



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

21. 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	MSc 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 152.024 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 978-3-8085-3178-5

21. Auflage 2024

Druck 5 4 3 2 1

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

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

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

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

Satz: Dipl. Des. Susanne Beckmann, 59514 Welver

Druck: LD Medienhaus GmbH & Co. KG, 48268 Greven, www.ld-medienhaus.de

Vorwort zur 21. 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“. Der in der Ausbildung breiter gewordene Gebrauch der beiden Lernfelder verursachte wieder, wie schon bei der 20. Auflage, eine Überarbeitung und Erweiterung des Buches. 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:

- 0100 Bbl. 5 Maximal zulässige Längen von Leitungen und Kabeln,
- 0100-100 Errichten von Niederspannungsanlagen: Gleichzeitigkeitsfaktor, Gleichstromkreise mit mehreren Stromquellen,
- 0100-551 Speicher am Niederspannungsnetz, Netzparallelbetrieb, Inselbetrieb,
- 0100-701 Orte mit Badewanne und Dusche,
- 0100-712 Photovoltaik-Stromversorgungssysteme: Blitz- und Überspannungsschutz, Prüfungen, Prüffristen,
- 0100-420 Schutz gegen thermische Auswirkungen: Anwendung von AFDDs, Risikoanalyse,
- 0100-722 Stromversorgung von Elektrofahrzeugen, Wallbox,
- 0113-1 Elektrische Ausrüstung von Maschinen: Schaltgeräte, Prüfungen, Leitungslängen,
- 0128-3 (früher z.T. 0100-719) Lichtwerbeanlagen: LEDs, Leiterquerschnitte, Leitungslängen,
- 0185-305 Inneres Blitzschutzsystem,
- AR-N 4100 Anschluss von Kundenanlagen,
- DIN 18015 Planung elektrischer Anlagen (Teile 1, 2, 3).

Überarbeitet wurden wegen geänderter Bestimmungen folgende Teile/Abschnitte:

- 0100-200 Begriffe von Niederspannungsanlagen,
- 0100-430 Schutz bei Überstrom, Schutz bei Überlast: Schutzeinrichtungen, Abschaltenergie,
- 0100-520 Kabel- und Leitungsanlagen: maximale Leitungslängen,
- 0100-534 Trennen, Schalten und Steuern,
- 0100-540 Erdungsanlagen und Schutzleiter,
- 0100-560 Einrichtungen für Sicherheitszwecke, Beleuchtungsstärken, Kennzeichnung von Sicherheitsleuchten,
- 0100-704 Baustellen, Schutzmaßnahmen bei Baustromverteilern,
- 0100-711 Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen in Ausstellungen, Shows und Ständen,
- 0100-801 Energieeffizienzklassen, Bestimmung des Energieverbrauchs,
- 0100-802 Kombinierte Erzeugungs-/Verbrauchsanlagen,
- 0701 Prüfung nach Reparatur elektrischer Geräte,
- 0702 Wiederholungsprüfung für elektrische Geräte.

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

Zahlreiche Wiederholungs- und Vertiefungsfragen 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 Buches dankbar entgegen. Diese können mit E-Mail gerichtet sein an lektorat@europa-lehrmittel.de.

Herbst 2024

Die Autoren

Inhaltsverzeichnis/Contents

Vorwort zur 21. Auflage	3	421.4	Abstände	49
Inhaltsverzeichnis/Contents	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	10	422.3	Feuergefährdete Betriebsstätten	50
100.4 Struktur	10	422.4	Räume oder Orte mit brennbaren Baustoffen	51
100.5 Grundsätze	10	422.5	Ausbreitung von Feuer in Bauten	52
100.7 Stromversorgung und Aufbau der Anlage	13	422.6	Orte für unersetzbare Güter	52
100.8 Verträglichkeit	19	423	Schutz gegen Verbrennungen	53
100.9 Instandhaltung	19	424	Schutz gegen Überhitzung	53
100.10 Stromversorgungen für Sicherheitszwecke	19	424.1	Gebälse-Heizsysteme	53
100.11 Verfügbarkeit der Versorgung	20	424.2	Heißwasser- oder Dampferzeuger	53
200 Begriffe von Niederspannungsanlagen	22	424.3	Raumheizgeräte	53
200.1 Allgemeines	22	430	Schutz bei Überstrom	54
200.2 Kenngrößen von elektrischen Anlagen	22	430.1	Anwendungsbereich	54
200.3 Spannungen und Ströme	23	430.2	Normungshinweise	54
200.4 Elektrischer Schlag und Schutzmaßnahmen	24	430.3	Allgemeine Anforderungen	54
200.5 Erdung und Erdverbindung	25	431	Anforderungen nach Stromkreis	55
200.6 Elektrische Stromkreise	27	431.1	Schutz der Außenleiter	55
200.7 Kabel- und Leitungsanlagen	28	431.2	Schutz des Neutralleiters	55
200.8 Andere Betriebsmittel	28	431.3	Schalten des Neutralleiters bei 3AC	56
200.9 Trennen und Schalten	29	432	Art der Schutzeinrichtungen	56
200.10 Fähigkeit von Personen	29	432.1	Maßnahmen für Überlastschutz und	
200.11 Nationale Begriffe (Anhang)	29	432.2	Kurzschlusschutz	56
410 Schutz gegen elektrischen Schlag	31	432.3	Einrichtungen nur für den Überlastschutz	56
410.1 Anwendungsbereich	31	433	Einrichtungen nur für den Kurzschlusschutz	56
410.2 Allgemeine Anforderungen	32	433.1	Schutz bei Überlastströmen	56
411 Automatische Abschaltung der Stromversorgung ..	33	433.2	Koordination der Betriebsmittel	56
411.1/2 Allgemeine Anforderungen	33	433.3	Anordnung der Überlastschutzeinrichtung	64
411.3 Anforderungen an den Fehlerschutz		433.4	Verzicht auf Überlastschutz	64
(Schutz bei indirektem Berühren)	33		Überlastschutz bei parallelen Leitern	65
411.4 Fehlerschutz in TN-Systemen	34	434	Schutz bei Kurzschlussströmen	65
411.5 Fehlerschutz in TT-Systemen	35	434.1	Bestimmung der Kurzschlussströme	65
411.6 Fehlerschutz in IT-Systemen	36	434.2	Anordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen	
411.7 Fehlerschutz bei FELV	37	434.3	für den Kurzschlusschutz	69
412 Doppelte oder verstärkte Isolierung	37	434.4	Verzichten auf den Kurzschlusschutz	70
413 Schutztrennung	37	435	Sonderbestimmungen	70
414 Schutz durch SELV oder PELV	38		Koordination des Schutzes	71
415 Zusätzlicher Schutz	40	442	Schutz von Niederspannungsanlagen	
415.1 Zusätzlicher Schutz durch RCDs	40	442.1	bei Netzfehlern	72
415.2 Zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich	41	442.2	Anwendung	72
416 Schutz in elektrotechnisch überwachten Anlagen ..	42	442.3	Überspannungen im Niederspannungsnetz bei	
416.1 Fehlerschutz durch nicht leitende Umgebung	42	442.4	Erdschluss der Hochspannungsseite	72
416.2 Fehlerschutz durch örtlichen Schutzpotenzial-		442.4	Beanspruchungsspannung bei Neutralleiterbruch	74
ausgleich	42	442.5	Beanspruchungsspannung beim IT-System mit	
416.3 Schutztrennung mit mehreren Verbrauchsmitteln ..	42		Neutralleiter	74
420 Schutz gegen thermische Auswirkungen	44		Beanspruchungsspannung bei Kurzschluss	
420.1 Anwendungsbereich	44	443	zwischen Neutralleiter und Außenleiter	74
420.2 Normungshinweise	44	443.1	Schutz bei Überspannungen infolge atmos-	
420.3 Zusätzliche Begriffe	44	443.2	phärischer Störungen oder von Schaltvorgängen ..	75
421 Schutz gegen elektrisch verursachte Brände	44	443.3	Allgemeines	75
421.1 Allgemeine Anforderungen	44	443.4	Überspannungskategorien	75
421.2 Oberflächentemperatur	44		Vorkehrungen gegen Überspannungen	76
421.3 Funken und Lichtbögen	44		Überspannungsschutz in Freileitungen	76

