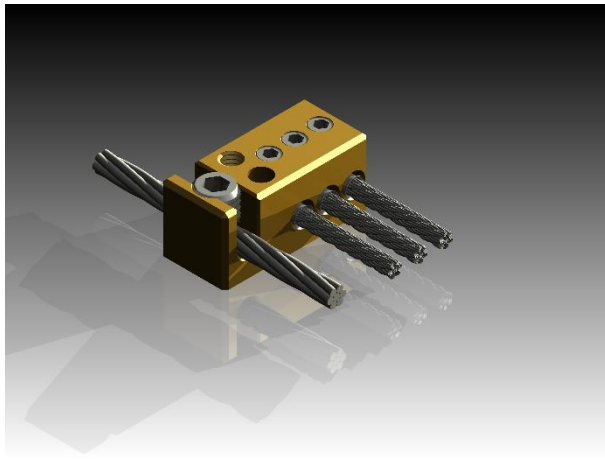
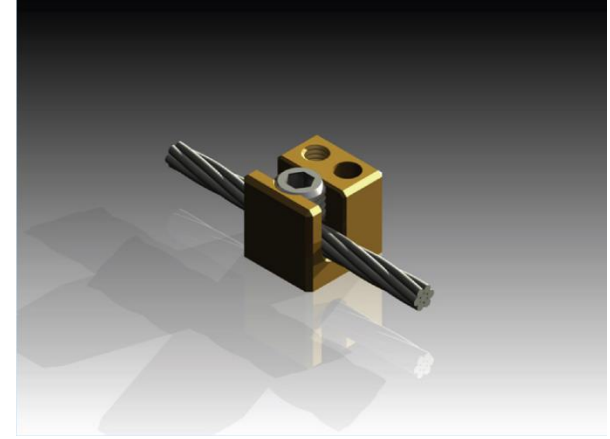

Sternförmige Potentialausgleichsstrukturen sind insbesondere bei Verwendung von Signalkabeln und informationstechnischen Einrichtungen (z.B. PROFINET) ungeeignet. Der Potentialausgleich sollte möglichst klein vermascht und damit niederimpedant (< 0,3 Ohm) aufgebaut sein.

Entwurf der PI Richtlinie – „Empfehlungen für die Funktionserdung und Schirmung von PROFIBUS und PROFINET“

Die Handlungsempfehlung der PI, welche sich aktuell im Entwurf befindet, beschreibt speziell die Maßnahmen welche bei Verwendung von PROFIBUS und PROFINET sicherzustellen sind. Unter der Forderung H3 heißt es: *„Potentialausgleichssystem möglichst fein vermascht ausführen (MESH-BN)“*

