

**DIN EN 62485-5
(VDE 0510-485-5)**
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 29.220.20

Einsprüche bis 2017-07-19

Entwurf
**Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen –
Teil 5: Lithium-Ionen-Batterien für stationäre Anwendungen
(IEC 21/903/CD:2016)**

Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
Part 5: Lithium-ion batteries for stationary applications
(IEC 21/903/CD:2016)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-05-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 57 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

	Inhalt	Seite
Einleitung		5
1	Anwendungsbereich	6
2	Normative Verweisungen	6
3	Begriffe	7
4	Schutz gegen elektrischen Schlag	10
4.1	Allgemeines	10
4.2	Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren.....	10
4.3	Schutz gegen indirektes Berühren	11
4.3.1	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	12
4.3.2	Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder durch gleichwertige Isolierung	16
4.3.3	Schutz durch elektrische Trennung.....	16
4.4	Schutz sowohl gegen direktes als auch indirektes Berühren.....	16
4.4.1	Allgemeines	16
4.4.2	Schutz durch Sicherheitskleinspannung (SELV; en: Safety Extra Low Voltage) oder Schutzkleinspannung (PELV; en: Protective Extra Low Voltage)	16
4.4.3	Schutz durch Funktionskleinspannung (FELV, en: Functional Extra Low Voltage) ohne sichere Trennung.....	17
5	Abschaltung und Trennung	17
6	Vermeidung von Kurzschlüssen und Schutz gegen andere Auswirkungen von elektrischem Strom	17
6.1	Allgemeines	17
6.2	Kurzschlüsse	18
6.3	Instandhaltungsanweisungen	18
6.4	Kriechströme	19
7	Vorkehrungen gegen Gefährdungen	19
7.1	Ladebetriebsarten.....	19
7.2	Überladung oder Tiefentladung unter Fehlerbedingungen	19
7.3	Vorbeugung von elektrostatischen Entladungen bei der Arbeit mit Batterien.....	20
8	Schutz vor Gefährdungen durch chemische Stoffe.....	20
8.1	Zufälliger Kontakt und „Erste Hilfe“	20
8.1.1	Augen- oder Hautkontakt	20
8.1.2	Verschlucken	20
8.1.3	Atemwege.....	20
8.1.4	Verbrennungen.....	20
8.2	Batteriezubehörteile und Instandhaltungswerkzeuge	20
9	Unterbringungsbereich, Gehäuse	21

9.1	Allgemeines	21
9.2	Besondere Anforderungen an getrennte Batterieräume	21
9.3	Spezifische Anforderungen für speziell abgetrennte Bereiche in Räumen zur Unterbringung elektrischer Betriebsmittel	21
9.4	Batteriegehäuse	22
9.5	Arbeiten an oder in der Nähe von Batterien	22
9.5.1	Arbeitsabstände innerhalb von Batterieräumen	22
9.5.2	Bemerkungen zu speziellen Arbeiten in Batterieräumen	22
9.6	Unterbringung von Lithium-Ion-Batterien in Kombination mit Batterien mit wässrigem Elektrolyt (z. B. Blei-Säure- und NiCd-Batterien) im selben Raum	23
10	Anforderungen an den Ladestrom	23
10.1	Überlagerter Wechselanteil des Stroms	23
10.2	Höchster Wechselanteil des Stroms	23
11	Kennzeichnungsschilder, Warnhinweise und Gebrauchs-, Errichtungs- und Instandhaltungsanweisungen	23
11.1	Warnschilder und -hinweise in Räumen	23
11.2	Kennzeichnungsschilder oder Aufschriften auf Zellen und Batterien	24
11.3	Gebrauchs-, Errichtungs- und Instandhaltungsanweisungen	24
12	Transport, Lagerung, Entsorgung und Umweltaspekte	24
12.1	Verpackung und Transport	24
12.2	Demontage, Entsorgung und Wiederverwertung von Batterien	25
13	Inspektion und Überwachung	25
	Anhang A (informativ) Ladeverfahren und -betriebsarten	26
	Literaturhinweise	29
Bilder		
	Bild 1 – TN-System mit getrenntem Schutzleiter (PE) im gesamten System (TN-S-Netz)	12
	Bild 2 – TN-System mit Funktionserdung und Schutzerdung (FPE, PEN) kombiniert mit einem Außenleiter (TN-C-System)	13
	Bild 3 – TT-System	14
	Bild 4 – IT-System	15
	Bild 5 – Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis (IT-System) (Beispiel)	15
	Bild A.1 – Schaltkreis für parallele Betriebsart	26
	Bild A.2 – Batterieladestrom in Verbindung mit häufigen vorübergehenden Entladungen aufgrund des Überschreitens des Stromversorgungsvermögens	27
	Bild A.3 – Stromkreis der Betriebsart „Umschalten“	27
Tabellen		
	Tabelle A.1 – Typische Pegel von Ladeschlussspannungen (EoCH; en: End of Charge) bei 20 °C Die Werte sind abhängig von der Lithium-Ionen-Chemie	28

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21/903/CD:2016 „Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 5: Lithium-ion batteries for stationary applications“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 21 „Secondary cells and batteries“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 371 „Akkumulatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 5: Lithium-Ionen-Batterien für stationäre Anwendungen

Einleitung

Die festgelegten Sicherheitsanforderungen umfassen die Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen, die bei der Anwendung von Sekundärbatterien durch Elektrizität und chemische Stoffe hervorgerufen werden. Zusätzlich sind Maßnahmen festgelegt, die der Aufrechterhaltung der funktionalen Sicherheit von Batterien und Batterieanlagen dienen.

Für die elektrische Sicherheit (Schutz gegen elektrischen Schlag) in [Abschnitt 4](#) verweist die vorliegende Norm auf [IEC 60364-4-41](#). Die Pilotfunktion der vorliegenden Norm wird in vollem Umfang durch die Angabe von Verweisungen auf die betreffenden Abschnitte erfüllt, im Fall der Notwendigkeit einer Anpassung an Gleichstromkreise (DC) ist jedoch eine Erklärung angegeben.

