



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektronische, mechatronische
und informationstechnische Berufe

Schutz durch DIN VDE

Lehrbuch zu den Lernfeldern

- Elektrische Systeme planen und installieren
- Elektroenergieversorgung und Sicherheit
von gebäudetechnischen Systemen, Anlagen
und Geräten konzipieren und gewährleisten

sowie zum Prüfungsfach der Meisterprüfung

- Elektro- und Sicherheitstechnik (ETSI)

22. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 30383

Autoren von Schutz durch DIN VDE:

Hartmut Fritsche	Dipl.-Ing. (FH)	Massen
Gregor Häberle	Dr.-Ing., VDE	Tett nang
Heinz Häberle †	Dipl.-Gewerbelehrer, VDE	Kressbronn
Verena Häberle	Dr. Sc. ETH	Zürich

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern.

Herr Heinz O. Häberle hat dieses Werk 1985 übernommen, umfassend weiterentwickelt und geprägt bis zu seinem Tod im Jahre 2017. Durch seine vielfältigen schriftstellerischen Werke unterstützte er junge Menschen in ihrer Aus- und Weiterbildung im Bereich der Elektrotechnik über Jahrzehnte hinweg. Dafür sind wir ihm dankbar.

Auszüge aus DIN-Normen mit VDE-Klassifikation sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 392.025 des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, www.vde-verlag.de, erhältlich sind.

ISBN 978-3-8085-3231-7

22. Auflage 2026

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2026 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagbilder: BEHA-Amprobe, 79286 Glottental (Messgerät links) und Siemens, 80333 München (Messgerät rechts), Autorenfoto in Anlagen der EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Icons: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Satz: Dipl. Des. Susanne Beckmann, 59514 Welver

Druck: LUC GmbH, 59379 Selm

Vorwort zur 22. Auflage

Die Ausbildung der verschiedenen elektronischen bzw. informationstechnischen sowie mechatronischen Berufe enthält in fast allen dieser Berufe die Lernfelder „Elektrische Systeme planen und installieren“ sowie „Elektroenergieversorgung und Sicherheit von gebäudetechnischen Systemen, Anlagen und Geräten konzipieren und gewährleisten.“ Diese Themen finden sich auch im Prüfungsfach „Elektro- und Sicherheitstechnik“ (ETSI) der Meisterprüfung wieder. Die in der Ausbildung breiter gewordenen Lerninhalte verursachten wieder, wie schon bei der 21. Auflage, eine Überarbeitung und Erweiterung des Buchs. Ferner führten umfangreiche Normänderungen zu entsprechend umfangreichen Aktualisierungen im Buch.

Dabei ist das Ziel, die Fachkompetenz anhand des Zugangs zu den elektrotechnisch wichtigsten Normen zu erweitern. Allerdings haben die Lernenden und fachlich Interessierten meist nur begrenzten Zugang zu diesen Normen sowie den ergänzenden Normen. Deshalb sind im Buch bei den jeweiligen Themen die wichtigsten Inhalte auch der ergänzenden Normen enthalten. Zahlreiche Beispiele und didaktisch aufbereitete farbige Bilder erleichtern das Verstehen der fachlichen Bestimmungen.

Auf diese Weise ist das Buch ein Lehrbuch mit den wichtigsten normativen Inhalten für die **Elektroinstallation** durch Heranführen an **alle Normen der Reihe DIN VDE 0100** und deren wesentlichen Ergänzungen.

Neu aufgenommen oder umfangreich erweitert wurden folgende Teile/Abschnitte:

- 520 Kabel und Leitungsanlagen: Leitungsverlegung als Schutz im Brandfall
- 560 Einrichtungen für Sicherheitszwecke: Sicherheitsbeleuchtung
- 600 Prüfungen
- 708 Caravanplätze, Campingplätze und ähnliche Bereiche
- 709 Niederspannungsanlagen in Häfen, Marinas
- 722 Stromversorgung von Elektrofahrzeugen: Prüfungen
- 782 Wasserelektrolysesysteme
- DGUV Vorschrift 3 – Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Überarbeitet wurden wegen geänderter Bestimmungen folgende Teile/Abschnitte:

- 460 Trennen und Schalten
- 530 Schalt- und Steuergeräte
- 701 Orte mit Badewanne oder Dusche
- 751 Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen: Ersatz für 551
- DIN EN 1996-1-1 Schlitz für elektrische Leitungen
- DIN EN 50173 Kommunikationsanlagen
- DIN EN IEC 62305-3 Blitzschutz

Wegen der Bedeutung der englischen Fachsprache sind die nummerierten Überschriften auch in Englisch angegeben. Die Bilder und Tabellen des Buchs sind im virtuellen Medienregal EUROPATHEK zum Download erhältlich (siehe Hinweise auf der vorderen Umschlaginnenseite), hilfreich z. B. für Präsentationen.

Zahlreiche Wiederholungs- und Vertiefungsfragen mit Lösungen dienen dem Lernenden und dem Interessierten sein Wissen zu überprüfen. In diesem Zusammenhang wird auf die direkt auf dieses Buch **abgestimmten Arbeitsblätter Schutz durch DIN VDE** hingewiesen, insbesondere zur **Prüfungsvorbereitung**.

Verlag und Autoren nehmen konstruktive Vorschläge zur Verbesserung des Buchs dankbar entgegen. Diese können mit E-Mail gerichtet sein an lektorat@europa-lehrmittel.de.

Inhaltsverzeichnis/Contents

Vorwort zur 22. Auflage	3	421.4	Abstände	49
Inhaltsverzeichnis	4	421.5	Entzündbare Flüssigkeiten	49
1 Teile der DIN VDE 0100	9	421.6	Umhüllungen	49
100 Errichten von Niederspannungsanlagen	9	422	Maßnahmen bei besonderen Brandrisiken	49
100.1 Anwendungsbereich	9	422.1	Allgemeines	49
100.2 Hinweise auf Normen	10	422.2	Evakuierung im Notfall	49
100.3 Begriffe, 100.4 Struktur	10	422.3	Feuergefährdete Betriebsstätten	50
100.5 Grundsätze	10	422.4	Räume oder Orte mit brennbaren Baustoffen	51
100.7 Stromversorgung und Aufbau der Anlage	13	422.5	Ausbreitung von Feuer in Bauten	52
100.8 Verträglichkeit	19	422.6	Orte für unersetzbare Güter	52
100.9 Instandhaltung	19	423	Schutz gegen Verbrennungen	53
100.10 Stromversorgungen für Sicherheitszwecke	19	424	Schutz gegen Überhitzung	53
100.11 Verfügbarkeit der Versorgung	20	424.1	Gebläse-Heizsysteme	53
200 Begriffe von Niederspannungsanlagen	22	424.2	Heißwasser- oder Dampferzeuger	53
200.1 Allgemeines	22	424.3	Raumheizgeräte	53
200.2 Kenngrößen von elektrischen Anlagen	22	430	Schutz bei Überstrom	54
200.3 Spannungen und Ströme	23	430.1	Anwendungsbereich	54
200.4 Elektrischer Schlag und Schutzmaßnahmen	24	430.2	Normungshinweise	54
200.5 Erdung und Erdverbindung	25	430.3	Allgemeine Anforderungen	54
200.6 Elektrische Stromkreise	27	431	Anforderungen nach Stromkreis	55
200.7 Kabel- und Leitungsanlagen	28	431.1	Schutz der Außenleiter	55
200.8 Andere Betriebsmittel	28	431.2	Schutz des Neutralleiters	55
200.9 Trennen und Schalten	29	431.3	Schalten des Neutralleiters bei 3AC	56
200.10 Fähigkeit von Personen	29	432	Art der Schutzeinrichtungen	56
200.11 Nationale Begriffe (Anhang)	29	432.1	Maßnahmen für Überlastschutz und Kurzschlusschutz	56
410 Schutz gegen elektrischen Schlag	31	432.2	Einrichtungen nur für den Überlastschutz	56
410.1 Anwendungsbereich	31	432.3	Einrichtungen nur für den Kurzschlusschutz	56
410.2 Allgemeine Anforderungen	32	433	Schutz bei Überlastströmen	56
411 Automatische Abschaltung der Stromversorgung ..	33	433.1	Koordination der Betriebsmittel	56
411.1/2 Allgemeine Anforderungen	33	433.2	Anordnung der Überlastschutzeinrichtung	64
411.3 Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	33	433.3	Verzicht auf Überlastschutz	64
411.4 Fehlerschutz in TN-Systemen	34	433.4	Überlastschutz bei parallelen Leitern	65
411.5 Fehlerschutz in TT-Systemen	35	434	Schutz bei Kurzschlussströmen	65
411.6 Fehlerschutz in IT-Systemen	36	434.1	Bestimmung der Kurzschlussströme	65
411.7 Fehlerschutz bei FELV	37	434.2	Anordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Kurzschlusschutz	69
412 Doppelte oder verstärkte Isolierung	37	434.3	Verzichten auf den Kurzschlusschutz	70
413 Schutztrennung	37	434.4	Sonderbestimmungen	70
414 Schutz durch SELV oder PELV	38	435	Koordination des Schutzes	71
415 Zusätzlicher Schutz	40	442	Schutz von Niederspannungsanlagen bei Netzfehlern	72
415.1 Zusätzlicher Schutz durch RCDs	40	442.1	Anwendung	72
415.2 Zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich	41	442.2	Überspannungen im Niederspannungsnetz bei Erdschluss der Hochspannungsseite	72
416 Schutz in elektrotechnisch überwachten Anlagen ..	42	442.3	Beanspruchungsspannung bei Neutralleiterbruch	74
416.1 Fehlerschutz durch nicht leitende Umgebung	42	442.4	Beanspruchungsspannung beim IT-System mit Neutralleiter	74
416.2 Fehlerschutz durch örtlichen Schutzpotenzialausgleich	42	442.5	Beanspruchungsspannung bei Kurzschluss zwischen Neutralleiter und Außenleiter	74
416.3 Schutztrennung mit mehreren Verbrauchsmitteln ..	42	443	Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Störungen oder von Schaltvorgängen ..	75
420 Schutz gegen thermische Auswirkungen	44	443.1	Allgemeines	75
420.1 Anwendungsbereich	44	443.2	Überspannungskategorien (443.6)	75
420.2 Normungshinweise	44	443.3	Vorkehrungen gegen Überspannungen	76
420.3 Zusätzliche Begriffe	44	443.4	Überspannungsschutz in Freileitungen	76
421 Schutz gegen elektrisch verursachte Brände	44			
421.1 Allgemeine Anforderungen	44			
421.2 Oberflächentemperatur	44			
421.3 Funken und Lichtbögen	44			