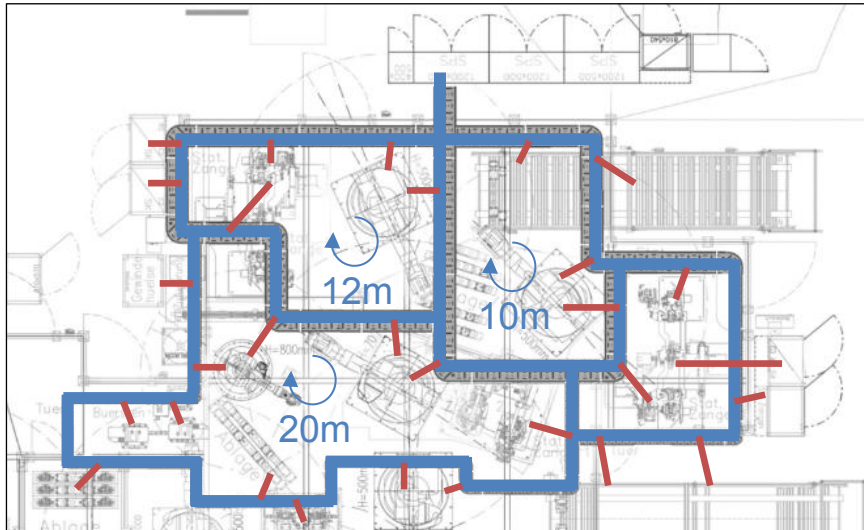
2. Befestigungselemente EMClots®

Der Einsatz der **EMClots®** erleichtert die Realisierung eines dezentralen vermaschten Potentialausgleichssystems erheblich. Die Komponenten dienen der Verbindung, Befestigung und Verzweigung von Leiterseilen – feinst- und mehrdrähtig. Auf diese Weise wird undefinierten Störströmen vorgebeugt und der Potentialausgleich auch in langen Fertigungsstraßen einheitlich gestaltet. Sie sind ideal für die Realisierung der nach EN 50310 geforderten engmaschigen und niederimpedanten Ausführung des Potentialausgleichssystems in Maschinen und Anlagen.

EMClots® Junction V2	EMClots® Junction V2 3-fach
 <p data-bbox="193 1160 805 1283">Der EMClots® Junction dient zur Fixierung von Leiterseilen (Trunk) und zur Schaffung von zwei Abzweigen (Spurs) zur Anbindung an den BN.</p>	 <p data-bbox="815 1160 1422 1283">Der EMClots® Junction 3-fach dient zur Fixierung von Leiterseilen (Trunk) und zur Schaffung von drei Abzweigen (Spurs) zur Anbindung an den BN.</p>
EMClots® Fastening V2	EMClots® Connector V2
 <p data-bbox="193 1854 805 1910">Der EMClots® Fastening dient zur Fixierung von Leiterseilen (Trunk).</p>	 <p data-bbox="815 1854 1422 1910">Der EMClots® Connector dient zur Fixierung und Verbindung von zwei Leiterseilen (Trunk).</p>

3. Grundregeln des Systems

Das System ist durch Trunks (ringförmiger Backbone) und Spurs (Anbindungen) aufgebaut. In der folgenden Darstellung ist dies anhand eines klassischen Zellaufbaus dargestellt.



— = Trunk des MESH-BN

— = Spurs des MESH-BN

Erstellung eines Trunks (Backbone):

- Nutzung der Kabeltrassen als Teil des Potentialausgleichssystems
- Schaffung einer Ringstruktur mit **maximal 20 m Schleifenlänge**, um die geforderte Schleifenimpedanz von 0,3 Ohm sicher einzuhalten.
- Möglichst viele und kleine Maschen, um die Impedanz zu reduzieren und dem Strom möglichst viele und kurze Wege zu bieten.
- Befestigungselemente EMClots® im **Abstand von 1 m** installieren.
- Als Trunk wird üblicher Weise ein **16 mm² Leiterseil** verwendet.
- Leiterseile sollten **verzinkt** und **nicht-isoliert** sein um flexibel alle notwendigen Anlagenteile einbinden zu können.

z.B.: **Multifrequenz-Leiterseil**

Alternativ: Leiterseil Klasse 7, verzinkt, nicht-isoliert

Alternativ: Leiterseil Klasse 2, verzinkt, nicht-isoliert

Anbindung der Komponenten mittels Spur:

- Anbindung von elektronischen Geräten, Roboter, Schutzpotential usw.
- Anbindung mittels kurzen und flexiblen Leiterseilen: **max. 2 m**
- Anbindung zum Roboterfuß innerhalb von 2 m
- Ein Gerät oder Anlagenteil, welches **Schutzpotentialausgleich** (BN) benötigt, wird mit einem 10 mm² Spur-Leiterseil angeschlossen (DIN EN 61140)
- Ein Gerät, welches einen **Funktionspotentialausgleich** (FE) benötigt, wird mit einem 6 mm² Spur-Leiterseil angeschlossen.
- Leiterseile in **verzinkt** und **flexibler Ausführung**, bei Schleppketten isoliert.