Die vorliegende Sicherheitsnorm tritt ab dem Datum der Veröffentlichung in Kraft, und ist auf neue Batterien und Batterieanlagen anwendbar. Bei bestehenden Anlagen wird davon ausgegangen, dass sie zum Zeitpunkt der Installation den geltenden nationalen Normen entsprachen. Im Fall der Abänderung alter Anlagen gilt die vorliegende Norm.

Lithium-Ionen-Zellen/-batterien zur Verwendung in stationären industriellen Anwendungen müssen bestimmungsgemäß die Sicherheitsanforderungen von IEC 62619 erfüllen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62485 gilt für stationäre Sekundärbatterien und Batterieanlagen mit einer Höchstspannung von 1 500 V Gleichstrom (Nennwert) und legt die grundlegenden Maßnahmen für den Schutz gegen Gefährdungen fest, die sich ergeben durch:

- Elektrizität,
- Kurzschlüsse,
- Elektrolyt.

Die vorliegende Internationale Norm stellt Anforderungen zu Sicherheitsaspekten im Zusammenhang mit Installation, Gebrauch, Inspektion, Instandhaltung und Entsorgung bereit.

Sie behandelt Lithium-Ionen-Batterien.

Die vorliegende Norm behandelt industrielle Anwendungen sowohl in abgetrennten geschlossenen Gebäuden/Unterbringungsbereichen als auch in öffentlichen Gebäuden, Büros und privaten Wohnungen/Eigenheimen.

Beispiele für die wichtigsten Anwendungen sind:

- Telekommunikation;
- Betrieb von Kraftwerken;
- zentrale Notbeleuchtung und Alarmsysteme;
- unterbrechungsfreie Stromversorgung (UPS; en: uninterruptible power supply);
- Anlassen stationärer Motoren;
- Photovoltaiksysteme.

Energiespeichersystem für Eigenheim (Wohngebäude) (HESS; en: Home energy storage system);

große Energiespeicher: netzgebunden/netzunabhängig (BESS; en: Battery energy storage system).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 62619, *Safety requirements for secondary Lithium cells and batteries, for use in industrial applications*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary Lithium cells and batteries during transport*

IEC 62620, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Large format secondary lithium cells and batteries for use in industrial application*

IEC 62485-1, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 1 : General safety information*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-43, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-53, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC/TR 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60900, *Live working – Hand tools for use up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61340-4-1, *Electrostatics – Part 4-1: Standard test methods for specific applications – Electrical resistance of floor coverings and installed floors*

IEC 61660-1, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 1: Calculation of short-circuit currents*

IEC 61660-2, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 2: Calculation of effects*

ISO 3864 (all parts), *Graphical symbols – Safety colours and safety signs*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

(Sekundär-) Zelle (wiederaufladbare) Zelle Einzelzelle

Baugruppe, bestehend aus Elektroden und Elektrolyt, welche die Grundeinheit einer Sekundärbatterie bildet.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Baugruppe befindet sich in einem eigenen Gehäuse und ist mit einem Deckel verschlossen.

3.2

Lithium-Ionen-Batterie

Sekundärbatterie mit Elektrolyt aus einem organischen Lösungsmittel und positiven und negativen Elektroden mit Einlagerungsverbindungen, in denen Lithium gespeichert wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Lithium-Ionen-Batterie enthält kein metallisches Lithium.

3.3

Batterie/Batteriesystem für Eigenheim/Wohngebäude (HESS)

(en: home energy storage system)

stationäres Batteriesystem zur Anwendung in oder in der Nähe eines Ein- oder Mehrfamilienhauses oder in einer in einem Eigenheim integrierten Energiespeicheranlage. Das System ist üblicherweise in Räumen installiert, die nicht als Elektrobetriebsräume oder Batterieräume ausgelegt sind.

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn der Aufstellungsort der Batterie entsprechend ausgelegt ist, kann er teilweise die Anforderungen an einen Batterieraum in Bezug auf Berührungsschutz usw. erfüllen.

3.4

gasdichte Zelle

Zelle, die verschlossen bleibt und weder Gas noch Flüssigkeit austreten lässt, wenn sie innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzwerte betrieben wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine gasdichte Zelle kann mit einer Sicherheitseinrichtung versehen sein, um gefährlich hohen inneren Druck zu vermeiden; sie ist dazu vorgesehen, während ihrer gesamten Lebensdauer im ursprünglichen gasdichten Zustand zu arbeiten.

3.5

Sekundärbatterie

elektrische Energiequelle aus zwei oder mehreren miteinander verbundenen Sekundärzellen.

3.6

Batterie-Energiespeichersystem (BESS)

(en: battery energy storage system)

System, welches sich auf einen Prozess bezieht, bei dem eine Umwandlung elektrischer Energie aus einem Stromnetz in eine Form erfolgt, die in einer Batterie gespeichert und bei Bedarf in elektrische Energie zurückgewandelt werden kann.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Art eines Vorgangs der Energiespeicherung kann die Möglichkeit bieten, Elektrizität in Zeiten zu speichern, in denen entweder ein geringer Bedarf, niedrige Erzeugungskosten oder schwankende Energiequellen vorliegen, oder wenn keine anderen Möglichkeiten der Energieerzeugung verfügbar sind. Dadurch kann eine Netzstabilisierung und eine erhöhte Stromqualität bereitgestellt werden.

3.7

Batteriesystem

Batteriesystem, welches ein(e) oder mehrere Zelle(n), Modul(e) oder Batterie-Pack(s) enthält. Eine oder mehrere Batterie(n) mit ihren zugehörigen BMS und weiteren Regelungen, die für die Verwendung in einem BESS geeignet sind.

Anmerkung 1 zum Begriff: Es hat eine Einheit für Batteriemanagement zum Abschalten im Fall von Überladung, Überstrom oder Überhitzung. Es kann Einheiten zum Kühlen oder Heizen aufweisen.

3.8

stationäre Batterie

Sekundärbatterie, die für den ortsfesten Betrieb vorgesehen ist und während ihrer gesamten Lebensdauer üblicherweise nicht von Ort zu Ort transportiert wird. Sie ist dauerhaft mit der Gleichstromquelle verbunden (ortsfeste Installation).

3.9

Elektrolyt

flüssiger oder fester Stoff mit beweglichen Ionen, die den Stoff ionenleitend machen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Elektrolyt darf eine Flüssigkeit, ein Feststoff oder ein Gel sein.