443	Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Störungen oder von Schaltvorgängen . . .	75	522.5	Auftreten von Korrosion	98
443.1	Allgemeines	75	522.6	Mechanische Beanspruchung	98
443.2	Überspannungskategorien (443.6)	75	522.7	Beanspruchung durch Schwingungen	99
443.3	Vorkehrungen gegen Überspannungen	76	522.8	Andere mechanische Beanspruchungen	99
443.4	Überspannungsschutz in Freileitungen	76	522.9	Pflanzen- oder Schimmelbewuchs	99
444	Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen	77	522.10	Vorhandensein von Tieren	99
444.0	Einleitung	77	522.11	Sonneneinstrahlung	99
444.1	Anwendungsbereich	77	522.12	Erdbeben	99
444.2	Normungshinweise	77	522.13	Wind	99
444.3	Begriffe	77	522.14	Stoffe	99
444.4	Reduzierung elektromagnetischer Störungen	77	522.15	Gebäudeausführung	99
444.5	Erdung und Potenzialausgleich	80	522.16	Gebäudestruktur	99
444.6	Getrennte Verlegung der Stromkreise	82	523	Strombelastbarkeit	100
444.7	Kabelmanagementsysteme	83	524	Querschnitt von Leitern	100
450	Schutz gegen Unterspannung	85	525	Spannungsfall in Verbraucheranlagen	100
450.1	Allgemeines	85	526	Elektrische Verbindungen	105
450.2	Unterspannungs-Schutzeinrichtungen	85	527	Begrenzung von Bränden	106
450.3	Anforderungen	85	528	Nähe zu anderen technischen Anlagen	108
460	Trennen und Schalten	86	529	Ergänzungen aus Beiblättern	110
461	Einführung und Allgemeines	86	529.1	Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen	110
462	Trennen	86	529.2	Maximal zulässige Längen von Kabeln und Leitungen	112
463	Betriebsmäßiges Schalten (Steuern)	87	529.3	Strombelastbarkeit bei Lastströmen mit Oberschwingungen	114
464	Ausschalten für mechanische Instandhaltung	87	529.3.1	Begriffe	114
465	Handlungen im Notfall	87	529.3.2	Oberschwingungsstrom im Neutralleiter	114
510	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen	89	529.3.3	Reduktionsfaktoren bei Oberschwingungsströmen	115
510	Einleitung	89	529.3.4	Weitere Daten	116
511	Normung	89	530	Schalt- und Steuergeräte	118
512	Betriebsbedingungen und äußere Einflüsse	89	530.1	Anwendungsbereich	118
513	Zugänglichkeit	90	530.2	Hinweis auf andere Normen	118
514	Kennzeichnung	90	530.3	Begriffe	118
515	Vermeiden gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung	91	530.4	Allgemeine Anforderungen	121
516	Schutzleiterströme	92	530.5	Befestigung von Betriebsmitteln	121
520	Kabel- und Leitungsanlagen	93	531	Schutz gegen elektrischen Schlag durch automatische Abschaltung	121
520.1	Anwendungsbereich	93	531.1	Allgemeines	121
520.2	Normungshinweise	93	531.2	Überstrom-Schutzeinrichtungen	122
520.3	Begriffe	93	531.3	RCDs in Stromkreisen	122
520.4	Allgemeines	93	532	Schutz bei Brandrisiken	128
521	Arten von Kabel- und Leitungsanlagen	93	532.1	Allgemeines	128
521.1	Verlegearten	93	532.3	RCMs zum Schutz bei Brandrisiken in IT-Systemen	128
521.3	Beispiele von Verlegearten	93	532.4	IMDs zum Schutz bei Brandrisiken in IT-Systemen	129
521.4	Stromschiensysteme	93	532.5	Störlichtbogenschutzeinrichtungen	129
521.5	Vermeidung von Wirbelströmen	93	532.6	AFDDs - Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen	129
521.6	Rohr-, Kanal-, Tragsysteme	94	533	Schutz bei Überstrom	129
521.7	Mehrere Stromkreise in einem Kabel	94	534	Überspannungs-Schutzeinrichtungen SPDs	131
521.8	Anordnung der Stromkreisleiter	95	534.1	Allgemeines	131
521.9	Verwendung flexibler Leitungen	95	534.2	Auswahl und Errichtung von SPDs	131
521.10	Errichten von Kabeln/Leitungen	95	534.3	Weitere Anforderungen zum Schutz bei transienten Überspannungen	134
521.11	Kurzschluss- und erdschluss sicheres Verlegen	97	540	Erdungsanlage, Schutzleiter, Schutzpotenzialausgleichsleiter	136
521.12	Verlegen in Beton	97	541	Anwendung, Begriffe	136
521.13	Kabel in unterirdischen Kanälen und Schutzrohren	97	542	Erdungsanlage	136
521.14	Verlegung bei erhöhtem Brandrisiko	97	543	Schutzleiter PE	139
521.15	Errichtung in Hohlwänden	97	544	Schutzpotenzialausgleichsleiter	141
522	Umgebungseinflüsse	97			
522.1	Umgebungstemperatur	98			
522.2	Äußere Wärmequellen	98			
522.3	Wasser oder hohe Feuchtigkeit	98			
522.4	Auftreten von festen Fremdkörpern	98			

