



Weisungen

für elektrische Installationen in Abwasseranlagen

(We ARA)



Autoren ESTI
Gültig ab **1. Juli 2012**
Ersetzt Version 511.1190 d

Download unter:

www.esti.admin.ch
Dokumentation_ESTI-Publikationen
ESTI 511

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tel. 044 956 12 12
Fax 044 956 12 22
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	4
2. ALLGEMEINES	5
2.1 ZIEL UND ZWECK	5
2.2 GELTUNGSBEREICH	5
2.3 BESTEHENDE VORSCHRIFTEN	5
2.4 UNTERHALTS- UND KONTROLLPFLICHT	6
2.5 MELDEPFLICHT	6
2.6 BEGRIFFE	6
3. GRUNDSÄTZLICHES	7
3.1 BEEINFLUSSUNGEN	7
3.2 FESTLEGUNG DER EX-ZONEN	7
3.3 SICHERHEITSABSTÄNDE GEGENÜBER STARKSTROMANLAGEN UND KREUZUNGEN DRITTER	7
3.4 KORROSIONSSCHUTZMASSNAHMEN	7
3.5 ANORDNUNG DER ELEKTRISCHEN EINRICHTUNGEN UND TRENNSTELLEN	8
3.6 GRUNDLAGEN FÜR DIE AUSFÜHRUNG DER ERDUNGEN UND DES BLITZSCHUTZES	8
3.7 AUFBAU UND ERDUNG VON SCHALTGERÄTEKOMBINATION SK MIT ELEKTRONIKBAUTEILEN	8
3.8 WAHL DER INSTALLATIONSMATERIALIEN	9
4. ANSCHLUSS AN DIE VERTEILNETZE	9
4.1 ANSCHLUSSART	9
4.2 HOCHSPANNUNGSANSCHLUSS	9
4.3 NIEDERSPANNUNGSANSCHLUSS	9
4.4 SCHUTZMASSNAHMEN GEGEN ATMOSPHÄRISCHE ÜBERSPANNUNGEN	9
5. AUSFÜHRUNG DER NIEDERSPANNUNGSINSTALLATION	10
5.1 GELTENDE NORMEN	10
5.2 SCHUTZPOTENZIALAUSGLEICH	10
6. GALVANISCHE TRENNUNG	10
6.1 ZWECK SIEHE C6 5.4.1. SCHÄDEN DURCH MAKROELEMENTBILDUNG MIT FREMDKATHODEN KÖNNEN GRUNDSÄTZLICH VERMIEDEN WERDEN, INDEM TEILE MIT UNTERSCHIEDLICHEN KORROSIONSPOTENZIALEN GALVANISCH VONEINANDER GETRENNT WERDEN.	10
6.2 PRAKTISCHE BEISPIELE GALVANISCHE AUFTRENNUNGEN	10
7. AUSFÜHRUNG DER GALVANISCHEN AUFTRENNUNGEN	11
7.1 ALLGEMEINES	11
7.2 ELEKTRISCHE AUFTRENNUNG MIT TRENNTRANSFORMATOR ODER 10-MA- FEHLERSTROM-SCHUTZEINRICHTUNGEN (RCDs) FÜR JE EINEN VERBRAUCHER (BEILAGE 4)	11
7.3 AUFTRENNUNG MEHRERER VERBRAUCHER MIT EINEM TRENNTRANSFORMATOR (BEILAGE 5)	11
7.4 AUFTRENNUNG MIT FEHLERSTROM-SCHUTZEINRICHTUNGEN (RCDs) UND SEPARATEM ERDER (BEILAGE 6)	12
7.5 AUFTRENNUNG MIT ABGRENZEINHEITEN (POLARISATIONSZELLEN BZW. ANTIPARALLELEN DIODEN) (BEILAGE 7)	13

7.6	VERHINDERUNG VON MAKROELEMENTSTRÖMEN MIT DOPPELTER ODER VERSTÄRKTER ISOLIERUNG (SONDERISOLIERUNG) ODER MIT KLEINSPANNUNG BETRIEBENEN BETRIEBSMITTELN	13
8.	BLITZSCHUTZ LPS	14
8.1	ALLGEMEINES	14
8.2	AUFTRENNUNG VON ROHRLEITUNGEN	14
9.	ELEKTROSTATISCHE AUFLADUNGEN	14
9.1	ALLGEMEINES	14
9.2	MASSNAHMEN	14
10.	KORROSIONSSCHUTZ	14
10.1	ALLGEMEINES	14
11.	ENERGIEERZEUGUNGSANLAGEN (EEA)	15
11.1	ALLGEMEINES	15
11.2	MASSNAHMEN	15
11.3	ERDUNG	15
12.	BAULICHE MASSNAHMEN AN ABWASSERANLAGEN	15
12.1	ALLGEMEINES	15
12.2	ERDER	15
12.3	TRENNSTELLEN	16
12.4	DURCHFÜHRUNGEN VON EXPLOSIONSGEFÄHRDETEN IN NICHT EXPLOSIONSGEFÄHRDETE ANLAGETEILE (BEILAGE 10)	16
13.	DIVERSES	16
13.1	VORSCHRIFTEN FÜR DEN BETRIEB	16
13.2	TELEKOMMUNIKATIONSANLAGEN	16

Beilage 1 Erdung von Elektronik-Steuerschranken

Beilage 2 Potenzialausgleich

Beilage 3 Auftrennung mit Isolierflanschen oder isolierenden Zwischenlagen

Beilage 4 Auftrennung mit Trenntransformator für je einen Verbraucher

Beilage 5 Auftrennung mehrerer Verbraucher mit einem Trenntransformator

Beilage 6 Auftrennung mit Fehlerstromschutzschaltern (F1) mit $I_n > 30$ mA und separatem Erder

Beilage 7 Auftrennung mit Abgrenzeinheiten (Polarisationszellen bzw. antiparallelen Dioden)

Beilage 8 Blitzschutz an Anlagen mit isoliert eingeführter Rohrleitung inkl. Potenzialausgleich

Beilage 9 Rohrleitungsdurchführung mit Isolierstück und Funkenstrecke (Detail aus Beilage 8)

Beilage 10 Abdichtungsmöglichkeiten für Kabel- und Rohrdurchführungen

1. Einleitung

Zur Vermeidung von Korrosionsproblemen in Abwasseranlagen wurde 1990 eine Richtlinie C6 zum Korrosionsschutz für Abwasseranlagen herausgegeben. Die dort ausgeführten Schutzmassnahmen benötigen eine Abstimmung mit den elektrischen Anlagen. In der parallel erarbeiteten We ARA wurden die Möglichkeiten der elektrischen Ausführung beschrieben. Beide Dokumente wurden nun überarbeitet, um sie dem Stand der Technik anzupassen.

Die überarbeiteten «Weisungen für elektrische Installationen in Abwasseranlagen (We ARA)» sollen den Elektroplanern und den Elektroinstallateuren die verschiedenen möglichen Installationsausführungen aufzeigen und die vorhandenen gültigen Vorschriften ergänzen. Diese Weisung wurde auf die Bedürfnisse des Korrosionsschutzes abgestimmt.

Hinweis

Die «Richtlinien zum Korrosionsschutz in Abwasseranlagen» C6 der SGK können bezogen werden bei:

Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK)
Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich
Tel. 044 213 15 90
Fax 044 213 15 91
www.sgk.ch

Die Ausarbeitung der vorliegenden Weisung erfolgte durch:

- Bindschedler Daniel, Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz SGK
- Bühler Dieter, Ingenieurbüro, TBF+ Partner AG
- Moser André, Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI

2. Allgemeines

2.1 Ziel und Zweck

Die vorliegenden Weisungen stützen sich auf das Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG, SR 734.0), die Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung, StV, SR 734.2) sowie die Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) SEV 1000 und die Richtlinien für die Installation von Telekommunikationsanlagen (RIT) des VSEI. Insbesondere werden der Potenzialausgleich und die Korrosionsgefahren berücksichtigt.

Diese Weisungen dienen zur Vermeidung von unzulässig hohen Erdungsströmen über Anlagenteile, die lokale Erwärmungen oder erhöhte Korrosionsgefahren zur Folge haben können.

2.2 Geltungsbereich

Diese Weisungen gelten für die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt der elektrischen Installationen von korrosionsgefährdeten Anlagen im Trink- und Abwasserbereich. Sie berücksichtigen den Personen- und Sachenschutz im Zusammenhang mit dem elektrischen Strom aus Ortsnetzen oder Energieerzeugungsanlagen (EEA), die korrosionsgefährdeten Anlagenteile, die Signal- und öffentlichen Telefonnetze sowie den Blitzschutz. Sie sind anzuwenden:

- auf neue elektrische Installationen,
- auf umzubauende oder zu erweiternde elektrische Installationen,
- auf einzelne Teile von elektrischen Installationen, deren Sicherheit für Personen und Sachen nicht mehr genügt.