3.10

Batteriemanagementsystem (BMS)

(en: battery management system)

mit einer Batterie verbundenes elektronisches System, das deren Zustand überwacht und/oder steuert, Sekundärdaten berechnet, diese Daten ausgibt und/oder die Umgebung regelt, um das Betriebsverhalten und/oder die Lebensdauer der Batterie zu beeinflussen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Batteriemanagementsystem wird manchmal auch als Batteriemanagement-Einheit (BMU, en: battery management unit) bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Funktion des Batteriemanagementsystems kann dem Batteriepack und/oder dem Gerät, das die Batterie nutzt, zugeordnet sein.

3.11

Ladung

Laden (einer Batterie)

Vorgang, bei dem einer Sekundärzelle oder -batterie elektrische Energie aus einem äußeren Stromkreis zugeführt wird, was zu chemischen Veränderungen in der Zelle führt, als deren Ergebnis diese Energie als chemische Energie gespeichert wird.

3.12

Batterie in Erhaltungsladung

Sekundärbatterie, deren Anschlussklemmen dauerhaft mit einer konstanten Spannungsquelle verbunden sind, die ausreichend ist, um die Batterie ungefähr im vollständig geladenen Zustand zu halten, und welche dafür bestimmt ist, Strom für einen elektrischen Stromkreis zu liefern, wenn die bestimmungsgemäße Stromversorgung vorübergehend unterbrochen ist.

3.13

Erhaltungs-(Lade-)Spannung

konstante Spannung, die erforderlich ist, um die Zelle oder Batterie im vollständig geladenen Zustand zu halten.

3.14

Erhaltungsladestrom

Strom, der sich bei der Erhaltungsladespannung einstellt.

3.15

Entladung

Entladen (einer Batterie)

Vorgang, bei dem eine Batterie unter festgelegten Bedingungen in den Zellen erzeugte elektrische Energie an einen äußeren Stromkreis liefert.

3.16

Überladung

Überladen (einer Zelle oder Batterie)

fortgesetztes Laden einer Sekundärzelle oder -batterie nach Erreichen des Vollladezustands.

Anmerkung 1 zum Begriff: Überladung ist auch ein Ladevorgang über einen bestimmten, vom Hersteller festgelegten Grenzwert hinaus.

3.17

Nennspannung

geeigneter annähernder Wert der Spannung zur Bezeichnung oder Kennzeichnung einer Zelle, einer Batterie oder eines elektrochemischen Systems.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller der Zelle oder Batterie gibt die Nennspannung möglicherweise an.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Nennspannung einer Batterie von n in Reihe geschalteten Zellen ist gleich dem n -fachen der Nennspannung einer einzelnen Zelle. [QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modifiziert: Ergänzung von Anmerkung 1 und Anmerkung 2 zum Begriff].

3.18

Tiefentladung

Entladung bis unterhalb einer festgelegten Entladeschussspannung (EoDV; en: end of discharge voltage) einer Batterie.

3.19

Überentladung

Entladung einer oder mehrerer Zelle(n) einer Batterie(n) unter ihren unteren Grenzwert der Entladespannung.

3.20

unterer Grenzwert der Entladespannung

niedrigste vom Zellhersteller festgelegte Entladespannung.

3.21

Höchstspannung eines Batteriesystems

die höchste Spannung eines Batteriesystems, in welchem die Höchstspannung jeder einzelnen Zelle oder Batterie gleich oder geringer als der obere Grenzwert der Ladespannung einer Zelle, wie in 3.22 festgelegt, ist, und jegliche Bauteile unter alle Betriebsbedingungen innerhalb ihres festgelegten/zulässigen Betriebsbereichs betrieben werden.

3.22

Ladeschlussspannung

Spannung, die am Ende einer Ladestufe mit festgelegter konstanter Stromstärke erreicht wird [IEV 482-05-5].

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ladeschlussspannung darf als Anzeige zur Beendigung des Ladevorgangs verwendet werden.

3.23

Kurzschlüsse (äußere, innere)

Kurzschluss (äußerer)

ungewöhnlich hohe Stromentladung aufgrund eines Leitungsfehlers über Bauteile mit entgegengesetzter Polarität, entweder innerhalb des Batteriestromkreises oder über die äußeren Anschlussklemmen.

3.24

Kurzschluss (innerer)

leitende Überbrückung durch Isolierung innerhalb einer Zelle aufgrund von Herstellungsfehlern, Fehlern im Zellaufbau oder Beschädigung aufgrund von unsachgemäßem Gebrauch der Zelle.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Kurzschlussstrom – IEC 482-03-26 – siehe **) Anhang.

3.25

Modul

genormte und austauschbare Batteriebaugruppe aus Zellen, die in Reihe und/oder parallel geschaltet sind, und zugehöriger Schalttechnik.

3.26

thermisches Durchgehen

ungeregelter heftiger Anstieg der Temperatur einer Zelle, hervorgerufen durch exotherme Reaktionen.

4 Schutz gegen elektrischen Schlag

4.1 Allgemeines

In ortsfesten Batterieanlagen müssen Vorkehrungen zum Schutz entweder vor direktem oder indirektem Berühren oder vor beidem, direktem als auch indirektem Berühren, mit gefährlichen Spannungen getroffen werden.

Die Schutzmaßnahmen sind in IEC 60364-4-41 und IEC 61140 im Detail festgelegt. Die folgenden Abschnitte legen die typischen Schutzmaßnahmen fest, die für Batterieanlagen zu treffen sind, und die sich ergebenden Ergänzungen.

Die zutreffende Betriebsmittelnorm IEC 61140 gilt für Batterien und Gleichstrom-Verteilschaltungen innerhalb von Betriebsmitteln.

4.2 Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren

In Batterieanlagen muss der Schutz gegen direktes Berühren von aktiven Bauteilen in Übereinstimmung mit IEC 60364-4-41 sichergestellt werden.

Die folgenden Schutzmaßnahmen sind anwendbar:

- „Schutz durch Isolierung aktiver Teile“;
- „Schutz durch Abdeckungen oder Gehäuse“;
- „Schutz durch Hindernisse“;
- „Schutz durch Aufstellung außerhalb der Reichweite“.

