

# Koordination des Potentialausgleichs im Kundenumfeld

VDE SPEC 90044 V1.0 (de)

## Vorwort

Veröffentlichungsdatum dieser VDE SPEC: 31.10.2025.

Zur vorliegenden VDE SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Dieses Dokument wurde vom nationalen Arbeitsgremium DKE/K 712: *Funktionssicherheit von Anlagen der Informations- und Kommunikationstechnik einschließlich Potentialausgleich und Erdung* der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik ([www.dke.de](http://www.dke.de)) erarbeitet.

Diese VDE SPEC wurde nach dem VDE-SPEC-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung dieser VDE SPEC erfolgte innerhalb der Projektgruppe des DKE/AK 712.0.4 und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise.

Diese VDE SPEC ist **nicht** Bestandteil des VDE-Vorschriftenwerks oder des Deutschen Normenwerks. Diese VDE SPEC ist insbesondere auch **keine** Technische Regel im Sinne von § 49 EnWG.

Verfasser dieser VDE SPEC sind:

Linke, Ludwig	DB InfraGo
Lochthofen, Michael	MEBEDO Consulting
Muhm, Helmut	Bender GmbH
Neugebauer, Rudolf	Vodafone
Patzke, Manfred	MaPaCom
Schweyda, Michael	Telecolumbus
Steinrötter, Alexandra	DEUTSCHE TELEKOM
Ziegler, Stefan	DEUTSCHE TELEKOM
Zimmermann, Ingo	Mitteldeutsche Netzgesellschaft mbH

Trotz großer Anstrengungen zur Sicherstellung der Korrektheit, Verlässlichkeit und Präzision technischer und nicht-technischer Beschreibungen kann die VDE SPEC-Projektgruppe weder eine explizite noch eine implizite Gewährleistung für die Korrektheit des Dokuments übernehmen. Die Anwendung dieses Dokuments geschieht in dem Bewusstsein, dass die VDE SPEC-Projektgruppe für Schäden oder Verluste jeglicher Art nicht haftbar gemacht werden kann. Die Anwendung der vorliegenden VDE SPEC entbindet den Nutzer nicht von der Verantwortung für eigenes Handeln und geschieht damit auf eigene Gefahr.

Im Zuge der Herstellung und/oder Einführung von Produkten in den Europäischen Binnenmarkt muss der Hersteller eine Risikoanalyse durchführen, um zunächst festzustellen, welche Risiken das Produkt möglicherweise mit sich bringt. Nach Durchführung der Risikoanalyse bewertet er diese Risiken und ergreift gegebenenfalls geeignete Maßnahmen, um die Risiken wirksam zu eliminieren oder zu minimieren (Risikobewertung). Die vorliegende VDE SPEC entbindet den Nutzer nicht von dieser Verantwortung.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN, VDE und DKE sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## **Executive Summary (optional)**

Diese VDE SPEC erläutert die Hintergründe für die unterschiedliche Handhabung des Potentialausgleichs von Versorgungsanschlüssen aus kritischen Infrastrukturen im Hinblick auf den Anschluss an die Haupterdungsschiene (HES) innerhalb von Gebäuden und stellt den jeweiligen Normenzusammenhang her.

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b>	<b>2</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b>	<b>3</b>
<b>3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen</b>	<b>3</b>
3.1 Begriffe	3
3.2 Symbole	3
3.3 Abkürzungen	4
<b>4 Potentialausgleich</b>	<b>5</b>
4.1 Allgemeines	5
4.2 Direkte und indirekte Einbindung in den Potentialausgleich	9
<b>5 Stromnetz</b>	<b>9</b>
5.1 Allgemeines	9
5.2 Netzunerteilungen	16
5.3 Globales Erdungssystem	18
5.4 Gleichstrom-Quellen im Kundenumfeld	19
5.4.1 Allgemeines	19
5.4.2 Elektrochemische Korrosion	20
<b>6 Telekommunikationsnetz</b>	<b>21</b>
6.1 Allgemeines	21
6.2 Vorhandene Einrichtungen zum Blitzschutz	22
6.3 Berührungsschutz	22
6.4 Beeinflusste Anlage / notwendige Schirmung	23
6.4.1 Allgemeines	23
6.4.2 Beidseits geerdete Linienkabel	24
6.4.3 Einseitig geerdete Linienkabel mit galvanisch trennenden Elementen	25
6.4.4 Vermaschungen	26
<b>7 Fernwärme</b>	<b>26</b>
<b>8 Gas</b>	<b>29</b>
<b>9 Wasser</b>	<b>31</b>
<b>10 Anhänge</b>	<b>31</b>
<b>Anhang A Referenztafel der in diesem Dokument erwähnten Betriebsmittel</b>	<b>32</b>
<b>Anhang B Beispielbilder</b>	<b>34</b>
B.1 Hausanschlussleitungen (2)	34
B.2 Anschlusseinrichtungen (3)	37
B.3 Haupterdungsschiene (4)	42

B.4	Kathodischer Korrosionsschutz (26, 27)	43
B.5	Galvanisch trennende Elemente (32)	43

**Literaturhinweise** **45**

**Index** **53**

**Abbildungsverzeichnis**

Bild 1	– Gebäudeanschluss aus einer beliebigen Versorgungsinfrastruktur	2
Bild 2	– Versorgungsleitung durch die Hauseinführung	6
Bild 3	– Installationen, die in einem Gebäude vorkommen können (schematische Zusammenfassung)	7
Bild 4	– Die Einbindung des Stromanschlusses in den Potentialausgleich – Netzform TN-C & Anlagenanschlutung TN-S	11
Bild 5	– Die Einbindung des Stromanschlusses in den Potentialausgleich – Netzform TT & Anlagenanschlutung TN-S	12
Bild 6	– Die Einbindung des Stromanschlusses in den Potentialausgleich – Netzform TN-C & Anlagenanschlutung TN-C-S (Dacheinführung, Geschosswohnungsbau, Altinstallation)	13
Bild 7	– Varianten der Hauseinführung des elektrischen Hausanschlusses	14
Bild 8	– Lasten (R1/2/3) in Dreiecksschaltung	15
Bild 9	– Kopplung des Stromnetzes an der HES mit einer anderen kritischen Infrastruktur	15
Bild 10	– Anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplung zweier Versorgungsnetze über beidseits an die HES angebundene Versorgungsinfrastruktur am Beispiel einer Reihenhausbauung, Ersatzschaltbild	17
Bild 11	– Netzseitige PEN-PEN-Leiterkopplung zweier Versorgungsnetze am Beispiel von Versorgungsbereichen, die als Freileitungen per Dacheinführung realisiert sind	18
Bild 12	– Schematische Darstellung unterschiedlicher Versorgungsbereiche aus verschiedenen Versorgungsinfrastrukturen	19
Bild 13	– Anordnung zur Messung vagabundierender Gleichströme auf dem Schirm des Koax-Anschlusses	19
Bild 14	– Prinzipanordnung eines kathodischen Korrosionsschutzes für Rohrleitungen	20
Bild 15	– Streustromkorrosion in Rohren	21
Bild 16	– Schirmwirkung eines beidseits geerdeten Linienkabels, das neben Störquellen verlegt wurde	24
Bild 17	– Schirmwirkung eines einseitig geerdeten Linienkabels mit galvanisch trennendem Element	25
Bild 18	– Fernwärme-Übergabestation in Deutschland (Beispiel): Einbindung der netzseitigen und anlagenseitigen Leitungen in den Potentialausgleich	27
Bild 19	– Leckage in einem Fernwärmerohr im Straßenraum	27
Bild 20	– Galvanische Trennung von Fernwärme-Anschlussleitungen ohne und mit SPD und mit direkter Einbindung der Versorgungsleitung	29
Bild 21	– Funktionsdiagramm (vereinfacht) eines Ionisationswächters in Gasheizungen	30
Bild 22	– Thermische Überwachungselektrode im Flammenbild (links) und Ionisationswächter (mitte, rechts)	31
Bild B.1.1	– Doppelader-Bleimantelkabel (links)	34
Bild B.1.2	– Doppelader-Kunststoffkabel mit Schichtenmantel	34
Bild B.1.3	– Gebäudeseitiges Koax-Hausanschlusskabel	34
Bild B.1.4	– Koaxial-Kabel mit Kabelendstecker	34

Bild B.1.5 – Glasfaser-Gebäudeanschluss	35
Bild B.1.6 – Glasfaser-Gebäudeanschluss	35
Bild B.1.7 – Gasleitung	35
Bild B.1.8 – Gas- Hausanschlussleitung (heute)	36
Bild B.1.9 – Wasser-Hausanschlussleitung (heute)	36
Bild B.1.10 – KMR = Kunststoffmantelrohr	36
Bild B.1.11 – PMR = Vollkunststoffrohr	36
Bild B.2.1 – Hausanschlusskasten	37
Bild B.2.2 – Hausanschlusskasten	37
Bild B.2.3 – APL „VVDa“	37
Bild B.2.4 – APL „Typ 3“	38
Bild B.2.5 – APL offen	38
Bild B.2.6 – APL geöffnet	38
Bild B.2.7 – Hausübergabepunkt (HÜP)	39
Bild B.2.8 – Breitbandverteiler-Montageplatte	39
Bild B.2.9 – Signalübergabe mit Überspannungsschutz (schematisch)	39
Bild B.2.10 – Installationsvariante 1	40
Bild B.2.11 – Installationsvariante 2	40
Bild B.2.12 – Optischer Netzabschluss (ONT)	41
Bild B.2.13 – Zuführung einer FW-Übergabestation	41
Bild B.2.14 – Gasanschluss	41
Bild B.2.15 – Wasseranschluss	42
Bild B.3.1 – HES in Altbau-Keller installiert	42
Bild B.4.1 – Fernwärme-Hauptversorgungsleitung	43
Bild B.4.2 – Anlage im Außenbereich, die die Gleichspannung erzeugt	43
Bild B.5.1 – Doppelt Galvanisches Trennglied für Koax-Installationen	43
Bild B.5.2 – Isolierstücke einer Gasleitung	43
Bild B.5.3 – Isolierstück einer Wasserleitung	44
Bild B.5.4 – (keramisches) Isolierstück eines Fernwärmeanschlusses	44
Bild B.5.5 – (keramisches) Isolierstück eines Fernwärmeanschlusses	44

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Normativ vorgeschriebene Leiterquerschnitte	7
Tabelle 2 – Vor- und Nachteile der Ausführungsvarianten	9
Tabelle 3 – Behandlung der einzelnen Leiter des Stromnetzes	10
Tabelle 4 – Konkordanzliste zu Einsatz und Ausgestaltung von Betriebsmitteln, die in diesem Dokument erwähnt werden	32

## Einleitung

Dieses Dokument gibt einen Überblick über die verschiedenen Varianten, die in den einschlägigen Regelwerken für die korrekte Ausführung von Versorgungsanschlüssen in Gebäuden beschrieben sind. Die Anschlussvorgaben der Betreiber kritischer Versorgungsinfrastrukturen können insbesondere hinsichtlich der Behandlung des Potentialausgleichs auf den ersten Blick verwirren.

Die landläufige Auffassung „je mehr grün/gelb, umso besser“ soll hinterfragt und mit stichhaltigen Argumenten zu einer differenzierten Betrachtung anregen.

Mit Kenntnis der Wechselwirkungen und Hintergründe wird allerdings klar, weshalb die Anschaltungen von Hausanschlüssen mitunter unterschiedlich gehandhabt werden.

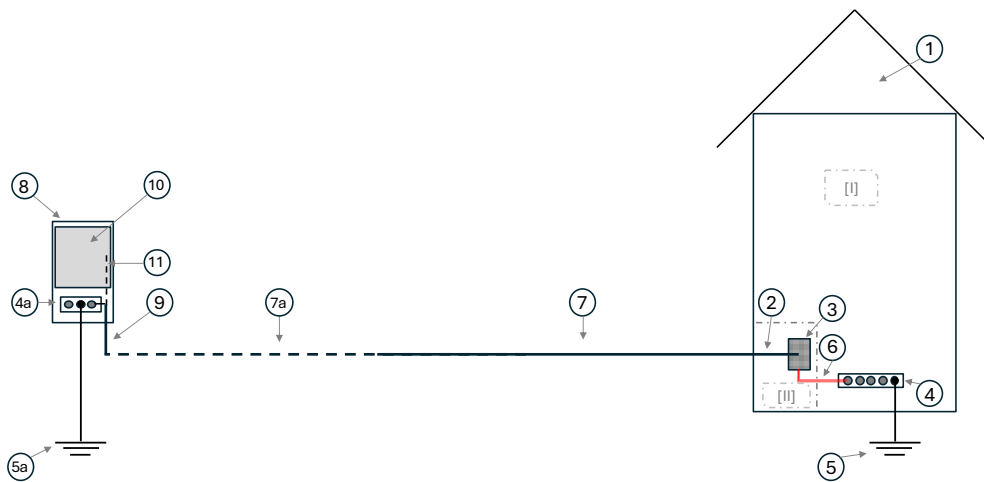
In dieser VDE SPEC sind keine Details zur Dimensionierung einzelner Betriebsmittel und Vorgaben zur Anlagenausführung zu finden, hierfür müssen Referenzdokumente und einschlägigen Normen konsultiert werden (siehe Anhang A).

Das Dokument richtet sich an (Elektro-)Fachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen [23] sowie an Anwender der jeweils einschlägigen Normen während Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung der einzelnen Gebäudeinfrastrukturen, nicht jedoch an Endnutzer.

Interessierte Endnutzer dürfen sich mit dem Inhalt auch befassen.

# 1 Anwendungsbereich

Installationen (fremde leitfähige Teile) im privaten und gewerblichen Endkundenumfeld sollen nach der Gebäudeeinführung in den Potentialausgleich eingebunden werden.



Nr.	Beschreibung	Beispiele
1	Gebäude	jede Art von Wohn- oder Geschäftsgebäude
2	Leitung aus einer Versorgungsinfrastruktur zur Anschlusseinrichtung (3) innerhalb (1)	Gas / Wasser / Strom / Telekommunikation / Fernwärme
3	Anschlusseinrichtung	nach DIN 18012:2018-04 [1], 3.2, z. B. Absperrhahn / Hausanschlusskasten / Abschlusspunkt Linientechnik / Hausübergabepunkt / optischer Netzabschluss
4 + 4a	Haupterdungsschiene (HES)	in unterschiedlichen mechanischen Ausführungen
5 + 5a	Erdungsanlage	Fundamenterder / Ringerder / Bänderder / Tiefenerder / Strahlenerder
6	„Einbindung“	siehe die Ausführungen in diesem Dokument
7 +7a	Hausanschlussleitung aus Versorgungsinfrastruktur	Gas / Wasser / Strom / Telekommunikation / Fernwärme in unterschiedlichen Linientopologien
8	Betriebseinrichtung	jede für den regulären Betrieb erforderliche Einrichtung, die in der Regel nicht laienzugänglich sein darf, zum Beispiel: Gasregelstation / (Wasser-)Absperrvorrichtung / Ortsnetztrafo / Verstärkerpunkt / DSLAM / PoP im öffentlichen Raum;
9	Leitungseinführung in (8)	über den Sockel / das Fundament eingeführte Versorgungsleitung (7a)
10	Versorgungseinrichtung	Pumpe / Verstärker / Signalumsetzer / andere Betriebsmittel, die nicht laienbedienbar sein dürfen.
11	Anschluss der Versorgungsleitung	jede anlageninterne Verschaltung / Verrohrung zwischen den Betriebsmitteln in (8)
[I]	für Laien zugänglicher Gebäudebereich	Wohnungen, Keller, Dachstuhl, Garage, Montagehalle, Bürofläche usw.
[II]	Gebäudebereich, der ausschließlich für Fachpersonal bzw. unterwiesenes Personal zugänglich ist	alle Gebäudeteile, die nicht zu [I] gehören. Das kann ein abschließbarer Betriebsraum (Hausanschlussraum) sein, oder ein abschließbarer Schrank usw., der in [I] steht.

**Bild 1 – Gebäudeanschluss aus einer beliebigen Versorgungsinfrastruktur**

Diese VDE SPEC behandelt die Ausgestaltung der oben genannten „Einbindung (6)“ vor dem Hintergrund, dass dadurch an der HES (4) unter Umständen unterschiedliche Versorgungsinfrastrukturen miteinander gekoppelt werden. Sie erläutert die Zusammenhänge möglicher gegenseitiger Beeinflussungen, die sich aus den unterschiedlichen Vorgehensweisen ergeben und möglicherweise zu technischen Problemen führen können.

Es werden keine neuen Vorgaben, Anforderungen oder Empfehlungen in diesem Dokument formuliert.

In Anhang B finden sich einige Bilder von Beispielinstallationen, auf die sich dieses Dokument bezieht.

## 2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

## 3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

### 3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

#### 3.1.1

##### Energieverteilnetzbetreiber

Betreiber öffentlicher Niederspannungsnetze zur allgemeinen Stromversorgung (sogenannte Netzebene 7)

#### 3.1.2

##### Infrastrukturnetzbetreiber




Betreiber, der nicht Energieverteilnetzbetreiber ist und andere allgemeine, kritische Infrastrukturen, also zum Beispiel Gas-, Wasser-, Nah- und Fernwärmeversorgung oder der Telekommunikation im öffentlichen Raum betreibt

#### 3.1.3

##### Mittelspannungs- oder Ortsnetztransformator

Betriebsmittel zwischen dem Mittelspannungs- und dem Niederspannungsnetz in der öffentlichen Stromversorgung (sogenannte Netzebene 6). Es transformiert die elektrische Energie von der 20-kV- bzw. 10-kV-Spannungsebene (Mittelspannungsnetz) auf die an den Hausanschlüssen bereitgestellte Niederspannung 230 V/400 V

### 3.2 Symbole

Symbol	Bedeutung
	Komponenten und Betriebsmittel, die an anderer Stelle normativ beschrieben sind, siehe Anhang A  Die Elemente werden im Text referenziert über die Schreibweise (1), (2), (3), ...  Jedes Betriebsmittel, das in diesem Dokument erwähnt wird, hat immer dieselbe Symbolnummer.
[1], [2], [3], ...	Verweise auf normative und andere Dokumente, im Text verlinkt, siehe im Verzeichnis „Literaturhinweise“.
[I], [II]	Installationsbereiche im Gebäude
	galvanisch trennendes Element
	Überspannungsschutzeinrichtung (z. B. SPD, SDS, VLD oder Trennfunkstrecke)

### 3.3 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AC	Wechselstrom (en: alternating current)
APL	Abschlusspunkt Linientechnik (Doppelader-Übertragung) in Telekommunikationsnetzen
BHKW	Blockheizkraftwerk (im Kundenumfeld oder als Verbundwärmezentrale)
CATV	Kabelnetz zur TV- und Internet-Signalverteilung im Gebäude
DA	Doppelader
dB	Dezibel. Hilfsmaßeinheit zur Kennzeichnung des Verhältnisses zweier Größen der gleichen Art bei Pegeln und Maßen. Diese werden in der Elektrotechnik und der Akustik angewendet, beispielsweise bei der Angabe eines Dämpfungsmaßes oder Leistungspegels.
DC	Gleichstrom (en: direct current)
DGT	Doppelt galvanisches Trennglied
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DKE	DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
EEG	Erneuerbare Energien-Anlage, z. B. Photovoltaik zur Stromerzeugung
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit (en: Electromagnetic Compatibility / EMC)
FPA	Funktionspotentialausgleich
HAK	Hausanschlusskasten (kundenseitiger Netzabschluss des Niederspannungsnetzes)
HES	Haupterdungsschiene (en: main earthing terminal / MET)
HÜP	Hausübergabepunkt (Koaxial-Übertragung, optische Übertragung in Telekommunikationsnetzen)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (en: International Electrotechnical Commission)
ISO	Internationale Organisation für Normung (en: International Organization for Standardization)
KMR	Kunststoffmantelverbundrohr
KWK	Kraftwärmekopplung, z. B. Blockheizkraftwerk zur Stromerzeugung
NT oder NTP	Netzabschluss (en: network termination oder network termination point)
ONT	optischer Netzabschluss (en: optical network termination)
PA	Potentialausgleich
PE-Leiter	Schutzleiter (en: protective earth conductor)
RCD	Fehlerstromschutzeinrichtung (en: residual current device)
SDS	Spannungsdurchschlagssicherung (bahnspezifische Bezeichnung) (en: VLD)
SPD	Überspannungsschutzeinrichtung (en: surge protection device)
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.
VLD	en: voltage-limiting device
ZEP	Zentraler Erdungspunkt

## 4 Potentialausgleich

### 4.1 Allgemeines

Nach der IEC-Definition [IEV 195-01-10] ist der Potentialausgleich die Kombination von elektrischen Verbindungen zwischen leitfähigen Teilen, um **Potentialgleichheit** zu erzielen.

