

3.12 Betrieb der Kundenanlage

Der Anschlussnutzer muss sicherstellen, dass keine Gefahren für Personen, Schäden in der Kundenanlage oder an daran angeschlossenen Geräten und/oder Schäden oder Störungen von Betriebsabläufen durch Absinken, Unterbrechen, Ausbleiben oder Wiederkehren der Spannung möglich sind. Maßnahmen zu deren Verhütung können der DIN VDE 0100-450:1990-03 entnommen werden. Weiterhin werden in der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100:2019-04, Abschnitt 10 Anforderungen an spannungs- oder frequenzempfindliche Betriebsmittel, Blindleistungskompensationseinrichtungen, Notstromaggregate und besondere Anforderungen an den Betrieb von Speichern gestellt.

Spannungs- oder frequenzempfindliche Betriebsmittel: Sind höhere Anforderungen an die Qualität der Spannung und der Frequenz gefordert, wie beispielsweise für Datenverarbeitungsanlagen, sollten diese Anlagen gesondert behandelt werden. Der Betreiber kann zusätzliche Maßnahmen, etwa durch den Einsatz von unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlagen, USV-Anlagen, ergreifen.

Blindleistungskompensationseinrichtungen: Der Errichter stimmt die Notwendigkeit, die Art der Kompensation und die Art der Verdrosselung mit dem Netzbetreiber ab.

Notstromversorgung und Notstromaggregate: Es gelten die Anforderungen aus folgenden Normen:

- VDE-AR-N 4100, TAR-Niederspannung,
- DIN VDE 0100-718, Errichten von Niederspannungsanlagen – Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten,
- DIN VDE 0100-551, Errichten von Niederspannungsanlagen – Niederspannungsstromerzeugungsanlagen,
- DIN VDE 0100-560, Errichten von Niederspannungsanlagen – Einrichtungen für Sicherheitszwecke.

Für die Umschaltung zum Wechsel vom Netz des Netzbetreibers auf Generatorbetrieb ist eine manuelle oder automatisierte allpolige Umschalteinrichtung mit den Schaltstellungen:

- I Netz,
- 0 Aus,
- II Generator

vorzusehen. Kann das Notstromaggregat über eine Fernbetätigung oder automatisch in Betrieb gesetzt werden, so ist in der Nähe des Aggregats zum Schutz gegen unbe-

fugtes Wiedereinschalten eine Sicherungseinrichtung zu errichten. Die manuelle oder automatisierte Umschalteneinrichtung muss in der Kundenanlage hinter der Messeinrichtung auf der Versorgerseite aller Schutzeinrichtungen der zu versorgenden Endstromkreise angeschlossen werden. Hiervon ausgenommen sind unterbrechungsfreie Stromversorgungen, die zur Versorgung von bestimmten elektrischen Verbrauchsmitteln in Endstromkreisen eingesetzt werden. Für den gleichzeitigen Betrieb von Notstromaggregaten und EEG- oder KWK-Anlagen ist sicherzustellen, dass keine Energiemengen aus den Notstromaggregaten als geförderte Strommengen vergütet werden. Das bedeutet, dass mit dem Netzbetreiber entsprechende Messeinrichtungen abgesprochen werden müssen.

Die für den Inselbetrieb erforderliche Sternpunktbehandlung in der Kundenanlage (i. d. R. ein isolierter Sternpunkt), darf nicht die Sternpunktbehandlung des Niederspannungsnetzes beeinträchtigen. Werden ortveränderliche Notstromaggregate in eine Kundenanlage eingespeist, so muss die Elektrofachkraft überwachen, dass nur Notstromaggregate mit herausgeführtem Sternpunkt eingesetzt werden dürfen, der mit der Erdungsanlage der Kundenanlage zu verbinden ist. Ortveränderliche Notstromaggregate ohne herausgeführten Sternpunkt sind ausschließlich für den Betrieb im IT-System für die Schutzmaßnahme „Schutztrennung“ geeignet.

Netzparallelbetrieb eines Notstromaggregates mit dem Netz des Netzbetreibers: ist für einen kurzzeitigen Probetrieb (max. 100 ms) zulässig, damit das Netz und das Notstromaggregat synchronisiert werden können. Geht der Parallelbetrieb eines Notstromaggregats mit dem Versorgungsnetz über die zur Synchronisierung zugelassenen Kurzzeitparallelbetrieb von 100 ms hinaus, sind nicht mehr die Anforderungen aus VDE-AR-N 4100 anzuwenden, sondern VDE-AR-N 4105.