2.3 Bestehende Vorschriften

Die vorliegende Weisung basiert auf folgenden Grundlagen:

- Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG, SR 734.0)
- Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung, StV, SR 734.2)
- Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV, SR 734.26)
- Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungs-Installationsverordnung, NIV, SR 734.27)
- Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen (Schwachstromverordnung, SR 734.1)
- Niederspannungs-Installationsnormen (NIN) SEV 1000
- Leitsätze des SEV 4113: Fundamenterder
- Regeln des SEV 3755 «Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen»
- Parallelbetrieb von Energieerzeugungsanlagen (EEA) mit dem Niederspannungsnetz (ESTI Nr. 219), aktuelle Versionen

- Leitsätze des SEV 4022: Blitzschutzsysteme (LPS)
- Explosionsschutz-Grundsätze; Mindestvorschriften, Zonen (SUVA 2153)
- C2: «Richtlinien zum Korrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen», SGK
- C3: «Richtlinien zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen» SGK
- C5: «Richtlinien für Projektierung, Ausführung und Betrieb des kathodischen Schutzes erdverlegter Lagerbehälter aus Stahl» SGK
- C6: «Richtlinien zum Korrosionsschutz in Abwasseranlagen» SGK
- Weisungen für Schutzmassnahmen gegen gefährdende Wirkungen des elektrischen Stromes in Tankanlagen mit oder ohne Bahnanschluss (WeT) ESTI Nr. 503
- Richtlinien für die Installation von Telekommunikationsanlagen (RIT) VSEI
- Flüssiggas-Richtlinien SVGW

2.4 Unterhalts- und Kontrollpflicht

Die Unterhaltspflicht und die Pflicht zur Kontrolle des vorschriftsgemässen Zustandes der elektrischen Einrichtungen hört für die Energie liefernde Unternehmung (Netzbetreiberin) bei der Eigentumsgrenze auf (Eingangsklemmen des Anschlussüberstromunterbrechers). Der Unterhalt ist Sache des Anlagebesitzers. Die Anlage ist gemäss NIV durch ein unabhängiges Kontrollorgan kontrollieren zu lassen.

2.5 Meldepflicht

Nach der Abnahmekontrolle ausgeführte Änderungen und Ergänzungen der Installationen sind in einem Anlageheft einzutragen. Dieses ist bei der periodischen Kontrolle dem Kontrollorgan zur Einsicht vorzulegen.

Sind im Kontrollbericht Fristen gesetzt, so ist die Behebung der Mängel dem Kontrollorgan zu melden.

2.6 Begriffe

Für die Begriffserläuterungen gelten die einschlägigen Dokumente, die in Ziffer 2.3 «Bestehende Vorschriften» erwähnt sind.

3. Grundsätzliches

3.1 Beeinflussungen

Starkstromanlagen, insbesondere Höchstspannungsfreileitungen und andere Hoch- und Niederspannungsanlagen von Energie liefernden Unternehmungen, Bahnen sowie Blitzeinwirkungen können solche Anlagen oder einzelne Anlageteile gefährlich beeinflussen. An einzelnen Anlageteilen können gefährliche Berührungsspannungen auftreten sowie Brand- und Explosionsgefahren entstehen.

Solche Gefahren können auch auf die Ortsverteilnetze der Energie liefernden Unternehmungen, der Wasserwerke, der öffentlichen Telefonnetze etc. übertragen werden.

Aus diesem Grund ist den verschiedenen in ihrer Art und Auswirkungen schädlichen elektrischen Erscheinungen zu begegnen.

3.2 Festlegung der Ex-Zonen

Für Anlageteile von Anlagen, die explosionsgefährdet sein können, sind Ex-Zonenpläne zu erstellen (Ex-Schutzdokumente nach SUVA 2153 + Atex 137).

Die explosionsgefährdeten Bereiche und die Einteilung in Zonen werden in der Verantwortung des Betreibers festgelegt. Er kann die SUVA und die zuständige kantonale Brandschutzbehörde in Zusammenarbeit mit der für den Arbeitsschutz zuständigen Stelle beiziehen (SUVA 2153) Richtlinie 1999/92/EG.

3.3 Sicherheitsabstände gegenüber Starkstromanlagen und Kreuzungen Dritter

Für die Sicherheitsabstände der Faultürme, Gasbehälter etc. zu Starkstromanlagen und Kreuzungen gilt die «Verordnung über elektrische Leitungen» (Leitungsverordnung, LeV, SR 734.31).

3.4 Korrosionsschutzmassnahmen

Bei Anlageteilen, bei welchen eine Korrosionsgefahr durch Makroelementbildung oder durch Streuströme besteht, können galvanische Auftrennungen vorgenommen werden. Dies geschieht mit Isolierstücken oder -flanschen. Elektrische Apparate im aufgetrennten Bereich sind über geeignete Einrichtungen, wie z.B. Trenntransformatoren oder Apparate mit doppelter oder verstärkter Isolierung (Sonderisolierung), anzuspiesen. Ferner können Abgrenzeinheiten, z.B. Polarisationszellen oder antiparallele Dioden, die die korrosiv wirkenden Makroelementströme sperren, eingesetzt werden. Solche Einrichtungen müssen der «Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse» (NEV) entsprechen.

3.5 Anordnung der elektrischen Einrichtungen und Trennstellen

Transformatorstationen, Verteilanlagen, Trenntransformatoren, Einführungen von Telefonanschlussleitungen etc. dürfen nicht in explosionsgefährdeten Bereichen erstellt werden.

Im Bereich von mit Schwefelwasserstoff (H_2S) oder Ammoniak (NH_3) angereicherter Atmosphäre sind möglichst keine elektrischen Verteil- und Steuerschränke etc. aufzustellen. Schwefelwasserstoff verursacht Korrosionen an ungeschützten Kupfer- und Silberkontakten, was zu Schäden an elektrischen Einrichtungen und Steuerungen führen kann.

Müssen solche Schränke im Bereich von aggressiver Luft montiert werden, so sind diese mit gereinigter Aussenluft zu belüften (Überdruck).

Galvanische Trennstellen in Rohrleitungen dürfen nicht in eine Ex-Zone 0, 20 eingebaut werden.

3.6 Grundlagen für die Ausführung der Erdungen und des Blitzschutzes

Die SEV 3755 «Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen» bildet die Grundlage für die Ausführung der Erdungen.

Grundsätzlich sollen die Bewehrungseisen der mit dem Erdreich in Kontakt stehenden Betonkonstruktionen der Gebäude und Becken zum Erden verwendet werden. An geeigneten Stellen sind Laschen zum Anschluss der Potenzialausgleichsleitungen und Ableitungen des Blitzschutzes herauszuführen (Leitsätze des SEV: Fundamenteerder, SEV 4113). Die Anschlussstellen sind mit handelsüblichen Komponenten aus ausreichend korrosionsbeständigem Material, z.B. nicht rostendem Stahl, auszuführen.

Wenn keine mit dem Erdreich in Kontakt stehenden Fundamente vorhanden sind, können im Erdreich verlegte Bänder oder Tiefenerder, z.B. Kupfer, zum Erden benutzt werden (SEV 4113).

Bei Objekten, für welche ein Blitzschutzsystem verlangt wird, ist dieses gemäss den Leitsätzen für Blitzschutzsysteme des SEV (SEV 4022) zu erstellen.

3.7 Aufbau und Erdung von Schaltgerätekombination SK mit Elektronikbauteilen

Aufgrund der steigenden Verbreitung von Bussystemen, Steuerungen mit dezentraler Peripherie, Frequenzumrichtern etc. sind in den meisten Schaltschränken Elektronikbauteile eingebaut, welche naturgemäss empfindlicher auf elektromagnetische Einflüsse reagieren als reine Leistungskomponenten. Um eine Beeinflussung möglichst zu minimieren, ist es zweckmässig, Leistungs- und Elektronikkomponenten örtlich zu separieren, die Verkabelung auch innerhalb der Schränke potenzialgetrennt zu führen, alle Komponenten zu erden und die Schirme aufzulegen. Die Erdung der Schränke selbst soll sternförmig an einen zentralen Erdpunkt pro Elektroraum bzw. pro Verteilung erfolgen. Die sternförmige Erdung soll dabei Erdschlaufen vermeiden.

Die Abschirmungen der Kabel sind entsprechend den Hersteller-Vorschriften und den EMV-Richtlinien möglichst grossflächig aufzulegen und auf kürzestem Weg mit der Erdung zu verbinden. Grundsätzlich sind Kabelschirme beidseitig aufzulegen.

Dadurch können jedoch Erdschlaufen entstehen, welche zu grösseren elektromagnetischen Beeinflussungen führen als das einseitige Anschliessen des Schirms. Aus diesem Grund kann eine fallweise Beurteilung nötig sein. Rein sternförmige Anordnungen sind in der Praxis oft nicht realisierbar, sodass vermaschte Systeme anzuwenden sind (Beilage 1). Zusätzlich sind in Höhen- oder Längsabständen von höchstens ca. 10 m weitere Schutzpotenzialausgleichsverbindungen zwischen den leitenden Installationen und dem äusseren Blitzschutz anzubringen. Besteht keine natürliche Vermaschung der Ableitungen (wie sie bei bewehrtem Beton oder Stahlskelettbauten vorhanden ist), so sind bei jedem Schutzpotenzialausgleich auch alle Ableitungen untereinander zu verbinden.

3.8 Wahl der Installationsmaterialien

Elektrische Anlagen sind in der Ex-Zone 0, 20 möglichst zu vermeiden. Ist eine elektrische Installation nicht zu umgehen (z.B. Niveau-Überwachungen, Temperaturfühler etc.), so soll eine besonders hohe Sicherheit angestrebt werden. z.B. Eigensicher «i» EN 60079-11.