- Beispiele für den Potentialausgleich:
  - Potentialdifferenzen, die zu EMV-Problemen führen;
  - Schirmungsmaßnahmen technischer Systeme gegen die Umwelt;
  - Verbindung zwischen geschirmten Leitungen, teilweise über PE-Leiter.

Potentialausgleich kann für Schutz- oder/und Funktionszwecke angewandt werden.

- Die Anforderungen an den Schutzpotentialausgleich variieren für die einzelnen Gewerke und Anwendungen je nach zu erreichenden Schutzziele.
- Der Funktionspotentialausgleich ist notwendig, wenn technische Erfordernisse für den einwandfreien Betrieb zu realisieren sind.

BEISPIEL Netzfilter

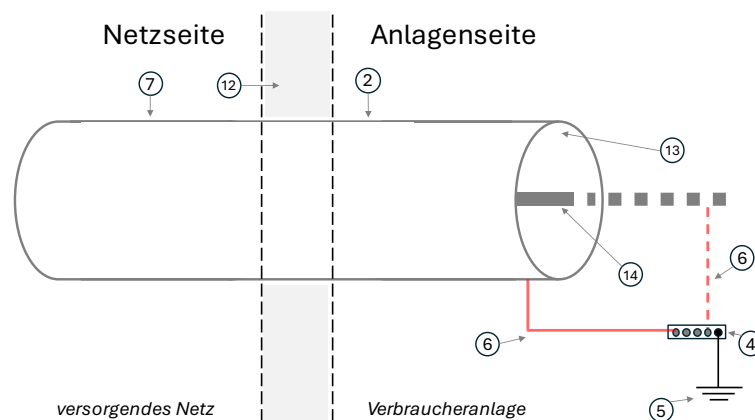
Die Abgrenzung zwischen Schutzpotentialausgleich und Funktionspotentialausgleich wurde in der Vergangenheit nicht ausreichend scharf gezogen.

Details und Erläuterungen zur Ausgestaltung des Potentialausgleichs einzelner Versorgungsinfrastruktur-Anschlüsse sind nachzulesen in den Unterlagen [13] und [19], ferner die Normenreihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) (siehe [4] bis [16]), insbesondere DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) [5], DIN EN 50173-1 (VDE 0800-173-1) [29], DIN EN IEC 60728-11 (VDE 0855-1) [27], VDI 2035 Blatt 1 [77], DVGW W 645-1 [75], DVGW G 1000 [73], DIN EN 15001-1 [97], DVGW W1000 [73], DIN EN 805 [88].

Die nach Bild 1 (6) dargestellte Einbindung geschieht nicht für alle Gewerke auf direktem Weg, da auch die indirekte Einbindung in den Potentialausgleich normativ zulässig ist.

Dieses Dokument beschreibt für beide Installationsvarianten (direkte und indirekte Einbindung) die Auswirkungen und Hintergründe, die in der Struktur und dem Zusammenspiel der jeweiligen Versorgungsnetze zu suchen sind:

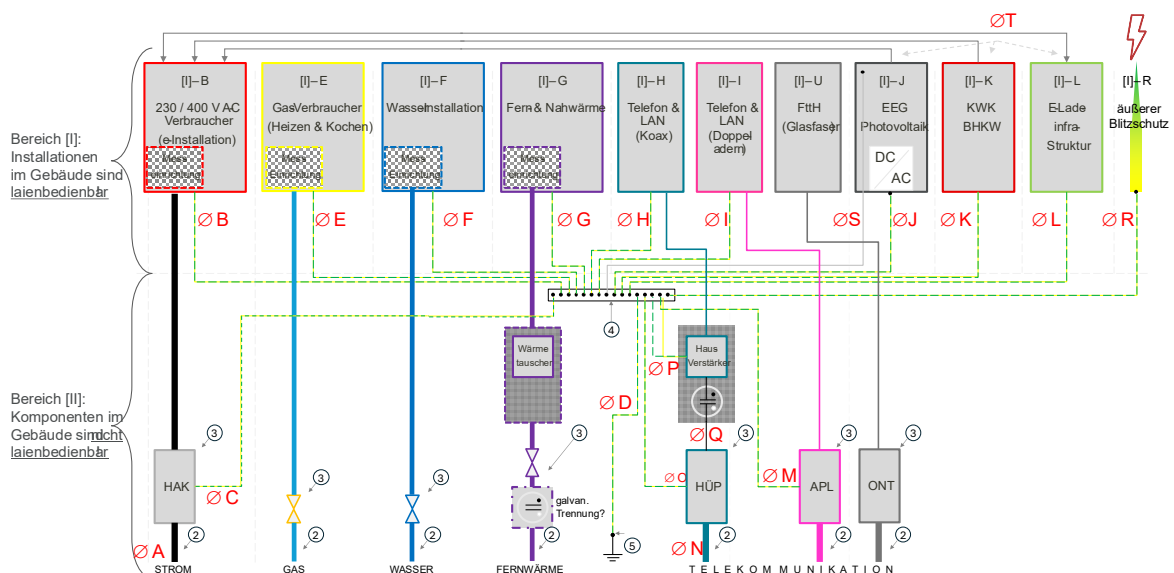
- Stromversorgung (230/400 V AC Niederspannung in der Netzform TN-C)
- Telekommunikation (DSL und TV-Kabel, nur ausnahmsweise Glasfaser)
- Fernwärme
- Gas
- Wasser



Nr.	Beschreibung	Beispiele
2	Leitung aus einer Versorgungsinfrastruktur (7) zur Übergabestelle (3) innerhalb (1) (aus Bild 1)	Gas / Wasser / Strom / Telekommunikation / Fernwärme
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5	Erdungsanlage	Fundamenterder / Ringerder / Bänderder / Tieferder / Strahlerder
6	„Einbindung,“	<i>siehe die Ausführungen in diesem Dokument</i>
7	Hausanschlussleitung aus Versorgungsinfrastruktur	Gas / Wasser / Strom / Telekommunikation / Fernwärme in unterschiedlichen Linientopologien
12	Gebäudeaußenwand (in der Regel im Keller)	Zugang in den Hausanschlussraum
13	ggf. äußerer Leiter (Schirm), Mantel und ggf. Leitungsrohr	Telekommunikation: Signalschirmung Mantel: mechanischer Schutz, ggf. elektrisch isolierend, in optischen Netzen: zum Teil mit Verbisschutz (dann ggf. elektrisch leitend)
14	Fall Gas / Wasser / Fernwärme:	kein Innenleiter. Medium gasförmig oder flüssig, warm oder kalt
	Fall Telekommunikation: Innenleiter	ein- oder mehradrige Leiter, isoliert gegen den außenliegenden Schirm; <i>Koax: ein Leiter</i> <i>Doppelader: 1...10 x zwei Leiter &amp; Beilauf- bzw. Verseildraht</i> <i>LAN-Verkabelung: 4x zwei Leiter pro LAN-Kabel</i>
	Fall Elektrizität	drei bis fünf Leiter: a) Außenleiter L1 oder L1 / L2 / L3 (230/400 VAC) b) Neutralleiter N c) Schutzleiter PE ANMERKUNG <i>○ b) und c) sind in vielen Vierleiter-Stromnetzen (Netzform TN-C) als PEN-Leiter zusammengefasst.</i> <i>○ c) in Vierleiter-Stromnetzen (Netzform TT) nicht mitgeführt</i> <i>○ Fünfleiter-Stromnetze (echte Netzform TN-S) sehr selten</i>

**Bild 2 – Versorgungsleitung durch die Hauseinführung**

Die HES (Haupterdungsschiene) im Kundenumfeld ist die Stelle, an der die Netze miteinander galvanisch gekoppelt (geerdet) werden. Gewerke, die nicht unmittelbar an die HES angeschlossen werden, verfolgen andere Strategien.



**ANMERKUNG**

- Verbindung C darf nur vorhanden sein, wenn die Versorgung aus Stromnetz TN-C erfolgen kann.
- Verbindung M in Altinstallationen u.U. nicht vorhanden. Siehe Abschnitt 6.3
- Verbindung O (Einbindung von HÜP in PA) nur vorhanden, falls kein DGT (Doppelt galvanisches Trennglied) installiert.
- DGT (in Verbindung Q zwischen HÜP und Hausverstärker) vorhanden, wenn HÜP nicht im PA!
- Verbindung D und Ⓞ (Standort-Erdung) in alten Gebäuden nicht zwingend vorhanden!
- metallhaltige Glasanbindungen ((2) am ONT mit Verbiss-Schutz) sind analog zu [I] – I in den Potentialausgleich einzubinden.

Nr.	Beschreibung	Beispiele
2	Leitung aus einer Versorgungsinfrastruktur zur Übergabestelle (3) innerhalb (1) (aus Bild 1)	Strom / Telekommunikation / Fernwärme Gas / Wasser (in der Regel aus Kunststoff)
3	Anschlusseinrichtung	Elektrizität: Hausanschlusskasten (HAK) Gas: Absperrereinrichtung Wasser: Absperrereinrichtung Fernwärme: Absperrereinrichtung Telekommunikation: Hausübergabepunkt (HÜP, Koax), Abschlusspunkt Linientechnik (APL, Doppelader) ONT (optische Linieninfrastruktur) in den Ausführungen metallfreie und metallhaltige Hauszuführung
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5	Erdungsanlage	Fundamenterder / Ringerder / Bänderder / Tiefenerder / Strahlenerder
[I] – B	Elektroanlage im Gebäude	
[I] – E	Gasinstallation im Gebäude	
[I] – F	Wasserinstallation im Gebäude	
[I] – G	Heizungsinstallation im Gebäude	kann auch als Teil von [I] – E ausgeführt sein, wenn keine Fernwärmeversorgung vorhanden.
[I] – H	Koaxial-Verkabelung im Gebäude	für TV-, Internet- und Telefonie-Dienste
[I] – I	Doppelader-Verkabelung im Gebäude	für Telefonie-, Internet- und TV-Dienste
[I] – U	Glasfaser-Verkabelung im Gebäude	für Telefonie-, TV- und Internet-Dienste; Stockwerks- oder Zimmerverkabelung
[I] – J	dezentrale Stromerzeugung	Photovoltaik (Dach), Wechselrichter, Speicher, Steuerung & Überwachung
[I] – K	dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung	Blockheizkraftwerk zur Wärme- und Stromerzeugung
[I] – L	Ladeinfrastruktur des Grundstücks	E-Mobilität
[I] – R	Blitzschutzanlage des Gebäudes	äußerer Blitzschutz

**Bild 3 – Installationen, die in einem Gebäude vorkommen können (schematische Zusammenfassung)**

Die normativ geforderten Querschnitte der Verbindungen A – R sind in folgender Tabelle 1 zusammengefasst. Die Dimensionierung ist zu beachten, wenn die Verbindung direkt auf die HES erfolgt.

**Tabelle 1 – Normativ vorgeschriebene Leiterquerschnitte**

Ø	Verbindung	Wirksamer Querschnitt  mm <sup>2</sup>	Max. Länge  m	Dimensioniert nach Norm	Für max. Dauerstrom  A	Für max. Transientenstrom  [10 / 350ms @ kA]
<b>A</b>	PEN-Leiter der Hauseinführung (Netzform TN-C); Abschluss im HAK	≥ 10 (Cu) bzw. 16 (Al)	ca. 40	[14], Abschnitt 543.4.1	≥ 82	≥ 180
<b>B</b>	PE-Leiter der E-Installation des Hauses (TN-C-S-Anschaltung), abhängig vom Nennquerschnitt des VNB-Außenleiters:  ≤ 16 mm <sup>2</sup> 16 bis 35 mm <sup>2</sup> > 35 mm <sup>2</sup>  [darf in TT-Netzen begrenzt werden auf 25 mm <sup>2</sup> (Cu) 35 mm <sup>2</sup> (Al)] ACHTUNG: Für einen PEN gilt die Querschnittsreduzierung nur, wenn dieser laut [10] gleichzeitig die Anforderungen an den Neutralleiter erfüllen kann.	L Ø Außenleiter ≥ 16 mm <sup>2</sup> ≥ ½ * Ø Außenleiter	ca. 100	[14], Abschnitt 543, Tabelle 54.2	≥ 110	≥ 288



Ø	Verbindung	Wirksamer Querschnitt mm <sup>2</sup>	Max. Länge m	Dimensioniert nach Norm	Für max. Dauerstrom A	Für max. Transientenstrom [10 / 350ms @ kA]
C	PA-Leiter HAK – HES (Hauptschutzleiter, Hauptpotentialausgleichsleiter) Darf nur vorhanden sein, wenn die Stromnetzform TN-C vorhanden ist!	siehe B	ca. 15		≥ 110	≥ 288
D	(Haupt-) Erdungsleiter (Erder – HES)	≥ 6 (Cu) bzw. ≥ 50 (Stahl), & muss Anforderungen an den Schutzleiter erfüllen (siehe B)		[14], Unterabschnitt 542.3.1	110	266
E	PA-Leiter Gasinstallation – HES	≥ 6 (Cu) ≤ 25 ≥ 12 (Al) ≥ 50 (Stahl)		[14], Abschnitt 544.1	≥ 60	≥ 108
F	PA-Leiter Wasserinstallation – HES	siehe E			≥ 60	≥ 108
G	PA-Leiter Heizungsanlage – HES ist ambivalent: * Die Verbindung zu elektrischen Komponenten der Heizung (also z. B. einem Heizkessel) muss den Anforderungen an das Schutzleitersystem entsprechen (siehe B). * Für eine Einführung von Fernwärme (Leitungen, die von außen in die Anlage eingeführt werden) siehe E. Die Einbindung der Heizungsrohre, die NICHT von außen eingeführt werden, wäre dann aber ein „Schutzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzpotentialausgleich“ nach [14], Abschnitt 544.2	bei geschützter Verlegung: ≥ 2,5 (Cu) oder ≥ 16 (Al); bei ungeschützter Verlegung: ≥ 4 (Cu) oder ≥ 16 (Al). Stahl ist nicht ausgeschlossen.		[14], Abschnitt 544.2	≥ 36	≥ 45
H	PA-Verbindung Koax-Hausinstallation – HES (i. d. R. wirksamer Schirmleiter-Querschnitt)	0,9 / 1,2			21 / 23	< 20
I	PA-Verbindung Doppelader-Hausinstallation – HES	nicht wirksam	-	-	-	-
J	PA-Leiter PV-Wechselrichter – HES	≥ 4 (Cu) F-PA ≥ 6 (Cu) S-PA		[16] & [13]	≥ 60	≥ 108
K	PA-Leiter BHKW – HES	≥ 6			≥ 60	≥ 108
L	PA-Leiter e-Ladesäule – HES	siehe B			?	?
M	PA-Leiter APL – HES (A-2Y(L)2Y 2x2x0,6 oder größer, z.B: 6x2)	2,5 / 4 / 6		[14], Abschnitt 545.1.2	36 / 47 / 60	45 / 72 / 108
N	Schirmleiterquerschnitt Koax-Anschluss (HÜP-Netzseite): i-Kx / n-Kx / C3 für NE4a	4,8 / 5,6 / 8,5	110		52 / 58 / 73	~ 85 ... 150
O	PA-Leiter HÜP – HES (Anlagenseite)	2,5 / 4 / 6		[27]	36 / 47 / 60	45 / 72 / 108
P	PA-Leiter BK-Montageplatte – HES	2,5 / 4 / 6			36 / 47 / 60	45 / 72 / 108
Q	Schirmleiterquerschnitt HÜP – DGT	0,9 / 1,2			21 / 23	< 20

Ø	Verbindung	Wirksamer Querschnitt mm <sup>2</sup>	Max. Länge m	Dimensioniert nach Norm	Für max. Dauerstrom A	Für max. Transientenstrom [10 / 350ms @ kA]
R	PA-Leiter Blitzschutzanlage – HES	≥ 6			≥ 60	≥ 108
S	PA-Leiter anlagenseitige Glasfaserverkabelung – HES	–	im Gebäude werden i.d.R. keine metallarmierte Glasfaserverleitungen verlegt.			
T	Anlagenseitige Verkabelung zur Einbindung in die e-Installation (ein- oder dreiphasig)	Der Querschnitt muss sich orientieren an der Anlagengröße und den damit erforderlichen Schutzmaßnahmen.				

## 4.2 Direkte und indirekte Einbindung in den Potentialausgleich

Tabelle 2 fasst den prinzipiellen Unterschied der beiden Ausführungsarten zusammen.

**Tabelle 2 – Vor- und Nachteile der Ausführungsvarianten**

Ausführungsvariante für „Verbindung ⑥“	wie	Symbol in diesem Dokument	Vorteil	Nachteil
<b>direkte Einbindung in den häuslichen Potentialausgleich:</b>	Leitfähige Verbindung <i>(PE-Leiter)</i>		Gefährliche Berührungsspannungen sind zu keiner Zeit möglich.	Es können vagabundierende Ströme auftreten.
<b>indirekte Einbindung bzw. getrennte Handhabung der ins Gebäude eingeführten Leitung(en):</b>	Überspannungsschutzeinrichtung [z. B. SPD, SDS (VLD) oder Trennfunkstrecke]		Es können keine Ströme von einem Versorgungsnetz in ein anderes fließen.	Das Auftreten von Potentialdifferenzen ist möglich und muss betrachtet werden.

## 5 Stromnetz

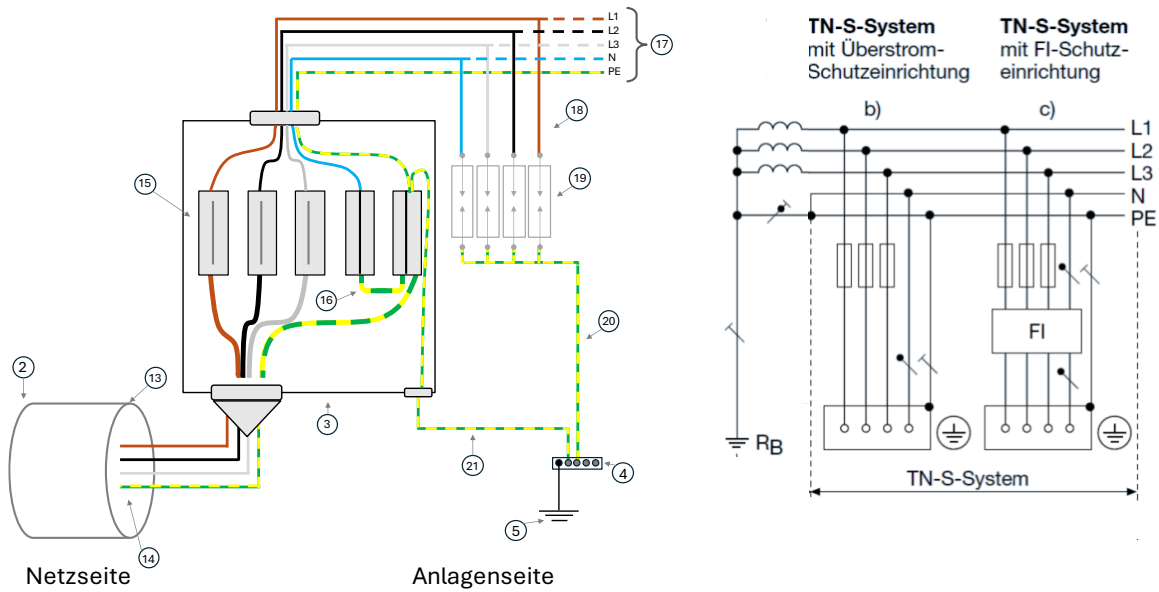
### 5.1 Allgemeines

Die Sicherheitsanforderungen an den Potentialausgleich, die sich aus elektrischen Versorgungsnetzen ableiten, stehen für den Personen- und den Anlagenschutz an erster Stelle. Erdung und Potentialausgleich sind wesentliche Bestandteile, um einen Schutzpotentialausgleich zu bauen. Von elektrischen Versorgungsnetzen gehen aufgrund der lieferbaren Spannungen und Ströme im Fehlerfall die größten Gefahren aus.