3.12.1 Besondere Anforderungen an den Betrieb von Speichern

Speicher können für den Energiebezug und die Energielieferung eingesetzt werden. Nach VDE-AR-N 4100 gibt es folgende Betriebsmodi von Speichern:

- Energiebezug aus dem öffentlichen Netz oder aus einer Erzeugungsanlage: der Speicher verhält sich in diesem Fall wie eine Bezugsanlage,
- Energielieferung in das öffentliche Netz oder in das Netz der Kundenanlage: Der Speicher verhält sich in diesem Fall wie eine Erzeugungsanlage,
- Inselbetrieb innerhalb der Kundenanlage: der Speicher lädt aus einer vom Netz getrennten Kundenanlage bzw. speist in eine vom öffentlichen Niederspannungsnetz getrennte Kundenanlage ein. (der Parallelbetrieb mit dem öffentlichen Netz ist zum Zwecke der Synchronisation für eine max. Dauer von ≤ 100 ms zulässig, siehe oben unter Netzparallelbetrieb).

Tabelle 3.5 zeigt besondere Anforderungen an den Betrieb von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, die nach zwei Betriebsmodi unterschieden werden.

Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge		
Ladevorgang	Energiebezug	Hier gelten die Anforderungen aus der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100:2019-04.
Entladevorgang	Energielieferung	Hier gelten die Anforderungen aus der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4105:2018-11

Tabelle 3.5 Betriebsmodi von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, TAR-Niederspannung

Lastmanagement: Es ist möglich, dass Speicher, somit auch Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge am Lastmanagement des Netzbetreibers teilnehmen, z. B. durch eine Fernsteuerung der Ladeleistung nach besonders vereinbarten Tarifen. Dazu sind gesonderte vertragliche Regelungen mit dem jeweiligen Netzbetreiber erforderlich.

Symmetrie und Überwachung der Einspeiseleistung: Beim einphasigen Anschluss und Betrieb von Speichern sind die Bedingungen (siehe Kapitel 3.5) zu berücksichtigen. Nicht nur beim Anschluss, sondern auch im Betrieb muss sichergestellt werden, dass eine max. Unsymmetrie von 4,6 kVA je Kundenanlage zwischen zwei Außenleitern nicht überschritten wird.

3.13 Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge

Für Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge gelten die nachfolgenden Anforderungen nach VDE-AR-N 4100 (Ladevorgang) und VDE-AR-N 4105 (Entladevorgang).

Blindleistung: Für den Ladevorgang sind folgende Werte der Blindleistungsstellfähigkeit einzuhalten: Bei P_n ein $\cos \varphi$ von $\geq 0,95$, im Leistungsbereich $5 \% P_n \leq P < 100 \% P_n$ ein $\cos \varphi = 0,90$ bis 1. Diese Werte gelten nach DIN EN ISO 17409 (Anmerkung: zunächst für DC-Laden; für AC-Laden werden die Werte noch in der gleichen Norm aufzunehmen sein) und sind im Falle des DC-Ladens durch die jeweilige Ladeeinrichtung und im Falle des AC-Ladens durch das Elektrofahrzeug selbst sicherzustellen.

Außerdem gilt für Ladeeinrichtungen innerhalb und außerhalb von Gebäuden, dass der Netzbetreiber im Falle von induktiven und induktiven DC-Ladeeinrichtungen und mit einer Bemessungsleistung von > 12 kVA zusätzlich eine Blindleistungsstellfähigkeit, eine Q/U -Kennlinie, eine $\cos \varphi/P$ -Kennlinie oder einen Verschiebungsfaktor $\cos \varphi$ in dem Bereich zwischen $0,90_{\text{ind}}$ und $0,90_{\text{kap}}$ vorgeben kann.

Wirkleistungssteuerung: Am Netzanschlusspunkt von Speichern ist nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eine Wirkleistungssteuerung durch eine feste

Einstellung der Systemkomponenten auf einen Wirkleistungswert oder durch eine messwertbasierte Steuerung der Komponenten sicherzustellen. Vorgaben dazu sind der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4105:2018-11, Abschnitt 5.7 zu entnehmen. Zusätzlich gelten für Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge folgende Bedingungen bei einer Bemessungsleistung > 12 kVA: Der Netzbetreiber muss die Möglichkeit zur Steuerung/Regelung über eine Unterbrechbarkeit haben. Außerdem sind für konduktive DC-Ladeeinrichtungen sowie induktive Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit Bemessungsleistungen > 12 kVA die Leistungen regelbar auszuführen. Eine dynamische Netzunterstützung ist ebenfalls gefordert, denn für den Betriebsmodus Energielieferung bzw. den Entladevorgang müssen die Anforderungen nach VDE-AR-N 4105:2018-11 gelten, wonach es im gesamten Betriebsbereich der Erzeugungseinheit, auch innerhalb des Speichers, nicht zur Instabilität der Erzeugungseinheit und zu einer Trennung vom Netz kommen darf.

