

**DIN EN 62984-3-1
(VDE 0510-984-3-1)****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 29.220.01

Einsprüche bis 2017-11-15

Entwurf**Hochtemperatur-Sekundärbatterien –
Teil 3: Natrium-basierte Batterien –
Bereich 1: Sicherheitsanforderungen und Prüfungen
(IEC 21/920/CD:2017)**

High Temperature secondary Batteries –
Part 3: Sodium-based batteries –
Section 1: Safety requirements and tests of cells and batteries
(IEC 21/920/CD:2017)

Batteries d'accumulateur à haute température –
Partie 3: Batteries d'accumulateur à base de sodium –
Section 1: Prescriptions de sécurité et essais
(IEC 21/920/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-09-15 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 69 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

	Inhalt	Seite
	Nationales Vorwort.....	4
1	Anwendungsbereich	5
2	Normative Verweisungen	5
3	Begriffe	6
4	Umgebungs-(Betriebs-)Bedingungen	7
4.1	Allgemeines	7
4.2	Übliche Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen	7
4.3	Spezielle Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen	7
4.4	Übliche Betriebsbedingungen für fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb)	7
4.5	Spezielle Betriebsbedingungen für fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb).....	7
5	Sicherheitsanforderungen	8
5.1	Funktionale Sicherheitsanforderungen.....	8
5.2	Mechanische Anforderungen	8
5.3	Elektrische Sicherheitsanforderungen.....	9
5.4	Beständigkeit gegen außergewöhnliche Bedingungen	14
6	Sicherheitsprüfungen.....	15
6.1	Allgemeines	15
6.2	Liste der Prüfungen	16
6.3	Typprüfungen	17
6.4	Stückprüfungen	24
6.5	Sonderprüfungen.....	25
7	Kennzeichnungen.....	27
7.1	Allgemeines	27
7.2	Kennzeichnungen auf dem Datenschild.....	27
8	Regeln für Transport, Installation und Instandhaltung	27
8.1	Transport	27
8.2	Installation	27
8.3	Instandhaltung	28
9	Dokumentation	28
9.1	Bedienungsanleitung	28
	Anhang A (informativ/normativ) Standardvorlage für den Bericht über die Prüfergebnisse und der Beschreibung des Prüflings.....	29
	Anhang B (informativ) Beschreibung der Technologien	30
	Literaturhinweise.....	34

Bilder

Bild 1 – Beispiele von Klemmschraubenverbindungen	14
Bild 2 – Brandbeanspruchungsprüfung: Vorwärmen	19
Bild 3 – Brandbeanspruchungsprüfung: unmittelbare Beanspruchung.....	19
Bild 4 – Brandbeanspruchung: Ende.....	20
Bild 5 – Draufsicht auf Prüflingsquerschnitt für Zellausfall-Ausbreitungsprüfung	21
Bild 6 – Teilsystem für das Temperaturmanagement	22
Bild 7 – Prüfspannungsanwendung.....	24
Bild 8 – Isolationswiderstandsmessung	25
Bild B.1 – Prinzip der Natrium-Schwefel-Batterie.....	30
Bild B.2 – Zellaufbau	31
Bild B.3 – Modulaufbau	31
Bild B.4 – Batterieaufbau.....	31
Bild B.5 – Schematische Darstellung einer Natrium-Nickel-Zelle (rechts)	32

Tabellen

Tabelle 1 – Stehspannungswerte.....	10
Tabelle 2 – Multiplikationsfaktoren für Luftstrecken von Ausrüstungen, die für den Betrieb in Höhen bis zu 5 000 m bemessen sind.....	12
Tabelle 3 – Typprüfungen.....	17
Tabelle 4 – Stückprüfungen.....	17
Tabelle 5 – Sonderprüfungen	17
Tabelle 6 – Prüfschärfen der Fallprüfung	23

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21/920/CD:2017 „High Temperature secondary Batteries – Part 3: Sodium-based batteries – Section 1: Safety requirements and tests of cells and batteries“ (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 nach der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. 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 Abschnichtsnummer, 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.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

**Hochtemperatur-Sekundärbatterien –
Teil 3: Natrium-basierte Batterien –
Bereich 1: Sicherheitsanforderungen und Prüfungen**

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62984 legt Sicherheitsanforderungen und Prüfverfahren für Hochtemperatur-Batterien auf der Basis von Natrium für den ortsveränderlichen und/oder ortsfesten Einsatz fest, deren Bemessungsspannung 1 500 V nicht übersteigt. Zu den Natrium-basierten Batterien gehören Natrium-Schwefel-Batterien und Natrium-Nickelchlorid-Batterien; beide sind Hochtemperatur-Batterien und verwenden Beta-Aluminiumoxid als Festelektrolyt.

ANMERKUNG Hochtemperatur-Batterien sind elektrochemische Systeme, deren Zellen-Betriebstemperatur über 100 °C liegt.

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 60050-482:2004, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 60050-195:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 62984-1: 201x, *High temperature secondary batteries – Part 1: General aspects, definitions and tests*

IEC 60068-2-18, *Environmental testing – Part 2-18: Tests – Test R and guidance: Water*

IEC 60068-2-64, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2: Tests – Section 75: Test Eh: Hammer tests*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 61508 (all parts), *Functional Safety of Electrical/Electronic/ Programmable Electronic Safety-Related Systems*

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

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

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

IEC 61373, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in IEC 62984-1, Ed. 1.0, Abschnitt 3 festgelegten und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC unterhalten Terminologiedatenbanken zur Verwendung bei der Normung unter folgenden Adressen:

- IEC Electropedia: verfügbar über <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar über <http://www.iso.org/obp>

3.1

Bemessungsisolationsspannung

vom Hersteller für das Betriebsmittel oder einen Teil davon bestimmter Spannungswert, der die festgelegte (Langzeit-) Spannungsfestigkeit der Isolierung kennzeichnet und worauf die Isolationsprüfungen und die Kriechstrecken bezogen sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsisolationsspannung ist nicht zwangsläufig gleich der Bemessungsbatteriespannung, welche in erster Linie auf die Funktionsleistung bezogen ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bemessungsisolationsspannung bezieht sich auf die Isolierung zwischen elektrischen Stromkreisen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei Luftstrecken und fester Isolierung wird der vorhandene Spitzenwert der Spannung über der Isolierung oder der Luftstrecke zur Bestimmung der Bemessungsisolationsspannung verwendet. Für Kriechstrecken wird zur Ermittlung der Effektivwert oder der Gleichspannungswert verwendet.