**Tabelle 3 – Behandlung der einzelnen Leiter des Stromnetzes**

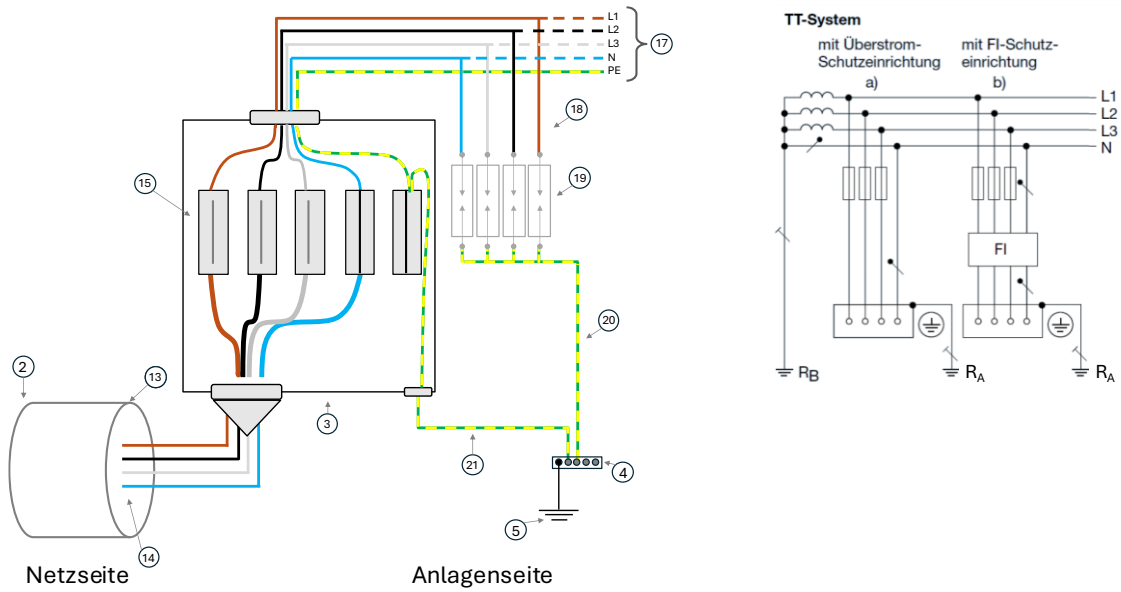
Stromnetzform	Direkte Einbindung in den häuslichen Potentialausgleich	Indirekte Einbindung in den häuslichen Potentialausgleich
TN-C	netzseitiger PEN-Leiter	netzseitiger Außenleiter L1 / L2 / L3
TT	-	netzseitiger Außenleiter L1 / L2 / L3 netzseitiger Neutralleiter N
TN-S	netzseitiger PE-Leiter	netzseitiger Außenleiter L1 / L2 / L3 netzseitiger Neutralleiter N
Bemerkung		nicht in allen Bestandsgebäuden realisierbar
Wie ist die Einbindung hergestellt?	durch eine elektrisch leitfähige Verbindung (PE-Leiter auf HES)	durch eine Überspannungsschutzeinrichtung (auf HES)
ANMERKUNG Die Stromnetzform IT hat in Deutschland im Endkundenumfeld keine Relevanz.		

Die indirekte Einbindung der Außenleiter L1 / L2 / L3 des Stromversorgungsnetzes mit Überspannungsschutzeinrichtungen (SPD) in den Potentialausgleich verhindert, dass Geräte durch zu hohe Potentialdifferenzen zerstört werden, wenn sie an die Elektroanlage des Gebäudes angeschlossen sind.



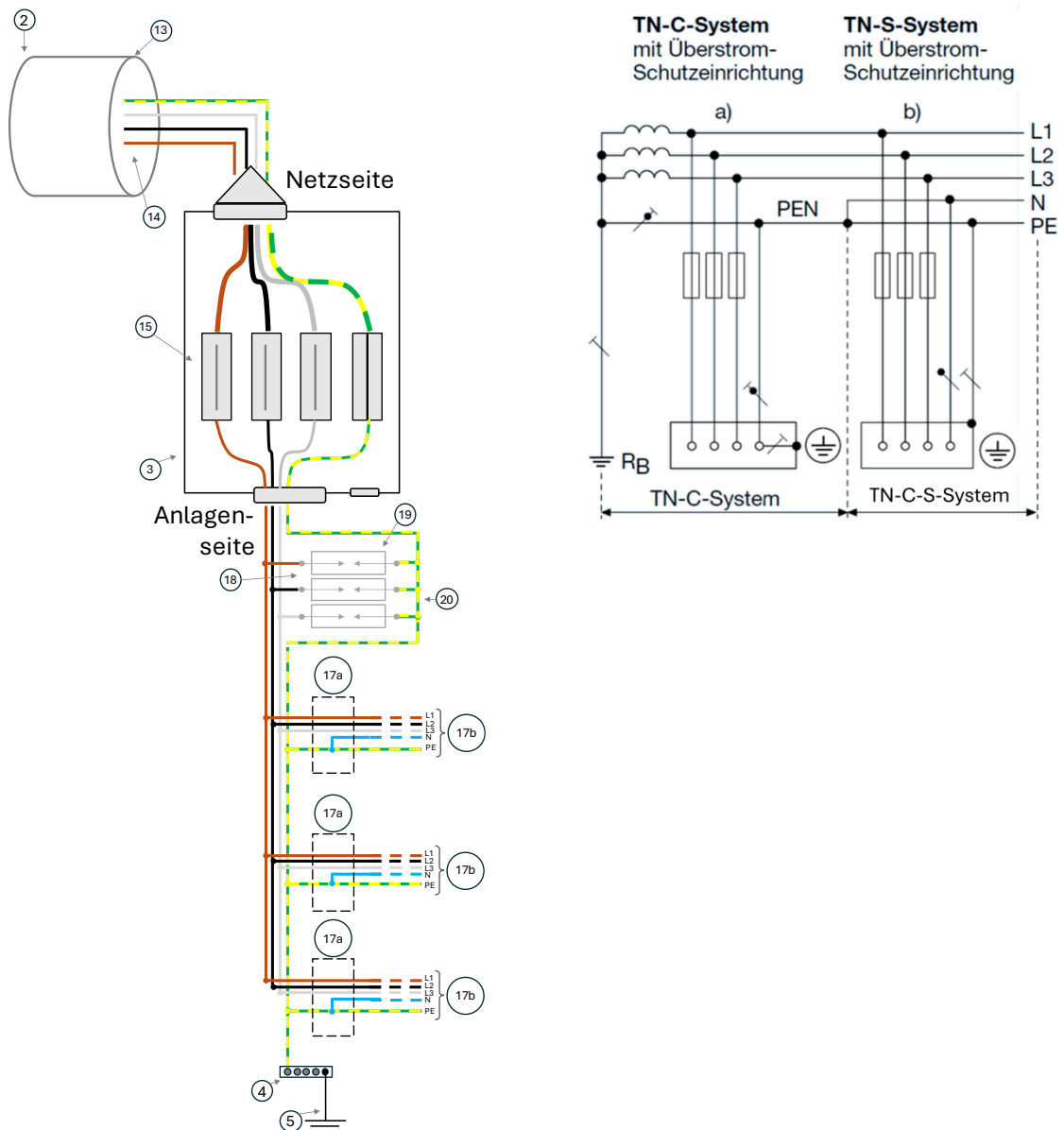
Nr.	Beschreibung	Beispiele
2	Leitung aus einer Versorgungsinfrastruktur zur Übergabestelle (3) innerhalb (1) (aus Bild 1)	Stromanschluss
3	Anschlusseinrichtung	Hausanschlusskasten (HAK), Ausführung Fünfleiter
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5	Erdungsanlage	Fundamenterder / Ringerder / Bänderder / Tiefenerder / Strahlenerder
13	Mantel	mechanischer Schutz
14	Außenleiter L1 / L2 / L3 & PEN	
15	NH-Sicherungen (3 Stück)	
16	Leiterbrücke	
17	anlagenseitige Hausverkabelung	zur Messstelle (Stromzähler) bzw. zum netzseitigen Anschlussraum (sofern vorhanden)
<b>Verbindung (6) bestehend aus</b>		
18	anlagenseitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	Der Überspannungsschutz muss vorhanden sein in einer Elektroinstallation eines Gebäudes mit einer äußeren Blitzschutzanlage (siehe [57] und [58]).
19	Überspannungsschutz (SPD)	
20	HES-seitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	Für Gebäude ohne äußeren Blitzschutz erhöhen SPDs den Anlagenschutz.
21	PE-Leiter	

**Bild 4 – Die Einbindung des Stromanschlusses in den Potentialausgleich – Netzform TN-C & Anlagenanschlutung TN-S**



Nr.	Beschreibung	Beispiele
2	Leitung aus einer Versorgungsinfrastruktur zur Übergabestelle (3) innerhalb (1) (aus Bild 1)	Stromanschluss
3	Anschlusseinrichtung	Hausanschlusskasten (HAK), Ausführung Fünfleiter
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5	Erdungsanlage	Fundamenterder / Ringerder / Bänderer / Tiefenerder / Strahlenerder
13	Mantel	mechanischer Schutz
14	Außenleiter L1 / L2 / L3 & N	
15	Hausanschlusskasten (HAK)	
16	NH-Sicherungen (3 Stück)	
17	anlagenseitige Hausverkabelung	zur Messstelle (Stromzähler) bzw. zum netzseitigen Anschlussraum (sofern vorhanden)
<b>Verbindung (6) bestehend aus</b>		
18	anlagenseitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	Der Überspannungsschutz muss vorhanden sein in einer Elektroinstallation eines Gebäudes mit einer äußeren Blitzschutzanlage (siehe [57] und [58]).
19	Überspannungsschutz (SPD)	
20	HES-seitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	
21	PE-Leiter	Für Gebäude ohne äußeren Blitzschutz erhöhen SPDs den Anlagenschutz.

**Bild 5 – Die Einbindung des Stromanschlusses in den Potentialausgleich – Netzform TT & Anlagenanschlutung TN-S**



Nr.	Beschreibung	Beispiele
2	Leitung aus einer Versorgungsinfrastruktur zur Übergabestelle	Stromanschluss
3	Anschlusseinrichtung	Hausanschlusskasten (HAK) , Ausführung Vierleiter
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5	Erdungsanlage	Fundamenterder/ Ringerder/ Banderder/ Tieferder/ Strahlenerder
13	Mantel	mechanischer Schutz
14	Außenleiter L1/ L2/ L3 & PEN	
15	NH-Sicherungen	
17a	Messeinrichtung	Wohnungsstromzähler
17b	geschossweise Hausverkabelung	zum Sicherungsfeld
<b>Verbindung (6) bestehend aus</b>		
18	anlagenseitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	Der Überspannungsschutz muss vorhanden sein in einer Elektroinstallation eines Gebäudes mit einer äußeren Blitzschutzanlage (siehe [57] und [58]).
19	Überspannungsschutz (SPD)	
20	HES-seitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	Für Gebäude ohne äußeren Blitzschutz erhöhen SPDs den Anlagenschutz.

**Bild 6 – Die Einbindung des Stromanschlusses in den Potentialausgleich – Netzform TN-C & Anlagenanschlaltung TN-C-S (Dacheinführung, Geschosswohnungsbau, Altinstallation)**

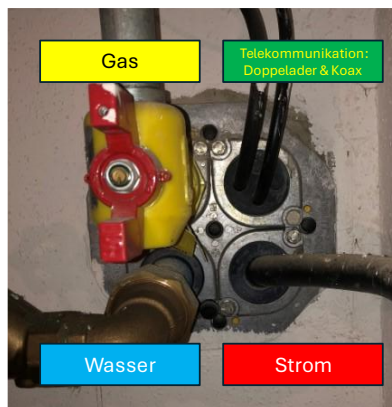
Aufgrund der unterschiedlichen Leiterabstände und Betriebsimpedanzen bei Ausführungen von Niederspannungsnetzen in den Varianten Bündelkabel, blanker Freileitung und Kabel bzw. isolierter Freileitung sind die Auswirkungen auf andere Versorgungsinfrastrukturen unterschiedlich stark.



**Dacheinführung mit isolierter Freileitung (Bündelleitung)**



**Freileitung mit vier Einzelleitern**



**Kabel in einer Gebäude-Mehrsparteneinführung im Keller**

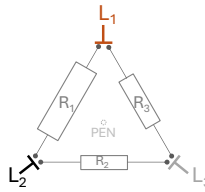


**Mischform**

**Bild 7 – Varianten der Hauseinführung des elektrischen Hausanschlusses**

Durch die unsymmetrische Belastung der Niederspannungsnetze in der Netzform TN-C entstehen auf dem PEN-Leiter unterschiedlich große Ströme. Aufgrund der unterschiedlich großen Ströme kommt es auch zu unterschiedlichen Spannungsfällen auf den PEN-Leitern, die sich auf die parallel vorhandenen, anderen Versorgungsstrukturen auswirken können. (Stichwort „verPENte Netze“, siehe [104])

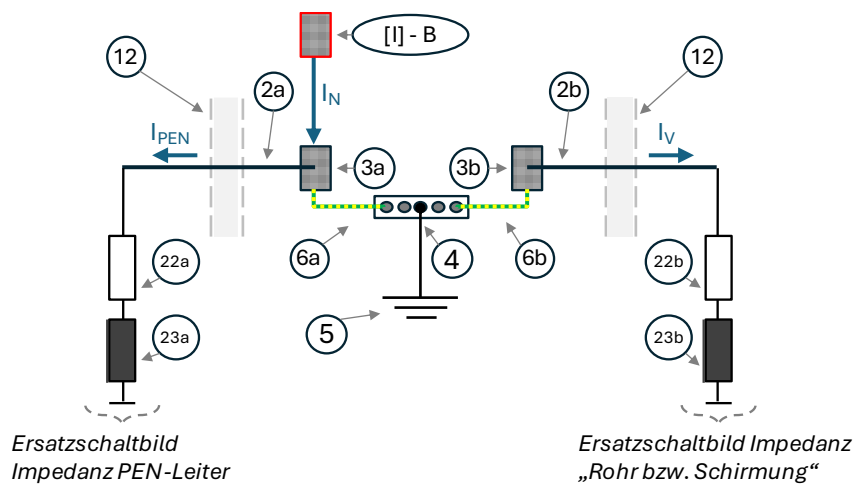
Hinweis: Durch unsymmetrische Belastung der Außenleiter L1 / L2, L2 / L3 oder L3 / L1 entstehen dagegen keine PEN-Leiterströme (siehe Bild 8, wobei nicht alle Lasten  $R_{1/2/3}$  realisiert sein müssen).



**Bild 8 – Lasten (R1/2/3) in Dreiecksschaltung**

Wie stark sich Rückleiterströme aus Verbraucheranlagen (im Gebäude) in Richtung Netz aufteilen, hängt von der resultierenden Impedanz des netzseitigen PEN-Leiters und der Impedanz des Rückwegs ab, den die an der HES angeschlossenen, anderen kritischen Infrastrukturen darstellen: Die Aufteilung erfolgt entsprechend der Kirchhoff'schen Knotenregel.

Bündelleitungen nehmen den allergrößten Teil des Rückstroms auf. In Gebäuden mit Freileitungsanschluss kann jedoch ein messbarer Stromanteil auch über andere Versorgungsleitungen, die ins Gebäude eingeführt und an die HES angeklemt werden, abfließen.



Nr.	Beschreibung	Beispiele
2a	Leitung aus Stromversorgungsnetz TN-C	
2b	Leitung aus einer anderen Versorgungsinfrastruktur	Gas / Wasser / Strom / Telekommunikation / Fernwärme
3a	Anschlusseinrichtung	Hausanschlusskasten (HAK)
3b	Anschlusseinrichtung	nach DIN 18012:2018-04 [1], 3.2, z. B. Absperrhahn / Abschlusspunkt Linientechnik / Hausübergabepunkt
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5	Erdungsanlage des Gebäudes	Fundamenterder / Ringerder / Banderder / Tiefenerder / Strahlenerder
6a	PA-Leiter	siehe in Bild 4 die Verbindungen (16) und (21)
6b	„Verbindung“	PA-Leiter bei direkter Einbindung
12	Gebäudeaußenwand (in der Regel im Keller)	Zugang in den Hausanschlussraum, hier beispielhaft in verschiedene Richtungen abgehend
22a	Ohm'scher Widerstand	abhängig von Leitermaterial, Kabelgeometrie, Leiterlänge
22b	Ohm'scher Widerstand	abhängig von Leitermaterial, Kabelgeometrie, Leiterlänge
23a	Leitungsinduktivität	abhängig von Leitermaterial, Kabelgeometrie, Leiterlänge
23b	Leitungsinduktivität	abhängig von Leitermaterial, Kabelgeometrie, Leiterlänge
[I] – B	Elektroanlage des Gebäudes	(symbolhaft)
$I_N$	<b>Rückstrom aus Elektroanlage</b>	Summe aller Neutralleiterströme aus der Elektroanlage
$I_{PEN}$	<b>Rückstrom ins Stromnetz</b>	$I_N = I_{PEN} + I_V$
$I_V$	<b>vagabundierender Strom</b>	entsprechend der Impedanzen 22 +23

**Bild 9 – Kopplung des Stromnetzes an der HES mit einer anderen kritischen Infrastruktur**

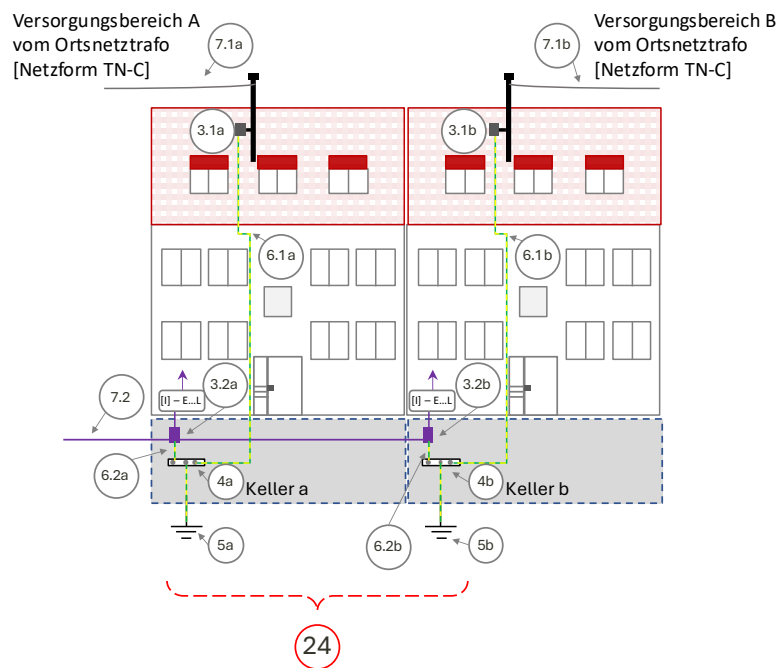
Die Impedanz eines Leiters wird definiert aus dem ohm'schen und dem induktiven Widerstandsbelag (Ohm pro Kilometer /  $\mu\text{H}$  pro Kilometer) und der Entfernung zum speisenden Ortsnetztrafo bzw. der nächsten geerdeten Betriebsstelle aus der versorgenden kritischen Infrastruktur. Sie ist abhängig von der Kabelgeometrie: Ein PEN-Leiter in einer Bündelleitung stellt eine wesentlich geringere Induktivität dar als ein PEN-Leiter, der Teil eines Freileitungsanschlusses ist. (siehe Bild 7, *Herleitung der physikalisch-technischen Grundlagen, siehe zum Beispiel [111] bis [115]*).