Konformitätserklärung: Für Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge, die Energie aus dem öffentlichen Verteilungsnetz beziehen und umgekehrt auch Energie ins Netz einspeisen, muss ein Nachweis über die Erfüllung der technischen Anforderungen durch eine Konformitätserklärung nachgewiesen werden.

→ *Anhang 14 DIN VDE 0100-722 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-722: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen“*

3.14 Schutzmaßnahmen

Am Netzanschlusspunkt muss für die entsprechend dahinterliegende Elektroinstallation die richtige Auswahl der Schutzmaßnahme erfolgen. Dazu muss der Netzbetreiber den Planer bzw. den Errichter über das vorhandene Netzsystem an dem jeweiligen Netzanschlusspunkt informieren. Aber unabhängig von dem Netzsystem muss bei neu zu errichtenden Gebäuden ein Fundamenterder nach DIN 18014 eingebracht werden. Dieser Fundamenterder dient nach VDE-AR-N 4100 den Zwecken

- des Blitzschutzes,
- der Schutzerdung von Antennenanlagen,
- der Schutz- und Funktionserdung von Erzeugungsanlagen und Speichern,
- der Funktionserdung von Breitbandkabelnetzen und Telekommunikationsnetzen
(Anmerkung: Der PEN-Leiter bzw. der Neutralleiter des Niederspannungsnetzes dürfen nicht als Erdungsleiter für diese Funktions- und Schutzzwecke verwendet werden);

- der Erhöhung des Hauptpotentialausgleichs nach DIN VDE 0100-410,
- der Schutzerdung in TT-Systemen, der Potentialausgleichssteuerung in den Gebäuden,
- der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) und
- der Einhaltung der Spannungswaage zur Sicherstellung der niederohmigen Erdung des Neutralleiters (oder PEN)

als Voraussetzung für den Verzicht des Schaltens eines Neutralleiters.

Eine wichtige DIN-VDE-Norm für Schutzmaßnahmen ist die DIN VDE 0100-410 (→ *Anhang 4 Schutzmaßnahmen: kurzgefasst*).

Daher nachfolgend einige wichtige Anforderungen und Inhalte aus dieser Norm:

Zwei grundsätzliche Anforderungen:

- Ein elektrischer Schlag durch Berühren von unter Spannung stehenden Teilen muss verhindert werden durch: Isolieren, Abdecken, Umhüllen oder Abstand zu den spannungsführenden Teilen (Basisschutz).
Dies gilt für den Normalzustand, also den ungestörten Betrieb und bei bestimmungsgemäßer Verwendung und ohne Fehler in den Anlagen.
- Außerdem dürfen ebenso keine Gefährdungen entstehen, wenn durch einen Fehler in der entsprechenden Anlage, z. B. durch eine schadhafte Isolierung die Spannung auf den Körper eines Betriebsmittels verschleppt werden könnte.

Der Schutz vor der Gefährdung, die sich im Fehlerfall aus einer Berührung mit Körpern oder fremden leitfähigen Teilen ergeben könnte, ist der Fehlerschutz.

Schutzmaßnahmen zum Fehlerschutz:

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung²,
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung,
- Schutztrennung,
- Schutz durch Kleinspannung SELV und PELV.

Bild 3.4 zeigt das „Zusammenspiel“ der Schutzvorkehrungen und der Schutzmaßnahmen.

Weitere Anforderungen zu den Schutzmaßnahmen sind im Anhang 9 dieses Buches zusammenfassend dargestellt.

² Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist die am häufigsten angewendete Schutzmaßnahme in elektrischen Anlagen.

Allgemeine Anforderungen

In jeder Anlage, auch in jedem Teil einer Anlage, **muss eine** oder **dürfen mehrere** Schutzmaßnahmen angewendet werden. Dringend müssen dabei die Bedingungen der äußeren Einflüsse berücksichtigt werden.

Folgende Schutzmaßnahmen sind nach DIN VDE 0100-410:2018-10 allgemein erlaubt:

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung,
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung,
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Verbrauchsmittels,
- Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV.

