

	DIN EN 60086-4 (VDE 0509-4)	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 29.220.10

Einsprüche bis 2016-10-12

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60086-4
(VDE 0509-4):2015-09

Entwurf

Primärbatterien – Teil 4: Sicherheit von Lithium-Batterien (IEC 35/1358/CD:2016)

Primary batteries –
Part 4: Safety of lithium batteries
(IEC 35/1358/CD:2016)

Piles électriques –
Partie 4: Sécurité des piles au lithium
(IEC 35/1358/CD:2016)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-08-12 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 75 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort.....	5
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten	5
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Sicherheitsanforderungen	12
4.1 Konstruktion.....	12
4.2 Qualitätsplan.....	12
5 Typprüfung und Entnahme von Stichproben.....	12
5.1 Typprüfung	12
5.2 Prüflinge	13
6 Prüfungen und Anforderungen	13
6.1 Allgemeines	13
6.1.1 Prüfmatrix	13
6.1.2 Sicherheitshinweis.....	14
6.1.3 Umgebungstemperatur.....	14
6.1.4 Grenzwerte bei Parametermessungen	14
6.1.5 Vorentladung	15
6.1.6 Zusätzliche Zellen.....	15
6.2 Bewertung von Prüfkriterien	15
6.2.1 Kurzschluss	15
6.2.2 Übermäßige Erwärmung	15
6.2.3 Auslaufen.....	15
6.2.4 Entweichen von Gas	15
6.2.5 Brand	16
6.2.6 Bersten	16
6.2.7 Explosion	16
6.3 Prüfungen und Anforderungen – Übersicht.....	16
6.4 Prüfungen für die bestimmungsgemäße Verwendung.....	17
6.4.1 Prüfung A: Druckabfall	17
6.4.2 Prüfung B: Temperaturwechsel.....	17
6.4.3 Prüfung C: Schwingen.....	18
6.4.4 Prüfung D: Schocken	18

6.5	Prüfungen der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung	19
6.5.1	Prüfung E: Äußerer Kurzschluss.....	19
6.5.2	Prüfung F: Aufprallen	19
6.5.3	Prüfung G: Quetschen	20
6.5.4	Prüfung H: Erzwungene Entladung.....	21
6.5.5	Prüfung I: Sachwidriges Laden	21
6.5.6	Prüfung J: Freier Fall.....	22
6.5.7	Prüfung K: Überhitzen.....	22
6.5.8	Prüfung L: Falsches Einlegen	23
6.5.9	Prüfung M: Überentladen	23
6.6	Angaben in der Einzelbestimmung	24
6.7	Bewertung und Bericht.....	25
7	Sicherheitshinweise	25
7.1	Sicherheitsvorkehrungen bei der Konstruktion von Geräten	25
7.1.1	Allgemeines.....	25
7.1.2	Schutz gegen Laden	25
7.1.3	Parallelschaltung	26
7.2	Sicherheitsmaßnahmen bei der Handhabung von Batterien	26
7.3	Verpackung	28
7.4	Handhabung von Batteriekartons.....	29
7.5	Transport.....	29
7.5.1	Allgemeines.....	29
7.5.2	Lufttransport	29
7.5.3	Seetransport.....	29
7.5.4	Landtransport	29
7.6	Auslage und Lagerung	29
7.7	Entsorgung	30
8	Gebrauchsanweisung	30
9	Kennzeichnung.....	31
9.1	Allgemeines.....	31
9.2	Kleinbatterien	31
9.3	Sicherheitszeichen	31
Anhang A (informativ)	Leitfaden für die Verwirklichung der Sicherheit von Lithium-Batterien.....	32
Anhang B (informativ)	Leitfaden für Konstrukteure von Geräten, in denen Lithium-Batterien eingesetzt werden	33
Anhang C (informativ)	Zusätzliche Hinweise über Auslage und Lagerung.....	36
Anhang D (informativ)	Sicherheitszeichen	37
D.1	Allgemeines.....	37
D.2	Piktogramme	37

	Seite
D.3 Gebrauchsanweisung	38
Literaturhinweise	40
Bilder	
Bild 1 – Verfahren mit Temperaturwechsel	17
Bild 2 – Beispiel eines Prüfaufbaus für die Aufprallprüfung	20
Bild 3 – Beispiele der Anordnung für die Quetschprüfung	21
Bild 4 – Achsen bei der Prüfung des freien Falls	22
Bild 5 – Schaltbild für falsches Einlegen	23
Bild 6 – Schaltbild für Überentladung	24
Bild 7 – Beispiele für die Schaltung zum Schutz beim Laden	26
Bild 8 – Grenzlehre	27
Bild 9 – Beispiel für einen Warnhinweis hinsichtlich des Verschluckens, speziell von Lithium-Knopfzellen	27
Bild A.1 – Leitfaden für die Batteriekonstruktion	32
Tabellen	
Tabelle 1 – Anzahl der Prüflinge	13
Tabelle 2 – Prüfmatrix	14
Tabelle 3 – Höchstwerte für den Masseverlust	15
Tabelle 4 – Prüfungen und Anforderungen	16
Tabelle 5 – Schwingprofil (sinusförmig)	18
Tabelle 6 – Schockparameter	19
Tabelle 7 – Widerstandslast für Überentladung	24
Tabelle 8 – Festzulegende Parameter	25
Tabelle B.1 – Leitfaden für die Gerätekonstruktion	33
Tabelle D.1 – Sicherheitszeichen	37