z.B. **Multifrequenz-Leiterseil**

Alternativ: Leiterseil Klasse 7, verzinkt, isoliert (grün/gelb) oder nicht-isoliert

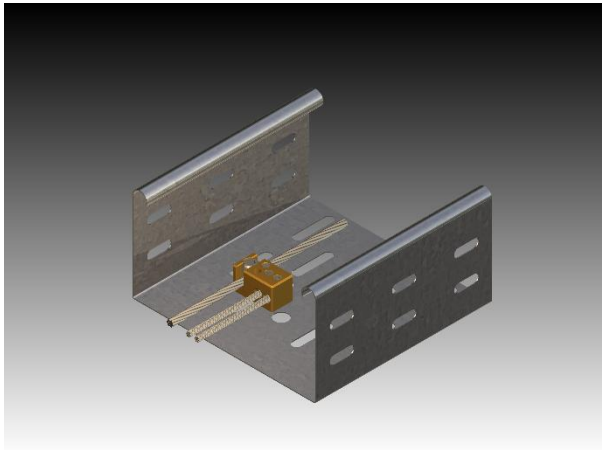
Für Roboter: Leiterseil Klasse 8, verzinkt, isoliert, torsionsfähig

Nutzung der Kabeltrassen als Teil des Potentialausgleichs:

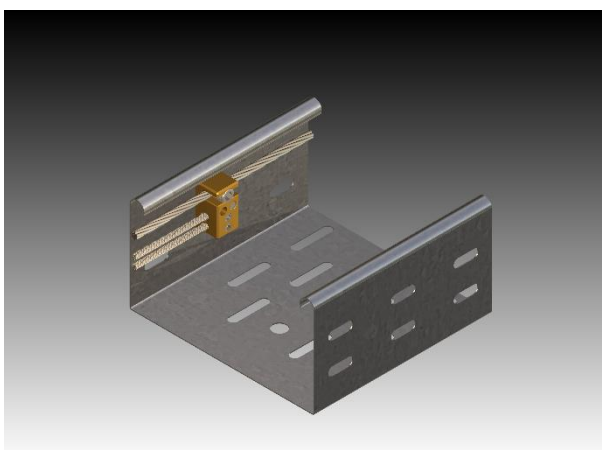
Die Befestigung der EMClots® kann innerhalb oder außerhalb von Kabeltrassen erfolgen. Die Montage sollte hierbei mittels einer Schraube der Ausführung „M6x9“ erfolgen. In speziellen Anwendungsfällen ist die Befestigung mit einer zweiten Schraube von oben möglich. Prinzipiell bietet es sich an leitfähige Anlagenteile, insbesondere Kabeltrassen, mit dem Potentialausgleich (BN) zu verbinden, um eine größtmögliche Vermaschung zu erzielen. Ebenso bieten leitfähige Anlagenteile durch ihren großen Querschnitt und die große Oberfläche ein gutes Ableitvermögen für nieder- und hochfrequente Ströme.

- Leiterseile für den Potentialausgleich möglichst von Leitungen mit hoher elektrischer Leistung trennen (z.B. durch Trennstege).
- Die Verlegung des Potentialausgleichs gemeinsam mit der 24 Volt oder der Informationstechnik stellt keine Probleme dar.
- Durch das vermaschte System sind die Einzelströme sehr gering.

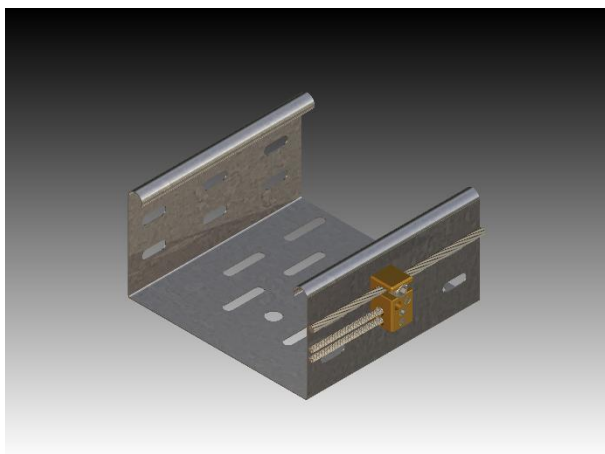
Folgende Varianten sind möglich:



Installation unten innerhalb der Kabeltrasse.
Fordert Platz und Montagemöglichkeiten von unten.