4. Anschluss an die Verteilnetze

4.1 Anschlussart

Die Zuleitung zur Anlage darf nur mit im Boden verlegten Kabeln erfolgen. Hoch- und Niederspannungskabel müssen mit einer Armierung und mit einem äusseren isolierenden Schutzmantel versehen sein. Fehlt der äussere isolierende Schutzmantel, dann müssen die Kabel in ein Kunststoffrohr eingezogen werden.

4.2 Hochspannungsanschluss

Standort der Transformatorenstation: Die Transformatorenstation ist so aufzustellen, dass

- a. sie ausserhalb der explosionsgefährdeten Zone liegt,
- b. keine Gas- und Wasserleitungen durch den Hochspannungsraum führen,
- c. möglichst keine schadstoffbelastete Luft (z.B. H₂S) in den Hochspannungsraum eindringen kann,
- d. die NIS-Verordnung eingehalten wird.

4.3 Niederspannungsanschluss

Bei der Kabeleinführung ist der Anschlussüberstromunterbrecher in einem trockenen und nicht explosionsgefährdeten Raum anzuordnen.

4.4 Schutzmassnahmen gegen atmosphärische Überspannungen

Der Überspannungsschutz ist nach dem in EN 62305-4 aufgezeigten Schutzzonenkonzept zu realisieren (SEV 4022 und NIN SEV 1000).

5. Ausführung der Niederspannungsinstallation

5.1 Geltende Normen

Es gilt die Niederspannungs-Installationsnorm des SEV, NIN 1000, mit den Zusatzbestimmungen.

5.2 Schutzpotenzialausgleich

Für den Schutzpotenzialausgleich müssen alle leitenden, nicht der Stromführung dienenden Teile – wie Gehäuse von Energieverbrauchern und Apparaten sowie metallische Rohre über 6 m Länge, Kabelarmierungen und Metallkonstruktionen von über 1 m² Oberfläche (einseitig gemessen) und dergleichen – miteinander verbunden und an Erde gelegt werden. In explosionsgefährdeten Bereichen reduziert sich die Länge auf 3 m und die Fläche auf 0,5 m² (Beilage 2).

Die Leitfähigkeit des Hauptschutzpotenzialausgleichsleiters soll im Gebäude mindestens einem 6-mm²- und maximal einem 25-mm²-Kupferleiter, im Freien demjenigen von mindestens 10 mm² entsprechen, wenn mit Blitzschutz verbunden (Beilage 2).

Der Schutzpotenzialausgleich ist nur soweit zu erstellen, dass die galvanischen Auftrennungen nicht überbrückt werden.

6. Galvanische Trennung

6.1 Zweck siehe C6 5.4.1.

Schäden durch Makroelementbildung mit Fremdkathoden können grundsätzlich vermieden werden, indem Teile mit unterschiedlichen Korrosionspotenzialen galvanisch voneinander getrennt werden.

Beim klassischen kathodischen Schutz ist eine galvanische Trennung zwischen den zu schützenden Teilen und dem Rest der Anlage notwendig, um ein Abfliessen des Schutzstromes auf die metallenen Sekundärstrukturen (z.B. Erdungsanlage, Bewehrungseisen) zu verhindern.

6.2 Praktische Beispiele galvanische Auftrennungen

Bei korrosionsgefährdeten Bauteilen sind geeignete Korrosionsschutzmassnahmen erforderlich (siehe SGK C6). Galvanische Trennungen können beispielsweise bei folgenden Bauteilen sinnvoll sein:

- Schlammschilder der Räumler von Sandfang- und Klärbecken
- Schneckenpumpen in Hebewerken für Abwasser- und Rücklaufschlamm
- Saugvorrichtungen und Motoren von Saugräumern
- Tauchpumpen und Rohrleitungen in Schächten (Pumpensumpf)
- Absperrschütze
- Gussarmaturen in Leitungen aus nicht rostendem Stahl

Wir empfehlen, die Auftrennungen rechtzeitig zu planen, allenfalls unter Beizug von Korrosionsspezialisten.

7. Ausführung der galvanischen Auftrennungen

7.1 Allgemeines

Das Korrosionsschutzkonzept und das elektrische Konzept müssen aufeinander abgestimmt werden.

Konzepte, Anforderungen, Ausführung von galvanischen Auftrennungen und Kontrolle siehe C6 der SGK, Kapitel 5.4.

7.2 Elektrische Auftrennung mit Trenntransformator oder 10-mA-Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) für je einen Verbraucher (Beilage 4)

Elektrische Verbraucher wie z.B. Elektropumpen, Elektroschieber etc., welche von den geerdeten Rohrleitungen oder Systemen abgetrennt werden müssen, können einzeln über Trenntransformatoren (Übersetzungsverhältnis 1:1) angeschlossen werden, wobei die Rohrleitungen mit Isolierflanschen oder Isolierstücken abgetrennt sein müssen und die elektrischen Verbraucher isoliert auf bewehrtem Beton zu befestigen sind (gemäss Beilage 3).

Die elektrische Steuerung des Apparates kann primär- oder sekundärseitig des Trenntransformators erfolgen.

Für kleinere Verbraucher kann anstelle eines Trenntransformators eine 10-mA-Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) verwendet werden. Bei diesem Nennauslösestrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ist das Nachziehen des Schutzleiters nicht erforderlich. Dieser darf auch nicht nachgezogen werden, damit keine Erdungsverbindung vom Verbraucher zur Erdung hergestellt wird. Bei feuchter Umgebung des Verbrauchers kann die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) auslösen. Unter solchen Bedingungen ist eine andere Lösung anzuwenden.

7.3 Auftrennung mehrerer Verbraucher mit einem Trenntransformator (Beilage 5)

Hinweis:

Die Verbraucher müssen ein ähnliches Korrosionspotenzial aufweisen.

Mehrere elektrische Verbraucher, welche von Rohrleitungen abgetrennt werden müssen, können auch über einen gemeinsamen Trenntransformator (Übersetzungsverhältnis 1:1) mit einer Isolationsüberwachungseinrichtung angeschlossen werden, wobei die Rohrleitungen ebenfalls mit Isolierflanschen oder Isolierstücken abgetrennt sein müssen und die elektrischen Verbraucher isoliert auf bewehrtem Beton zu befestigen sind.

Die leitfähigen Teile der Verbraucher sind untereinander durch ungeerdete isolierte Schutzpotenzialausgleichsleiter zu verbinden. Solche Schutzpotenzialausgleichsleiter dürfen keine Verbindung haben mit leitfähigen Teilen von Objekten, Schutzleitern oder Schutzpotenzialausgleichsleitern fremder Anlageteile.

Dieser Schutzpotenzialausgleich darf gegenüber anderen Schutzpotenzialausgleichsleitern im Fehlerfall keine Berührungsspannung von grösser 50 Volt aufweisen, ansonsten sind die galvanisch abgetrennten Komponenten mit einem isolierenden Anstrich vor der zufälligen Berührung zu schützen.

Der Personenschutz muss stets gewährleistet sein; deshalb sind auf der Sekundärseite des Trenntransformators Überstromunterbrecher einzubauen.

7.4 **Auftrennung mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) und separatem Erder (Beilage 6)**

Hinweis:

Die auf den separaten Erder geführten Verbraucher sollen ein ähnliches Korrosionspotenzial aufweisen.

Elektrische Verbraucher, welche von Rohrleitungen abgetrennt werden müssen, können über Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem separaten Erder angeschlossen werden, wobei die Rohrleitungen ebenfalls mit Isolierflanschen oder Isolierstücken abgetrennt sein müssen und die elektrischen Verbraucher isoliert auf bewehrtem Beton zu befestigen sind.

Der separate Erder ist so auszuführen, dass die Fehlerschutzbedingungen eingehalten werden und die Spannung von 50 Volt nicht überschritten wird. Der Höchstwert des Erdungswiderstandes ist wie folgt zu bestimmen:

$$R_E \text{ (Ohm)} \leq \frac{50 \text{ (V)}}{I_n \text{ (A)}}$$

Diese Werte sind bei:

30 mA	1650 Ohm
100 mA	500 Ohm
300 mA	165 Ohm

Diese Höchstwerte dürfen auf keinen Fall bei separaten Erdern, auch bei ausgetrocknetem Boden, überschritten werden; deshalb ist es selbstverständlich, dass ein möglichst niedriger Erdungswiderstand anzustreben ist.

Als separater Erder sind Band- oder Tiefenerder aus verzinktem Stahl zu verwenden, um eine schädliche Makroelementbildung mit dem zu schützenden Objekt zu verhindern.

Im Erdboden verlegte Erder müssen einen Querschnitt von mindestens 75 mm² verzinktem Stahl aufweisen.

Alle leitfähigen Teile der Verbraucher sind isoliert mit dem separaten Erder zu verbinden, d.h. die separate Erdungsschiene in der Verteilung und die Verbindung zum Verbraucher sind isoliert auszuführen. Sie dürfen keine Verbindung mit leitfähigen Teilen von Objekten, Schutzleitern oder Schutzpotenzialausgleichsleitern fremder Anlageteile haben.

Im Fehlerfall darf der separate Erder keine höhere Berührungsspannung als 50 Volt aufweisen, bei Überschreitung sind die galvanisch abgetrennten Komponenten mit einem isolierenden Anstrich vor der zufälligen Berührung zu schützen.