Schutz durch Hindernisse oder Aufstellung außerhalb der Reichweite ist für Batterieanlagen ausdrücklich zulässig. Dabei besteht jedoch die Anforderung, dass Batterien mit Höchstspannungen über DC 60 V bis

DC 120 V zwischen Anschlussklemmen und/oder mit Höchstspannungen über DC 60 V, Unterbringung mit eingeschränktem Zugang und Batterien mit einer Höchstspannung über DC 120 V so untergebracht werden müssen, dass der Zugang durch Verriegelungen oder gleichwertigen Mitteln eingeschränkt ist. Türen zu Batterieräumen oder -schränken werden als Hindernisse angesehen und müssen mit Warningschildern entsprechend 11.1 gekennzeichnet sein.

Für Batterien mit Höchstspannungen bis einschließlich DC 60 V ist kein Schutz gegen direktes Berühren erforderlich, sofern die gesamte Anlage den Bedingungen für SELV (Sicherheitskleinspannung; en: safety extra low voltage) und PELV (Schutzkleinspannung; en: protective extra low voltage) entspricht (siehe 4.4.2).

Ein Kurzschlusschutz ist möglicherweise erforderlich, siehe 6.2.

Wenn ein Schutz durch Abdeckungen oder Gehäuse angewendet wird, müssen mindestens die Schutzgrade IP 2X oder IP XXB nach IEC 60529 angewendet werden.

4.3 Schutz gegen indirektes Berühren

In Batterieanlagen muss der Schutz gegen indirektes Berühren in Übereinstimmung mit IEC 60364-4-41 angewendet werden.

Eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen müssen ausgewählt werden:

- „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“;
- „Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder durch gleichwertige Isolierung“;
- „Schutz durch nicht leitende Aufstellungsorte“ (Verwendung nur in besonderen Anwendungen);
- „Schutz durch erdfreien örtlichen Potentialausgleich“ (Verwendung nur in besonderen Anwendungen);
- „Schutz durch elektrische Trennung“.

Die höchste Berührungsspannung von DC 120 V darf nicht überschritten werden (siehe IEC 60449, IEC 60364-4-41 und IEC/TS 61201). Oberhalb dieser Spannung müssen andere zweckmäßige Schutzschemata angewendet werden. Unter Bedingungen des bestimmungsgemäßen Betriebs, des nicht bestimmungsgemäßen Betriebs und unter Bedingungen eines Einzelfehlers (mit Ausnahme des Ausfalls einer Schutzeinrichtung), müssen Berührungsspannung oder Berührungsstrom von allen nicht geerdeten berührbaren leitfähigen Teilen gemessen werden.

Einige dieser Schutzmethoden erfordern einen Schutzleiter. Schutzleiter oder Leiter mit einer Schutzfunktion dürfen nicht durch ein Schaltgerät getrennt werden. In einem Schutzleiter ist kein Schaltgerät zulässig. Sie dürfen keine Überstromschutzeinrichtungen enthalten (siehe IEC 60364-4-41). Für die Bemessung der Querschnitte von Schutzleitern siehe IEC 60364-5-54.

Batteriegestelle und Batterieschränke aus Metall müssen entweder an den Schutzleiter angeschlossen sein oder gegenüber der Batterie und dem Installationsort isoliert sein. Diese Isolierung muss den Bedingungen für Schutz und Isolierung nach IEC 60364-4-41 entsprechen. Weitere gleichzeitig berührbare leitfähige Teile, d. h. Kanäle aus Metall, müssen sich außerhalb der Reichweite befinden. Für Anforderungen an Kriechstrecken und Luftstrecken (siehe IEC 60664-1) ist ein Wert der Bemessungsstoßspannung für Betriebsmittel der Überspannungskategorie II entsprechend der Nennspannung des Stromversorgungssystems zu verwenden (siehe Anhang F, Tabelle F.1 – IEC 60664-1).

ANMERKUNG Für Betriebsmittel, die von einer Wechselstromversorgung gespeist werden, wird die Prüfung mit einer Spannung gleich der Bemessungsspannung des Betriebsmittels oder bis zum oberen Grenzwert des Bemessungsspannungsbereichs durchgeführt. Für Betriebsmittel, die von einer Gleichstromversorgung gespeist werden, wird die Prüfung mit einer Spannung gleich der Höchstspannung der Wechselstromversorgung der Region, in welcher das Betriebsmittel verwendet werden soll (z. B. 230 V für Europa oder 120 V für Nordamerika) durchgeführt.

Die folgenden Schutzeinrichtungen, bemessen für Gleichstrom, müssen mit Gleichstrom verwendet werden, wie es für die Art des Stromversorgungssystems anwendbar ist:

- a) Sicherungen;
- b) Überstromschutzeinrichtungen;

- c) Fehlerstrom- oder Differentialschutzeinrichtungen (RCD), geeignet für Gleichstrom;
- d) Fehlerstromschutzeinrichtungen nach IEC/TR 60755 müssen dem Typ B entsprechen und für Fehlergleichstrom geeignet sein;
- e) Isolationsüberwachungseinrichtungen (z. B. IT-Systeme);
- f) Fehlerspannungsschutzeinrichtungen (siehe IEC 60364-4-41).

4.3.1 Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

4.3.1.1 TN-System

In einem TN-System (siehe IEC 60364-4-41) müssen die positive oder die negative Anschlussklemme (siehe Bild 1 und Bild 2) oder der Mittelpunkt der Batterieanlage (in Sonderfällen auch ein Punkt außerhalb der Mitte) mit Erde verbunden sein.

Die berührbaren leitfähigen Teile des Betriebsmittels müssen an den Schutzleiter (PE)¹, den PEN-Leiter (PEN)², oder die Erdungsfunktion und den Schutzleiter (FPE)³, welcher an den Punkt der Batterie angeschlossen ist, der Erdpotential aufweist, angeschlossen sein. Zusätzliche Erdung des Schutzleiters kann möglicherweise erforderlich sein, um sicherzustellen, dass sein Potential so wenig wie möglich vom Erdpotential abweicht.

