



Weisung

Elektrische Schutzmassnahmen an Rohrleitungsanlagen

(WeR)



Autor ESTI
Gültig ab **1. Januar 2013**
Ersetzt STI Nr. 507.1087 d

Download unter:

www.esti.admin.ch
Dokumentation_ESTI-Publikationen
ESTI 507

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	GEGENSTAND	3
2	ALLGEMEINES	4
2.1	GELTUNGSBEREICH	4
2.2	GELTENDE VORSCHRIFTEN.....	4
2.3	INSTALLATIONSBERECHTIGUNG	5
2.4	KONTROLLEN	5
2.5	EIGENTUMS- UND VERANTWORTLICHKEITSGRENZE	5
2.6	UNTERHALTSPFLICHT	5
3	GEFÄHRDUNGEN	6
3.1	ALLGEMEINES	6
3.2	FESTLEGUNG DER EX-ZONEN	6
3.3	ELEKTRISCHE FUNKEN UND HITZEEINWIRKUNGEN ALS ZÜNDQUELLEN FÜR GAS-LUFT-GEMISCHE	6
4	SCHUTZMASSNAHMEN	7
4.1	SICHERHEITSABSTÄNDE DER ROHRLEITUNGSANLAGEN ZU STARKSTROMANLAGEN.....	7
4.2	GALVANISCHE INSEL	7
4.3	EINBAU VON KURZSCHLIESSERN	7
4.4	SCHUTZMASSNAHMEN AN NICHT ELEKTRISCHEN ANLAGETEILEN	8
4.5	STANDORTISOLIERUNGEN.....	9
4.6	ELEKTROSTATISCHE AUFLADUNGEN	9
4.7	BLITZSCHUTZ	9
5	ANSCHLUSS AN DIE VERTEILNETZE	9
5.1	ANSCHLUSSART	9
5.2	ERSTELLUNG VON TRANSFORMATORENSTATIONEN	9
5.3	NIEDERSPANNUNGSANSCHLUSS.....	10
6	AUSFÜHRUNG DER NIEDERSPANNUNGSINSTALLATIONEN	11
6.1	WAHL DER INSTALLATIONSMATERIALIEN	11
7	FERNMELDE- UND STEUERANLAGEN	12
7.1	FERNMELDEKABEL.....	12
7.2	SIGNAL- UND STEUERANLAGEN	12
7.3	GLEICHSTROMVERSORGUNG	13

1 Gegenstand

Diese Weisung regelt die Ausführung von elektrischen Installationen und die elektrischen Schutzmassnahmen an Rohrleitungsanlagen sowie die Kontrolle solcher Installationen.

Die Weisung stützt sich auf Art. 3 Abs. 3 der Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV; SR 734.27).

2 Allgemeines

2.1 Geltungsbereich

Diese Weisungen gelten für die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt der elektrischen Installationen von Nebenanlagen an Rohrleitungen. Sie berücksichtigen den Personen- und Sachenschutz im Zusammenhang mit dem elektrischen Strom aus Fremd- oder Eigenstromanlagen, die hochspannungsbeeinflussten Rohrleitungen, die Signal- und öffentlichen Telefonnetze sowie den Blitzschutz.

Das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) bestimmt im Einvernehmen mit dem Eidgenössischen Rohrleitungsinspektorat (ERI) den Umfang eventueller Anpassungsarbeiten.

2.2 Geltende Vorschriften

1. Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz EleG SR 734.0)
2. Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (StV, SR 734.2)
3. Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen (SR 734.1)
4. Verordnung über die elektrischen Niederspannungsinstallationen (NIV, SR 734.27)
5. Verordnung über elektrische Leitungen (LeV, SR 734.31)
6. Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV, SR 746.12)
7. Parallelbetrieb von Energieerzeugungsanlagen (EEA) mit dem Niederspannungsnetz (ESTI 219.)
8. Weisungen für Schutzmassnahmen gegen gefährdende Wirkungen des elektrischen Stromes in Tankanlagen mit oder ohne Bahnanschluss. (WeT ESTI 503.)
9. Weisungen für die Installationen der Anschlussleitungen von Schwachstromanlagen in besonders gefährdeten Bereichen (ESTI 902.)
10. Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen von Hochspannungswechselstrombahnen und/oder Hochspannungsanlagen auf Rohrleitung EN 50443
11. Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Atmosphären EN 60017-14
12. Prüfung und Instandhalten von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Atmosphären EN 60017-17
13. Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) SEV 1000
14. Leitsätze des SEV 4113: Fundamenterder
15. Regeln des SEV/ASE 3755 «Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen»
16. Leitsätze des SEV 4022: Blitzschutzsysteme
17. Richtlinien für die Installation von Telekommunikationsanlagen (RIT) VSEI
18. Richtlinien für Projektierung, Ausführung und Betrieb des kathodischen Schutzes von Rohrleitungen (Korrosionskommission, SGK C1d)

2.3 Installationsberechtigung

Elektrische Installationen an Rohrleitungsanlagen erstellen, ändern oder instand stellen dürfen:

- a) Personen, die fachkundig im Sinn von Art. 8 Abs. 1 NIV sind und eine allgemeine Installationsbewilligung des ESTI für natürliche Personen nach Art. 7 NIV besitzen; oder
- b) Betriebe, die eine fachkundige Person im Sinn von Art. 8 Abs. 1 NIV beschäftigen und eine allgemeine Installationsbewilligung des ESTI für Betriebe nach Art. 9 Abs. 1 NIV besitzen; oder
- c) Betriebe, die zur Ausführung der Arbeiten Betriebsangehörige einsetzen, die Träger innerbetrieblichen Bewilligung nach Art. 13 NIV sind.

Die Personen müssen eine Befähigung nach EN 60079-17 aufweisen.

2.4 Kontrollen

2.4.1 Niederspannungsinstallationen

Bezüglich Abnahmekontrollen und periodischer Kontrollen von elektrischen Installationen bei Rohrleitungsanlagen gilt:

Abnahmekontrollen sind gemäss Art. 32 Abs. 2. NIV durch eine akkreditierte Inspektionsstelle oder das ESTI durchzuführen.

Die periodische Kontrolle ist durch eine akkreditierte Inspektionsstelle oder das ESTI jährlich durchzuführen (siehe Art. 32 Abs. 4 NIV in Verbindung mit Ziff. 1 Bst. a Ziff. 1 Anhang NIV).

Die Sicherheitsnachweise sind dem ESTI einzureichen.

2.4.2 Schwachstrominstallationen

Schwachstromanlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind vorlagepflichtig (Art. 8 Abs. 1 lit. e SchV).

Die Kontrolle der Telekommunikations- und Schwachstromanlagen mit Verbindung zu einem öffentlichen Netz erfolgt durch das ESTI.

2.5 Eigentums- und Verantwortlichkeitsgrenze

Die Eigentums- und Verantwortlichkeitsgrenze im Zusammenhang mit den elektrischen Installationen wird im Einzelfall entsprechend den örtlichen Verhältnissen und in Absprache mit dem Anlagebesitzer des energieliefernden Werkes (Netzbetreiberin) festgehalten.

2.6 Unterhaltspflicht

Der Betriebsinhaber und die Benutzer sind für den dauernd einwandfreien Zustand der elektrischen Anlagen verantwortlich.

3 Gefährdungen

3.1 Allgemeines

Starkstromanlagen, insbesondere Höchstspannungsfreileitungen und andere Hoch- und Niederspannungsanlagen von Netzbetreibern, Bahnen, sowie Blitzeinwirkungen können die Rohrleitungen und damit auch die Nebenanlagen gefährlich beeinflussen.

Die Beeinflussungen von Hochspannungsfreileitungen auf Rohrleitung ist gemäss Art. 123 LeV auf unzulässige Spannung im Normal- und Störfall an den Rohrleitungen und den dazugehörigen Fernmelde- und Fernsteuerungsanlagen abzuklären.

Für die Beurteilung der induktiven Kopplung ist die EN 50443 beizuziehen. Als zulässige Werte für den Berührungsschutz gelten die Werte der Starkstromverordnung Anhang 4.

An den Rohren und in den zugehörigen Nebenanlagen können gefährliche Berührungs- und Schrittspannungen von Blitzschlägen und Beeinflussungen durch Hochspannungsanlagen auftreten. Dadurch entstehen Brand- und Explosionsgefahren.

Aus diesem Grund ist den verschiedenen, in ihrer Art und Auswirkungen schädlichen elektrischen Erscheinungen zu begegnen. Es ist daher angezeigt, gegen diese Gefährdungen die nachstehenden Schutzmassnahmen anzuwenden.

3.2 Festlegung der Ex-Zonen

3.2.1 Für Rohrleitungsanlagen, welche dem Rohrleitungsgesetz unterstehen, werden die explosionsgefährdeten Bereiche und die Zoneneinteilung durch das zuständige Eidg. Rohrleitungsinspektorat (ERI) abgenommen.

3.2.2 Die definierten Bereiche mit der entsprechenden Zonenzuteilung sind in einem Ex-Zonenplan festzuhalten. Der von den zuständigen Instanzen genehmigte Ex-Zonenplan bildet die Grundlage für die Planung, Erstellung und Kontrolle der elektrischen Installationen in diesen Bereichen. Dieser Plan muss als verbindliches Dokument jederzeit in der Anlage vorhanden sein und hat dem aktuellen Stand der Anlage zu entsprechen.

