



ESTI Weisung Nr. 508 / Version 0326

Elektrische Installationen in Schutzbauten des Zivilschutzes, des Sanitätsdienstes sowie in speziellen Schutzräumen für besondere Infrastrukturen

(WeZS)

(Ersetzt Weisung Nr. 508 / Version 1221)



Autoren: ESTI
Mitwirkende: BABS

Gültig ab: 01.03.2026

Download unter:
Dokumentation ESTI-Weisungen

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tel. +41 58 595 18 18
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

A	Übergangsregelung bei Inkrafttreten einer neuen oder überarbeiteten Weisung	6
1	Gegenstand	6
2	Allgemeines	7
2.1	Geltungsbereich	7
2.2	Geltende Vorschriften.....	7
2.3	Begriffe	8
2.4	Verantwortung und Verantwortlichkeitsgrenze	8
2.4.1	Verantwortung.....	8
2.4.2	Neue Schutzbauten.....	8
2.4.3	Bestehende Schutzbauten	8
2.4.4	Infrastrukturen ausserhalb von Schutzbauten	8
2.5	Prüfungen der elektrischen Installationen.....	9
2.5.1	Erstprüfung und Schlusskontrolle	9
2.5.2	Abnahme der elektrischen Installationen	9
2.6	Periodische Kontrolle der elektrischen Installationen.....	10
2.6.1	Elektrische Installationen mit EMP-Schutz oder Eigenstromversorgungsanlage.....	10
2.6.2	Elektrische Installationen ohne EMP-Schutz und ohne Eigenstromversorgungsanlage.....	11
2.7	Unterhaltungspflicht	11
2.8	Meldepflicht.....	11
3	Anschluss an das Verteilnetz	12
3.1	Einführung in die Schutzbaute.....	12
3.2	Schutzmassnahmen nach Schutzsystemen	12
3.2.1	Schutzsystem TN	12
3.2.2	Schutzsystem TT	12
4	Erdung und Schutzpotenzial	13
4.1	Grundsätzliches	13
4.2	Erdungsanlage	13
4.2.1	Erdung für neue Schutzbauten.....	13
4.2.2	Erdung bei bestehenden Schutzbauten, speziellen Schutzräumen und für besondere Infrastrukturen	13
4.2.2.1	Schutzbauten mit EMP-Schutz.....	13
4.2.2.2	Schutzbauten ohne EMP-Schutz und Infrastrukturen der Kommunikation.....	13
4.2.3	Anschlussstellen an die Erdungsanlage	13
4.2.3.1	Neue Schutzbauten.....	13
4.2.3.2	Ausnahmen.....	14

4.2.3.3	Bestehende Schutzbauten	14
4.2.3.4	Ausführung in Organisationsbauten (Kommandoposten und Bereitstellungsanlagen).....	14
4.2.3.5	Ausführung bei Teilerneuerungen in Etappen	14
4.3	Kontrolle der Erdungsanlage	14
4.4	Anschluss des Schutzpotenzialausgleichs	14
4.4.1	Neue oder erneuerte Schutzbauten.....	14
4.4.2	Bestehende Schutzbauten	14
4.4.3	Anzuschliessende Teile an den Schutzpotenzialausgleich	15
4.4.4	Anzuschliessende Teile an den Erdverteiler im Kommunikationszentrum des Telekommunikationsverteilers	15
4.4.5	Antennentragwerke	16
4.4.6	Ausnahmen	16
4.5	Erstellen des Schutzpotenzialausgleichs	16
4.5.1	Bemessung des Schutzpotenzialausgleichsleiters	16
4.5.2	Andere Teile als Schutzpotenzialausgleichsleiter	17
4.5.3	Verlegung des Schutzpotenzialausgleichsleiters	17
4.5.4	Anschlussstellen für Schutzpotenzialausgleichsleiter	17
4.6	Schutzmassnahmen gegen Korrosion	18
5	Eigenstromversorgungsanlagen (Notstromgruppen)	19
5.1	Allgemeines	19
5.2	Schaltung	19
5.2.1	Einspeisung aus Systemen nach TN bei Schutzbauten mit fest montierter Eigenstromversorgungsanlage	19
5.2.2	Einspeisung aus Systemen TT bei Schutzbauten mit fest montierter Eigenstromversorgungsanlage	19
5.2.3	Externer Klemmenkasten	19
5.2.4	Einspeisung über den externen Klemmenkasten ohne fest eingebaute Eigenstromversorgungsanlage	20
5.2.4.1	Bestehende Anlagen	20
5.2.4.2	Neue Anlagen	20
5.2.5	Abgabe über den externen Klemmenkasten.....	20
6	Niederspannungsinstallationen	21
6.1	Abtrennbarkeit.....	21
6.2	Überstromschutzorgane bei Schutzanlagen mit EMP-Schutz.....	21
6.3	Überstromschutzorgane bei Schutzanlagen ohne EMP-Schutz.....	21
6.4	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).....	21
6.4.1	Allgemein	21
6.4.2	In Schutzbauten die nach TWE „Anlagen“ erneuert werden oder bei Zusatzinstallationen	21

6.4.3	Ausnahmen.....	21
6.5	Anpassungen an die gültigen Normen bei Erneuerungsprojekten	22
6.6	Schutzleiter bei EMP-geschützten Schutzbauten	22
6.7	Geräteräume.....	22
6.8	Revisionschalter (Sicherheitsschalter).....	22
7	Unterhalt und Betrieb.....	23
7.1	Dokumentation / Anlagejournal	23
8	Aufhebung von Schutzanlagen.....	24
8.1	Aufhebung des EMP-Schutzes von Elektroinstallationen	24
8.1.1	Niederspannungs-Installationsnormen (NIN).....	24
8.1.2	Nachrüstung Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD).....	24
8.1.3	Überspannungsableiter	24
8.1.4	EMP-Material	24
8.1.5	Spezielle Geräte und Apparate im Medizinalbereich	25
8.1.6	Kennzeichnung "EMP-Schutz aufgehoben".....	25
8.2	Umnutzung der Schutzanlage als Schutzraum.....	25
8.2.1	Elektroanschluss der Schutzraumkomponenten.....	25
8.2.2	Übermittlungsinstallationen	25
8.2.3	Gas-, Druck- und Schockschutz.....	26
8.2.4	Notstromgruppe (NS) und Kraftstoffversorgung.....	26
8.3	Aufhebung der Schutzanlage für eine zivile Nutzung	26
8.3.1	Übermittlungsinstallationen	26
8.3.2	Starkstrominstallationen für HLK-Komponenten.....	27
8.3.3	Starkstrominstallationen für Sanitäranlagen und Küchengeräte	27
8.3.4	Notstromgruppe (NS) und Kraftstoffversorgung.....	28
8.3.5	Einhaltung der VKF-Brandschutzvorschriften (BSV).....	28
8.4	Rechtliche Zuständigkeiten und Pflichten.....	28
8.4.1	Installationsbewilligung.....	28
8.4.2	Kontrollpflicht	28
8.5	Dokumentation.....	28
8.5.1	Entscheidungs- und Ablaufdiagramm.....	28
9	Bezugsquellen.....	30
10	Anhang (Figuren 1 bis 16)	31
Figur 1a	Ringleitung für den Schutzpotenzialausgleich	31
Figur 1b	Anschlussstellen für den Schutzpotenzialausgleich.....	31
Figur 1c	Anschlussstellen mit EMP-Schutz	32
Figur 1d	Anschlussstellen ohne EMP-Schutz	32
Figur 2	Anschluss an den Schutzpotenzialausgleich.....	33

Figur 3	Energieverteilung mit Notstromgruppe, System TN.....	35
Figur 4	Energieverteilung mit Notstromgruppe, Schutzerdung bei Schalterstellung Netz, System TN bei Schalterstellung Notstrom	36
Figur 5	Energieverteilung mit Notstromgruppe und Notstromversorgung für Dritte, System TN	37
Figur 6	Energieverteilung mit eingebautem Umschalter für den Anschluss einer mobilen Notstromgruppe mit steckbarer Trennstelle, System TN	38
Figur 7	Energieverteilung ohne Notstromgruppe, System TN.....	39
Figur 8	Energieverteilung ohne Notstromgruppe, Schutzerdung System TT	40
Figur 9	Energieverteilung ohne Notstromgruppe System TN mit eingebautem Umschalter für den Anschluss einer mobilen Notstromgruppe (Festanschluss)	41
Figur 10	Erdungskreuz: Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich	42
Figur 11	Erdungskreuz: Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich, symmetrische Anordnung.....	43
Figur 12	Erdungskreuz: Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich, asymmetrische Anordnung.....	43
Figur 13	Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich in max. 1.0 m Entfernung	44
Figur 14	Nachträglicher Einbau der Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich	44
Figur 15	Nachträglicher Einbau der Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich	45
Figur 16	Erweiterung nach TWE bei bestehenden Schutzbauten mit «Nullung Schema III»	45

A Übergangsregelung bei Inkrafttreten einer neuen oder überarbeiteten Weisung

Das ESTI überarbeitet von Zeit zu Zeit seine Weisungen, um sie den aktuellsten Gegebenheiten anzupassen. Zudem können auch neue Weisungen erlassen werden bzw. nicht mehr notwendige Weisungen zurückgezogen werden. Für den Übergang von der alten Weisung zur neuen Weisung gilt dabei, dass in erster Linie eine allfällige Übergangsregelung (in oder ausserhalb der Weisung) festlegt, wie und wann die alte Weisung von der neuen Weisung abgelöst wird.

Besteht keine Übergangsregelung, gilt Folgendes:

- Die alte Weisung gilt nach wie vor für Sachverhalte bzw. Gegebenheiten, welche zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der neuen Weisung schon bestanden (Besitzstandswahrung);
- Die neue Weisung gilt entsprechend für Sachverhalte und Gegebenheiten, welche sich ab dem Zeitpunkt des Inkrafttretens einstellen.

Etwas anders verhält es sich, wenn eine Weisung zurückgezogen wird bzw. neu publiziert wird:

- Eine zurückgezogene Weisung entfaltet ab ihrem Rückzug grundsätzlich keine Wirkung mehr und ist auch auf vergangene Sachverhalte nicht mehr anwendbar;
- Eine neu in Kraft tretende Weisung (neu publiziert) gilt für Sachverhalte, welche sich ab ihrem Inkrafttreten ergeben (keine Rückwirkung).

1 Gegenstand

Diese Weisung regelt die elektrischen Installationen in Schutzbauten des Zivilschutzes, des Sanitätsdienstes sowie in speziellen Schutzräumen für besondere Infrastrukturen.

Diese Weisung regelt ebenfalls die Ausführung, Kontrolle und den Rückbau von EMP-geschützten Elektroinstallationen und die elektrischen Schutzmassnahmen in den Infrastrukturen des Zivilschutzes gemäss den Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS).

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

Sie ergänzt die gültigen Niederspannungs-Installations-Normen (NIN) SN 411000 und die Weisungen des Eidgenössischen Starkstrominspektorates ESTI für die Erstellung von elektrischen Anlagen.

Die elektrischen Installationen in Schutzbauten des Sanitätsdienstes sowie in speziellen Schutzräumen für spezielle Infrastrukturen müssen in jedem Fall durch das BABS genehmigt werden.

Abweichungen werden auf Antrag des BABS durch das ESTI genehmigt. Liegt im gleichen Gebäude oder in unmittelbarer Nähe der Schutzbaute eine Transformatorenstation, so entscheidet das ESTI über zusätzliche Massnahmen betreffend Spezialinstallationen gemäss NIV (z.B. Erdungssystem).

Sie richtet sich an Planer, Architekten, Ingenieure, Eigentümer und an die Firmen für die Installation und Kontrolle solcher Anlagen.

2 Allgemeines

2.1 Geltungsbereich

Die vorliegende Weisung ist vollumfänglich anzuwenden auf neue, umzubauende sowie zu erweiternde elektrische Installationen für:

- Elektrische Installationen, die gemäss den Weisungen des BABS erstellt werden;
- Elektrische Installationen, die gegenüber den Wirkungen des EMP (Electro Magnetical Pulse) geschützt sind;
- Elektrische Installationen, die mit Eigenstromversorgungsanlagen ausgerüstet sind;
- Teilerneuerte elektrische Installationen. Es unterliegt nur der erneuerte Teil der vorliegenden Weisung, sofern die Schutzmassnahmen, Schutzorgane oder Isolation der bestehenden Installation nicht beeinflusst werden;
- Schutzbauten, die im Einverständnis der für die Schutzinfrastruktur des Bevölkerungsschutzes zuständigen Stelle des Bundes umgenutzt oder aufgehoben werden, sofern sie mit einer Eigenstromversorgungsanlage ausgerüstet sind;
- Telekommunikations- und Informatikanlagen gemäss den Weisungen des BABS;
- Rückbau von EMP geschützten Elektroinstallationen;
- Rückbau von Eigenstromversorgungsanlagen.

Für elektrischen Installationen und Anlagen, die nicht dem BABS unterstellt sind, sind die Weisungen des BABS nicht massgebend.

2.2 Geltende Vorschriften

Nebst dieser Weisung sind folgende Vorschriften und Normen (nicht abschliessend) zu beachten:

- Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG; SR 734.0);
- Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen (Schwachstromverordnung; SR 734.1);
- Verordnung vom über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung; SR 734.2);
- Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV; SR 734.26);
- Verordnung über elektrische Niederspannungs-Installationen (Niederspannungs-Installationsverordnung, NIV; SR 734.27);
- Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV; SR 734.5);
- Verordnung über den Schutz von nichtionisierender Strahlung (NISV; SR 814.710);
- Niederspannungs-Installations-Norm SN 411000 (NIN);
- Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen SNG 483755;
- Fundamenterder SN 414113;
- Blitzschutzsysteme SN 414022;
- Suva-Dokument: Der Revisionsschalter (Sicherheitsschalter) – Schutzeinrichtung gegen unerwarteten Anlauf SUVA CE93-9;

- Richtlinien zum Korrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen (C2) der Korrosionskommission der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK);
- Bundesgesetz über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz (Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz, BZG; SR 520.1);
- Verordnung über den Zivilschutz (Zivilschutzverordnung, ZSV; SR 520.11);
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV; SR 814.318.142.1);
- Technische Weisungen des BZS für den EMP-Schutz der elektrischen Energieversorgung von Zivilschutzbauten TW EMP;
- Weisung des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über den notwendigen Rückbau der technischen Schutzbausysteme bei aufgehobenen Schutzanlagen;
- Wegleitung Erweiterung Telematiksysteme 4/07;
- Andere Weisungen und Richtlinien des BABS;
- Andere Weisungen, Richtlinien und Mitteilungen des ESTI.

2.3 Begriffe

Die in dieser Weisung verwendeten Begriffe entsprechen den Begriffsbestimmungen der unter Ziff. 2.2 aufgeführten mitgeltenden Vorschriften und Normen. Weitere Begriffe sind:

TWO: Technische Weisungen für die Schutzanlagen der Organisation und des Sanitätsdienstes;

TWS: Technische Weisungen für spezielle Schutzräume;

TWE: Technischen Weisungen des BABS für die Erneuerung von Anlagen und speziellen Schutzräumen.

2.4 Verantwortung und Verantwortlichkeitsgrenze

2.4.1 Verantwortung

Verantwortung ist die Übernahme der Verpflichtung, für die möglichen Folgen einer Handlung oder Unterlassung einzustehen und gegebenenfalls dafür Rechenschaft abzulegen. Kenntnisse der gültigen Vorschriften und Normen werden vorausgesetzt.