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 35/1358/CD:2016 „Primary batteries – Part 4: Safety of lithium 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 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 35 „Primary 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 372 „Primärbatterien“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60086-4 (VDE 0509-4):2015-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) überarbeitetes Kriterium für die Explosion;
- b) Testparameter zum Überladungstest der Batterietypen FR14505 und FR10G445 hinzugefügt;
- c) neuer Unterabschnitt 5.1 „Typprüfungen“ hinzugefügt;
- d) die deutsche Fassung wurde in den Abschnitten 2 und 3 an die aktuellen Standardsätze angepasst.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
– EN 60027-1:2006 + A2:2007	IEC 60027-1:1992 ersetzt durch: IEC 60027-1:1995 (Reprint) + A1:1997 + A2:2005	– DIN EN 60027-1:2007-09	– –
–	IEC 60050-482:2004	^a	–
EN 60068-2-6:1995 ersetzt durch: EN 60068-2-6:2008	IEC 60068-2-6:1995 + Cor.:1995 ersetzt durch: IEC 60068-2-6:2007	DIN EN 60068-2-6:1996-05 ersetzt durch: DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10	– VDE 0468-2-6
EN 60068-2-27:1993 ersetzt durch: EN 60068-2-27:2009	IEC 60068-2-27:1987 ersetzt durch: IEC 60068-2-27:2008	DIN EN 60068-2-27:1995-03 ersetzt durch: DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27:2010-02)	– VDE 0468-2-27
EN 60068-2-31:2008	IEC 60068-2-31:2008	DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31:2009-04)	VDE 0468-2-31
EN 60086 (alle Teile)	IEC 60086 (alle Teile)	DIN EN 60086 (VDE 0509) (alle Teile)	VDE 0509
EN 60086-1:2011	IEC 60086-1:2011	DIN EN 60086-1:2011-12	–
EN 60086-2	IEC 60086-2	DIN EN 60086-2	–
EN 60086-5:2011	IEC 60086-5:2011	DIN EN 60086-5 (VDE 0509-5):2012-01	VDE 0509-5
EN 60617 (alle Teile)	IEC 60617 (alle Teile)	DIN EN 60617 (alle Teile)	–
EN 61960	IEC 61960	DIN EN 61960	–
EN 62133	IEC 62133	DIN EN 62133 (VDE 0510-8)	VDE 0510-8
EN 62281	IEC 62281	DIN EN 62281 (VDE 0509-6)	VDE 0509-6
–	ISO 3864-1	DIN ISO 3864-1	–
EN ISO 7010	ISO 7010	DIN EN ISO 7010	–
–	ISO 8124-1	–	–
–	ISO/IEC Guide 50:2002 ersetzt durch:	–	–
–	ISO/IEC Guide 50:2014	–	–
–	ISO/IEC Guide 51:2014	–	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60027-1:2007-09, *Formelzeichen für die Elektrotechnik – Teil 1: Allgemeines* (IEC 60027-1:1995 (Reprint) + A1:1997 + A2:2005); Deutsche Fassung EN 60027-1:2006 + A2:2007

DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)* (IEC 60068-2-6:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:2008

DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27:2010-02, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-27: Prüfverfahren – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken* (IEC 60068-2-27:2008); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:2009

DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31:2009-04, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-31: Prüfverfahren – Prüfung Ec: Schocks durch raue Handhabung, vornehmlich für Geräte* (IEC 60068-2-31:2008); Deutsche Fassung EN 60068-2-31:2008

DIN EN 60086 (VDE 0509) (alle Teile), *Primärbatterien*

DIN EN 60086-1:2011-12, *Primärbatterien – Teil 1: Allgemeines* (IEC 60086-1:2011); Deutsche Fassung EN 60086-1:2011

DIN EN 60086-2, *Primärbatterien – Teil 2: Physikalische und elektrische Spezifikationen*

DIN EN 60086-5 (VDE 0509-5):2012-01, *Primärbatterien – Teil 5: Sicherheit von Batterien mit wässrigem Elektrolyt* (IEC 60086-5:2011); Deutsche Fassung EN 60086-5:2011

DIN EN 60617 (alle Teile), *Graphische Symbole für Schaltpläne*

DIN EN 61960, *Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Lithium-Akkumulatoren und -batterien für tragbare Geräte*