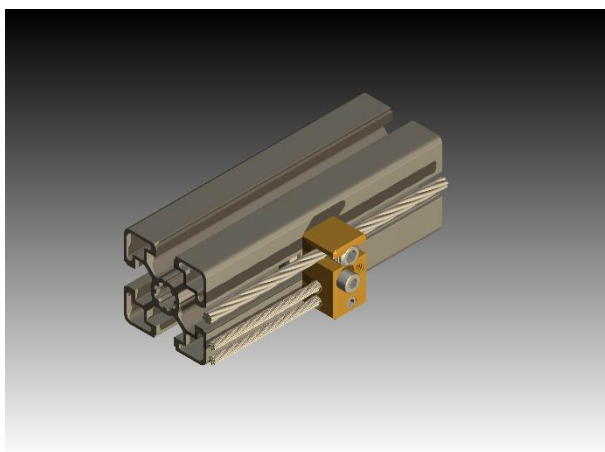


Installation seitlich innerhalb der Kabeltrasse.
Platzsparend und Schutz durch die Trasse.



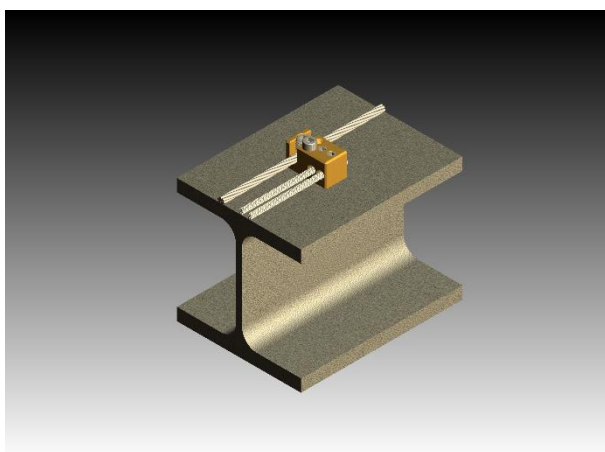
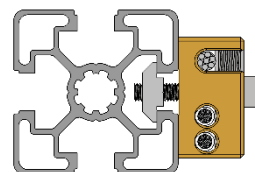
Installation außerhalb der Kabeltrasse.

Fordert keinen Platz innerhalb der Trasse und bietet flexible Installationsmöglichkeiten durch Zugänglichkeit und Sichtbarkeit.



Installation an Profilen.

Bietet flexible Installationsmöglichkeiten durch Zugänglichkeit und Sichtbarkeit. Achtung: Beschichtung der Profile verhindert oftmals eine Einbindung in den Potentialausgleich.



Installation an anderen Bauteilen.

Bietet flexible Installationsmöglichkeiten durch Zugänglichkeit und Sichtbarkeit. Achtung: Beschichtung der Bauteile verhindert oftmals eine Einbindung in den Potentialausgleich.

4. Installationsreihenfolge

Schritt 1:

- Installation aller Kabeltrassen

Schritt 2:

- Festlegung der Anschlusspunkte (Funktions- und Schutzpotentialausgleich)
- Installation der EMClots® Junction im Kabelkanal nahe der Anschlusspunkte

Schritt 3:

- Installation des Trunks
- Befestigung des Leiterseils an den bereits installierten EMClots® Junction
- Optional: Installation weiterer EMClots® zur Fixierung des Leiters und zur Einhaltung der Grundregeln des Gesamtsystems (Maschengröße, maximale Abstand der Befestigungselemente usw.)