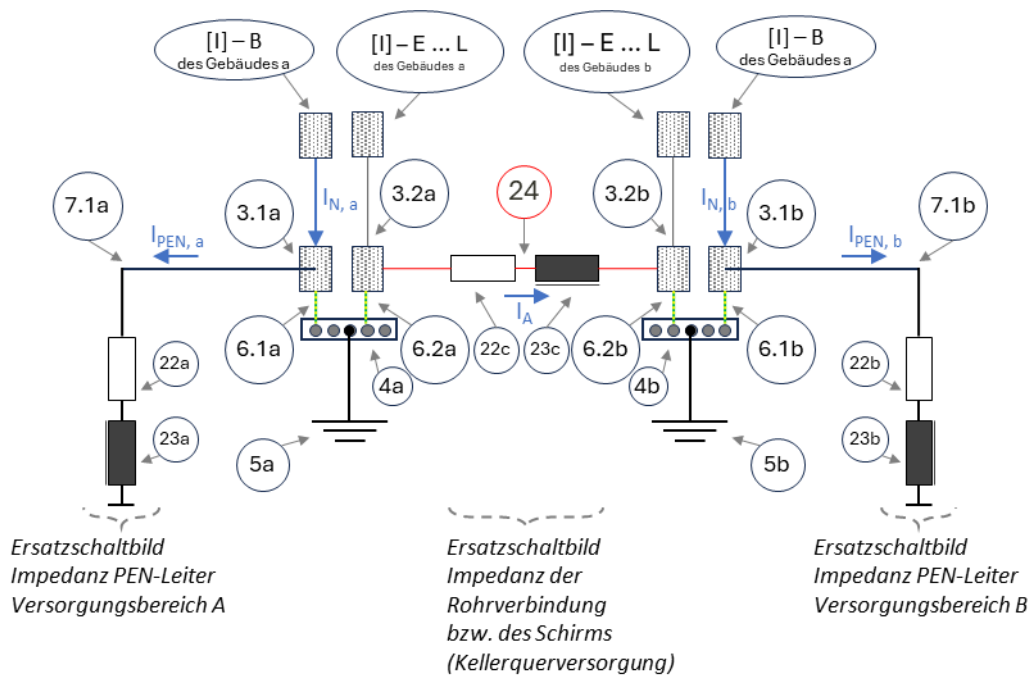
Überlastsituationen und Störungen auf den beteiligten, anderen Infrastrukturen sind dadurch nicht ausgeschlossen. (siehe [104])

Die Wahl der Netzform und die vorhandene Leitergeometrie des Stromanschlusses beeinflussen also die notwendigen oder sinnvollen Maßnahmen der Erdung und des Potentialausgleichs der anderen Gewerke.

## 5.2 Netzunterteilungen

Sind benachbarte Elektroanlagen, die aus unterschiedlichen Ortsnetztransformatoren versorgt werden, miteinander verbunden, können die leitenden Verbindungen (24) zwischen diesen Elektroanlagen vagabundierende Ströme führen. Sie werden verursacht durch die Differenzspannung der beteiligten PEN-Leiter der versorgenden Stromnetze. Die Höhe des Stroms bemisst sich nach den wirksamen Impedanzen.





Nr.	Beschreibung	Beispiele
3.1a + b	Anschlusseinrichtung	Hausanschlusskasten (HAK)
3.2a + b	Anschlusseinrichtung	nach DIN 18012:2018-04, 3.2, z. B. Absperrhahn / Abschlusspunkt Linientechnik / Hausübergabepunkt
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5a + b	Erdungsanlagen der Gebäude	Fundamenterder / Ringerder / Bänderder / Tiefenerder / Strahlenerder
6.1a + b	PA-Leiter ins TN-C Stromnetz	siehe Ausführungen in diesem Dokument
6.2a + b	PA-Leiter	die direkte Einbindung in die beiden HES zusammen mit (27) ergeben die anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplung
7.1a + b	Leitung aus Stromversorgungsnetz TN-C	Versorgungsbereiche A + B
7.2	Versorgungsleitung aus kritischer Infrastruktur	Gas / Wasser / Fernwärme / Telekommunikation
22a – c	Ohm'scher Widerstand	abhängig von Leitermaterial, Kabelgeometrie, Leiterlänge
23a – c	Leitungsinduktivität	abhängig von Leitermaterial, Kabelgeometrie, Leiterlänge
24	Leitende Verbindung über Versorgungsleitung (z. B. Kellerquerversorgung)	anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplung
[I] – B: a + b	Elektroanlage des Gebäudes a bzw. b	(symbolhaft)
[I] – E ... L: a + b	Hausanlage des Gebäudes a bzw. b	Gas / Wasser / Telekommunikation / Fernwärme (symbolhaft)
$I_{N, a/b}$	Rückstrom aus Elektroanlage A bzw. B	Summe aller Neutralleiterströme aus der Elektroanlage
$I_{PEN, a/b}$	Rückstrom ins Stromnetz A bzw. Stromnetz B	
$I_A$	Ausgleichsstrom	$I_A$ ist abhängig von den voneinander unabhängigen, asymmetrischen Nutzungen in beiden Versorgungsnetzen A + B und *)

\*) Sofern eine gemeinsame (durchgehende) Fundamentplatte mit ausreichender Metallarmierung in die Erdungsanlagen (5a) und (5b) einbezogen ist, teilt sich der Ausgleichsstrom  $I_A$  auf die Kellerquerversorgung (24) und die Armierungseisen in der Fundamentplatte auf.

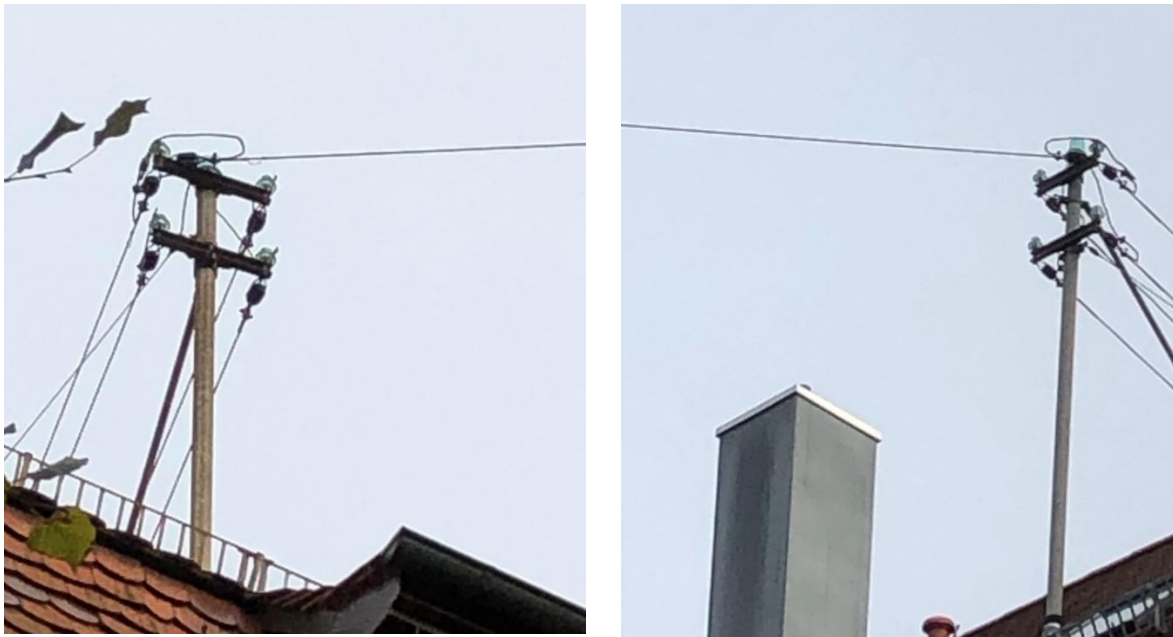
Leider ist insbesondere im älteren Immobilienbestand bauseits nicht ersichtlich, ob eine gemeinsame Bodenplatte mit durchgehender Armierung vorhanden ist. Es kann auch nicht überall vorausgesetzt werden, dass diese Bodenplatte mit Ausgleichsströmen beaufschlagt werden darf.

In neueren Immobilien wird verstärkt auf die Körperschallentkopplung geachtet, so dass hier ebenfalls eine fallweise Betrachtung notwendig ist.

**Bild 10 – Anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplung zweier Versorgungsnetze über beidseits an die HES angebundene Versorgungsinfrastruktur am Beispiel einer Reihenhausbauung, Ersatzschaltbild**

Verteilnetzbetreiber vermeiden anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplungen, da die beteiligten, wirksamen Impedanzen nicht vorhersehbar sind. Normativ wird in [1], Abschnitt 4.2 eine dauerhafte elektrische Trennung gefordert.

Um dieser Situation zu begegnen, und um durch eine Vermaschung von Versorgungsbereichen die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Niederspannungs-Verteilnetze zu erhöhen, bauen Verteilnetzbetreiber für einzelne Netzgebiete sogenannte netzseitige PEN-PEN-Leiterkopplungen: Der Leiterquerschnitt dieser Brücke (also die Impedanz dieser Verbindung im Stromnetz) ist bekannt, eine Überlastung kann ausgeschlossen werden, da der Querschnitt dieser leitenden Verbindung für den speziellen Einsatzfall berechnet wurde.

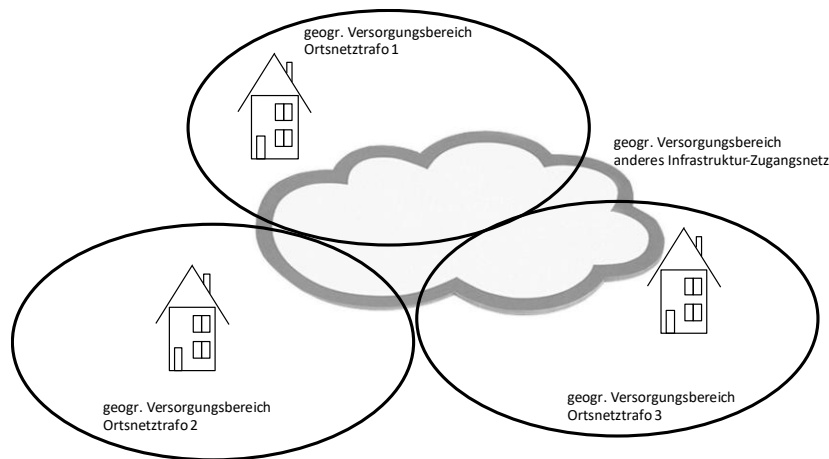


**Bild 11 – Netzseitige PEN-PEN-Leiterkopplung zweier Versorgungsnetze am Beispiel von Versorgungsbereichen, die als Freileitungen per Dacheinführung realisiert sind**

### 5.3 Globales Erdungssystem

Die aus der Hochspannungstechnik bekannte Betrachtungsweise dient dazu, Auswirkungen auf vorhandene Erdungsanlagen aus Fehlerzuständen von außerhalb (z. B. dem Mittelspannungsnetz) abzuschätzen. Für die Betrachtung bzw. die Beurteilung von Ausgleichsströmen auf Infrastrukturen innerhalb des globalen Erdungssystems spielt diese Betrachtungsweise jedoch keine Rolle. Ströme können fließen und damit empfindliche Versorgungsinfrastrukturen negativ beeinflussen, obwohl nennenswerte Berührungsspannungen nicht auftreten.

Diese Betrachtungsweise steht nicht im Widerspruch zur Praxis, Versorgungsnetze und kritische Infrastrukturen zu finden, die voneinander galvanisch getrennt bleiben.



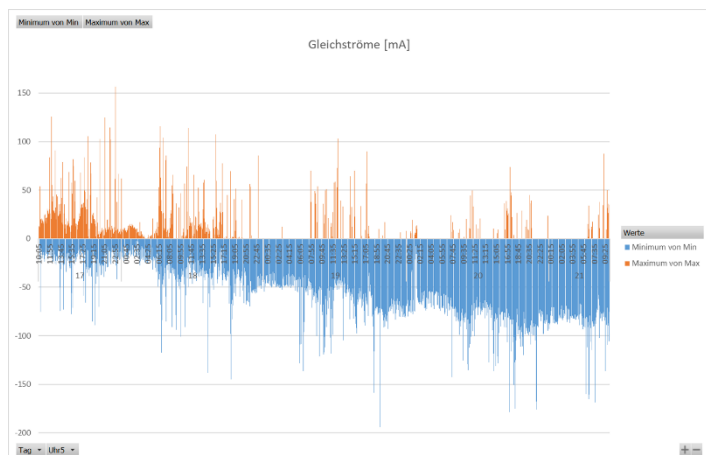
**Bild 12 – Schematische Darstellung unterschiedlicher Versorgungsbereiche aus verschiedenen Versorgungsinfrastrukturen**

## 5.4 Gleichstrom-Quellen im Kundenumfeld

### 5.4.1 Allgemeines

Neben den klassischen AC-Verbrauchern werden im Kundenumfeld Systeme und Anlagen errichtet und betrieben, die aus Gleichstromquellen wie Photovoltaik-Anlagen gespeist, in DC-Speichern (Akkumulatoren) gespeichert oder als Ersatzspeisemöglichkeiten Netzausfälle beherrschbar machen sollen. Im Normalbetrieb werden aus diesen Anlagen und Systemen keine nennenswerten Gleichströme auf die PA-Anlage eingetragen. Lediglich im Fehlerfall ist mit Gleichfehlerströmen zu rechnen.

Elektronische Betriebsmittel erzeugen im Gegensatz dazu jedoch messbare Gleichstromanteile, die auf die Potentialausgleichsanlage einwirken können. Damit verbundene Versorgungsinfrastrukturen können somit ebenfalls durch diese Gleichstromanteile beaufschlagt werden.



**Bild 13 – Anordnung zur Messung vagabundierender Gleichströme auf dem Schirm des Koax-Anschlusses**

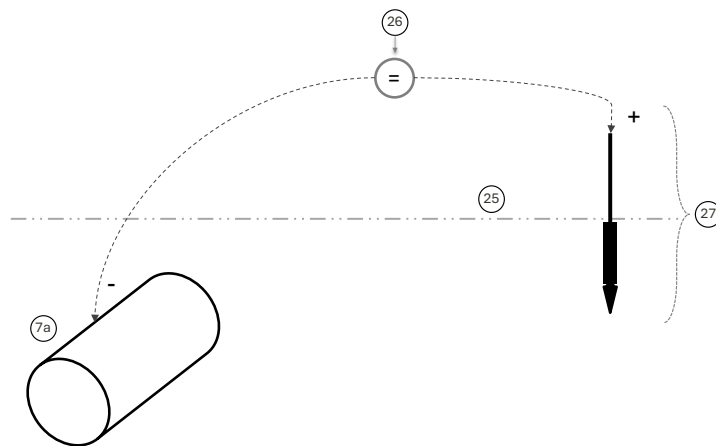
Die Messanordnung in Bild 13 weist nach, dass zum Teil erhebliche Gleichströme über den Schirm des Anschlusskabels zu- und abgeführt werden.

Im Fehlerfall können DC-Anlagen und Systeme zu wesentlich höheren Fehlerströmen führen.

Anders zu betrachten sind Anlagen im Geschäftskundenumfeld: Elektrische Betriebsstellen, die beispielsweise als Rechenzentren, Mobilfunkstandorte, umfangreiche PV-Anlagen oder andere Einrichtungen größere Gleichstrom-Versorgungen benötigen / darstellen, weisen sehr oft zweipolige,

einseitig geerdete Leitungsinfrastrukturen (Pluspol an PA-Schiene geklemmt) auf. Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit werden diese Anlagen oft mit großen Batterieanlagen ausgestattet. Damit führt die gesamte Potentialausgleichsanlage (und damit die Erdungsanlage des Gebäudes) Betriebsströme mit zum Teil ganz erheblichen Gleichstromanteilen. Infrastrukturnetzbetreiber, die diese Gebäude versorgen, werden mit den genannten Gleichströmen konfrontiert, wenn sie sich an der HES direkt in den Gebäudepotentialausgleich einbinden: Deren Versorgungsleitungen müssen galvanisch entkoppelt werden, wenn sie die Gleichanteile nicht tolerieren können oder Elektro-Korrosion vorbeugen müssen. Ist dies aus Personenschutzgründen nicht möglich, müssen andere Ersatzmaßnahmen (z. B. Gasableiter, Trennfunkstrecken, Varistoren, isolierende Einhausungen) ergriffen werden.

Weitere Gleichstromquellen im Kundenumfeld sind Anlagen, die über einen kathodischen Korrosionsschutz verfügen und eine Metall-Elektrode opfern, die an einer günstigen Stelle installiert ist. Aufgabe dieser Schutzeinrichtung ist, die Versorgungsleitung vor Korrosion zu schützen.



Nr.	Beschreibung	Beispiele
7a	Versorgungsinfrastruktur	Gasnetz-Rohr (als Kathode wirksam)
25	Erdgleiche	Geländeoberfläche
26	Gleichspannungsquelle	Teil der Schutzanlage für kathodischen Korrosionsschutz
27	Erdspieß und Anschlussarmatur	Opferelektrode (also Anode wirksam)

**Bild 14 – Prinzipanordnung eines kathodischen Korrosionsschutzes für Rohrleitungen**

## 5.4.2 Elektrochemische Korrosion

### 5.4.2.1 Allgemeines

Die elektrochemische Korrosion entsteht unter den folgenden Bedingungen:

- Differenz des elektrochemischen Potentials (elektrochemische Spannungsreihe) zwischen beiden Elementen (zum Beispiel die Metalle Kupfer und Zink oder auch verzinkter Stahl);
- Vorhandensein einer leitenden Flüssigkeit (Elektrolyt), wie z. B. Wasser;
- Vorhandensein von Sauerstoff (O<sub>2</sub>).

Wasserheizungsanlagen leiden in der Praxis nicht unter elektrochemischer Korrosion, da das Wärmeträgermedium Wasser im geschlossenen Heizkreislauf nur einen sehr geringen Sauerstoffgehalt aufweist.

In Trinkwasseranlagen (Brauchwasser-Kessel, Durchlauferhitzer, usw.) hingegen ist der Sauerstoffgehalt des Wassers sehr hoch (nahezu an der Sättigungsgrenze).

Ein weiterer wichtiger Faktor ist das Verhältnis der Oberflächen des edlen und weniger edlen Metalls. Je größer das Verhältnis ist, umso schneller kann Korrosion auftreten.

Beispielhaft seien Kupferrinnen an Gebäuden genannt, die in Regenrohre aus Weißblech münden und diese dann im Lauf der Jahre durchrosten.

### 5.4.2.2 Streustromkorrosion

Als Streustromkorrosion bezeichnet man eine besondere Form der elektrochemischen Korrosion. Die Ursache für Streustromkorrosion sind elektrische Ströme, die aus Anlagen stammen, die mit Gleichstrom betrieben werden. Diese Ströme werden dann als Streuströme bezeichnet.