444	Schutz bei Störspannungen und elektro-magnetischen Störgrößen	77	522.11	Sonneneinstrahlung	100
444.0	Einleitung	77	522.12	Erdbeben	100
444.1	Anwendungsbereich	77	522.13	Wind, 522.14 Stoffe	100
444.2	Normungshinweise	77	522.15	Gebäudeausführung	100
444.3	Begriffe	77	522.16	Gebäudestruktur	100
444.4	Reduzierung elektromagnetischer Störungen	77	523	Strombelastbarkeit	101
444.5	Erdung und Potenzialausgleich	80	524	Querschnitt von Leitern	101
444.6	Getrennte Verlegung der Stromkreise	82	525	Spannungsfall in Verbraucheranlagen	101
444.7	Kabelmanagementsysteme	83	526	Elektrische Verbindungen	106
450	Schutz gegen Unterspannung	85	527	Begrenzung von Bränden	107
450.1	Allgemeines	85	528	Nähe zu anderen technischen Anlagen	110
450.2	Unterspannungs-Schutzeinrichtungen	85	529	Ergänzungen aus Beiblättern	112
450.3	Anforderungen	85	529.1	Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen	112
460	Trennen und Schalten	86	529.2	Maximal zulässige Längen von	
461	Einführung und Allgemeines	86		Kabeln und Leitungen	114
462	Trennen	86	529.3	Strombelastbarkeit bei Lastströmen	
463	Betriebsmäßiges Schalten	87		mit Oberschwingungen	116
464	Ausschalten für mechanische Instandhaltung	88	529.3.1	Begriffe	116
465	Handlungen im Notfall	88	529.3.2	Oberschwingungsstrom im Neutralleiter	116
510	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen	90	529.3.3	Reduktionsfaktoren bei	
510	Einleitung	90		Oberschwingungsströmen	117
511	Normung	90	529.3.4	Weitere Daten	118
512	Betriebsbedingungen und äußere Einflüsse	90	530	Schalt- und Steuergeräte	120
513	Zugänglichkeit	91	530.1	Anwendungsbereich	120
514	Kennzeichnung	91	530.2	Hinweis auf andere Normen	120
515	Vermeiden gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung	92	530.3	Begriffe	120
516	Schutzleiterströme	93	530.4	Allgemeine Anforderungen	124
520	Kabel- und Leitungsanlagen	94	530.5	Befestigung von Betriebsmitteln	124
520.1	Anwendungsbereich	94	531	Schutz gegen elektrischen Schlag durch automatische Abschaltung	124
520.2	Normungshinweise	94	531.1	Allgemeines	124
520.3	Begriffe	94	531.2	Überstrom-Schutzeinrichtungen	125
520.4	Allgemeines	94	531.3	RCDs in Stromkreisen	125
521	Arten von Kabel- und Leitungsanlagen	94	532	Schutz bei Brandrisiken	131
521.1	Verlegearten	94	532.1	Allgemeines	131
521.3	Beispiele von Verlegearten	94	532.3	RCMs zum Schutz bei Brandrisiken in IT-Systemen	131
521.4	Stromschienensysteme	94	532.4	IMDs zum Schutz bei Brandrisiken in IT-Systemen	132
521.5	Vermeidung von Wirbelströmen	94	532.5	Störlichtbogenschutzeinrichtungen	132
521.6	Rohr-, Kanal-, Tragsysteme	95	532.6	AFDDs - Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen	132
521.7	Mehrere Stromkreise in einem Kabel	95	533	Schutz bei Überstrom	132
521.8	Anordnung der Stromkreisleiter	96	534	Überspannungs-Schutzeinrichtungen SPDs	134
521.9	Verwendung flexibler Leitungen	96	534.1	Allgemeines	134
521.10	Errichten von Kabeln/Leitungen	96	534.2	Auswahl und Errichtung von SPDs	134
521.11	Kurzschluss- und erdschlusssicheres Verlegen	98	534.3	Weitere Anforderungen zum Schutz bei transienten Überspannungen	137
521.12	Verlegen in Beton	98	540	Erdungsanlage, Schutzleiter, Schutzpotenzialausgleichsleiter	139
521.13	Kabel in unterirdischen Kanälen und Schutzrohren	98	541	Anwendung, Begriffe	139
521.14	Verlegung bei erhöhtem Brandrisiko	98	542	Erdungsanlage	139
521.15	Errichtung in Hohlwänden	98	543	Schutzleiter PE	142
522	Umgebungseinflüsse	98	544	Schutzpotenzialausgleichsleiter	144
522.1	Umgebungstemperatur	99	545	Kennzeichnung der geerdeten Leiter	145
522.2	Äußere Wärmequellen	99	546	Funktionserdung, Funktionspotenzialausgleich bei ICT-Anlagen	145
522.3	Wasser oder hohe Feuchtigkeit	99	551	siehe 751	
522.4	Auftreten von festen Fremdkörpern	99	557	Hilfsstromkreise	147
522.5	Auftreten von Korrosion	99	557.1	Anwendungsbereich	147
522.6	Mechanische Beanspruchung	99	557.2	Hinweise auf andere Normen	147
522.7	Beanspruchung durch Schwingungen	99	557.3	Zusätzliche Begriffe	147
522.8	Andere mechanische Beanspruchungen	100	557.4	Anforderungen an Hilfsstromkreise	147
522.9	Pflanzen- oder Schimmelbewuchs	100			
522.10	Vorhandensein von Tieren	100			

557.5	Anforderungen an Messstromkreise	149	703.2	Allgemeine Merkmale (703.30)	189
557.6	Funktionssicherheit	149	703.3	Schutzmaßnahmen (703.41)	189
557.7	Funktionale Sicherheit	151	703.4	Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln (703.51 bis 703.55)	190
557.8	Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	153	704	Baustellen	191
557.9	Elektronische Steuerungen und Bussysteme	153	704.1	Anwendung	191
559	Leuchten und Beleuchtungsanlagen	154	704.2	Schutzmaßnahmen (704.4)	192
559.1	Anwendungsbereich	154	704.3	Material (704.5)	192
559.2	Begriffe	154	705	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten	193
559.3	Allgemeine Anforderungen	155	705.1	Allgemeines (705.11 bis 705.20)	193
559.4	Schutz gegen Wärmewirkung	155	705.2	Schutz gegen elektrischen Schlag (705.4.41)	193
559.5	Kabel- und Leitungsanlagen	155	705.3	Brandschutz (705.482)	195
559.6	Lampenbetriebsgeräte	156	705.4	Dokumentation (705.514)	196
559.7	Weitere Bestimmungen (559.7 bis 559.10)	157	705.5	Errichtung von Kabel- und Leitungsanlagen (705.522)	196
560	Einrichtungen für Sicherheitszwecke	158	705.6	Trennen und Schalten (705.536)	197
560.1	Anwendungsbereich	158	705.7	Einrichtungen für Sicherheitszwecke (705.556)	197
560.2	Normungshinweise	158	705.8	Leuchten und Beleuchtungsanlagen (705.559)	197
560.3	Besondere Begriffe	158	706	Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit	198
560.4	Klassifizierung	159	706.1	Anwendungsbereich	198
560.5	Allgemeines	159	706.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	198
560.6	Stromquellen	159	706.3	Potenzialausgleich für Funktionszwecke	199
560.7	Stromkreise	159	706.4	Lage der Stromquellen bei Schutztrennung, SELV	199
560.8	Kabel- und Leitungsanlagen	159	706.5	Material	199
560.9	Sicherheitsbeleuchtung	160	708	Caravanplätze, Campingplätze und ähnliche Bereiche	200
560.10	Brandschutz	161	708.1	Allgemeines	200
560.11	Prüfungen	161	708.2	Besondere Begriffe	200
570	Stationäre Sekundärbatterien	163	708.3	Stromversorgung	200
570.1	Anwendungsbereich	163	708.4	Schutzmaßnahmen	201
570.2	Normenhinweise	163	708.5	Material	202
570.3	Begriffe	163	709	Niederspannungsanlagen in Häfen, Marinas	203
570.4	Eigenschaften stationärer Sekundärbatterien	163	709.1	Anwendungsbereich, Normen	203
570.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen	163	709.2	Zusätzliche Begriffe	203
600	Prüfungen	165	709.3	Allgemeine Anforderungen	203
600.1	Anwendungsbereich (6.1)	165	709.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	203
600.2	Hinweis auf andere Normen (6.2)	165	709.5	Elektrische Betriebsmittel	205
600.3	Zusätzliche Begriffe (6.3)	165	710	Medizinisch genutzte Bereiche	206
600.4	Erstprüfung (6.4)	165	710.1	Grundsätze	206
600.5	Besichtigen (6.4.2)	165	710.2	Begriffe	206
600.6	Erproben und Messen (6.4.3)	166	710.3	Allgemeine Merkmale	207
600.7	Erstprüfung bei systemunabhängigen Schutzmaßnahmen	172	710.4	Schutzmaßnahmen	208
600.8	Erstprüfung bei systemabhängigen Schutzmaßnahmen	174	710.5	Auswahl und Errichtung	210
600.9	Spezielle Prüfungen	177	710.6	Prüfungen	216
600.10	Prüfbericht über Erstprüfung (6.4.4)	179	711	Ausstellungen, Shows und Stände	218
600.11	Wiederkehrende Prüfung (6.5)	179	711.1	Anwendungsbereich, Zweck und Grundsätze	218
701	Orte mit Badewanne oder Dusche	181	711.2	Begriffe	218
701.1	Anwendung	181	711.3	Allgemeine Merkmale	218
701.2	Bereiche (701.30)	181	711.4	Schutzmaßnahmen	218
701.3	Schutz gegen elektrischen Schlag (701.41)	182	711.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	219
701.4	Betriebsbedingungen (701.512)	183	711.6	Prüfung	220
701.5	Kabel- und Leitungsanlagen (701.512)	184	712	Photovoltaik-Stromversorgungssysteme	221
702	Becken von Schwimmbädern, begehbare Wasserbecken und Springbrunnen	185	712.1	Anwendungsbereich	221
702.1	Anwendungsbereich	185	712.2	Normung	221
702.2	Normung	185	712.3	Begriffe	221
702.3	Begriffe	185	712.4	Schutzmaßnahmen	225
702.4	Schutzmaßnahmen	186	712.5	Prüfungen und Prüfristen	228
702.5	Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel	187			
703	Räume und Kabinen mit Saunaheizungen	189			
703.1	Allgemeines (703.11)	189			