DIN EN 62133 (VDE 0510-8), *Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht säurehaltigen Elektrolyten – Sicherheitsanforderungen für tragbare gasdichte Akkumulatoren und daraus hergestellte Batterien für die Verwendung in tragbaren Geräten*

DIN EN 62281 (VDE 0509-6), *Sicherheit von Primär- und Sekundär-Lithiumbatterien beim Transport*

DIN EN ISO 7010, *Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Registrierte Sicherheitszeichen*

DIN ISO 3864-1, *Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen und Sicherheitsmarkierungen*

Primärbatterien – Teil 4: Sicherheit von Lithium-Batterien

Einleitung

Das Sicherheitskonzept bezieht sich auf den Schutz der Unversehrtheit von Personen und Sachwerten. Diese Norm legt Anforderungen und Prüfungen für Lithium-Batterien fest und wurde nach den ISO/IEC-Richtlinien unter Berücksichtigung aller zutreffenden, geltenden nationalen und Internationalen Normen erstellt.

Lithium-Batterien unterscheiden sich von herkömmlichen Primärbatterien mit wässrigem Elektrolyt dadurch, dass sie brennbare Stoffe enthalten.

Deshalb ist es wichtig, bei der Entwicklung, der Herstellung, dem Vertrieb, der Nutzung (einschließlich der Wartung) und der Entsorgung von Lithium-Batterien die Sicherheit sehr sorgfältig zu beachten. Die damit verbundenen Besonderheiten brachten es mit sich, dass Lithium-Batterien für Verbraucheranwendungen anfangs nur in kleinen Bauformen vorkamen und geringe Leistung hatten. Daneben gab es auch Lithium-Batterien mit hoher Leistung, die für besondere industrielle und militärische Anwendungen verwendet wurden und dadurch gekennzeichnet waren, dass sie von Fachkräften zu wechseln waren. Die erste Ausgabe der vorliegenden Norm wurde erarbeitet, um dieser Situation gerecht zu werden.

Ab etwa Ende der 1980er Jahre jedoch fanden Lithium-Batterien mit hoher Leistung verstärkt Verwendung im Ersatzgeschäft des Endverbrauchermarktes, hauptsächlich als Stromquelle für Kameraanwendungen. Da die Nachfrage nach derartigen Lithium-Batterien mit hoher Leistung erheblich zugenommen hat, haben mehrere Hersteller begonnen, derartige Lithium-Batterien zu produzieren. Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, wurden die Sicherheitsaspekte in Bezug auf Lithium-Batterien mit hoher Leistung in die zweite Ausgabe dieser Norm eingearbeitet.

Lithium-Primärbatterien für Verbraucher- und Industrieanwendungen sind als sichere und zuverlässige Produkte im Markt etabliert, was zumindest teilweise auf die Existenz von Sicherheitsnormen wie der vorliegenden Norm sowie für den Transport auf die IEC 62281 zurückzuführen ist. In der vierten Ausgabe dieser Norm gibt es nur kleinere Änderungen, die notwendig wurden, um die Übereinstimmung mit IEC 62281 beizubehalten und um sicherheitsbezogene Informationen für den Anwender zu verbessern.

Im Anhang A ist ein Leitfaden angegeben, der die Sicherheitsaspekte zur Konstruktion von Lithium-Batterien behandelt. Anhang B enthält einen Leitfaden, der die Sicherheitsfragen bei der Konstruktion von Geräten behandelt, in die Lithium-Batterien eingebaut werden. Die beiden Anhänge A und B beschreiben Erfahrungen mit Lithium-Batterien für Kameraanwendungen und basieren auf [22]^{N1)}.

Sicherheit ist die Freiheit von unannehmbaren Risiken. Absolute Sicherheit kann es nicht geben: Ein gewisses Risiko wird bestehen bleiben. Deshalb kann ein Produkt, ein Verfahren oder der Gebrauch nur relativ sicher sein. Sicherheit wird durch Verringerung des Risikos auf ein vertretbares Maß erreicht. Dies wird durch die Suche nach der optimalen Balance zwischen dem Ideal der absoluten Sicherheit und den an ein Produkt, Verfahren oder an den Gebrauch gestellte Forderungen bestimmt und durch Faktoren, wie z. B. Vorteile für den Benutzer, Eignung für den Zweck, Kosteneffektivität und gesellschaftliche Gepflogenheiten.

Weil das Thema Sicherheit unterschiedliche Probleme aufwirft, ist es unmöglich, präzise Bestimmungen und Empfehlungen zu geben, die in jedem Einzelfall zutreffen. Diese Norm stellt aber, wenn sie auf der Grundlage eines vernünftigen „Anwenden, wenn zutreffend“ befolgt wird, verhältnismäßig schlüssige Regeln für die Sicherheit bereit.