Schritt 4:

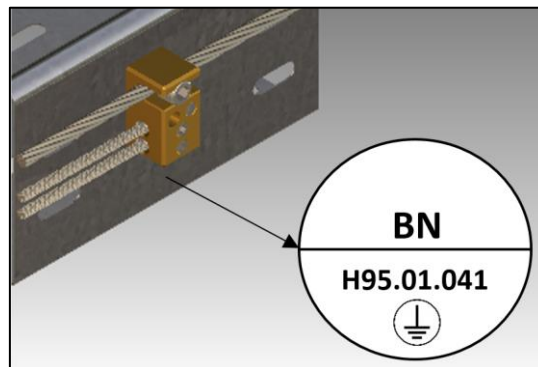
- Anbindung der flexiblen Spur-Leitenseile an die EMClots® Junction. Hierzu sind entsprechende Aderendhülsen zu verwenden.
- Verlegen der Leiterseile zu den Anschlusspunkten - Berücksichtigung der maximalen Stichlänge von 2 m!
- Befestigung des Leiters am Anschlusspunkt inklusive Kennzeichnung des Leiters

5. Bezeichnung der Anschlusspunkte

- Die Bezeichnung sollte unmittelbar am Befestigungselement erfolgen.
- Die Bezeichnung sollte eindeutig sein.
- Der Anschlusspunkt sollte mit dem Kürzel „BN“ für **Bonding Network** versehen sein
- Eine eindeutige Zuordnung zur Anlage, der Masche und einer eindeutigen Nummer des Befestigungselements
- Denkbar ist folgende Nomenklatur:

	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3
Bonding Network	XXX.	XX.	X
	Kürzel für die Anlage	Kürzel für die Masche	Eindeutige Nummer des Befestigungselements
BN	H95.	01.	041

Kennzeichnung des Systems:



In Abschnitt 6.3.2 der DIN EN 60445 (VDE 0197): 2011-10 ist Folgendes festgelegt:

„Falls blanke Leiter, die als Schutzleiter angewendet werden, mit Farbe gekennzeichnet sind, müssen diese Grün-Gelb sein, entweder über die gesamte Länge des Leiters oder in jedem Teil oder jeder Einheit oder jeder zugänglichen Stelle. Wird Klebeband angewendet, dann muss zweifarbiges Band verwendet werden.“

Weiter heißt es dazu:

*„ANMERKUNG 3: Falls der Schutzleiter durch seine Form, den Aufbau oder seine Lage leicht zu identifizieren ist, z.B. der konzentrische Leiter, ist die farbliche Kennzeichnung über die gesamte Länge nicht notwendig, jedoch sollten die **Enden oder zugänglichen Stellen** durch das graphische Symbol ⏚ oder die **Zwei-Farben-Kombination Grün-Gelb** oder die alphanumerische Kennung **PE** deutlich gekennzeichnet sein.“*