3.2

Funktionsisolierung

Isolierung zwischen leitfähigen Teilen, die für das richtige Funktionieren des Betriebsmittels erforderlich ist

[QUELLE: IEC 60050:1998, 195.02.41]

3.3

zusätzliche Isolierung

unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur Basisisolierung angewendet wird, um einen Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Ausfalls der Basisisolierung zu gewährleisten

[QUELLE: IEC 60050:1998, 195.06.07, modifiziert – „als Fehlerschutz“ wurde ersetzt durch „um einen Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Ausfalls der Basisisolierung zu gewährleisten“]

3.4

verstärkte Isolierung

Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen, die im gleichen Maße Schutz gegen elektrischen Schlag bietet wie die doppelte Isolierung

[QUELLE: IEC 60050:1998, 195.06.09]

3.5

doppelte Isolierung

Isolierung, die aus der Basisisolierung und der zusätzlichen Isolierung besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Basis- und zusätzliche Isolierungen sind getrennt, jeweils als Basisschutz gegen elektrischen Schlag ausgelegt.

[QUELLE: IEC 60050:1998, 195.06.08, modifiziert – Die Anmerkung zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.6

Betriebsmittel der Schutzklasse I

Betriebsmittel mit Basisisolierung als Basisschutz gegen elektrischen Schlag und Schutzpotentialausgleich zum Fehlerschutz, so dass leitfähige Teile auf der Außenseite des Betriebsmittelgehäuses im Falle eines Ausfalls der Basisisolierung nicht stromführend werden können

3.7

Betriebsmittel der Schutzklasse II

Betriebsmittel mit

- Basisisolierung als Vorkehrung für den Basisschutz gegen elektrischen Schlag und
- zusätzliche Isolierung als Vorkehrung für den Fehlerschutz oder
- Basis- und Fehlerschutz durch verstärkte Isolierung gegeben sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Es sollte keine Vorkehrung für einen Schutzleiter oder eine Abhängigkeit von Installationsbedingungen für Sicherheitszwecke geben. Es ist jedoch möglich, einen Erdleiter für funktionale (z. B. EMV) Zwecke an ein Betriebsmittel der Schutzklasse II anzuschließen.

[QUELLE: IEC 60050:2008, 851.15.11, modifiziert – Die Formulierung „gegen elektrischen Schlag“ und eine Anmerkung zum Begriff wurden hinzugefügt, während der Hinweis auf IEC 61140: 2001, 7.3 entfernt wurde.]

3.8

Betriebsmittel der Schutzklasse III

Betriebsmittel oder Teile von Betriebsmitteln, bei denen der Schutz gegen elektrischen Schlag auf der Versorgung von SELV- oder PELV-Schaltungen beruht, in denen keine gefährlichen Spannungen erzeugt werden

3.9

Überspannungskategorie

Zahlenwert, der eine Bedingung für eine transiente Überspannung kennzeichnet

Anmerkung 1 zum Begriff: Überspannungskategorie I, II, III werden verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe [Abschnitt 5.3.1](#) zu Einzelheiten zur Überspannungskategorie.

4 Umgebungs-(Betriebs-)Bedingungen

4.1 Allgemeines

Siehe IEC 62984-1, 4.1

4.2 Übliche Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen

Siehe IEC 62984-1, 4.2

4.3 Spezielle Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen

Siehe IEC 62984-1, 4.3

4.4 Übliche Betriebsbedingungen für fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb)

Siehe IEC 62984-1, 4.4

4.5 Spezielle Betriebsbedingungen für fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb)

Siehe IEC 62984-1, 4.5

5 Sicherheitsanforderungen

5.1 Funktionale Sicherheitsanforderungen

5.1.1 Sicherheit des Batteriemanagementsystems

Elektronische Geräte und die Software, die für die Sicherheit zuständig sind, müssen der IEC 61508 (alle Teile) entsprechen: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme.

5.1.2 Betriebsablaufschutz

Zur Aufrechterhaltung der Funktion der Zellen innerhalb des festgelegten Betriebsbereichs muss das Batteriemanagementsystem (en: battery management system – BMS) die Zellen während des Stand-by-, Lade- und Entladevorgangs im Bereich der festgelegten Spannung, Temperatur und des Stroms halten.

5.1.3 Wärmemanagement

Ein Batteriesystem muss mit einer Wärmemanagementsteuerung versehen sein, um einen sicheren Betrieb der Batterie einschließlich ihrer internen Heizungen zu ermöglichen und zu verhindern, dass die Batterie außerhalb des vorgegebenen Betriebstemperaturbereichs überhitzt oder anderweitig verwendet wird. Das Batteriemanagementsystem muss verhindern, dass aufgrund eines Ausfalls der Wärmemanagementkontrolle ein gefährlicher Zustand für die Batterie auftreten kann.

Die Heizungen, die zur Aufrechterhaltung der Funktion der Zellen bei bestimmten Betriebstemperaturen verwendet werden, müssen für Strom und Spannung so dimensioniert und ausgelegt sein, dass Brüche und Kurzschlüsse aufgrund von Handhabung, Installation und Betrieb der Batterie vermieden werden.

ANMERKUNG Gutes Wärmemanagement sorgt für eine gute Funktionsfähigkeit.

5.2 Mechanische Anforderungen

5.2.1 Allgemeines

IEC 62984-1, Ed.1.0, 5.2.1 gilt mit folgendem zusätzlichen Text:

Das Gehäuse und die mechanischen Stützelemente der Batterieanordnung müssen die Festigkeit und Stabilität aufweisen, die erforderlich ist, um bei möglichem unsachgemäßem Gebrauch, dem sie während des Transports, der Installation und des bestimmungsgemäßen Gebrauchs ausgesetzt sind, standzuhalten, um Gefahren abzuwenden.

Die Batterie muss ohne Schaden für die Anwender den Vibrationen und Stößen standhalten, die während des Transports, der Lagerung, der Installation und des Betriebs entsprechend der bestimmungsgemäßen Anwendung (ortsfest oder ortsveränderlich) auftreten können.

Die Anforderung gilt nicht nur für Module, sondern auch für die komplette Batterieinstallation, einschließlich Modulverbindungen und Stützelemente.

ANMERKUNG Diese Anforderungen decken keine spezifischen Anwendungen außerhalb des Geltungsbereichs dieser Norm ab.

5.2.2 Batteriegehäuse

IEC 62984-1, Ed.1.0, 5.2.2 gilt mit folgendem zusätzlichen Text:

Sofern nicht an einem geschützten Standort installiert, der den Zugang zu gefährlichen Teilen des Systems verhindert, muss das Batteriesystem mindestens die IP-Schutzart IP22 nach IEC 60529 aufweisen.

5.2.3 Vibration

5.2.3.1 Ortsfeste Anlagen

Ortsfeste Batterieanlagen unterliegen während des bestimmungsgemäßen Betriebs üblicherweise keinen Erschütterungen.

Die Anforderungen an die Schwingungsfestigkeit sind für diese Module oder Batterien somit nur während des Transports zu berücksichtigen. Während des Transports sind die Module in der Regel in kaltem Zustand (inaktiv) und für den Versand ordnungsgemäß verpackt. Das heißt, dass die Batterie durch die Verpackung geschützt ist und es außerdem unmöglich ist, dass Energie freigegeben wird.