2.4.2 Neue Schutzbauten

Die Verantwortlichkeitsgrenze ist an den Anschlussklemmen des Überstromunterbrechers im Anschlusskasten der Schutzbaute. Dieser Anschlusskasten bildet die Trennstelle zwischen der nicht EMP-geschützten Energieeinspeisung. Die Energieeinspeisung erfolgt aus dem Verteilnetz der Netzbetreiberin oder aus einem zivilen angebauten Gebäude.

2.4.3 Bestehende Schutzbauten

Für Schutzbauten, die erneuert und gegenüber den Wirkungen des EMP ganz oder teilweise geschützt werden, ist die Verantwortlichkeitsgrenze in oder an den Anschlussklemmen des Überstromunterbrechers im Anschlusskasten oder in der ersten Schaltgerätekombination innerhalb der Schutzbaute.

2.4.4 Infrastrukturen ausserhalb von Schutzbauten

Bei Infrastrukturen, die erstellt oder erneuert werden, bilden die Anschlussklemmen des Überstromunterbrechers die Verantwortlichkeitsgrenze.

Bei Infrastrukturen, die über den externen Klemmenkasten (KK) erschlossen werden, bilden die Anschlussklemmen die Verantwortlichkeitsgrenze.

2.5 Prüfungen der elektrischen Installationen

2.5.1 Erstprüfung und Schlusskontrolle

Nach der Erstellung oder Änderung von elektrischen Installationen ist vor der Inbetriebnahme nach Art. 24 NIV eine baubegleitende Erstprüfung durchzuführen. Vor der Übergabe an den Eigentümer muss der Installateur das Ergebnis der Schlusskontrolle in einem Sicherheitsnachweis festhalten.

2.5.2 Abnahme der elektrischen Installationen

Für elektrische Installationen mit EMP-Schutz oder Eigenstromversorgungsanlage muss innerhalb von sechs Monaten eine Abnahmekontrolle durch eine akkreditierte Inspektionsstelle erfolgen. Zuständigkeit nach Art. 32 NIV in Verbindung mit Anhang 1 Ziff. 1.

Der Eigentümer reicht innerhalb dieser Frist den Sicherheitsnachweis inkl. Mess- und Prüfprotokoll dem Eidgenössischen Starkstrominspektorat ESTI ein.

Für elektrische Installationen gemäss den Weisungen des BABS muss innerhalb von sechs Monaten eine Abnahmekontrolle durch ein unabhängiges Kontrollorgan durchgeführt werden. Der Eigentümer reicht innerhalb dieser Frist den Sicherheitsnachweis inkl. Mess- und Prüfprotokoll der Netzbetreiberin ein. Zuständigkeit nach Art. 32 NIV in Verbindung mit Anhang 1 Ziff. 2.

2.6 Periodische Kontrolle der elektrischen Installationen

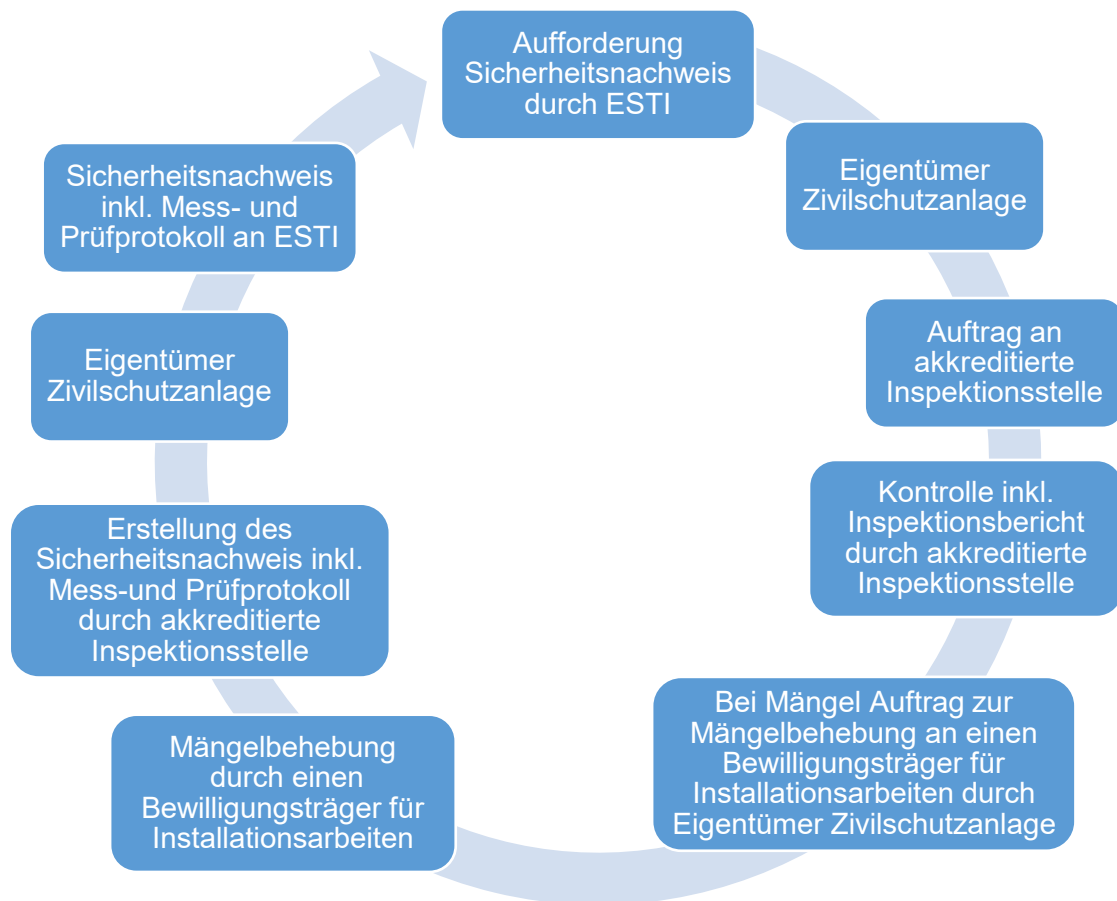
Der Eigentümer oder der von ihm bezeichnete Vertreter sorgt dafür, dass die elektrischen Installationen ständig den Anforderungen der NIV Art. 3 – Art. 4 entsprechen. Er muss auf Verlangen den entsprechenden Sicherheitsnachweis erbringen.

Das Anlagejournal, die Sicherheitsnachweise inkl. Mess- und Prüfprotokoll nach NIV Art. 35 – Art. 37 und die Kontrollberichte sind bei der periodischen Kontrolle dem Kontrollorgan vorzulegen.

2.6.1 Elektrische Installationen mit EMP-Schutz oder Eigenstromversorgungsanlage

Das ESTI fordert die Eigentümer mindestens sechs Monate vor Ablauf der Kontrollperiode schriftlich auf, den Sicherheitsnachweis inkl. Mess- und Prüfprotokoll einzureichen. Gemäss der Verordnung über das Eidgenössische Starkstrominspektorat erhebt das ESTI Gebühren für seine Tätigkeiten (V-ESTI; SR 734.24).

Die periodische Kontrolle muss gemäss Art. 32 NIV in Verbindung mit Anhang 1 Ziff. 1 durch eine akkreditierte Inspektionsstelle durchgeführt werden.



2.6.2 Elektrische Installationen ohne EMP-Schutz und ohne Eigenstromversorgungsanlage

Die Netzbetreiberin fordert die Eigentümer mindestens sechs Monate vor Ablauf der Kontrollperiode schriftlich auf, den Sicherheitsnachweis inkl. Mess- und Prüfprotokoll einzureichen

Die periodische Kontrolle muss gemäss Art. 32 NIV in Verbindung mit Anhang 1 Ziff. 2 durch ein unabhängiges Kontrollorgan durchgeführt werden.



2.7 Unterhaltspflicht

Der Unterhalt und die funktionelle Kontrolle der elektrischen Energieversorgung sind Sache des Eigentümers der Schutzbaute und Infrastrukturen. Die Pflichten des Eigentümers einer elektrischen Installation sind in Art. 5 NIV beschrieben.

2.8 Meldepflicht

Der Eigentümer muss vor der Erstellung oder Änderung der elektrischen Installationen bei der zuständigen Amtsstelle (auf dem Dienstweg zum BABS via kantonales Amt für Zivilschutz) die notwendige Genehmigung einholen.

Zudem gelten die Meldepflichten bei allgemeinen und eingeschränkten Installationsbewilligungen gemäss ESTI Weisung 221.

3 Anschluss an das Verteilnetz

3.1 Einführung in die Schutzbaute

Schutzbauten mit direkter Einspeisung aus dem Verteilnetz dürfen nur mittels im Boden verlegter Kabel angeschlossen werden.

3.2 Schutzmassnahmen nach Schutzsystemen

3.2.1 Schutzsystem TN

In Netzen mit Versorgungssystem nach TN ist als Schutzmassnahme gegen das Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen das System TN-C-S der Niederspannungs-Installations-Norm NIN anzuwenden. Der Neutralleiter wird in der Hauptverteilung geerdet. Zusätzlich wird eine Brücke Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) im Anschlusskasten der Schutzbaute sowie im Abgangskasten für die Notstromversorgung einer Fremdnutzung (zum Beispiel Spital/Dritte) eingelegt. Für Leitungen mit TN-C Verbindung ist der minimale Querschnitt von 10 mm² einzuhalten.

Die Anschlussleitung bis zum Anschlusskasten der Schutzbaute kann in 4-Leiter 3L+PEN oder 5-Leiter 3L+N+PE ausgeführt werden.

Beim Überstromunterbrecher in der zivilen Hauptverteilung ist mit einem Warnschild auf die besondere Gefahr hinzuweisen «Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) in der Schutzbaute».

Bestehende Schutzbauten

Für Schutzbauten, die gemäss den Weisungen des BABS erneuert werden, gilt:

- Licht- und Steckdoseninstallationen nach den EMP-Abzweigdosen ZS (AP), die nicht verändert werden, können belassen werden;
- Steckdosen Typ 12 und Typ 14 sind durch Steckdosen Typ 13 zu ersetzen;
- Bei bestehenden Lichtinstallationen, die nicht erneuert werden, gilt die Besitzstandwahrung. Dies gilt auch, wenn die Schaltgerätekombination (SGK), die diese Lichtinstallationen erschliesst, ausgewechselt wird. Bestehende Lichtinstallationen nach «Nullung Schema III» dürfen nicht mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) geschützt sein;
- Wird die Einspeisung des Endstromkreises neu nach TN-S oder TN-C-S erstellt, erfolgt der Anschluss bei einer bestehenden Installation mit «Nullung Schema III» in der Abzweigdose nach NIN 5.4.3.4.3 (Figur 16 Erweiterung nach TWE bei bestehenden Schutzbauten mit «Nullung Schema III»);
- Zusätzliche Installationen, in obiger Auflistung nicht erwähnt, müssen nach TN-S oder TN-C-S installiert werden.

Für Unterhaltsarbeiten in Schutzbauten, gilt:

- Beim 1:1 Ersatz von einzelnen FL-Leuchten und defekten Steckdosen kann die bestehende Installation belassen werden.

3.2.2 Schutzsystem TT

Erfolgt der Anschluss an ein schutzgeerdetes Niederspannungsverteilstromnetz, ist das Schutzsystem TT als Schutzmassnahme anzuwenden. Eigenstromversorgungsanlagen müssen ebenfalls mit dem Schutzsystem TT angeschlossen werden. Der Schutzleiter hat keine Verbindung zum Anschlusskasten und wird in der Hauptverteilung geerdet.

4 Erdung und Schutzpotenzial

4.1 Grundsätzliches

Die Ausführung der Erdung und des Schutzpotenzials sind nach SNG 483755 Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen auszuführen. Dabei sind die Weisungen und Richtlinien des BABS für den EMP-Schutz zu berücksichtigen.

4.2 Erdungsanlage

4.2.1 Erdung für neue Schutzbauten

Ein Fundamenterder ist nach SN 414113 zu erstellen. Dabei sind die Weisungen und Richtlinien des BABS für den EMP-Schutz zu berücksichtigen.

Für Bauten mit EMP-Schutz ist eine Ringleitung aus Bandstahl 25 x 3 mm hochkant zu verlegen. Die Verbindungen ab dem Ringleiter zu den Anschlussstellen müssen ebenfalls mit Bandstahl 25 x 3 mm ausgeführt werden. Der Ringleiter ist alle 5 m mit der Armierung mittels Kreuzklemmen zu verbinden (Figuren 1a und 1b).

4.2.2 Erdung bei bestehenden Schutzbauten, speziellen Schutzräumen und für besondere Infrastrukturen

4.2.2.1 Schutzbauten mit EMP-Schutz

Bei bestehenden Schutzbauten mit EMP-Schutz, die nach den Weisungen des BABS erneuert werden, erfolgt der nachträgliche Anschluss an die Bewehrungserdung mittels «Anschlussstelle für ZS Schutzpotenzialausgleich» (Erdungskreuz).

Die so gebildete Anschlussstelle dient sowohl dem Schutzpotenzialausgleich, der Erdung als auch dem EMP-Schutz.

4.2.2.2 Schutzbauten ohne EMP-Schutz und Infrastrukturen der Kommunikation

Der Anschluss der Erdung kann nach Fundamenterder SN 414113 im Speziellen Art. 6.5 ausgeführt werden.

4.2.3 Anschlussstellen an die Erdungsanlage

4.2.3.1 Neue Schutzbauten

Die Anschlussstellen sind nach SN 414113 Art. 7 mit Anschlussgarnituren zu erstellen (Figur 1b).

Folgende Orte müssen mit einer Anschlussstelle versehen werden (Figur 2):

- Hauptwasserleitung bei der Eintrittsstelle sowie Warmwasser- und Heizungsleitungen bei den Eintrittsstellen;
- Anschlusskasten (AK1), Trennstelle zwischen dem ungeschützten Verteilnetz und der EMP-geschützten elektrischen Energieversorgung;
- Hauptverteilung (HV-EMP) im Ventilationsraum;
- Abgangskasten, Trennstelle zwischen der EMP-geschützten elektrischen Energieversorgung und einem Verteilnetz ausserhalb der Schutzbaute, z.B. für ein Spital;
- Notstromgruppe im Maschinenraum;
- Ventilation im Ventilationsraum;
- Gasfilter (GF 600);
- Einrichtungen in der Küche;
- vorhandene Blitzschutzsysteme von oberirdischen Gebäuden;
- Erdverteiler für Telematik (Telekommunikation- und Informatik) Infrastruktur;

- Schutzdosen von Kommunikation- oder Datennetzeinspeisungen (TV, EDV, Funk, usw.);
- Tragwerke und Mastrohre der Kommunikation (Dach, Ein- und Ausgänge, Notausstieg);
- Fremde leitfähige Teile (Figur 2).

4.2.3.2 Ausnahmen

Anstelle der Erdung gemäss Ziff. 4.2 kann ein Schutzpotenzialausgleich über die EMP-geschützte Installation gemäss Ziff. 4.5.2 eingesetzt werden bei:

- Unterverteiler Starkstrom;
- Abzweigdosen die als Trennstellen zwischen der EMP-geschützten Energieversorgung und einem Endverbraucher eingesetzt werden.

4.2.3.3 Bestehende Schutzbauten

In Schutzbauten, die gemäss den Weisungen des BABS erneuert werden, ist mindestens eine Anschlussstelle (Erdungskreuz) nach Vorgabe zu erstellen.

4.2.3.4 Ausführung in Organisationsbauten (Kommandoposten und Bereitstellungsanlagen)

- Ein Erdungskreuz nahe beim Anschlusskasten oder bei der Hauptverteilung im Ventilationsraum;
- eine Erdungsanbindung im Kommunikationszentrum.

4.2.3.5 Ausführung bei Teilerneuerungen in Etappen

- Ein Erdungskreuz nahe beim Anschlusskasten oder bei der Hauptverteilung;
- Weitere Erdungsanbindungen sind beim nächsten Erneuerungsschritt nach Vorgaben des BABS einzubauen.