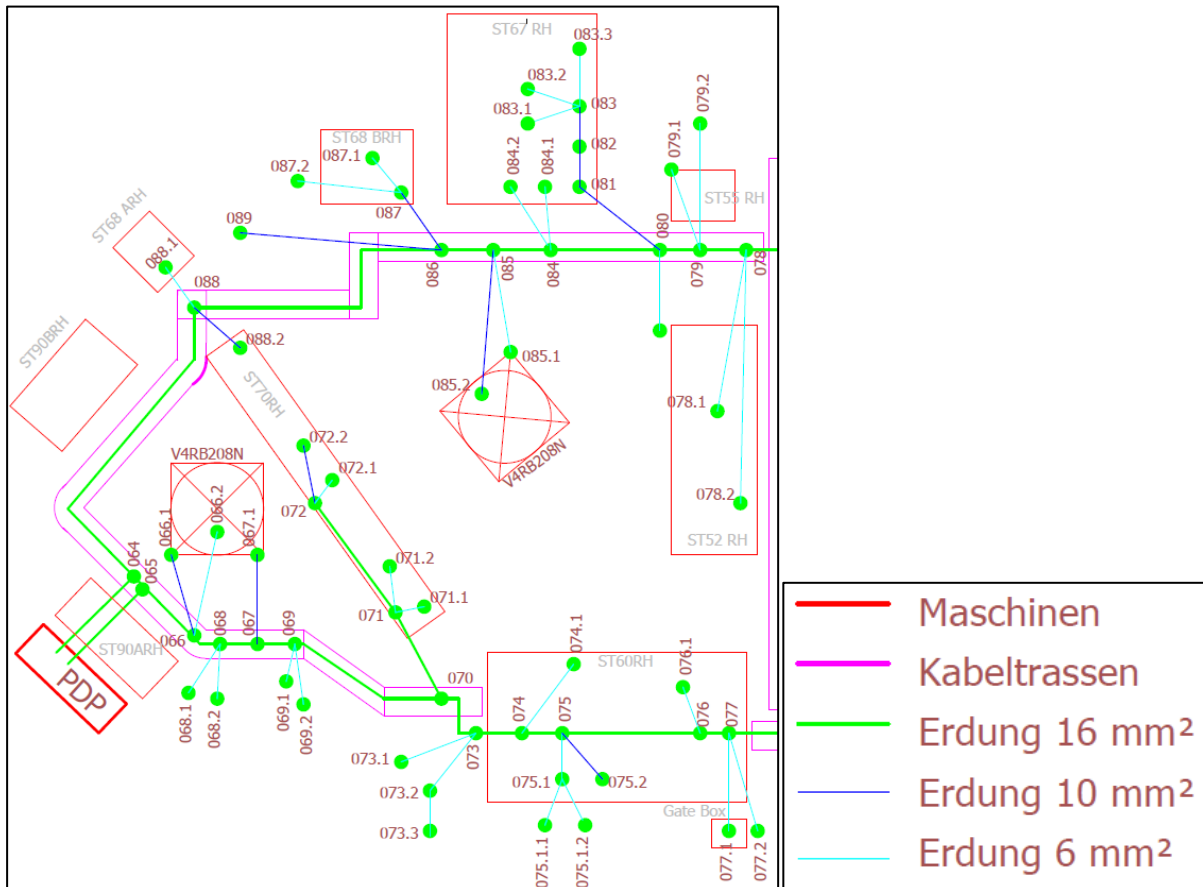
Anhand dieser Aussagen leiten sich folgende Empfehlungen ab:

- Eine Kennzeichnung der Leiter sollte an den Anschlusspunkten sowie an zugänglichen Stellen erfolgen.
- Diese Kennzeichnung kann bestehen aus:
 - Dem graphischen Symbol: „⏚“
 - Der Zwei-Farben-Kombination Grün-Gelb in Form eines Kabelschuhs oder Schrumpfschlauchs
 - Der alphanumerischen Kennung „PE“

6. Dokumentation des Systems

- Eine aussagekräftige Dokumentation ist zu erstellen.
- Neben der Kennung der Befestigungselemente ist der Einbauort zu vermerken.
- In der Dokumentation ist die Art des verwendeten Leiterseils inklusive des verwendeten Querschnitts zu beschreiben.

Beispiel:



7. Messtechnische Prüfung

Eine Prüfung des Systems muss durchgeführt werden, um die Funktionalität nachzuweisen. Diese Prüfung sollte an wichtigen Punkten im laufenden Betrieb der Anlage durchgeführt werden. Grundsätzlich werden bei der Bewertung zwei Punkte betrachtet:

Güte des Systems	Belastung des Systems
Messung im Stillstand (auch vor Inbetriebnahme) möglich	Messung muss unter produktionsnahen Bedingungen erfolgen An ausgewählten Stellen sind die Spitzenwerte über einen längeren Zeitraum zu überwachen
Größe der Maschen (Impedanz der Schleife)	Höhe der Ströme auf dem PE- und CBN-Leitern
Funktionalität der Schirme der Daten- und Motorleitungen (Impedanz der Schleife)	Höhe der Schirmströme von Daten- und Motorleitungen

Qualitätswerte:

Um ein ausreichend vermaschtes Potentialausgleichssystem nachzuweisen, müssen die folgenden Werte für die Schleifenimpedanz eingehalten werden:

Schutz- bzw. Funktionspotentialausgleich (CBN): max. 0,3 Ohm (bei 2,083 kHz)

Um eine ausreichende aktive Wirkung der Schirme zu gewährleisten, müssen die folgenden Werte für Schirme eingehalten werden:

Schirme von Motorkabeln: max. 0,3 Ohm (bei 2,083 kHz)

Schirme von Signalleitungen: max. 0,6 Ohm (bei 2,083 kHz)

Die Belastung des Systems lässt sich anhand des Stromes erkennen. So sollten folgende Grenzwerte eingehalten werden:

Schutzleiter (PE): max. 5% des Phasenstromes

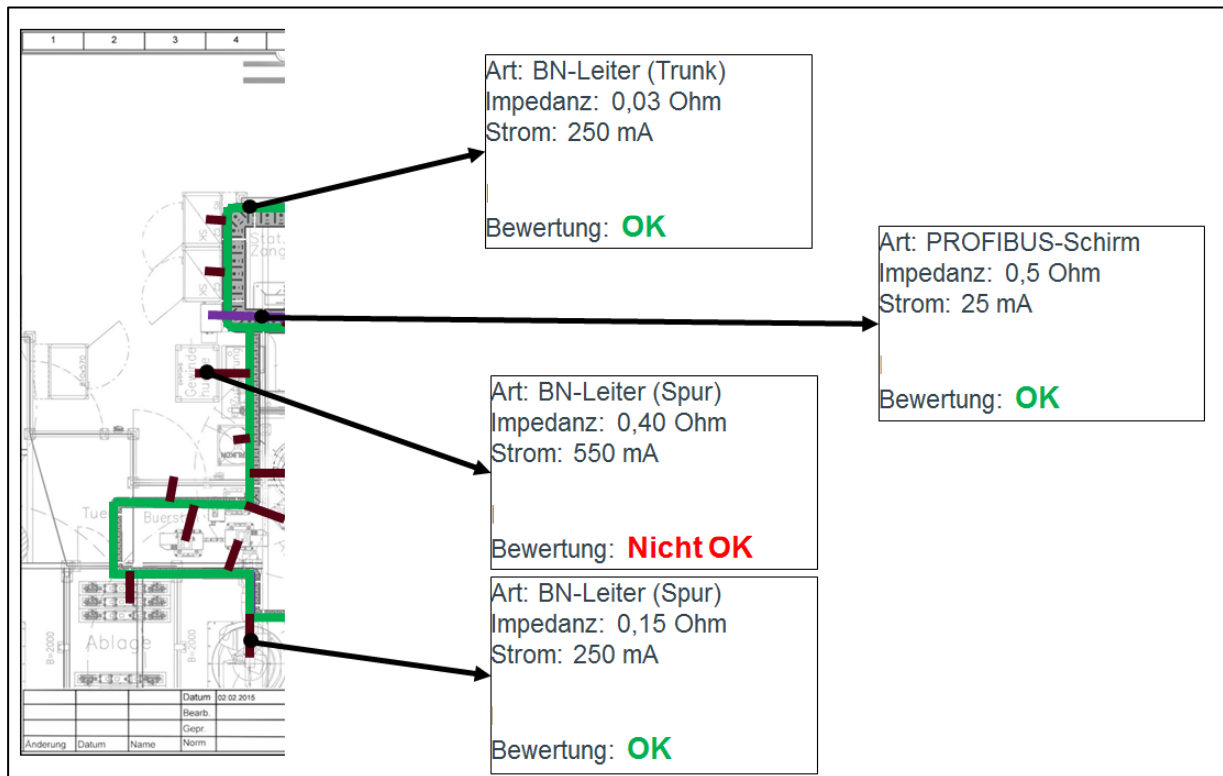
Schutz- bzw. Funktionspotentialausgleich (CBN): max. 300 mA (DGUV V3)