^{N1)} Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60086 legt Prüfungen und Anforderungen für Lithium-Primärbatterien fest, um deren sicheren Betrieb bei bestimmungsgemäßer Verwendung und bei vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung sicherzustellen.

ANMERKUNG Von Lithium-Primärbatterien, die in IEC 60086-2 genormt sind, ist zu erwarten, dass sie alle hier angegebenen zutreffenden Anforderungen erfüllen. Es ist verständlich, dass die Berücksichtigung dieses Teils von IEC 60086 auch als Maß und/oder zur Sicherstellung der Sicherheit von nicht genormten Lithium-Primärbatterien herangezogen werden kann. In jedem Fall kann keine Forderung oder Gewährleistung geltend gemacht werden, dass die Einhaltung oder Nichteinhaltung dieser Norm die besonderen Zwecke oder Erfordernisse des Anwenders erfüllt oder nicht erfüllt.

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 60086-1:2011, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60086-2, *Primary batteries – Part 2: Physical and electrical specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Einige Begriffe aus IEC 60050-482, IEC 60086-1 und IEC Guide 51 werden zur Vereinfachung wiederholt.

3.1

Batterie

eine oder mehrere Zellen, die zusammengeschaltet und in ein Gehäuse eingebaut sind, mit Anschlüssen, Kennzeichnungen, Schutzeinrichtungen usw., die für den Gebrauch notwendig sind

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-01-04, modifiziert („ausgestattet mit den für den Gebrauch notwendigen Einrichtungen zum Beispiel Zellengefäß“ ersetzt durch „die zusammengeschaltet und in ein Gehäuse eingebaut sind“, Hinzufügung von „usw., die für den Gebrauch notwendig sind“)]

3.2

Knopfzelle

Knopfbatterie

(en: coin cell; coin battery)

kleine runde Zelle oder Batterie, bei der die Gesamthöhe geringer als der Durchmesser ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Englischen wird die Benennung „coin (cell or battery)“ nur für Lithium-Batterien verwendet, während die Benennung „button (cell or battery)“ nur für Nicht-Lithium-Batterien verwendet wird. In anderen Sprachen als Englisch werden die Benennungen „coin“ und „button“ unabhängig vom elektrochemischen System oft gleichbedeutend verwendet.

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-02-40, modifiziert (Begriff „button“ entfernt, die Anmerkung „In der Praxis wird der Begriff „coin (Münze)“ praktisch ausschließlich für nicht wässrige Lithiumzellen verwendet“ wurde durch andere Anmerkung ersetzt)]

3.3

Zelle

funktionelle Grundeinheit, die aus einer Anordnung von Elektroden, Elektrolyt, Behälter, Anschlüssen und üblicherweise Separatoren besteht und eine Quelle elektrischer Energie durch direkte Umwandlung aus chemischer Energie darstellt

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-01-01]

3.4

Batteriezelle

Zelle, die in einer Batterie enthalten ist

3.5

zylindrische Zelle (oder Batterie)

runde Zelle oder Batterie, deren Gesamthöhe gleich oder größer als der Durchmesser ist

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-02-39, modifiziert („Zelle mit zylindrischer Form“ ersetzt durch „runde Zelle oder Batterie“)]

3.6

Entladetiefe

DOD

(en: depth of discharge)

prozentualer Wert der Bemessungskapazität, der aus einer Batterie entladen wurde

3.7

vollständig entladen

Ladezustand einer Zelle oder Batterie, der einer Entladetiefe von 100 % entspricht

3.8

Schaden

Verletzung oder Schädigung der Gesundheit von Menschen oder Schädigung von Gütern oder der Umwelt

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.1]

3.9

Gefährdung

potenzielle Schadensquelle

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.2]

3.10

bestimmungsgemäße Verwendung

Verwendung in Übereinstimmung mit den Informationen, die mit einem Erzeugnis oder System bereitgestellt wurden, bzw. mangels derartiger Informationen, nach den allgemein üblichen Verwendungsmustern

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.6]

3.11

große Batterie

Batterie mit einer Gesamtmasse über 12 kg

3.12

große Zelle

Zelle mit einer Gesamtmasse über 500 g

3.13

Lithiumzelle

Zelle mit wasserfreiem Elektrolyt und einer negativen Elektrode, die aus Lithium besteht oder Lithium enthält

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-01-06, modifiziert (Anmerkung entfernt)]

3.14

Nennspannung

geeigneter angenäherter Wert der Spannung zur Bezeichnung oder Identifizierung einer Zelle, einer Batterie oder eines elektrochemischen Systems

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31]

3.15

Leerlaufspannung

OCV

(en: open circuit voltage)

U_{OC}

Ruhespannung

(en: off-load voltage)

Spannung zwischen den Anschlüssen einer Zelle oder Batterie, wenn kein externer Strom fließt