Für fest eingebaute elektrische Betriebsmittel muss die Abschaltzeit innerhalb von 5 s nach Auftreten eines Ausfalls liegen.

ANMERKUNG Für ortsveränderliche Betriebsmittel und Steckdosenstromkreise gilt IEC 60364-4-41.

PE-Leiter: für Sicherheitszwecke bereitgestellter Leiter, zum Beispiel Schutz gegen elektrischen Schlag.

PEN-Leiter: Leiter, welcher die Funktionen des Schutzerdungsleiters und des Neutralleiters in sich vereint.

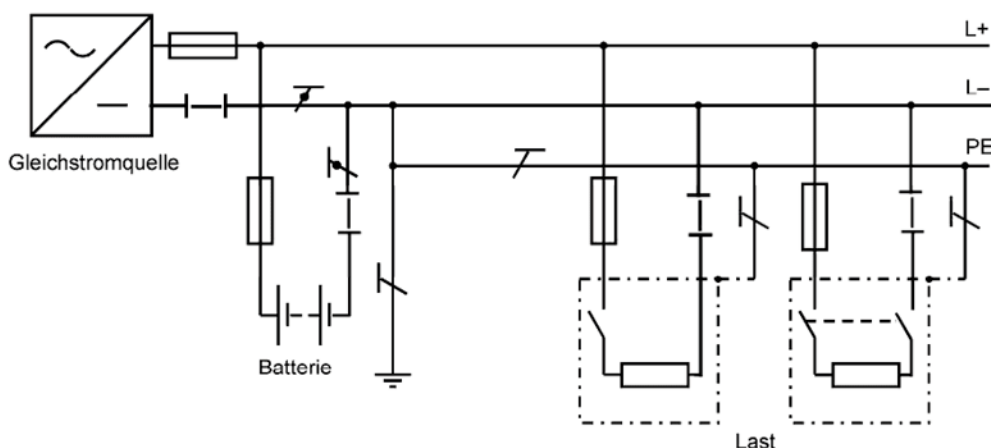


Bild 1 – TN-System mit getrenntem Schutzleiter (PE) im gesamten System (TN-S-Netz)

Im TN-S-System muss der Schutzleiter (PE) frei von Laststrom sein.

¹ Für Definitionen siehe IEC 60364-5-54

² Eingeführt mit Verweisung auf IEC 60364-5-54

³ Für Definitionen siehe IEC 60950-1

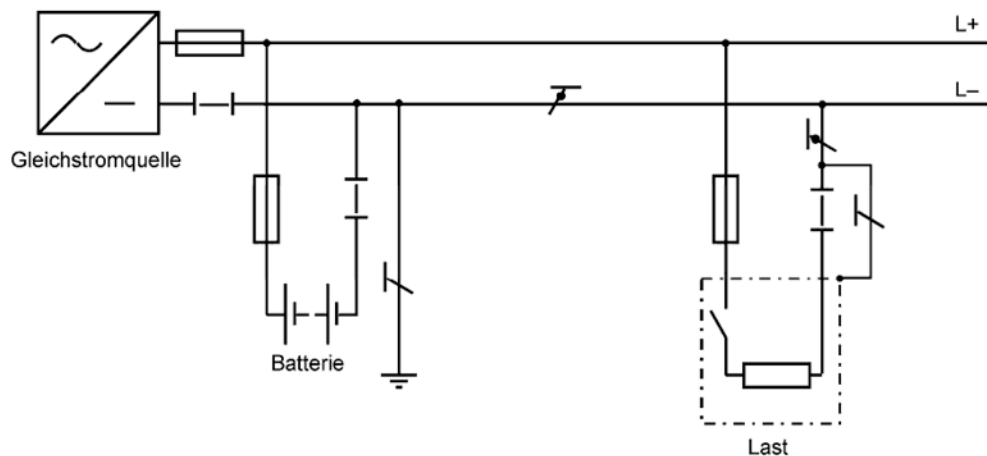


Bild 2 – TN-System mit Funktionserdung und Schutzerdung (FPE, PEN) kombiniert mit einem Außenleiter (TN-C-System)

Im TN-C-System für Gleichstromanlagen sind der Schutzleiter und der geerdete, laststromführende Leiter kombiniert. Der Querschnitt des PEN-Leiters, oder FPE-Leiters, muss mindestens 100 mm^2 betragen und aus Kupfer bestehen.

4.3.1.2 TT-System

In einem TT-System (siehe Bild 3) müssen die positive oder negative Anschlussklemme oder ein anderer Punkt der Batterieanlage mit Erde (Erdungselektrode des Systems) verbunden sein.

Die berührbaren leitfähigen Teile der elektrischen Anlage müssen einzeln, in Gruppen oder alle zusammen an einer gemeinsamen Erdungselektrode geerdet werden, die von der Erdungselektrode des Systems getrennt ist.

Alle berührbaren leitfähigen Teile, die durch dieselbe Schutzeinrichtung geschützt sind, müssen durch Schutzleiter zu einer gemeinsamen Erdungselektrode, miteinander verbunden werden. Gleichzeitig berührbare leitfähige Teile müssen an dieselbe Erdungselektrode angeschlossen werden (IEC 60364-4-41).

Außer den in 4.3 genannten Schutzeinrichtungen sind auch durch Fehlerspannung ausgelöste Schutzeinrichtungen anwendbar (IEC 60364-4-41).

Wenn die Schutzeinrichtung eine Überstrom-Schutzeinrichtung ist, muss die Abschaltzeit für alle Betriebsmittel in Stromkreisen von TT-Systemen innerhalb von 5 s nach Auftreten des Fehlers liegen. Nach IEC 60364-4-41 dürfen Überstrom-Schutzeinrichtungen nur für den Schutz gegen indirektes Berühren anwendbar sein, wenn ein sehr geringer Erdungswiderstand R_a vorliegt.

ANMERKUNG R_a ist die Summe aus dem Widerstand der Erdungselektrode und den Schutzleitern für die berührbaren leitfähigen Teile.

Für Zwecke der Unterscheidung sind bei Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Abschaltzeiten bis zu 1 s zulässig.