545	Kennzeichnung der geerdeten Leiter	142	600.7	Erstprüfung bei systemunabhängigen Schutzmaßnahmen	177
546	Funktionserdung, Funktionspotenzialausgleich bei ICT-Anlagen	142	600.8	Erstprüfung bei systemabhängigen Schutzmaßnahmen	179
551	Niederspannungs-Stromerzeugungseinrichtungen	144	600.9	Spezielle Prüfungen	182
551.1	Anwendungsbereich	144	600.10	Prüfbericht über Erstprüfung (6.4.4)	184
551.2	Allgemeine Anforderungen	144	600.11	Wiederkehrende Prüfung (6.5)	184
551.3	Schutzmaßnahmen SELV, PELV	144	701	Orte mit Badewanne oder Dusche	186
551.4	Fehlerschutz	144	701.1	Anwendung	186
551.5	Überstromschutz	145	701.2	Bereiche (701.30)	186
551.6	Umschaltbare Stromerzeugung	145	701.3	Schutz gegen elektrischen Schlag (701.41)	187
551.7	Vorgesehener Parallelbetrieb mit dem VNB-Netz	145	701.4	Betriebsbedingungen (701.512)	188
551.8	Zusätzliche Anforderungen an eigenständige Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen	146	701.5	Kabel- und Leitungsanlagen (701.512)	189
551.9	Speicher am Niederspannungsnetz	147	702	Becken von Schwimmbädern, begehbare Wasserbecken und Springbrunnen	190
551.9	Ersatzstrom einspeisung durch mobile Stromerzeugungseinrichtungen	149	702.1	Anwendungsbereich	190
557	Hilfsstromkreise	152	702.2	Normung	190
557.1	Anwendungsbereich	152	702.3	Begriffe	190
557.2	Hinweise auf andere Normen	152	702.4	Schutzmaßnahmen	191
557.3	Zusätzliche Begriffe	152	702.5	Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel	192
557.4	Anforderungen an Hilfsstromkreise	152	703	Räume und Kabinen mit Saunaheizungen	194
557.5	Anforderungen an Messstromkreise	154	703.1	Allgemeines (703.11)	194
557.6	Funktionssicherheit	154	703.2	Allgemeine Merkmale (703.30)	194
557.7	Funktionale Sicherheit	156	703.3	Schutzmaßnahmen (703.41)	194
557.8	Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	158	703.4	Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln (703.51 bis 703.55)	195
557.9	Elektronische Steuerungen und Bussysteme	158	704	Baustellen	196
559	Leuchten und Beleuchtungsanlagen	159	704.1	Anwendung	196
559.1	Anwendungsbereich	159	704.2	Schutzmaßnahmen (704.4)	197
559.2	Begriffe	159	704.3	Material (704.5)	197
559.3	Allgemeine Anforderungen	160	705	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten	198
559.4	Schutz gegen Wärmewirkung	160	705.1	Allgemeines (705.11 bis 705.20)	198
559.5	Kabel- und Leitungsanlagen	160	705.2	Schutz gegen elektrischen Schlag (705.4.41)	198
559.6	Lampenbetriebsgeräte	161	705.3	Brandschutz (705.482)	200
559.7	Weitere Bestimmungen (559.7 bis 559.10)	162	705.4	Dokumentation (705.514)	201
560	Einrichtungen für Sicherheitszwecke	163	705.5	Errichtung von Kabel- und Leitungsanlagen (705.522)	201
560.1	Anwendungsbereich	163	705.6	Trennen und Schalten (705.536)	202
560.2	Normungshinweise	163	705.7	Einrichtungen für Sicherheitszwecke (705.556)	202
560.3	Besondere Begriffe	163	705.8	Leuchten und Beleuchtungsanlagen (705.559)	202
560.4	Klassifizierung	164	706	Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit	203
560.5	Allgemeines	164	706.1	Anwendungsbereich	203
560.6	Stromquellen	164	706.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	203
560.7	Stromkreise	164	706.3	Potenzialausgleich für Funktionszwecke	204
560.8	Kabel- und Leitungsanlagen	164	706.4	Lage der Stromquellen bei Schutztrennung, SELV	204
560.9	Sicherheitsbeleuchtung	165	706.5	Material	204
560.10	Brandschutz	166	708	Caravanplätze, Campingplätze und ähnliche Bereiche	205
560.11	Prüfungen	166	708.1	Allgemeines	205
570	Stationäre Sekundärbatterien	168	708.2	Besondere Begriffe	205
570.1	Anwendungsbereich	168	708.3	Stromversorgung	205
570.2	Normenhinweise	168	708.4	Schutzmaßnahmen	206
570.3	Begriffe	168	708.5	Material	207
570.4	Eigenschaften stationärer Sekundärbatterien	168	709	Niederspannungsanlagen in Häfen, Marinas	208
570.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen	168	709.1	Anwendungsbereich, Normen	208
600	Prüfungen	170	709.2	Zusätzliche Begriffe	208
600.1	Anwendungsbereich (6.1)	170	709.3	Allgemeine Anforderungen	208
600.2	Hinweis auf andere Normen (6.2)	170	709.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	208
600.3	Zusätzliche Begriffe (6.3)	170			
600.4	Erstprüfung (6.4)	170			
600.5	Besichtigen (6.4.2)	170			
600.6	Erproben und Messen (6.4.3)	171			