Für **spezielle Anlagen und Orte besonderer Art** müssen auch besondere Schutzmaßnahmen, die jeweils in DIN VDE 0100 der Gruppe 700 genannt sind, angewendet werden, z. B. auf **Baustellen**, die DIN VDE 0100-704:2018-10.

Die Anwendung weiterer Schutzmaßnahmen/Schutzvorkehrungen^{*)} sind abhängig vom **Nutzer** und seiner **jeweiligen Qualifikation**:

- Schutz durch Hindernisse,
- Schutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs

dürfen nur in Anlagen angewendet werden, die nur zugänglich sind für Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen oder Personen die von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen beaufsichtigt werden.

- Schutz durch nicht leitende Umgebung,
- Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich,
- Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung von mehr als einem Verbrauchsmittel

dürfen nur angewendet werden, wenn die Anlagen unter der Überwachung durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen stehen und somit Änderungen an den Anlagen in den Örtlichkeiten ausgeschlossen werden können.

^{*)} Schutzvorkehrungen können als Bestandteile der Schutzmaßnahmen verstanden werden, d. h., die Schutzvorkehrung ist die Durchführung/Ausführung bzw. die Einzelmaßnahme einer Schutzmaßnahme.

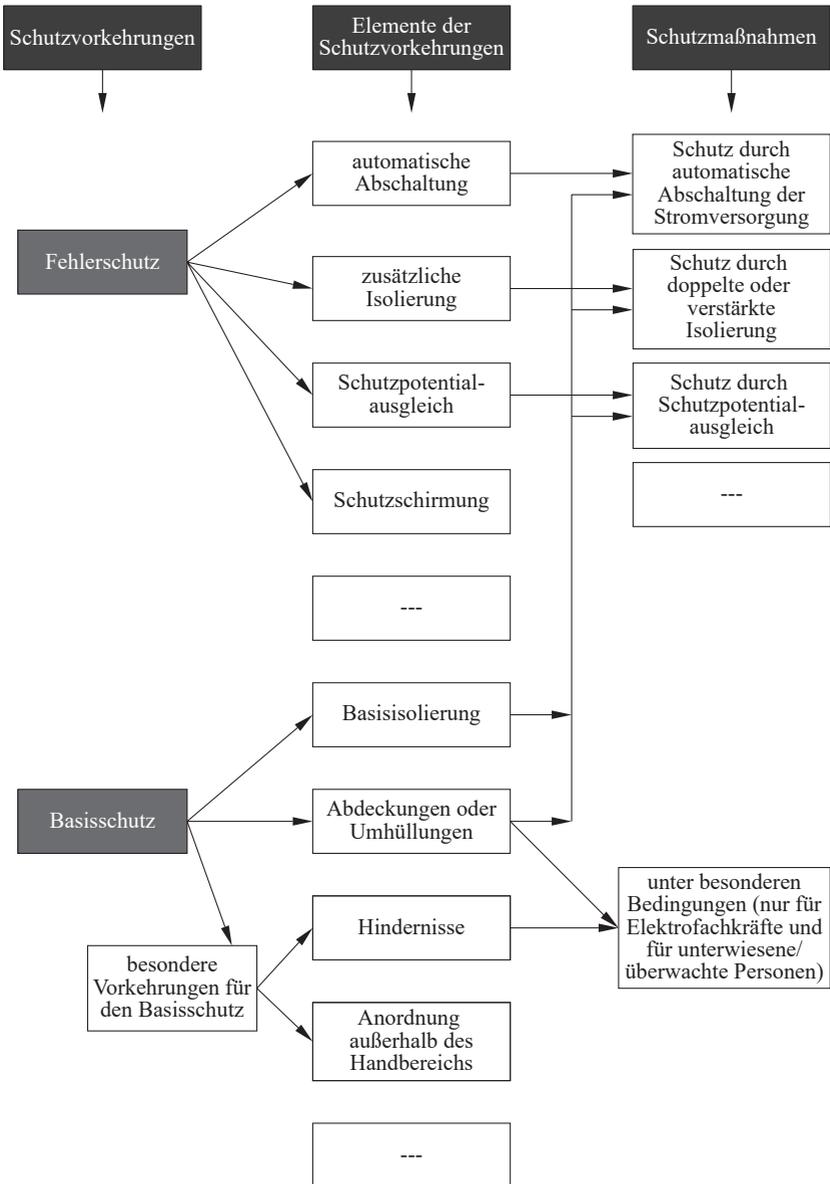


Bild 3.4 Beispiele von Schutzvorkehrungen und die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen
 (Quelle: Bild 410-2 in: Rudnik, S.; Pelta, R.: Der Lotse durch die DIN VDE 0100.
 VDE-Schriftenreihe 144. 4. Aufl. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG [50])