713	Möbel	230	729	Bedienungsgänge und Wartungsgänge	265
713.1	Anwendungsbereich	230	729.1	Anwendungsbereich	265
713.2	Hinweise auf andere Normen	230	729.2	Normungshinweise	265
713.3	Begriffe	230	729.3	Allgemeine Merkmale	265
713.4	Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel.	230	729.4	Mindestabstände	266
714	Beleuchtungsanlagen im Freien	232	729.5	Zugänglichkeit	267
714.1	Anwendungsbereich	232	730	Landanschluss für Binnenschifffahrt	269
714.2	Begriffe (714.3)	232	730.1	Anwendungsbereich	269
714.3	Maßnahmen gegen äußere Einflüsse (714.3, 714.5) ..	232	730.2	Normungshinweise	269
714.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	233	730.3	Begriffe	269
715	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen	234	730.4	Schutzmaßnahmen	269
715.1	Anwendungsbereich	234	730.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	269
715.2	Schutzmaßnahmen (715.4)	234	731	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	271
715.3	Material und Betriebsmittel (715.5)	235	731.1	Anwendungsbereich	271
716	Gleichstrom-Kleinspannungs-Energieverteilung über ICT-Kabel, -Leitungen	237	731.2	Normungshinweise	271
716.1	Anwendungsbereich	237	731.3	Begriffe, Aufbau der Anlage und Stromversorgung	271
716.2	Begriffe (716.3)	237	731.4	Schutzmaßnahmen	272
716.3	Schutzmaßnahmen (716.4)	237	731.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	272
716.4	Arten von Kabel- und Leitungsanlagen (716.5) ...	237	737	Feuchte und nasse Bereiche und Räume und Anlagen im Freien	273
717	Ortsveränderliche oder transportable Baueinheiten ..	238	737.1	Allgemeines	273
717.1	Anwendungsbereich	238	737.2	Schutzarten der Betriebsmittel	273
717.2	Hinweise auf andere Normen	238	740	Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen ...	275
717.3	Stromversorgungen	238	740.1	Anwendungsbereich	275
717.4	Schutzmaßnahmen	238	740.2	Begriffe	275
717.5	Schutzpotenzialausgleich	240	740.3	Allgemeine Merkmale	275
717.6	Kennzeichnung	240	740.4	Schutzmaßnahmen	276
718	Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten	241	740.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	277
718.1	Anwendungsbereich	241	740.6	Prüfungen	278
718.2	Normung	241	751	Niederspannungs-Stromerzeugungseinrichtungen ..	279
718.3	Begriffe	242	751.1	Anwendungsbereich	279
718.4	Schutzmaßnahmen	242	751.2	Allgemeine Anforderungen	279
718.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	243	751.3	Schutzmaßnahmen	279
719	Lichtwerbeanlagen für Niederspannungsanlagen	245	751.4	Elektrische Betriebsmittel	280
719.1	Anwendungsbereich (1)	245	751.5	Zusätzliche Anforderungen an eigenständige Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen	281
719.2	Verweis auf Normen (2)	245	751.6	Speicher am Niederspannungsnetz	282
719.3	Begriffe (3)	245	751.7	Ersatzstrom einspeisung durch mobile Stromerzeugungseinrichtungen	284
719.4	Schutzmaßnahmen (4)	246	753	Umschlossene Heizungssysteme	287
719.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	247	753.1	Anwendungsbereich	287
719.6	Produktüberprüfung (9)	250	753.2	Normung	287
721	Elektrische Anlagen von Caravans und Motorcaravans	251	753.3	Begriffe	287
721.1/2	Anwendungsbereich, Begriffe	251	753.4	Schutzmaßnahmen	288
721.2	Schutzmaßnahmen (721.4)	251	753.4.1	Schutz gegen elektrischen Schlag	288
721.3	Betriebsmittel (721.5)	251	753.4.2	Schutz gegen thermische Auswirkungen	288
721.4	Stromversorgungen	252	753.5	Auswahl und Errichtung der elektrischen Betriebsmittel	289
722	Stromversorgung von Elektrofahrzeugen	254	782	Wasserelektrolysesysteme	291
722.1	Anwendungsbereich	254	782.1	Anwendungsbereich	291
722.2	Normungshinweise	254	782.2	Normungshinweise	291
722.3	Begriffe	254	782.3	Begriffe	291
722.4	Schutzmaßnahmen	256	782.4	Schutzmaßnahmen	291
722.5	Auswahl, Errichtung elektrischer Betriebsmittel ...	256	782.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	291
722.6	Prüfungen	259	801	Energieeffizienz	292
723	Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen ..	262	801.1	Anwendungsbereich (1)	292
723.1	Anwendungsbereich	262	801.2	Normungshinweise (2)	292
723.2	Begriffe	262	801.3	Begriffe (3)	292
723.3	Normungshinweise	262	801.4	Allgemeines (4)	293
723.4	Schutzmaßnahmen	262			

801.5	Anwendungssektoren (5)	293	5	Maschinen und Prüfanlagen	336
801.6	Planung und Empfehlungen (6)	293	5.1	Elektrische Ausrüstung von Maschinen nach VDE 0113-1	336
801.7	Zonen, Anwendungen und Maschen (7)	294	5.1.1	Anwendungsbereich (1)	336
801.8	Energieeffizienz-Management (8)	294	5.1.2	Normungshinweise (2)	336
801.9	Erhaltung und Verbesserung (9)	294	5.1.3	Begriffe (3)	336
802	Kombinierte Erzeugungs-/Verbrauchsanlagen	297	5.1.4	Allgemeine Anforderungen (4)	337
802.1	Anwendungsbereich (1)	297	5.1.5	Netzanschlüsse, Trenneinrichtung und Schalter (5)	338
802.2	Normungshinweise (2)	297	5.1.6	Schutz gegen elektrischen Schlag (6)	339
802.3	Begriffe (3)	297	5.1.7	Schutz der Ausrüstung (7)	339
802.4	Allgemeines zu intelligenten Stromversorgungssystemen (4)	298	5.1.8	Potenzialausgleich (8)	341
802.5	Kombinierte Anlagen (5)	298	5.1.9	Steuerstromkreise (9)	342
802.6	Ausführung der PEI (6)	298	5.1.10	Bedienerschnittstellen (10)	344
802.7	Architektur der PEI (7)	298	5.1.11	Anordnung der Schaltgeräte (11)	344
802.8	Technische Aspekte (8)	299	5.1.12	Leiter, Leitungen, Kabel (12)	345
2	Kundenanlagen	300	5.1.13	Verdrahtungstechnik (13)	346
2.1	Anschluss von Kundenanlagen nach VDE-AR-N 4100	300	5.1.14	Sonstige Anforderungen (14, 15, 16, 17, 18)	347
2.1.1	Anwendungsbereich (1)	300	5.2	Elektrische Prüfanlagen – DIN EN 50191 (VDE 0104)	350
2.1.2	Normungshinweise (2)	300	5.2.1	Anwendungsbereich (1)	350
2.1.3	Begriffe (3)	300	5.2.2	Normungshinweise (2)	350
2.1.4	Grundsätze (4)	301	5.2.3	Begriffe (3)	350
2.1.5	Netzanschluss, Hausanschluss (5)	302	5.2.4	Errichten von Prüfanlagen (4)	350
2.1.6	Hauptstromversorgungssystem (6)	306	5.2.5	Betreiben von Prüfanlagen (5)	351
2.1.7	Zählerplätze (7, 8, 9)	307	6	Schutz gegen elektrischen Schlag – DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	352
2.1.8	Betrieb der Kundenanlage (10)	308	6.1	Anwendungsbereich (1)	352
2.1.9	Schutzmaßnahmen (11)	309	6.2	Normen (2)	352
2.1.10	Anschlusschränke im Freien (12)	309	6.3	Begriffe (3)	352
2.2	Planung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden (DIN 18015)	311	6.4	Anforderungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag (4)	352
2.2.1	Planungsgrundlagen (DIN 18015-1)	311	6.5	Schutzvorkehrungen (5)	352
2.2.2	Mindestausstattung (DIN 18015-2)	314	6.6	Schutzmaßnahmen (6)	353
2.2.3	Leitungsführung (DIN 18015-3)	315	6.7	Koordinieren der Betriebsmittel und der Schutzvorkehrungen (7)	354
2.2.4	Gebäudesystemtechnik (DIN 18015-4)	317	7	Blitzschutz – VDE 0185-305	356
2.2.5	Schlitze für elektrische Leitungen (DIN EN 1996-1-1)	318	7.1	Anwendungsbereich (1)	356
2.3	Kommunikationskabelanlagen (DIN EN 50173)	319	7.2	Normen (2)	356
3	Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 3	322	7.3	Begriffe (3)	356
3.1	Geltungsbereich, Begriffe, Grundsätze	322	7.4	Blitzschutzsystem LPS (4)	357
3.2	Prüfungen	323	7.5	Äußeres Blitzschutzsystem (5)	358
3.3	Arbeiten an aktiven Teilen	323	7.6	Inneres Blitzschutzsystem (6)	362
4	Betrieb von elektrischen Anlagen	324	8	Prüfung elektrischer Geräte – VDE 0701, VDE 0702	363
4.1	Art der Norm DIN VDE 0105-100	324	8.1	Anwendungsbereich (1)	363
4.2	Anwendungsbereich (1)	324	8.2	Begriffe (3)	363
4.3	Begriffe (3)	324	8.3	Anforderungen (4)	364
4.4	Grundsätze für Arbeiten in elektrotechnischen Anlagen (4)	325	8.4	Prüfungen (5)	365
4.4.1	Organisation	325	9	Lösungen der Fragen zur Wiederholung und Vertiefung	371
4.4.2	Sicherer Betrieb	325	10	Anhang	384
4.4.3	Brandschutz und Brandbekämpfung	326	10.1	Bildquellen	384
4.4.5	Ausrüstungen	327	10.2	Literaturhinweise	384
4.5	Wiederkehrende Prüfungen (5)	327	10.3	Größen und Einheiten	385
4.6	Durchführung der Arbeiten (6)	329	10.4	Kennzeichnung in Schaltplänen	387
4.6.1	Allgemeines	329	10.5	Weitere Aspekte der Sicherheit	390
4.6.2	Arbeiten im spannungsfreien Zustand	330	10.6	Fachliches Englisch (Englisch–Deutsch)	394
4.6.3	Arbeiten unter Spannung	331	10.7	VDE-Bestimmungen	400
4.6.4	Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	333	10.8	Normen	403
4.6.5	Durchführung nicht-elektrotechnischer Arbeiten	334	10.9	Sachwortverzeichnis	404
4.7	Arbeiten beim Instandhalten elektrischer Anlagen (7)	334			

1 Teile der DIN VDE 0100

100 Errichten von Niederspannungsanlagen Erection of Low-Voltage Installations

DIN VDE 0100-100 gibt einen Überblick über die DIN VDE 0100. Diese Norm erhielt im Laufe der Zeit verschiedene Namen, die in den einzelnen Teilen je nach Alter derselben auch verwendet werden.