709.5	Elektrische Betriebsmittel	210	719.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	252
710	Medizinisch genutzte Bereiche	211	719.6	Produktüberprüfung (9)	255
710.1	Grundsätze	211	721	Elektrische Anlagen von Caravans und Motorcaravans	256
710.2	Begriffe	211	721.1/2	Anwendungsbereich, Begriffe	256
710.3	Allgemeine Merkmale	212	721.2	Schutzmaßnahmen (721.4)	256
710.4	Schutzmaßnahmen	213	721.3	Betriebsmittel (721.5)	256
710.5	Auswahl und Errichtung	215	721.4	Stromversorgungen	257
710.6	Prüfungen	221	722	Stromversorgung von Elektrofahrzeugen	259
711	Ausstellungen, Shows und Stände	223	722.1	Anwendungsbereich	259
711.1	Anwendungsbereich, Zweck und Grundsätze	223	722.2	Normungshinweise	259
711.2	Begriffe	223	722.3	Begriffe	259
711.3	Allgemeine Merkmale	223	722.4	Schutzmaßnahmen	261
711.4	Schutzmaßnahmen	223	722.5	Auswahl, Errichtung elektrischer Betriebsmittel	261
711.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	224	723	Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen	265
711.6	Prüfung	225	723.1	Anwendungsbereich	265
712	Photovoltaik-Stromversorgungssysteme	226	723.2	Begriffe	265
712.1	Anwendungsbereich	226	723.3	Normungshinweise	265
712.2	Normung	226	723.4	Schutzmaßnahmen	265
712.3	Begriffe	226	729	Bedienungsgänge und Wartungsgänge	268
712.4	Schutzmaßnahmen	230	729.1	Anwendungsbereich	268
712.5	Prüfungen und Prüfristen	233	729.2	Normungshinweise	268
713	Möbel	235	729.3	Allgemeine Merkmale	268
713.1	Anwendungsbereich	235	729.4	Mindestabstände	269
713.2	Hinweise auf andere Normen	235	729.5	Zugänglichkeit	270
713.3	Begriffe	235	730	Landanschluss für Binnenschifffahrt	272
713.4	Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel	235	730.1	Anwendungsbereich	272
714	Beleuchtungsanlagen im Freien	237	730.2	Normungshinweise	272
714.1	Anwendungsbereich	237	730.3	Begriffe	272
714.2	Begriffe (714.3)	237	730.4	Schutzmaßnahmen	272
714.3	Maßnahmen gegen äußere Einflüsse (714.3, 714.5)	237	730.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	272
714.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	238	731	Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	274
715	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen	239	731.1	Anwendungsbereich	274
715.1	Anwendungsbereich	239	731.2	Normungshinweise	274
715.2	Schutzmaßnahmen (715.4)	239	731.3	Begriffe, Aufbau der Anlage und Stromversorgung	274
715.3	Material und Betriebsmittel (715.5)	240	731.4	Schutzmaßnahmen	275
716	ELV DC Energieverteilung für Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT)	242	731.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	275
716.1	Anwendungsbereich	242	737	Feuchte und nasse Bereiche und Räume und Anlagen im Freien	276
716.2 (3)	Begriffe	242	737.1	Allgemeines	276
716.3 (4)	Schutzmaßnahmen	242	737.2	Schutzarten der Betriebsmittel	276
716.4 (5)	Arten von Kabel- und Leitungsanlagen	242	740	Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen	278
717	Ortsveränderliche oder transportable Baueinheiten	243	740.1	Anwendungsbereich	278
717.1	Anwendungsbereich	243	740.2	Begriffe	278
717.2	Hinweise auf andere Normen	243	740.3	Allgemeine Merkmale	278
717.3	Stromversorgungen	243	740.4	Schutzmaßnahmen	279
717.4	Schutzmaßnahmen	243	740.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	280
717.5	Schutzpotenzialausgleich	245	740.6	Prüfungen	281
717.6	Kennzeichnung	245	753	Umschlossene Heizungssysteme	282
718	Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten	246	753.1	Anwendungsbereich	282
718.1	Anwendungsbereich	246	753.2	Normung	282
718.2	Normung	246	753.3	Begriffe	282
718.3	Begriffe	247	753.4	Schutzmaßnahmen	283
718.4	Schutzmaßnahmen	247	753.4.1	Schutz gegen elektrischen Schlag	283
718.5	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel	248	753.4.2	Schutz gegen thermische Auswirkungen	283
719	Lichtwerbeanlagen für Niederspannungsanlagen	250	753.5	Auswahl und Errichtung der elektrischen Betriebsmittel	284
719.1	Anwendungsbereich (1)	250	801	Energieeffizienz	286
719.2	Verweis auf Normen (2)	250	801.1	Anwendungsbereich	286
719.3	Begriffe (3)	250			
719.4	Schutzmaßnahmen (4)	251			