3.15 Überspannungsschutz

Der Schutz gegen Überspannungen soll schädliche Einwirkungen durch atmosphärische Einflüsse oder Schaltüberspannungen verhindern, soweit dies unter wirtschaftlichen und betrieblichen Gesichtspunkten möglich ist. Schädliche Überspannungen sind Spannungserhöhungen, die zur Überschreitung der Bemessungsspannungen führen können. Überspannungen entstehen durch Blitzentladungen, bei Schaltvorgängen in elektrischen Anlagen oder durch elektrostatische Entladungen. Es können Spannungen > 10 kV auftreten, die in Anlagen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik empfindliche Bauteile beschädigen können. Diese entstehenden Überspannungsschäden können verhindert werden durch Überspannungsschutzeinrichtungen.

Die DIN VDE 0100-443:2016-10 ist für den Schutz bei transienten Überspannungen eine inhaltsreiche Bestimmung, deren wichtige Eckpunkte in Anhang 5, Anhang 6 und Anhang 10 dieses Buches enthalten sind.

→ *Anhang 5 Allgemeine Erläuterungen zu DIN VDE 0100-443*

→ *Anhang 6 Übersicht zu DIN VDE 0100-443*

→ *Anhang 10 Übersicht zu DIN VDE 0100-443*

Bei der Entscheidung, ob ein Überspannungsschutz erforderlich ist, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Die Höhe der möglichen Überspannung in der elektrischen Anlage,
- besondere Berücksichtigung von Menschenleben, z. B. bei Anlagen für Sicherheitszwecke, medizinisch genutzte Bereiche, öffentliche Einrichtungen,
- Gewerbe- und Industrieaktivitäten, landwirtschaftliche Betriebe, Hotels und Banken,
- Ansammlung von Personen, große Gebäude, Büros und Schulen,
- die Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Versorgung,
- die Sicherheit von Personen und Sachen,
- der Überspannungspegel der einzusetzenden Betriebsmittel,
- die Art des Versorgungsnetzes (Freileitungen, Kabel oder gemischtes Netz),
- das Vorhandensein von Überspannungsschutzeinrichtungen auf der Einspeiseseite der elektrischen Anlage,
- die Häufigkeit der Gewittertage,
- der Einbauort und die Kennlinie der Überspannungsschutzeinrichtung,
- Maßnahmen am Eingang elektrischer Anlagen,

- in Wohngebäuden sollten Betriebsmittel der Überspannungskategorien I und II an die feste Installation angeschlossen werden.

Anmerkung: Im Allgemeinen kann der Errichter davon ausgehen, dass die auf dem Markt befindlichen Betriebsmittel so gestaltet sind, dass sie den Überspannungsbeanspruchungen an ihrem Einsatzort genügen.

Definition des Begriffs Überspannungskategorien: Ein Zahlenwert, der eine Bemessungsstoßspannung in Abhängigkeit der Nennspannung der Anlage festlegt (die Überspannungskategorien legen eine Spannung fest, die ein Betriebsmittel ohne Schaden temporär widerstehen können muss). Die Überspannungskategorie ist zum Zweck der Isolationskoordination festgelegt. Die Klassifikation wird nach DIN VDE 0100-534 durch die Bemessungsstoßspannung festgelegt, die der Hersteller der Betriebsmittel angibt. Im Anhang 7 dieses Buches sind die Überspannungskategorien I, II, II, und IV unterteilt und ihre jeweiligen Anwendungen genannt.

→ *Anhang 7 Überspannungskategorien*

Nach DIN VDE 0100-443 können zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden, wenn mit transienten Überspannungen (z. B. atmosphärischen Ursprungs) zu rechnen ist, die die Spannungsfestigkeit der elektrischen Betriebsmittel überschreiten könnte. Dann kann der Einbau von Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) wie Blitzschutzableitern, Überspannungsableitern oder Trennfunkstrecken helfen. Die Auswahl der Überspannungsschutzeinrichtungen erfolgt nach der Überspannungskategorie, die für die elektrischen Anlagen festgelegt sind.