3.3 Elektrische Funken und Hitzeeinwirkungen als Zündquellen für Gas-Luft-Gemische

Durch die Anschlüsse an elektrische Verteil-, Rohrleitungs- oder Telekommunikationsnetze können zwischen einzelnen Teilen der Nebenanlagen Potenzialdifferenzen auftreten, die zu einer Funkenbildung und dadurch zur Zündung eines allfällig vorhandenen zündfähigen Gas-(Dampf)-Luft-Gemisches führen. Auch als Folge von Erdschlüssen und Blitzschlägen sowie elektrostatischen Entladungen können zündfähige Gemische durch Funken und/oder durch Hitze entzündet werden.

In explosionsgefährdeten Bereichen müssen elektrostatische Aufladungen vermieden werden.

4 Schutzmassnahmen

4.1 Sicherheitsabstände der Rohrleitungsanlagen zu Starkstromanlagen

Die Sicherheitsabstände zu Starkstromanlagen und Kreuzungen sind in Art. 16 bis 18 der «Verordnung über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen» (RLSV, SR 746.12) und in der «Verordnung über elektrische Leitungen» (Leitungsverordnung, LeV, SR 734.31, Abschnitte 5 und 6) geregelt.

4.2 Galvanische Insel

Grundsätzlich ist im Bereich der Nebenanlagen eine einzige, vermaschte Erdung zu erstellen. Besteht die Gefahr, dass Fremdströme durch den Bereich der Nebenanlagen fließen können, und zur Vermeidung von Korrosionsschäden kann sich die Bildung einer galvanischen Insel aufdrängen. Galvanische Inseln (Beilagen 1, 2 und 4) werden in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK) bestimmt.

4.2.1 Spezielles für die Ausführung der Erdung

In erster Linie sollen die Bewehrungsstähle der mit dem Erdreich in Kontakt stehenden Betonkonstruktionen der Gebäude zum Erden verwendet werden. Die Bewehrungsstähle sind untereinander durch Klemmen, Schrauben oder durch Schweissen zu verbinden. An geeigneten Stellen sind Laschen zum Anschluss der Potenzialausgleichsleitungen und Ableitungen des Blitzschutzes herauszuführen (Leitsätze des SEV 4113: Fundamenterder).

Wenn keine mit dem Erdreich in Kontakt stehenden Fundamente vorhanden sind, können im Erdreich verlegte, verzinkte Stahlbänder zum Erden benutzt werden.

4.2.2 Potenzialausgleich

Innerhalb der galvanischen Insel müssen alle leitenden, nicht zur Stromführung dienenden Teile wie Gehäuse von Geräten sowie metallische Rohre über 6 m Länge, Kabelarmierungen und Metallkonstruktionen von über 1 m² Oberfläche (einseitig gemessen) etc. miteinander verbunden (Potentialausgleich) und an Erde gelegt werden.

In explosionsgefährdeten Bereichen reduziert sich die Länge auf 3 m und die Fläche auf 0,5 m².

Die Leitfähigkeit des Potenzialausgleichsleiters soll mindestens einem 10-mm²-Kupfer entsprechen.

4.3 Einbau von Kurzschliessern

Zwischen den kathodisch geschützten Rohrleitungen und dem Potenzialausgleichsleiter sind in folgenden Fällen Kurzschliesser einzubauen (Beilagen 1 bis 6):

- a) wenn am kathodisch geschützten Rohr mehr als zwei Minuten eine Gleichspannung von mehr als 120 V oder eine Wechselspannung von mehr als 50 V ansteht oder
- b) wenn kurzzeitig am kathodisch geschützten Rohr eine Wechselspannung von mehr als 1 kV auftreten kann.
- c) An offen verlegten, unter Schutzpotential stehenden Rohrleitungen, z.B. in Stollen, auf Rohrbrücken etc., sind von Hand zu bedienende Kurzschliesser einzubauen. Es sind entsprechende Warnungsaufschriften anzubringen. Der Schaltzustand der Kurzschliesser soll an Ort und Stelle und wenn möglich an zentraler Stelle ersichtlich sein.

Alle Kurzschliesser müssen der elektrischen Beanspruchung standhalten.

4.4 Schutzmassnahmen an nicht elektrischen Anlageteilen

4.4.1 Isolierstücke in Rohrleitungen

Isolierstücke bilden einen Bestandteil der Rohrleitungen und haben den diesbezüglichen Anforderungen zu genügen. Sie müssen den zu erwartenden, elektrischen Beeinflussungen vonseiten der Rohrleitungen und der Anlagen standhalten.

Der Nachweis über die maximale elektrische Beanspruchung bei neuen Anlagen ist im Falle von Erdschlüssen von Hochspannungsanlagen zu erbringen.

Gemäss diesen Angaben sind die elektrische Isolation der Isolierstücke und die Ansprechspannung der Funkenstrecken zu wählen. In Fällen, wo Beeinflussungen zu erwarten sind, siehe Punkt 4.3, Bst a und b, sind automatisch wirkende Kurzschliesser einzusetzen, oder es sind an den Rohrleitungen Erder anzuschliessen, welche die Beeinflussung des Rohres auf ein zulässiges Mass heruntersetzen. Bei Änderungen und Erweiterungen ist die alte Anlage mit zu berücksichtigen. Wenn nötig, sind kathodisch geschützte Rohre noch nachträglich direkt oder indirekt über Kurzschliesser zu erden.

Die Isolierstücke sind in der Regel so anzuordnen, dass sie elektrisch kontrollierbar sind. Zudem müssen sie vor Nässe, Sonne, Verschmutzung und mechanischen Beschädigungen geschützt sein (Beispiel siehe Beilagen).

Die für die elektrische Auftrennung von Rohrleitungen verwendeten Isolierstücke müssen mit explosionsgeschützten Funkenstrecken geschützt werden.

4.4.2 Funkenstrecken

Die Funkenstrecken sind für eine Ansprechspannung von höchstens 50% der 50-Hz-Überschlagwechselfeldspannung (Effektivwert) des Isolierstückes auszulegen. Die Ansprechspannung muss zudem höher liegen als die beeinflussende Spannung des Rohres im Erdschlussfalle, oder es sind – wie eingangs erwähnt – andere Massnahmen vorzuziehen.

Parallel geführte, kathodisch geschützte Rohrleitungen sind, gemäss Beilage 9, unmittelbar vor und nach den Isolierstücken miteinander trennbar zu verbinden. Pro Meter Stromschlaufenlänge ist eine Funkenstrecke erforderlich. Ist diese Verbindung nicht machbar, so ist pro Isolierstück eine Funkenstrecke einzusetzen.

4.4.3 Isolation von Rohrleitungen

Im Freien verlegte, unter kathodischem Schutz stehende Rohrleitungen sind vor direkter Berührung zu schützen. Als Schutzanstrich sollen witterungsbeständige, isolierend wirkende Anstriche verwendet werden. Sie sollen mindestens 4 kV während 1 Minute aushalten.

Die Rohrdurchführungen durch Wände und dgl. müssen mit einer Kunststoffisolation von mindestens 4 mm Stärke, gemäss Beilage 8, versehen sein. Die Isolation muss zudem mindestens 100 mm beidseits der Wand vorstehen (Beilage 7 bis 9).

4.4.4 Brückenbauwerke

Rohrbrücken müssen so ausgeführt werden, dass Drittpersonen nicht durch Berührung allfällig unter Spannung stehender Rohre oder von Teilen davon gefährdet werden können. Mögliche Varianten siehe Beilage 10.

4.4.5 Rohrverbindungen

Rohrverbindungen müssen durchgehend metallisch leitend sein. Geeignete Anschlüsse an Isolierstücken sind werkseitig angeschweisste Laschen, Gewindebolzen oder Augen mit Gewindebohrungen zur Aufnahme von Schrauben.

4.4.6 Durchführungen von explosions- in nicht explosionsgefährdete Bereiche

Durchführungen zwischen Bereichen unterschiedlicher Zonen müssen ausreichend dicht und feuerhemmend sein.

4.5 Standortisolierungen

Rohre im Freien, wie z.B. bei Molchschleusen, können gefährliche Berührungsspannungen annehmen. Zur Verhütung solcher Gefahren können in Anlehnung an das Dokument des SEV 3755 Standortisolierungen vorgesehen werden. Diese können mit Kies oder Asphalt erstellt werden.

Um zu verhindern, dass gleichzeitig verschiedene Potenziale berührt werden können, sind die Isolierstücke möglichst in der Nähe von Gebäudewänden und dgl. anzubringen. Die Rohrleitungen zwischen den Isolierstücken und den Wänden sind auf der ganzen Länge zu isolieren.

4.6 Elektrostatische Aufladungen

Alle leitfähigen Teile, die nicht zur Stromführung dienen und die sich elektrostatisch aufladen können, müssen in den Potenzialausgleich einbezogen werden. Bodenbeläge in Explosionszonen sowie Umschlagschläuche sollen einen Ableitwiderstand von 10^8 Ohm nicht überschreiten.

4.7 Blitzschutz

Gebäude im explosionsgefährdeten Bereich müssen mit einem Blitzschutzsystem versehen sein. Dieses ist gemäss den Leitsätzen für Blitzschutzanlagen (SEV 4022) auszuführen.

Besitzt eine Rohrleitungsanlage Tanks, dann sind bei Einführung von elektrischen Leitungen in metallene, oberirdische Tanks für Lagergut, dessen Flammpunkt unter 55°C liegt, zusätzliche Blitzschutzmassnahmen gemäss den Regeln des SEV 3425 vorzusehen. Solche sind z.B. die Koordination der Isolation mit Ableitern, Funkenstrecken oder anderen Schutzelementen. Befinden sich diese Schutzelemente in der Explosionszone 1, so müssen sie explosionsgeschützt sein. Die Ausführung der Installation ist gemäss dem Instruktionsblatt der Fabrikanten vorzunehmen.