801.2	Normungshinweise	286	5	Maschinen und Prüfanlagen	326
801.3	Begriffe	286	5.1	Elektrische Ausrüstung von Maschinen	
801.4	Allgemeines	287		nach VDE 0113-1	326
801.5	Anwendungssektoren	287	5.1.1	Anwendungsbereich (1)	326
801.6	Planung und Empfehlungen	287	5.1.2	Normungshinweise (2)	326
801.7	Zonen, Anwendungen und Maschen	288	5.1.3	Begriffe (3)	326
801.8	Energieeffizienz-Management	288	5.1.4	Allgemeine Anforderungen (4)	327
801.9	Erhaltung und Verbesserung	288	5.1.5	Netzanschlüsse, Trenneinrichtung und Schalter (5)	328
802	Kombinierte Erzeugungs-/Verbrauchsanlagen	291	5.1.6	Schutz gegen elektrischen Schlag (6)	329
802.1	Anwendungsbereich	291	5.1.7	Schutz der Ausrüstung (7)	329
802.2	Normungshinweise	291	5.1.8	Potenzialausgleich (8)	331
802.3	Begriffe	291	5.1.9	Steuerstromkreise (9)	332
802.4	Allgemeines zu intelligenten Stromversorgungssystemen	292	5.1.10	Bedienerschnittstellen (10)	334
802.5	Kombinierte Anlagen	292	5.1.11	Anordnung der Schaltgeräte (11)	334
802.6	Ausführung der PEI	292	5.1.12	Leiter, Leitungen, Kabel (12)	335
802.7	Architektur der PEI	292	5.1.13	Verdrahtungstechnik (13)	336
802.8	Technische Aspekte	293	5.1.14	Sonstige Anforderungen (14, 15, 16, 17, 18)	337
2	Kundenanlagen	294	5.2	Elektrische Prüfanlagen – DIN EN 50191 (VDE 0104)	340
2.1	Anschluss von Kundenanlagen nach VDE-AR-N 4100	294	5.2.1	Anwendungsbereich (1)	340
2.1.1	Anwendungsbereich (1)	294	5.2.2	Normungshinweise (2)	340
2.1.2	Normungshinweise (2)	294	5.2.3	Begriffe (3)	340
2.1.3	Begriffe (3)	294	5.2.4	Errichten von Prüfanlagen (4)	340
2.1.4	Grundsätze (4)	295	5.2.5	Betreiben von Prüfanlagen (5)	341
2.1.5	Netzanschluss, Hausanschluss (5)	296	6	Schutz gegen elektrischen Schlag – DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	342
2.1.6	Hauptstromversorgungssystem (6)	300	6.1	Anwendungsbereich (1)	342
2.1.7	Zählerplätze (7, 8, 9)	301	6.2	Normen (2)	342
2.1.8	Betrieb der Kundenanlage (10)	302	6.3	Begriffe (3)	342
2.1.9	Schutzmaßnahmen (11)	303	6.4	Anforderungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag (4)	342
2.1.10	Anschlusschränke im Freien (12)	303	6.5	Schutzvorkehrungen (5)	342
2.2	Planung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden (DIN 18015)	305	6.6	Schutzmaßnahmen (6)	343
2.2.1	Planungsgrundlagen (DIN 18015-1)	305	6.7	Koordinieren der Betriebsmittel und der Schutzvorkehrungen (7)	344
2.2.2	Mindestausstattung (DIN 18015-2)	308	7	Blitzschutz – VDE 0185-305	346
2.2.3	Leitungsführung (DIN 18015-3)	309	7.1	Anwendungsbereich (1)	346
2.2.4	Gebäudesystemtechnik (DIN 18015-4)	311	7.2	Normen (2)	346
3	Unfallverhütungsvorschrift DGUV Vorschrift 3	312	7.3	Begriffe (3)	346
3.1	Geltungsbereich, Begriffe, Grundsätze	312	7.4	Blitzschutzsystem LPS (4)	347
3.2	Prüfungen	313	7.5	Äußeres Blitzschutzsystem (5)	348
3.3	Arbeiten an aktiven Teilen	313	7.6	Inneres Blitzschutzsystem (6)	352
4	Betrieb von elektrischen Anlagen	314	8	Prüfung elektrischer Geräte – VDE 0701, VDE 0702	353
4.1	Art der Norm DIN VDE 0105-100	314	8.1	Anwendungsbereich (1)	353
4.2	Anwendungsbereich (1)	314	8.2	Begriffe (3)	353
4.3	Begriffe (3)	314	8.3	Anforderungen (4)	354
4.4	Grundsätze für Arbeiten in elektrotechnischen Anlagen (4)	315	8.4	Prüfungen (5)	355
4.4.1	Organisation	315	9	Lösungen der Fragen zur Wiederholung und Vertiefung	361
4.4.2	Sicherer Betrieb	315	10	Anhang	374
4.4.3	Brandschutz und Brandbekämpfung	316	10.1	Bildquellen	374
4.4.5	Ausrüstungen	317	10.2	Unterstützende Firmen und Dienststellen	375
4.5	Wiederkehrende Prüfungen (5)	317	10.3	Literaturhinweise	375
4.6	Durchführung der Arbeiten (6)	319	10.4	Größen und Einheiten	376
4.6.1	Allgemeines	319	10.5	Kennzeichnung in Schaltplänen	378
4.6.2	Arbeiten im spannungsfreien Zustand	320	10.6	Weitere Aspekte der Sicherheit	381
4.6.3	Arbeiten unter Spannung	321	10.7	Fachliches Englisch (Englisch–Deutsch)	386
4.6.4	Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	323	10.8	VDE-Bestimmungen	392
4.6.5	Durchführung nicht-elektrotechnischer Arbeiten	324	10.9	Normen	395
4.7	Arbeiten beim Instandhalten elektrischer Anlagen (7)	324	10.10	Sachwortverzeichnis	396

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. Leuchtöhrenanlagen,
- 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.

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	

Gleichzeitigkeitsfaktor

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

1

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

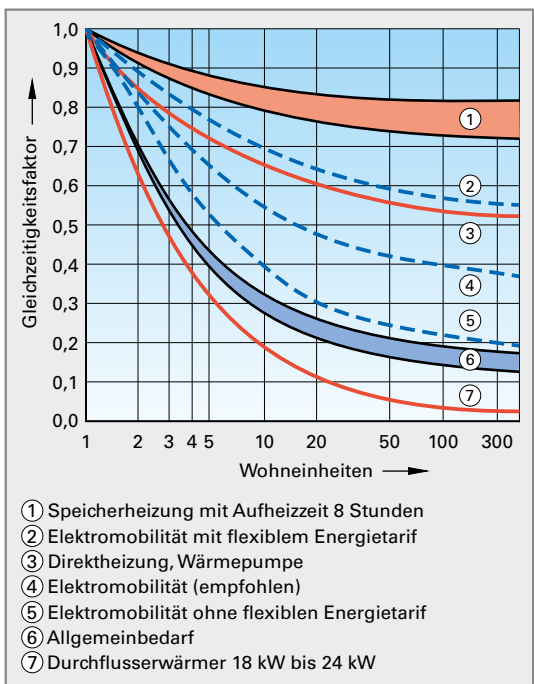


Bild 1: Gleichzeitigkeitsfaktor in Abhängigkeit von Anzahl Wohneinheiten und Ladestellen für Elektrofahrzeuge

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.

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

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.