4.3 Kontrolle der Erdungsanlage

Die Ringleitung, davon abgezweigte Leitungen in Zwischenwänden, die Verbindungsleitungen zur Ringleitung, die Erdungskreuze, die Anschlussstellen für den Schutzpotenzialausgleich und die Schutzpotenzialausgleichsleiter von einbetonierten leitenden Körpern sind vor dem Betonieren durch die Projektleitung zu kontrollieren und zu dokumentieren.

Die Erdungsanlage muss nach den Anforderungen des BABS dokumentiert und protokolliert werden.

4.4 Anschluss des Schutzpotenzialausgleichs

4.4.1 Neue oder erneuerte Schutzbauten

Die Verbindung von Anschlusskasten, Hauptverteilung und allfälligen Abgangskasten an die Anschlusspunkte des Schutzpotenzialausgleichs an das Erdungssystem darf nicht länger als 1.0 m sein. Sie müssen einzeln mit der Erdungsanlage verbunden werden. Alle übrigen Einrichtungen können – soweit ihr Anschluss im gleichen Raum vorgesehen ist – an eine gemeinsame Anschlussstelle pro Raum angeschlossen werden.

4.4.2 Bestehende Schutzbauten

Die Verbindung von Anschlusskasten, Hauptverteilung und allfälligen Abgangskasten an die Anschlusspunkte des Schutzpotenzialausgleichs des Erdungssystems können miteinander kombiniert werden (Figuren 14 und 15).

Die Erdungskreuze sind so einzubauen, dass die Verbindungsleitungen zum Anschlusskasten, Abgangskasten und Hauptverteilung EMP möglichst kurz sind.

4.4.3 Anzuschliessende Teile an den Schutzpotenzialausgleich

Grundsätzlich sind folgende leitfähige Teile in den Schutzpotenzialausgleich einzubeziehen (sofern nicht bereits am Schutzpotenzialausgleich der Schutzbaute angeschlossen):

- alle nicht zur elektrischen Installation gehörenden fest montierten Metallteile von über 1 m² (Ex-Räume über 0.5 m²) einseitiger Fläche;
- Alle metallischen, nicht elektrischen Leitungen länger als 6.0 m (Ex-Räume länger als 3.0 m);
- der Anschlusskasten (AK1, AK2);
- die Hauptverteilung (HV-EMP) und Unterverteilung (UV-EMP);
- die Notstromgruppe, Ölleitungen und Öltank im Maschinenraum;
- das zentrale Ventilationsaggregat im Ventilationsraum;
- Schutzdosen von Kommunikation- oder Datennetzeinspeisungen (TV, EDV, Funk usw.);
- Erdverteiler für Telematik- (Telekommunikation- und Informatik) Infrastruktur;
- der Kabelmantel der Kommunikation-Kabelzuführung nach den geltenden Vorschriften der Netzbetreiberin;
- Tragwerke und Mastrohre der Kommunikation;
- die Metallkasten, Anschlusskasten, Antennenanschlussdosen der Kommunikation bei den Ein- und Ausgängen, bei den Notausgängen sowie für die Dachantennen;
- die festen Einrichtungen in der Küche, wie Waschröge, Dampfabzugshauben, usw.;
- die Rahmen von Bodengitterrosten bei Neubauten von Schutzanlagen;
- die Haupt- und Notwasseranschlussleitung bei der Eintrittsstelle;
- die Warmwasserleitung bei der Eintrittsstelle;
- die Heizungsleitung bei der Eintrittsstelle;
- Ableitungen eines allfälligen Blitzschutzsystems des oberirdischen Gebäudes;
- Fremde leitfähige Teile (Kommunikationsleitungen TV, EDV, Telefonie, etc., leitfähige Wasserleitungen, Fernwärmeleitungen).

Es dürfen keine blanken Erdungsverbindungsstellen des Schutzpotentialausgleichsleiters für Telematik- (Telekommunikation und Informatik) Komponenten vorhanden sein. Diese sind geeignet zu schützen (Isolierband, Vulkanisierband, etc.).

4.4.4 Anzuschliessende Teile an den Erdverteiler im Kommunikationszentrum des Telekommunikationsverteilers

Folgende Teile sind mittels Schutzpotenzialausgleichsleiter von Kupfer 16 mm² grün/gelb oder Kupfer - Leiter blank 4 mm Durchmesser anzuschliessen (sofern nicht bereits am Schutzpotenzialausgleich der Schutzbaute angeschlossen):

- Anschlusskasten, Antennenanschlussdosen der Kommunikation bei den Ein- und Ausgängen sowie bei den Notausgängen;
- Witterungsschutzkasten aus Metall;
- Antennenmastrohre und Tragwerke der Kommunikation;
- Antennenanschlussdosen mit Überspannungsableiter;

- Kabelmantel der Kommunikation; Schirm, Armierung usw.;
- Sicherungskasten Kommunikation;
- Hauptverteiler Kommunikation;
- Anschlussstableau Kommunikation;
- Anschlusskasten Kommunikation mit Überspannungsableiter im Telematik-Zentrum;
- Antennenverteiler;
- Hochfrequenzwellmantelkabel.

Weitere Erdverteiler werden mit Kupfer 25 mm² verbunden.

Abweichende Forderungen richten sich nach besondere Anforderungen des BABS.

4.4.5 Antennentragwerke

Das Tragwerk einer Antenne muss mit dem vorhandenen Blitzschutzsystem nach den Regeln des CES: Blitzschutzsysteme SN 414022 verbunden werden.

Bei fehlendem Blitzschutzsystem wird das Tragwerk mit dem Schutz-Potenzialausgleich verbunden (mindestens 16 mm²). Diese Verbindungen sind nicht in die Schutzanlage zu führen.

Wenn ein Anschluss an den Erdanschluss aussen an der Schutzbaute nicht möglich ist, kann der Anschluss auch im bestehenden Uem-Anschlusskasten der Übermittlung angeschlossen werden.

4.4.6 Ausnahmen

Vom Anschluss des Schutzpotentialausgleichs gemäss Ziff. 4.4 ausgenommen sind:

- Möblierungen oder ähnliche Teile, z.B. Liegestellen, Tische, Schränke, Gestelle, Ausgüsse, die Gasfilter von Kleinbelüftungsgeräten VA 75 bis VA 300 usw., auch wenn sie schocksicher montiert sind;
- Externe Klemmenkästen (KK) und Unterverteiler (UV1), wenn der Schutzpotentialausgleich über die EMP-geschützte Erdverbindung (Abschirmung) gemäss Ziff. 4.5.2 vorhanden ist;
- Schaltgerätekombination (SK1, SGK) ohne EMP-Schutz.

4.5 Erstellen des Schutzpotentialausgleichs

4.5.1 Bemessung des Schutzpotentialausgleichsleiters

Der Schutzpotentialausgleichsleiter ist wie folgt zu bemessen:

- Der Querschnitt des Schutzpotentialausgleichsleiters (Schutz-Potentialausgleichsleiters) für die Überbrückung von Wasserzählern, Ventilen und dgl. muss der Dimensionierung einer Erdungsleitung NIN 5.4.4.1.1 Tabelle 1 (mindestens Cu 16 mm²) entsprechen. Für andere Materialien als Kupfer muss der Querschnitt entsprechend angepasst werden.
- Für den EMP-Schutz ist der Schutzpotentialausgleichsleiter nach der Legende zu Figur 2 zu bemessen (Figur 2);
- Die zulässige Länge des Kupferleiters bis zur Anschlussstelle für den Schutzpotentialausgleich ist möglichst kurz zu halten, bei neuen Schutzbauten maximal 1.0 m;

Bestehende Schutzbauten:

- Schutzpotenzialausgleichsleiter von grösseren, einbetonierten Metallmassen sind gleich zu bemessen wie die Ringleitung gemäss Ziff. 4.2.1;
- Dieser Schutzpotenzialausgleichsleiter ist mit der Ringleitung oder abgezwigten Leitung in der Zwischenwand zu verbinden. Sind solche Leitungen zu weit entfernt maximal 1.0 m, so ist dieser mit zwei Bewehrungsseisen zu verbinden;
- Eine bereits vorhandene Übermittlungserdleitung kann belassen werden, wenn keine erhöhten Anforderungen der Kommunikation notwendig sind.

4.5.2 Andere Teile als Schutzpotenzialausgleichsleiter

Als Schutzpotenzialausgleichsleiter dürfen auch folgende leitende Teile von Einrichtungen mitbenützt werden:

- die EMP-geschützte Installation;
- elektrisch leitende Rohrleitungen, Lüftungsleitungen und Metallkonstruktionen.

Unterbrüche und nicht sichtbare galvanische Verbindungen in Rohrleitungen und Metallkonstruktionen sind mit Schutzpotenzialausgleichsleitern zu überbrücken. Dies betrifft insbesondere die Teile von Lüftungsleitungen.

4.5.3 Verlegung des Schutzpotenzialausgleichsleiters

Der Schutzpotenzialausgleichsleiter ist sichtbar auf Gebäudeteilen zu verlegen. Sofern der Isolationswert gemäss NIN erfüllt ist, können diese im Kabelkanal verlegt werden. Er ist direkt zu führen und kurz zu halten; bei Richtungsänderungen ist ein Radius dem Querschnitt und den Herstellerangaben anzupassen.

Für bestehende blanken Kupfer - Leiter der Übermittlungserdleitungen bestehen keine Anforderungen an die Isolation.

Es dürfen mehrere Teile untereinander verbunden und über einen gemeinsamen Schutzpotenzialausgleichsleiter an die Anschlussstelle für den Schutzpotenzialausgleich angeschlossen werden (Figur 14).

4.5.4 Anschlussstellen für Schutzpotenzialausgleichsleiter

Die Anschlussstellen für Schutzpotenzialausgleichsleiter sind dauerhaft und korrosionssicher auszuführen.

Bei den Funkverbindungsleitungen muss der Schutzpotenzialausgleich mittels spezieller Erdanschlussgarnituren erfolgen.

Schrauben von Einrichtungen und Apparaten dürfen nur verwendet werden, sofern dadurch die Funktion dieser Einrichtungen und Apparate nicht beeinträchtigt wird und wenn diese gegen Selbstlockern gesichert sind.

Anschlussstellen an Lüftungsrohren für Zu- und Abluft müssen mittels Anschlusszubehör und Spezialklemmen ausgeführt werden.

An Lüftungsrohren für die Aussenluft vor den Gasfiltern – diese kann vergiftet sein – sowie an den Gasfiltern dürfen aus Gründen der Dichtigkeit keine Bohrungen ausgeführt werden. Der Schutzpotenzialausgleich muss mittels Erdanschlussgarnituren erfolgen.

Bei den übrigen Kommunikationsleitungen muss der Schutzpotenzialausgleich mittels Erdanschlussgarnituren für Schirm und Wellmantelkabel erfolgen.

4.6 Schutzmassnahmen gegen Korrosion

Grundsätzlich sind die «Richtlinien zum Korrosionsschutz von erdverlegten, metallischen Anlagen» (Korrosionskommission C2) zu berücksichtigen.

Von aussen eingeführte Wasserleitungen sowie metallische Kabelmäntel, die mit dem Erdreich in Kontakt stehen, unterliegen der Gefahr der Korrosion. In der Regel kann durch die folgenden Massnahmen ein Schutz erreicht werden:

- Guss- und nicht isolierte Stahlwasserleitungen sollen in ein Kiesbett von mindestens 20 cm Stärke allseitig überdeckt eingelegt werden. Der zu verwendende Kies soll lehmfrei und möglichst wasserdurchlässig sein. Hierzu eignet sich Betonkies;
- aussen isolierte Stahlleitungen sollen in ein Bett von gewaschenem Sand von mindestens 15 cm Stärke allseitig überdeckt eingelegt werden;
- Armierte Kabel sollen einen äusseren Kunststoffmantel aufweisen.

5 Eigenstromversorgungsanlagen (Notstromgruppen)

5.1 Allgemeines

Die ESTI Weisung 220, Anforderungen an Energieerzeugungsanlagen, ist anzuwenden, wenn die Notstromgruppe mit einem Verteilnetz verbunden ist.

Festmontierte Eigenstromversorgungsanlagen dürfen nicht über Steckkontakte angeschlossen sein (Figuren 3, 4 und 5).

Für bestehende Eigenstromversorgungsanlagen gilt die Besitzstandwahrung.

5.2 Schaltung

5.2.1 Einspeisung aus Systemen nach TN bei Schutzbauten mit fest montierter Eigenstromversorgungsanlage

Die Anlage ist bei Netz- und Generatorbetrieb nach Schema TN-S oder TN-C-S zu erden. Die Umschaltung zwischen Netz- und Generatorbetrieb erfolgt mittels 3-poligem oder 4-poligen Lastumschalter.

Der Nullpunkt der Eigenstromversorgungsanlagen muss in der Hauptverteilung (mittels Trenner) geerdet sein (Figuren 3 und 5).

Bei Notstromversorgung an ein Spital oder Dritte muss in der Hauptverteilung der Schutzbaute ein 3-poliger Schalter für den Abgangskasten Spital/Dritte vorgesehen werden (Figuren 5 und 6).

In der Hauptverteilung des Spitals oder Dritter muss zwingend ein 4-poliger Schalter für die Umschaltung Netz-0-Notstrom vorgesehen werden.

5.2.2 Einspeisung aus Systemen TT bei Schutzbauten mit fest montierter Eigenstromversorgungsanlage

Bei Netzbetrieb ist die Anlage nach System TT ausgeführt. Die Umschaltung erfolgt mittels 4-poligem Lastumschalter (Figur 4).

5.2.3 Externer Klemmenkasten

Der externe Klemmenkasten (KK) dient der Abgabe oder Einspeisung von Energie bei Notlagen. Die Nutzung ausserhalb einer Notlage ist nicht erlaubt.

Das aktuelle Übersichtsschema der Elektroinstallation der Schutzanlage ist im externen Klemmenkasten zu hinterlegen.

Der externe Klemmenkasten ist mit dem Hinweisschild «Anschluss nur in Notlagen erlaubt» zu kennzeichnen. Die Kunststoff Abdeckung im Inneren des Kastens ist zu plombieren.

Das Bedienungspersonal ist für die Handhabung der Einspeisung über den externen Klemmenkasten zu instruieren. Der Schutzanlagebetreiber ist für die Instruktion verantwortlich.

Bei älteren Schutzbauten, die mit Installationen der «Nullung Schema III» ausgeführt sind, ist der Anschluss eines mobilen Notstromaggregates mit eingebauter Isolationsüberwachung nur gestattet, wenn die betreffenden Installationen auf das System TN-S oder TN-C-S saniert werden.

Die Montagehöhe vom externen Klemmenkasten (KK) beträgt mind. 1.3 m, Unterkante Kasten und max. 2.0 m Oberkante Kasten. Andere Montagehöhen müssen vorgängig vom BABS genehmigt werden.

5.2.4 Einspeisung über den externen Klemmenkasten ohne fest eingebaute Eigenstromversorgungsanlage

Bei Schutzbauten ohne fest eingebaute Eigenstromversorgungsanlage dient der externe Klemmenkasten der Einspeisung von Energie.

Das mobile Notstromaggregat ist so aufzustellen, dass die Abgase ungehindert ins Freie entweichen können.

Während des Betriebs sind Warnschilder «Vorsicht Spannung, mobiles Notstromaggregat angeschlossen» am externen Klemmenkasten und bei der Hauptverteilung anzubringen.

5.2.4.1 Bestehende Anlagen

Bei bestehenden Anlagen ist der externe Klemmenkasten direkt über ein Überstromschutzorgan in der Hauptverteilung angeschlossen.