Festlegungen zu Vibrationsstufen, die während des Transports auftreten, sind in IEC 60721-3-2 enthalten.

Das Prüfverfahren ist in [6.5.2](#) festgelegt.

5.2.3.2 Ortsveränderliche Anlagen

An Bord von Landfahrzeugen eingebaute Batterien sind nicht nur während des Transports, sondern auch im bestimmungsgemäßen Betrieb Vibrationen ausgesetzt. Im bestimmungsgemäßen Betrieb ist die Batterie elektrisch mit ihrer Last verbunden und liegt möglicherweise im Betriebstemperaturbereich, d. h. sie kann aktiv sein.

Diese Art von Batterien muss daher den Vibrationen standhalten können, die während des bestimmungsgemäßen Betriebs einer in einem Landfahrzeug eingebauten Anlage typisch sind.

Batterien, die für den Einbau in Landfahrzeugen vorgesehen sind, müssen nach dem Prüfverfahren in [6.5.3](#) geprüft werden.

5.2.4 Mechanische Einwirkung

Das Batteriegehäuse muss den Inhalt vor Stößen schützen und eine IK-Bewertung nach IEC 62262 von mindestens IK08 besitzen.

Die mechanische Stoßprüfung ist in [6.5.4](#) festgelegt.

5.2.5 Erdbeben

Batterie-/Modulgestelle müssen nach dem örtlichen Erdbebenschutz-Code ausgelegt sein.

5.3 Elektrische Sicherheitsanforderungen

5.3.1 Schutz gegen elektrischen Schlag

Die Batterie darf die Sicherheit von Menschen und Sachgütern nicht gefährden.

Der Schutz gegen elektrischen Schlag für Geräte der Schutzklasse I, II oder III gilt für Teile, die unter normalen Bedingungen zugänglich sind. ELV-, PEB-, PELV- und SELV-Kreise bieten Schutz vor elektrischem Schlag durch gefährliche Betriebsspannungen und müssen nicht der Schutzklasse I, II oder III zugehörig sein.

Die Anwender müssen durch gute konstruktive Maßnahmen und nach den Regeln der Technik vor den Gefahren eines elektrischen Schlags geschützt werden.

Die Prüfung von Bauteilen und Ausrüstung hinsichtlich des Schutzes gegen elektrischen Schlag muss, wie in [Abschnitt 6](#) festgelegt, mit Typprüfungen und Stückprüfungen erfolgen.

Ein Schutz gegen Berührung von zugänglichen gefährlichen aktiven Teilen ist vorzusehen.

Jedes leitfähige Teil, das von gefährlichen aktiven Teilen nicht mindestens durch eine Basisisolierung getrennt ist, gilt als ein aktives Teil.

Ein zugängliches metallisches Teil gilt als leitfähig, wenn seine Oberfläche blank bzw. von einer Isolierschicht bedeckt ist, die nicht den Anforderungen der Basisisolierung entspricht.

Unter der Bedingung eines Einzelfehlers der Ausrüstung darf keine Stromschlaggefahr entstehen.

Nicht geerdete, zugängliche leitfähige Teile, die unter der Bedingung eines Einzelfehlers gefährlich werden können, müssen durch doppelte oder verstärkte Isolierung von gefährlichen aktiven Teilen getrennt oder mit dem Schutzleiter verbunden werden.

Die erforderlichen Spannungsfestigkeitswerte sind in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1 – Spannungsfestigkeitswerte

Bemessungs- isolationsspannung bis zu	Stehspannung									
	Überspannungskategorie I		Überspannungskategorie II				Überspannungskategorie III			
	Funktionsisolierung		Basis- oder zusätzliche Isolierung		Verstärkte Isolierung		Basis- oder zusätzliche Isolierung		Verstärkte Isolierung	
	Spitzenimpuls 1,2/50 µs	Effektivwert der Wechselspannung 1 min	Spitzenimpuls 1,2/50 µs	Effektivwert der Wechselspannung 1 min	Spitzenimpuls 1,2/50 µs	Effektivwert der Wechselspannung 1 min	Spitzenimpuls 1,2/50 µs	Effektivwert der Wechselspannung 1 min	Spitzenimpuls 1,2/50 µs	Effektivwert der Wechselspannung 1 min
50	330	230	500	350	800	490	800	490	1 500	820
100	500	350	800	490	1 500	820	1 500	820	2 500	1 350
150	800	490	1 500	820	2 500	1 350	2 500	1 350	4 000	2 200
300	1 500	820	2 500	1 350	4 000	2 200	4 000	2 200	6 000	3 250
600	2 500	1 350	4 000	2 200	6 000	3 250	6 000	3 250	8 000	4 350
1 000	4 000	2 200	6 000	3 250	8 000	4 350	8 000	4 350	12 000	6 500
1 500 (nur Gleichspannung)	6 000	3 250	8 000	4 350	10 000	5 450	10 000	5 450	15 000	8 150

Die Bemessungsisolationsspannung ist wie folgt zu bestimmen:

- für die Isolierung zwischen aktiven Teilen und freiliegenden leitfähigen Teilen, nicht weniger als die Bemessungsspannung des betreffenden Stromkreises;
- für die Isolierung zwischen den Teilen eines Stromkreises, nicht weniger als die Bemessungsspannung des betreffenden Stromkreises;
- für die Isolierung zwischen Teilen von zwei unabhängigen Stromkreisen sollte die Bemessungsisolationsspannung mindestens gleich der höheren Bemessungsspannung dieser Stromkreise sein;
- für die Abstände zwischen offenen Kontakten ist keine Bemessungsisolationsspannung festgelegt, sofern nicht zwischen Hersteller und Anwender etwas anderes vereinbart wurde;

Die anwendbare Überspannungskategorie wird nach folgenden Kriterien ermittelt.

KATEGORIE I

Diese gilt für Ausrüstungen, bei denen besondere Maßnahmen ergriffen werden, um transiente Spannungen auf geeignete Werte zu beschränken, z. B. gut geschützte elektronische Schaltungen.

ANMERKUNG Um die Kategorie I zu beanspruchen, sollten die speziellen Maßnahmen für die Spannung sowohl für gemeinsame als auch für unterschiedlich verbundene Schaltungen gelten.

KATEGORIE II

Sofern Folgendes gilt:

- a) Die Hilfsstromkreise (Stromversorgungsschaltungen) der Ausrüstung sind mit einer Spannungsversorgung verbunden, die nur für die Stromversorgung von ortsfesten Anlagen verwendet wird;

ANMERKUNG Dies gilt nur, wenn die Leitungen kurz sind bzw. keine Schaltung zu anderen Kreisen, die mit der Wechsel- oder Gleichstromversorgung verbunden sind, vorhanden ist, wobei die transienten Spannungen an den Versorgungsleitungen niedriger sind, als in der Überspannungskategorie III festgelegt.