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

5 Anschluss an die Verteilnetze

5.1 Anschlussart

Die Zuleitung zur Anlage darf nur mit im Boden verlegten Kabeln von mindestens 50 m Länge erfolgen. Hoch- und Niederspannungskabel müssen mit einer Armatur und mit einem äusseren, isolierenden Schutzmantel versehen sein. Fehlt der äussere isolierende Schutzmantel, müssen die Kabel in ein Kunststoffrohr eingezogen werden.

5.2 Erstellung von Transformatorenstationen

Für die Erstellung von Transformatorenstationen gelten die einschlägigen Bestimmungen der Starkstromverordnung und der Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren.

5.2.1 Standort der Transformatorenstation

Die Transformatorenstation ist so aufzustellen, dass sie:

- a) ausserhalb der explosionsgefährdeten Zone liegt und ausserdem
- b) im Werkbereich innerhalb der Nebenanlage oder
- c) ausserhalb der Nebenanlage angeordnet ist, und zwar so, dass keine gegenseitige Beeinflussung möglich ist.

5.2.2 Schutzmassnahmen gegen Überspannungen

In folgenden Anlageteilen müssen Überspannungsableiter eingebaut werden:

- a) bei Transformatorenstationen im Gebäudeinnern unmittelbar nach der Hochspannungs-Kabeleinführung in der Transformatorenstation,
- b) bei Transformatorenstationen, die ausserhalb des Gebäudes aufgestellt sind, in die Freileitung unmittelbar vor der Transformatorenstation und bei unterirdischer Anspeisung unmittelbar nach der Hochspannungskabeleinführung in der Transformatorenstation. Das an der Sekundärseite des Transformators angeschlossene Niederspannungszuleitungskabel zur Anlage ist unmittelbar vor dem stationsseitigen Kabelendverschluss und bei den Anschlussklemmen mit blitzstromtragfähigen Überspannungsableitern zu versehen.

5.2.3 Besondere Anforderungen an die Kabeleinführung

- a) Bei Transformatorenstationen innerhalb des Werkbereiches sind die Kabelarmierungen, die metallischen Umhüllungen der Kabel und der Kabelendverschluss von den an der Anlageerdung liegenden übrigen metallenen Konstruktions- und Gebäudeteilen zu isolieren. Die Isolation soll mindestens eine Prüfspannung von 4 kV eff. während 1 min aushalten. Zum Schutze der Kabeleinführung ist zwischen dieser und der Anlageerdung zusätzlich ein Überspannungsableiter einzubauen. Die Ansprechwechselfspannung desselben soll max. 2 kV eff. betragen. Parallel zu diesem Überspannungsableiter ist ein Erdungstrenner, welcher nur beim Arbeiten an den Hochspannungsanlagen geschlossen werden soll, anzubringen. Dieser Trenner ist entsprechend zu beschriften.

Die dadurch erreichte elektrische Auftrennung muss über die ganze Kabellänge wirksam sein, z.B. durch einen äusseren Schutzmantel aus Kunststoff.

- b) Beträgt die Kabellänge weniger als 100 m, so dürfen die Kabelarmierung und der Kabelendverschluss am Erder bei der Kabelüberführungsstange angeschlossen bzw. geerdet sein. Übersteigt die Kabellänge 100 m, so sind die vorgenannten Teile zusätzlich an einen separaten, von der Anlageerdung getrennten Erder anzuschliessen. Die zugehörige Erdungsleitung ist isoliert (4 kV eff. während 1 min) in das Innere der Transformatorenstation einzuführen.

Es ist eine eindeutige Aufschrift anzubringen, die auf die besondere Art der Erdung hinweist.

5.3 Niederspannungsanschluss

5.3.1 Einbau von Überspannungsableitern

Überspannungsableiter sind beim Anschluss über ein Kabel an ein Freileitungsnetz unmittelbar vor dem Kabelendverschluss auf der letzten Freileitungsstange einzubauen.

5.3.2 Anzahl der Überspannungsableiter

- a) In Niederspannungsverteilnetzen, in denen die Nullung als Schutzmassnahme angewendet wird, sind an alle Polleiter Überspannungsableiter anzuschliessen.
- b) In Niederspannungsverteilnetzen, in denen die Schutzerdung als Schutzmassnahme angewendet wird, sind an alle Polleiter sowie an den Neutralleiter Überspannungsableiter anzuschliessen.

5.3.3 Erdungswiderstand

Der Erdungswiderstand der Ableiter-Erdelektrode soll 10 Ohm nicht überschreiten (Regeln des SEV 3755).

5.3.4 Anschlüsse an die Erdung der Überspannungsableiter

Auf der Freileitungsstange sind die Isolatorenstützen und die Kabelarmierung mit der Erdung des Ableiters zu verbinden; in Niederspannungsverteilnetzen, in denen die Nullung als Schutzmassnahme angewendet wird, ist ausserdem der PEN-Leiter mit der Erdung der Überspannungsableiter zu verbinden.

5.3.5 Besondere Anforderungen an die Kabeleinführung

Die Anschlusssicherung ist in einem trockenen, nicht explosionsgefährdeten Bereich anzuordnen.

6 Ausführung der Niederspannungsinstallationen

Niederspannungs- und Kleinspannungsstarkstromanlagen gelten im Sinne der NIV als Niederspannungs-Installationen. Sie sind grundsätzlich nach den Anforderungen der NIV und der NIN sowie der EN 60079-14 auszuführen.

6.1 Wahl der Installationsmaterialien

Elektrische Anlagen inkl. Kommunikationsanlagen sind in den explosionsgefährdeten Zonen möglichst zu vermeiden.

Ist bei Niveauüberwachungen und Temperaturfühlern eine elektrische Installation nicht zu umgehen, so ist eine besonders hohe Sicherheit anzustreben. Für die Installation sind zonenkonforme Betriebsmittel einzusetzen.

7 Fernmelde- und Steueranlagen

7.1 Fernmeldekabel

7.1.1 Kabelarmierung

Die Kabelarmierung von betriebseigenen, parallel zur Rohrleitung verlegten Fernmeldekabeln kann entweder

- a) von der Rohrleitung isoliert verlegt oder
- b) in den kathodischen Schutz der Rohrleitung einbezogen werden.

Im Falle a) ist die Kabelarmierung beim Eintritt und Austritt des Kabels aus dem Werkbereich der Nebenanlage einer Rohrleitung über eine Länge von 100 mm zu unterbrechen.

Der werkseitige Teil der Kabelarmierung ist mit der Erdungsanlage sichtbar zu verbinden.

Im Falle b) zusätzlich zu den Bestimmungen unter a) ist die Kabelarmierung auf der Leitungsstrecke zwischen zwei Nebenanlagen von Rohrleitungen in festzulegenden Abständen (max. 5 km), bei Potenzialmessstellen des kathodischen Schutzes über Längen von 100 mm zu unterbrechen.

Bei dieser Unterbrechung sind die beidseitigen Armierungsenden mit je einem Kabel zu verbinden, das zur Messstelle geführt wird.

Die Kabel werden in der Messstelle mit einer eigenen Steckbuchse verbunden, so dass die elektrische Längsverbindung der Kabelarmierung über eine Steckverbindung wiederhergestellt werden kann.

Die Kabelabschnitte werden in den dafür vorgesehenen Messstellen trennbar an den kathodischen Schutz der Rohrleitung angeschlossen.

7.1.2 Kabelabschirmung

Abschirmungen der Kabel, die ohne Auftrennung vor dem Werkbereich in Nebenanlagen von Rohrleitungen eingeführt werden, müssen dauerhaft von deren Erdungsanlagen isoliert werden (Spannungsfestigkeit mind. 4 kV eff. während 1 min).

7.1.3 Kabeladern

In jeder von der Fernwirkanlage bedienten Nebenanlage von Rohrleitungen sind alle Adern des Fernwirkkabels unmittelbar nach dem Kabelendverschluss über geeignete Überspannungsableiter mit der Erdungsanlage zu verbinden.

Die Anschlüsse der Fernwirkanlagen haben in jedem Falle über Schutzübertrager zu erfolgen (Isolationfestigkeit mind. 4 kV eff. während 1 min).

7.2 Signal- und Steueranlagen

7.2.1 Betriebsmittelinstitutionen auf Anlageteilen mit Fremdpotenzial

Die Isolationfestigkeit von Motoren, Apparaturen, Kontakten usw. auf Anlageteilen mit Fremdpotenzial (z.B. kathodisch geschützte Rohrleitung) hat mind. 4 kV eff. während 1 min zu betragen. Die Apparate sind gegen Feuchtigkeit zu schützen.

7.2.2 Kabelverbindungen

Die Kabelarmierungen der Signal- und Steuerkabel in oder zu den Nebenanlagen von Rohrleitungen sind beim Verteilanschluss zu erden.

Bei der Kabelzuführung zu Apparaturen gemäss Ziffer 7.2.1 ist die Kabelarmierung von den metallischen Apparateteilen zu isolieren (Distanzierung mindestens 30 mm).

7.3 Gleichstromversorgung

Die Gleichstromversorgung ist den Leiterquerschnitten entsprechend unmittelbar nach der Stromquelle mit Überstromschutzorganen zu schützen.

Beim Betreiben von Betriebsmitteln (z.B. Motorschieber) mit Gleichstromversorgung, SELV 24 VDC, ist eine galvanische Trennung mit Festigkeitsspannung von mindestens 4 kV eff. während 1 min. einzusetzen.