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

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 307 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

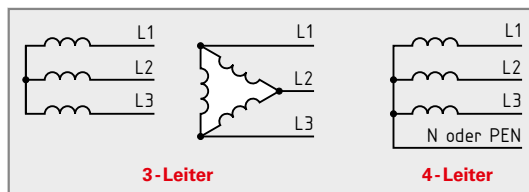


Bild 1: Dreiphasenanordnungen

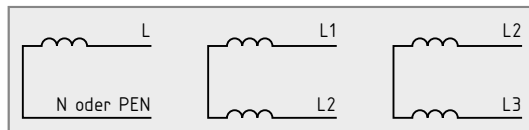


Bild 2: 2-Leiter-Einphasen-Anordnungen

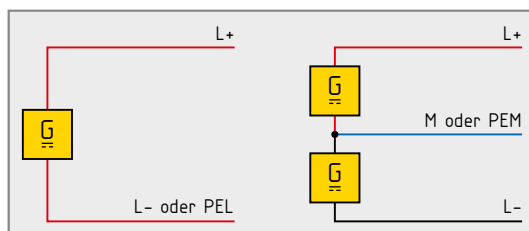


Bild 3: Anordnungen für 2-Leiter und 3-Leiter in DC-Stromkreisen

Tabelle 1: Verteilungssysteme	
Wechselstromsysteme	Gleichstromsysteme
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Einphasen-Zweileitersysteme ➤ Einphasen-Dreileitersysteme ➤ Drehstrom-Dreileitersysteme ➤ Drehstrom-Vierleitersysteme 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zweileitersysteme ➤ Dreileitersysteme

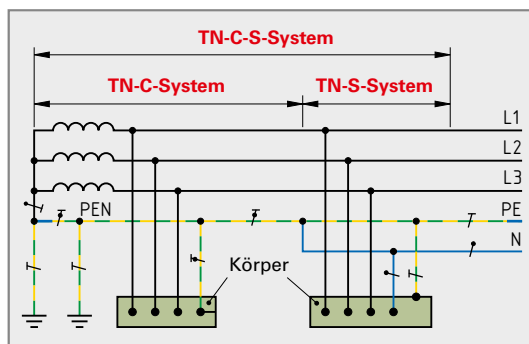


Bild 4: TN-Verteilungssysteme und Leiterkennzeichnungen

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 Transformatorstation 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, Frequenzrichter (Abschnitt 529.3), werden Neuanlagen wegen der EMV (elektromagnetische Verträglichkeit, Abschnitt 1.444) als TN-S-Systeme ab z. B. der Transformatorstation 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

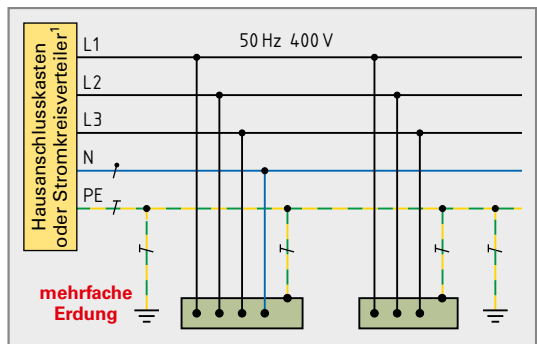


Bild 1: TN-S-System ¹bei Neuanlagen auch Transformatorstation

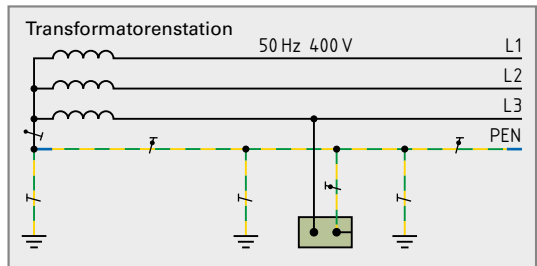


Bild 2: TN-C-System

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

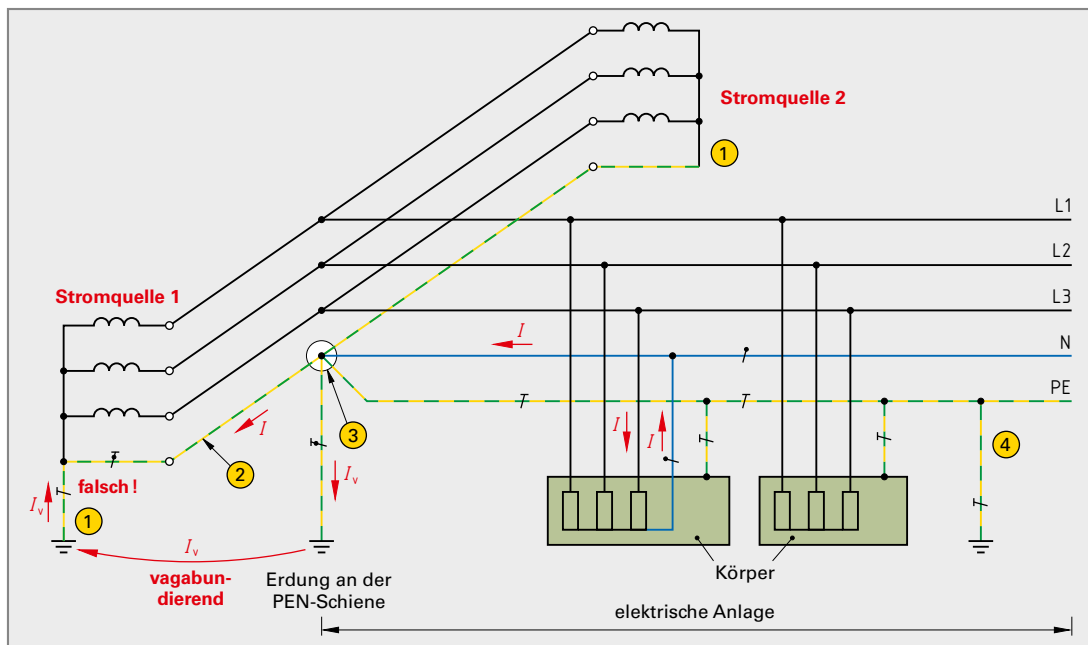


Bild 1: TN-C-S-System mit Mehrfacheinspeisung

10 mm² Cu nicht verlegt werden. In zahlreichen elektrischen Anlagen, z. B. in landwirtschaftlichen Betriebsstätten, sind PEN-Leiter ab Hausanschlusskasten oder Hauptverteilung überhaupt nicht zulässig. Sofern in der Anlage elektronische Steuerungen oder Geräte angewendet werden, soll ab Hausanschlusskasten stets das TN-S-System angewendet werden.