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-03-32, modifiziert (alternative Begriffe „OCV, U_{OC} , Ruhespannung“ ergänzt, „zwischen den Anschlüssen“ hinzugefügt, „wenn der Entladestrom null ist“ ersetzt durch „wenn kein externer Strom fließt“)]

3.16

quaderförmige Zelle oder Batterie

bezeichnet eine Zelle oder Batterie, die die Form eines Parallelepipeds mit rechtwinkligen Seitenflächen hat

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-02-38]

3.17

Schutzeinrichtungen

Einrichtungen wie Sicherungen, Dioden oder andere elektrische oder elektronische Strombegrenzungen, die dazu vorgesehen sind, den Stromfluss zu unterbrechen, den Stromfluss in einer Richtung zu blockieren oder den Stromfluss in einem Stromkreis zu begrenzen

3.18

Bemessungskapazität

Kapazitätswert einer Zelle oder Batterie, der unter festgelegten Bedingungen bestimmt und vom Hersteller angegeben wird

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modifiziert („Zelle oder“ ergänzt)]

3.19

vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Verwendung eines Erzeugnisses, Prozesses oder eines Systems in einer Weise, die vom Lieferer nicht vorgesehen war, aber aus leicht vorhersehbaren menschlichen Verhaltensweisen resultieren kann

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.7, modifiziert (Anmerkungen entfernt)]

3.20

Risiko

Kombination der Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts und seines Schadensausmaßes

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.9, modifiziert (Anmerkung entfernt)]

3.21

Sicherheit

Freiheit von unvertretbarem Risiko

[QUELLE: ISO/IEC Guide 51:2014, 3.14]

3.22

nicht entladen

Ladezustand einer Primärzelle oder -atterie, der einer Entladetiefe von 0 % entspricht

4 Sicherheitsanforderungen

4.1 Konstruktion

Lithium-Batterien werden nach ihrer chemischen Zusammensetzung (Anode, Kathode, Elektrolyt) sowie dem inneren Aufbau (rund oder gewickelt) eingeteilt und sind in zylindrischer, knopf- oder quaderförmiger Form erhältlich. Es ist erforderlich, alle zutreffenden Sicherheitsaspekte bereits in der Entwurfsphase der Batterie zu beachten, dabei ist zu berücksichtigen, dass diese sich nach dem jeweiligen Lithiumsystem, der abgegebenen Leistung und dem Batterieaufbau erheblich unterscheiden können.

In Bezug auf die Sicherheit treffen allgemein die folgenden Konstruktionskonzepte auf alle Lithium-Batterien zu:

- a) Eine abnormale Temperaturerhöhung über den vom Hersteller festgelegten kritischen Wert muss durch die Konstruktionsweise verhindert werden.
- b) Der Temperaturanstieg in der Batterie muss durch eine Konstruktionsweise geregelt werden, die den Stromfluss begrenzt.
- c) Lithiumzellen und -batterien müssen so konstruiert werden, dass innerer Überdruck entweichen kann, oder so, dass unter Transportbedingungen, bei bestimmungsgemäßer Verwendung und vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung ein gewaltsames Bersten ausgeschlossen ist.

Hinsichtlich des Leitfadens zur Erzielung von Sicherheit bei Lithium-Batterien siehe Anhang A.

4.2 Qualitätsplan

Der Hersteller muss einen Qualitätsplan aufstellen und umsetzen, in dem die Verfahrensweisen für die Prüfung von Werkstoffen, Bauteilen, Zellen und Batterien während des Fertigungsablaufes festgelegt sind, die für den gesamten Herstellungsprozess einer bestimmten Batterieart anzuwenden sind. Hersteller sollten ihre Prozessfähigkeiten erkennen und die für die Produktsicherheit erforderlichen Fertigungskontrollen einführen.

5 Typprüfung und Entnahme von Stichproben

5.1 Typprüfung

Lithiumzellen oder -batterien, die sich von einer typgeprüften Art durch eine Änderung unterscheiden, die dazu führen würde, dass eine der Prüfungen nicht bestanden wird, müssen als eine andere Art angesehen und den geforderten Prüfungen unterzogen werden.

ANMERKUNG Die Art der Änderung, die als abweichend vom geprüften Typ betrachtet werden könnte, sodass es zu einem Ausfall eines der Prüfergebnisse führen könnte, darf Folgendes umfassen, ist jedoch nicht beschränkt auf

- 1) eine Änderung im Werkstoff der Anode, der Kathode, des Separators oder des Elektrolyten,
- 2) eine Änderung der Schutzeinrichtungen einschließlich Hardware und Software,
- 3) eine Änderung der Sicherheitskonstruktion in den Zellen oder Batterien, z. B. an einem Entgasungsventil,
- 4) eine Änderung der Anzahl von Batteriezellen,

- 5) eine Änderung der Verbindungsart der Batteriezellen und
- 6) eine Änderung der Masse, die nachteilige Auswirkungen auf das Ergebnis der Prüfung D haben könnte und zu einem Versagen führen könnte, bei Batterien, die nach der Prüfung D mit einer Spitzenbeschleunigung von weniger als 150 g_n zu prüfen sind.