Streustromkorrosion findet im Erdreich an metallischen Oberflächen statt. Es kann aber auch in anderen Umgebungen Streustromkorrosion auftreten, wenn über diese metallischen, das heißt elektrisch leitfähigen Körper (Leitungen) in feuchten, salzhaltigen Bereichen Streuströme fließen (Medium als Elektrolytlösung, zum Beispiel feuchte Stadtluft) und dann als Anode wirken.

In der Praxis sind Gebäude anzutreffen, in denen Rohrinstallationen örtlich durchrosten (Lochfraßkorrosion). Der Strom, der in der Praxis trotz Isolierungsmaßnahmen in den Erdboden in andere benachbarte Metallstrukturen / kritischen Infrastrukturen eindringt, fließt zunächst durch einen bestimmten Teil des Systems und dann zurück in den Erdboden. Um in ein Rohrleitungsnetz einzudringen, muss der Erdstrom einen Punkt finden, an dem die normale Isolierungsmaßnahme, bzw. Passivschicht der Rohre oder die Rohrverbindungen beschädigt sind oder fehlen.



**Bild 15 – Streustromkorrosion in Rohren**

Streustromkorrosion ist erkennbar, da die Korrosion an der Außenseite des Rohres in Form von Lochfraßkorrosion beginnt.

Der normative Hintergrund zu dieser Problematik ist in [59], [60] und [61] zu finden.

## 6 Telekommunikationsnetz

### 6.1 Allgemeines

Für leitungsgebundene Telekommunikationszwecke versorgen Linieninfrastrukturen in der Bauweise

- Geschirmte Doppelader
- Koaxialkabel
- Glasfaser mit (und ohne) Nagetierschutz bzw. Schichtenmantelkabel

Wohn- und Geschäftsgebäude. Sie enden in der Regel an den sog. Netzabschlusspunkten (NTP):

- APL = Abschlusspunkt Linientechnik
- HÜP = Hausübergabepunkt
- ONT = optischer Netzabschluss (en: *optical network termination*)

Von diesen Anschlusseinrichtungen (siehe (3) in Bild 1) aus erstrecken sich mehr oder weniger ausgedehnte Signalverteiltopologien innerhalb der Gebäude bzw. verteilen diese auch in benachbarte Gebäude.

Alle unmittelbar durch Laien berührbaren, fremden leitfähigen Anlagenteile sollen in den Potentialausgleich eingebunden werden, es sei denn, andere Schutzmaßnahmen werden angewendet.

Die Linieneinführung ins Gebäude und die Anschlusseinrichtung (Netzabschluss NTP) werden unterschiedlich gehandhabt (siehe Tabelle 2):

- a) Einbindung der von außen eingeführten Leitung in den häuslichen PA (direkter PA):  
Spannungsdifferenzen zum häuslichen Bezugspotential sind nicht möglich, jedoch können vagabundierende Ströme in das Netz abgeleitet werden oder aus diesem in die PA-Anlage eingeschleppt werden.
- b) Separierung der von außen eingeführten Leitung vom häuslichen PA (indirekter PA):  
Es ist ausgeschlossen, dass vagabundierende Ströme eingeschleppt oder abgeleitet werden können, jedoch muss dem Umstand Rechnung getragen werden, dass Potentialdifferenzen zwischen Schirmung und PA-Anlage auftreten können.

## 6.2 Vorhandene Einrichtungen zum Blitzschutz

Bei einer vorhandenen Blitzschutzanlage ist die normativ geforderte direkte Einbindung (Verbindung R in Bild 3) zu beachten.

Versorgungsinfrastrukturen, die in derart geschützte häusliche Anlagen eingebracht werden, sind direkt bzw. indirekt in den Potentialausgleich einzubinden. Ergänzend zu den normativen Anforderungen sind die Vorgaben des jeweiligen Infrastrukturnetzbetreibers zu beachten.

Beispielinstallationen finden sich im Anhang B.

Doppelader-Installationen in Gebäuden, die über keinerlei Einbindung in den Potentialausgleich verfügen (Verbindung M nicht vorhanden), gefährden die Endeinrichtungen beim Kunden (Router, TAE) bzw. tragen Gewitterstörungen in das Kommunikationsnetz ein und erhöhen die Ausfallrate im gesamten Versorgungsbereich des Anschlusskabels.

## 6.3 Berührungsschutz

Anlagenteile, die nicht direkt in den Potentialausgleich eingebunden werden, müssen hinsichtlich des notwendigen Berührungsschutzes betrachtet werden. Das schließt auch die indirekte Einbindung von Anlagenteilen in den Potentialausgleich ein.

Die einzelnen Teile einer Anlage im Gebäude (siehe Bild 1) werden von unterschiedlichen Personengruppen genutzt:

- (elektrotechnische) Laien (Bereich [I] in Bild 1)
- Fachpersonal bzw. unterwiesenes Personal (Bereich [II] in Bild 1)

Der Personenschutz muss im Vordergrund stehen für alle Anlagenteile (Bereich [I] in Bild 1), die für elektrotechnische Laien zugänglich bzw. nutzbar sein sollen. Bekanntlich unterscheidet sich der realisierte Personenschutz in Neubauten zum Teil ganz erheblich von dem in älteren Gebäuden, die dem aktuellen Normenstand nicht zwingend entsprechen (Stichwort Bestandsschutz).

Für Anlagenteile, die ausschließlich von Fachpersonal bzw. unterwiesenem Personal genutzt werden (Bereich [II] in Bild 1), kann dieses Schutzniveau reduziert sein, wenn etwa betriebliche Belange stärkere Berücksichtigung finden können und deshalb die Verfügbarkeit / Versorgungssicherheit im Vordergrund steht. Der erforderliche Personenschutz wird normativ erbracht zum Beispiel durch Unterweisungen speziell für dieses Personal.

Sofern Bereich [II] nicht abgrenzbar, müssen alle Anlagenteile, die gefährliche Potentiale annehmen können, berührungsgeschützt ausgeführt sein. Ist der Berührungsschutz (etwa konstruktionsbedingt) nicht wirksam möglich, muss die direkte Einbindung in den Potentialausgleich erfolgen.

## 6.4 Beeinflusste Anlage / notwendige Schirmung

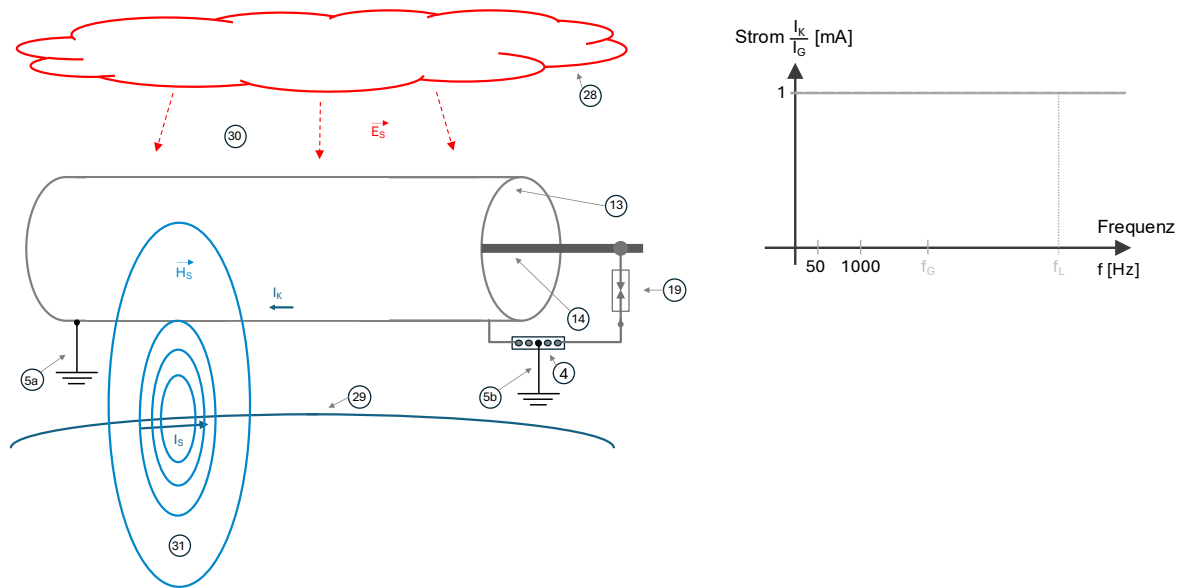
### 6.4.1 Allgemeines

Um Telekommunikationskabel nicht durch elektromagnetische Störer negativ zu beeinflussen, muss deren Schirmung so ausgeführt sein, dass sowohl elektrische als auch magnetische Störer keinen Einfluss auf die bereitgestellten Dienste haben.

Elektrische Störer (siehe Bild 16 oben) erfordern, dass über einen Potentialausgleich die „abschirmenden Ladungen“ nachgetankt werden können.

Magnetische Störer (siehe Bild 16 unten) können durch einen „umgekehrt wirkenden“ Kompensationsstrom  $I_K$  vom HF-Signal entkoppelt werden. Ein Strom kann bekanntlich nur fließen, wenn ein Stromkreis geschlossen ist.

## 6.4.2 Beidseits geerdete Linienkabel

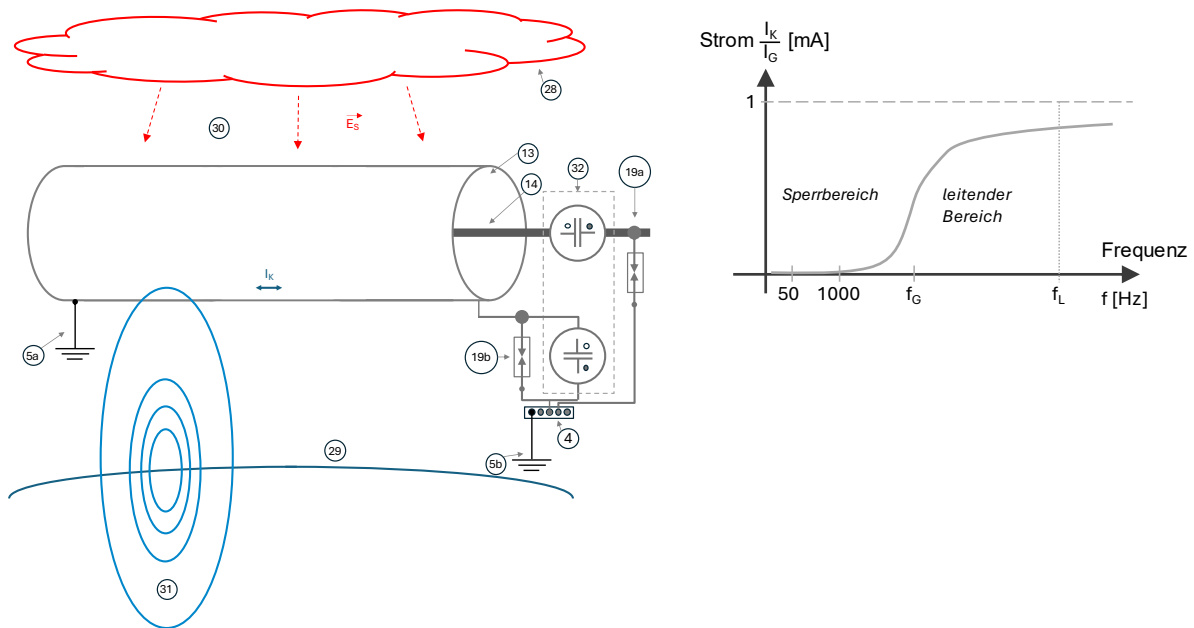


Nr.	Beschreibung	Beispiele
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5a+b	Erdverbindungen (über PA-Leiter)	
13	Schirm (äußerer Leiter), Mantel oder ggf. Leitungsrohr	mechanischer Schutz, zylindrische Begrenzung bzw. Schirmung für EMV-Zwecke
14	Innenleiter	ein- oder mehradrige Leiter (Koax, Doppelader, LAN-Verkabelung), isoliert gegen den außenliegenden Schirm; optische Fasern
19	Überspannungsschutz (SPD)	je Innenleiter einmal
28	Körper mit elektrisch geladener Oberfläche, der als Störer wirkt	statisch oder zeitlich variabel
29	Stromdurchflossener Leiter, der als Störer wirkt	statisch oder zeitlich variabel
30	störendes Elektrisches Feld E	hervorgerufen durch Störer (28)
31	störendes Magnetfeld H	hervorgerufen durch Störer (29)
$I_S$	Strom durch störende Leitung (29)	statisch oder zeitlich variabel
$I_K$	<b>Kompensationsstrom</b> im Schirm des Kommunikationskabels	$I_K$ abhängig vom Abstand zum Störer (29) und der Impedanz der Schirmung
$f_G$	Grenzfrequenz	kennzeichnet den Übergangsbereich, zum Beispiel: 10 dB unter Signalpegel am Eingang
$f_L$	untere Grenze des nutzbaren Signalspektrums: – Analogtelefonie (DA): 300 Hz – DSL (Doppelader): 138 kHz – HF (Koaxialkabel): 5 MHz	kennzeichnet die Untergrenze des nutzbaren Signalspektrums, zum Beispiel: 0,1 dB unter Signalpegel am Eingang

**Bild 16 – Schirmwirkung eines beidseits geerdeten Linienkabels, das neben Störquellen verlegt wurde**

Die beidseitige Potentialeinbindung der Schirmung (Bild 16) sowie die indirekte Potentialeinbindung der Signalleitung(en) (14) kann den Überschlag sowohl auf ein Umgebungspotential als auch auf die signalbehafteten Innenleiter verhindern. Die einzelnen Frequenzanteile von  $I_K$  sind so groß, dass das genutzte Signalspektrum nicht gestört werden kann. Es können Ströme mit technischen Frequenzanteilen ( $n \times 50$  Hz) fließen (siehe die Darstellung des „normierten Stroms“ in Bild 16 oben rechts), falls die Potentiale der HES (4) bzw. der beteiligten Erdungsanlagen (5a + b) unterschiedlich sind.

### 6.4.3 Einseitig geerdete Linienkabel mit galvanisch trennenden Elementen



Nr.	Beschreibung	Beispiele
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5a	„ferne“ Erde	z. B. Standorter der des Koax-Verstärkerpunktes, DSL-Access-Multiplexers (DSLAM), Verbindungsmuffe im Abzweigkasten (AzK)
5b	Erdungsanlage des Gebäudes	
13	Schirm (äußerer Leiter), Mantel oder ggf. Leitungsrohr	mechanischer Schutz, zylindrische Begrenzung oder Folienschirm +Verseildraht, ggf. Schirmung für EMV-Zwecke, Nagetierschutz bei Glasfaserverkabelung
14	Innenleiter	ein- oder mehradrige Leiter (Koax, Doppelader, LAN-Verkabelung), isoliert gegen den außenliegenden Schirm; optische Fasern
19a + b	Überspannungsschutz (SPD)	
28	Körper mit elektrisch geladener Oberfläche	statisch oder zeitlich variabel
29	Stromdurchflossener Leiter	statisch oder zeitlich variabel
30	Elektrisches Feld E	hervorgerufen durch Störer (28)
31	Magnetfeld H	hervorgerufen durch Störer (29)
32	galvanisch trennendes Element	Eine ausreichende Schirmwirkung wird durch die korrekte Dimensionierung des galvanisch trennenden Elements erreicht. Dies ist abhängig vom Kabel und dem genutzten Signalspektrum ( $f_G$ ).
$I_G$	Maximalwert des zulässigen Stroms	abhängig vom Kabelschirm und von (32)
$I_k$	Kompensationsstrom im Schirm des Kommunikationskabels	$I_k$ abhängig vom Abstand zum Störer (29) und der Impedanz der Schirmung
$f_G$	Grenzfrequenz	kennzeichnet den Übergangsbereich, zum Beispiel: 10 dB unter Signalpegel am Eingang
$f_L$	untere Grenze des nutzbaren Signalspektrums: – Analogtelefonie (DA): 300 Hz – DSL (Doppelader): 138 kHz – HF (Koaxialkabel): 5 MHz	kennzeichnet die Untergrenze des nutzbaren Signalspektrums, zum Beispiel: 0,1 dB unter Signalpegel am Eingang
$I_k$	<b>Kompensationsstrom</b>	ermöglicht Schirmwirkung nur für signalrelevante Störer, ausschließlich Ströme ohne technische Frequenzanteile ( $n \times 50$ Hz und Zwischenharmonische)

**Bild 17 – Schirmwirkung eines einseitig geerdeten Linienkabels mit galvanisch trennendem Element**

Die einseitige Potentialeinbindung der Schirmung (Bild 16) reduziert den Kompensationsstrom  $I_K$  auf die Anteile, die zur Schirmung des genutzten Signalspektrums erforderlich ist. Ströme, die technische Frequenzanteile (50 Hz und Harmonische) enthalten, können sich nicht ausbilden. Dadurch kann das Kabel nicht überlastet werden durch vagabundierende oder Ausgleichs-Ströme.

Die Überspannungsschutzelemente (19) Bild 17 schützen die galvanisch trennenden Elemente (32). Da das eigentliche Nutzsignal (hochfrequentes Signal im Kabel) nicht durch (19) und (32) beeinträchtigt werden darf, müssen besondere Betriebsmittel zum Einsatz kommen. Die Telekommunikationsnetzbetreiber machen Vorgaben für die einzusetzenden Elemente.

Bei geeigneter Dimensionierung des äußeren Schutzelements (19b) wird in der Praxis auf (19a) verzichtet: Ein Überschlag auf den/die Innenleiter kann ausgeschlossen werden, wenn (19b) vorher auslöst und die Überspannung ableitet.

Oft wird in Gebäuden ohne äußeren Blitzschutz auch komplett auf (19) verzichtet, da im Schadensfall das galvanisch trennende Element (32) beschädigt und daher das Nutzsignal unbrauchbar ist (d. h. Internet oder Telefonie nicht funktionieren): In dem Fall wird dann der Telekommunikationsnetzbetreiber bzw. eine Fachfirma zur Reparatur benachrichtigt. Diese „Betriebsweise“ ist selbstverständlich nicht geeignet für aufwendige (und damit kostspielige) informationstechnische Anlagen innerhalb von Gebäuden. Auch wenn die Anlage nicht ausfallen darf, weil der Dienst immer nutzbar sein muss, darf auf (19) nicht verzichtet werden.

Maßnahmen zur Einhaltung des notwendigen Personenschutzes bleiben unberührt.

#### 6.4.4 Vermaschungen

Beim Thema EMV gilt der Planungsgrundsatz, wenn hohe Ströme auf der Potentialausgleichsanlage nicht zu vermeiden sind:

*Je besser vermascht eine Potentialausgleichsanlage eines Standorts ist, desto besser ist die Elektromagnetische Verträglichkeit der Anlage.*

Unter Beachtung der einführenden Erläuterungen zu Abschnitt 5 kann diese Aussage präzise erweitert werden:

*Je besser vermascht eine Potentialausgleichsanlage eines Standorts ist, desto besser ist die Elektromagnetische Verträglichkeit der Anlage. **Vermaschte Potentialausgleichsanlagen eines Standorts (Gebäude, Industrieanlage usw.) müssen die Versorgungsgrenze eines Hausanschlusskastens (HAK) respektieren, um auch die Anlagensicherheit im Blick zu behalten. Überlastsituationen durch vagabundierende oder Ausgleichs-Ströme sind sicher zu vermeiden, wenn die Versorgungsgrenze des HAK nicht überschritten wird.***

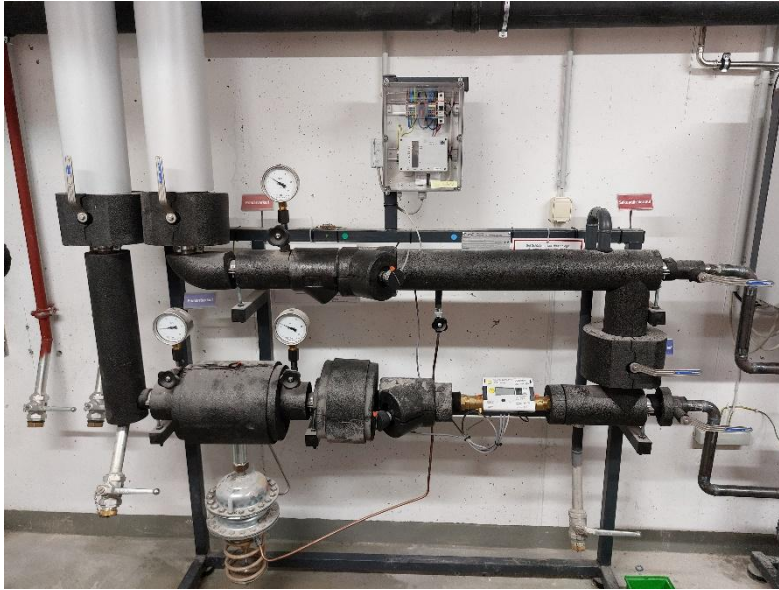
Für Infrastrukturbetreiber bedeutet dies:

Wenn versorgende Leitungen aus dem Zugangnetz die Versorgungsgrenzen einzelner HAK überschreiten oder sich über mehrere Versorgungsbereiche eines oder mehrerer Ortsnetztrafos erstrecken, müssen unter Umständen Ausgleichs- und vagabundierende Ströme im Betriebsmodell berücksichtigt werden, wenn keine galvanische Abgrenzung der Netze erfolgt. Das Stichwort lautet: Anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplungen (siehe Bild 10).