Überspannungsschutzeinrichtungen, ÜSE (zukünftig steht für „ÜSE“ die internationale Kurzbezeichnung SPD – Surge Protective Device)³, sie sind nach den gültigen Normen DIN VDE 0100-534 und DIN EN 61643-11 (**VDE 0675-6-11**) für die unterschiedlichen Prüfklassen und Typklassen eingeteilt. ÜSE müssen der Produktnorm DIN EN 61643-11 (**VDE 0675-6-11**) entsprechen. Wenn in einer elektrischen Anlage ÜSE⁴ von verschiedenen Herstellern verwendet werden, so müssen die technischen Daten und deren Anschlüsse beachtet werden. Ob eine ÜSE für eine Anlage als Blitzschutz grundsätzlich erforderlich wird, ist abhängig von der Eintrittswahrscheinlichkeit von Blitzen in der jeweiligen Region, in der die elektrische Anlage errichtet werden soll. Bei mehr als 25 Gewittertagen pro Jahr (siehe

³ Anmerkung: Die Überspannungsschutzeinrichtung wird in DIN VDE 0100, also den Errichter Normen als ÜSE bezeichnet und in den Herstellernormen der Reihe VDE 0675 als Überspannungsschutzgeräte, SPD.

⁴ Anmerkung: Die Überspannungsschutzeinrichtung wird in DIN VDE 0100, also den Errichter Normen als ÜSE bezeichnet und in den Herstellernormen der Reihe VDE 0675 als Überspannungsschutzgeräte, SPD.

keramischer Pegel in DIN VDE 0100-443), sollte in einer elektrischen Anlage eine ÜSE vorgesehen werden.

- SPD-Typ 1, Prüfklasse I, (bisher: Anforderungsklasse B)
- zum Blitzschutzpotentialausgleich, sog. „Grobschutz bzw. Blitzstromableiter“. Der Schutzpegel entspricht der Überspannungskategorie IV. Der Blitzstromableiter wird parallel zwischen Außenleiter oder dem Neutralleiter und dem Potentialausgleich in der Netzzeinspeisung angeordnet.
- SPD-Typ 2, Prüfklasse II, (bisher: Anforderungsklasse C)
- zum Überspannungsschutz von Überspannungen aus dem öffentlichen Versorgungsnetz, hervorgerufen durch Blitzeinschläge oder Schalthandlungen, sog. „Mittelschutz bzw. Überspannungsableiter/Ventilableiter“. Der Schutzpegel entspricht der Überspannungskategorie III. Der Überspannungsableiter wird parallel zwischen Außenleiter oder Neutralleiter und Erde in das Energieversorgungssystem geschaltet.
- SPD-Typ 3, Prüfklasse III, (bisher: Anforderungsklasse D)
- zum Überspannungsschutz ortsveränderlicher Verbrauchsgeräte an Steckdosen, sog. „Feinschutz bzw. Geräteschutz“. Der Schutzpegel entspricht der Überspannungskategorie II. Der Geräteschutz wird in Reihe in die Stromversorgung geschaltet, zwischen Außenleiter und Neutralleiter und Erde (PE) und auch zwischen den aktiven Adern L und N.

Tabelle 3.6 Überspannungsschutzeinrichtungen, ÜSE bzw. Überspannungsschutzgerät, SPD

Der Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen (SPD) Typ 1 in den Hauptstromversorgungssystemen ist in VDE-AR-N 4100 geregelt, denn es besteht ein Risiko, dass Überspannungen vom öffentlichen Stromversorgungsnetz in das Hauptstromversorgungsnetz übertragen werden.

Wird der Überspannungsschutz SPDs Typ 1 in das Hauptstromversorgungsnetz eingebaut, dann müssen nachfolgende Anforderungen erfüllt werden:

- Es muss sichergestellt sein, dass die SPDs Typ 1 bei einem inneren Kurzschluss dauerhaft vom Netz getrennt werden.
- Es sind ausschließlich spannungshaltende SPDs Typ 1, mit Funkenstrecke, einzusetzen.
- Es sind keine Varistoren zulässig.
- Eine Parallelschaltung mit einem Varistor und einer Funkenstrecke ist unzulässig.
- SPDs Typ 1 dürfen keinen Betriebsstrom durch Statusanzeigen wie LEDs verursachen.
- Die Kurzschlussfestigkeit I_{SCCR} eines SPDs vom Typ 1 muss mindestens 25 kA betragen.
- Der Folgestrom I_f darf nicht zum Auslösen der Hausanschlussicherung führen (SPD-Hersteller stellt Folgestromverhalten zur Verfügung).