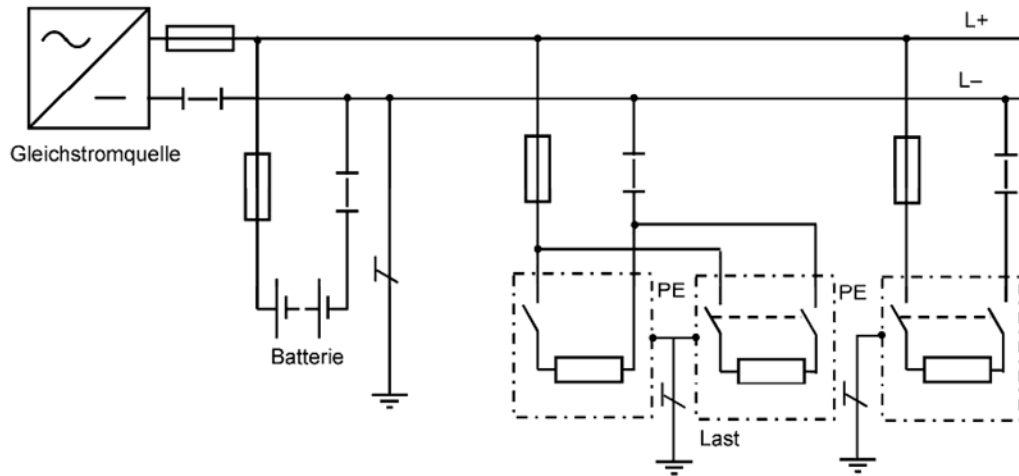


Bild 3 – TT-System

4.3.1.3 IT-System

In einem IT-System (siehe Bild 4) ist kein Punkt der Batterieanlage direkt mit Erde verbunden. Es muss gegenüber Erde isoliert sein oder über eine ausreichend hohe Impedanz mit Erde verbunden sein (z. B. mittels eines Isolationsüberwachungsgerätes).

Alle berührbaren leitfähigen Teile eines Betriebsmittels müssen einzeln, in Gruppen oder alle zusammen über einen Schutzleiter an einer gemeinsamen Erdungselektrode geerdet werden.

Berührbare leitfähige Teile, die durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung geschützt sind, müssen mittels eines Schutzleiters an eine gemeinsame Erdungselektrode angeschlossen werden. Gleichzeitig berührbare leitfähige Teile müssen an dieselbe Erdungselektrode angeschlossen werden (IEC 60364-4-41).

Außer den in 4.3 genannten Schutzeinrichtungen sind auch für Gleichspannungen geeignete Isolationsüberwachungsgeräte anwendbar.

In einem IT-System ist beim Auftreten des ersten Fehlers von einem aktiven Teil zu einem berührbaren leitfähigen Teil oder zur Erde keine Abschaltung gefordert. Wenn ein Isolationsüberwachungsgerät vorhanden ist, muss dieses Gerät ein hörbares und/oder sichtbares Signal auslösen (IEC 60364-4-41).

Es müssen Vorkehrungen zur Vermeidung von gefährlichen Berührungsspannungspegeln beim Auftreten eines zweiten Fehlers getroffen werden (z. B. Abschaltung durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung, eine Fehlerstrom- oder Fehlerspannungs-Schutzeinrichtung) (IEC 60364-4-41).

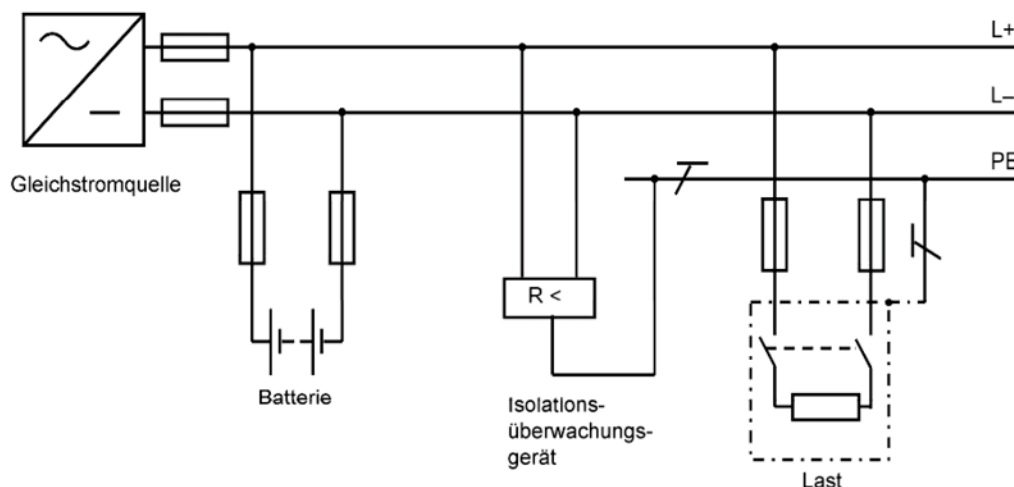


Bild 4 – IT-System

4.3.1.4 Gleichstrom-Zwischenkreise mit elektrischer Verbindung zur Wechselstromversorgung

Systeme dieses Typs (siehe Bild 5) werden zum Beispiel in Gleichstrom-Zwischenkreisen von Stromrichter-einrichtungen, z. B. unterbrechungsfreie Stromversorgungen (UPS-Systeme), verwendet. Überstrom-Schutz-einrichtungen sind in allen Leitern erforderlich, die zur Batterie führen.