Die Sicherungen dürfen nur durch entsprechend instruierte Personen für die Einspeisung eingesetzt werden (Figuren 7 und 8).

Besteht die Absicht, ein mobiles Notstromaggregat mit eingebauter Isolationsüberwachung anzuschliessen, so ist ein 4-poliger Umschalter mit Nullstellung (Netz-0-ext KK) einzubauen (Figur 9). Während des Betriebs sind Warnschilder gemäss Ziff. 5.2.4 anzubringen.

Beim Anschluss eines mobilen Notstromaggregates ohne Isolationsüberwachung und wenn ein 4-poliger Umschalter vorhanden ist, muss vom Elektrofachpersonal in der Hauptverteilung eine Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) erstellt werden, wobei die Verbindung dem Mindestquerschnitt der grössten Leitung vom Anschlusskasten oder Externen Klemmenkasten entsprechen muss (Figur 9). In der Hauptverteilung und im externen Klemmenkasten ist eine Kennzeichnung «Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) in der Hauptverteilung» anzubringen. Ebenso sind während des Betriebs die Warnschilder gemäss Ziff. 5.2.4 anzubringen.

Beim Entfernen des mobilen Notstromaggregates ohne Isolationsüberwachung muss die Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) vom Elektrofachpersonal wieder zurückgebaut und die dazugehörigen Kennzeichnungen entfernt werden.

5.2.4.2 Neue Anlagen

Die Zuleitung vom externen Klemmenkasten ist über einen 4-poligen Umschalter mit Nullstellung (Netz-0-KK) in die Hauptverteilung zu führen (Figur 9). Während des Betriebs eines mobilen Notstromaggregates mit Isolationsüberwachung sind Warnschilder gemäss Ziff. 5.2.4 anzubringen.

Beim Anschluss eines mobilen Notstromaggregates ohne Isolationsüberwachung und wenn ein 4-poliger Umschalter vorhanden ist, muss vom Elektrofachpersonal in der Hauptverteilung eine Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) erstellt werden, wobei die Verbindung dem Mindestquerschnitt der grössten Leitung vom Anschlusskasten oder Externen Klemmenkasten entsprechen muss (Figur 9). In der Hauptverteilung und im externen Klemmenkasten ist eine Kennzeichnung «Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) in der Hauptverteilung» anzubringen. Ebenso sind während des Betriebs die Warnschilder gemäss Ziff. 5.2.4 anzubringen.

Beim Entfernen des mobilen Notstromaggregates ohne Isolationsüberwachung muss die Neutralleiter-Schutzleiterverbindung (N-PE) vom Elektrofachpersonal wieder zurückgebaut und die dazugehörigen Kennzeichnungen entfernt werden.

5.2.5 Abgabe über den externen Klemmenkasten

Der Zusatzschutz mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD, Residual-Current Device) gemäss NIN ist durch den Betreiber der nachgeschalteten Installation sicherzustellen.

6 Niederspannungsinstallationen

6.1 Abtrennbarkeit

Bei allen Überstromunterbrechern mit Neutralleiter sind Trenner oder Spezialklemmen zu verwenden.

6.2 Überstromschutzorgane bei Schutzanlagen mit EMP-Schutz

Es dürfen nur Schmelzsicherungen als Überstromschutzorgan verwendet werden.

6.3 Überstromschutzorgane bei Schutzanlagen ohne EMP-Schutz

Leitungsschutzschalter LS oder kombinierten Fehlerstrom-Schutzschalter mit Leistungsschutzschalter FI-LS (RCBO, Residual current operated Circuit-Breaker with Overcurrent protection) müssen einem Bemessungskurzschlussstrom $I_{nc} = 10'000 \text{ A}$ entsprechen und mit max. 60 A träge oder 100 A Din 00 vorgesichert sein. Ansonsten sind Schmelzsicherungen zu verwenden.

6.4 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

6.4.1 Allgemein

Für allgemein zugängliche Steckdosen in Räumen, welche der zivilen Nutzung dienen, von Schutzbauten gemäss TWO und TWS sowie von erneuerten Schutzbauten nach den TWE-Anlagen sind Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD, Residual-Current Device) einzubauen. Bei bestehenden Installationen gilt die Besitzstandswahrung.

Die Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) müssen bei EMP-geschützten Installationen nach dem Überstromschutzorgan für die Licht- und allgemeinen Steckdosen angeordnet sein.

Das Ersetzen einer Steckdose ohne Zusatzinstallation bedingt kein Nachrüsten des RCD-Schutzes.

6.4.2 In Schutzbauten die nach TWE „Anlagen“ erneuert werden oder bei Zusatzinstallationen

Bei Erneuerungen von Elektroinstallationen oder bei Zusatzinstallationen ist der RCD-Schutz nach den gültigen NIN nachzurüsten.

Beim Nachrüsten vom RCD-Schutzes muss die Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nach dem Überstromschutzorgan für die Licht- und allgemeinen Steckdosen angeordnet sein (Ziff. 6.2).

In bestehenden Schutzbauten oder in Schutzbauten, die nach TWE „Anlagen“ erneuert werden, können Steckdosen kombiniert mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen eingesetzt werden.

6.4.3 Ausnahmen

Steckdosen für kritische Infrastruktureinrichtungen von Kommunikation und Alarmierungseinrichtungen, welche im Ereignisfall der Sicherheit von Personen dienen, dürfen nicht mit RCD ausgerüstet werden. Diese Steckdosen müssen entsprechend und dauerhaft gekennzeichnet werden (graviertes Schild).



Das BABS prüft im Zusammenhang mit der Projektgenehmigung die einzubauenden RCD's.

EMP-Steckdosen dürfen nicht mit RCD ausgerüstet werden und müssen entsprechend und dauerhaft mit "EMP" gekennzeichnet sein.

6.5 Anpassungen an die gültigen Normen bei Erneuerungsprojekten

Bei einem Erneuerungsprojekt in der Schutzbaute nach TWE "Anlagen" müssen an den Elektroinstallationen folgende Anpassungen vorgenommen werden:

- Alle Steckdosen des Typs 12 und Typ 14 müssen gegen Steckdosen des Typs 13 ausgetauscht werden;
- Falls Installationen nach Art der Erdverbindungen Schema «Nullung Schema III» vorhanden sind, muss diese nach Schema TN-S oder TN-C-S angepasst werden (Ausnahmen Ziff. 6.4.3).

6.6 Schutzleiter bei EMP-geschützten Schutzbauten

Grundsätzlich wird der Schutzleiter in der EMP-geschützten Installation von Schutzbauten beibehalten. Durch die leitende Umhüllung von abgeschirmten Leitungen wird der Schutzleiter nicht ersetzt.

6.7 Geräteräume

In Geräteräumen, wo brennbare Flüssigkeiten gelagert werden, sind die Bestimmungen der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) «Richtlinie brennbare Flüssigkeiten, Lagerung und Umgang» Nr. 1825 einzuhalten. Die elektrische Installation ist anhand der Explosionsschutzonen auszuführen (NIN 7.61).

Sofern bei bestehenden Geräteräumen beabsichtigt ist, Motoraggregate mit gefüllten Tanks einsatzbereit zu halten, oder werden gefüllte Reservekanister im Geräte- bzw. Materialraum eingelagert, sind Gaswarnanlagen einzubauen.

6.8 Revisionsschalter (Sicherheitsschalter)

Bei Energieverbrauchern, welche gegenüber den Wirkungen des elektromagnetischen Impulses (EMP) geschützt sind, ist auf der EMP-Schaltgerätekombination (SGK) Energieverteilung ein allpoliger Schalter einzubauen.

Ist der Verbraucher nicht im gleichen Raum wie die EMP- Energieverteilung, ist ein abschliessbarer Schalter auf der EMP- Energieverteilung zu montieren (SUVA CE93-9).

Für ferngesteuerte Energieverbraucher, bei welchen die Vorrichtungen zum Schalten auf der EMP- Energieverteilung montiert sind und von dieser aus nicht sichtbar sind, müssen Warnzeichen, die den Bestimmungen der NIN entsprechen, angebracht werden.

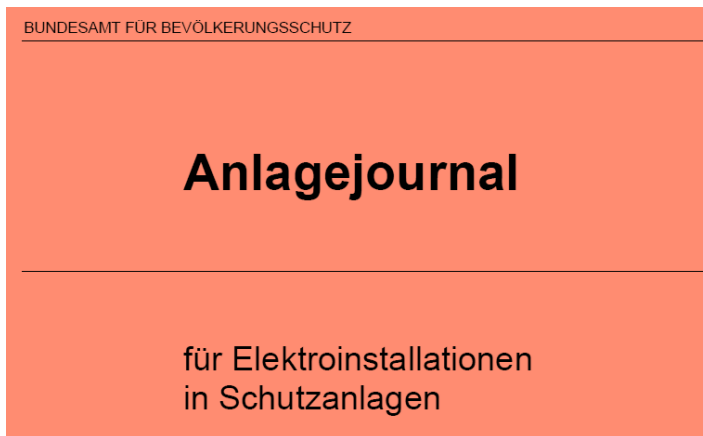
Beim Einbau von Revisionsschalter bei Klein-Belüftungsgeräten in Schutzräumen- und Anlagen gilt das BABS «Technische Merkblatt TMB» Schalteinrichtungen für Wartungsarbeiten "Revisionsschalter" bei Kleinbelüftungsgeräten in Schutzbauten.

7 Unterhalt und Betrieb

Für den Unterhalt und den Betrieb in funktioneller Hinsicht sind die Normen, Weisungen und Richtlinien der für die Schutzinfrastruktur des Bevölkerungsschutzes zuständigen Stelle des Bundes (BABS) anzuwenden.

7.1 Dokumentation / Anlagejournal

Änderungen und Erweiterungen an der elektrischen Energieversorgung sind im Anlagejournal einzutragen. Im Anlagejournal sind ebenfalls alle Abnahme- und periodischen Kontrollen einzutragen. Das Anlagejournal, die Sicherheitsnachweise inkl. Mess- und Prüfprotokoll nach NIV Art. 35 – Art. 37 und die Kontrollberichte sind bei der periodischen Kontrolle dem Kontrollorgan vorzulegen. Das Anlagejournal ist in der HV abzulegen. Leere Anlagenjournale können bei der für die Schutzinfrastruktur des Bevölkerungsschutzes zuständigen Stelle des Bundes (BABS) bezogen werden.



8 Aufhebung von Schutzanlagen

Die folgenden Massnahmen stützen sich auf die «Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über den notwendigen Rückbau der technischen Schutzbausysteme bei aufgehobenen Schutzanlagen».

Auch kantonal geltende Weisungen müssen berücksichtigt werden.

8.1 Aufhebung des EMP-Schutzes von Elektroinstallationen

8.1.1 Niederspannungs-Installationsnormen (NIN)

Nach der Aufhebung des EMP-Schutzes gemäss den Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) gelten für die elektrischen Installationen die Niederspannungs-Installations-Norm SN 411000 (NIN). Insbesondere müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- Ab dem Bezüger-Überstromunterbrecher muss das Schutzsystem nach Schema TN-S oder TN-C-S NIN ausgeführt sein;
- Die Forderung für die Ausführung der Leitungen nach Schema TN-S oder TN-C-S betrifft die Zuleitung bis zum Anschlusskasten (AK) sowie die Leitung vom Anschlusskasten bis zur Hauptverteilung (HV);
- Falls eine Installation nach Art der Erdverbindungen Schema «Nullung Schema III» vorhanden ist, muss diese angepasst werden.

8.1.2 Nachrüstung Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD)

Erfolgt bei der Umnutzung als Schutzraum (Auflösung des EMP Raums) keine Anpassung der Grundinstallationen, ist eine Nachrüstung mit Fehlerstrom-Schutzschaltern RCD (Residual-Current Device) erforderlich.

8.1.3 Überspannungsableiter

Die für den EMP-Schutz eingebauten Überspannungsableiter in Anschluss- und Klemmenkasten, Haupt- und Unterverteilungen oder in Geräten können belassen werden.

8.1.4 EMP-Material

Bei aufgehobenen Schutzanlagen wird auf den EMP-Schutz verzichtet, ausgenommen Schutzräume >800 Personen oder Kranken- und Altersheime.

Bei der Erneuerung der Elektroinstallationen oder der Installation ziviler Zusatzausrüstungen muss deshalb kein EMP-Material mehr verwendet werden. Insbesondere müssen keine abgeschirmten EMP-Kabel, Kupferwellrohre oder EMP-Steckdosen eingesetzt werden.

Die bestehenden EMP-Installationen und Verteilungen dürfen weiterhin verwendet werden.

8.1.5 Spezielle Geräte und Apparate im Medizinalbereich

Sämtliche speziellen Geräte und Apparate im Medizinalbereich, sowie deren Kabel, Leitungen und Anschlussdosen, müssen durch qualifizierte Unternehmungen und spezialisierte Entsorgungsunternehmen fachgerecht rückgebaut und entsorgt werden. Wie beispielsweise:

- Röntgengeräte;
- Ultraviolett Entkeimungsanlagen (UV-Entkeimung);
- Dampfsterilisatoren;
- Operationsleuchten;
- Installationen für die Medizinalgasversorgung;
- Nachbearbeitungsgeräte Operation NOP.

8.1.6 Kennzeichnung "EMP-Schutz aufgehoben"

Werden die vorhandenen Elektro-Installationen weiter genutzt, muss klar ersichtlich sein, dass der EMP-Schutz aufgehoben wurde. Zu diesem Zweck sind folgende Aufkleber dauerhaft und gut sichtbar anzubringen.

- Kennzeichnung auf der Hauptverteilung (HV-EMP):

 **Der EMP-Schutz wurde in dieser Installation aufgehoben.**

Zusatzinstallationen, Erweiterungen und Anpassungen müssen nach den geltenden Niederspannungs-Installationsnormen (NIN) realisiert werden.

Letzte Inspektion durch eine akkreditierte Inspektionsstelle:

Datum: Firma:

Name des Inspektors: (Blockschrift):

Unterschrift:

- Kennzeichnung auf dem Anschlusskasten (AK 1):

 **Der EMP-Schutz wurde in dieser Installation aufgehoben.**

Die Aufkleber können beim BABS bezogen werden

8.2 Umnutzung der Schutzanlage als Schutzraum

8.2.1 Elektroanschluss der Schutzraumkomponenten

Die für den Betrieb von Schutzräumen nach TWP bzw. TWS erforderlichen Komponenten, insbesondere die Belüftungsgeräte (VA) sowie die normale Raumbeleuchtung, müssen fest (nicht steckbar) an die elektrische Energieversorgung angeschlossen sein.

8.2.2 Übermittlungsinstallationen

Übermittlungsinstallationen können belassen werden.

8.2.3 Gas-, Druck- und Schockschutz

Bei aufgehobenen Schutzanlagen, welche weiter als Schutzraum genutzt werden, muss der Gas-, Druck- und Schockschutz gewährleistet bleiben und den gültigen Vorgaben des BABS entsprechen. Bei Rückbauten, Erneuerungen oder der Installation ziviler Zusatzinstallationen sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

Gas- und Druckschutz:

- Nach dem Rückbau von Leitungen durch die Schutzraumhülle müssen die Durchführungen gas- und druckdicht verschlossen werden.

Massgebend für die Ausführung bestehender und neuer Durchführungen ist das Merkblatt "Gas- und druckdichte Durchführungen für Kabel" des BABS.