7.5 **Auftrennung mit Abgrenzeinheiten (Polarisationszellen bzw. antiparallelen Dioden) (Beilage 7)**

Abgrenzeinheit (AGE)

Schutzeinrichtung, die beim Überschreiten einer bestimmten Ansprechspannung leitend wird. Beispiele dafür sind Polarisationszellen sowie Dioden- und Kondensator-systeme. Für den äusseren Blitzschutz können auch Trennfunkstrecken eingebaut werden.

Hinweis:

Auf einer Abgrenzeinheit zusammengefasste Verbraucher müssen ein ähnliches Korrosionspotenzial aufweisen.

Für die Bemessung der Abgrenzeinheit muss die Spannungsdifferenz zwischen den Anschlusspunkten im Normalbetrieb berücksichtigt werden.

Dioden sind sowohl für den Betrieb als auch für den Kurzschlussfall auszulegen.

Es dürfen nur solche verwendet werden, die im Fehlerfall elektrisch leitend werden.

Für Siliziumdioden kann von einer Ansprechspannung von 0,4 V ausgegangen werden. Höhere Ansprechspannungen z.B. für kathodisch geschützte Anlagen können durch Serieschaltungen erreicht werden.

Mit Polarisationszellen und geeigneten Diodenabgrenzeinheiten können auch Blitzströme abgeleitet werden.

Elektrische Verbraucher, welche von Rohrleitungen abgetrennt werden müssen, können direkt am übrigen Netz angeschlossen werden. Nur der Schutzleiter wird über eine Polarisationszelle bzw. antiparallele Dioden geführt.

Bei Motoren mit Frequenzumrichtern ist der Einsatz von Abgrenzeinheiten mit Kondensatoren zur Ableitung der hochfrequenten Störspannung erforderlich. In diesen Fällen ist der Einsatz von Abgrenzeinheiten mit erhöhten Durchlassspannungen zu empfehlen.

Speziell zu beachten sind die Verhältnisse, wenn Komponenten mit geschirmten Kabeln angeschlossen werden müssen. Dies ist beispielsweise der Fall bei Frequenzumrichtern mit Busanschluss. In einer solchen Situation ist darauf zu achten, dass die mit einer Abgrenzeinheit erreichte galvanische Trennung durch den Schirm des Busanschlusses nicht überbrückt wird. Dies kann mit dem Einsatz eines galvanischen Trenngliedes in der Busleitung verhindert werden (Schlaufenbildung).

Polarisationszellen sind separat an gut belüfteten und vor Witterungseinflüssen (Sonne, Regen, Schnee) geschützten Orten aufzustellen (äussere Einflüsse IP-Schutz).

Für Planung, Einbau, Unterhalt und Kontrolle sind die Betriebsanleitungen der Hersteller zu beachten (Instruktionen).

7.6 **Verhinderung von Makroelementströmen mit doppelter oder verstärkter Isolierung (Sonderisolierung) oder mit Kleinspannung betriebenen Betriebsmitteln**

Um galvanische Auftrennungen zu umgehen, können auch doppelt isolierte Apparate eingesetzt werden. Bei diesen kann auf die Schutzleiterverbindung verzichtet werden, und es entstehen keine leitenden Verbindungen über den Schutzleitern. Solche Apparate wie z.B. kleinere Motoren, Ventile, Steuer- und Regelgeräte etc. sind handelsüblich erhältlich.

Ebenfalls entfällt der Schutzleiter, wenn Steuerungen mit Kleinspannungen bis höchstens 50 Volt ausgeführt werden.

Diese Ausführungsarten setzen aber eine frühzeitige und seriöse Planung mit Korrosions- und Elektrospezialisten voraus.

8. Blitzschutz LPS

8.1 Allgemeines

Objekte in explosionsgefährdeten Bereichen müssen mit einem Blitzschutzsystem versehen sein. Dieses ist gemäss den Leitsätzen für Blitzschutzsysteme (SEV 4022) auszuführen.

Alle Verbindungen, Anschlussstellen und Schrauben von Blitzschutzeinrichtungen müssen gegen Selbstlockerung gesichert sein.

8.2 Auftrennung von Rohrleitungen

Falls in explosionsgefährdeten Bereichen elektrische Auftrennungen von Rohrleitungen notwendig sind, müssen die Isolierstücke mit explosions sicheren Funkenstrecken geschützt werden (Beilagen 8 und 9).

Um zu verhindern, dass bei ins Gebäude eingeführten Rohrleitungen mit Isolierstücken gleichzeitig verschiedene Potenziale berührt werden können, sind die Isolierstücke möglichst nahe bei den Mauerdurchführungen anzubringen, und die Rohrleitung zwischen Isolierstück und Wand ist mit einem Berührungsschutz zu versehen (Beilagen 8 und 9).

9. Elektrostatische Aufladungen

9.1 Allgemeines

In explosionsgefährdeten Bereichen müssen Schäden durch elektrische Aufladungen vermieden werden.

9.2 Massnahmen

Alle leitfähigen Teile, die nicht zur Stromführung dienen und die sich elektrostatisch aufladen können, müssen in den Potenzialausgleich einbezogen werden.

Bodenbeläge in Explosionszonen sollen einen Ableitwiderstand von 10^8 Ohm (100 Megohm) nicht überschreiten.

Umschlagschläuche 10^6 Ohm (1 Megohm)

BGR 132/TRBS 2153

10. Korrosionsschutz

10.1 Allgemeines

Zum Schutz der Anlagen gegen äussere elektrische Stromeinflüsse wie Makroelemente, Streuströme etc. ist nebst den elektrischen Auftrennungen von einzelnen Anlageteilen eventuell auch ein kathodischer Schutz vorzusehen.

Allfällig eingesetzte Gleichrichter für den kathodischen Schutz bzw. für die Potenzialkorrektur sind auf eine Klemmenspannung von 50 Volt zu beschränken.

Bezüglich der Makroelementbildung zwischen der Betonbewehrung und erdverlegten Leitungen sind die Richtlinien C2 und C6 der SGK zu beachten.

11. Energieerzeugungsanlagen (EEA)

11.1 Allgemeines

Für Abwasseranlagen, welche auch mit eigenen Energieerzeugungsanlagen EEA versorgt werden, müssen nachstehende Massnahmen berücksichtigt werden.

11.2 Massnahmen

Mobile und stationäre Energieerzeugungsanlagen dürfen nur in nicht explosionsgefährdeten Bereichen aufgestellt werden.

Bei Energieerzeugungsanlagen, welche mit dem Niederspannungsnetz parallel geschaltet werden können, gelten die Weisungen des ESTI über «Parallelbetrieb von Energieerzeugungsanlagen (EEA) mit dem Niederspannungsnetz», ESTI Nr. 219.

11.3 Erdung

Der Systemnullpunkt der stationären Energieerzeugungsanlagen ist in der Schaltgerätekombination zu erden (mittels Neutralleitertrenner).

12. Bauliche Massnahmen an Abwasseranlagen

12.1 Allgemeines

Bei der Projektierung von Abwasseranlagen sind die nachstehend aufgeführten zusätzlichen baulichen Massnahmen zu berücksichtigen.

12.2 Erder

Als Erder von Abwasseranlagen sind diejenigen gemäss Ziffer 3.6 zu verwenden. In oberirdischen Gebäuden sind die Bewehrungseisen derselben sowie von Betonwannen etc. zu erfassen. Diese sind mit allen übrigen metallischen Teilen zu verbinden, wobei Baugruppen gegeneinander zu Messzwecken auftrennbar sein sollen.

Der Erdübergangswiderstand ist möglichst klein zu halten, sodass im Erdschlussfall mit Hochspannungsbeeinflussungen auch im Übergangsbereich keine höheren Berührungs- und Schrittspannungen als 50 V auftreten können («Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen», SEV 3755). Bei diesem Schutzsystem sind sämtliche Betonbewehrungen mit allen Kalt- und Warmwasserleitungen, Abwasserleitungen, Kabelmänteln, Schutz- und Neutralleitern innerhalb der Anlage zu verbinden. Dadurch ist zugleich der Potenzialausgleich gewährleistet.

Als Erder sind im Erdreich nur Werkstoffe gemäss Leitsatz SEV 4113 Tabelle 6.2 Werkstoffe Fundamenterder zu verwenden.

12.3 Trennstellen

Trennstellen in Rohrleitungen sind so auszuführen, dass keine Berührungs- bzw. Überbrückungsgefahr besteht. Isolierstücke dürfen keine leitenden Farbanstriche erhalten.

12.4 Durchführungen von explosionsgefährdeten in nicht explosionsgefährdete Anlageteile (Beilage 10)

Durchführungen von Kabeln, Wasserleitungen und dergleichen zwischen explosionsgefährdeten und nicht explosionsgefährdeten Anlageteilen müssen ausreichend dicht und feuerhemmend sein. Diese sollen verhindern, dass eine explosionsfähige Atmosphäre von einem explosionsgefährdeten Bereich in einen nicht explosionsgefährdeten Bereich gelangen kann.