Anhang

Richtlinien für Schutzmassnahmen bei Mess-, Kontroll- und Reparaturarbeiten an isolierten Rohrleitungen

1. Einleitung

Isolierte Rohrleitungen, von z.B. Treibstoff- oder Wasserleitungen, die in der Regel kathodisch geschützt sind, können gefährliche, elektrische Spannungen annehmen. Diese Beeinflussungen können von Starkstromanlagen, wie z.B. Kraftwerken, Hochspannungsfreileitungen, Bahnen und dgl., herrühren. Die an den Rohren und deren Nebenanlagen auftretenden Spannungen können Personen gefährden oder auch Brände oder Explosionen verursachen.

Das Eidgenössische Starkstrominspektorat erlässt deshalb Richtlinien für Mess- und Kontroll- sowie Reparaturarbeiten an Rohrleitungen. Darin werden die geeigneten Massnahmen zum Schutze von Personen und Sachen erläutert. Diese Richtlinien sollen im Einzelfall als Grundlage für interne Betriebsweisungen dienen.

2. Elektrische Beeinflussungsursachen

Rohrleitungen, die in den Einflussbereich von Hochspannungsleitungen, Kraftwerken und dgl. sowie von Trassen von Bahnen kommen, können gegen Erde eine gefährliche, elektrische Spannung annehmen. Grundsätzlich sind dabei drei Arten von Beeinflussungen möglich:

1. Kapazitive Spannungsbeeinflussung
2. Ohmsche Spannungsbeeinflussung
3. Induktive Spannungsbeeinflussung

Die kapazitive Beeinflussung ist nur während des Baus von Rohrleitungen, d.h., solange die Leitung nicht erdverlegt ist, zu berücksichtigen. Im Gegensatz dazu kann die ohmsche und induktive Beeinflussungsart in dicht besiedelten Gegenden, wie z.B. bei Energiestrassen, an jeder längeren Pipeline messbar festgestellt werden.

Die Grösse dieser elektrischen Spannungen zwischen Rohrleitung und Erde ist zur Hauptsache abhängig von:

- der Länge und der Dimension der Rohrleitung,
- der Güte der Rohrisolation,
- dem spezifischen Widerstand des Rohrbettungsmaterials,
- der Länge und seitlichen Distanz der Annäherung an Hochspannungsanlagen und Bahnen,
- der Übertragungsspannung von Hochspannungs- und Bahnleitungen,
- der Grösse des Erdschlussstromes in Hochspannungsanlagen,
- der Grösse des Fahr- und Kurzschlussstromes der Bahnanlagen,
- den Standorten der Bahnspeiseanlagen,
- dem Zustand der Bahnschienenanlage bezüglich Isolation gegen Erde und der Längsverbindungen der Schienen.

Während des Normalbetriebs der beeinflussenden Anlagen liegen die Spannungen in der Regel dauernd in den Grenzen der Kleinspannung. Im Gebirge können sie auch ausnahmsweise wesentlich höhere Spannungen annehmen.

Erd- und Kurzschlüsse an den elektrischen Anlagen können die Beeinflussungsspannung an Rohrleitungen unter ungünstigen Voraussetzungen auf mehrere Tausend Volt ansteigen lassen. Die Dauer dieser an der Rohrleitung gegen Erde anstehenden Spannungen – verursacht durch Erd- oder Kurzschlüsse – wird durch die Überstromschutzeinrichtungen der elektrischen Leitungsnetze begrenzt. Sie beträgt im Normal-

fall max. 0,7 Sekunden. Trotz dieser relativ kurzen Zeit können insbesondere bei Reparaturarbeiten für Personen und Sachen gefährliche Beeinflussungsspannungen auftreten.

Zudem sind noch die Blitzeinwirkungen zu berücksichtigen. Die zeitliche Dauer von Einwirkungen atmosphärischer Entladungen ist sehr kurz. Sie liegt in der Grössenordnung von Mikrosekunden. Häufig treten aber gleichzeitig Erd- und Kurzschlüsse an elektrischen Anlagen auf, die zu Materialschäden, wie z.B. Verschweissen von Funkenstrecken, führen können.

3. Schutzmassnahmen bei Mess-, Kontroll- und Reparaturarbeiten

Vor dem Beginn der Arbeiten ist in Explosionszonen für eine gute Entlüftung zu sorgen, und es ist mit einem Explosimeter die Gasfreiheit festzustellen.

Messungen und Kontrollarbeiten in Treibstoffanlagen mit explosionsgefährlichen Stoffen sollen grundsätzlich nur bei gasfreiem Zustand in Räumen, Schächten und auch im Freien vorgenommen werden.

Unter Mess- und Kontrollarbeiten sind alle Arbeiten zu verstehen, die der Überwachung und dem Unterhalt dienen, ohne dass Anlageteile auch nur teilweise demontiert werden müssen. Diese Arbeiten können von einer Person allein ausgeführt werden.

Das Personal soll Schuhe mit Gummisohlen tragen und zur Arbeitsausführung wenn möglich voll isoliertes Werkzeug verwenden. Es müssen immer explosions sichere Handlampen verwendet werden.

Das gleichzeitige Berühren von zwei verschiedenen Potenzialen, z.B. vor und nach einem Isolierstoss, ist grundsätzlich zu vermeiden.

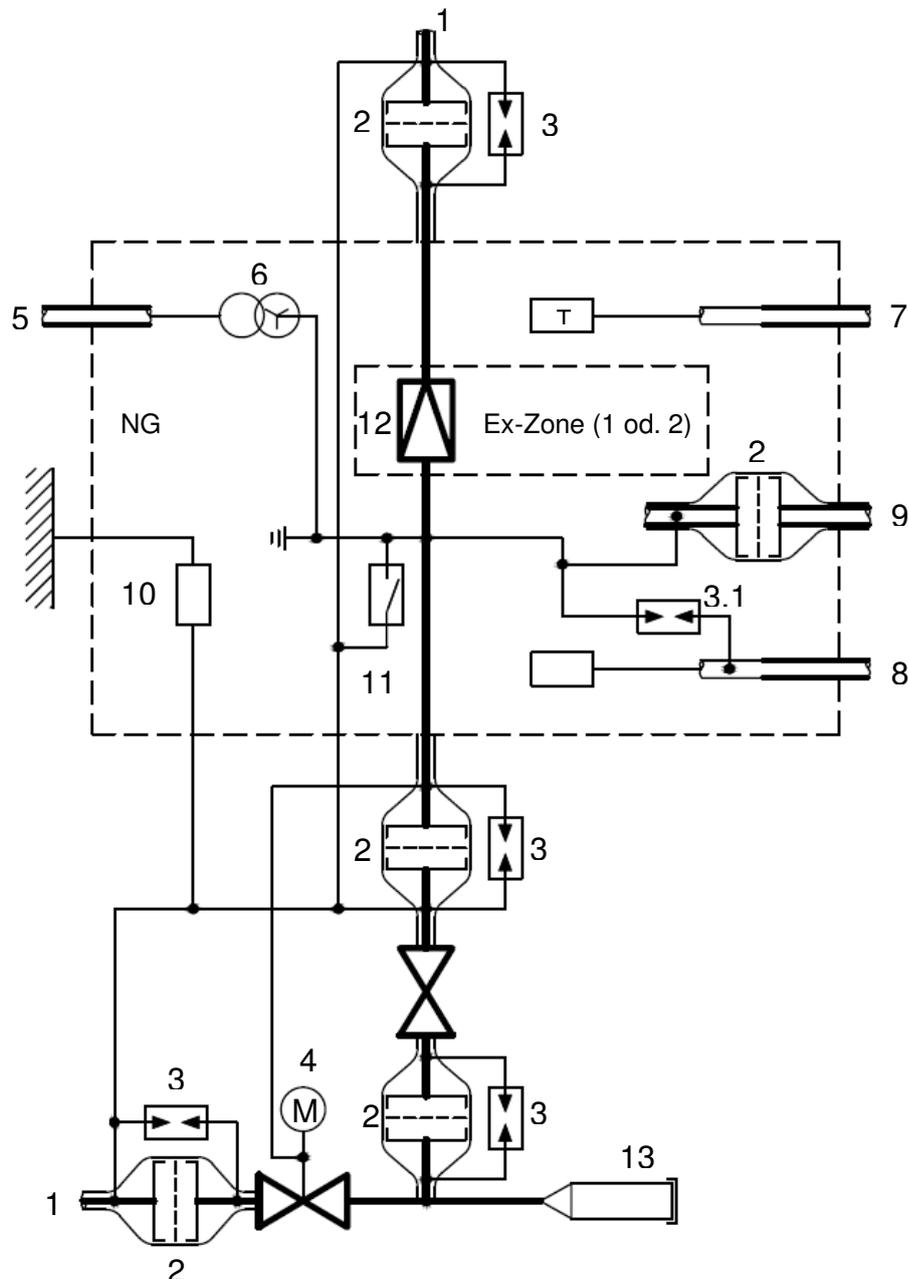
Bei Kontrollarbeiten in engen Stollen und Schächten, wo nicht isolierte Teile der kathodisch geschützten Rohranlage berührt werden können, sind besondere Vorsichtsregeln zu beachten. Warntafeln an den Türen und Eingängen zu solchen Objekten weisen auf solche Umstände hin. In besonders engen Anlagen sind Schalter zum Kurzschliessen und Erden der Anlageteile vorhanden, die vor dem Betreten der Anlage einzuschalten sind. Nach Abschluss der Arbeiten sind diese umgehend auszuschnalten, damit der kathodische Schutz wieder ordnungsgemäss funktionieren kann. Das zufällige Überbrücken von zwei Anlagenteilen mit verschiedenen Potenzialen (z.B. isolierte Rohrleitungen gegen Stationsanlage) mit einem elektrisch leitenden Gegenstand ist in Explosionszonen aus Gründen der Explosionsgefahr unbedingt zu vermeiden.