Es wird empfohlen, in der Elektroinstallation keine PEN-Leiter zu verlegen.

In den Verteilungssystemen der Form TN wird meist die Schutzmaßnahme „Automatische Abschaltung der Stromversorgung“ (Abschnitt 1.410) angewendet.

TN-Systeme sind für den Schutz durch automatische Abschaltung mittels RCDs oder durch Überstrom-Schutzeinrichtungen geeignet.

Bei einem TN-System mit **Mehrfacheinspeisung**, z. B. bei einer angeschlossenen Photovoltaikanlage, kann ein Teil des Betriebsstroms unbeabsichtigte Wege nehmen (**Bild 1**). Man spricht hierbei von vagabundierenden Strömen I_v . Dadurch können Brände, Korrosionen oder elektromagnetische Störungen hervorgerufen werden.

Deshalb gilt:

- Eine direkte Verbindung von den Transformatorsternpunkten und den Generatorsternpunkten zur Erde ist nicht erlaubt (1).
- Der PEN-Leiter von den Transformatorsternpunkten oder den Generatorsternpunkten zur PEN-Schiene in der Niederspannung-Hauptverteilung muss isoliert verlegt sein. Dieser Leiter darf nicht an elektrische Verbrauchsmittel angeschlossen sein (2).
- Die untereinander verbundenen Mittelpunkte der Stromquellen dürfen nur einmal mit dem PE verbunden sein (3). Diese Verbindung muss in der Niederspannung-Hauptverteilung angeordnet sein.
- Der PE darf zusätzlich geerdet sein (4).

Bei Mehrfacheinspeisung dürfen die Sternpunkte der Stromquellen nicht direkt mit Erde verbunden werden.

In medizinisch genutzten Bereichen kommt das **IT-System** vor (**Bild 1, folgende Seite**). Bei ihm ist der Endstromkreis vom Verteilungsnetz durch einen Transformator getrennt und gegen Erde isoliert. Die Körper der elektrischen Anlagen sind aber geerdet, meist durch Anschluss an einen Schutzpotenzialausgleichsleiter. Als Schutzmaßnahme liegt die Trennung vom Netz vor (Abschnitt 1.410).

Die Isolation gegen Erde wird durch eine **Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD, Isolation Monitoring Device)** permanent überwacht, z. B. durch Überwachung des Schutzleiterstroms. Ist der Isolationswiderstand zwischen angeschlossenem 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.

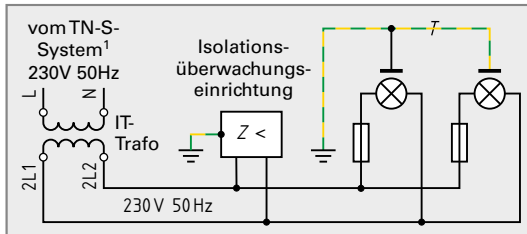


Bild 1: IT-System mit Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD)

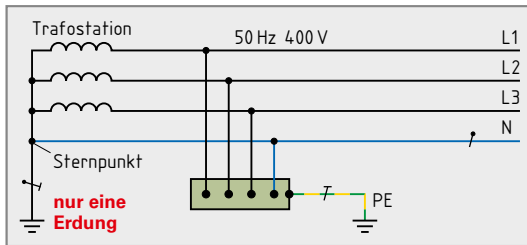


Bild 2: TT-System

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.

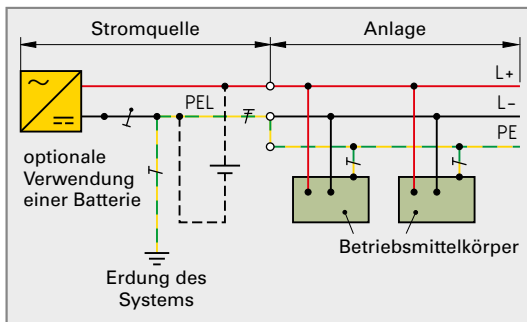


Bild 3: TN-S-DC-System

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**).

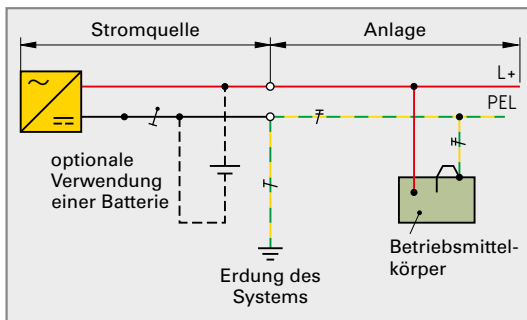


Bild 4: TN-C-DC-System

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+ und L-,
- > L+ und M 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 24V betrieben werden. Eine derartige Gleichstrom-