Schockschutz:

- Für Einbauteile von zivilen Zusatzinstallationen, welche keine Bedeutung für die Funktion des Schutzraums haben, muss die "passive Schocksicherheit" gewährleistet sein. Bei Schockeinwirkungen dürfen solche Einbauten weder Personen noch für die Funktion des Schutzraums erforderliche Einbauten gefährden;
- Zur Gewährleistung der "passiven Schocksicherheit" dürfen für die Befestigung von Einbauteilen mit einer Masse von mehr als 10 kg nur vom BABS genehmigte Dübel bzw. Verankerungssysteme verwendet werden;
- Anforderung an Schaltgerätekombinationen und Beleuchtungskörper ohne EMP-Schutz: schocksicher mit BZS-Zulassung.

Einbauten und Installationen in Schutzräumen müssen die Anforderungen gemäss den Technischen Weisungen für die Schocksicherheit von Einbauteilen in Zivilschutzbauten (TW Schock) erfüllen.

Die Liste der vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz für schocksichere Befestigungen zugelassenen Dübel/Anker findet sich unter der BABS Homepage.

8.2.4 Notstromgruppe (NS) und Kraftstoffversorgung

Kein Rückbau der NS

Wird die Notstromgruppe auf Wunsch des Eigentümers belassen, übernimmt der Eigentümer die vollumfängliche Verantwortung für den Betrieb und den Unterhalt der Anlage. Er hat dabei insbesondere die Weisungen und Normen bezüglich der Arbeitssicherheit und Luftreinhalteverordnung (LRV) einzuhalten. Die Aufsicht bleibt beim Eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI). Die Kontrollen sind durch eine akkreditierte Inspektionsstelle auszuführen.

Rückbau der NS und Kraftstoffversorgung

Besteht im Schutzraum keine weitere Verwendung der Notstromgruppe, müssen der Rückbau und die Entsorgung der Anlage durch qualifizierte Unternehmungen und spezialisierte Entsorgungsunternehmen ausgeführt werden.

8.3 Aufhebung der Schutzanlage für eine zivile Nutzung

Für nicht weiter als Schutzräume genutzte Schutzanlagen bestehen keine Anforderungen bezüglich des EMP-, Gas-, Druck- und Schockschutzes. Sämtliche Elektroinstallationen sind nach der üblichen Installationspraxis gemäss NIN auszuführen. Die RCD-Nachrüstung ist erforderlich.

8.3.1 Übermittlungsinstallationen

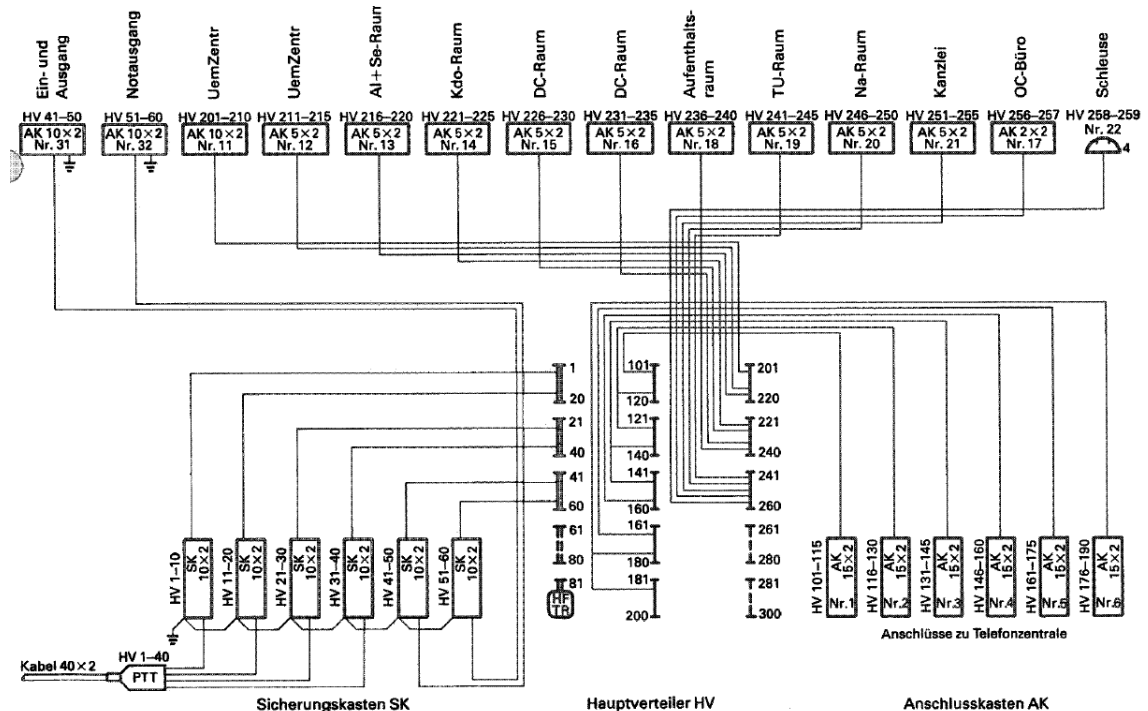
Folgende Apparate inkl. Kabel, Leitungen und Anschlussdosen sowie alle dazugehörigen Steuergeräte müssen fachgerecht zurückgebaut und entsorgt werden:

- LB-Installationen (analoge Verbindungsleitungen) Alle AK, Teil Hauptverteiler HV (101-300 in Beispiel) zu den AK, Anschlüsse zu Telefonzentrale;
- Schleusentelefon (Apparate, Kabel, Leitungen und Anschlussdosen);

- 200 MHz und 2500 MHz Antenneninstallationen (Kabel, Leitungen, Anschlussdosen, Verteiler und Antennenköcher);
- Mobile und Polycom Repeater-Installationen (Repeater und Komponenten, Antennenmaste, Antennen innen und aussen, Kabel und Leitungen).

Folgende Übermittlungsinstrumente können belassen werden:

- UKV-Installationen können belassen werden;
- Nicht zu demontieren: Amtsverteiler (Netztrennstelle NTS) Teil Hauptverteiler HV (1-60 in Beispiel), Sicherungskasten SK (Die darin enthaltenen Überspannungsableiter müssen gemäss «Ersatz der Überspannungsableiter UA1, UA12 und UC245I in Schutzbauten» erneuert sein.



Quelle: Figur 3.5-1 TWO 1977 Schema Telefonanschlüsse (KP Typ I)

8.3.2 Starkstrominstallationen für HLK-Komponenten

Folgende Apparate inkl. Kabel, Leitungen und Anschlussdosen sowie alle dazugehörigen Steuergeräte müssen fachgerecht zurückgebaut und entsorgt werden:

- Kälteanlagen;
- Heizungsanlagen;
- Ventilationsaggregat (VA);
- Elektro-Luftwärmer.

8.3.3 Starkstrominstallationen für Sanitäranlagen und Küchengeräte

Folgende Apparate inkl. Kabel, Leitungen und Anschlussdosen sowie alle dazugehörigen Steuergeräte müssen fachgerecht zurückgebaut und entsorgt werden:

- Druckerhöhungsanlagen;
- Druckkochapparate;
- Wassererwärmer (Boiler).

8.3.4 Notstromgruppe (NS) und Kraftstoffversorgung

Kein Rückbau der NS

Wird die Notstromgruppe auf Wunsch des Eigentümers belassen, übernimmt der Eigentümer die vollumfängliche Verantwortung für den Betrieb und den Unterhalt der Anlage. Er hat dabei insbesondere die Weisungen und Normen bezüglich der Arbeitssicherheit und Luftreinhalteverordnung (LRV) einzuhalten. Die Aufsicht bleibt beim Eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI). Die Kontrollen sind durch eine akkreditierte Inspektionsstelle auszuführen.

Rückbau der NS und Kraftstoffversorgung

Besteht keine weitere Verwendung der Notstromgruppe, müssen der Rückbau und die Entsorgung der Anlage durch qualifizierte Unternehmungen und spezialisierte Entsorgungsunternehmen ausgeführt werden.

8.3.5 Einhaltung der VKF-Brandschutzvorschriften (BSV)

Die Brandschutzvorschriften (BSV) nach den Vorgaben der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) sind schweizweit einzuhalten.

8.4 Rechtliche Zuständigkeiten und Pflichten

8.4.1 Installationsbewilligung

Arbeiten an den elektrischen Installationen in Schutzanlagen dürfen nur durch qualifizierte Personen im Besitz einer allgemeinen Installationsbewilligung gemäss Art. 9 der Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) oder von Personen, die für eine Elektroinstallationsfirma tätig sind, welche mindestens eine zertifizierte Fachperson gemäss Art. 8 der NIV beschäftigt, durchgeführt werden.

8.4.2 Kontrollpflicht

Nach der Aufhebung des EMP-Schutzes muss eine Kontrolle durch eine akkreditierte Inspektionsstelle durchgeführt und ein Sicherheitsnachweis (Sina) inkl. Mess- und Prüfprotokoll erstellt werden. Mit der Zustellung des Sicherheitsnachweises (Sina) inkl. Mess- und Prüfprotokoll an das ESTI stellt die akkreditierte Inspektionsstelle den Antrag zur Entlassung als Spezialinstallation. Eine Bestätigung der Aufhebung vom BABS ist gleichzeitig beizulegen. Die Verantwortung über die Richtigkeit der Angaben trägt der Eigentümer.

Das ESTI löscht den Spezialinstallationseintrag in seinem Register und überweist die Daten für die zukünftige Aufsichtstätigkeiten an den Netzbetreiber.

Die Kontrollperiodizität richtet sich neu nach der NIV, Art. 32 und dessen Anhang.

Hingegen beim Verbleib einer Notstromgruppe unterliegt die Kontrolle weiterhin einer akkreditierten Inspektionstelle und muss auf dem Sicherheitsnachweis ersichtlich sein. Die Registerführung für die Notstromgruppe bleibt beim ESTI.

8.5 Dokumentation

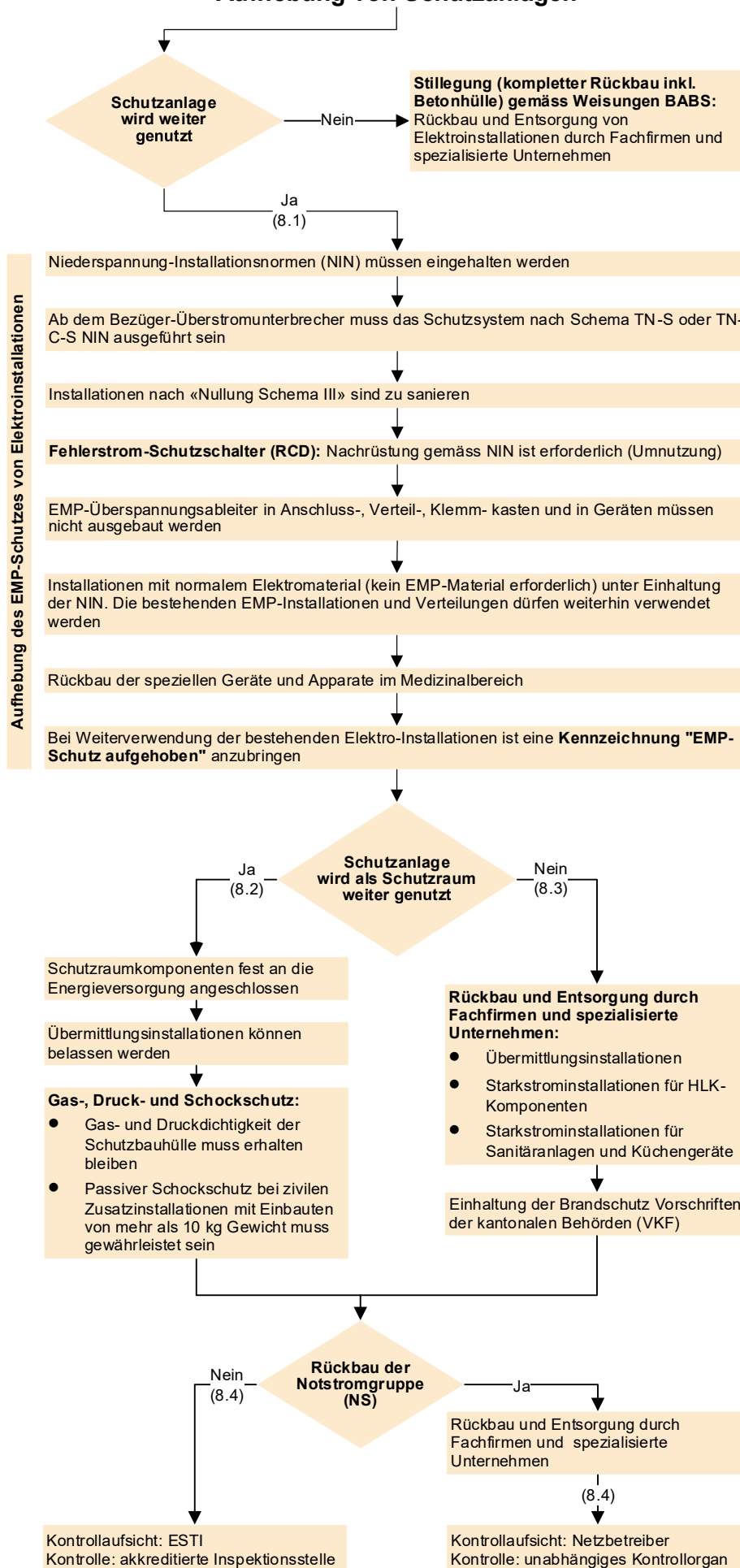
Die letzten gültigen elektrotechnischen Unterlagen (Prinzip- und Detailschemas, Installationspläne) müssen vorhanden sein.

Bei Erweiterungen und Anpassungen für die neue Nutzung müssen die Unterlagen revidiert werden.

8.5.1 Entscheidungs- und Ablaufdiagramm

Im nachfolgenden Entscheidungs- und Ablaufdiagramm werden die beschriebenen Weisungen, Regelungen und Massnahmen zusammengefasst dargestellt:

Aufhebung von Schutzanlagen



9 Bezugsquellen

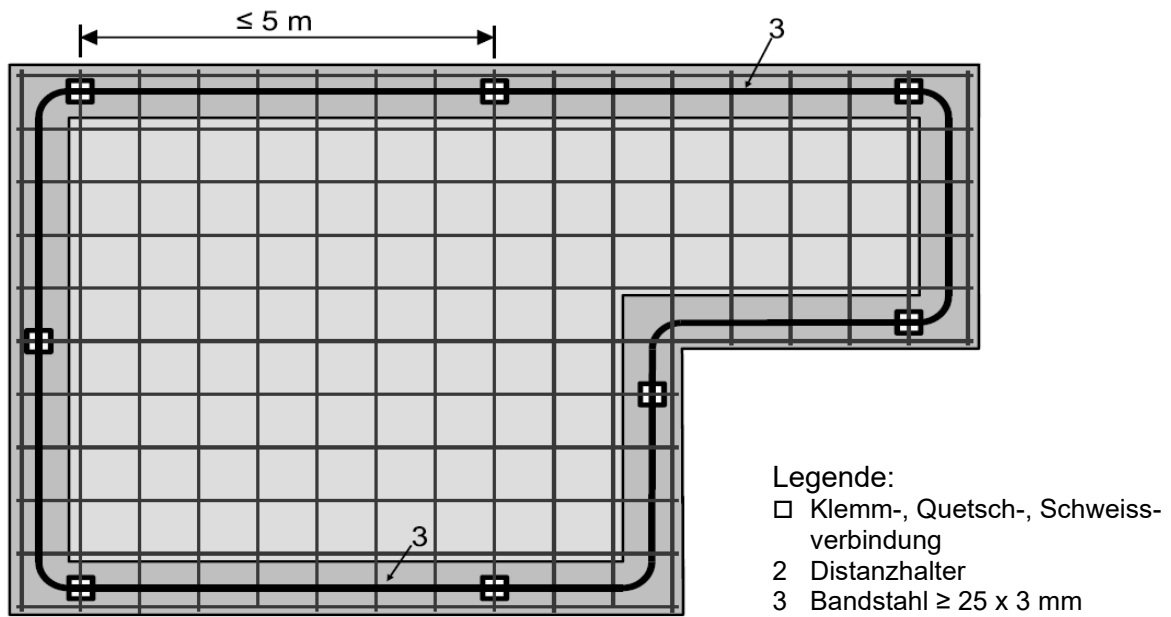
Die Technischen Weisungen, Richtlinien und technischen Grundlagen für die Schutzbauten können beim Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Postfach, 3003 Bern, bestellt werden.