Reparaturarbeiten an aussen isolierten Rohrleitungen dürfen grundsätzlich nur bei Anwesenheit von mindestens zwei Personen ausgeführt werden. Auch hier soll die Arbeitsstelle gut entlüftet werden, und es ist mit einem Explosimeter die Gasfreiheit festzustellen. Der kathodische Korrosionsschutz ist über die ganze Leitung auszuschalten.

Bei Arbeiten auf der Strecke ist die Rohrleitung in den beidseits nächstliegenden Stationen ausserhalb der Explosionszone mit der Erdungsanlage zu verbinden und damit zu erden. Im Freien sind grundsätzlich Gummistiefel zu tragen. Zudem ist bei knien- oder liegender Arbeitsweise eine Isoliermatte zu verwenden.

Bei beabsichtigter Auftrennung der Rohrleitung ist die Trennstelle vor dem Auftrennen mit zwei parallelen, flexiblen Kupferkabeln von mind. 10 mm² Querschnitt zu überbrücken.

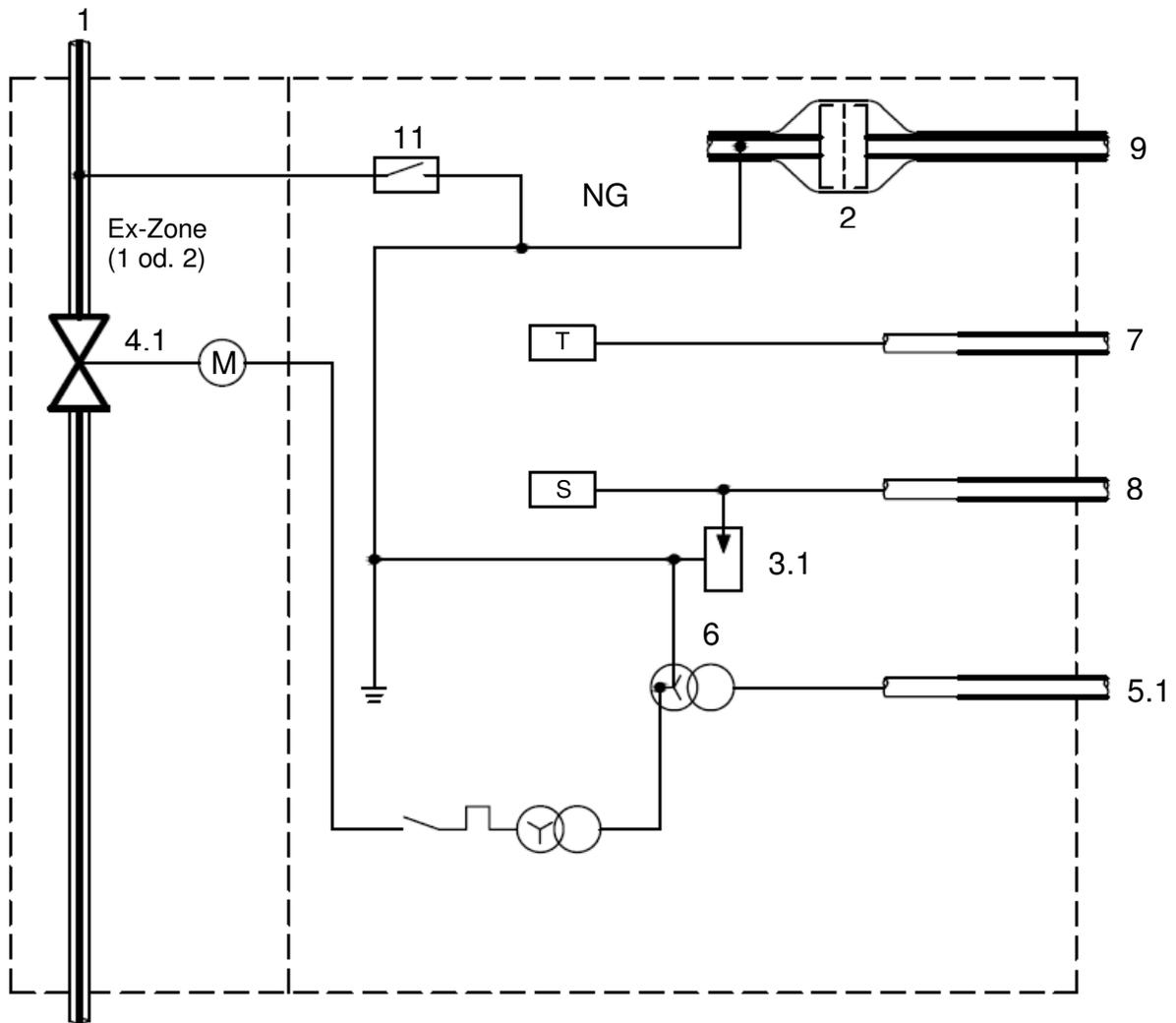
Beilage 1: Druckreduzierstation mit aufgetrennter Rohrleitung auf freier Strecke als galvanische Insel ausgebildet



Legende:

1. Rohrleitung kathodisch geschützt
 2. Isolierstück
 3. Ex-Funkenstrecke
 - 3.1 Funkenstrecke (nicht Ex)
 4. Schieber mit Motor in der Insel geerdet
 5. Netzzuleitung elektrisch isoliert eingeführt – bei Hochspannung mit Niederspannungs-Überspannungsableiter und Trenner
 6. Trenntransformator oder Hoch- und Niederspannungs-Transformator (Transformatorstation)
 7. Einführung von Telekommunikationsanlagen gemäss Weisung ESTI Nr. 902 elektrisch isoliert eingeführt
 8. Signalleitung aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt mit Funkenstrecke
 9. Ortswasserleitung mit Isolierstück aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt
 10. Gleichrichter kathodischer Schutz
 11. Kurzschliesser
 12. Druckreduzierstation
 13. Molchschleuse
- NG Nicht explosionsgefährdet

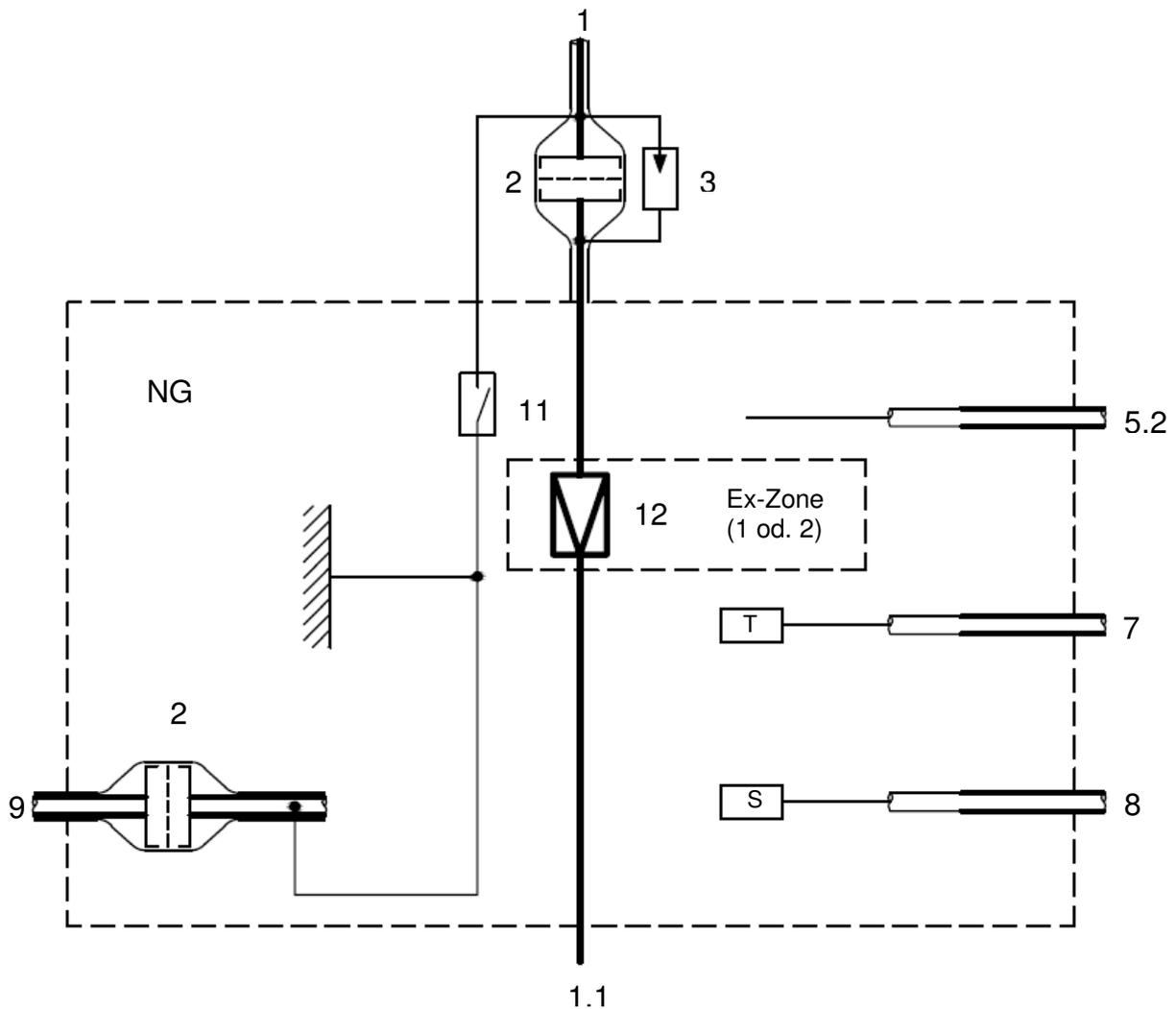
**Beilage 2 Schieberstation mit durchgehend kathodisch geschützter Rohrleitung
auf freier Strecke als galvanische Insel ausgebildet**