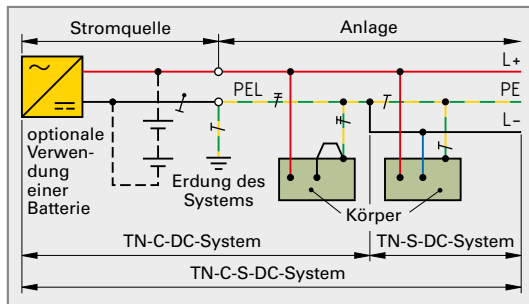


Bild 1: TN-C-S-DC-System

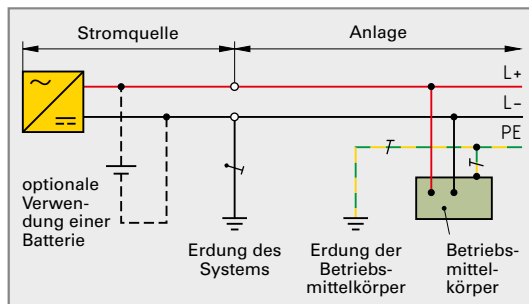


Bild 2: TT-DC-System

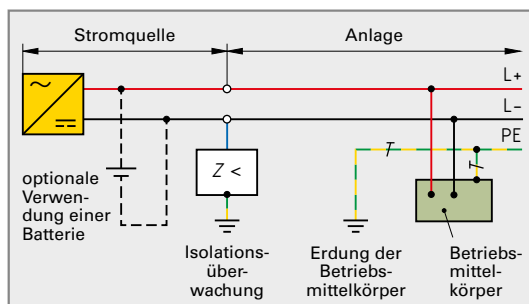


Bild 3: IT-DC-System

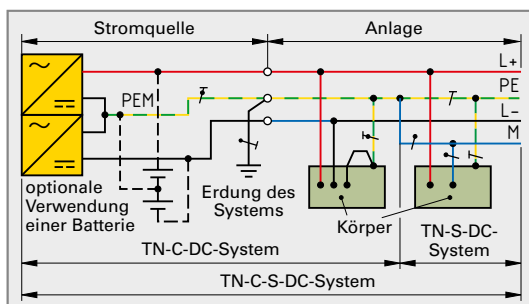


Bild 4: TN-C-S-DC-System mit Mittelpunkterdung

anlage kann bei Niederspannung bis 1500V 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 Isolationsüberwachungeinrichtung (**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 eine Abgrenzeinheit. Die Abgrenzeinheit ist nur zwischen M-Leiter und PE-Leiter zum Hilfserder wirksam. Beim **MM-System** erfolgen Haupterdung und Hilfserdung 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.

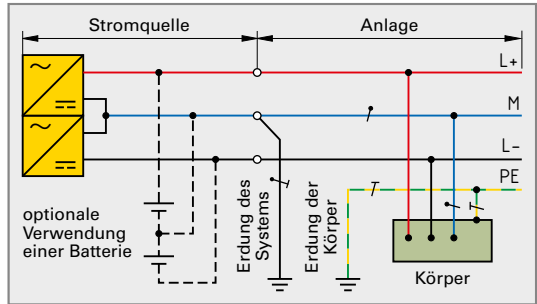


Bild 1: TT-DC-System mit Mittelpunkterdung

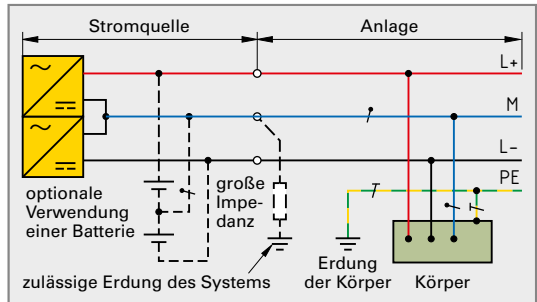


Bild 2: IT-DC-System mit Mittelpunkterdung

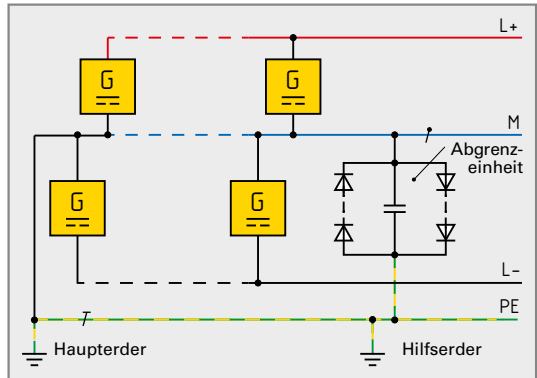


Bild 3: TM-System mit Gleichstromquellen (DC)

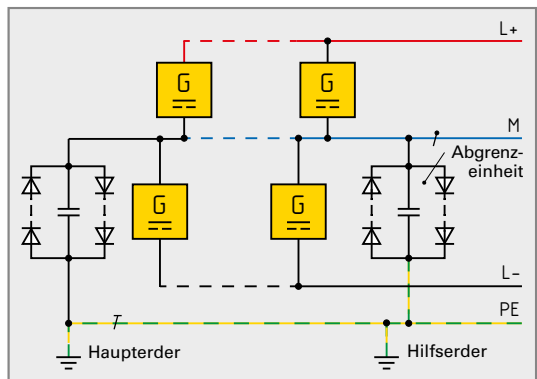


Bild 4: MM-System mit Gleichstromquellen (DC)

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) 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
unterbrechungsfrei	0
sehr kurz	bis 0,15
kurz	über 0,15 bis 0,5
mittel	über 0,5 bis 15
lang	über 15

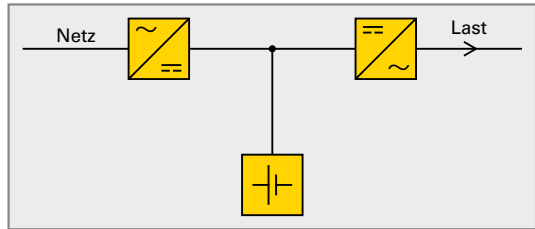


Bild 1: USV-Anlage (Prinzip)

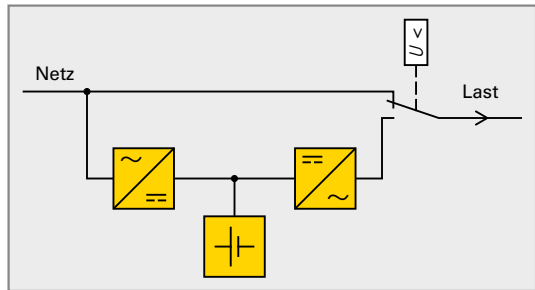


Bild 2: SSV-Anlage mit Unterbrechungszeit

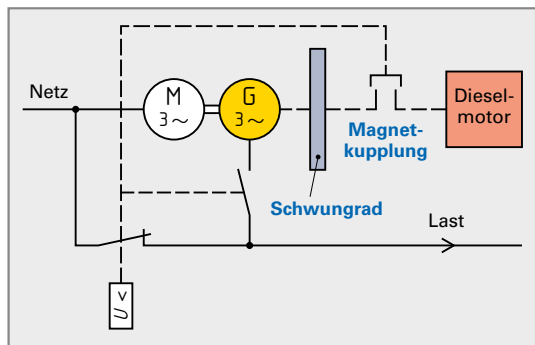


Bild 3: SSV-Anlage mit Unterbrechungszeit und großer Leistung

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-