Insbesondere für ferngespeiste Kommunikationsnetze können sich anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplungen auf die betriebliche Zuverlässigkeit bzw. Verfügbarkeit der Telekommunikationsdienste negativ auswirken.

## 7 Fernwärme

In Deutschland werden zurzeit Gebäude-Anschlussleitungen aus Fernwärmenetzen vorwiegend aus Metall hergestellt und direkt in den häuslichen Potentialausgleich eingebunden.



**Bild 18 – Fernwärme-Übergabestation in Deutschland (Beispiel): Einbindung der netzseitigen und anlagenseitigen Leitungen in den Potentialausgleich**

Damit sind keine Spannungen an der Anschlusseinrichtung (3) (siehe Bild 1) zu erwarten, dafür können jedoch vagabundierende Gleich- und Wechsel-Ströme fließen. Die Auswirkungen sind im Betreibermodell zu berücksichtigen.



**Bild 19 – Leckage in einem Fernwärmerohr im Straßenraum**

Das Kunststoffmantelverbundrohr, kurz KMR-Rohr, ist eine werkseitig mit einer Wärmedämmung versehene Rohrleitung (siehe Bild 19) zum Transport warmgehender Medien, vor allem Wasser. Seltener werden Kunststoffmantelverbundrohre zum Transport kaltgehender Medien eingesetzt. Kunststoffmantelverbundrohre werden hauptsächlich in Fernwärmenetzen verbaut und normalerweise direkt im Erdreich verlegt.

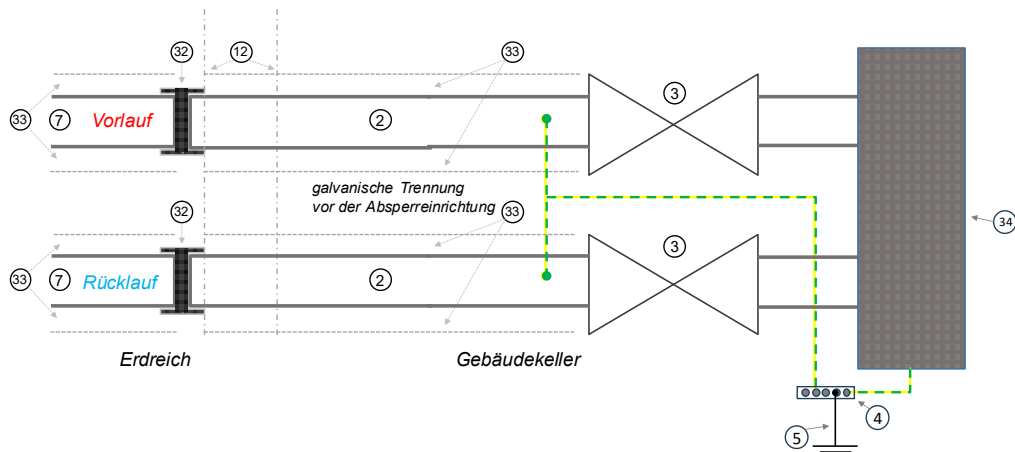
Die Ausführungen aus Abschnitt 6 sind übertragbar:

Sofern keine Ströme aus den Gebäuden in das Fernwärmenetz eingetragen werden sollen, müssen die Betrachtungen aus den Abschnitten 5 und 6 zur indirekten Einbindung in den häuslichen Potential-

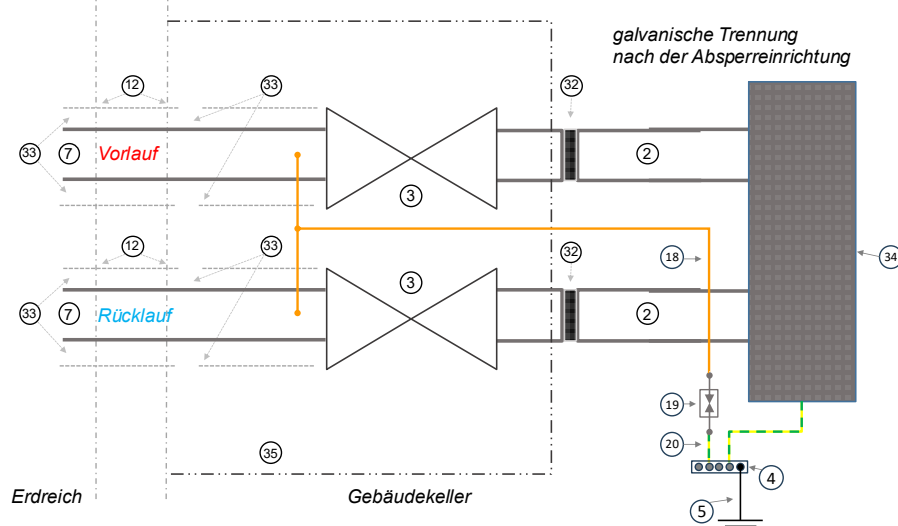
ausgleich berücksichtigt werden. Die galvanisch trennenden Elemente (32) müssen keine besonderen Anforderungen hinsichtlich eines elektromagnetischen Signals erfüllen. Stattdessen müssen sie zur Betriebstemperatur und Betriebsdruck des Wärmeträgers passen.

Für metallhaltige Rohre (einschließlich der thermischen Isolierung) muss ein galvanisch trennender Rohrübergang (32) so ausgestaltet sein, dass mögliche Überspannungen sich nicht auf die Übergabestation und das laienbedienbare Umfeld (d. h. die Heizungsanlage im Keller) ausbreiten können (Beispiel siehe Bild 20 a, für Neubauten, Trennelement außenliegend): Gegebenenfalls ist der Einsatz von Überspannungsschutzelementen (19) vorzusehen (siehe Bild 20 b, für die nachträgliche galvanische Trennung). Ist die Ansprechspannung von (19) kleiner gleich 50 V gewählt, kann auf die Einhausung verzichtet werden.

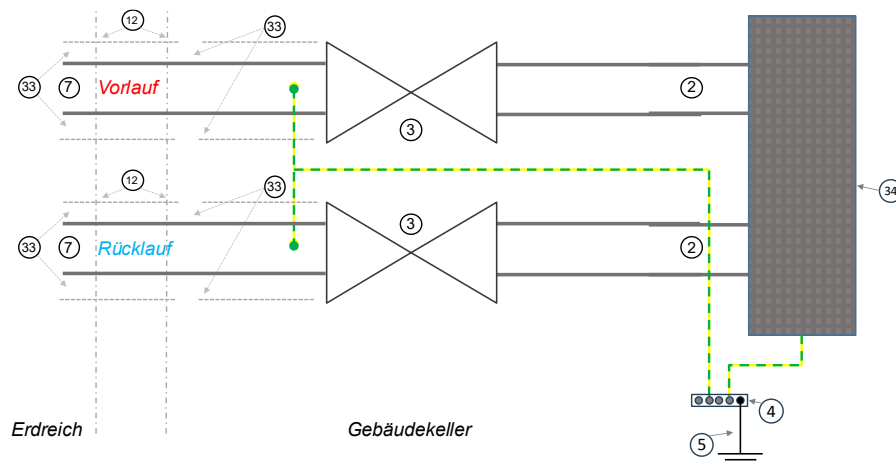
Wird die Fernwärmeversorgungsleitung direkt in den Potentialausgleich eingebunden (siehe Bild 20 c), kann auf Überspannungselemente und Einhausung verzichtet werden.



a) galvanische Trennung von Fernwärme-Anschlussleitungen ohne SPD



b) galvanische Trennung von Fernwärme-Anschlussleitungen mit SPD



c) galvanische Trennung – direkte Einbindung der Versorgungsleitung

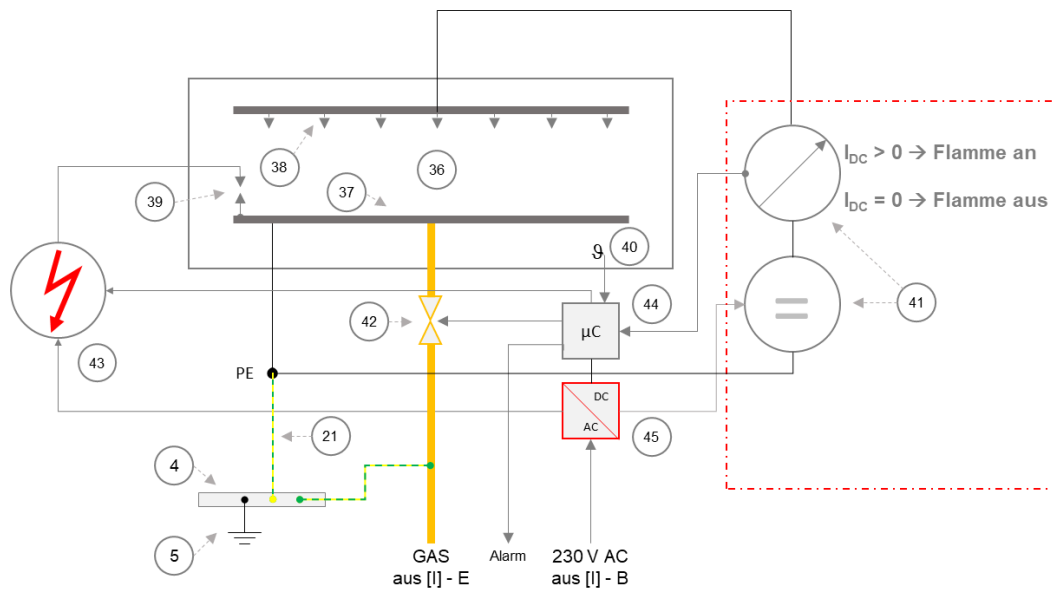
Lfd. Nr.	Funktion	
2	Speiseleitung Richtung Wärmetauscher	
3	Absperreinrichtung	
4	Haupterdungsschiene (HES)	
5	Erdungsanlage	
7	Gebäudeanschlussleitung (Vorlauf / Rücklauf); metallisch leitfähige Verrohrung (D) oder Kunststoff (A, CH) *)	
12	Kellerwand	
18	anlagenseitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	verzichtbar, wenn ■ (7) in Kunststoffausführung (nicht elektrisch leitfähig) oder ■ (35) als isolierende Einhausung den Berührschutz gewährleistet und (32) ausreichend spannungsfest ausgelegt.
19	Überspannungsschutz (SPD)	
20	HES-seitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	
32	isolierende Rohrmuffe als galvanisch trennendes Element	
33	isolierende Wärmedämmung ohne elektrisch leitende Bestandteile	
34	Wärmetauscher & Wärmemengenzähler	
35	optional: zus. Einhausung, sofern der Anschluss für Laien zugänglich ist und die Ansprechspannung von (19) größer 50 V.	
*) Anschlussleitungen aus Kunststoff, die vermehrt im deutschsprachigen Raum außerhalb Deutschlands zum Einsatz kommen, umgehen alle genannten Effekte.		

**Bild 20 – Galvanische Trennung von Fernwärme-Anschlussleitungen ohne und mit SPD und mit direkter Einbindung der Versorgungsleitung**

## 8 Gas

Anschlussleitungen (7) aus Gasversorgungsnetzen (siehe Bild 1) wurden bis Mitte der 1990er Jahre in Deutschland zum allergrößten Teil gegen Kunststoff-Installationen ausgetauscht. Damit werden die zuvor geschilderten Effekte umgangen.

Innerhalb von Gebäuden bzw. bei Kellerquerversorgungen sind die Betrachtungen aus Abschnitt 5.2 übertragbar.



Lfd. Nr.	Funktion
4	Haupterdungsschiene (HES)
5	Erdungsanlage
21	PE-Leiter (in der Regel über [I] – B, d. h. über den TN-S Anschluss realisiert.)
36	Brennraum
37	Gasbrenner
38	Wärmetauscher mit Detektionselektrode
39	Zünderktroden
40	diverse Temperaturwächter (Brennraum und Wasserkreisläufe)
41	<b>Ionisationswächter</b>
42	Gas-Sicherheitsventil
43	Zünderlektronik
44	Steuerung der Heizung
45	Stromnetzanschluss und Systemnetzteil der Heizung
[I] – B	Elektroanlage im Gebäude
[I] – E	Gasinstallation im Gebäude

**Bild 21 – Funktionsdiagramm (vereinfacht) eines Ionisationswächters in Gasheizungen**

Gasinstallationen im Gebäude können empfindlich reagieren insbesondere auf vagabundierende Gleichströme, da ein spezielles Betriebsmittel im Wärmeerzeuger, der sogenannte Ionisationswächter (41) (siehe Bild 21) aus dem gemessenen Gleichstrom ermittelt, ob die Flamme ordnungsgemäß brennt. Störungen in dieser Systemüberwachung können zu fehlerhaftem Verhalten der Heizung führen.



**Bild 22 – Thermische Überwachungselektrode im Flammenbild (links) und Ionisationswächter (mitte, rechts)**

## 9 Wasser

Die im vorhergehenden Abschnitt 8 skizzierten Realisierungsvarianten gelten entsprechend auch für die Wasserinfrastruktur zur Gebäudeversorgung, die mittlerweile ebenfalls zum allergrößten Teil in Kunststoffleitungen (7) im öffentlichen Raum (siehe Bild 1) liegen.

Innerhalb von Gebäuden bzw. bei Kellerquerversorgungen sind die Betrachtungen aus Abschnitt 5.2 übertragbar.

## 10 Anhänge

Anhang A zeigt eine Konkordanzliste für die weitere Recherche. In Anhang B sind einige Beispielbilder einzelner Betriebsmittel und Anlagenrealisierungen gezeigt.

## Anhang A

### Referenztable der in diesem Dokument erwähnten Betriebsmittel

Tabelle 4 – Konkordanzliste zu Einsatz und Ausgestaltung von Betriebsmitteln, die in diesem Dokument erwähnt werden

Zeichnungsreferenz – Nr.	Betriebsmittel	Verweis auf Referenzdokument (siehe die Literaturhinweise)
①	Gebäude	---
②	Leitung aus einer Versorgungsinfrastruktur zur Anschlusseinrichtung ③ innerhalb ①	siehe ⑦
③	Anschlusseinrichtung	[1], Abschnitt 3.2 und [33]
④	Haupterdungsschiene (HES)	[2] und [13]
⑤	Erdungsanlage	[2], [5] und [13]
⑥	„Einbindung“	---
⑦	Hausanschlussleitung aus Versorgungsinfrastruktur	Gas: [67] und [70] Wasser: [80], [81], [89] Strom: [10] und [26]. Fernwärme: [78] und [96] Telekommunikation: [40], [56] und [135]
⑧	Betriebseinrichtung des Infrastrukturnetzes	---
⑨	Leitungseinführung in (8)	---
⑩	Versorgungseinrichtung innerhalb (8)	---
⑪	Anschluss der Versorgungsleitung innerhalb (10)	---
⑫	Gebäudeaußenwand (in der Regel im Keller)	---
⑬	ggf. Schirm (äußerer Leiter), Mantel und ggf. Leitungsrohr	[37], [40], [134] und [135]
⑭	beschreibt das spezifische Innere von (2)	siehe Bild 2
⑮	NH-Sicherung	[20]
⑯	Leiterbrücke innerhalb des HAK (3)	[1] und [26]
⑰	anlagenseitige Hausverkabelung	[4] und [11]
⑱	anlagenseitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	[8], [13]
⑲	Überspannungsschutzelement (z. B. SPD, SDS, VLD, Trennfunkstrecke)	[13], [23], [35], [36], [48]

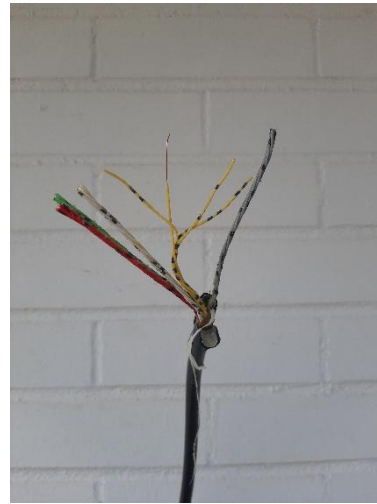
<b>Zeichnungsreferenz – Nr.</b>	<b>Betriebsmittel</b>	<b>Verweis auf Referenzdokument (siehe die Literaturhinweise)</b>
②0	HES-seitige Verkabelung Überspannungsschutz (SPD)	[8], [13]
②1	PE-Leiter	[5], [14], [18]
②2	Symbol für ohm'scher Widerstand	---
②3	Symbol für Leitungsinduktivität	---
②4	anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplung	auszuschließen nach [1], Abschnitt 4.2
②5	Symbol für Erdgleiche (zum Beispiel Asphaltoberfläche)	---
②6	Gleichspannungsquelle	[99], [100], [101]
②7	Opferanode	
②8	Körper mit elektrisch geladener Oberfläche, der als Störer wirkt	---
②9	Stromdurchflossener Leiter, der als Störer wirkt	---
③0	störendes Elektrisches Feld E	---
③1	störendes Magnetfeld H	---
③2	galvanisch trennendes Element	[27], [28], [51], [78], [91]
③3	isolierende Wärmedämmung ohne elektrisch leitende Bestandteile	[83]
③4	Wärmetauscher & Wärmemengenzähler	[89] und [92]
③5	Einhausung	[78]
③6	Brennraum	[85]
③7	Gasbrenner	[85] und [86]
③8	Wärmetauscher mit Detektionselektrode	[86]
③9	Zündelektroden	[84]
④0	diverse Temperaturwächter (Brennraum und Wasserkreisläufe)	[94]
④1	Ionisationswächter	[80] und [85]
④2	Gas-Sicherheitsventil	[80], [83], [89]
④3	Zündelektronik	[80], [87], [89]
④4	Steuerung der Heizung	[83], [89], [87], [98]

## Anhang B Beispielbilder

### B.1 Hausanschlussleitungen (2)



**Bild B.1.1 – Doppelader-Bleimantelkabel  
(links)**



**Bild B.1.2 – Doppelader-Kunststoffkabel mit  
Schichtenmantel**



Typ n-Kx, zum Anschluss an den HÜP (3)

**Bild B.1.3 – Gebäudeseitiges Koax-  
Hausanschlusskabel**



(offen, d. h. ohne Kappe und Schrumpfschlauch) zum Anschluss des Hausanschlusskabels an den Erdabzweiger (im Gehweg); Kabeltypen i-Kx und n-Kx und farbcodierte KES-Stecker.