Legende:

- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 2 Isolierstück
- 3.1 Funkenstrecke (nicht Ex)
- 4.1 Schieber mit Motor über Trenntransformator
- 5.1 Netzzuleitung (Niederspannung) isoliert eingeführt
ohne Überspannungsableiter und Trenner
- 6 Trenntransformator
- 7 Einführung von Telekommunikationsanlagen gemäss Weisung ESTI Nr. 902 elektrisch isoliert eingeführt
- 8 Signalleitung aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt mit Funkenstrecke
- 9 Ortswasserleitung mit Isolierstück aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt
- 11 Kurzschliesser
- NG Nicht explosionsgefährdet

Beilage 3: Druckreduzierstation ohne galvanische Insel



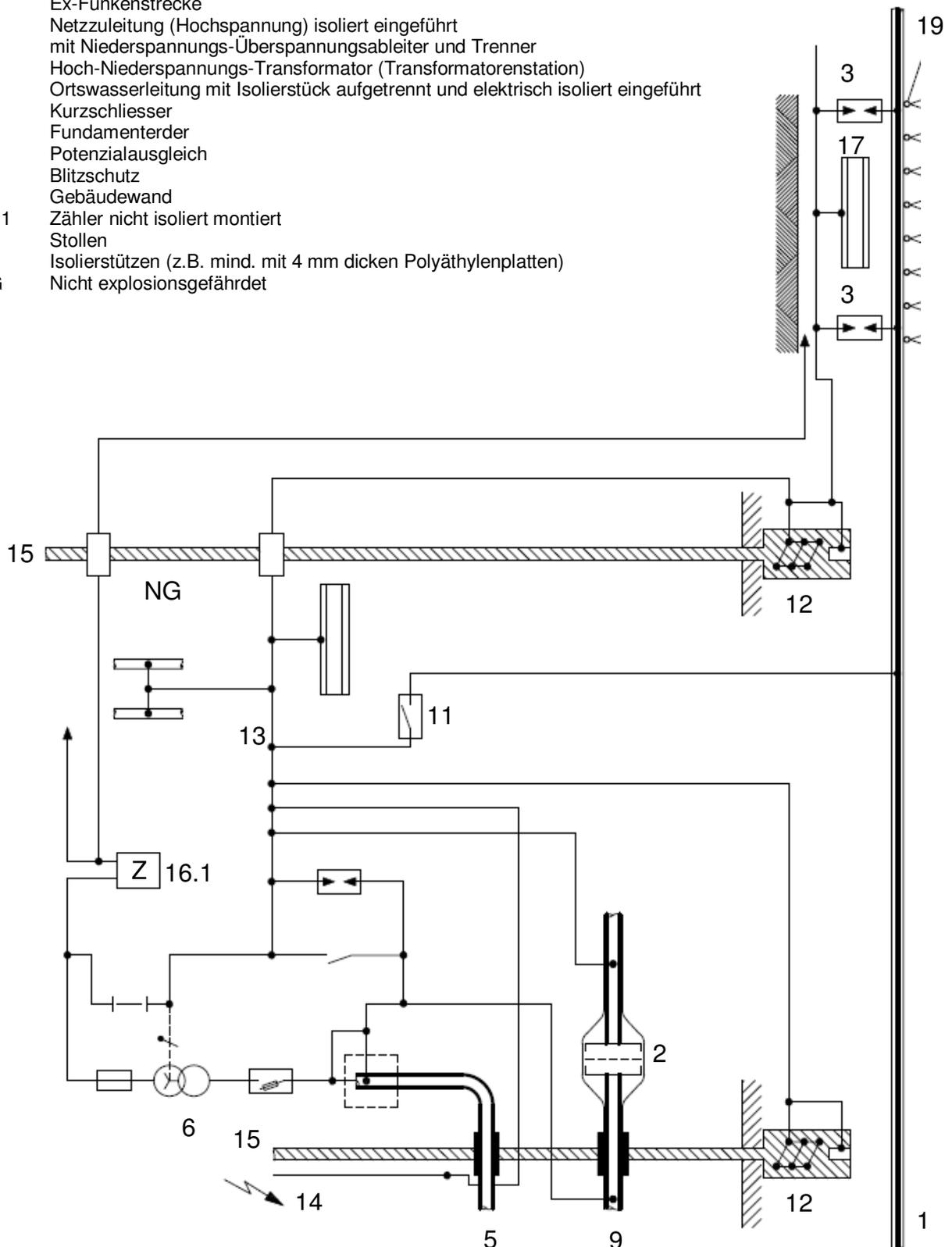
Legende:

- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 1.1 Rohrleitung (Ortsnetz)
- 2 Isolierstück
- 3 Ex-Funkenstrecke
- 5.2 Netzzuleitung nicht isoliert eingeführt
- 7 Einführung von Telekommunikationsanlagen gemäss Weisung ESTI Nr. 902 elektrisch isoliert eingeführt
- 8 Signalleitung isoliert eingeführt mit Funkenstrecke
- 9 Ortswasserleitung mit Isolierstück aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt
- 11 Kurzschliesser
- 12 Druckreduzierstation
- NG Nicht explosionsgefährdet

Beilage 4: Prinzipschema einer Stollenportalstation mit Hochspannungseinspeisung als elektrische Insel ausgebildet mit durchgehend kathodisch geschützter Rohrleitung im Stollen

Legende:

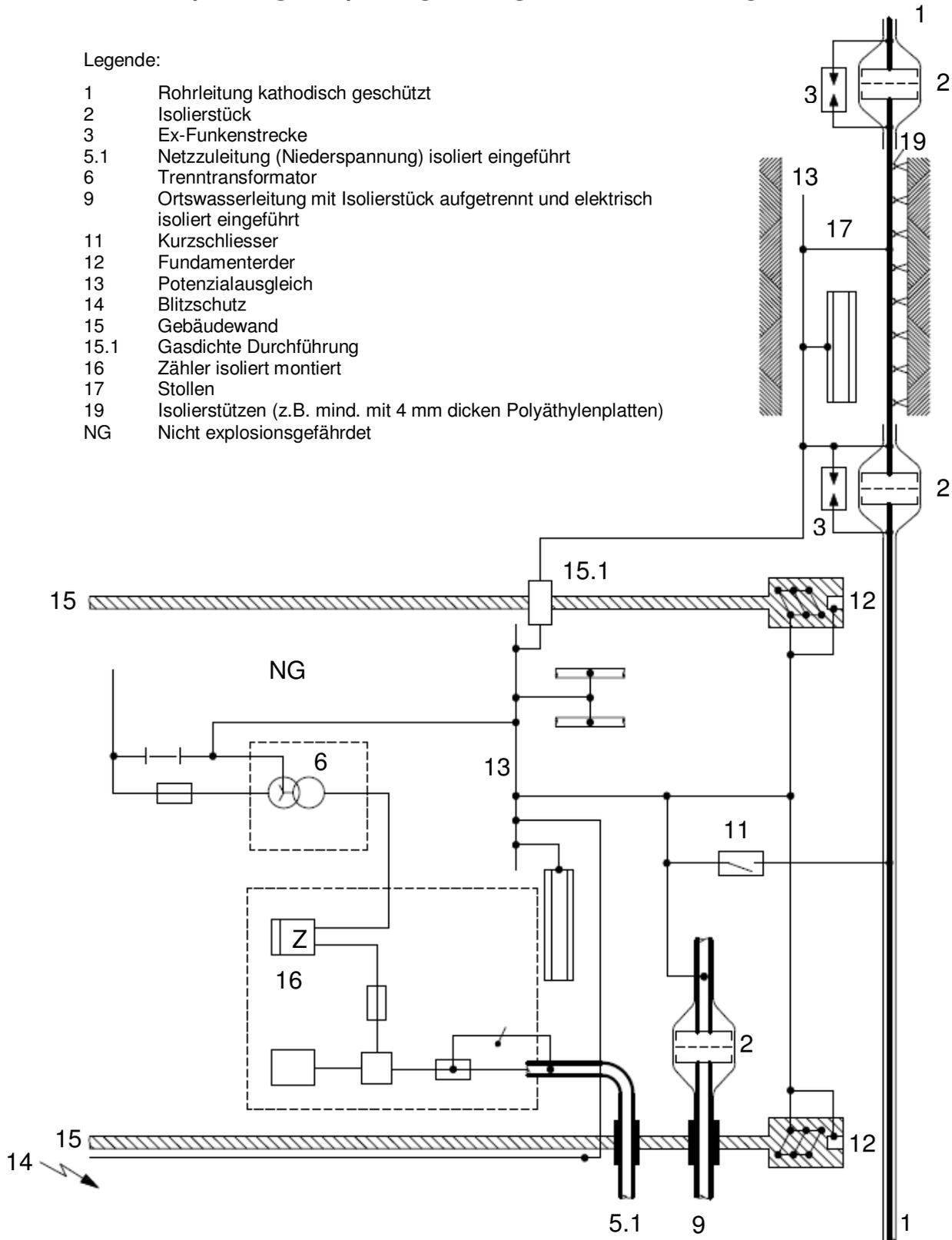
- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 2 Isolierstück
- 3 Ex-Funkenstrecke
- 5 Netzzuleitung (Hochspannung) isoliert eingeführt mit Niederspannungs-Überspannungsableiter und Trenner
- 6 Hoch-Niederspannungs-Transformator (Transformatorstation)
- 9 Ortswasserleitung mit Isolierstück aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt
- 11 Kurzschliesser
- 12 Fundamenterder
- 13 Potenzialausgleich
- 14 Blitzschutz
- 15 Gebäudewand
- 16.1 Zähler nicht isoliert montiert
- 17 Stollen
- 19 Isolierstützen (z.B. mind. mit 4 mm dicken Polyäthylenplatten)
- NG Nicht explosionsgefährdet