Internetpublikation: siehe BABS Homepage

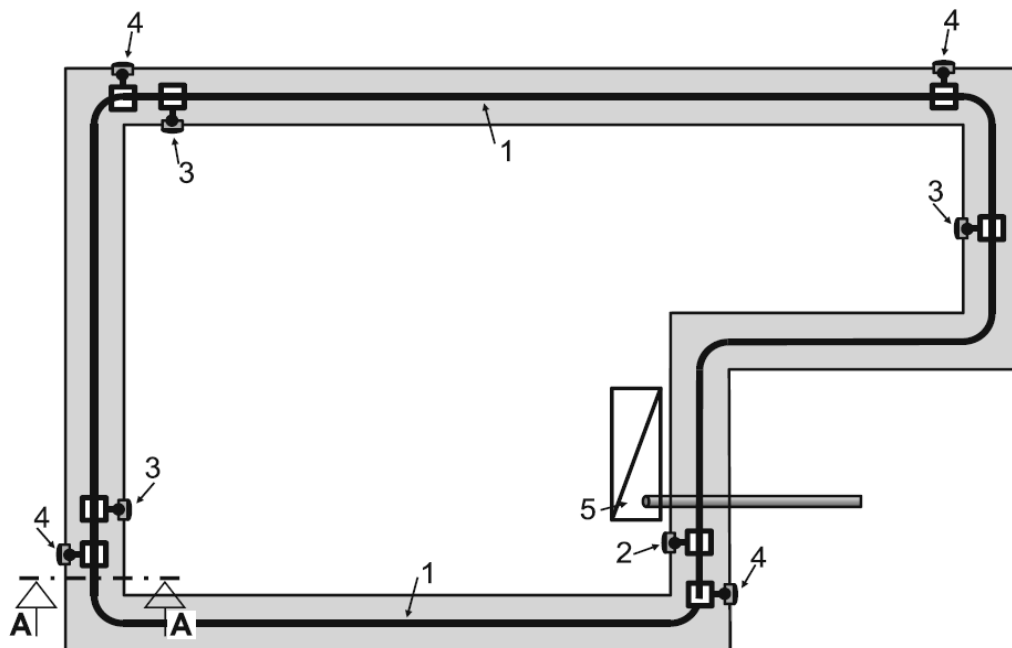
Weitere Unterlagen können bei den Fachverbänden oder Aufsichtsbehörden bezogen werden.

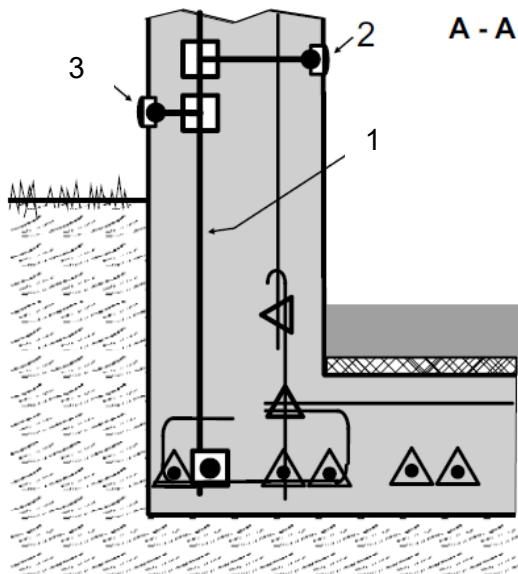
10 Anhang (Figuren 1 bis 16)

Figur 1a Ringleitung für den Schutzpotenzialausgleich



Figur 1b Anschlussstellen für den Schutzpotenzialausgleich



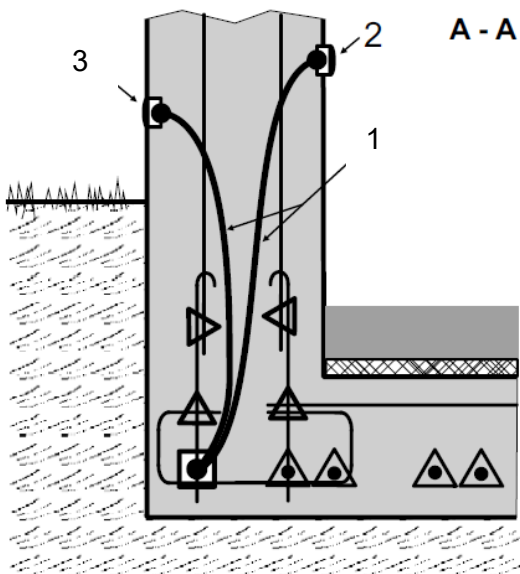
Figur 1c Anschlussstellen mit EMP-Schutz

Legende:

- 1 Anschluss an Fundamente
- 2 Anschlussstelle für Potenzialausgleich
- 3 Anschlussstelle für Blitzschutzableitungen

Schnitt A-A

Verbindung zu den Anschlussstellen mit 25 x 3 mm Flachband

Figur 1d Anschlussstellen ohne EMP-Schutz

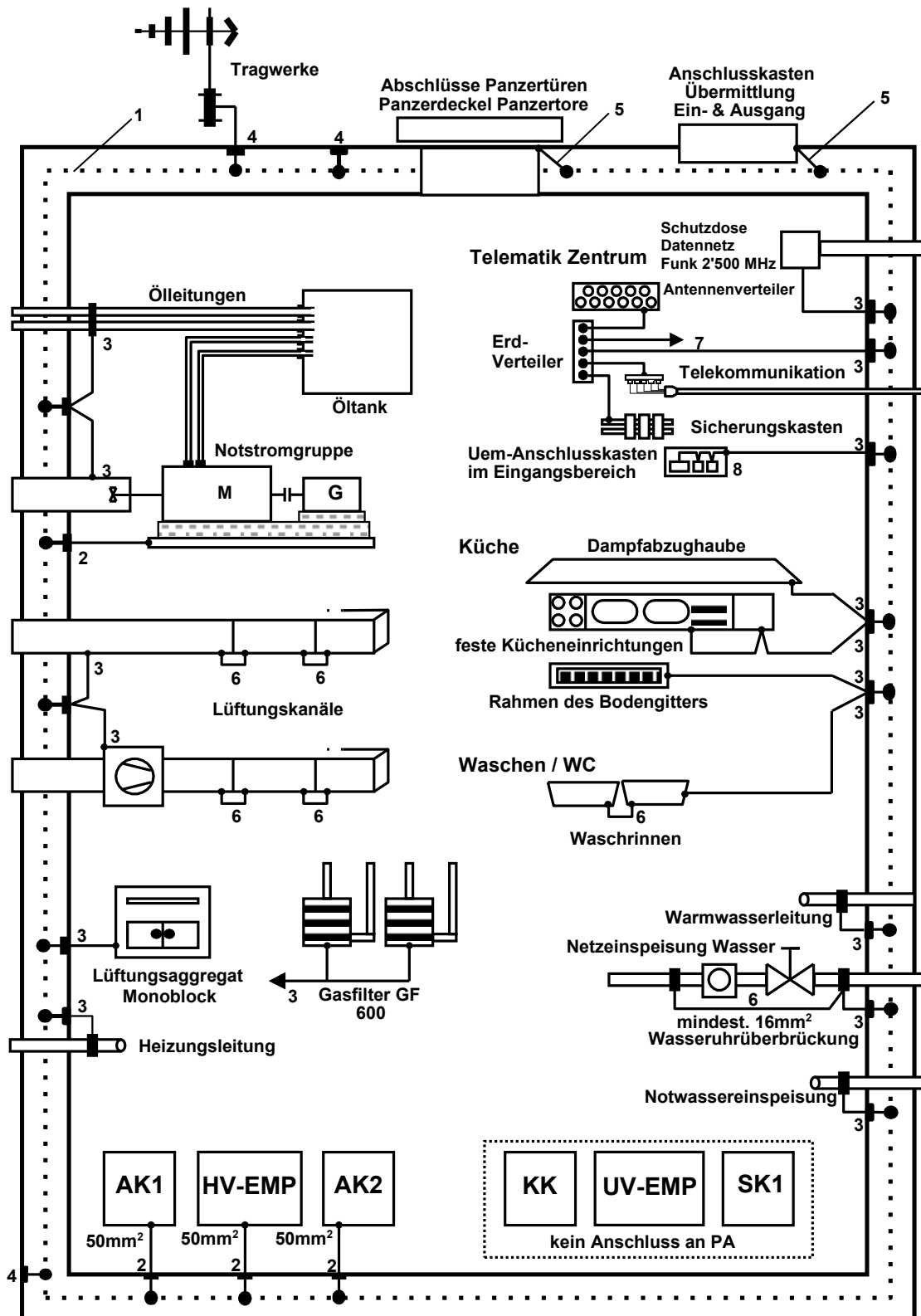
Legende:

- 1 Anschluss an Fundamente
- 2 Anschlussstelle für Potenzialausgleich
- 3 Anschlussstelle für Blitzschutzableitungen

Schnitt A-A

Verbindung mit Anschlussgarnituren ohne EMP-Schutz

Figur 2 Anschluss an den Schutzpotenzialausgleich



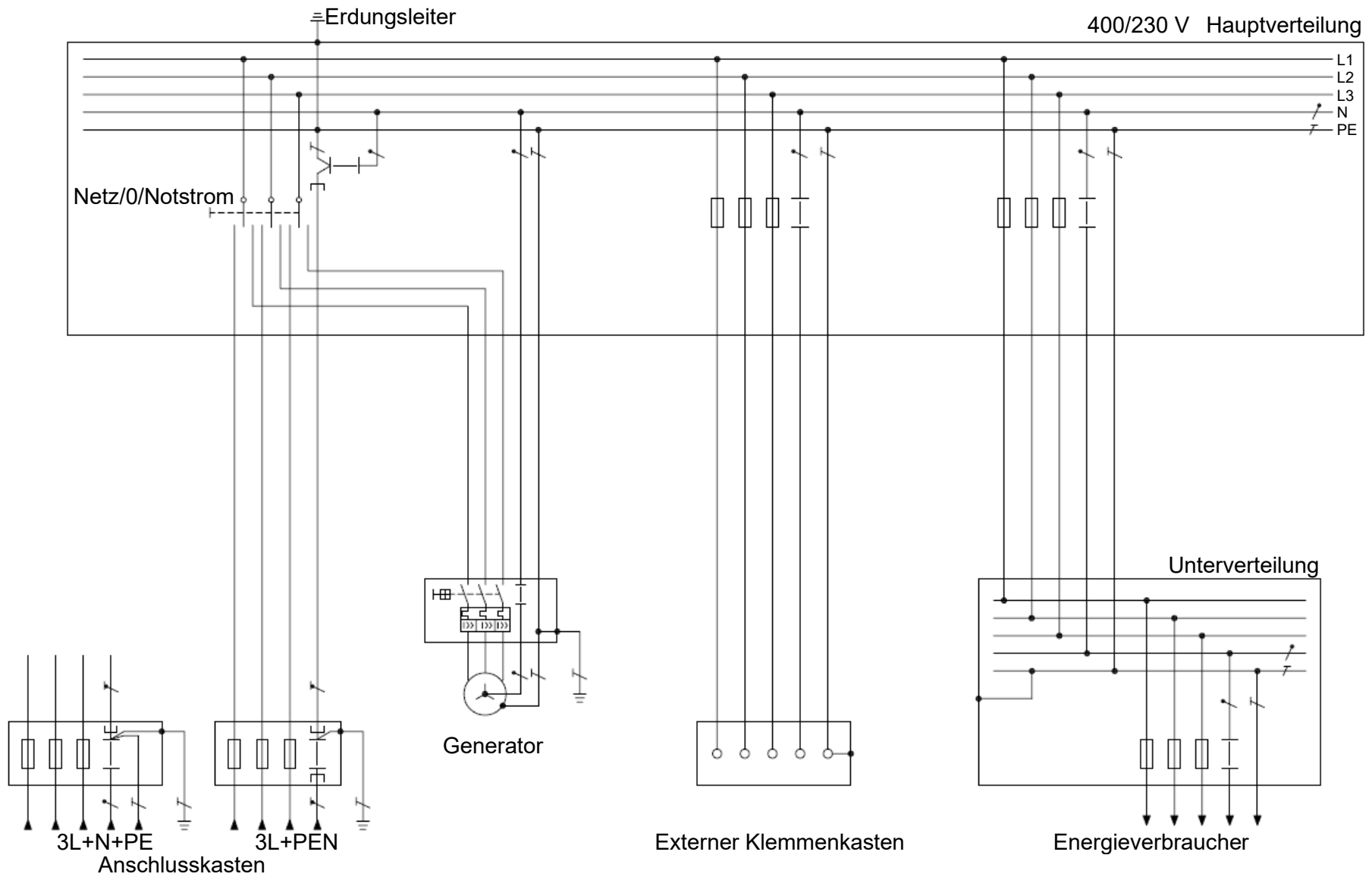
Abkürzungen:

PA	Potentialausgleich
Uem	Übermittlung
AK1	Anschlusskasten 1
AK2	Anschlusskasten 2
HV-EMP	Hauptverteilung EMP
KK	Klemmenkasten
UV-EMP	Unterverteilung EMP
SK1	Schaltgerätekombination 1 (oder SGK)