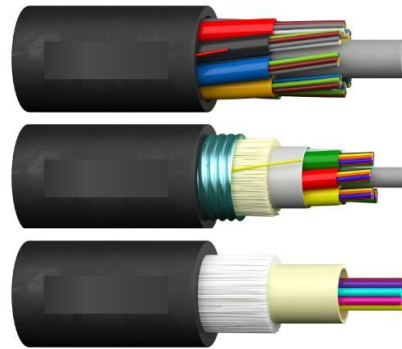
Die Aluminiumstreifen am oberen rechten Bildrand werden zum Schutz des Kabelmantels vor dem Verschließen und Verschrumpfen des Kabelendsteckers aufgebracht.

**Bild B.1.4 – Koaxial-Kabel mit  
Kabelendstecker**



Mikrorohr für Einblastechnik (mit Codierung „grün I“, Gasblocker (durchsichtig) und [falsch genutztem] Knickschutz (schwarz))

**Bild B.1.5 – Glasfaser-Gebäudeanschluss**



oben: Mantelleitung ohne Nagetierverbiss-Schutz

mitte: Mantelleitung mit metallhaltigem Verbiss-Schutz

unten: Mantelleitung ohne metallhaltigem Verbiss-Schutz

**Bild B.1.6 – Glasfaser-Gebäudeanschluss**



Material aus Hausinstallation, wurde im Außenbereich durch Kunststoff ersetzt.

(Nach dem Krieg wurde dasselbe Rohrmaterial sowohl für Gas- als auch die Wasserinstallation verwendet.)

**Bild B.1.7 – Gasleitung**



**Bild B.1.8 – Gas- Hausanschlussleitung**  
(heute)



**Bild B.1.9 – Wasser-Hausanschlussleitung**  
(heute)

Fernwärmerohre für Hausanschlüsse, vor dem Einbringen ins Erdreich:



Die beiliegenden Drähte dienen zur Leckageüberwachung und -ortung.

**Bild B.1.10 – KMR = Kunststoffmantelrohr**



Polymere Mediumrohre, Kerndämmung, Wellrohrmantel aus nichtleitendem Material

**Bild B.1.11 – PMR = Vollkunststoffrohr**

## B.2 Anschlusseinrichtungen (3)

### ELEKTRIZITÄT



Dreiphasiger Anschluss (ohne Deckel),  
vorverkabelt für Netzform TN-C und  
Anlagenanschlutung TN-S



Einphasiger Anschluss (mit und ohne Klarsicht-Deckel), vorverkabelt für  
Netzform TN-C und Anlagenanschlutung TN-S



**Bild B.2.1 – Hausanschlusskasten**

**Bild B.2.2 – Hausanschlusskasten**

### TELEKOMMUNIKATION

Doppelader:



(Verbindungs- und Verteilerdose, außen)

für bis zu 10x 2 Doppeladern:

netzseitiger Anschluss von unten / Klemmenblock hinten

Durch die kranzförmige Klemmung der anlagenseitigen Doppelader-Verseildrähte auf den Klemmenkranz (im Bild unten) wird das Potential des Leitungsmantels bis zur TAE-Dose geführt.

*Kunststoff-Deckelhaube (Witterungseinflüsse) fehlt auf dem Foto.*

Hausanschlussleitungen sind in Deutschland zu einem gewissen Teil als Bleimantelleitungen mit papierisolierten Doppeladern ausgeführt. Der Bleimantelleitung wird aufgrund der erdfühiligen Verlegung eine eigene Erdungswirkung zugeschrieben.

**Bild B.2.3 – APL „VVDa“**



mit Anschluss rechts ‚Potentialausgleich‘ für Schichtenmantelkabel (netz- und anlagenseitige Einbindung über Verseildraht bzw. Schirmfolie möglich), Kunststoff-Corpus; Systemschließung, Abdeckung plombierbar, damit nicht für elektrische Laien zugänglich.

Aufgrund des nach außen geführten, für Laien berührbaren Erdungsanschlusses sieht der Telekommunikationsnetzbetreiber jedoch die direkte Einbindung in den Potentialausgleich vor.

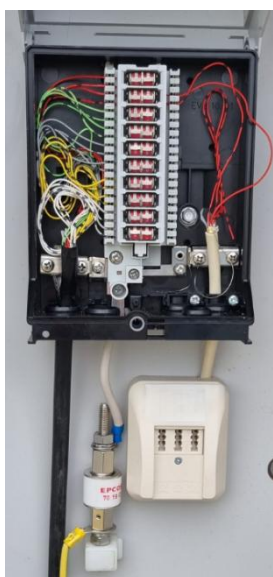
**Bild B.2.4 – APL „Typ 3“**



netzseitiger Anschluss links, Ausführung in papierisolierter Bleimantelleitung,

a/b-Gasableiter fehlen,  
anlagenseitige Doppeladern rechts, Ausführung in geschirmten, isolierten PVC-Kabeln (zwei Gebäude)

**Bild B.2.5 – APL offen**



netzseitiger Anschluss links, Kunststoff-Schichtenmantelleitung

Gasableiter für 10 a/b-Linien bestückt,  
anlagenseitige TAE rechts mit Verseildraht, der in den PA eingebunden ist

die integrierte PA-Schiene ist über Trennfunkstrecke gegen Gebäudepotential getrennt

**Bild B.2.6 – APL geöffnet**

## Koaxiale Linientechnik:

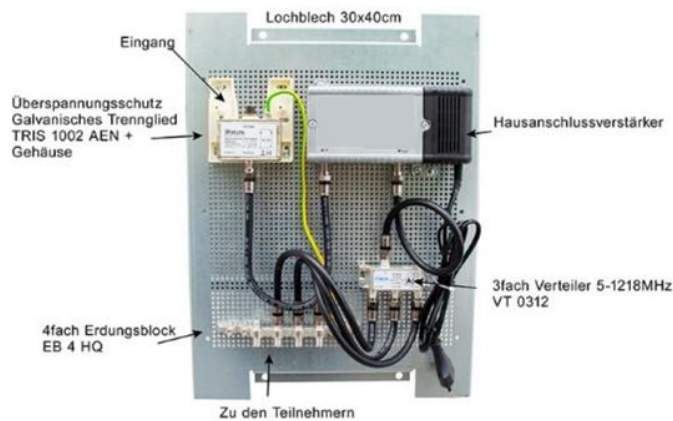


links: geschlossener Kunststoffdeckel mit Gefahrenhinweis, Zugang nur für unterwiesenes Personal (Beachte die Tropfschleife in der anlagenseitigen Verkabelung!)

mitte: Deckel geöffnet: Messbuchsen netzseitig und anlagenseitig.

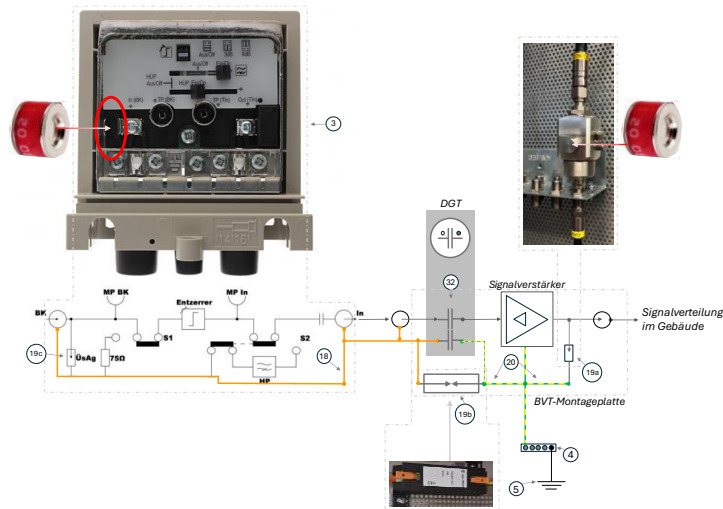
rechts: Anschluss der netzseitigen Messbuchse (mit Handschuhen zu stecken, wenn galvanisch getrennt ausgeführt!)

**Bild B.2.7 – Hausübergabepunkt (HÜP)**



ohne Überspannungsschutz, mit galvanischem Trennglied, Haus-Signalverstärker, Erdungsblock und HF-Verteiler

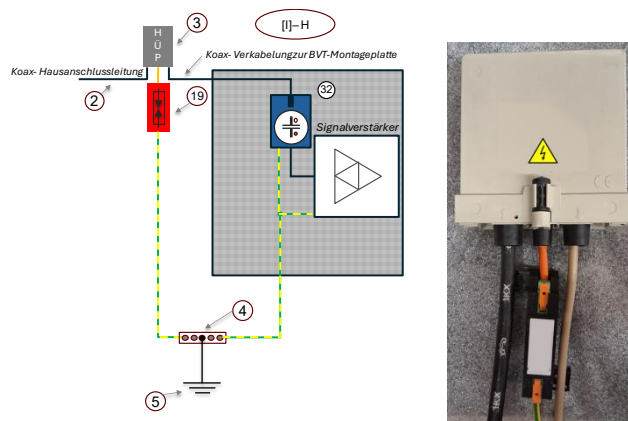
**Bild B.2.8 – Breitbandverteiler-Montageplatte**



Die Elemente (19a), (19b), (19c) schützen die Breitband-Verteilanlage im Gebäude (HÜP, Zwei-Wege-Verstärker und Koax-Linien bis zu den Antennendosen) und das galvanisch trennende Element (32).

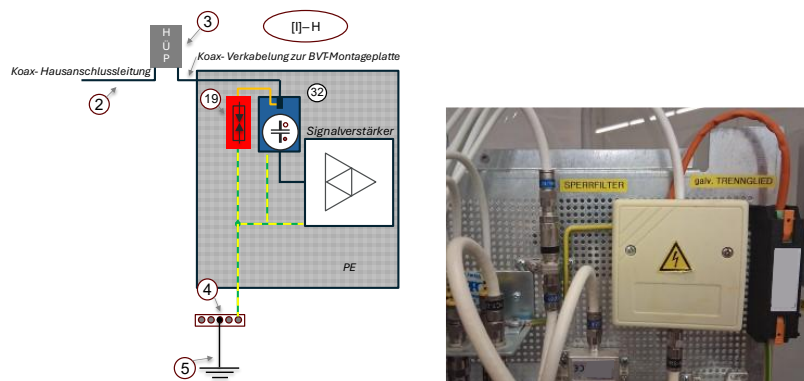
Die Dimensionierung richtet sich nach der Spannungsfestigkeit der eingesetzten Betriebsmittel [(3), (32) und Zwei-Wege-Verstärker] sowie den wirksamen Kabellängen (18) und (20). Für den Fall, dass die Installation offen ausgeführt ist, kann durch eine geeignete Dimensionierung von (19b) die berührbare Spannung auf 50 V begrenzt werden.

**Bild B.2.9 – Signalübergabe mit Überspannungsschutz (schematisch)**



SPD unter Hausübergabepunkt installiert.  
 Fremdpotential aus Mittenanschluss HÜP.  
 PE an HES

**Bild B.2.10 – Installationsvariante 1**



SPD auf Montageplatte  
 Fremdpotential aus netzseitigem Gewindeanschluss F am DGT  
 PE an HES oder PA der Montageplatte

Der Anlagenerrichter hat durch die Wahl der Verkabelungsfarbe (orange, in Anlehnung an [103], Abschnitt 13.2.4 in Verbindung mit Abschnitt 5.3.5 ebenda) vor Ort dokumentiert, dass der Infrastrukturnetzbetreiber die indirekte Einbindung des HÜP (3) in den Potentialausgleich vorgibt.

**Bild B.2.11 – Installationsvariante 2**

## Optische Linientechnik:



- links: Kunststoff-Gehäuse am Mikro-Rohr:  
netzseitiger Anschluss (Glasfaserkabel) ohne metallhaltige Linienmantel, kein anlagenseitiger Anschluss ausgeführt
- rechts: geöffnetes Gehäuse mit netzseitigem Anschluss (incl. Gasblocker), Spleißaufnahme und opt. Steckeranschluss

**Bild B.2.12 – Optischer Netzabschluss (ONT)**

## FERNWÄRME



alle (thermisch isolierten) Leitungen im Potentialausgleich: außen Netzanschlussleitungen, innen Rohre der Heizungsanlage (nach dem Wärmetauscher) ins Gebäude

**Bild B.2.13 – Zuführung einer FW-Übergabestation**

## GAS



Metalleitung nach der Absperreinrichtung (anlagen-seitig) im Potentialausgleich

Hausanschlussleitung (2) in Kunststoff ausgeführt (fast bündiger Abschluss mit der Kellerwand)

**Bild B.2.14 – Gasanschluss**

## WASSER



Absperreinrichtung und anlagenseitige Metallleitung im Potentialausgleich

Hausanschlussleitung (2) in Kunststoff ausgeführt (bündiger Abschluss mit der Kellerwand)

**Bild B.2.15 – Wasseranschluss**

## B.3 Haupterdungsschiene (4)

### HES



PA-Leiter (C) zur Elektroinstallation  
(netzseitiger TN-C-Anschluss, Elektroanlage in TN-C und TN-C-S)

(schwarz, in 2,5 mm<sup>2</sup> ausgeführt!)

Haupterdungsleiter (D) (Durchmesser 9,5 mm, d. h. Querschnitt: 70 mm<sup>2</sup>), [Tiefenerder außen geschlagen]

PA-Leiter (E) der Gasinstallation (6 mm<sup>2</sup>)

PA-Leiter (F) zur Wasserinstallation (6 mm<sup>2</sup>)

Es ist offensichtlich, dass (Kellerquer-)Verkabelungen bzw. Leitungsverbindungen in Nachbargebäude, die eine anlagenseitige PEN-PEN-Leiterkopplung aus unterschiedlichen Ortsnetztrafo-Versorgungsbereichen realisieren, für den gezeigten Querschnitt der Verbindung (C) unter allen Umständen zu vermeiden ist.

**Bild B.3.1 – HES in Altbau-Keller installiert**

## B.4 Kathodischer Korrosionsschutz (26, 27)



**Bild B.4.1 – Fernwärme-Hauptversorgungsleitung**



**Bild B.4.2 – Anlage im Außenbereich, die die Gleichspannung erzeugt**

## B.5 Galvanisch trennende Elemente (32)



Netzseite („IN“) und Anlagenseite („CPE“) dürfen nicht vertauscht werden!

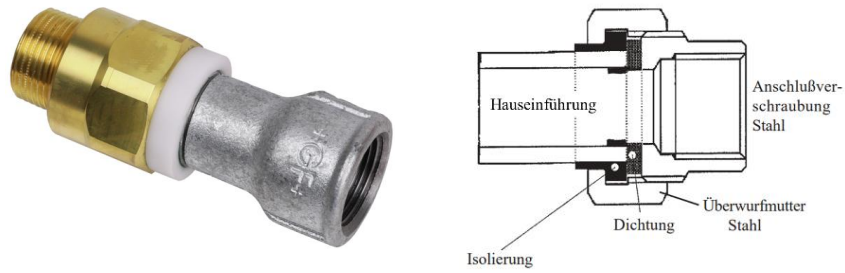
PA-Anschluss links, falls die Montage nicht auf einer BVT-Montageplatte erfolgt.

**Bild B.5.1 – Doppelt Galvanisches Trennglied für Koax-Installationen**



(Farbcodierung kennzeichnet den Einsatz für unterschiedliche Betriebsdrücke)

**Bild B.5.2 – Isolierstücke einer Gasleitung**



**Bild B.5.3 – Isolierstück einer Wasserleitung**



Großkundenanlage, nach Gebäudeeintritt verbaut.

**Bild B.5.4 – (keramisches) Isolierstück eines Fernwärmeanschlusses**



Privatkundenanlage, galvanische Trennung nach Gebäudeeintritt und nach der Absperrvorrichtung (Warmseite, noch ohne thermische Isolierung) verbaut

**Bild B.5.5 – (keramisches) Isolierstück eines Fernwärmeanschlusses**

## Literaturhinweise

- [1] DIN 18012:2018-04, *Anschlusseinrichtungen für Gebäude – Allgemeine Planungsgrundlagen*; (insbesondere Abschnitt 4.2: Stromversorgung)
- [2] DIN 18014, *Erdungsanlagen für Gebäude – Planung, Ausführung und Dokumentation*
- [3] DIN 18015-1, *Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen*; (Abschnitt 8, Potentialausgleich)
- [4] DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe*
- [5] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag*
- [6] DIN VDE 0100-420 (VDE 0100-420), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-42: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Auswirkungen*
- [7] DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-43: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom*
- [8] DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei transienten Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen*
- [9] DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444), *Errichten von Niederspannungsanlagen, Schutzmaßnahmen – Teil 4-44: Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen*
- [10] DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen*
- [11] DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen*
- [12] DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergeräte*
- [13] DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534):2016-10, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-53: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Trennen, Schalten und Steuern – Abschnitt 534: Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPDs) (IEC 60364-5-53:2001/A2:2015, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-534:2016*
- [14] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2024-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter (IEC 60364-5-54:2011 + A1:2021); Deutsche Übernahme HD 60364-5-54:2011 + A1:2022*
- [15] DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen*
- [16] DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme*
- [17] DIN EN 50160, *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*
- [18] DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310), *Telekommunikationstechnische Potentialausgleichsanlagen für Gebäude und andere Strukturen*

- [19] E DIN EN 50310 Beiblatt (VDE 0800-2-310 Beiblatt 1):2023-12, *Telekommunikationstechnische Potentialausgleichsanlagen für Gebäude und andere Strukturen; Beiblatt 1: Beurteilung des Potentialausgleichs für informationstechnische Einrichtungen in Bestandsanlagen*
- [20] DIN EN 60269-1 (VDE 0636-1), *Niederspannungssicherungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- [21] DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen*
- [22] DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*
- [23] IEC 62848-2, *Railway applications – DC surge arresters and voltage limiting devices – Part 2: Voltage limiting devices*
- [24] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100), *Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen*
- [25] DIN VDE 0660-505 (VDE 0660-505), *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 505: Bestimmungen für Hausanschlusskästen und Sicherungskästen*
- [26] VDE AR-N 4100, *Technische Regeln für den Anschluss von Kundenanlagen an das Niederspannungsnetz und deren Betrieb (TAR Niederspannung)*
- [27] DIN EN IEC 60728-11 (VDE 0855-1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 11: Sicherheitsanforderungen*
- [28] DIN EN 60728 Beiblatt 1 (VDE 0855 Beiblatt 1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste; Beiblatt 1: Leitfaden für den Potentialausgleich in vernetzten Systemen*
- [29] DIN EN 50173-1 (VDE 0800-173-1), *Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- [30] DIN EN 61140 (VDE 0140-1), *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel*
- [31] DIN VDE 0800-173-100 (VDE 0800-173-100), *Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 100: Klassifizierung von Lichtwellenleiter-Übertragungsstrecken*
- [32] DIN 50929-2, *Korrosion der Metalle – Korrosionswahrscheinlichkeit metallener Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Teil 2: Installationsteile innerhalb von Gebäuden*
- [33] VDE 0800-710, *Leitlinien und Qualifizierungsmuster Breitband – Teil 710: Anforderungen an den Hausübergabepunkt*
- [34] VDE 0800-720, *Leitlinien und Qualifizierungsmuster Breitband – Teil 720: Leitlinie zu Materialanforderungen für FTTx-Breitband-Netze*
- [35] DIN EN 61643-21 (VDE 0845-3-1), *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 21: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren*
- [36] DIN CLC/TS 61643-22 (VDE V 0845-3-2), *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 22: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken – Auswahl und Anwendungsprinzipien*
- [37] DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603), *Starkstromkabel – Teil 603: Energieverteilungskabel mit Nennspannung 0,6/1 kV*