Neben neu errichteten Kundenanlagen sind Überspannungsableiter vom Typ 1 auch zu installieren, wenn das Gebäude über eine Blitzschutzanlage verfügt,

- dann muss das schutzisolierte Gehäuse für die Aufnahme der SPDs vom Typ 1 plombierbar sein,
- eine Überprüfung der Statusanzeige muss ohne Öffnung der plombierten Gehäuse möglich sein.

Bei Anlagen mit erhöhtem Sicherheitsbedürfnis, wie dies in Krankenhäusern oder Industriebetrieben nötig ist, sind Fernmeldekontakte zulässig, wenn

- der Hilfsstromkreis aus dem gemessenen Teil der Anschlussnutzeranlage stammt und
- die Fernanzeige Teil der Anschlussnutzeranlage ist.

Anforderungen an Einrichtungen zum Schutz bei Überspannungen vom Typ 1 in Hauptstromversorgungssystemen:

- Die Auswahl muss nach DIN VDE 0100-534 je nach Art und System der Erdverbindung erfolgen (im Anhang G der VDE-AR-4100 sind mehrere Alternativen für den Einsatz der SPDs Typ 1 bei unterschiedlichen Netzsystemen dargestellt).
- Der SPD-Typ 1 des Hauptstromversorgungssystems ist seitens der Erdverbindung an der Haupterdungsschiene oder Haupterdungsklemme und zusätzlich mit dem Schutzleiter der Kundenanlage anzuschließen. Diese Verbindung ist mit einem Leiterquerschnitt von mindestens 16 mm^2 oder gleichwertig zu installieren.
- Die SPD-Typ 1 im Hauptstromversorgungssystem müssen im netzseitigen Anschlussraum des Zählerschranks, in einem Hauptverteiler oder in einem separaten Gehäuse untergebracht sein, nicht im Hausanschlusskasten.

In Gebäuden mit einer Freileitungseinspeisung ist besonders darauf zu achten, dass die Leiterverbindungen zwischen SPD und Haupterdungsschiene möglichst kurzgehalten werden, weil das Risiko eines direkten Blitzeinschlags in den Freileitungsmast vor der Anlage erhöht ist.

3.16 Anschlusschränke im Freien

Für Anschlusschränke im Freien galt bis zum Beginn der Gültigkeit von VDE-AR-N 4100:2019-04 die VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4102 (zurückgezogen), deren Anforderungen in die aktuelle VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100 übernommen und überarbeitet worden sind. Grundsätzlich sind Anschlusschränke im Freien dreiphasig an das Niederspannungsnetz anzuschließen. Da es sich z. B. bei Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge auch um Anlagen im Freien handeln kann, weil Ladestationen z. B. auch im Freien in Garageneinfahrten, auf öffentlichen oder halböffentlichen Geländen o. Ä. aufgestellt werden können, sollen hier einige der wichtigen Anforderungen aus VDE-AR-N 4100 erläutert werden. Ein einphasiger Anschluss ist nur in Ausnahmefällen mit $\leq 4,6$ kVA zulässig. Durch die besonderen Umgebungsbedingungen im Freien herrschen extreme Temperaturen, hohe Feuchtigkeit und evtl. Überflutungsgefahr, daher sind die Art und die Ausstattung des Schrankes zwischen dem Netzbetreiber und dem Errichter der Anlage abzustimmen. Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge in Anschlusschränken im Freien sind nach DIN EN IEC 61439-7 (**VDE V 0660-600-7**) auszuführen. Die Schutzart des Gehäuses muss mind. IP44 oder IP34D entsprechen. Werden Anschlusschränke in unmittelbarer Nähe von Fahrwegen errichtet, so sind sie so zu gestalten, dass sie einen besonderen Anfahrerschutz erhalten. Beispiele für einen Aufbau der Anschlusschränke können **Bild 3.5** entnommen werden.

Für die *Kurzschlusschutzeinrichtungen* können die Netzbetreiber ihre Angaben bzw. Anforderungen vorgeben, es sind jedoch nach VDE-AR-N 4100 Mindestanforderungen gemacht:

- 25 kA bei Einbau im Hauptstromversorgungssystem (in Richtung vor der Messeinrichtung),
- 10 kA bei Einbau im anlagenseitigen Anschlussraum eines Zählerplatzes nach DIN VDE 0603-1; auch bei kombinierten Kurzschlussausschaltvermögen möglich,
- 6 kA bei Einbau im Stromkreisverteiler.

Die *Erdung der Anschlusschränke im Freien* muss grundsätzlich nach DIN VDE 0100-540 durchgeführt werden. Ansonsten gelten die im → *Kapitel 3.15* beschriebenen Anforderungen an die Erdung.