- b) die Batterieklemmen sind über kurze Leitungslängen mit einer Last verbunden, mit guter Abschirmung und Erdung.

KATEGORIE III

Diese Kategorie gilt für die meisten praktischen Anwendungen und ist insbesondere zu verwenden sofern

- a) die Hilfserregungsstromkreise (Stromversorgungskreise) der Ausrüstung mit einer gemeinsamen Batterie verbunden sind und/oder aufgrund langer Leitungslängen auf den Versorgungsleitungen transiente Gleichtaktüberspannungen mit relativ hohem Wert sowie Gegentaktspannungen durch Umschalten in anderen Schaltkreisen, die an dieselbe Batterie oder Versorgungsquelle angeschlossen sind, auftreten können;
- b) die Batterieklemmen über lange Leitungen mit einer Last verbunden werden, so dass transiente Gleichtaktspannungen mit relativ hohem Wert auftreten können.

5.3.2 Trennung

Positiver und negativer Anschluss des Batterie-/Modul-Hauptstromkreises müssen ordnungsgemäß getrennt voneinander sein, um einen unbeabsichtigten Kurzschluss zu vermeiden, wobei deutlich zu erkennen sein muss, welcher Anschluss positiv bzw. negativ ist.

5.3.3 Abstände

5.3.3.1 Allgemeines

Elektrische Schaltkreise mit entgegengesetzter Polarität müssen einen zuverlässigen physikalischen Abstand (für den Schaltkreis geeignete Luft- und Kriechstrecken) aufweisen, um unbeabsichtigte Kurzschlüsse zu verhindern (d. h. Kriechstrecken auf Leiterplatten, bauliche Sicherheit von nicht isolierten Leitungen und Teilen usw.). Sofern Luft- und Kriechstrecken nicht durch eine zuverlässige physikalische Trennung beeinflusst werden können, ist bei den zu erwartenden Temperaturen und Höchstspannungen eine Isolierung wie z. B. eine isolierte Verdrahtung zu verwenden.

5.3.3.2 Luftstrecken

Die erforderlichen Luftstrecken sind abhängig von der Bemessungsisolationsspannung und der Überspannungskategorie sowie der für den Betrieb bemessenen Höhenlage. Sofern die Ausrüstung in einer Höhe von mehr als 2 000 m betrieben wird, werden alle Luftstrecken mit dem jeweiligen Faktor nach [Tabelle 2](#) multipliziert.

Tabelle 2 – Multiplikationsfaktoren für Luftstrecken von Ausrüstungen, die für den Betrieb in Höhen bis zu 5 000 m bemessen sind

Für den Betrieb bemessene Höhenlage m	Multiplikationsfaktor
Bis zu 2 000	1,00
2 001 bis 3 000	1,14
3 001 bis 4 000	1,29
4 001 bis 5 000	1,48

5.3.3.3 Kriechstrecken

Die erforderlichen Kriechstrecken hängen von der Bemessungsisolationsspannung und der Überspannungskategorie sowie von der Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI) des Isolierwerkstoffs ab.

Die Werkstoffe werden nach ihren CTI-Werten wie folgt in vier Gruppen aufgeteilt:

- Werkstoffgruppe I $600 \leq \text{CTI}$
- Werkstoffgruppe II $400 \leq \text{CTI} < 600$
- Werkstoffgruppe IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$
- Werkstoffgruppe IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$

Diese CTI-Werte beziehen sich auf Werte, die nach IEC 60112 anhand von Proben des entsprechenden Werkstoffs gewonnen werden, die speziell für diesen Zweck bestimmt sind und mit Lösung A geprüft wurden. Für Werkstoffe, bei denen der CTI-Wert nicht bekannt ist, wird die Werkstoffgruppe IIIb angenommen.

Für Glas, Keramik oder andere anorganische Isolierwerkstoffe ohne Kriechwegbildung gibt es keine Anforderungen an Kriechstrecken.

5.3.4 Erdung

5.3.4.1 Allgemeines

Eine Erdung der Batterieanlage kann nicht nur erforderlich sein, um die Auswirkungen von Störungen zu verringern, sondern noch wichtiger, aus Gründen der Sicherheit für Personen. Sofern zwischen diesen beiden Anforderungen ein Widerspruch besteht, hat die Sicherheit von Personen immer Vorrang.

Zugängliche leitfähige Teile sind mit dem Schutzleiteranschluss zu verbinden, sofern sie im Falle eines Einzelfehlers der primären Schutzvorrichtungen gefährlich werden könnten. Alternativ sind solche zugänglichen Teile von den Teilen zu trennen, die durch einen leitfähigen Schutzschirm, der mit dem Schutzleiteranschluss verbunden ist, gefährlich stromführend sind.

5.3.4.2 Integrität des Schutzpotentialausgleichs

Die Integrität des Schutzpotentialausgleichs ist wie nachfolgend festgelegt zu gewährleisten.

- Der Schutzpotentialausgleich besteht aus direkt verbundenen Bauteilen oder diskreten Leitern bzw. beidem. Er muss allen thermischen und dynamischen Belastungen standhalten, denen er ausgesetzt werden könnte, bevor eine der Überstromschutzeinrichtungen die Vorrichtung von der Versorgung trennt.
- Lötverbindungen, die mechanischen Belastungen ausgesetzt sind, müssen unabhängig vom Löten mechanisch gesichert werden. Solche Verbindungen dürfen nicht für andere Zwecke verwendet werden, wie zum Beispiel die Befestigung von Bauteilen.
- Verschraubungen sind gegen Lösen zu sichern.

- d) Sofern ein Teil der Ausrüstung von einem Bediener entfernbar ist, darf der Schutzpotentialausgleich für den Rest der Ausrüstung nicht unterbrochen werden (außer einem Bereich, der auch mit dem Netzanschluss der gesamten Ausrüstung verbunden ist).
- e) Sofern sie nicht speziell für die elektrische Verbindung, beweglicher leitfähiger Verbindungen, z. B. Scharniere, Schieber usw. ausgelegt sind, dürfen sie nicht die einzige Schutzverbindungsleitung sein.
- f) Das äußere Metallgeflecht von Kabeln gilt nicht als Schutzpotentialausgleich, auch wenn es an den Schutzleiteranschluss angeschlossen ist.
- g) Sofern mit dem Strom der Netzversorgung über die Ausrüstung andere Ausrüstungen versorgt werden, muss ein Schutzleiter für die gesamte Ausrüstung vorgesehen sein, um die anderen Ausrüstungen zu schützen. Die Impedanz des Schutzleiters der Ausrüstung darf 0,1 Ω nicht überschreiten.
- h) Schutzleiter können blank oder isoliert sein. Die Isolierung muss grün und gelb sein, außer in folgenden Fällen:
 - bei Geflecht-Erdungsbändern entweder grün-gelb oder farblos-transparent;
 - bei internen Schutzleitern und anderen Leitern, die mit dem Schutzleiteranschluss in Baugruppen wie Flachbandkabeln, Sammelschienen, flexiblen Leiterplatten usw. verbunden sind, kann jede Farbe verwendet werden, vorausgesetzt, dass durch die Nichtidentifizierung des Schutzleiters keine Gefahr besteht.