Ursprünglich hatte die Norm den Namen „Errichten von Starkstromanlagen.“ Seit Ende 2001 heißt die Hauptüberschrift „Errichten von Niederspannungsanlagen.“

Je nach Alter der Teile der DIN VDE 0100 spricht man von Errichten von Starkstromanlagen, elektrischen Anlagen in Gebäuden oder Errichten von Niederspannungsanlagen.

Seit 2009 sind Inhalte vom Teil 300 in den Teil 100 aufgenommen. Die Nummerierung der Abschnitte in den Teilen der DIN VDE 0100 ist im Buch nach Möglichkeit beibehalten oder in **Klammern** ergänzt.

Die Abschnitte der Normen sind im Buch, sofern praktikabel, an die Nummer des jeweiligen DIN-VDE-100-Teils über einen Punkt angehängt, z. B. 100.1 steht für Abschnitt 1 von DIN VDE 0100-100 oder 801.1 für Abschnitt 1 von DIN VDE 0100-801.

Die Vorsätze **Nenn-** oder **Bemessungs-** für z. B. Nennspannung oder Bemessungsspannung, werden in den Teilen der DIN VDE 0100 oft für dasselbe verwendet, und zwar auch bei neuen Teilen. Nenn- wird im Buch dann verwendet, wenn der genannte Wert nur der Bezeichnung dient, z. B. bei Nennspannung eines Netzes. Bemessungs- ist der Vorsatz für einen Wert, der sich unter festgelegten Bedingungen einstellt, z. B. der Bemessungsstrom eines Motors. Dieser stellt sich ein bei angegebener Spannung und eingegebenem Drehmoment.

100.1 Anwendungsbereich

Scope

Die DIN VDE 0100 gilt für Elektroinstallationen z. B. für Wohnanlagen, Gewerbeanlagen, öffentliche Anlagen, landwirtschaftliche und gartenbauliche Räumlichkeiten, Campingplätze, Baustellen, Yachthäfen, Außenbeleuchtung, mobile oder transportable Einheiten, medizinisch genutzte Bereiche, Photovoltaikanlagen, Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen. Sie soll den Elektroinstallateur beim sicheren Errichten der Anlagen unterstützen (**Bild 1**).



Bild 1: Verteilerschrank einer Elektroinstallation mit Schutzschaltern
www.siemens.com

Die DIN VDE 0100 gilt in den elektrischen Anlagen grundsätzlich für

- Stromkreise mit Nennspannungen bis AC (Wechselspannung) 1000 V oder DC (Gleichspannung) 1500 V,
- Stromkreise mit Spannungen über AC 1000 V, wenn diese aus Anlagen mit bis AC 1000 V versorgt werden, z. B. Leuchttröhenanlagen,
- Verdrahtungen und Leitungsanlagen, für die keine sonstigen Normen bestehen,
- Verbraucheranlagen außerhalb von Gebäuden,
- feste Kabel- und Leitungsanlagen für die ITK-Technik (Informations- und Kommunikationstechnik).

DIN VDE 0100 gilt auch für Erweiterungen oder Änderungen bestehender Anlagen.

Die DIN VDE 0100 gilt allerdings nicht für

- elektrische Bahnanlagen,
- Kfz-Elektrik einschließlich in Elektrofahrzeugen,
- elektrische Anlagen auf Schiffen und Plattformen vor der Küste,
- elektrische Anlagen in Flugzeugen,
- Anlagen in Bergbau und in Steinbrüchen,
- Elektrozaunanlagen,
- Blitzschutzanlagen von Gebäuden,
- Betriebsmittel zur Funkentstörung, soweit sie nicht die Sicherheit der Anlage beeinflussen,
- Beleuchtungsanlagen, die Teil des öffentlichen Versorgungsnetzes sind.

Die Gruppen 100, 200, 400, 500, 600, 700, 800 der DIN VDE 0100 erläutern u. a. Grundsätze, Begriffe, Schutzmaßnahmen, Auswahl/Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Prüfungen, Betriebsstätten, Funktionale Aspekte (Energieeffizienz).

100.2 Hinweise auf Normen

Links to Standards

Die Anwendung des Teils 100 erfordert die Beachtung weiterer Dokumente, insbesondere:

- DIN VDE 0100-200 (IEC 60050-826) Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 200 Begriffe,
- DIN EN 60445 (VDE 0197) Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle – Kennzeichnung der Anschlüsse elektrischer Betriebsmittel und angeschlossener Leiterenden,
- Normen der Reihe DIN EN 60617 Grafische Symbole.

100.3 Begriffe, 100.4 Struktur

Definitions, Structure

Es gelten die Begriffe vom Teil 200. Die Normenreihe DIN VDE 0100 ist in die Gruppen 100 bis 800 (ohne Gruppe 300) gegliedert (Seite 9 unten).

100.5 Grundsätze

Principles

Schutz zum Erreichen der Sicherheit

Bei elektrischen Anlagen gibt es die **Risiken**

- gefährliche Körperströme (Ströme durch Menschen oder Nutztiere),
- überhöhte Temperaturen an Sachen,
- Entzündung einer möglicherweise explosiven Atmosphäre,
- Unterspannungen, Überspannungen, elektromagnetische Einflüsse,
- Stromversorgungsunterbrechungen und/oder Unterbrechung der elektrischen Anlage für Sicherheitszwecke,
- Lichtbögen, besondere Drücke, giftige Gase,
- mechanische Bewegung elektrisch angetriebener Betriebsmittel.

Diese Risiken müssen möglichst verhindert werden. Dabei sind wesentlich der **Basisschutz** (Schutz gegen direktes Berühren) und der Schutz im Fehlerfall (Fehlerschutz oder Schutz bei indirektem Berühren, Teil 410). Diese **Schutzarten** können erreicht werden durch

- Verhindern eines Körperstroms,
- Begrenzen des Körperstroms auf einen ungefährlichen Wert,
- Begrenzen der Dauer des Fehlerstroms auf eine ungefährliche Dauer.

Der **Fehlerschutz** kann außerdem erreicht werden durch

- automatische Abschaltung der Stromversorgung in einer so kurzen Zeit, dass keine Schädigung eintritt.

Basisschutz und Fehlerschutz sind wesentliche Voraussetzungen, um in elektrischen Anlagen Sicherheit zu gewährleisten.

Ferner gehören zum Schutz gegen die genannten Risiken:

- Schutz gegen thermische Einflüsse (Teil 420),
- Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom (Teil 430),
- Schutz bei Erdschlüssen in Netzen mit höherer Spannung (Teil 442),
- Schutz bei Überspannung infolge atmosphärischer Störungen oder von Schaltvorgängen (Teil 443),
- Schutz gegen elektromagnetische Störungen EMI in Anlagen von Gebäuden (Teil 444),
- Schutz gegen Unterspannung (Teil 450),
- Trennen und Schalten (Teil 460),
- Brandschutz bei besonderen Risiken oder Gefahren (Teile 420 und 520).

Planung

Bei der Planung einer elektrischen Anlage sind Personen oder Nutztiere gegen Verletzungen und Sachwerte gegen schädliche Einwirkungen zu schützen aufgrund von

- Fehlern zwischen aktiven Stromkreisteilen unterschiedlicher Spannungen,
- Folgen atmosphärischer Einwirkungen oder Schaltüberspannungen,
- Unterspannung und nachfolgender Wiederkehr der Spannung.

Leiter und andere Teile, die für das Führen von Fehlerströmen vorgesehen sind, müssen so beschaffen sein, dass sie keine zu hohe Temperatur annehmen. Gegen die elektromechanische Beanspruchung durch Fehlerströme muss ein mechanischer Schutz bei den betroffenen elektrischen Betriebsmitteln einschließlich der Leiter existieren, sodass Verletzungen oder Schäden für Personen, Nutztiere und Eigentum verhindert werden.

Zu erwartende elektromagnetische Auswirkungen einer Anlage und ihrer installierten Betriebsmittel sind entsprechend dem ordnungsgemäßen Funktionieren der angeschlossenen elektrischen Verbrauchsmittel minimal zu halten.

Die **Leiterquerschnitte** müssen für normale Betriebsbedingungen und für Fehlersituationen bestimmt werden, und zwar nach

- zulässiger Leitertemperatur,
- zulässigem Spannungsfall,
- elektromechanischer Beanspruchung bei Kurzschluss,
- anderer mechanischer Beanspruchung,

- maximaler Impedanz (Scheinwiderstand) für das Funktionieren des Schutzes bei Körperschluss, Erdschluss oder Kurzschluss,
- der Verlegeart,
- Oberschwingungen.

Hinsichtlich der Auswahl von Kabeln und Leitungen sind die Beschaffenheit der Verlegeorte, die Zugänglichkeit der Kabel und Leitungen für Menschen und Tiere, die Spannung, die elektromechanische Beanspruchung bei Kurzschlussströmen und Fehlerströmen gegen Erde sowie die elektromagnetischen Beeinflussungen zu berücksichtigen.

Bei einer Planung ist der Leistungsbedarf der Anlage eine wichtige Größe. Bei seiner Ermittlung wird der **Gleichzeitigkeitsfaktor** berücksichtigt.

Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist das Verhältnis des zu erwartenden Leistungsbedarfs zur installierten Leistung (Summe der Bemessungsleistungen der installierten Verbrauchsmittel). Er ist ein Erfahrungswert, der bei der Planung geschätzt wird (**Tabelle 1**). Sein Wert kann auch vom örtlichen VNB (Verteil(ungs)netzbetreiber, Versorgungsnetzbetreiber) erfragt werden.

Gleichzeitigkeitsfaktor

$$g = \frac{P_N}{P_{\text{ins}}}$$

g Gleichzeitigkeitsfaktor
 P_N Leistungsbedarf
 P_{ins} installierte Leistung

Die Werte des Gleichzeitigkeitsfaktors sind zu unterscheiden einerseits für unterschiedliche Gewerbebetriebe und andererseits für elektrische Anlagen und elektrisch betriebene Anlagen (Tabelle 1). Ferner verändert sich sein Wert in Abhängigkeit der Anzahl Wohneinheiten eines Gebäudes oder der Anzahl Ladestellen für Elektrofahrzeuge (**Bild 1**).

Beim Ermitteln der erforderlichen Leitungsquerschnitte sind Verlegeart, Leitungshäufungen, Umgebungstemperaturen oder Oberschwingungen entsprechend zu berücksichtigen (siehe Abschnitte 1.430, 1.520).

Beispiel:

In einer Arbeitsstätte sind insgesamt Verbrauchsmittel mit 108 kW Leistungsaufnahme installiert. Der Gleichzeitigkeitsfaktor wird zu 0,65 geschätzt. Wie groß ist der zu erwartende Leistungsbedarf?