Solche Durchführungen können wie folgt erstellt werden:

- Abschottungen mit Sand
- Abschottungen mit schwer brennbaren Füllmaterialien
- Abdichtungen mit handelsüblichen Spezialdichtungen

13. Diverses

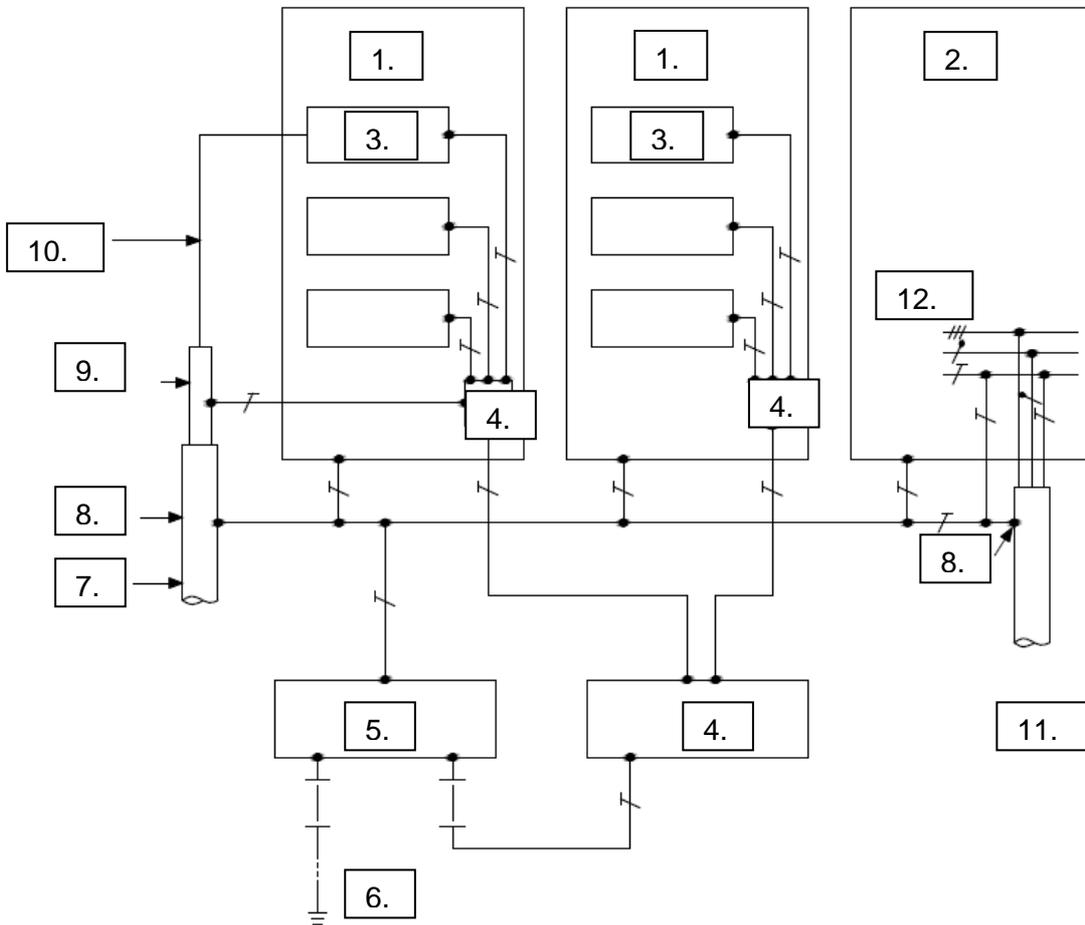
13.1 Vorschriften für den Betrieb

Der Anlagebetreiber ist für die Instruktion des Personals und die praktische Anwendung der Vorschriften verantwortlich.

13.2 Telekommunikationsanlagen

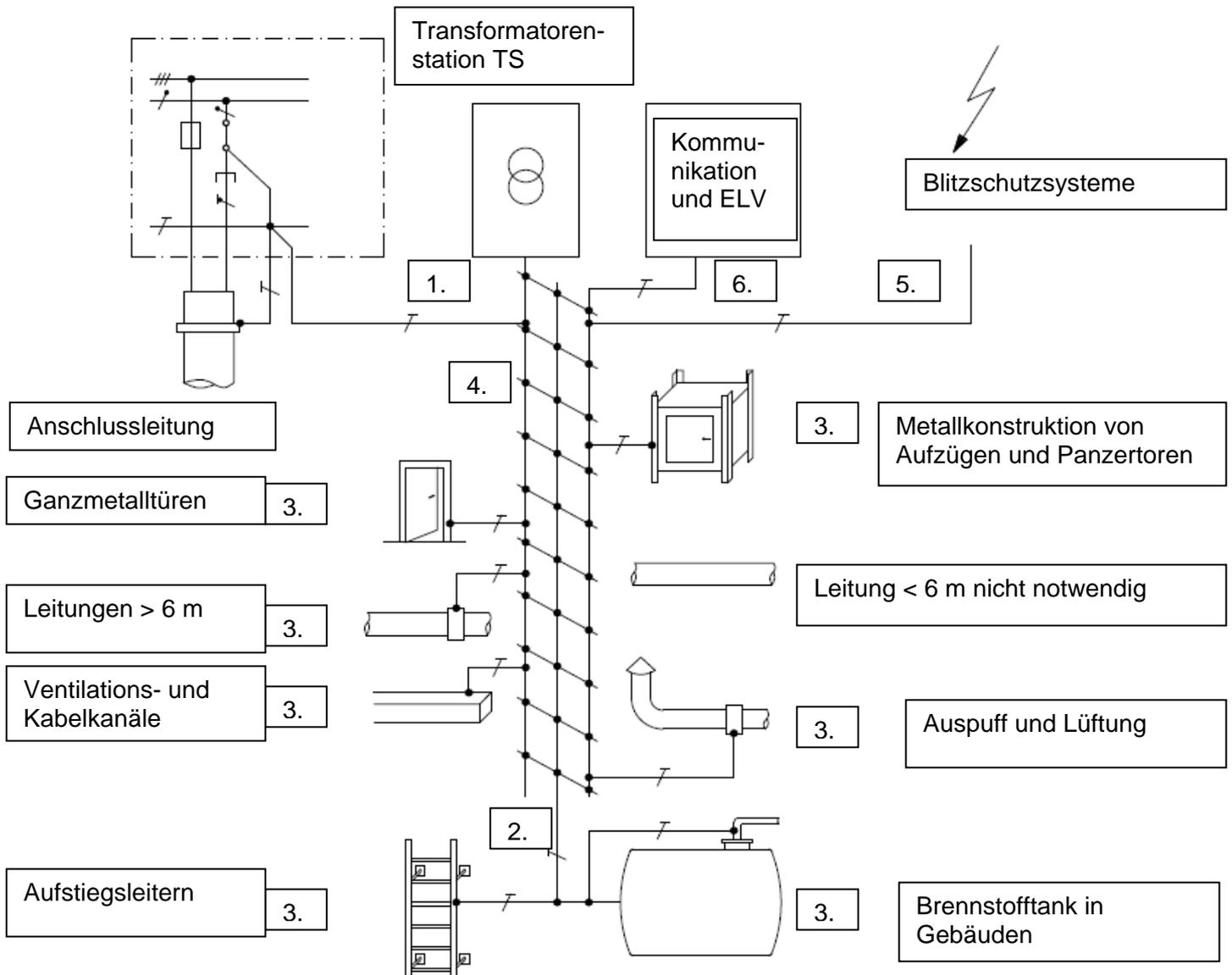
Telekommunikationsanlagen sind nach den «Richtlinien für die Installation von Telekommunikationsanlagen (RIT) vom VSEI» zu erstellen.

Beilage 1: Erdung von Elektronik-Steuerschränken



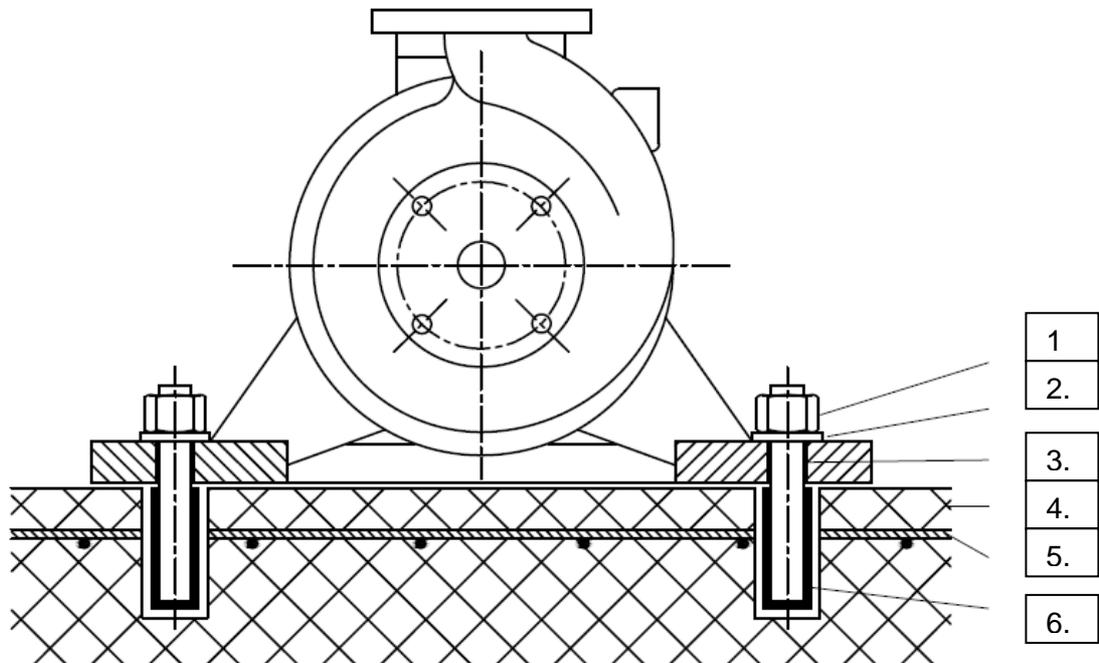
No.	Abkürzung	Bezeichnung
1.		Steuerschrank
2.		NS-Verteilung
3.		SPS-Rack
4.	EE	Elektronikpotenzialausgleichsschiene isoliert montiert
5.	B	Schutzpotenzialausgleichsschiene
6.	T	Fundamenterder
7.	ELV	Steuerkabel Kleinspannungssystem
8.		Isolierter Schutzmantel mit Bewehrung
9.		Abschirmung
10.		Leiter
11.	CLT	Netzkabel
12.	TN-S	Leitungen L1.2.3, N, PE