5.2 Prüflinge

Stichproben sollten nach anerkannten statistischen Verfahren zufällig aus Fertigungslosen entnommen werden. In Tabelle 1 ist die Anzahl der Prüflinge angegeben. Die gleichen Prü fzellen und -batterien werden für die Prüfungen A bis E in dieser Reihenfolge verwendet. Für jede der Prüfungen F bis M sind neue Prü fzellen und -batterien erforderlich.

Tabelle 1 – Anzahl der Prüflinge

Prüfungen	Entladezustand	Zellen und einzellige Batterien ^a	Mehrzellige Batterien
Prüfungen A bis E	Nicht entladen	10	4
	Vollständig entladen	10	4
Prüfung F oder G	Nicht entladen	5	5 Batteriezellen
	Vollständig entladen	5	5 Batteriezellen
Prüfung H	Vollständig entladen	10	10 Batteriezellen
Prüfungen I bis K	Nicht entladen	5	5
Prüfung L	Nicht entladen	20 (siehe Anmerkung 1)	NA
Prüfung M	50 % vorentladen	20 (siehe Anmerkung 2)	NA
	75 % vorentladen	20 (siehe Anmerkung 3)	NA
^a Einzellige Batterien, die eine bereits geprüfte Batteriezelle enthalten, müssen nicht erneut geprüft werden, ausgenommen die Änderung könnte dazu führen, dass eine der Prüfungen nicht bestanden wird.			
Legende NA: Nicht anwendbar			
ANMERKUNG 1 Vier in Reihe geschaltete Batterien, von denen eine Batterie verpolt ist (5 Sätze). ANMERKUNG 2 Vier in Reihe geschaltete Batterien, von denen eine Batterie zu 50 % vorentladen ist (5 Sätze). ANMERKUNG 3 Vier in Reihe geschaltete Batterien, von denen eine Batterie zu 75 % vorentladen ist (5 Sätze).			

6 Prüfungen und Anforderungen

6.1 Allgemeines

6.1.1 Prüfmatrix

Tabelle 2 zeigt die Anwendbarkeit der Prüfungen für Prü fzellen und -batterien.

Tabelle 2 – Prüfmatrix

Form	Anwendbare Prüfungen												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
s	x	x	x	x	x	x ^a	x ^a	x	x	x	x	x ^b	x ^c
m	x	x	x	x	x	x ^{a, d}	x ^{a, d}	x ^d	x	x	x	NA	NA
Beschreibung der Prüfung:								Legende					
Prüfungen in Bezug auf die bestimmungsgemäße Verwendung A: Druckabfall B: Temperaturwechsel C: Schwingen D: Schocken		Prüfungen in Bezug auf die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung E: Äußerer Kurzschluss F: Aufprallen G: Quetschen H: Erzwungene Entladung I: Sachwidriges Laden J: Freies Fallen K: Überhitzen L: Falsches Einlegen M: Überentladen						Form					
								s: Zelle oder einzellige Batterie					
								m: mehrzellige Batterie					
								Anwendbarkeit					
								x: anwendbar					
								NA: nicht anwendbar					
^a Nur eine Prüfung muss durchgeführt werden, entweder Prüfung F oder Prüfung G.													
^b Nur anwendbar für CR17345, CR15H270 und Batterien ähnlicher Bauart mit gewickeltem Aufbau, die falsch eingesetzt und geladen werden können.													
^c Nur anwendbar für CR17345, CR15H270 und Batterien ähnlicher Bauart mit gewickeltem Aufbau, die überentladen werden können.													
^d Prüfung gilt für die Batteriezellen.													

6.1.2 Sicherheitshinweis

WARNUNG:

Diese Prüfungen erfordern die Anwendung von Verfahren, die zu Verletzungen führen können, wenn nicht angemessene Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

Bei der Ausführung dieser Prüfungen wurde vorausgesetzt, dass sie von entsprechend qualifizierten und erfahrenen Technikern und unter Anwendung angemessener Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

6.1.3 Umgebungstemperatur

Falls nicht anders festgelegt, müssen die Prüfungen bei $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchgeführt werden.

6.1.4 Grenzabweichungen bei Parametermessungen

Die Gesamtgenauigkeit von geregelten oder gemessenen Werten, bezogen auf die festgelegten oder tatsächlichen Parameter, muss innerhalb der folgenden Grenzabweichungen liegen:

- a) Spannung: $\pm 1 \%$;
- b) Strom: $\pm 1 \%$;
- c) Temperatur: $\pm 2 ^\circ\text{C}$;
- d) Zeit: $\pm 0,1 \%$;
- e) Maße: $\pm 1 \%$;
- f) Kapazität: $\pm 1 \%$.