Lösung:

$$g = P_N / P_{\text{ins}} \Rightarrow P_N = g \cdot P_{\text{ins}} = 0,65 \cdot 108 \text{ kW} = 70,2 \text{ kW}$$

Tabelle 1: Werte des Gleichzeitigkeitsfaktors für Gewerbebetriebe und elektrische Anlagen (Beispiele)

Art der Anlage	Gleichzeitigkeitsfaktor
Bäckerei	0,4 bis 0,8
Baustellenanlagen	0,2 bis 0,4
Büro	0,6 bis 0,7
Kaufhaus	0,7 bis 0,9
Kindergarten	0,5 bis 0,7
Krankenhaus	0,5 bis 0,7
Metzgerei	0,5 bis 0,8
Sägewerk	0,7 bis 0,8
Schule	0,6 bis 0,8
Schreinerei	0,3 bis 0,4
Versammlungsräume	0,6 bis 0,8
Aufzüge, Rolltreppen	0,2 bis 0,7
Beleuchtungen	0,8 bis 0,9
EDV-Anlagen (IT)	1
Klimaanlagen	0,7 bis 0,9
Küchenanlage	0,5 bis 0,7
Ladeinfrastruktur	1
Schweißanlagen	0,2 bis 0,3
Steckdosen 230 V, 100 W je Steckdose	0,1 bis 0,3
Steckdosen 400 V, 1000 W je Steckdose	0,1 bis 0,5
Werkzeugmaschinen	0,3 bis 0,4
ohne Elektroheizgeräte	

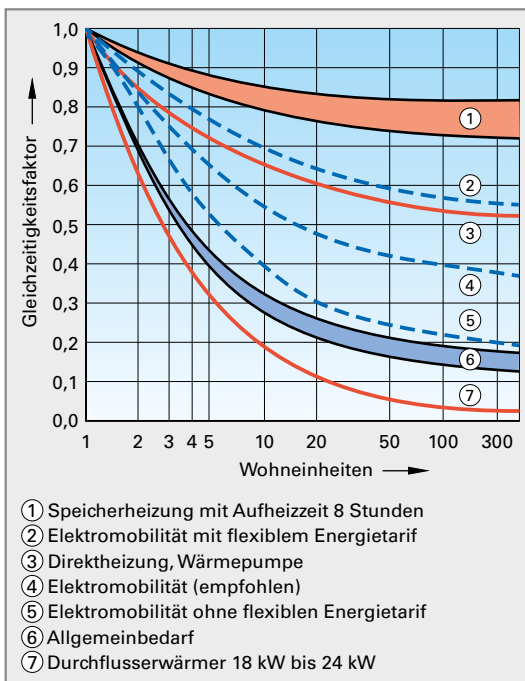


Bild 1: Gleichzeitigkeitsfaktor in Abhängigkeit von Anzahl Wohneinheiten und Ladestellen für Elektrofahrzeuge

Beispiel 1:

In einer Bäckerei sind insgesamt Verbrauchsmittel mit 125 kW Leistungsaufnahme installiert. Berechnen Sie den zu erwartenden Leistungsbedarf.

Lösung:

Nach Tabelle 1, vorhergehende Seite, beträgt $g = 0,6$ für eine Bäckerei.

$$g = P_N / P_{\text{inst}} \Rightarrow P_N = g \cdot P_{\text{inst}} = 0,6 \cdot 125 \text{ kW} =$$

75,00 kW

Beispiel 2:

In einem Wohnblock mit 25 Wohneinheiten, welche nicht elektrisch beheizt werden, besitzt jede Wohneinheit Verbrauchsmittel mit insgesamt 14,5 kW Leistungsaufnahme.

Berechnen Sie den zu erwartenden Leistungsbedarf.

Lösung:

Nach Bild 1, vorhergehende Seite, beträgt $g = 0,23$ für 25 Wohneinheiten.

$$g = P_N / P_{\text{inst}} \Rightarrow P_N = g \cdot P_{\text{inst}} = 0,23 \cdot 14,5 \text{ kW} \cdot 25 =$$

83,38 kW

Je nach Art der Nutzung von Gebäuden und von elektrischen Anlagen (Verbrauchern) sind verschiedene Werte des Gleichzeitigkeitsfaktors anzuwenden.

Das Ermitteln der Anschlusswerte der Leistungen für Wohngebäude sowie der damit verbundenen Mindest-Strombelastbarkeit der Gebäude-Hauptleitung kann nach Diagramm Bild 1 Seite 313 erfolgen (Abschnitt 2.2.1). In diesem sind die Werte des Gleichzeitigkeitsfaktors bzgl. der Anzahl Wohnungen berücksichtigt.

Siehe auch AMEV EltAnlagen, www.amev-online.de.

Notfallsteuerung

Wenn es im Gefahrenfall notwendig ist, die Stromversorgung zu unterbrechen, muss die Einrichtung zur Unterbrechung leicht erkannt und einfach und schnell bedient werden können (**Bild 1**). Man spricht von **Handlung im Notfall**, auch als NOT-AUS und NOT-HALT bezeichnet.

Geräte zum Ausschalten müssen so beschaffen sein, dass sich elektrische Anlagen, Stromkreise oder Geräte so abschalten lassen, wie es für die Instandhaltung, Prüfung oder Fehlererkennung notwendig ist. www.eaton.com, www.pilz.com



Bild 1: Schalter für Handlung im Notfall www.pilz.com

Auswahl der Betriebsmittel

Die **Auswahl** elektrischer Betriebsmittel muss den internationalen oder nationalen Normen entsprechen. Insbesondere müssen sie für die vorgesehene Spannung und die möglicherweise auftretende Überspannung (Teil 443, Abschnitt 1.443) geeignet sein. Außerdem müssen sie den zu erwartenden Dauerstrom und den im Fehlerfall auftretenden Strom aushalten. Sie müssen die unter normalen Bedingungen auftretende Leistung aushalten (Gleichzeitigkeitsfaktor).

Elektrische Betriebsmittel müssen die zu erwartenden Umgebungsbedingungen aushalten und dürfen keine schädlichen Einflüsse auf andere Betriebsmittel verursachen, insbesondere nicht durch Einschaltstrom, Leistungsfaktor, unsymmetrische Last oder Oberschwingungen.

Errichten und Prüfen elektrischer Anlagen

Das **Errichten elektrischer Anlagen** stellt eine Facharbeit dar, die von qualifiziertem Personal unter Anwendung von geeignetem Material auszuführen ist (Personal mit Qualifikation nach DIN VDE 100-200, DIN VDE 0105, DGUV Vorschrift 3). Leiter der Leitungen sind zu kennzeichnen (Teil 510, Abschnitt 1.510). Die Wärmeabfuhr muss sichergestellt sein. Bevor eine elektrische Anlage in Betrieb genommen wird, muss sie geprüft werden (Teil 600, Abschnitt 1.600). Die Prüfung ist zu dokumentieren.

Gegenseitige Beeinflussung von elektrischen Anlagen mit anderen elektrischen oder nicht elektrischen Anlagen darf nur bis zu bestimmten Grenzwerten stattfinden (Teil 444, Abschnitt 1.444).

Die **Zugänglichkeit** elektrischer Betriebsmittel muss gewährleistet sein, damit Betreiben, Prüfen, Instandhalten und Reparieren möglich sind.

100.6 Allgemeine Merkmale

General Features

Zu berücksichtigen sind bei jeder Anlage Verwendungszweck, äußere Einflüsse, Verträglichkeit der Betriebsmittel und Instandhaltbarkeit. Die nachfolgenden Abschnitte sind daher wesentliche Abschnitte der DIN VDE 0100-100.

100.7 Stromversorgung und Aufbau der Anlage

Power Supply and Erection of the Plant

Hinsichtlich der Anordnung stromführender Leiter in **Wechselstrom-Stromkreisen** (AC-Stromkreisen, AC von Alternating Current) unterscheidet man die Anzahl der Leiter und die Anzahl der Phasen (Außenleiter). Dreiphasenanordnungen können mit drei oder vier Leitern erfolgen (**Bild 1**). Ist eine 2-Leiter-Einphasen-Anordnung von einer 4-Leiter-Dreiphasen-Anordnung abgeleitet, dann sind die zwei Leiter entweder zwei Außenleiter oder ein Außenleiter und der Neutraleiter oder ein Außenleiter und der PEN-Leiter (**Bild 2**).

In **Gleichstrom-Stromkreisen** (DC-Stromkreisen, DC von Direct Current) wird zwischen 2-Leiter-Anordnung und 3-Leiter-Anordnung unterschieden (**Bild 3**).

Erklärung der Herkunft von PE, PEN, PEM, PEL siehe Seiten 26, 27.

Verteilungssysteme

Verteilungssysteme werden nach der **Art** der aktiven Leiter (Leiter, die zur Führung des Stroms beitragen) der Einspeisung unterschieden, z. B. Wechselstromsystem oder Gleichstromsystem, sowie nach der **Zahl** der aktiven Leiter, z. B. Einphasen-Zweileitersystem oder Drehstrom-Vierleitersystem (**Tabelle 1**).

Hinsichtlich der Schutzmaßnahmen ist zusätzlich die Art der Erdverbindung anzugeben, z. B. die direkte Erdung eines Netzpunktes.

Kenngrößen für die Verteilungssysteme sind Anzahl und Art der aktiven Leiter der Einspeisung sowie die Erdverbindung des Systems.