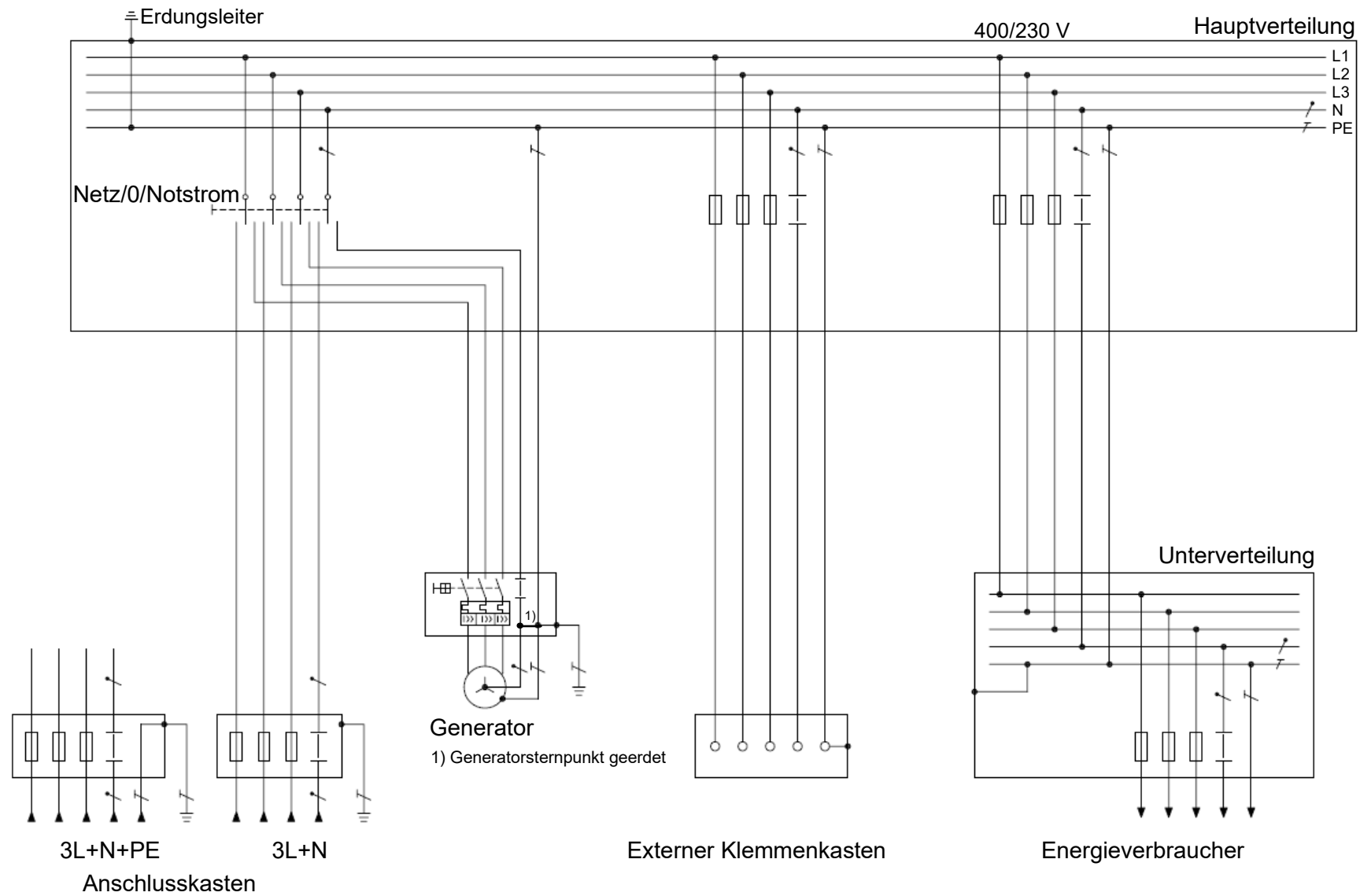
Legende zu Figur 2: Anschluss an den Schutzpotenzialausgleich

- 1 Ringleitung 25 x 3 mm
- 2 Potenzialausgleichsleiter PA 50 mm²
Anschlusskasten, Abgangskasten, Hauptverteilung, Notstromsteuerkasten
Dimension mind. 50 mm², max. 1 m Länge, separate Anschlussstelle
- 3 Potenzialausgleichsleiter PA 16 mm²
- 4 Anschlussstelle aussen für Schutzpotenzialausgleichsleiter PA 16 mm²
- Blitzschutzanlage, Sirenentragwerk, Antennentragwerk
- Geländer und Abdeckungen bei den Ein- und Ausgängen
- 5 Potenzialausgleichsleiter in einbetonierten Metallmassen PA 50 mm²
- 6 Überbrückungen nach NIN 5.4.4.1
Unterbrüche und nicht sichtbare galvanische Verbindungen in
Rohrleitungen und Metallkonstruktionen sind mit
Schutzpotenzialausgleichsleitern zu überbrücken
(Lüftungsrohre, Waschbecken usw.)
- 7 Weitere Übermittlungs- und Kommunikationseinrichtungen (mindestens
16 mm²)
- 8 Übermittlungs- und Kommunikations-Anschlusskasten im Eingangsbereich
(Kupfer d = 4 mm, / mind. 16 mm²)

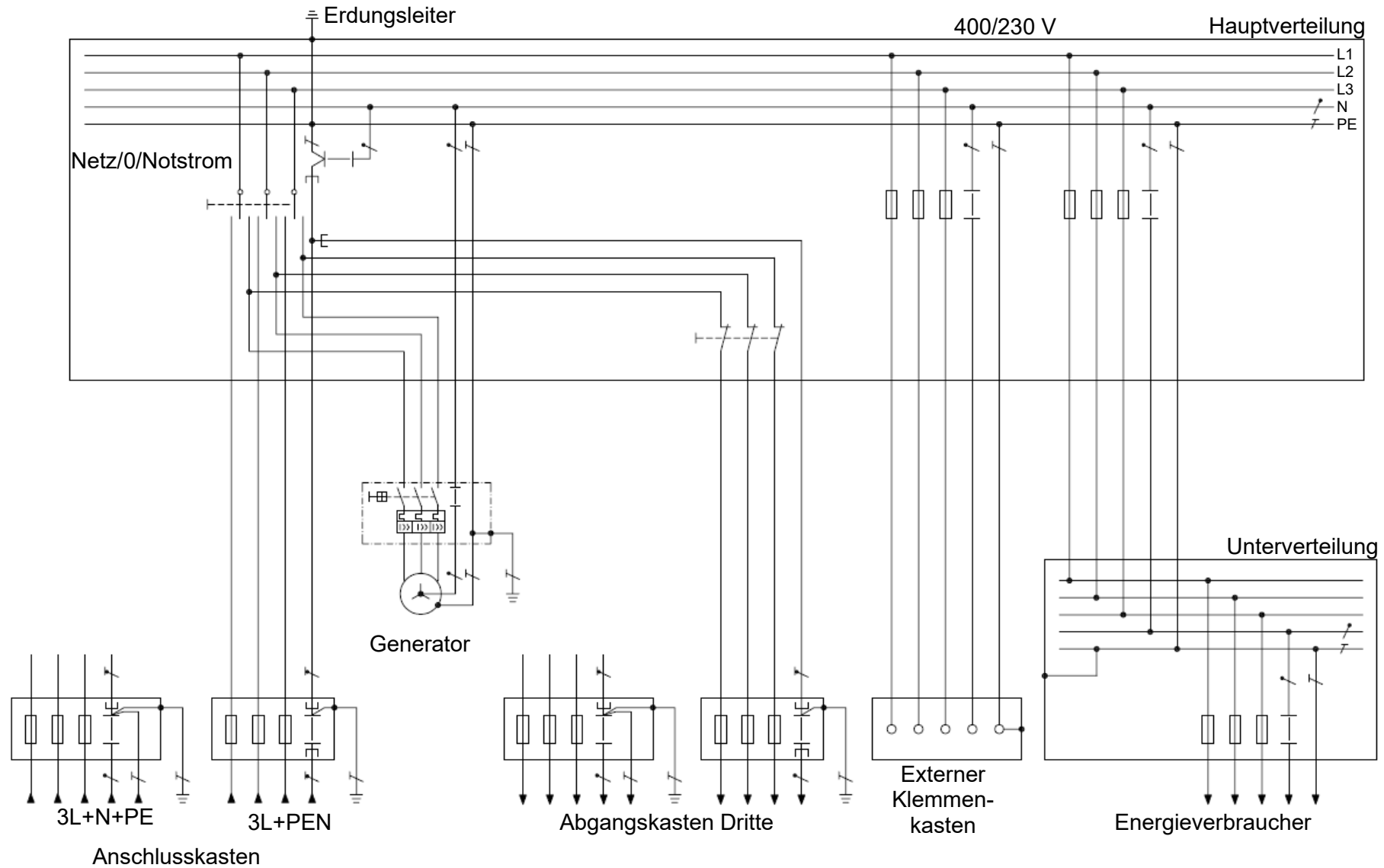
Figur 3 Energieverteilung mit Notstromgruppe, System TN



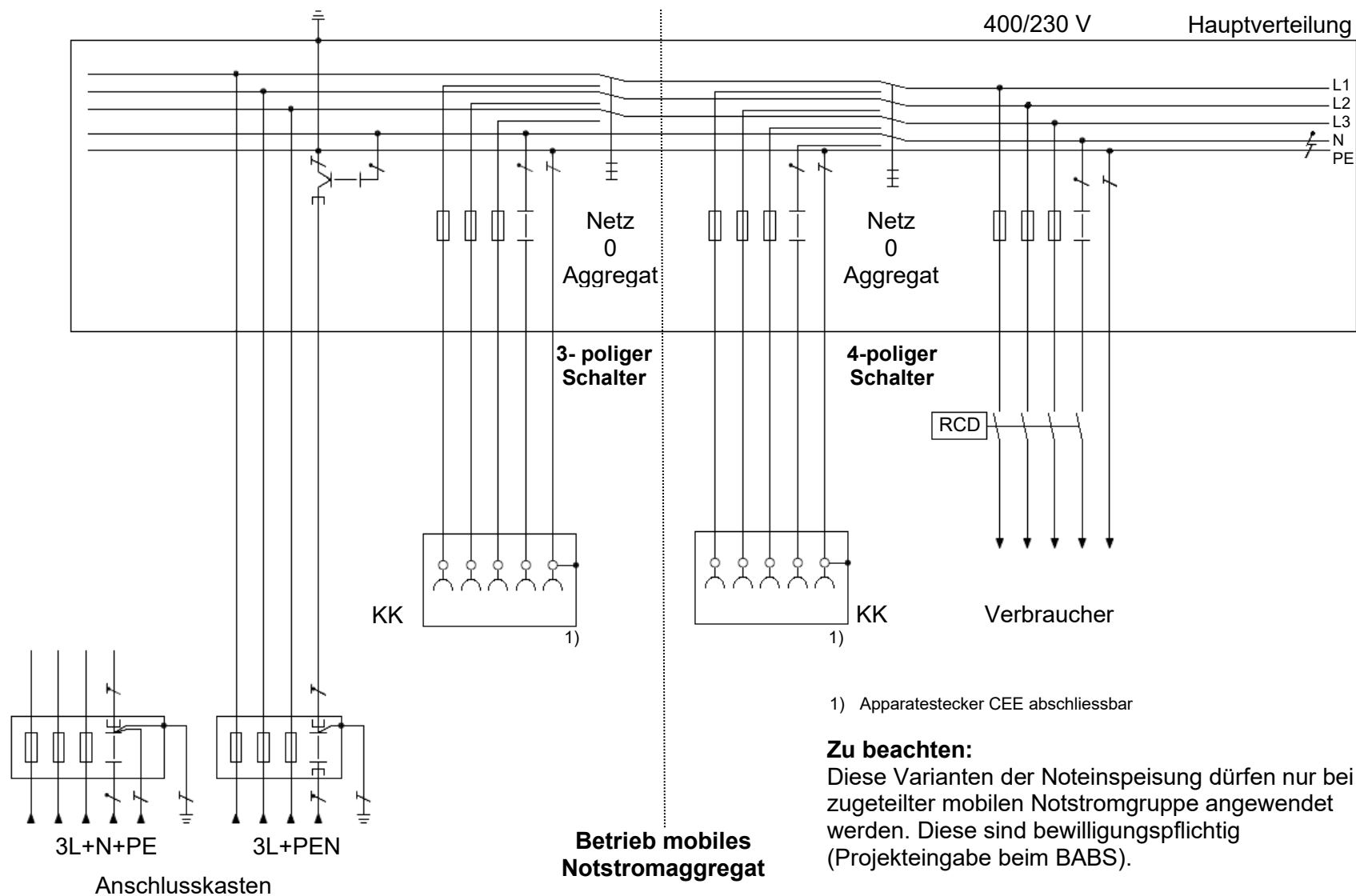
Figur 4 Energieverteilung mit Notstromgruppe, Schutzerdung bei Schalterstellung Netz, System TN bei Schalterstellung Notstrom



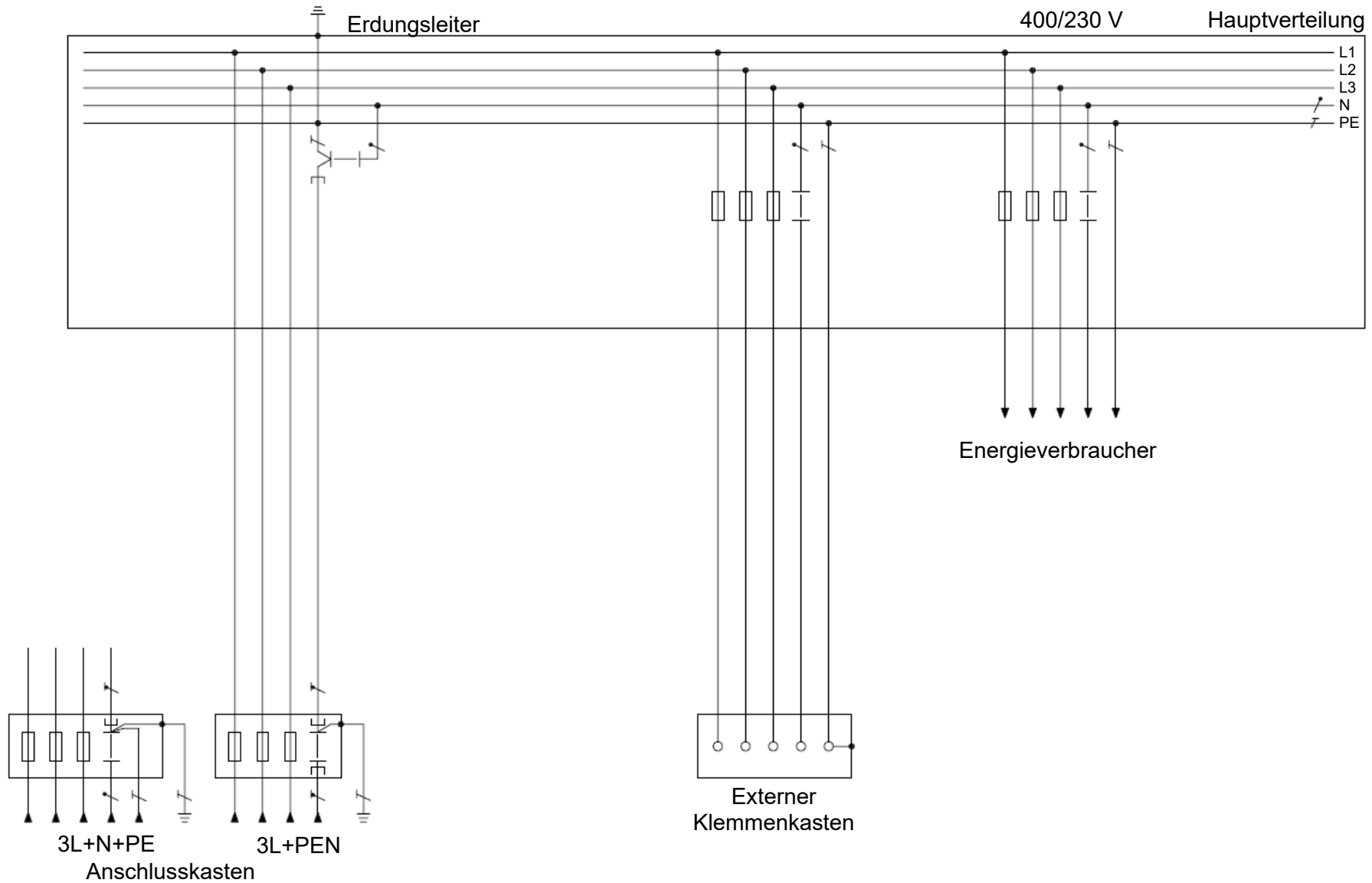
Figur 5 Energieverteilung mit Notstromgruppe und Notstromversorgung für Dritte, System TN