Ausrüstungen, die einen Schutzpotentialausgleich verwenden, müssen mit einer Klemme versehen sein, die für den Anschluss an einen Schutzleiter geeignet ist und die Anforderungen nach 5.3.4.3 erfüllt.

Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung überprüft.

5.3.4.3 Schutzleiteranschluss

Schutzleiteranschlüsse müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Die Kontaktflächen müssen aus Metall bestehen.

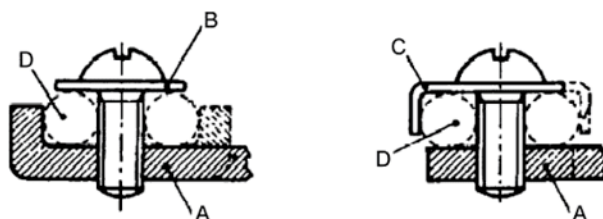
ANMERKUNG 1 Die Werkstoffe von Schutzpotentialausgleichssystemen sollten so gewählt werden, dass die elektrochemische Korrosion zwischen dem Anschluss und dem Schutzleiter oder jedem anderen mit ihnen in Berührung stehenden Metall minimiert wird.

- b) Bei Ausrüstungen, die mit einem wiederanschließbaren flexiblen Kabel versehen sind und bei fest angeschlossenen Ausrüstungen muss sich der Schutzleiteranschluss in der Nähe des Netzanschlusses befinden.
- c) Wenn die Ausrüstung keine Verbindung zu einer Netzspannung benötigt, aber dennoch einen Stromkreis oder einen Teil aufweist, der Schutz Erde erfordert, muss der Schutzleiteranschluss in der Nähe des Anschlusses des Stromkreises liegen, für den Schutz Erde erforderlich ist. Sofern dieser Stromkreis externe Anschlüsse hat, muss auch der Schutzleiteranschluss extern sein.
- d) Schutzleiteranschlüsse für Netzstromkreise müssen mindestens eine den Netzanschlussklemmen entsprechende Strombelastbarkeit aufweisen.
- e) Steckbare Schutzleiteranschlüsse, die zum Verbinden und Abklemmen an andere Anschlüsse kein Werkzeug erfordern, müssen so ausgelegt sein, dass gegenüber den anderen Verbindungen beim Stecken die Schutzleiterverbindung zuerst hergestellt und beim Ziehen zuletzt unterbrochen wird. Beispiele hierfür sind Stecker und Gerätekupplungen für Netzkabel und Steckverbinder von Steckeinheiten.
- f) Wird der Schutzleiteranschluss auch für andere Anschlusszwecke verwendet, so ist der Schutzleiter zuerst anzuwenden und unabhängig von den anderen Verbindungen zu sichern. Der Schutzleiter ist so anzuschließen, dass es unwahrscheinlich ist, dass er während der Wartung, die keine Unterbrechung des Schutzleiters erfordert, entfernt wird.
- g) Für Ausrüstungen, bei denen der Schutzleiter zum Schutz gegen einen Einzelfehler in einem Messkreis benötigt wird, gilt:
 - 1) der Schutzleiteranschluss und der Schutzleiter müssen mindestens die Strombemessung der Messklemmen besitzen;
 - 2) Der Schutzpotentialausgleich darf durch eine Einrichtung für Schalt- oder Unterbrechungsvorgänge nicht unterbrochen werden.

- h) Funktionserdanschlüsse (z. B. Mess-Erdanschlüsse) müssen eine vom Anschluss des Schutzleiters unabhängige Verbindung ermöglichen.

ANMERKUNG 2 Die Ausrüstung kann unabhängig von den vorgenommenen Schutzvorkehrungen mit Funktions-erdanschlüssen ausgestattet sein.

- i) Wenn der Schutzleiteranschluss eine Klemmschraubenverbindung ist (siehe Bild 1), muss die Verbindungsleitung eine geeignete Größe haben und es muss eine Gewindegröße von mindestens 4,0 mm vorliegen, wobei mindestens drei tragende Gewindegänge der Schraube greifen müssen.
- j) Der für eine Verbindung erforderliche Anpressdruck darf nicht durch Verformung von Werkstoffen, die Teil der Verbindung sind, reduziert werden.



Legende

- A fest angebrachtes Teil
B Unterlegscheibe oder Klemmplatte
C Ausrichtungsvorrichtung
D Raum für den Leiter

Bild 1 – Beispiele von Klemmschraubenverbindungen

Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung überprüft.

5.4 Beständigkeit gegen außergewöhnliche Bedingungen

5.4.1 Beständigkeit gegen Überladung

Batterien und Module müssen der außergewöhnlichen Bedingung der Überladung aufgrund eines Einzelfehlers des Ladesystems standhalten, ohne gefährliche Situationen hervorzurufen.

Die entsprechende Prüfung ist in 6.3.1 festgelegt

5.4.2 Beständigkeit gegen Kurzschluss

Batterien und Module müssen der außergewöhnlichen Bedingung des Kurzschlusses an den Batterieanschlüssen aufgrund eines Einzelfehlers des externen Stromkreises standhalten, ohne gefährliche Situationen zu erzeugen.

Die entsprechende Prüfung ist in 6.3.2 festgelegt

5.4.3 Beständigkeit gegen Feuer von außen

Die Batterie/das Modul muss einer möglichen Feuereinwirkung von außen standhalten, ohne zur Brandlast beizutragen und ohne die Gefahr einer Verletzung von Personen zu erhöhen. Die Überprüfung der Einhaltung erfolgt nach dem Prüfverfahren in 6.3.3.

Die Bedienungsanleitung der Batterie enthält Anweisungen für spezielle Brandschutzmaßnahmen und Methoden zur Schadensminderung und zum Sicherheitsverhalten, die speziell für Natrium-Batterien sind, wenn ein mögliches Feuer aus einem Batteriesystem zu bekämpfen ist.

ANMERKUNG Wasser oder trockener Sand sind zum Feuerlöschen zweckmäßig.

5.4.4 Beständigkeit gegen interne Überhitzung

Die Batterie/das Modul muss so ausgelegt sein, dass es einer internen Überhitzung standhält, die durch folgende Fälle verursacht wird:

- Beta-Aluminiumoxid-Durchbruch innerhalb einer Zelle.