Das vorherrschende Verteilungssystem in Deutschland ist für Starkstromanlagen bis 1000 V (Niederspannungsanlagen) bis zum Hausanschlusskasten HAK ein **Drehstrom-Vierleitersystem**. Als Zuleitung zu der Verbraucheranlage sind vier Leiter vorhanden, nämlich drei Außenleiter L1, L2, L3 und der PEN-Leiter (**Bild 1**) oder aber drei Außenleiter und der N-Leiter (Sternpunktleiter). Innerhalb der Verbraucheranlage ist der PEN-Leiter aufgetrennt in den N-Leiter und den PE-Leiter (**Bild 4**). Der Leiter

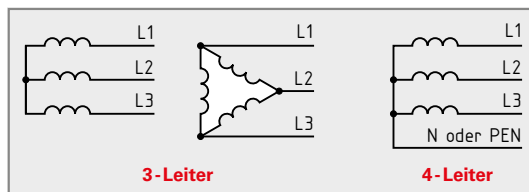


Bild 1: Dreiphasenanordnungen

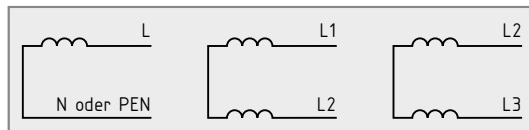


Bild 2: 2-Leiter-Einphasen-Anordnungen

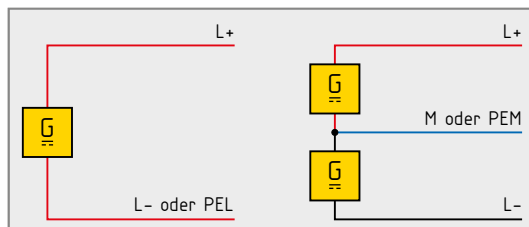


Bild 3: Anordnungen für 2-Leiter und 3-Leiter in DC-Stromkreisen

Tabelle 1: Verteilungssysteme

Wechselstromsysteme	Gleichstromsysteme
➤ Einphasen-Zweileitersysteme ➤ Einphasen-Dreileitersysteme ➤ Drehstrom-Dreileitersysteme ➤ Drehstrom-Vierleitersysteme	➤ Zweileitersysteme ➤ Dreileitersysteme

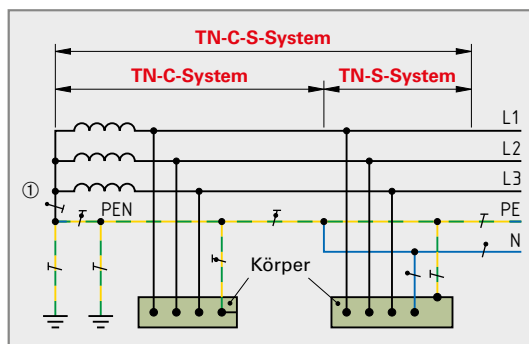


Bild 4: TN-Verteilungssysteme und Leiterkennzeichnungen

① System-Bezugsleiter

zwischen einem aktiven Leiter (L-, N-, M-Leiter) und der Erdungsanlage wird System-Bezugsleiter genannt.

Tabelle 1: Kennzeichnung der Systemformen		
Stelle	Buchstaben	Bedeutung
1	T von franz. terre = Erde I von isoliert	Stromquelle, z. B. Transformator, direkt geerdet. Isolierung der Stromquelle oder Verbindung mit Erde über eine Impedanz, z. B. Kapazitäten.
2	T (wie oben) N von neutral	Körper der Anlage direkt geerdet. Körper der Anlage mit dem Betriebserder verbunden, z. B. über den PEN-Leiter.
3 und 4	C von engl. combined = kombiniert S von engl. separated = getrennt	N und PE kombiniert zu PEN; L, PE zu PEL; M, PE zu PEM. N und PE sind getrennt; auch L, PE; M, PE.

1. Stelle: Erdungsbedingung der Stromquelle; 2. Stelle: Erdungsbedingung der leitfähigen Körper; Stellen 3, 4: Anordnung Neutralleiter N, Schutzleiter PE; L-Leiter, PE-Leiter; M-Leiter, PE-Leiter.

Diese Beschreibung des häufigsten Verteilungssystems ist recht umständlich. Deshalb wurde vereinbart, das Verteilungssystem durch eine Kombination von Großbuchstaben zu kennzeichnen (**Tabelle 1**).

Mit den Kennbuchstaben der Tabelle 1 ist das Verteilungssystem **Bild 4, vorhergehende Seite** ein TN-C-S-Drehstromsystem.

Das häufigste Verteilungssystem ist das TN-C-S-Drehstromsystem.

Im **TN-C-S-Drehstromsystem** sind gewöhnlich Teile enthalten, z. B. ab Hausanschlusskasten oder ab Stromkreisverteiler, die ein TN-S-System darstellen (**Bild 1**). Entsprechend sind auch Teile enthalten, z. B. von der Transformatorenstation bis zum Hausanschluss, die ein TN-C-System bilden. Das Verteilungssystem des Verteilungsnetzbetreibers VNB, z. B. das Kabelnetz mit 400/230V, ist meist noch ein TN-C-System (**Bild 2**). Aufgrund der Zunahme von Oberschwingungen erzeugenden Verbrauchern, z. B. elektronische Vorschaltgeräte, Frequenzumrichter (Abschnitt 529.3), werden Neuanlagen wegen der EMV (elektromagnetische Verträglichkeit, Abschnitt 1.444) als TN-S-Systeme ab z. B. der Transformatorenstation ausgeführt (Bild 1).

Wird dieses System im Endstromkreis angewendet, dann tritt bei einem Bruch des PEN-Leiters an den mit PEN verbundenen Körpern fehlerfreier Betriebsmittel eine Spannung gegen Erde auf, weil die Körper über aktive Teile der Betriebsmittel, z. B. die Wicklung von Einphasenmotoren, mit dem Außenleiter in Verbindung kommen.

Beim TN-C-System im Endstromkreis tritt eine Gefährdung ein, wenn der PEN-Leiter unterbrochen wird.

Ein PEN-Bruch im Verteilungssystem TN-C-S-System führt zu keiner Gefährdung im TN-S-System des **Endstromkreises**, weil hier der PE nicht mit N

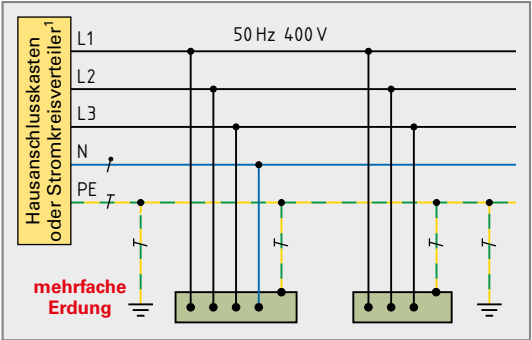


Bild 1: TN-S-System
¹bei Neuanlagen auch Transformatorenstation

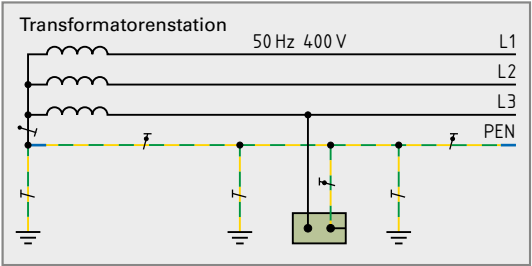


Bild 2: TN-C-System

verbunden und zudem mit wenigstens einem Erder (Fundamenterder) verbunden ist.

Sicherheit bei einem Leiterbruch bietet das TN-S-System (Bild 1), weil bei ihm ein PEN-Leiterbruch nicht möglich ist. Nachteilig ist der Umstand, dass ab Speisepunkt, z. B. Stromkreisverteiler, ein zusätzlicher Leiter mitzuführen ist.

Jedoch werden in den meisten elektrischen Anlagen, insbesondere bei der Hausinstallation, die Endstromkreise mit einem TN-S-System betrieben, nämlich als Teil des TN-C-S-Systems.

PEN-Leiter dürfen in elektrischen Neuanlagen ab Hausanschlusskasten bei Querschnitten unter

Die Isolation gegen Erde wird durch eine **Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD, Isolation Monitoring Device)** permanent überwacht, z.B. durch Überwachung des Schutzleiterstroms. Ist der Isolationswiderstand zwischen angeschlossenen System und z.B. Erde oder PE kleiner als der Ansprechwert der IMD, wird Alarm ausgelöst. IMDs müssen möglichst nahe am Anfang des zu überwachenden Teils einer Anlage errichtet werden. Bei vorhandenem Neutralleiter darf die IMD mit diesem verbunden werden. In einem mehrphasigen System muss die Außenleiterklemme einer zwischen einem Außenleiter und Erde angeschlossenen IMD und ihre Erdungsklemme eine Spannungsfestigkeit von mindestens der Spannung zwischen zwei Außenleitern besitzen.

IT-Systeme werden neuerdings bei Anlagen mit Stromrichtern und Gleichspannungs-Zwischenkreis bevorzugt. Grundsätzlich werden IT-Systeme angewendet, wenn im Fehlerfall der elektrische Stromkreis nicht sofort abgeschaltet werden soll.

IT-Systeme sind Verteilungssysteme mit überwachtem Schutzleiter.

Einphasige Wechselstromverbraucher sind im IT-System über einen Netz-Trenntransformator nach VDE 0570-2-15 anzuschließen. Dieser stellt dann AC 230 V zur Verfügung.

Beim **TT-System** hat das Verteilungssystem keinen PEN-Leiter, die Körper der Anlage sind über einen PE an einen eigenen Erder angeschlossen (**Bild 2**). Diese Systemform kommt in Deutschland für fest verlegte Niederspannungsanlagen, die vom öffentlichen Verteilungsnetz gespeist werden, gelegentlich noch vor. Der Sternpunkt des Stationstransformators ist geerdet, und damit auch der Neutralleiter. Anders als beim TN-System finden aber weitere Erdungen des N-Leiters nicht statt, sodass dieser nicht für Schutzzwecke geeignet ist. Trotzdem kommt dieses Verteilungssystem für begrenzte Anlagen, z.B. Baustellen, in Betracht. Hier wird nämlich der Schutz durch RCD (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, FI-Schutzschaltung, Seite 33) angewendet.

Für TT-Systeme ist der Schutz durch RCDs möglich.

Gleichstromsysteme DC

Gleichstrom-Systeme werden nach Art der Erdverbindung unterschieden. Bezeichnet werden sie als

- TN-S-DC-System (**Bild 3**),
- TN-C-DC-System (**Bild 4**),
- TT-DC-System (**Bild 1, folgende Seite**),
- IT-DC-System (**Bild 2, folgende Seite**).

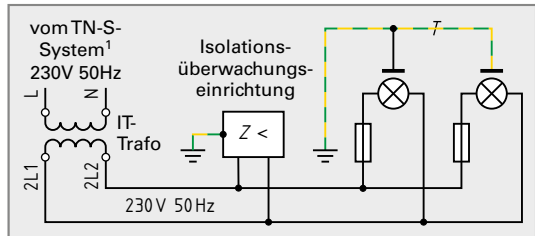


Bild 1: IT-System mit Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD)

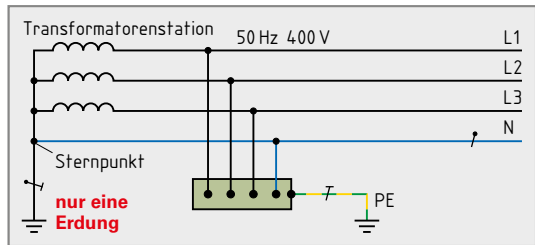


Bild 2: TT-System

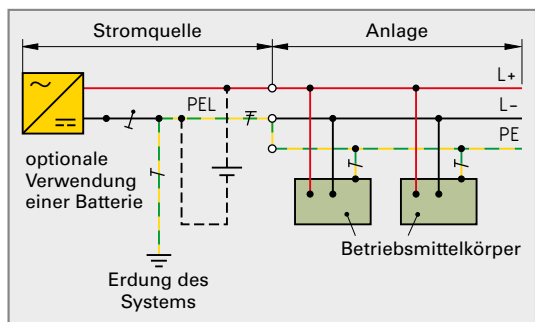


Bild 3: TN-S-DC-System

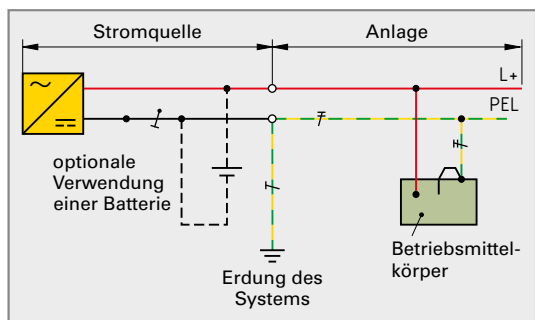


Bild 4: TN-C-DC-System

Die Entscheidung des zu erdenden Pols eines Zweileiter-Gleichstromsystems beruht auf betriebsbedingten Umständen, z.B. dem Vermeiden korrosiver Einwirkungen auf die Erdungsanlage und die Außenleiter. Am Pluspol von DC bildet sich bei Wasserzutritt Sauerstoff, sodass Korrosion eintritt.