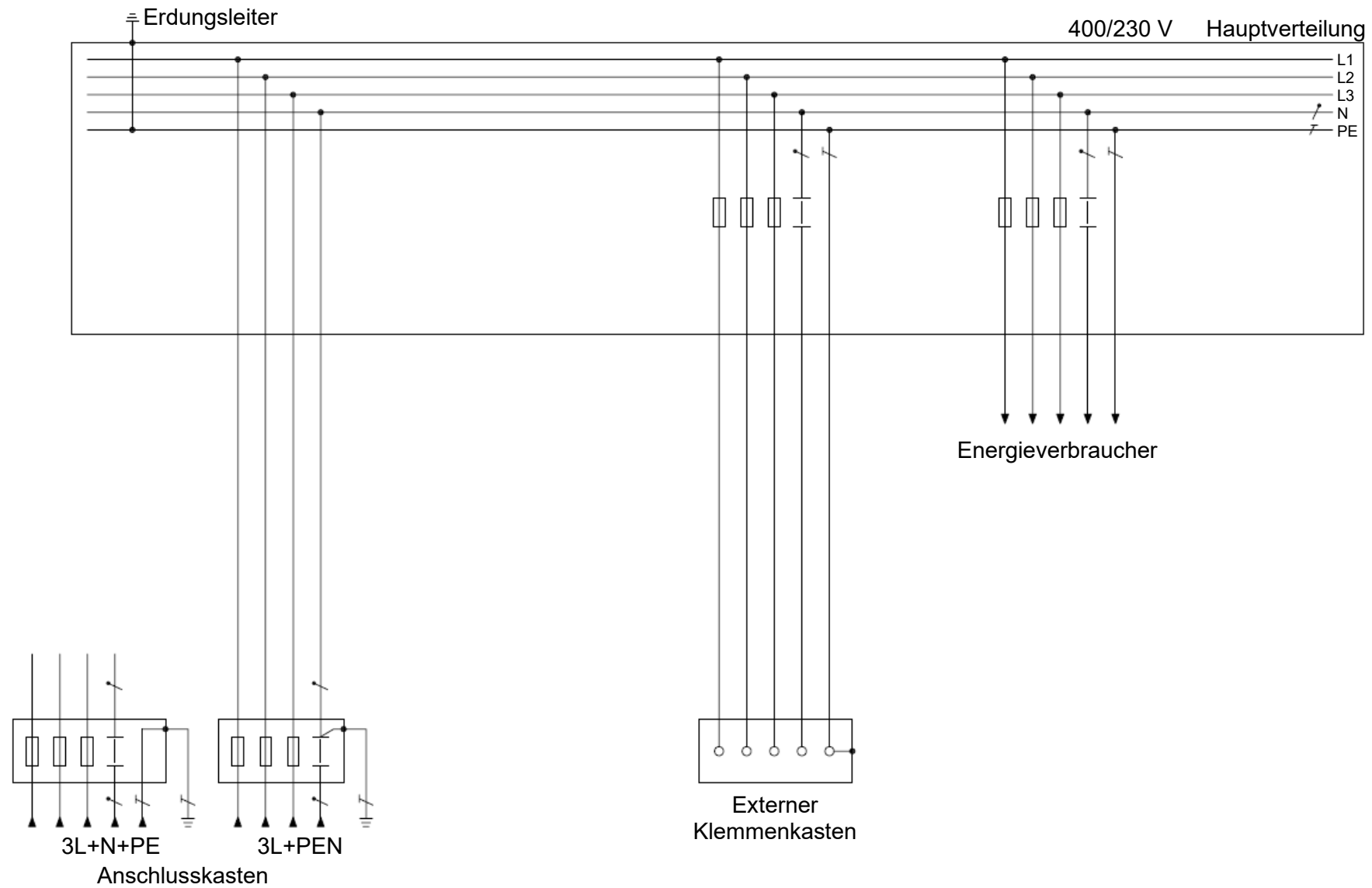


Figur 6 Energieverteilung mit eingebautem Umschalter für den Anschluss einer mobilen Notstromgruppe mit steckbarer Trennstelle, System TN

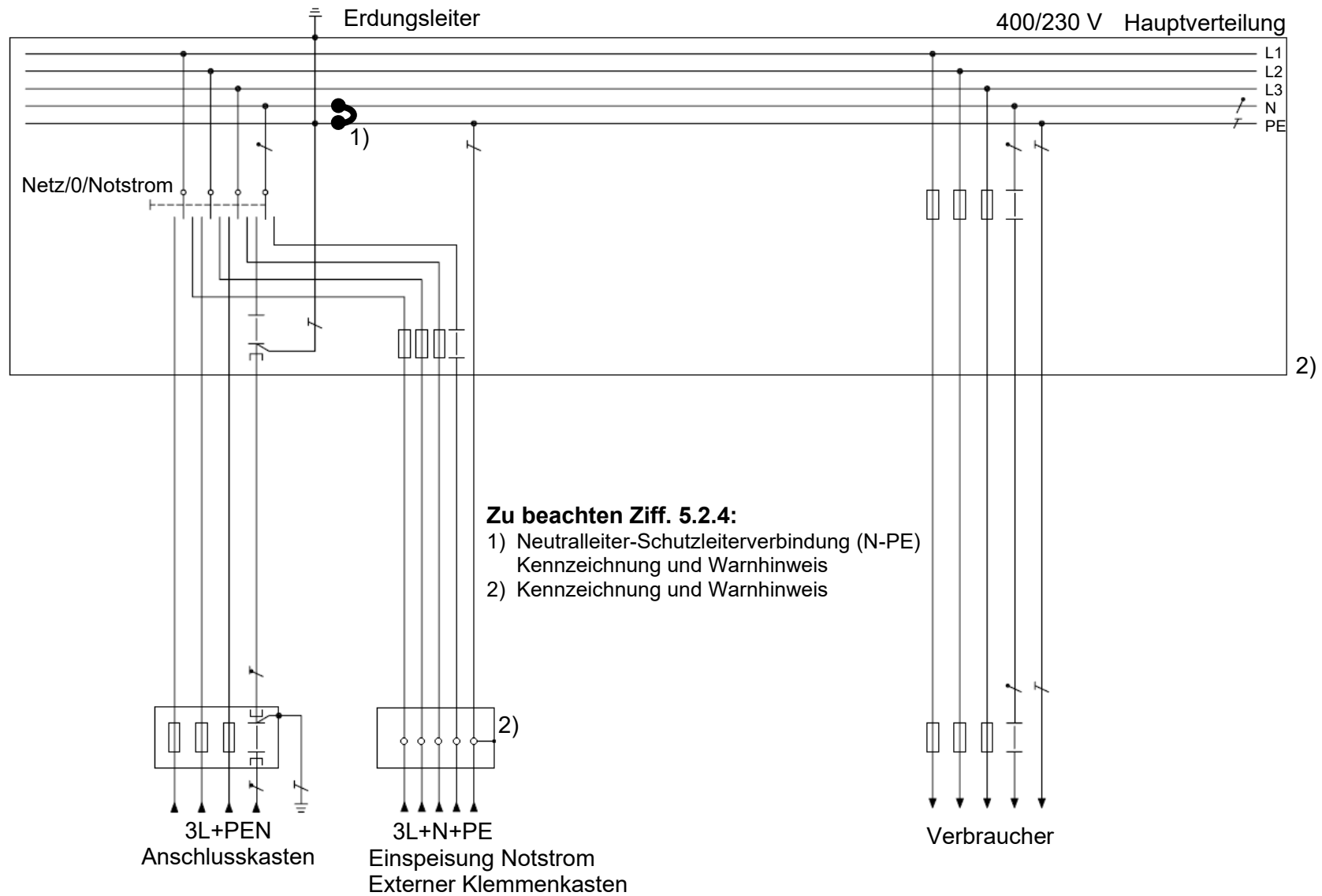


Figur 7 Energieverteilung ohne Notstromgruppe, System TN



Figur 8 Energieverteilung ohne Notstromgruppe, Schutzerdung System TT

Figur 9 Energieverteilung ohne Notstromgruppe System TN mit eingebautem Umschalter für den Anschluss einer mobilen Notstromgruppe (Festanschluss)

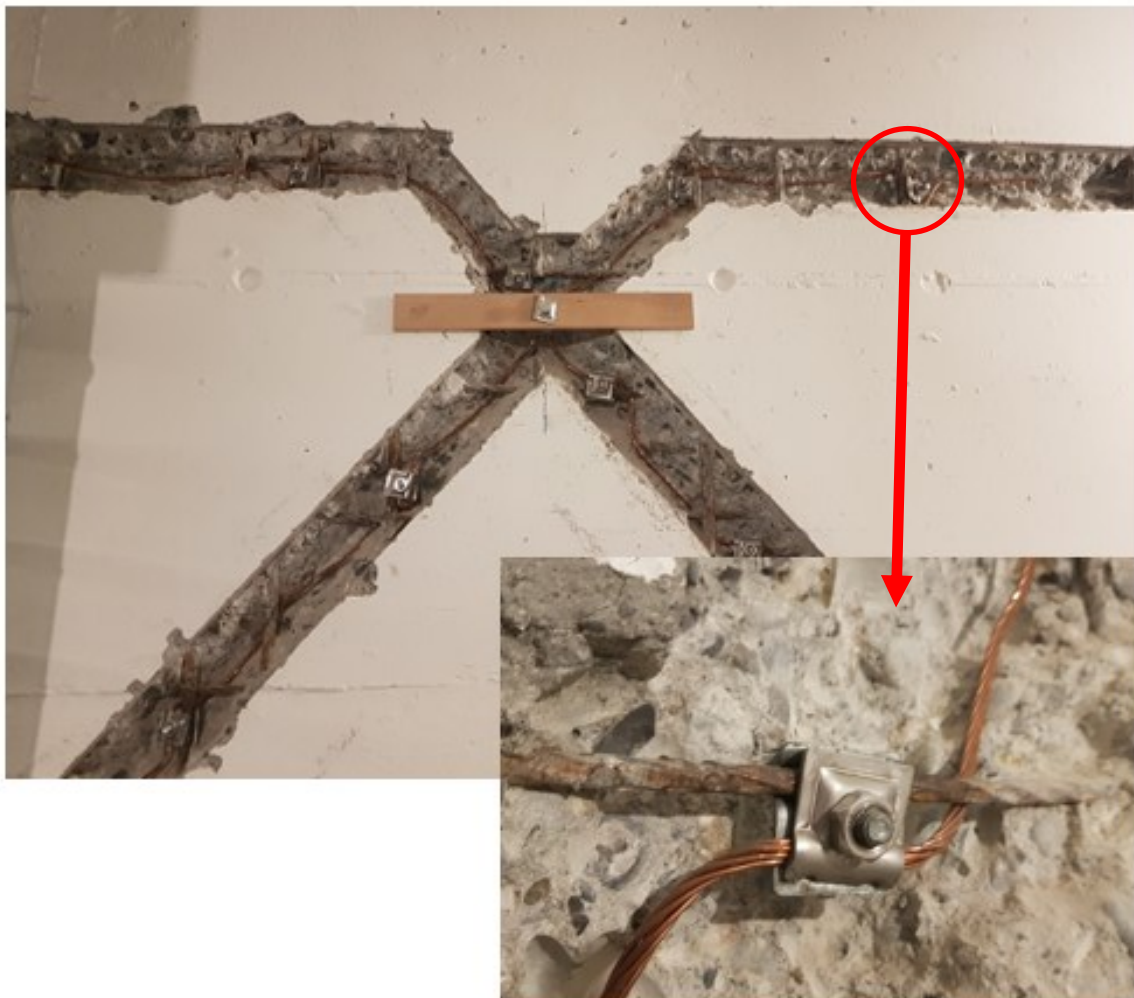


Figur 10 Erdungskreuz: Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich

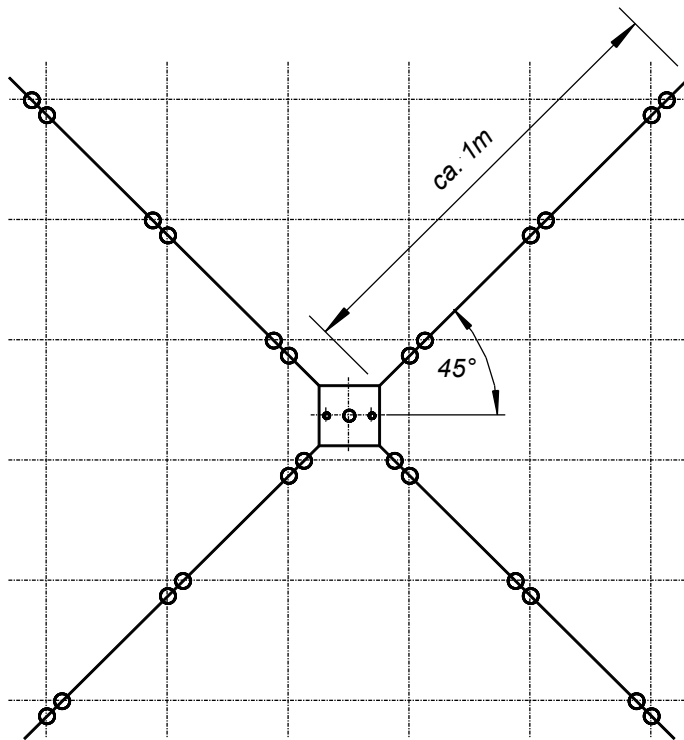
Die «Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich» besteht aus der Anschlussplatte mit Sechskantschraube M10 und vier Kupferseilen mit einem Querschnitt von 16 mm².

Für die Montage sind als Erstes an der Innenseite der Schutzbauhülle die bereits im Beton eingelegten Bewehrungsseisen zu orten. Danach ist das Zentrum des Erdungskreuzes zu bestimmen. Für die Verlegung der Kupferseile sind symmetrische oder asymmetrische Kreuzschlitze zu erstellen, und die Anschlussplatte ist so einzubauen, dass diese flach an der Betonwand aufliegt. Die freigelegten Bewehrungsseisen sind für die Befestigung der Kupferseile blank zu reinigen. Die Kupferseile sind hinter den Bewehrungsseisen durchzuziehen und an mindestens 10 Stellen mit geeigneten Briden an diesen festzuklemmen.

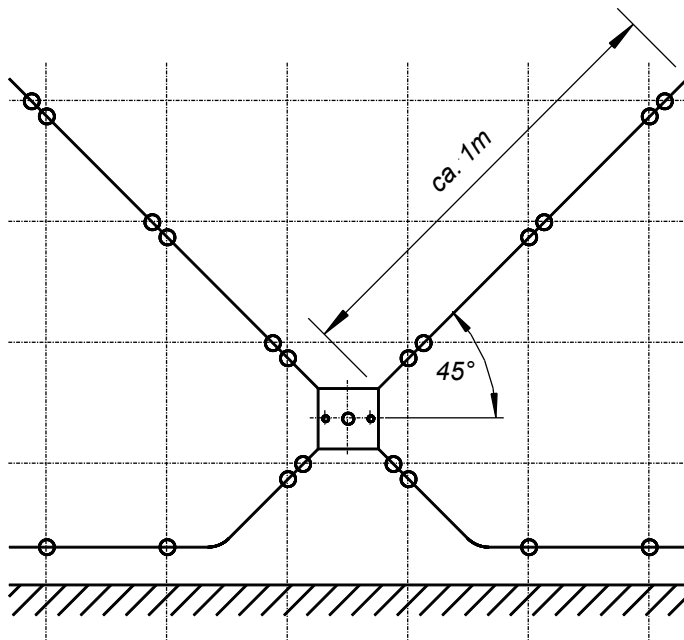
Bei genügenden Platzverhältnissen wird das Erdungskreuz symmetrisch angeordnet (Figur 11); in Bodennähe können zwei Kupferseile asymmetrisch verlegt werden (Figur 12).



Figur 11 Erdungskreis: Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich, symmetrische Anordnung



Figur 12 Erdungskreis: Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich, asymmetrische Anordnung



Figur 13 Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich in max. 1.0 m Entfernung



Figur 14 Nachträglicher Einbau der Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich



Figur 15 Nachträglicher Einbau der Anschlussstelle ZS für den Schutzpotenzialausgleich



Figur 16 Erweiterung nach TWE bei bestehenden Schutzbauten mit «Nullung Schema III»