Um die Geräte vor zu hohen Strömen zu schützen, sind folgende Grenzwerte für die Belastungen von Schirmen zu empfehlen:

Schirme von Motorkabeln: max. 300 mA

Schirme von Signalleitungen: max. 40 mA

Beispielhafte Bewertung der Messwerte:



Messmittel:

Einsatzzweck	Bezeichnung
Zur Bestimmung der Güte des Systems (Impedanz bei 2,083 kHz)	Maschenwiderstandsmesszange MWMZ II – Indu-Sol GmbH
Zur Bestimmung der Belastung Einfache Strommessung	Leckstrommesszange LSMZ I – Indu-Sol GmbH
Zur Bestimmung der Belastung Intelligente Strommessung	Intelligente Strommesszange ISMZ I – Indu-Sol GmbH
Zur Bestimmung der Belastung Intelligente Strommessung auf bis zu 4 Kanälen	Permanente Stromanalyse EMV-INspektor® V2 – Indu-Sol GmbH

8. Bestellangaben

EMClots®:

Bestellangaben	Trunk-Anbindung	Spur-Anbindung	Art.-Nr.
EMClots® Junction V2	10-16 mm ²	4-10 mm ²	122180100
EMClots® Junction V2	25-35 mm ²	6-16 mm ²	122180101
EMClots® Junction V2 3-fach	10-16 mm ²	4-10 mm ²	122180110
EMClots® Junction V2 3-fach	25-35 mm ²	6-16 mm ²	122180111
EMClots® Connector V2	10-16 mm ²	-	122180200
EMClots® Connector V2	25-35 mm ²	-	122180201
EMClots® Fastening V2	10-16 mm ²	-	122180300
EMClots® Fastening V2	25-35 mm ²	-	122180301

Leiterseile:

Bestellangaben	Querschnitt	Durchmesser	Isolierung	Art.-Nr.
Multifrequenz-Leiterseil	6 mm ²	4,5 mm	blank	122040901
Multifrequenz-Leiterseil	10 mm ²	5,5 mm	blank	122040903
Multifrequenz-Leiterseil	16 mm ²	7,0 mm	blank	122040904
Leiterseil Klasse 2	16 mm ²	5,1 mm	blank	122040501
Leiterseil Klasse 7	6 mm ²	3,9 mm	blank	122040601
Leiterseil Klasse 7	10 mm ²	5,1 mm	blank	122040603
Leiterseil Klasse 7	16 mm ²	6,3 mm	blank	122040604
Leiterseil Klasse 7 gn/ge	6 mm ²	6,0 mm	PVC (Gn/Ge)	122040721
Leiterseil Klasse 7 gn/ge	10 mm ²	7,3 mm	PVC (Gn/Ge)	122040723
Leiterseil Klasse 7 gn/ge	16 mm ²	8,8 mm	PVC (Gn/Ge)	122040724
Leiterseil Klasse 8	10 mm ²	8,0 mm	PUR (Gn/Ge)	122041103

Zubehör:

Bestellangaben	Querschnitt	Länge	Art.-Nr.
Aderendhülsen Cu-verzinkt	10 mm ²	18 mm	122080177

Messtechnik:

Bestellangaben	Art.-Nr.
EMCheck® LSMZ I	122010005
EMCheck® MWMZ II	122010010
EMCheck® ISMZ I	122010020
EMV-INSpektor® V2	122010001
EMCheck® Messzangenkoffer	122010006
EMCheck® Messzangenkoffer XL	122010007