In DC-Systemen wird der Minuspol geerdet.

Beim **TN-S-DC-System** ist der geerdete Außenleiter, z. B. L-, oder der geerdete Mittelleiter in der gesamten Anlage vom Schutzleiter getrennt (**Bild 3, vorhergehende Seite**). Das System und die Betriebsmittelkörper sind hier gemeinsam geerdet. Der Leiter L- muss mit der Farbe Weiß gekennzeichnet sein.

Beim **TN-C-DC-System** ist der geerdete Außenleiter L- gleichzeitig der Schutzleiter PEL (**Bild 4, vorhergehende Seite**). System und Betriebsmittelkörper sind gemeinsam geerdet.

Im kombinierten TN-C-S-DC-System sind die Funktionen des geerdeten Außenleiters, z. B. L-, und des Schutzleiters nur **in einem Teil der Anlage** über den Leiter PEL dargestellt (**Bild 1**). Dieses System besteht im Prinzip aus einem hintereinander geschalteten TN-C-DC-System und einem TN-S-DC-System.

Bei den Gleichstromsystemen TN-S und TN-C sind die Schutzleiter PEL und die angeschlossenen Betriebsmittelkörper gemeinsam geerdet.

Beim **TT-DC-System** ist L- geerdet und die angeschlossenen Betriebsmittelkörper sind getrennt geerdet (**Bild 2**).

Beim **IT-DC-System** darf das System nur über eine ausreichend hohe Impedanz (Widerstand) mit der Erde verbunden sein (**Bild 3**). In Deutschland wird die Erdung des IT-DC-Systems über eine ausreichend hohe Impedanz für Messzwecke oder besondere Funktionszwecke angewendet. Im Allgemeinen sind beim IT-DC-System nur die Betriebsmittelkörper über den PE geerdet.

Gleichstromsysteme DC mit Mittelpunkterdung

Gleichstromsysteme mit Mittelleiter und Mittelpunkterdung liefern entsprechend den Drehstrom-3-Phasensystemen zwei oder drei verschiedene Spannungen. Diese sind zwischen den Leitern

- L+ (Farbe Rot) und L- (Farbe Weiß),
- L+ und M (Farbe Blau) und
- L- und M

vorhanden (**Bild 4**). Diese vierpolige Gleichstromanlage enthält drei Gleichstromsysteme, nämlich das TN-C-DC-System, das TN-S-DC-System und wird gesamt als TN-C-S-DC-System bezeichnet.

Der Vorteil dieser Gleichstromanlage ist, dass aufgrund des Vorhandenseins und der Erdung des Mittelleiters über den PEM Spannungswerte unterschiedlicher Höhe abgegriffen werden können. So können z. B. bei einer Gesamtspannungsvorsorgung von 48 V Geräte mit 48 V und Geräte mit 24 V betrieben werden. Eine derartige Gleichstrom-

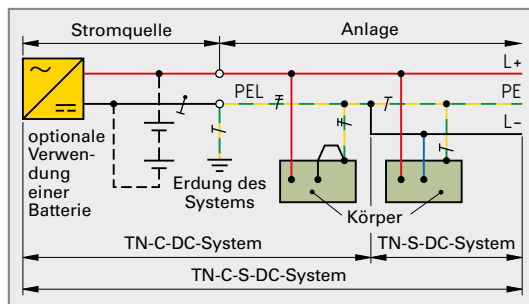


Bild 1: TN-C-S-DC-System

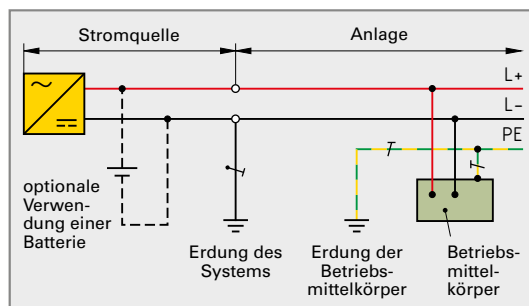


Bild 2: TT-DC-System

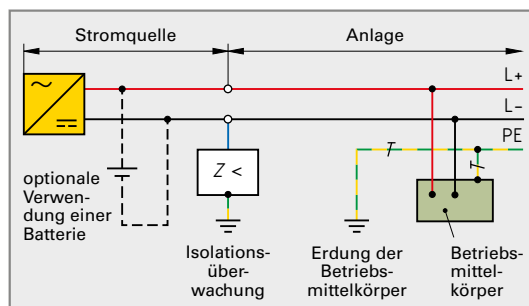


Bild 3: IT-DC-System

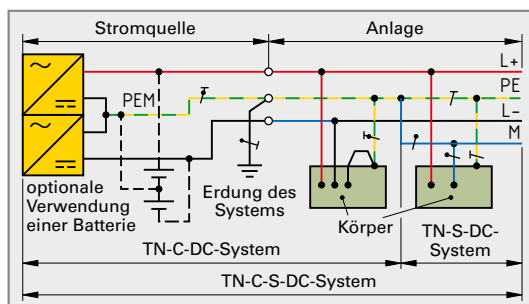


Bild 4: TN-C-S-DC-System mit Mittelpunkterdung

anlage kann bei Niederspannung bis 1500 V betrieben werden. Das bedeutet, dass von PV-Anlagen (Photovoltaik-Anlagen) erzeugte 750 V wegen der Mittelpunkterdung eine Spannungsbereitstellung von z.B. 1500 V ermöglichen.

Gegenüber einem einpoligen Gleichstromsystem gleicher Spannungsbereitstellung wird bei Gleichstromsystemen mit **Mittelpunkterdung** die Leitungsisololation nur halb so stark beansprucht. Einer z.B. „einpoligen“ 1500-V-Bereitstellung steht die zweimal 750-V-Bereitstellung der mittelpunktgeerdeten Anlage gegenüber. Auch im Falle eines Erdschlusses ist die Spannung bei mittelpunktgeerdeten Systemen halb so groß wie bei einpoligen Systemen. Im Kurzschlussfall zwischen L+ und L- ist zwischen einpoligen und mittelpunktgeerdeten Gleichspannungssystemen kein Unterschied.

Gleichspannungssysteme mit Mittelleiter und Mittelpunkterdung beanspruchen die Leitungsisololation nur halb so stark wie einpolige Gleichspannungssysteme.

Beim TT-DC-System ist über den M-Leiter das System geerdet, über den PE-Leiter sind die Betriebsmittelkörper geerdet (**Bild 1**). Beim IT-DC-System kann das System über den M-Leiter geerdet werden, in Deutschland z.B. über eine Isolationsüberwachungseinrichtung (**Bild 2**). Die Betriebsmittelkörper sind über den PE-Leiter geerdet.

Gleichstromkreise mit mehreren Stromquellen

Ausgedehnte DC-Systeme in **Microgrids** besitzen mehrere Stromquellen. Unterschieden werden hierbei das TM-System (**Bild 3**) und das MM-System (**Bild 4**). Beide Systeme sind mit Abgrenzeinheiten hinsichtlich der Erdung der Systeme ausgestattet. Dadurch sollen Korrosionen infolge über den Erdboden fließende Gleichströme in den Systemen verhindert werden.

Beim **TM-System** erfolgt die Haupterdung direkt ohne Abgrenzeinheit (T). Die Abgrenzeinheit ist nur zwischen M-Leiter und PE-Leiter zum Hilfserder wirksam (M). Beim **MM-System** erfolgen Haupterdung und Hilfsderdung jeweils über Abgrenzeinheiten zwischen den Leitern M und PE (MM). Eine Abgrenzeinheit besteht aus einem Kondensator und antiparallel geschalteten Dioden (Bilder 3 und 4).

Durch den Kondensator wird eine gleichstrommäßige Trennung der Leiter M und PE erreicht. Somit wird ein Fließen vagabundierender Ströme verhindert. Die in Betriebsrichtung des Kondensators wirkenden Dioden ermöglichen das Abfließen von DC-Fehlerströmen. Die Anzahl der in Reihe geschalteten Dioden legt hierbei die gewünschte Durchlassspannung fest. Die der Betriebsrichtung des Kondensators entgegenwirkenden Dioden dienen zu dessen Schutz.