Wenn der Beta-Aluminiumoxid-Elektrolyt in einer Zelle bricht, tritt eine direkte Reaktion zwischen positivem und negativem Material auf. Infolgedessen wird die in der Zelle gespeicherte Energie freigesetzt und produziert Wärme. Die Batterie/das Modul muss dieser Wärmeentwicklung standhalten, ohne dass sich der Ausfall auf benachbarte Zellen ausdehnt und letztlich ohne dass ein Modulkurzschluss oder andere Fehlerzustände verursacht werden.

Die Überprüfung der Einhaltung erfolgt nach dem Prüfverfahren in 6.3.4.

- Kontinuierliche Erwärmung durch eine BMS-Störung.

Der Ausfall des thermischen Teilmanagementsystems des BMS kann das permanente Einschalten der Heizungen verursachen, was zur Überhitzung innerhalb der Batterie führt.

Unter dieser außergewöhnlichen Bedingung muss die Batterie entweder die Heizungen automatisch durch eine zusätzliche thermische Sicherheitsabschaltung abschalten oder muss so ausgelegt sein, dass sie dieser außergewöhnlichen Bedingung standhält, ohne gefährliche Temperaturen zu erreichen.

Die Überprüfung der Einhaltung erfolgt nach dem Prüfverfahren in 6.3.5.

- Kurzschluss

Die Batterie/das Modul muss der durch Kurzschluss erzeugten Wärme standhalten bis der Stromkreis geöffnet ist (siehe 5.4.2)

5.4.5 Eintauchen in Wasser

Falls zusätzlich festgelegt, muss die Batterie den Folgen des Eintauchens in Meerwasser (z. B. durch Hochwasser) standhalten, ohne weitere Gefahren oder zusätzliche Verletzungsgefahr für Personen zu verursachen.

Die Überprüfung der Einhaltung erfolgt nach dem Prüfverfahren in 6.5.1.

ANMERKUNG Die Batterie, wenn nicht ausdrücklich dafür bemessen, muss unter Wasser nicht den Betrieb fortsetzen können; es ist nur erforderlich, keinen zusätzlichen Schaden zu verursachen. Aus diesem Grund unterscheiden sich diese Anforderung und Prüfung von den für den IP-Code (IEC 60529) festgelegten.

5.4.6 Fallen

Batterien oder Module können während ihres Lebenszyklus falsch behandelt werden und im Extremfall kann ein Modul oder eine Batterie versehentlich aus einer gewissen Höhe fallen und zu Boden stürzen. Sollte so ein Unfall auftreten, muss die Batterie oder das Modul in der Regel nicht überleben, es darf aber keine zusätzlichen Gefahren wie Feuer, Verschüttungen oder schädliche Emissionen verursachen, auch wenn sie in heißem und geladenem Zustand fallen gelassen werden.

Das entsprechende Prüfverfahren ist in 6.3.5 festgelegt.

6 Sicherheitsprüfungen

6.1 Allgemeines

6.1.1 Klassifizierung der Prüfungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.1

6.1.2 Prüfobjektauswahl

6.1.2.1 Prüfling (en: Equipment Under Test – EUT) für die Typprüfung

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.1

6.1.2.2 Prüfling für Stückprüfungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.2

6.1.2.3 Prüfling für Sonderprüfung

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.3

6.1.2.4 Prüfling für Prüfung am Aufstellungsort

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.4

6.1.3 Anfangszustand des Prüflings vor den Prüfungen

6.1.3.1 Innentemperatur

Siehe IEC 62984-1, 6.1.3.1

6.1.3.2 Ladezustand vor den Prüfungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.3.2

6.1.4 Messgeräte

6.1.4.1 Spannungsmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.1

6.1.4.2 Strommessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.2

6.1.4.3 Temperaturmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.3

6.1.4.4 Zeitmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.4

6.1.4.5 Leistungsmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.5

6.2 Liste der Prüfungen

Die in [Tabelle 3](#) angegebenen Sicherheitsprüfungen werden durchgeführt, um die Sicherheit der Konstruktion der Batterie nachzuweisen.

Es gibt keine empfohlene Typprüfung, jede Probe muss jedoch vor der Typprüfung und/oder der Sonderprüfung einer Stückprüfung unterzogen werden, wie in [Tabelle 4](#) dargestellt.

Tabelle 3 – Typprüfungen

Prüfung	Abschnitt	Prüflinge				
		1	2	3	4	5
Überladung	6.3.1	X				
Kurzschluss	6.3.2		X			
Feuereinwirkung von außen	6.3.3			X		
Zellausfallausbreitung	6.3.4				X	
Überhitzung	6.3.5		X			
Fall	6.3.6					X

Stückprüfungen, die an jedem hergestellten Stück durchgeführt werden sollen, sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 – Stückprüfungen

Prüfung	Abschnitt
Spannungsfestigkeit	6.4.1
Isolationswiderstand	6.4.2

Sonderprüfungen, die nach Vereinbarung zwischen dem Hersteller und dem Käufer durchgeführt werden, sind in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5 – Sonderprüfungen

Prüfung	Abschnitt	Prüfling	
		1	6
Eintauchen in Wasser	6.5.1	X	
Schock und Vibration	6.5.2		X
Mechanische Einwirkung	6.5.4		X

6.3 Typprüfungen

6.3.1 Überladungsprüfung

Zweck dieser Prüfung ist es, die Fähigkeit eines elektrischen Energiespeichersystems zu bewerten, einem Überladungszustand standzuhalten. Ein vollständig entladener Prüfling (d. h. entladen bis zur vom Hersteller festgelegten Entladeschlussspannung) wird einer Überladung ausgesetzt, die zu einem Einzelfehlerzustand im Ladeschutz-/Steuerstromkreis des Systems führt, der zu einer Überladungsbedingung führen könnte. Die Stromversorgungseinrichtung für die Prüfung, die zum Aufladen des Prüflings verwendet wird, muss dafür geeignet sein, eine Überladung des Prüflings auf mindestens 110 % der festgelegten Höchstladespannung zu erreichen. Der verwendete Ladestrom muss dem vom Hersteller festgelegten Höchstladestrom entsprechen.

Die Prüfung ist fortzuführen bis endgültige Ergebnisse feststehen, anschließend folgt eine Beobachtungsperiode von 3 Stunden. Die endgültigen Ergebnisse gelten als eingetreten, wenn eines der folgenden Ereignisse auftritt:

- k) Das Laden des Prüflings wird durch die Schutzschaltung beendet, je nachdem, ob es sich um Spannungs- oder Temperatursteuerungen handelt bzw. ob der Prüfling 110 % seiner festgelegten Ladespannungsgrenze erreicht hat.

Oder

- l) Ein EESS-Fehler z. B. durch Bersten, Feuer liegt vor oder andere identifizierbare nicht normgerechte Ergebnisse wie:

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine der folgenden Bedingungen auftritt

B – Bersten;

F – Feuer;

S – Stromschlaggefahr (dielektrischer Durchschlag);

L – Leckage (außerhalb des Gehäuses des EUT);

R – Bruch des Prüflingsgehäuses und Freisetzung gefährlicher Stoffe;

P – Versagen der Schutzkontrollen;

E – Ausstoß von brennbarem/giftigem Gas.