Beilage 2: Potenzialausgleich



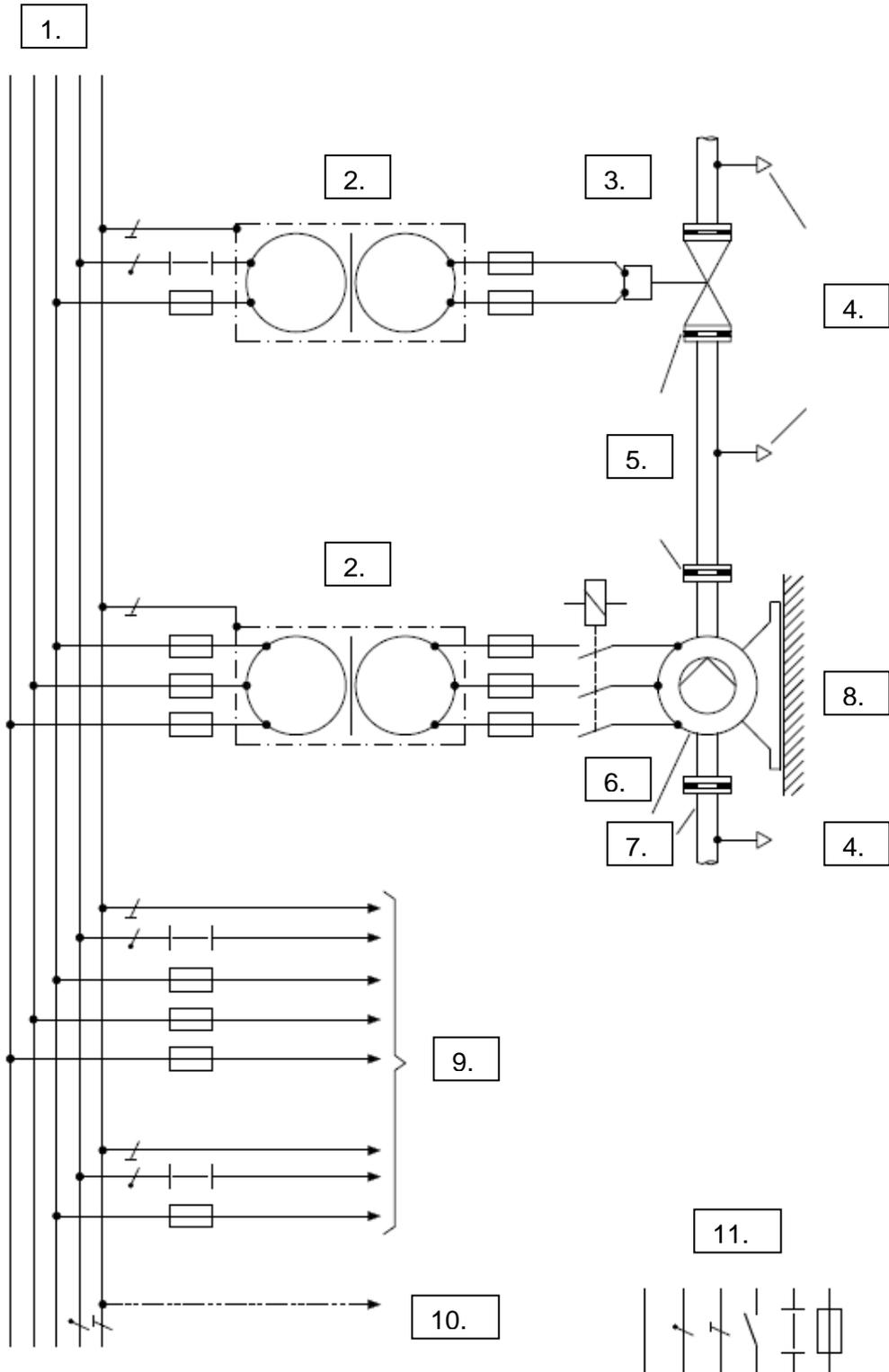
No.	Bezeichnung
1.	Erdungsleitung min. 16 mm ² , max. 50 mm ²
2.	Schutzpotenzialausgleich min. 6, max. 25 mm ² Bei Anschluss Blitzschutzsystem min. 10 mm ²
3.	Anschlüsse an die Fundamentbewehrung wie Pos 2.
4.	Fundamenterder Cu 50 mm ² , Fe 75 mm ²
5.	Verbindung Hochspannungsanlageerdung zum Blitzschutz LPS Cu 25 mm ² Cu T-Leiter
6.	Verbindung Kommunikationsverteiler 2,5 mm ² Cu T-Leiter

Beilage 3 Auftrennung mit Isolierflanschen oder isolierenden Zwischenlagen



No.	Bezeichnung
1.	Mutter
2.	Unterlagsscheibe
3.	Schraube
4.	Beton
5.	Bewehrungsstahl
6.	Kunstharzmörtel/isolierender Dübel

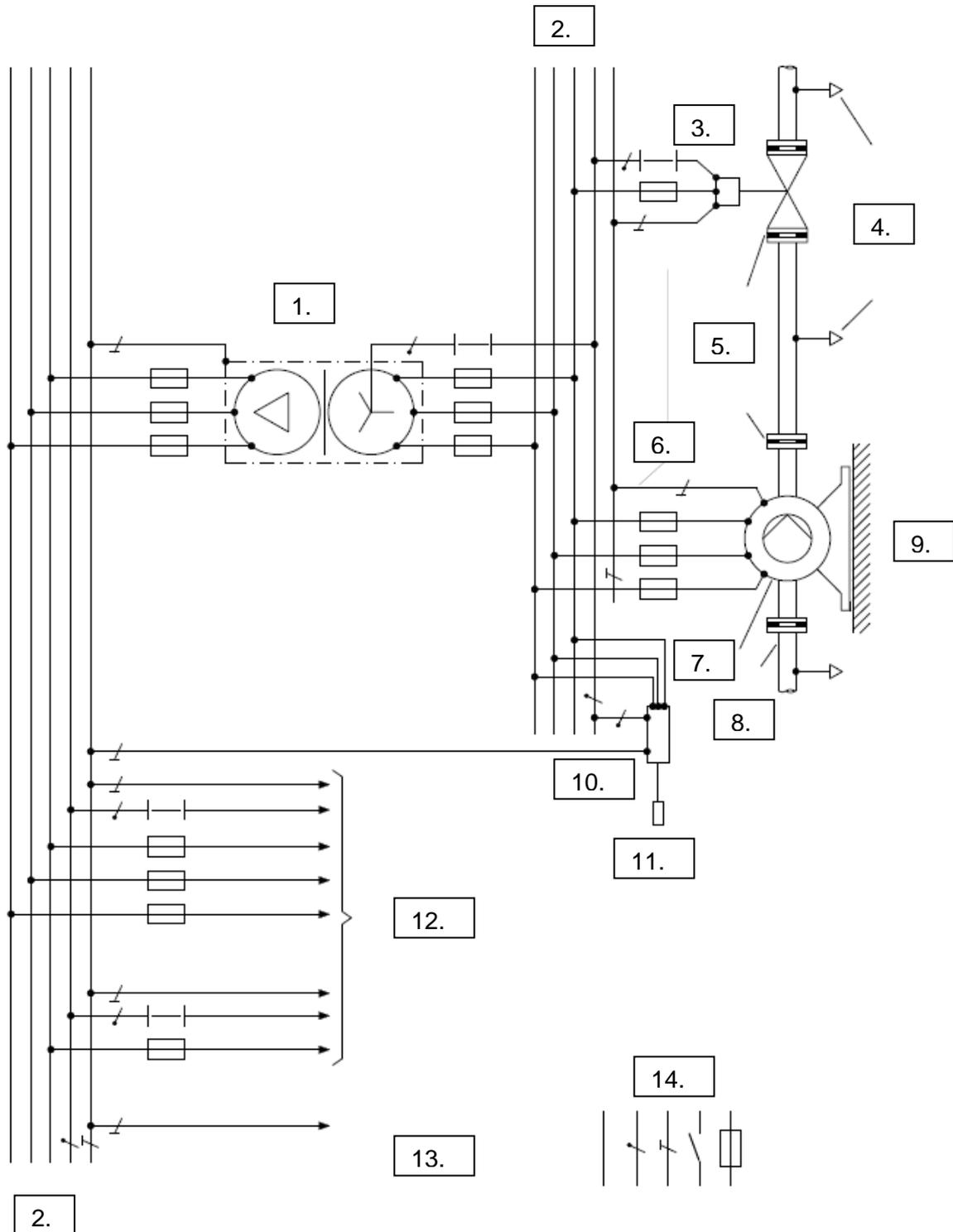
Beilage 4: Auftrennung mit Trenntransformator für je einen Verbraucher