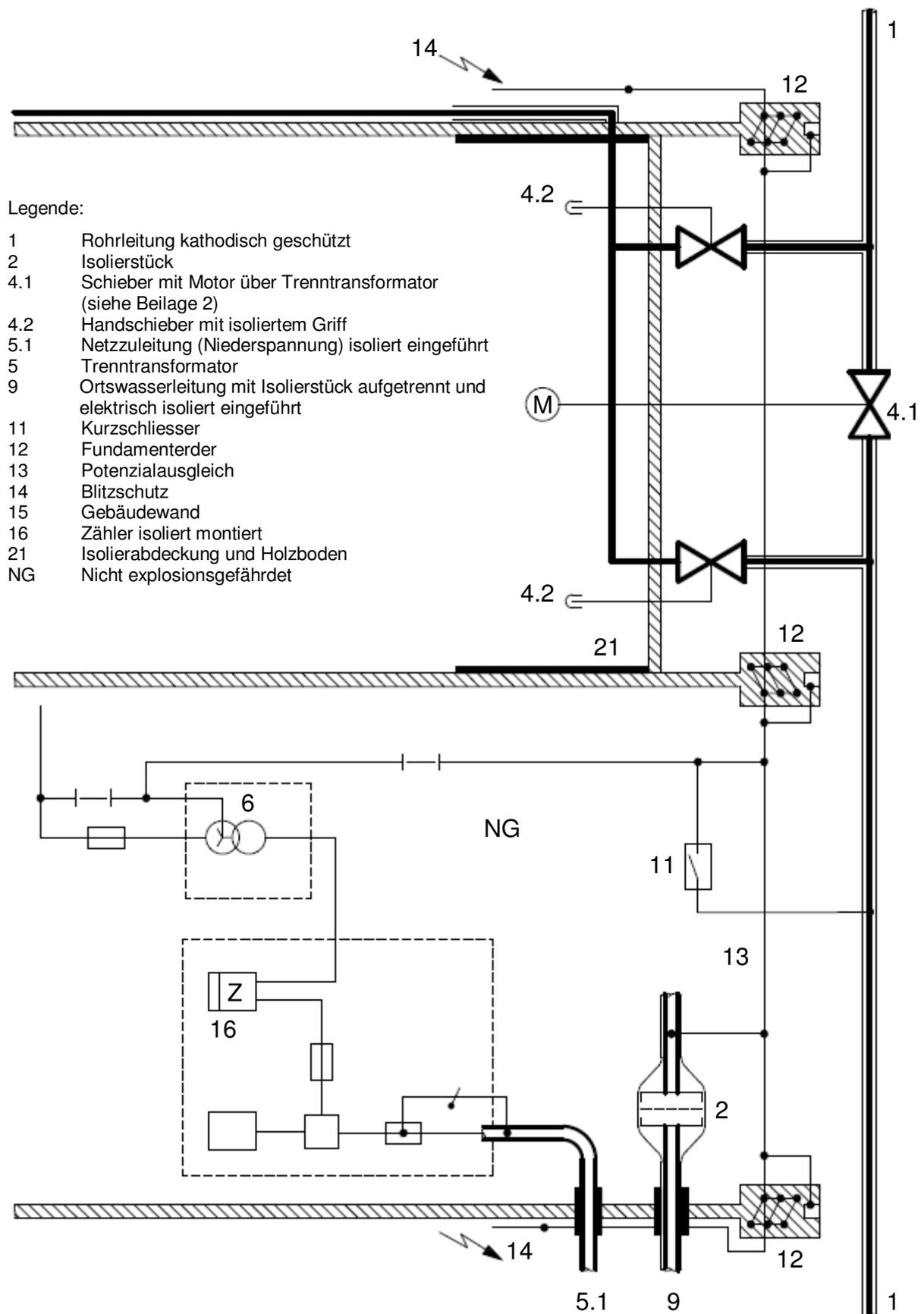
**Beilage 5: Prinzipschema einer Stollenportalstation mit Nieder-
spannungseinspeisung mit aufgetrennter Rohrleitung im Stollen**

Legende:

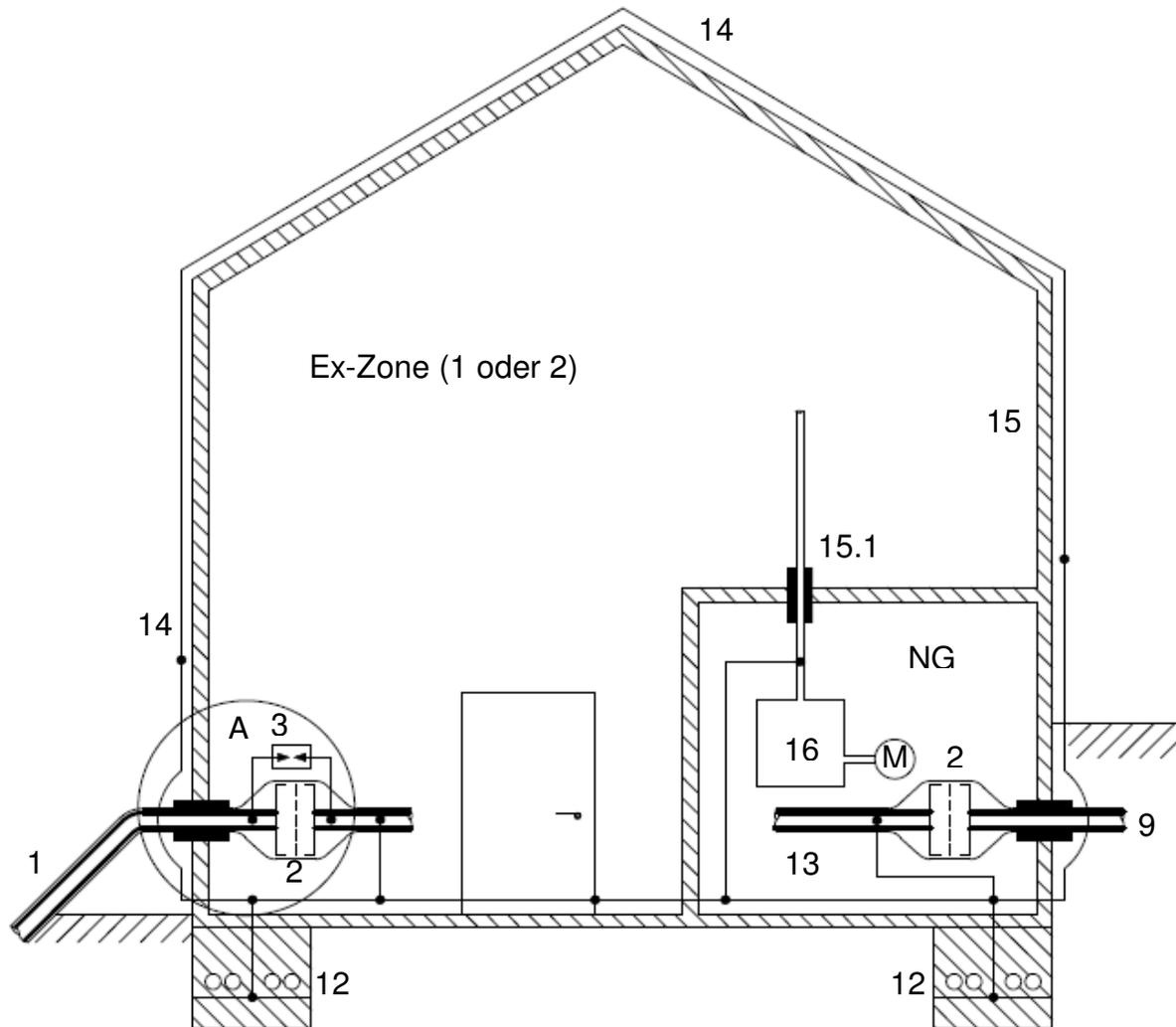
- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 2 Isolierstück
- 3 Ex-Funkenstrecke
- 5.1 Netzzuleitung (Niederspannung) isoliert eingeführt
- 6 Trenntransformator
- 9 Ortswasserleitung mit Isolierstück aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt
- 11 Kurzschliesser
- 12 Fundamenterder
- 13 Potenzialausgleich
- 14 Blitzschutz
- 15 Gebäudewand
- 15.1 Gasdichte Durchführung
- 16 Zähler isoliert montiert
- 17 Stollen
- 19 Isolierstützen (z.B. mind. mit 4 mm dicken Polyäthylenplatten)
- NG Nicht explosionsgefährdet



Beilage 6: Prinzipschema einer Schieberstation mit Niederspannungsanschluss mit durchgehend kathodisch geschützter Rohrleitung