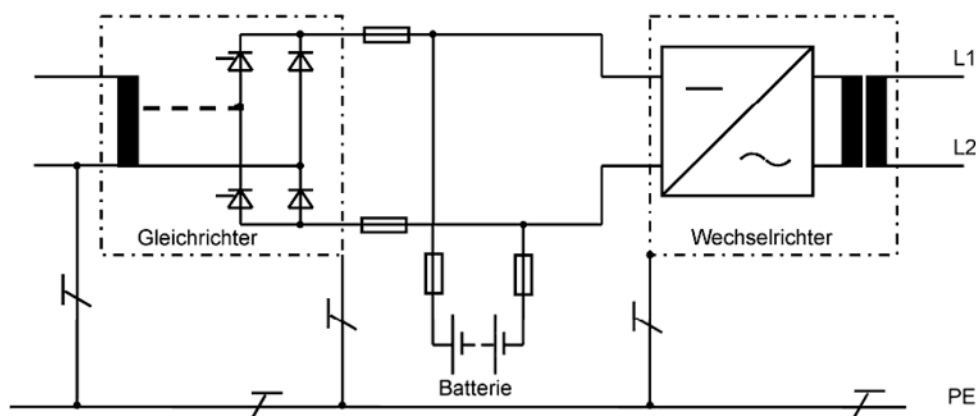


Bild 5 – Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis (IT-System) (Beispiel)

Es muss sichergestellt werden, dass an den Batterieanschlussklemmen keine Wechselspannung auftritt, deren Effektivwert der Spannung in Bezug zur Erde über der Ladehöchstspannung der Batterie liegt. Um dies sicherzustellen, kann das Gleichstromsystem mit einer geeigneten Erkennungseinrichtung ausgestattet werden, welche entweder den Fehlerstrom überwacht oder den Gleichrichterstromkreis trennt.

Die Schutzvorkehrungen, welche in der ein-/dreiphasigen Wechselstromversorgung angewendet werden, müssen soweit technisch möglich für den Gleichstromkreis beibehalten werden, und bei Bedarf durch geeignete Hilfskomponenten erweitert werden, sodass beim Auftreten eines Fehlers keine gefährliche Spannung (>AC 50 V oder >DC 120 V) an den berührbaren leitfähigen Teilen des Betriebsmittels erhalten bleibt.

Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD) nach IEC/TR 60755 müssen dem Typ B, geeignet für Fehlergleichstrom, entsprechen.

4.3.2 Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder durch gleichwertige Isolierung

Zur Einhaltung der Schutzklasse II nach IEC 61140 müssen ein Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung oder Betriebsmittel mit gleichwertiger Isolierung (IEC 60364-4-41) angewendet werden.

4.3.3 Schutz durch elektrische Trennung

Für die Anwendung eines Schutzes durch elektrische Trennung siehe IEC 60364-4-41.

Als Stromversorgungsquelle muss eine trennende Stromversorgung verwendet werden (IEC 60364-4-41).

Eine „gleichwertige Stromversorgung“ im Sinne von IEC 60364-4-41 ist eine Batterie, in welcher die gesamte Batterie isoliert ist. Die Trennung muss den Prüfungsanforderungen für Schutzisolierung in Übereinstimmung mit IEC 60364-4-41 entsprechen.

4.4 Schutz sowohl gegen direktes als auch indirektes Berühren

4.4.1 Allgemeines

Die in IEC 60364-4-41 festgelegten Schutzvorkehrungen, Sicherheitskleinspannung (SELV) und Schutzkleinspannung (PELV), dürfen nur für Batterieanlagen mit einer Höchstspannung bis DC 120 V verwendet werden.

Sie müssen gleichzeitig die Anforderungen für den Schutz gegen entweder direktes oder indirektes Berühren erfüllen.

ANMERKUNG In diesen Fällen gelten die in 4.3 festgelegten Anforderungen für Batteriegestelle und -schränke aus Metall nicht.

4.4.2 Schutz durch Sicherheitskleinspannung (SELV; en: Safety Extra Low Voltage) oder Schutzkleinspannung (PELV; en: Protective Extra Low Voltage)

Schutz gegen elektrischen Schlag wird sichergestellt, wenn die folgenden Bedingungen gleichzeitig erfüllt werden:

- die Stromversorgungsquelle entspricht den Sicherheitsanforderungen nach IEC 60364-4-41, wodurch zuverlässig verhindert wird, dass die in IEC 60364-4-41 festgelegte Wechselstrom-Netzspannung bei Auftreten eines Fehlers auf der Gleichstromseite nicht überschritten wird;
- die Anordnung der Stromkreise entspricht IEC 60364-4-41.

Es muss sichergestellt werden, dass aktive Teile oder berührbare leitfähige Teile von SELV-Stromkreisen nicht an aktive Teile oder berührbare leitfähige Teile eines anderen Stromkreises angeschlossen werden können.

Wenn die Nenngleichspannung der Batterieanlage 60 V Gleichstrom nicht überschreitet und die vorgenannten Bedingungen erfüllt sind, darf im Allgemeinen auf einen Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile verzichtet werden (Ausnahmen siehe IEC 60364-7-706).

Wenn die Höchstspannung DC 60 V überschreitet, muss ein Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile bereitgestellt werden mittels:

- Abdeckungen oder Gehäusen mit einer Schutzart von mindestens IP 2X oder IP XXB nach IEC 60529, oder
- Isolierung, welche einer Prüfspannung von AC 500 V für 1 min entsprechend IEC 60364-4-41 standhält, oder
- Schutz durch Hindernisse oder Abstand, welcher in Batterieanlagen und Batterieräumen nach IEC 60364-4-41 in Übereinstimmung mit 4.2 ausdrücklich zugelassen ist.

4.4.3 Schutz durch Funktionskleinspannung (FELV, en: Functional Extra Low Voltage) ohne sichere Trennung

Wenn die Höchstspannung DC 120 V nicht überschreitet und die Anforderungen des Abschnitts 4.4.2:

- zutreffend für eine elektrochemische Stromversorgungsquelle, welche unabhängig oder durch eine sichere Trennung getrennt ist
und/oder
- zutreffend für die Anordnung der Stromkreise (z. B. Anschluss eines Leiters an den Schutzleiter des Primärstromkreises)

nicht erfüllt werden können, müssen Vorkehrungen zur Sicherstellung des Schutzes gegen direktes und indirektes Berühren getroffen werden.

Schutz gegen direktes Berühren muss sichergestellt werden mittels:

- Isolierung, die mindestens der niedrigsten für den Primärstromkreis vorgeschriebenen Prüfspannung entspricht
oder
- Abdeckungen oder Gehäuse, die mindestens eine Schutzart IP 2X oder IP XXB nach IEC 60529 sicherstellen. Schutz gegen indirektes Berühren muss sichergestellt werden mittels:
- Anschluss der berührbaren leitfähigen Teile des Betriebsmittels an den Schutzleiter des Primärstromkreises, sofern eine der in IEC 60364-4-41 festgelegten Schutzvorkehrungen angewendet wird IEC 60364-4-41
oder mittels
- Anschluss der berührbaren leitfähigen Teile des Betriebsmittels an den nichtgeerdeten Potentialausgleich des Primärstromkreises, sofern eine sicher elektrische Trennung nach IEC 60364-4-41 angewendet wird.