Legende zu Beilage 4:

No.	Bezeichnung
1.	L 1, 2, 3, Neutralleiter, Schutzleiter
2.	Trenntransformator oder RCD 10 mA ohne PE
3.	Elektroschieber/Ventil
4.	Schutzpotenzialausgleich
5.	Isolierflansche
6.	Elektropumpe
7.	Rohrleitung
8.	Isolierende Befestigung der Pumpe nach Beilage 3
9.	Allgemeine Verbraucher
10.	Fundamenterder, Schutzpotenzialausgleich
11.	Aussenleiter, Neutralleiter, Schutzleiter, Schalter, Neutralleitertrenner, Überstromunterbrecher

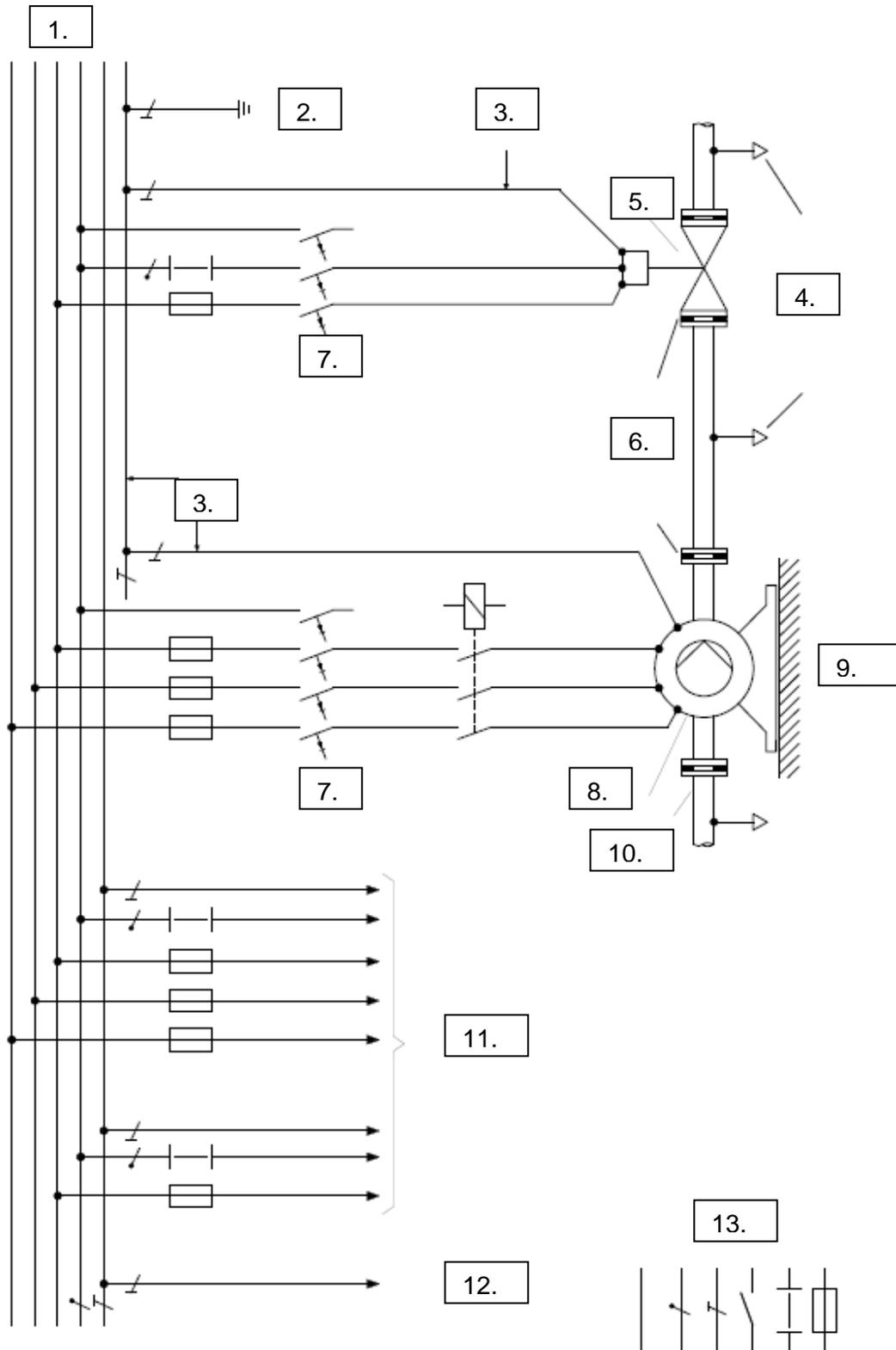
Beilage 5: Auftrennung mehrerer Verbraucher mit einem Trenntransformator



Legende zu Beilage 5:

No.	Bezeichnung
1.	Trenntransformator
2.	L 1, 2, 3, Neutralleiter, Schutzleiter 3x 230/400 V
3.	Elektroschieber/Ventil
4.	Schutzpotenzialausgleich
5.	Isolierflansche
6.	Isolierte Schutzpotenzialausgleichsleiter
7.	Elektropumpe
8.	Rohrleitung
9.	Isolierende Befestigung der Pumpe nach Beilage 3
10.	Isolationsüberwachung
11.	Signalisierung, optisch oder akustisch
12.	Allgemeine Verbraucher
13.	Fundamenterder, Schutzpotenzialausgleich
14.	Aussenleiter, Neutralleiter, Schutzleiter, Schalter, Neutralleitertrenner, Überstromunterbrecher

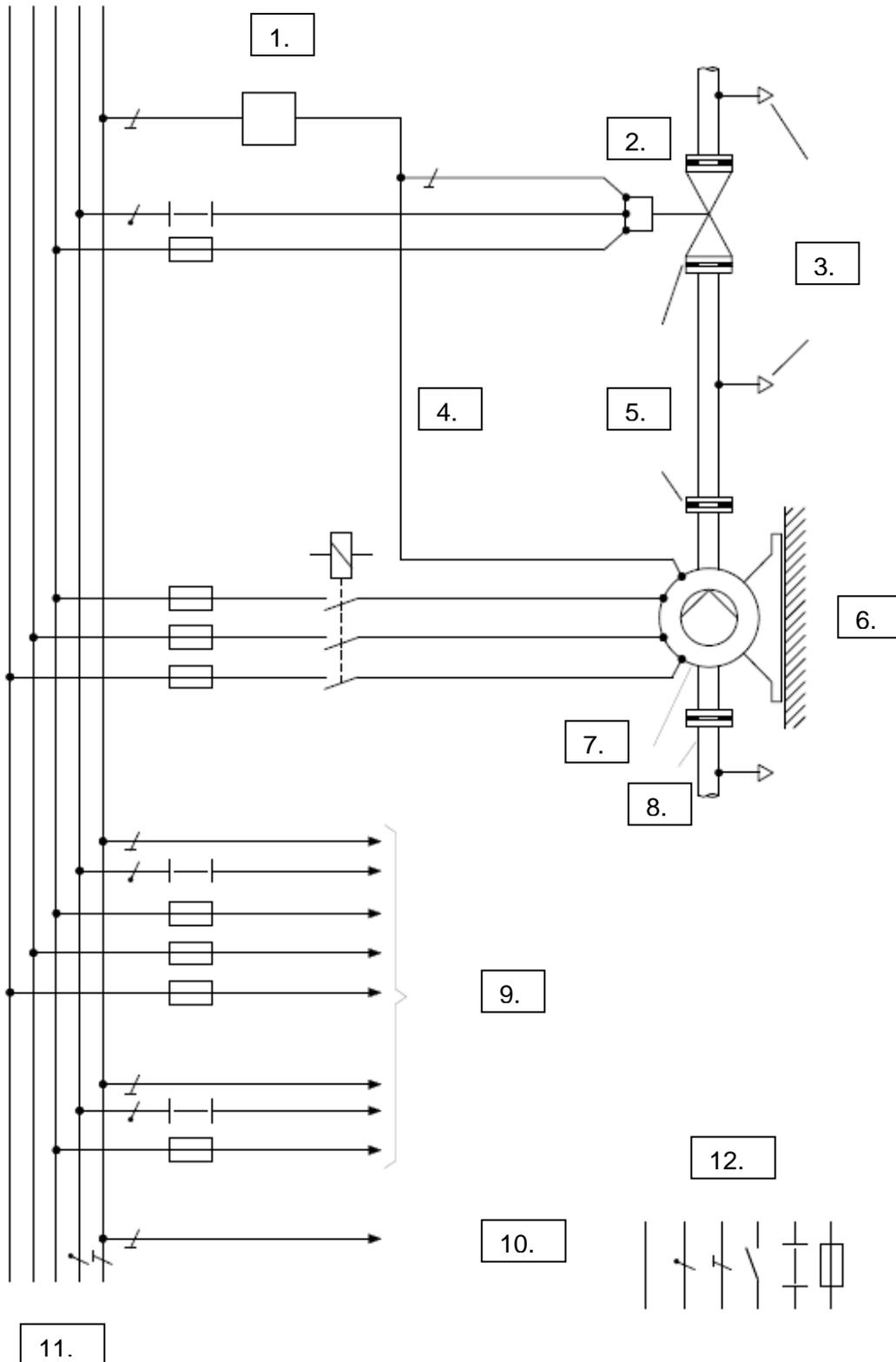
Beilage 6: Auftrennung mit Fehlerstromschutzschaltern (F1) mit $I_n > 30 \text{ mA}$ und separatem Erder