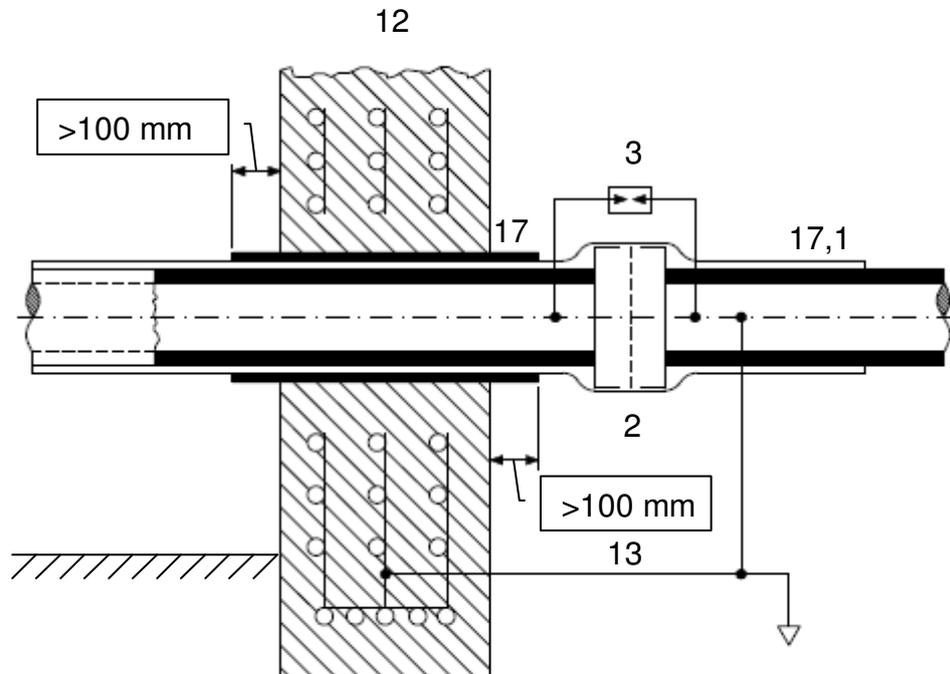
**Beilage 7: Blitzschutz an Anlage mit isoliert eingeführter Rohrleitung
inkl. Potenzialausgleich in Ex-Zone 1 oder 2**



Legende:

- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 2 Isolierstück
- 3 Ex-Funkenstrecke
- 9 Ortswasserleitung mit Isolierstück aufgetrennt und elektrisch isoliert eingeführt
- 12 Fundamenterder
- 13 Potenzialausgleich
- 14 Blitzschutz
- 15 Gebäude
- 15.1 Gasdichte Durchführung
- 16 Heizkessel
- NG Nicht explosionsgefährdet
- A Detail siehe Beilage 8

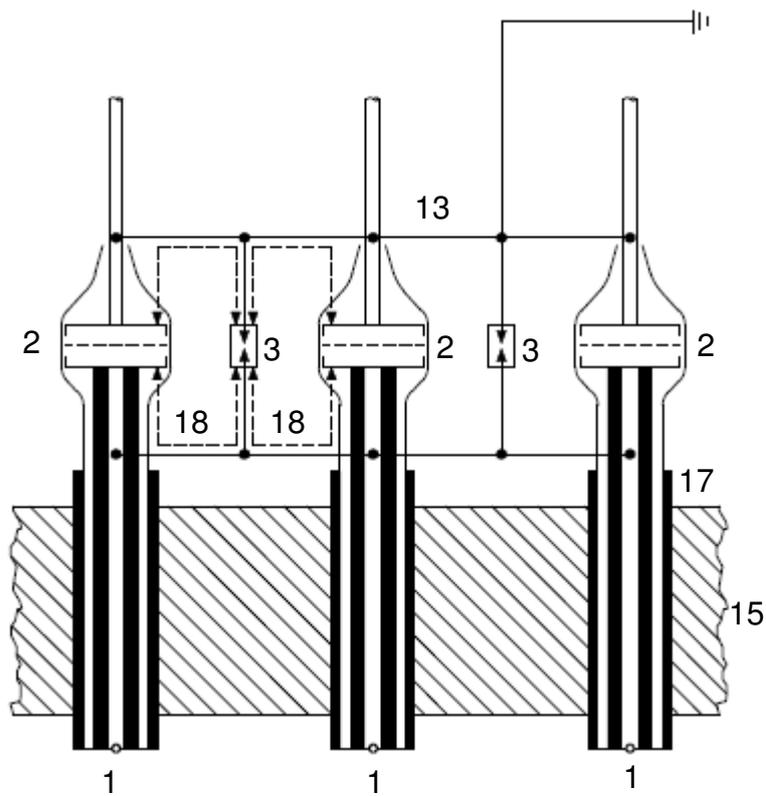
Beilage 8: Schnittzeichnung einer Rohrleitungsdurchführung durch Wand mit Isolierstück und Ex-Funkenstrecke (Detail A von Beilage 7)



Legende:

- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 2 Isolierstück
- 3 Ex-Funkenstrecke
- 12 Fundamenterder
- 13 Potenzialausgleich
- 17 Zusatzisolierung durch die Gebäudewand/doppelte Isolierung
z.B. selbstklebendes Polyäthylenband von mind. 4 mm Schichtdicke
- 17.1 Isolierabdeckung

Beilage 9: Anordnung der Isolierstücke mit Berücksichtigung der Stromschlaufe

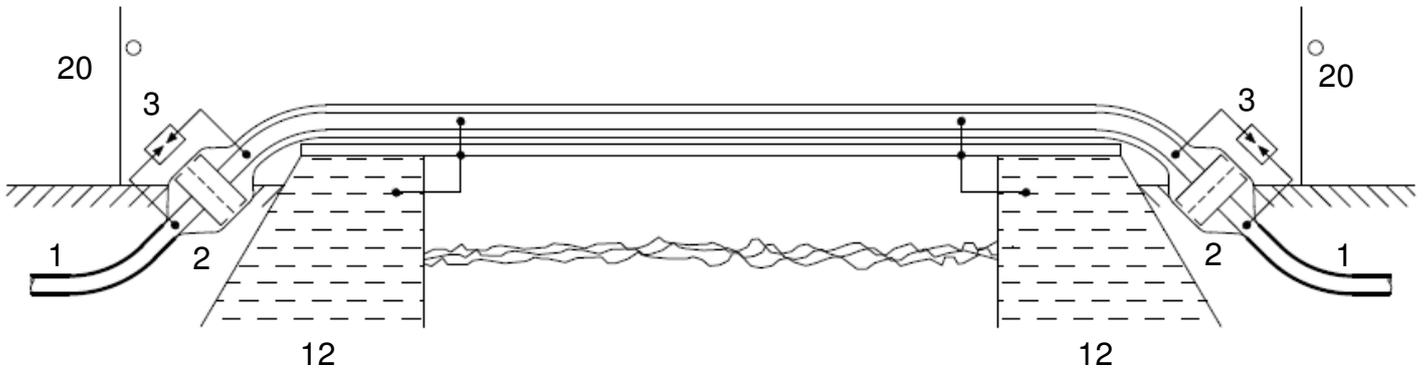


Legende:

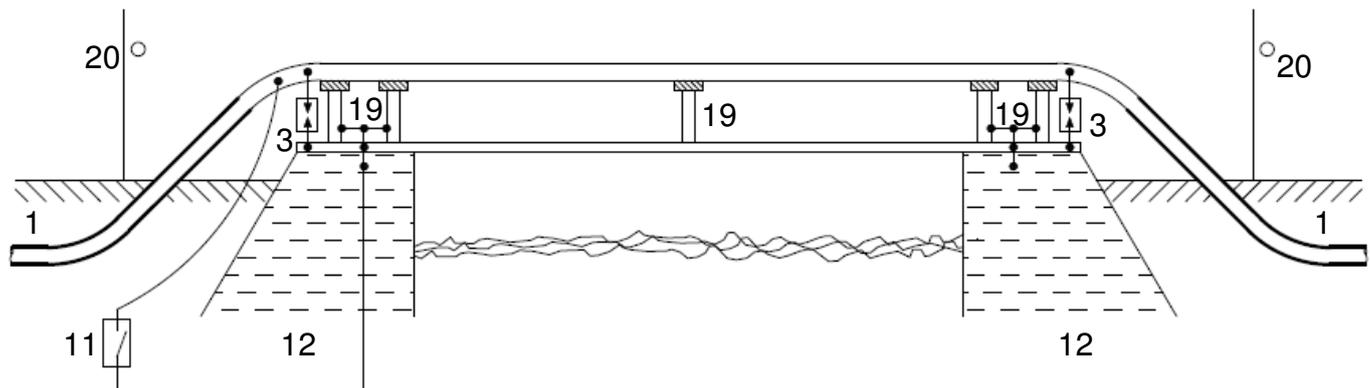
- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 2 Isolierstück
- 3 Ex-Funkenstrecke
- 13 Potenzialausgleich
- 15 Gebäudewand
- 17 Zusatzisolierung durch die Gebäudewand (Detail siehe Beilage 8)
z.B. selbstklebendes Polyäthylenband von mind. 4 mm Schichtdicke
- 18 Stromschlaufe

Beilage 10: Brückenbauwerke

Variante 1: Auftrennung der Rohrleitung mit Isolierstücken



Variante 2: Durchgehend kathodisch geschützte Rohrleitung



Legende:

- 1 Rohrleitung kathodisch geschützt
- 2 Isolierstück
- 3 Ex-Funkenstrecke
- 11 Kurzschliesser
- 12 Fundamenterder
- 19 Isolierzwischenlagen (z.B. mit 4 mm dicken Polyäthylenplatten)
- 20 Abschrankung