5 Abschaltung und Trennung

Es müssen Vorrichtungen bereitgestellt werden, um die Batterieanlage von allen Leitungen ankommender und abgehender Stromkreise und vom Erdungspotential zu trennen. Diese Vorrichtungen können sein:

- Schutzschalter, Schalter;
- Stecker und Steckdosen;
- herausnehmbare Sicherungen;
- Verbindungen;
- speziell ausgelegte Klemmen.

Diese Vorrichtungen müssen für Gleichstrom anwendbar sein und den notwendigen Trennungsabstand in Übereinstimmung mit der zutreffenden Norm bieten.

ANMERKUNG Während der Abschaltung darf die Batterie nicht geerdet oder kurzgeschlossen werden.

6 Vermeidung von Kurzschlüssen und Schutz gegen andere Auswirkungen von elektrischem Strom

6.1 Allgemeines

Zusätzlich zur Gefahr eines elektrischen Schlags kann der Stromfluss in Batteriesystemen weitere Gefährdungen verursachen. Dies rührt daher, dass unter Fehlerbedingungen möglicherweise sehr hohe Ströme fließen, und die Spannung an den Batterieanschlussklemmen nicht ausgeschaltet werden kann (siehe IEC 60364-4-43 und IEC 60364-5-53).

Die Widerstandsfähigkeit gegenüber hohen Strömen muss größer als der Bemessungswert der Überstromschutzeinrichtungen sein. Diese Überstromschutzeinrichtung muss ein Schalt- oder Kurzschlussbeseitigungsvermögen aufweisen, welches höher als der Kurzschlussstrom der Batterie ist, wie es z. B. für den Fall von verschlossenen Bleioxid/Blei-(Säure)-Batterien in IEC 60896-21, 6.3, festgelegt ist.

ANMERKUNG Die hauptsächlichen Folgen des thermischen Durchgehens sind die Abgabe von Wärme und brennbarem Gas (Elektrolyt) durch das Entlüften. Der Aufbau der Zellen und Batterien umfasst im Allgemeinen Schutzvorrichtungen (z. B. Entlüftungen), um die Freisetzung von Gas zu ermöglichen, ohne eine Gefahr des Zerplatzens der Zellen oder Batterien zu schaffen. Zum gleichen Zweck werden nicht brennbare Kunststoffe verwendet, um einen zusätzlichen Beitrag der Kunststoffverbrennung zur erzeugten Wärme zu vermeiden. Das entlüftete explosive Gas kann HF (Fluorwasserstoff) erzeugen.

6.2 Kurzschlüsse

Die in Zellen oder Batterien gespeicherte elektrische Energie wird möglicherweise aufgrund eines Kurzschlusses der Anschlussklemmen auf unbeabsichtigte und unkontrollierte Weise freigesetzt. Aufgrund der erheblichen Energie kann die durch hohen Strom erzeugte Wärme zum Schmelzen von Metall, zu Funken, zur Explosion und zur Verdampfung von Elektrolyt führen.

Die wichtigsten Verbindungen der Batterieanschlussklemmen müssen so ausgelegt sein, dass sie der mechanischen Beanspruchung durch elektromagnetische Kräfte, die während eines Kurzschlusses erzeugt werden, standhalten.

Alle Batterieverbindungen bis zur Batteriesicherung müssen derart installiert werden, dass unter vorhersehbaren Bedingungen kein Kurzschluss auftreten kann. Für die Art der Anordnung von Leitern von ungeschützten Leiterabschnitten müssen IEC 60364-4-43 und IEC 60364-5-53 berücksichtigt werden. Für die Berechnung des Kurzschlussstroms der Batterie muss auf IEC 61660-1, IEC 61660-2 und IEC 60896-21, 6.3, Bezug genommen werden.

Die Isolierung muss widerstandsfähig gegen die Auswirkungen von Umgebungseinflüssen wie Temperatur, Feuchte, Staub, Gase, Dampf und mechanische Beanspruchungen sein. Wenn Anschlussklemmen und Leiter bauartbedingt oder für Instandhaltungszwecke nicht isoliert sind, dürfen nur isolierte Werkzeuge verwendet werden.

In Instandhaltungsanweisungen für die Batterien muss darauf hingewiesen werden, dass bei Arbeiten an stromführenden Betriebsmitteln die Anwendung zweckmäßiger Arbeitsverfahren und die ausschließliche Verwendung isolierter Werkzeuge durchgesetzt werden muss, um die Verletzungsgefahr zu verringern. Siehe IEC 60900 für weitere Einzelheiten.

6.3 Instandhaltungsanweisungen

Allgemeine Anweisungen für die Instandhaltung von Batterien müssen Angaben zu zweckmäßigen Arbeitsverfahren, Schutzeinrichtungen und den zu befolgenden Verfahren enthalten.

Schutzmaßnahmen während der Instandhaltung

Während der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten arbeiten Menschen möglicherweise nahe am Batteriesystem. Bei Arbeiten an oder in der Nähe der Batterie muss beteiligtes Personal fachkundig in der Durchführung solcher Arbeiten sein und muss in allen erforderlichen besonderen Verfahren geschult sein. Zur Minimierung der Verletzungsgefahr muss das Batteriesystem

- mit Abdeckungen der Anschlussklemmen ausgestattet sein, welche eine regelmäßige Instandhaltung ermöglichen, während die Berührbarkeit von aktiven Teilen minimiert wird;
- einen Mindestabstand von 1,50 m zwischen nicht isolierten leitfähigen aktiven Teilen der Batterie mit einem Potential über DC 120 V aufweisen, welche gleichzeitig berührt werden können;
- Sicherungsträger, welche eine Berührung mit aktiven Teilen verhindern, aufweisen.

Alle persönlichen metallischen Objekte müssen vor Beginn der Arbeiten von den Händen, Handgelenken und vom Hals entfernt werden.