- [38] DIN VDE 0845 Beiblatt 1 (VDE 0845 Beiblatt 1), *Überspannungsschutz von Einrichtungen der Informationstechnik (IT-Anlagen)*
- [39] DIN VDE V 0826-1 (VDE V 0826-1), *Überwachungsanlagen – Teil 1: Gefahrenwarnanlagen (GWA) sowie Sicherheitstechnik in Smart Home Anwendungen für Wohnhäuser, Wohnungen und Räume mit wohnungsähnlicher Nutzung – Planung, Einbau, Betrieb, Instandhaltung, Geräte- und Systemanforderungen*
- [40] DIN EN 50117-9-2 (VDE 0887-9-2), *Koaxialkabel – Teil 9-2: Rahmenspezifikation für Koaxialkabel für analoge und digitale Signalübertragung – Innenkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz – 3 000 MHz*
- [41] DIN EN 50130-4 (VDE 0830-1-4), *Alarmanlagen – Teil 4: Elektromagnetische Verträglichkeit – Produktfamiliennorm: Anforderungen an die Störfestigkeit von Anlageteilen für Brandmeldeanlagen, Einbruch- und Überfallmeldeanlagen, Video-Überwachungsanlagen, Zutrittskontrollanlagen sowie Personen-Hilferufanlagen*
- [42] DIN EN 50130-5 (VDE 0830-1-5), *Alarmanlagen – Teil 5: Methoden für Umweltprüfungen*
- [43] DIN EN 50131 (VDE 0830-2) (alle Teile), *Alarmanlagen – Einbruch- und Überfallmeldeanlagen*
- [44] DIN EN 50136 (VDE 0830-5) (alle Teile), *Alarmanlagen – Alarmübertragungsanlagen und -einrichtungen*
- [45] DIN CLC/TS 50131-5-4 (VDE V 0830-2-5-4), *Alarmanlagen – Einbruch- und Überfallmeldeanlagen – Teil 5-4: Prüfbeschreibungen zur Systemkompatibilität für in Gebäuden installierte EMA/ÜMA-Komponenten*
- [46] DIN EN 62676-1 (VDE 0830-7-5-11), *Videoüberwachungsanlagen für Sicherheitsanwendungen – Teil 1-1: Systemanforderungen – Allgemeines*
- [47] DIN EN 62676-4 (VDE 0830-71-4), *Videoüberwachungsanlagen für Sicherheitsanwendungen – Teil 4: Anwendungsregeln*
- [48] DIN EN IEC 62561-3 (VDE 0185-561-3), *Blitzschutzsystembauteile (LPSC) – Teil 3: Anforderungen an Trennfunkstrecken*
- [49] DIN EN IEC 62561-4 (VDE 0185-561-4), *Blitzschutzsystembauteile (LPSC) – Teil 4: Anforderungen an Leitungshalter*
- [50] DIN EN 50174-1 (VDE 0800-174-1), *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 1: Installationsspezifikation und Qualitätssicherung*
- [51] DIN EN 50174-2 (VDE 0800-174-2), *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden*
- [52] DIN EN 50174-3 (VDE 0800-174-3), *Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Teil 3: Installationsplanung und Installationspraktiken im Freien*
- [53] DIN VDE 0228-1 (VDE 0228-1) (zurückgezogen), *Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen – Allgemeine Grundlagen*
- [54] DIN VDE 0618-1 (VDE 0618-1), *Betriebsmittel für den Potentialausgleich – Potentialausgleichsschiene (PAS) für den Hauptpotentialausgleich*
- [55] DIN VDE 0816-3 (VDE 0816-3), *Außenkabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen – Kabel mit Isolierhülle aus Papier*
- [56] ISO/IEC 11801-1, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*

- [57] DIN EN 62305 (VDE 0185-305) (alle Teile), *Blitzschutz* sowie Beiblätter und Berichtigungen
- [58] DIN EN IEC 62305 (VDE 0185-205) (alle Teile), *Blitzschutz* (derzeit teilweise im Entwurfsstadium) sowie Beiblätter und Berichtigungen
- [59] DIN EN 50122-1 (VDE 0115-3), *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag*
- [60] DIN EN 50122-2 (VDE 0115-4), *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 2: Schutzmaßnahmen gegen Streustromwirkungen durch Gleichstrombahnen*
- [61] DIN VDE 50162 (VDE 0150), *Schutz gegen Korrosion durch Streuströme aus Gleichstromanlagen*

Publikationen des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e. V. – technisch-wissenschaftlicher Verein (DVGW), erschienen als DVGW-Regelwerke:

- [62] AfK-Empfehlung AfK 6 Kathodischer Korrosionsschutz von Stahlrohrleitungen und Behältern – Schutz gegen elektrischen Schlag
- [63] Merkblatt GW 19-2 Zustandsbewertung von nicht kathodisch geschützten metallenen Rohrleitungen der Gas- und Wasserversorgung; Teil 2: Systematische Bewertung
- [64] Arbeitsblatt GW 21 (textgleich mit AfK-Empfehlung Nr. 2) Beeinflussung von unterirdischen metallischen Anlagen durch Streuströme von Gleichstromanlagen
- [65] Arbeitsblatt GW 306 Verbinden von Blitzschutzsystemen mit metallenen Gas- und Trinkwasser-Installationen
- [66] Arbeitsblatt GW 309 Elektrische Überbrückung bei Rohrtrennung
- [67] Arbeitsblatt G 459-1 Technische Regel – Gas-Netzanschlüsse für maximale Betriebsdrücke bis einschließlich 5 bar
- [68] Arbeitsblatt G 466-2 Gasrohrnetze aus duktilen Gussrohren mit einem Betriebsdruck von mehr als 4 bar bis 16 bar – Instandhaltung
- [69] Arbeitsblatt G 495 Gasanlagen – Betrieb und Instandhaltung
- [70] Arbeitsblatt G 600 TRGI Technische Regel für Gasinstallationen
- [71] Merkblatt G 613 Gasgeräte; Installations-, Einstell-, Wartungs- und Bedienungsanleitung
- [72] Merkblatt W 634 Hochspannungs- und Niederspannungsanlagen in der Wasserversorgung – Kabel und Leitungen
- [73] Technische Regel – DVGW G 1000, Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Unternehmen für den Betrieb von Anlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas (Gasversorgungsanlagen)
- [74] Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 636, Hochspannungs- und Niederspannungsanlagen in der Wasserversorgung; Erden, Blitzschutz, Potentialausgleich und Überspannungsschutz
- [75] Technische Regel – Arbeitsblatt W 645-1, Überwachungs-, Mess-, Steuer und Regleinrichtungen in Wasserversorgungsanlagen – Teil 1: Messeinrichtungen

- [76] Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 1000, Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Wasserversorgungsunternehmen
- [77] VDI 2035 Blatt 1: Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen – Steinbildung und wasserseitige Korrosion
- [78] AGFW FW 401 Kunststoffmantelrohren (KMR), Teile 9 (Planung), 12 (Bauausführung & Tiefbau), 13 (Rohrleitungsbau), 14 (Muffenmontage) und 15 (Betrieb)
- [79] AGFW FW 510: Hausanschlüsse und Übergabestationen

Weitere Publikationen des Deutschen Instituts für Normung:

- [80] DIN 1988-100, *Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 100: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte*; Technische Regel des DVGW
- [81] DIN 1988-200, *Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe*; Technische Regel des DVGW
- [82] DIN EN 161, *Automatische Absperrventile für Gasbrenner und Gasgeräte*
- [83] DIN EN 253, *Fernwärmerohre – Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze – Werkmäßig gefertigte Verbundrohrsysteme, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen*
- [84] DIN EN 298, *Feuerungsautomaten für Brenner und Brennstoffgeräte für gasförmige oder flüssige Brennstoffe*
- [85] DIN EN 303-1, *Heizkessel – Teil 1: Heizkessel mit Gebläsebrennern – Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*
- [86] DIN EN 676, *Gebläsebrenner für gasförmige Brennstoffe*
- [87] DIN EN 746-2, *Industrielle Thermoprozessanlagen – Teil 2: Sicherheitsanforderungen an Feuerungen und Brennstoffführungssysteme*
- [88] DIN EN 805, *Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden*
- [89] DIN EN 1434, *Thermische Energiemessgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- [90] DIN EN 1717, *Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasser-verunreinigungen durch Rückfließen*; Technische Regel des DVGW
- [91] DIN EN 1775, *Gasversorgung – Gasleitungsanlagen für Gebäude – Maximal zulässiger Betriebsdruck kleiner oder gleich 5 bar – Funktionale Empfehlungen*
- [92] DIN EN 12828, *Heizungsanlagen in Gebäuden – Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen*
- [93] DIN EN 13611, *Sicherheits- und Regeleinrichtungen für Brenner und Brennstoffgeräte für gasförmige und/oder flüssige Brennstoffe – Allgemeine Anforderungen*
- [94] DIN EN 14597, *Temperaturregeleinrichtungen und Temperaturbegrenzer für wärmeerzeugende Anlagen*
- [95] DIN 4747, *Fernwärmeanlagen – Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum Anschluss an Heizwasser-Fernwärmenetze*

- [96] DIN EN 13941-1, *Fernwärmerohre – Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernwärmenetze – Teil 1: Auslegung*
- [97] DIN EN 15001-1, *Gasinfrastruktur – Gasleitungsanlagen mit einem Betriebsdruck größer 0,5 bar für industrielle Installationen und größer 5 bar für industrielle und nicht-industrielle Installationen – Teil 1: Detaillierte funktionale Anforderungen an Planung, Material, Bau, Inspektion und Prüfung*
- [98] DIN EN 60730-2-5 (VDE 0631-2-5), *Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte – Teil 2-5: Besondere Anforderungen an automatische elektrische Brenner-Steuerungs- und Überwachungssysteme*
- [99] DIN EN ISO 12696, *Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton*
- [100] DIN EN 13509, *Messverfahren für den kathodischen Korrosionsschutz*
- [101] DIN EN 13636, *Kathodischer Korrosionsschutz von unterirdischen metallenen Tankanlagen und zugehörigen Rohrleitungen*
- [102] DIN EN IEC 62858 (VDE 0185-858), *Blitzdichte, basierend auf Blitzortungssystemen – Allgemeine Grundsätze*
- [103] Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)  
in Verbindung mit  
DIN EN 60204-1(VDE 0113-1), *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

Weiterführende Fachliteratur zum Thema:

- [104] Karl-Heinz Otto: *Vagabundierende Rückleiter-Ströme auf dem Erdungssystem: Phänomene und Probleme*, Hardcover 288 Seiten, ISBN/GTIN: 978-3-7562-3703-6, 2022 erschienen im Verlag „Books on Demand“
- [105] VDE FNN Hinweis: *Hinweise für die Errichtung von mehreren Netzanschlüssen am Niederspannungsnetz in einem Gebäude und auf einem Grundstück*, Version 1.0, erschienen im Januar 2023, abrufbar unter <https://www.vde.com/resource/blob/2243752/a0fda7ffae45576d0b6a73bfd080861d/vde-fnn-hinweis-errichtung-von-mehreren-netzanschlussen-am-ns-data.pdf>
- [106] Rechtspflege-Aufsatz „Zu wessen Lasten geht die elektrolytische Wirkung vagabondierender Ströme?“, erschienen am 13. Februar 1913 in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1913, Heft 7, Seite 189.
- [107] R. Ulbricht: *Gefährdung von Metallrohrleitungen durch elektrische Bahnen*, erschienen am 14. August 1902 in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1902, Heft 33, Seite 720
- [108] R. Ulbricht: *Zur Frage der Gefährdung von Metallrohrleitungen durch elektrische Bahnen*, erschienen am 13. März 1902 in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1902, Heft 11, Seite 212
- [109] Sigvald Krohn: *„Ueber Messungen der elektrischen Ströme in den städtischen Rohrleitungen“*, erschienen am 28. März 1901 in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1901, Heft 13, Seite 269
- [110] Kurt Vöggtli: *Probleme der Bleikabelkorrosion*, erschienen als 15. Mitteilung, „Wie stark Bleikabel durch Gleich- und Wechselspannungen beeinflusst werden, bis sie korrodieren?“ In den Technischen Mitteilungen der Schweizerische Post- und Telegrafengebäudebetriebe, Heft 6, Band 49, 1971
- [111] C. K. Alexander und M. N. O. Sadiku, *Fundamentals of electric circuits*, 5. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2013. ISBN: 978-0-07-338057-5

- [112] C. R. Paul, Inductance: loop and partial. Hoboken, N.J: Wiley, 2010. DOI: 10.1002/9780470561232. ISBN: 978-0-470-56123-2
- [113] S. Ellingson, Electromagnetics, 1. Aufl. VT Publishing, 2018. DOI: 10.21061/electromagnet-ics-vol-1. ISBN: 978-0-9979201-9-2
- [114] International Electrotechnical Commission, „IEV number 131-12-19: ‚inductance‘“, International Electrotechnical Vocabulary – IEC 60050. Verfügbar unter: <https://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=131-12-19>
- [115] Klaus Faber AG, „NYCWY 4X185/95 SW“, Art. -Nr: 080024. Verfügbar unter: <https://shop.faberkabel.de/Starkstromkabel-1-30-kV/Niederspannungskabel/Starkstromkabel-NYCWY/080024.html>
- [116] Herbert Schmolke: Potentialausgleich, Fundamenterder, Korrosionsgefährdung VDE-Schriftenreihe Band 35, Abschnitte 5.4.5, 5.4.6, 5.6.7 achte, komplett überarbeitete Auflage 2013, erschienen im VDE-Verlag
- [117] Alexander Kern; Jürgen Wettingfeld: Blitzschutzsysteme 1 Allgemeine Grundsätze – Risikomanagement – Schutz von baulichen Anlagen und Personen Erläuterungen zu den Normen DIN EN 62305 Teile 1 & 2 VDE-Schriftenreihe Band 35, erste Auflage, erschienen im VDE-Verlag, ISBN 978-3-8007-3758-1
- [118] Alexander Kern; Jürgen Wettingfeld: Blitzschutzsysteme 2 Schutz für besondere bauliche Anlagen Schutz für elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen Erläuterungen zu den Normen DIN EN 62305 Teile 3 & 4 VDE Schriftenreihe Band 160, erste Auflage, erschienen im VDE-Verlag, ISBN 978-3-8007-3786-4
- [119] Frank Ziegler: Blitz- und Überspannungsschutz – Grundlagen und praktische Umsetzung nach DIN VDE 0100-443 und -534, erste Auflage, VDE-Vertriebsnummer: 314911
- [120] Ernst Landers, Peter Zahlmann: EMV – Blitzschutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen – Risikomanagement, Planen und Ausführen nach den neuesten Normen der Reihe DIN EN 62305-x, VDE Schriftenreihe Band 185, dritte, vollständig überarbeitete Auflage, ISBN 978-3-8007-3730-7
- [121] Anlagentechnik 2020 für elektrische Verteilungsnetze, erste Auflage, ISBN 978-3-8007-4838-9 erschienen im VDE-Verlag

Empfehlungen der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen  
(abrufbar unter [http://www.sfb-emv.de/sfb\\_doks.html](http://www.sfb-emv.de/sfb_doks.html))

- [122] Technische Empfehlung 1 Anleitung zur Berechnung der in Fernmeldeleitungen durch Starkstromleitungen induzierten Spannungen
- [123] Technische Empfehlung 1, Anhang 6 Beispiel für eine digitale Beeinflussungsrechnung
- [124] Technische Empfehlung 2 Richtlinien über Schutzmaßnahmen an Nachrichtenleitungen (Fernmelde- und Signalleitungen außer Blockleitungen) sowie schienengebundenen Gleisfreimeldeanlagen der Deutschen Bundesbahn gegen Beeinflussung durch Hochspannungsleitungen bei induktiver und ohmscher Kopplung (Richtlinien für hochspannungsbeeinflusste Nachrichtenanlagen der Deutschen Bundesbahn)
- [125] Technische Empfehlung 3 Richtlinie für Schutzmaßnahmen an TK-Anlagen gegen Beeinflussung durch Netze der elektrischen Energieübertragung, -verteilung sowie Wechselstrombahnen
- [126] Technische Empfehlung 6 Richtlinien über Schutzmaßnahmen an Blockanlagen der Deutschen Bundesbahn gegen Beeinflussung durch Hochspannungsleitungen; Richtlinien für hochspannungsbeeinflusste Blockanlagen

- [127] Technische Empfehlung 7 Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen
- [128] Technische Empfehlung 7 Beiblatt 1 Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen – Beiblatt 1: Ergänzende Hinweise zu Betriebszuständen von Hochspannungsfreileitungen und Maßnahmen
- [129] Technische Empfehlung 8 Anleitung zur rechnerischen und messtechnischen Ermittlung der Reduktionswirkung von Kompensationsleitern
- [130] Technische Empfehlung 9 Hinweise zur Planung von Gemeinschaftsfreileitungen, bei denen Bahnstromenergieleitungen (16,7 Hz) auf einem Gestänge mit Höchstspannungsstromkreisen (50 Hz) geführt werden

Historische, zurückgezogene Regelwerke:

- [131] VDE V 0800-2-548 (VDE V 0800-2-548):1999-10 (zurückgezogen), *Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 5: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Hauptabschnitt 548: Erdung und Potentialausgleich für Anlagen der Informationstechnik;* Abschnitt 548.5 und Anhang A
- [132] DIN VDE 0800-10 (VDE 0800-10):1991-03 (zurückgezogen), *Fernmeldetechnik – Übergangsfestlegungen für Errichtung und Betrieb der Anlagen* Abschnitte 6.3.1 und 6.3.4
- [133] DIN VDE 0228-1 (VDE 0228-1):1987-12 (zurückgezogen), *Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen – Allgemeine Grundlagen;* Abschnitt 4.5
- [134] DIN VDE 0816-3 (VDE 0816-3), *Außenkabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen – Kabel mit Isolierhülle aus Papier*
- [135] DIN EN 50288-4-1 (VDE 0819-4-1), *Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung – Teil 4-1: Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel bis 600 MHz – Kabel für den Horizontal- und Steigbereich*

## Index

Anschluss .....	2, 1, 2, 8, 26, 46, 49
beeinflusste Anlage .....	23
Berührungsschutz .....	22
direkte Einbindung .....	5, 9, 10, 17, 22
Doppelader .....	6, 7, 21, 24, 25
Einbindung .....	1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 17, 22, 27
Erdungssystem .....	18, 50
Fernwärme .....	2, 5, 6, 7, 8, 15, 17, 26
galvanisch trennendes Element .....	3, 25, 33
Gas .....	2, 3, 5, 6, 7, 15, 17, 29, 48
Gebäudeeinführung .....	2
Gleichstrom .....	19, 21, 30
HES (Haupterdungsschiene) .....	6
indirekte Einbindung .....	5, 9, 10, 22
Infrastrukturen .....	2, 3, 15, 16, 18, 21
Ionisationswächter .....	30
koax .....	6, 7, 8, 24, 25
Korrosion .....	20, 21, 46, 49
Leiterkopplung .....	17
Leitung .....	2, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 22, 24, 32
Netzform .....	5, 6, 7, 14, 16
PEN .....	6, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 26
PEN-Leiter .....	6, 7, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 26
Potentialausgleich .....	2, 4, 5, 9, 10, 22, 23, 26, 28, 45, 46, 48
Schirm .....	6, 19, 24, 25
Schirmung .....	22, 23, 24, 25, 26
SPD .....	3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 24, 25, 29, 32, 33
Streuströme .....	21
Stromnetz .....	6, 9, 15, 17, 18
Telekommunikation .....	2, 3, 5, 6, 7, 15, 17
Überspannungsschutz .....	11, 12, 13, 24, 25, 29, 32, 33, 47, 48
vagabundierende .....	9, 16, 22, 26, 27, 30, 50
Versorgungsinfrastruktur .....	2, 6, 7, 11, 12, 13, 15, 32
Wasser .....	2, 3, 5, 6, 7, 15, 17, 20, 31

VDE Verband der Elektrotechnik  
Elektronik Informationstechnik e. V.

Merianstraße 28  
63069 Offenbach am Main  
Tel. +49 69 6308-0  
[service@vde.com](mailto:service@vde.com)  
[www.vde.com](http://www.vde.com)

**VDE**