Für die *anwendungsspezifischen Betriebsmittel in Anschlusschränken im Freien* sind die Vorgaben zu den Netzurückwirkungen, → *Kapitel 3.4* zu beachten.

Das Hausanschlusskabel ist von unten über eine Zugentlastung in den Anschlussschrank im Freien einzuführen.

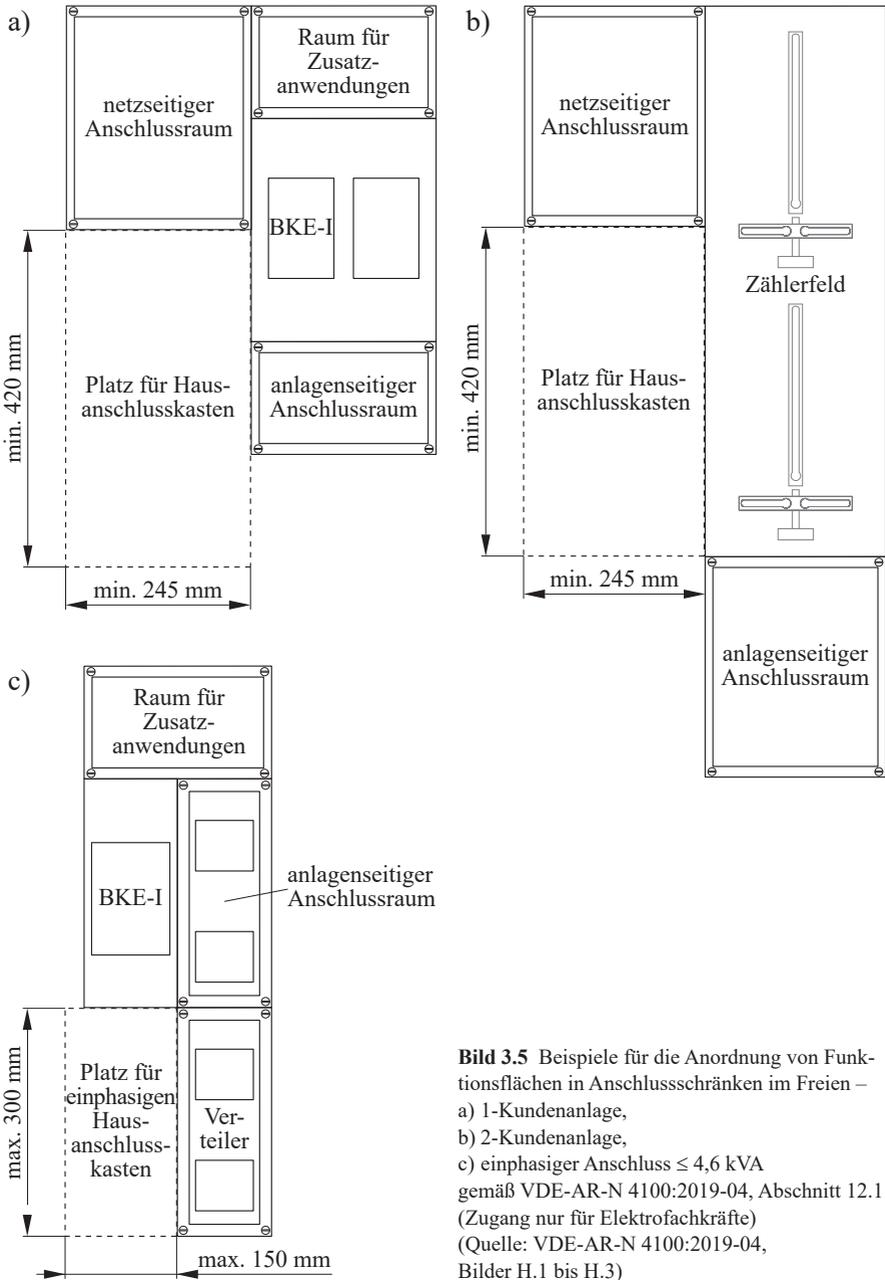


Bild 3.5 Beispiele für die Anordnung von Funktionsflächen in Anschlusschrank im Freien –
a) 1-Kundenanlage,
b) 2-Kundenanlage,
c) einphasiger Anschluss $\leq 4,6$ kVA
gemäß VDE-AR-N 4100:2019-04, Abschnitt 12.1
(Zugang nur für Elektrofachkräfte)
(Quelle: VDE-AR-N 4100:2019-04,
Bilder H.1 bis H.3)