6.3.2 Kurzschlussprüfung

Zweck dieser Prüfung ist der Nachweis der Sicherheit im Falle eines Kurzschlusses des Prüflings.

Es werden Prüflinge verwendet, die mindestens einen Entlade- und einen Ladezyklus vollzogen haben. Die interne Temperatur um die Zelle, welche die durchschnittliche Temperatur der Zellen repräsentiert, muss im Stand-by-Zustand auf der Betriebstemperatur gehalten werden, die vom Hersteller festgelegt wird.

Bei 100 % SOC wird das Modul mit einem Leiter mit geeigneter Strombelastbarkeit, dessen Widerstand kleiner als 5 mΩ ist, kurzgeschlossen bis der Strom auf weniger als 1 % des Nennentladestroms des Prüflings abfällt oder der Kurzschlussschutz angesprochen wird.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine der folgenden Bedingungen auftritt

B – Bersten;

F – Feuer;

S – Stromschlaggefahr (dielektrischer Durchschlag);

L – Leckage (außerhalb des Gehäuses des EUT);

R – Bruch des Prüflingsgehäuses und Freisetzung gefährlicher Stoffe;

P – Versagen der Schutzkontrollen;

E – Ausstoß von brennbarem/giftigem Gas.

6.3.3 Prüfung mit Feuereinwirkung von außen

Zweck dieser Prüfung ist der Nachweis der Sicherheit, wenn das Modul oder die Batterie einem Feuer von außen ausgesetzt ist.

Der Prüfling befindet sich für diese Prüfung bei 100 % SOC. Vor der Beanspruchung mit Feuer von außen müssen die Prüflinge erwärmt werden, so dass die Temperatur der Zellen im Stand-by-Zustand bei Nennbetriebstemperatur liegt.

Der Prüfling muss einem Heptan-Feuer aus einer unterhalb des Prüflings befindlichen Wanne für mindestens 30 min ausgesetzt werden, wie in Bild 3 gezeigt. Um eine gleichmäßige Erwärmung des Prüflings und einen Schutz der Brennstoffwanne zu gewährleisten, muss der Boden der Wanne eine Wasserschicht enthalten, auf der der Brennstoff schwimmt. Die Brennstoffmenge muss ausreichen, damit die Flamme unter freien Verbrennungsbedingungen die gesamte Prüfdauer brennt.

Die zu prüfende Ausrüstung (EUT – der Prüfling) muss oberhalb der Brennstoffwanne vollflächig gestützt mittig über der Heptanoberfläche angebracht werden, so dass deren Bodenfläche maximal 100 mm von der Oberfläche des Brennstoffs entfernt ist. Die Tragekonstruktion des Prüflings muss robust genug sein, um dem Gewicht des Prüflings für die Dauer der Prüfung standzuhalten, ohne dass der Prüfling sich neigen oder kippen kann.

Die Wanne muss die horizontale Projektion des Prüflings um mindestens 20 cm überschreiten und eine ausreichende Höhe haben, um ausreichend Wasser und Brennstoff aufzunehmen. Entweder sollte die Brennstoffwanne oder der Prüfling und dessen Tragekonstruktion auf irgendeiner Art von Schiene angeordnet sein, so dass diese nach der 30-minütigen Beanspruchung aus dem Feuer entfernt werden kann, da es schwierig sein könnte, den Brennstoff schnell zu löschen.

Wird die Prüfung im Freien durchgeführt, so ist ein ausreichender Windschutz vorzusehen, wobei die Windgeschwindigkeit auf Höhe der Wanne 2,5 km/h nicht überschreiten darf. Die Prüfung ist bei einer Umgebungstemperatur von mindestens 0° C durchzuführen.

Die Prüfung besteht aus drei Phasen, von A bis C.

Phase A: Vorheizen (siehe Bild 2)

Der Brennstoff in der Wanne wird mindestens in einem Abstand von 3 m vom Prüfling angezündet. Nach 60 Sekunden Vorwärmen muss die Wanne unter den Prüfling gestellt werden. Sofern die Wanne zu groß ist, um bewegt zu werden, ohne dass Flüssigkeitsverschmutzungen usw. möglich wären, kann der Prüfling und das Prüfgestell über die Wanne bewegt werden. Falls sowohl die Wanne zu groß als auch der Prüfling zu schwer und/oder zu sperrig ist, um sicher bewegt zu werden, ist es zulässig, die gesamte Prüfung mit Vorwärmen und Aussetzen mit Feuer nach der Anordnung in Bild 3 unmittelbar durchzuführen.

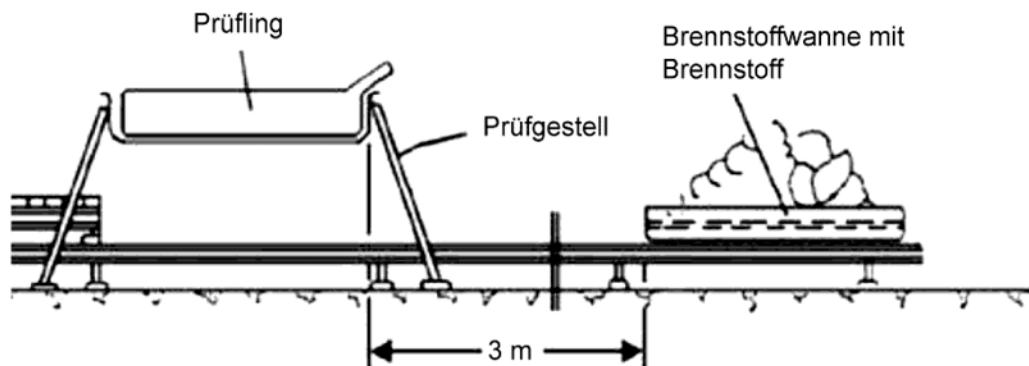


Bild 2 – Brandbeanspruchungsprüfung: Vorwärmen

Phase B: Den Flammen direkt aussetzen (Bild 3)

Der Prüfling muss der Flamme des frei brennenden Brennstoffs für 30 Minuten ausgesetzt werden.