Diese Grenzabweichungen umfassen die kombinierte Genauigkeit der Messgeräte, die angewendeten Messverfahren und alle weiteren Fehlerquellen des Prüfverfahrens.

6.1.5 Vorentladung

Wenn in einer Prüfung eine Vorentladung gefordert wird, dann müssen die Prü fzellen oder -batterien bis zu der jeweiligen Entladetiefe entladen werden, und zwar entweder über einen Widerstand, der so groß ist, dass damit die Bemessungskapazität erreicht wird, oder mit einem Strom, der vom Hersteller festgelegt wird.

6.1.6 Zusätzliche Zellen

Wenn zur Durchführung einer Prüfung zusätzliche Zellen erforderlich sind, müssen sie von demselben Typ und vorzugsweise aus demselben Fertigungslos sein wie die Prü fzelle.

6.2 Bewertung von Prüfkriterien

6.2.1 Kurzschluss

Als Kurzschluss wird bei einer Prüfung gewertet, wenn die Leerlaufspannung der Zelle oder Batterie nach der Prüfung weniger als 90 % ihrer Spannung unmittelbar vor der Prüfung beträgt. Diese Anforderung gilt nicht für Prü fzellen und -batterien im vollständig entladenen Zustand.

6.2.2 Übermäßige Erwärmung

Als übermäßige Erwärmung wird bei einer Prüfung gewertet, wenn die äußere Gehäusetemperatur der Prü fzelle oder -batterie auf über 170 °C ansteigt.

6.2.3 Auslaufen

Als Auslaufen wird bei einer Prüfung gewertet, wenn Elektrolyt oder andere Materialien aus der Prü fzelle oder -batterie sichtbar austreten, oder ein Materialverlust (ausgenommen Batteriegehäuse, Handhabungseinrichtungen und Schilder/Etiketten) aus der Prü fzelle oder -batterie auftritt, mit dem die Grenzwerte des Masseverlustes nach Tabelle 3 überschritten werden.

Für die quantitative Bestimmung des Masseverlustes $\Delta m/m$ ist die folgende Gleichung anzuwenden:

$$\Delta m/m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \text{ \%}$$

Dabei ist

m_1 die Masse vor einer Prüfung;

m_2 die Masse nach dieser Prüfung.

Tabelle 3 – Höchstwerte für den Masseverlust

Masse der Zelle oder Batterie m	Höchstwert für den Masseverlust $\Delta m/m$
$m < 1 \text{ g}$	0,5 %
$1 \text{ g} \leq m \leq 75 \text{ g}$	0,2 %
$m > 75 \text{ g}$	0,1 %

6.2.4 Entweichen von Gas

Als Entweichen von Gas wird gewertet, wenn sich während der Prüfung ein übermäßiger Innendruck des Gases aufbaut, der aus einer Prü fzelle oder -batterie durch eine Druckentlastungsvorrichtung (Entgasungsventil) entweicht, die für diesen Zweck konstruktiv ausgelegt ist. Dieses Gas darf eingeschlossene Materialien enthalten.

6.2.5 Brand

Als Brand wird bei einer Prüfung gewertet, wenn Flammen aus einer Prüfzelle oder -batterie austreten.

6.2.6 Bersten

Als Bersten wird bei einer Prüfung gewertet, wenn ein Zellenbehälter oder ein Batteriegehäuse mechanisch versagt hat und dadurch Gas entweicht oder Flüssigkeiten austreten, jedoch keine festen Bestandteile ausgeworfen werden.

6.2.7 Explosion

Als Explosion wird gewertet, wenn ein Zellenbehälter oder ein Batteriegehäuse sich gewaltsam öffnet und feste Bestandteile mit Gewalt ausgestoßen werden.

6.3 Prüfungen und Anforderungen – Übersicht

Diese Norm enthält Sicherheitsprüfungen für die bestimmungsgemäße Verwendung (Prüfungen A bis D) und für die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung (Prüfungen E bis M).

Tabelle 4 enthält eine Übersicht über die Prüfungen und die Anforderungen für die bestimmungsgemäße Verwendung und die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung.

Tabelle 4 – Prüfungen und Anforderungen

Prüfung Nr.	Bezeichnung	Anforderungen
Prüfungen der bestimmungsgemäßen Verwendung	A Druckabfall	NL, NV, NC, NR, NE, NF
	B Temperaturwechsel	NL, NV, NC, NR, NE, NF
	C Schwingen	NL, NV, NC, NR, NE, NF
	D Schocken	NL, NV, NC, NR, NE, NF
Prüfungen der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung	E Äußerer Kurzschluss	NT, NR, NE, NF
	F Aufprallen	NT, NE, NF
	G Quetschen	NT, NE, NF
	H Erzwungene Entladung	NE, NF
	I Sachwidriges Laden	NE, NF
	J Freies Fallen	NV, NE, NF
	K Überhitzen	NE, NF
	L Falsches Einlegen	NE, NF
	M Überentladen	NE, NF
Die Prüfungen A bis E müssen nacheinander an derselben Zelle oder Batterie durchgeführt werden. Die Prüfungen F und G sind als Alternativen vorgesehen. Es ist nur eine von diesen Prüfungen durchzuführen.		
Legende NC: Kein Kurzschluss NE: Keine Explosion NF: Kein Brand NL: Kein Auslaufen NR: Kein Bersten NT: Keine übermäßige Erwärmung NV: Kein Entweichen von Gas Ausführliche Beschreibung der Prüfkriterien siehe 6.2.		