Legende zu Beilage 6:

No.	Bezeichnung
1.	L 1, 2, 3, Neutralleiter, Schutzleiter 3x 230/400 V
2.	Separater Erder rostfreier Stahl A4
3.	Isolierte Verlegung
4.	Schutzpotenzialausgleich
5.	Elektroschieber-Ventil
6.	Isolierflansche
7.	FI RCD 30 mA
8.	Elektropumpe
9.	Isolierende Befestigung der Pumpe nach Beilage 3
10.	Rohrleitung
11.	Allgemeine Verbraucher
12.	Fundamenterder, Schutzpotenzialausgleich
13.	Aussenleiter, Neutralleiter, Schutzleiter, Schalter, Neutralleitertrenner, Überstromunterbrecher

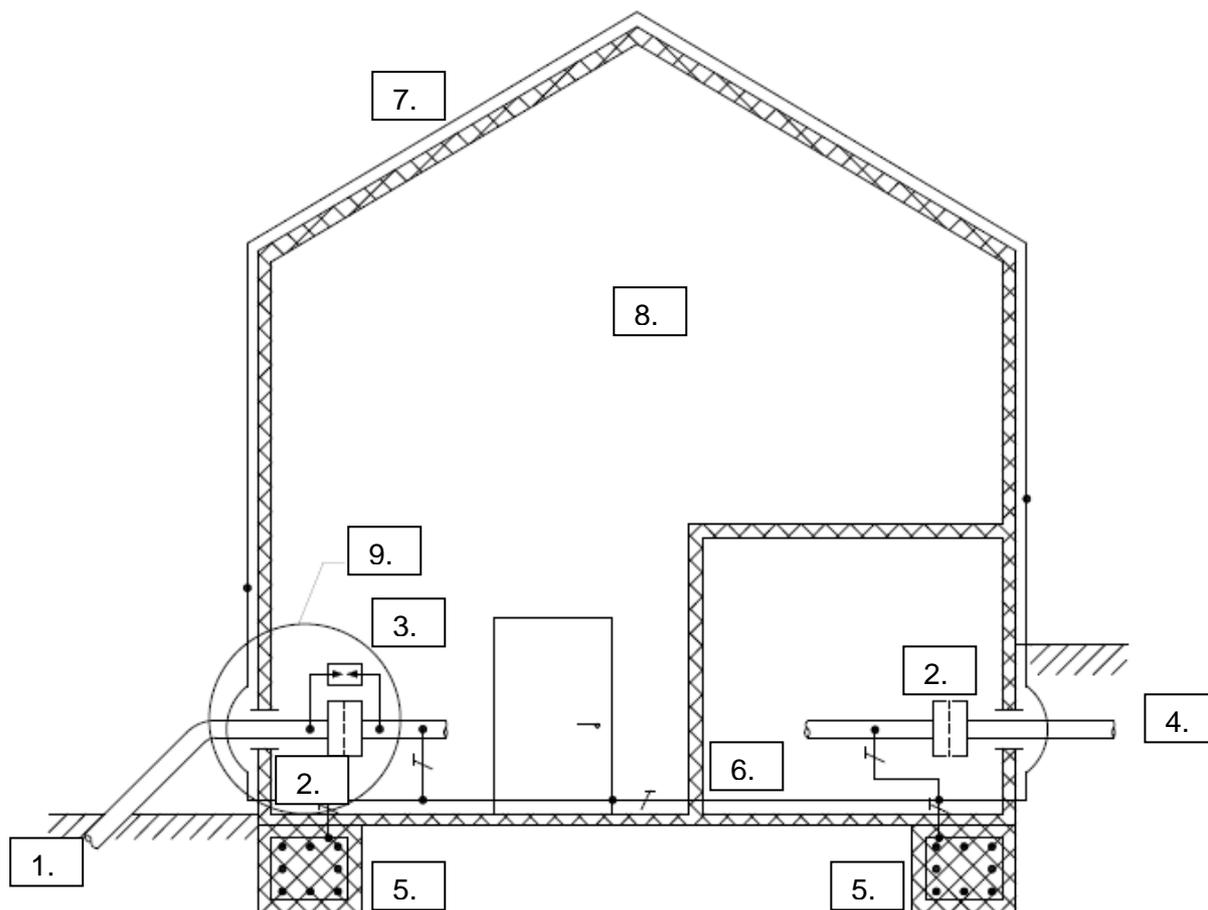
Beilage 7: Auftrennung mit Abgrenzeinheiten (Polarisationszellen bzw. antiparallelen Dioden)



Legende zu Beilage 7:

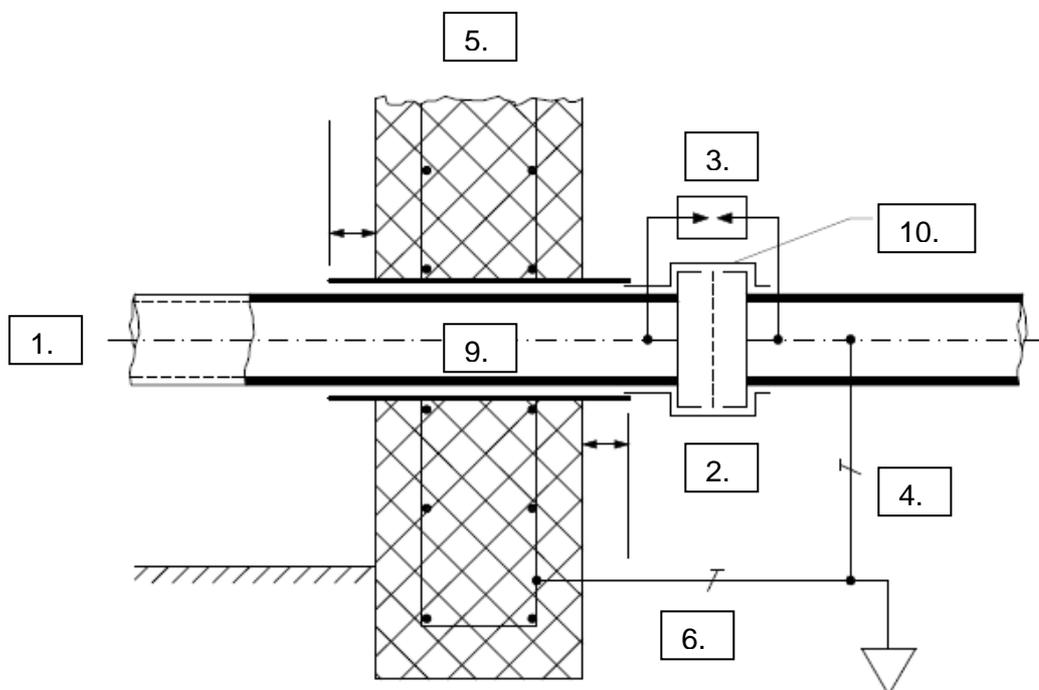
No.	Bezeichnung
1.	Abgrenzeinheiten
2.	Elektroschieber-Ventil
3.	Schutzpotenzialausgleich
4.	Schutzleiter
5.	Isolierflansche
6.	Isolierende Befestigung der Pumpe nach Beilage 3
7.	Elektropumpe
8.	Rohrleitung
9.	Allgemeine Verbraucher
10.	Fundamenterder, Schutzpotenzialausgleich
11.	L 1, 2, 3, Neutralleiter, Schutzleiter 3x 230/400 V
12.	Aussenleiter, Neutralleiter, Schutzleiter, Schalter, Neutralleitertrenner, Überstromunterbrecher

Beilage 8: Blitzschutz an Anlage mit isoliert eingeführter Rohrleitung inkl. Potenzialausgleich



No.	Bezeichnung
1.	Rohrleitung
2.	Isolierstück
3.	Ex-Funkenstrecke
4.	Ortswasserleitung mit Isolierstück aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt
5.	Fundamenterder
6.	Schutzpotenzialausgleich
7.	Blitzschutz LPS
8.	Gebäude
9.	Detail siehe Beilage 9

Beilage 9: Rohrleitungsdurchführung mit Isolierstück und Funkenstrecke (Detail aus Beilage 8)



No.	Bezeichnung
1.	Rohrleitung
2.	Isolierstück
3.	Ex-Funkenstrecke
4.	Schutzpotenzialausgleichsleiter
5.	Fundamenterder
6.	Erdungsleiter
9.	Isoliert durch die Gebäudewand geführt z.B. selbstklebendes Poly- äthylenband (sofern Wasserdichtigkeit nicht verlangt ist)
10.	Isolierender Anstrich

Beilage 10: Abdichtungsmöglichkeiten für Kabel- und Rohrdurchführungen