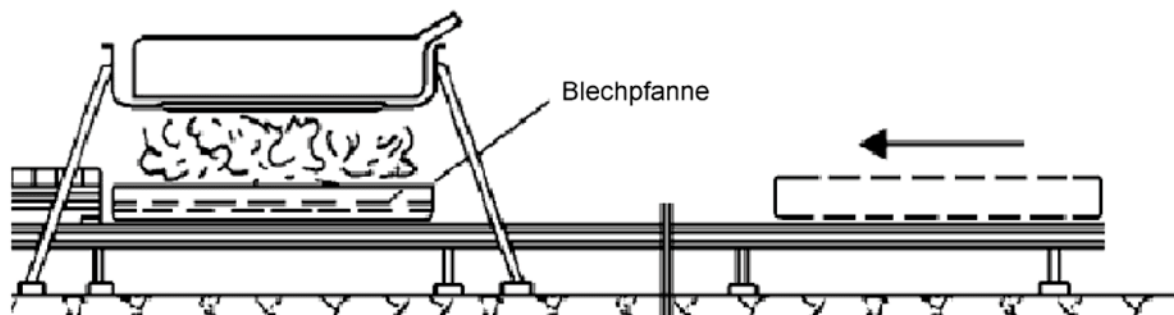


Bild 3 – Brandbeanspruchungsprüfung: unmittelbare Beanspruchung

Phase C: Prüfende (Bild 4)

Die Brandwanne muss in die in Phase A beschriebene Position zurückbewegt werden. Der Prüfling darf nicht gelöscht werden. Nach dem Entfernen der Wanne ist der Prüfling solange zu beobachten bis die Oberflächentemperatur des Prüflings auf Umgebungstemperatur abgesunken bzw. bis er nach mindestens 3 Stunden abgekühlt ist.

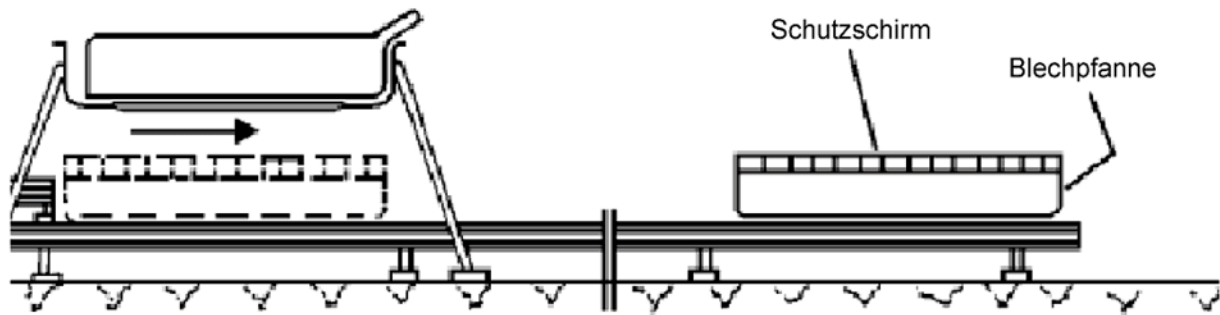


Bild 4 – Brandbeanspruchung: Ende

Um eine Explosionsgefahr durch gefährliche Projektile zu ermitteln, ist eine kreisförmige Umgrenzung von einem Meter um die Aufstellfläche der Brennstoffwanne herum markiert. Der eine Meter wird in der Waagerechten vom Außenmaß des Prüflings gemessen. Die Umgrenzungsmarkierung soll höchstens 10 cm breit sein.

Nach der Beanspruchung darf der Prüfling abkühlen und wird dann auf Anzeichen von Bersten (ermittelt durch sich über der Umgrenzungsmarkierung hinaus befindende Projektile), Feuer (aus dem Prüfling), Leckage von Inhaltsstoffen aus dem Prüflingsgehäuse untersucht.

Bewertungskriterien:

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn während der Phase B der Prüfung keine der folgenden Bedingungen auftritt

B – Bersten;

Und während der Phase C der Prüfung keine der folgenden Bedingungen aufgetreten ist:

B – Bersten;

F – Feuer;

L – Leckage (außerhalb des Gehäuses des EUT);

R – Bruch des EUT-Gehäuses und Freisetzung gefährlicher Stoffe;

E – Ausstoß von brennbarem/giftigem Gas.

6.3.4 Zellausfall-Ausbreitungsprüfung

Zweck dieser Prüfung ist es, nachzuweisen, dass ein einzelner Zellausfall im Prüfling nicht zu einem gefährlichen Zustand führen wird, ohne zusätzliche Reaktionen oder Ausbreitung über das Prüflingsgehäuse hinaus.

Vor dem Einleiten des Einzelzellausfalls muss die Temperatur des Prüflings im höchsten Betriebsbereich liegen, den der Hersteller festlegt. Der Prüfling befindet sich bei 100 % SOC. Eine Zelle innerhalb des Prüflings wird mit einer geeigneten Spezialzusatzschaltung wie in [Bild 3](#) dargestellt, die vom Hersteller zu liefern ist, vorsätzlich zum Beispiel durch Überladung oder Kurzschluss zum Ausfall gebracht. Gezieltes Versagen ist das Brechen des Beta-Aluminiumoxid-Festelektrolyts, das zu einer direkten Reaktion zwischen positivem und negativem Elektrodenmaterial führt. Die Methode des Zellausfalls und Lage der ausgefallenen Zelle sind zu dokumentieren. Die Innentemperaturen des Prüflings sind zu Informationszwecken zu überwachen.

Die Prüfung ist beendet, wenn die Temperatur innerhalb des Prüflings auf die Betriebsnenntemperatur zurückgekehrt ist und für 3 Stunden stabil bleibt.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine der folgenden Bedingungen auftritt

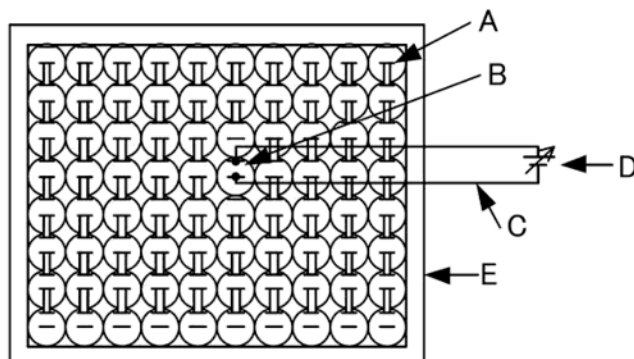
B – Bersten;

F – Feuer außerhalb des Prüflings;

S – Stromschlaggefahr (dielektrischer Durchschlag);

L – Leckage (außerhalb des Gehäuses des Prüflings);

R – Bruch des Prüflingsgehäuses und Freisetzung gefährlicher Stoffe;



Legende

A: Zelle,

B: Zelle, die der Überladung ausgesetzt ist,

C: externes Kabel,

D: Gleichstromversorgung,

E: Thermisches Gehäuse

Bild 5 – Draufsicht auf Prüflingsquerschnitt für die Zellausfall-Ausbreitungsprüfung

6.3.5 Überhitzungsprüfung

Diese Prüfung soll nachweisen, dass die Batterie einer internen Überhitzung durch den ersten Ausfall des primären thermischen Teilmanagementsystems des BMS standhalten kann.