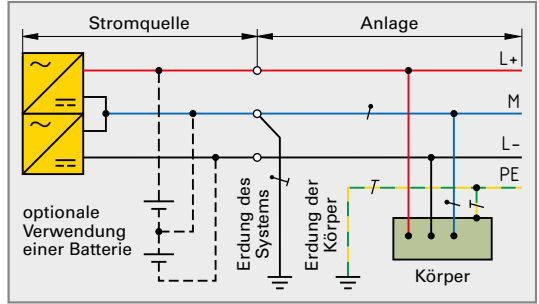


Bild 1: TT-DC-System mit Mittelpunkterdung

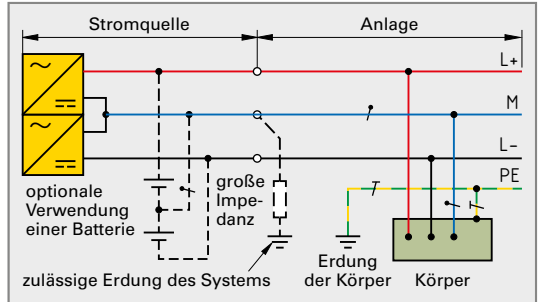


Bild 2: IT-DC-System mit Mittelpunkterdung

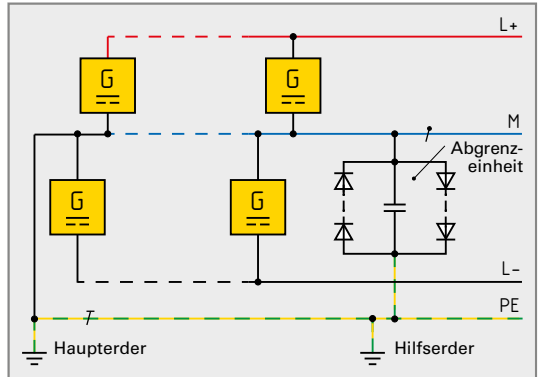


Bild 3: TM-System mit Gleichstromquellen (DC)

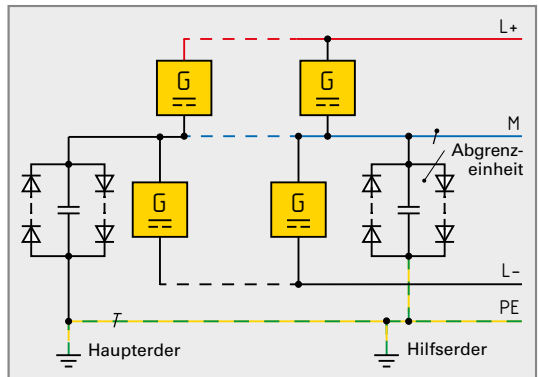


Bild 4: MM-System mit Gleichstromquellen (DC)

Eine Abgrenzeinheit verhindert das Fließen vagabundierender DC-Ströme und ermöglicht das Ableiten von DC-Fehlerströmen.

Aufteilung in Stromkreise

Jede elektrische Anlage von Gebäuden bzw. Niederspannungsanlage muss in mehrere Stromkreise aufgeteilt werden. Dadurch soll erreicht werden, dass Gefahren vermieden und die Folgen von Fehlern begrenzt werden. Außerdem soll durch die Aufteilung in Stromkreise die sichere Kontrolle, Prüfung und Instandhaltung erleichtert werden. So ist es für besondere Räume, z. B. Hobbyräume, zweckmäßig, für Steckdosen eigene Stromkreise vorzusehen, damit bei einem Kurzschluss im Steckdosenstromkreis die Beleuchtung bestehen bleibt (DIN 18015-2, Abschnitt 2.2.2).

Die Verfügbarkeit der Versorgung der Stromkreise wird beeinflusst durch die

- Auswahl des Verteilungssystems nach Art der Erdverbindungen,
- Auswahl der Schutzeinrichtung, um Selektivität (Abschaltung nur durch die Schutzeinrichtung unmittelbar vor der Fehlerstelle) zu erreichen,
- Ausführung mit Mehrfacheinspeisung,
- Verwendung von Überwachungseinrichtungen,
- Anzahl der Stromkreise.
- schnell wechselnden Lasten,
- Streuströme,
- Notwendigkeit zusätzlicher Erdverbindungen.

100.8 Verträglichkeit

Compatibility

Bei der Planung einer elektrischen Anlage sind die Eigenschaften der Betriebsmittel zu berücksichtigen, soweit sie sich nachteilig auf andere elektrische Betriebsmittel auswirken oder die Funktion der Stromversorgung beeinträchtigen können.

Insbesondere sind zu berücksichtigen:

- Oberschwingungsströme und hochfrequente Schwingungen,
- Einschaltströme und Stromstöße durch schnell wechselnde Lasten,
- Gleichstromanteile in Mischströmen (Wechselströme mit Gleichstromanteil),
- Überspannungen, z. B. durch Abschaltung von Induktivitäten,
- Ableitströme gegen Erde und
- überhöhte PE-Ströme, die nicht durch Fehler verursacht sind.

Beim Planen der elektrischen Anlagen sind Maßnahmen zur Verringerung der Wirkungen induzierter Überspannungen und elektromagnetischer Störungen (EMI) vorzusehen. Die elektrischen Betriebsmittel müssen den Anforderungen bzgl. der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) entsprechen.

100.9 Instandhaltung

Maintenance

Die elektrische Anlage ist so zu errichten, dass die Wartung und Instandhaltung gewährleistet ist. Insbesondere muss während der voraussichtlichen Lebensdauer der Anlage gewährleistet sein, dass

- die regelmäßigen Kontrollen und Prüfungen bequem und sicher ausgeführt werden können,
- die Schutzmaßnahmen wirksam bleiben und
- die Zuverlässigkeit der Betriebsmittel angemessen ist.

Elektrische Anlagen sind so zu planen, dass ein zuverlässiger Betrieb während ihrer voraussichtlichen Lebensdauer zu erwarten ist.

Siehe auch Abschnitt 1.530.

100.10 Stromversorgungen für Sicherheitszwecke

Power Supply for Safety

In vielen elektrischen Anlagen ist ein **SSV-System** (Sicherheitsstromversorgungs-System, oft nur SV-System genannt) erforderlich, z. B. in Krankenhäusern, Warenhäusern und Theatern. Als Stromversorgungen für Sicherheitszwecke kommen in Frage

- Akkumulatoren,
- Generatoren mit eigener Antriebsmaschine und
- Batterien mit Primärelementen.

Auch eine zusätzliche Einspeisung aus der allgemeinen Stromversorgung kann als Stromversorgung für Sicherheitszwecke verwendet werden, wenn sie von der normalen Einspeisung aus dem Netz unabhängig ist.

Meist müssen die Stromversorgungen für Sicherheitszwecke bei Spannungsausfall des Verteilungssystems selbsttätig einschalten bzw. anlaufen. Je nach Dauer der dabei eintretenden Unterbrechung der Stromversorgung unterscheidet man verschiedene Stromversorgungen für Sicherheitszwecke (**Tabelle 1, folgende Seite**).

Bei den Stromversorgungen für Sicherheitszwecke sind Unterbrechungszeiten je nach Anforderung von 0 s bis über 15 s erforderlich.

Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (**USV-Anlagen**) sind z. B. erforderlich in Computeranlagen. Bei ihnen wird ein Akkumulator über einen Gleichrichter ständig auf voller Ladung gehalten, während der Akkumulator über einem Wechselrichter die Last speist (**Bild 1**). Bei Netzausfall wird die Last ohne Unterbrechung weiter gespeist, bis der Akkumulator leer ist. Bei derartigen Anlagen ist der Wirkungsgrad klein, wenn Gleichrichter und Wechselrichter ständig arbeiten.

Wenn bei einer SSV-Anlage eine Unterbrechungszeit zulässig ist, so wird erst bei Spannungsausfall des Netzes auf die Stromversorgungen der Sicherheitsstromversorgung umgeschaltet (**Bild 2**). Bei vorhandener Netzspannung liegt die Last über ein Schütz direkt am Netz. Am Netz liegt auch ein Gleichrichter, der einen Akkumulator auf voller Ladung hält. Bei Netzausfall schaltet die Schützschaltung die Last an den Wechselrichter.

Bei sehr großen Anlagen kann auch ein Generator zusammen mit einem Verbrennungsmotor als Stromquelle verwendet werden. Zur raschen Inbetriebsetzung des Verbrennungsmotors und des Generators kann ein Schwungrad verwendet werden (**Bild 3**).

Bei Netzspannung liegt die Last am Netz. Am Netz liegt auch ständig ein Motor, der einen Generator mit Schwungrad im Leerlauf treibt. Bei Netzausfall wird über eine Magnetkupplung der Verbrennungsmotor angeworfen, das Netz von der Last getrennt und der Generator an die Last geschaltet. Die Umschaltzeit bei einer derartigen Anlage kann unter 15 s liegen.

Bei elektrischen Anlagen, für die eine Sicherheitsstromversorgung vorgesehen ist, muss die Art der Sicherheitsstromversorgung den Erfordernissen entsprechen.

Die Klassifizierung einer Stromversorgung erfolgt gemäß ihrer Automatisierung und Umschaltzeiten.

Die Stromversorgung für Sicherheitszwecke erfolgt

- nicht automatisch, gestartet durch Betriebspersonal oder
- automatisch, unabhängig vom Betriebspersonal.

Die automatische Stromversorgung ist bezüglich der Umschaltzeit eingeteilt in Versorgung

- ohne Unterbrechung,
 - sehr kurze Unterbrechung innerhalb von 0,15 s,
 - kurze Unterbrechung innerhalb von 0,5 s,
 - mittlere Unterbrechung innerhalb von 15 s und
 - lange Unterbrechung von mehr als 15 s
- (Tabelle 1).

Automatische Stromversorgungen sind in Klassen eingeteilt (Abschnitt 1.560).

Tabelle 1: Stromversorgungen für Sicherheitszwecke

Unterbrechung	Unterbrechungszeit in s
unterbrechungslos	0
sehr kurz	bis 0,15
kurz	über 0,15 bis 0,5
mittel	über 0,5 bis 15
lang	über 15

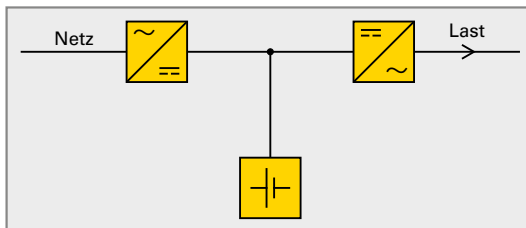


Bild 1: USV-Anlage (Prinzip)

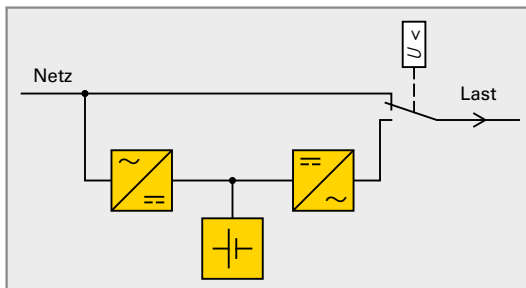


Bild 2: SSV-Anlage mit Unterbrechungszeit

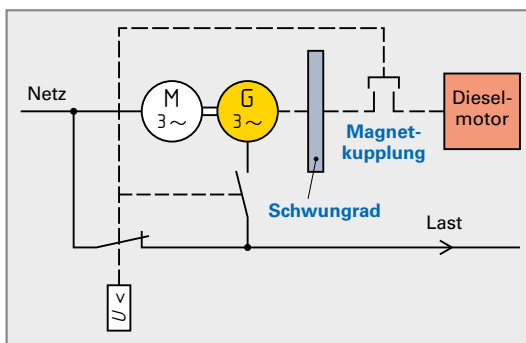


Bild 3: SSV-Anlage mit Unterbrechungszeit und großer Leistung

100.11 Verfügbarkeit der Versorgung

Availability of the Supply

An die Verfügbarkeit einer Stromversorgung werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Jeder Stromkreis, bei dem eine langfristige und konstan-