6.4 Prüfungen für die bestimmungsgemäße Verwendung

6.4.1 Prüfung A: Druckabfall

a) Zweck

Diese Prüfung bildet den Lufttransport bei geringem Luftdruck nach.

b) Prüfverfahren

Die Prü fzellen und -batterien müssen für mindestens 6 h bei einem Druck von 11,6 kPa oder weniger und bei Umgebungstemperatur gelagert werden.

c) Anforderungen

Bei dieser Prüfung dürfen kein Auslaufen, kein Entweichen von Gas, kein Kurzschluss, kein Bersten, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.4.2 Prüfung B: Temperaturwechsel

a) Zweck

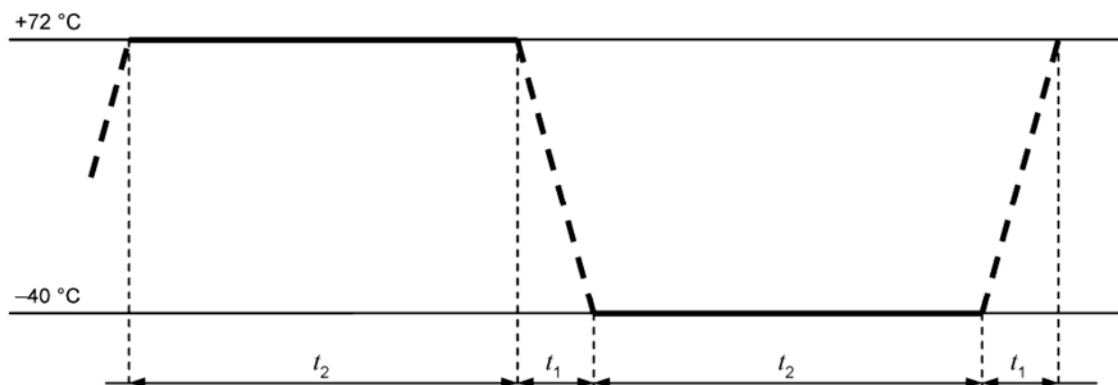
Diese Prüfung dient zur Bewertung der Zellen- und Batteriedichtung und deren inneren elektrischen Verbindungen. Die Prüfung wird mit Temperaturwechsel durchgeführt.

b) Prüfverfahren

Die Prü fzellen und -batterien müssen für mindestens 6 h bei einer Prü ftemperatur von 72 °C, danach für mindestens 6 h bei einer Prü ftemperatur von –40 °C gelagert werden. Die Höchstdauer für die Überführung zu jeder Temperatur beträgt 30 min. Jede Prü fzelle und -batterie muss diesem Vorgang 10-mal unterzogen werden. Daran schließt sich eine Lagerung für mindestens 24 h bei Umgebungstemperatur an.

Bei großen Zellen und Batterien muss die Lagerdauer bei den Prü ftemperaturen jeweils mindestens 12 h statt 6 h betragen.

Für die Prüfung sind Prü fzellen und -batterien zu verwenden, die zuvor der Prüfung Druckabfall unterzogen worden sind.



Legende

$t_1 \leq 30 \text{ min}$

$t_2 \geq 6 \text{ h}$ (12 h bei großen Zellen und Batterien)

Bild 1 – Verfahren mit Temperaturwechsel

c) Anforderungen

Bei der Prüfung dürfen kein Auslaufen, kein Entweichen von Gas, kein Kurzschluss, kein Bersten, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.4.3 Prüfung C: Schwingen

a) Zweck

Diese Prüfung bildet Schwingungen während des Transports nach. Die Prüfbedingung beruht auf dem Bereich von Schwingungen, der von der ICAO [2] angegeben ist.

b) Prüfverfahren

Die Prü fzellen und -batterien müssen ohne Verformung fest auf den Tisch der Schwingungsprüfmaschine aufgespannt werden, damit die Schwingungen unverfälscht übertragen werden. Prü fzellen und -batterien müssen sinusförmigen Schwingungen nach Tabelle 5 ausgesetzt werden, die für große Batterien eine andere obere Beschleunigungsamplitude haben. Dieser Durchlauf ist 12-mal in insgesamt 3 h für jede der drei senkrecht zueinander stehenden Befestigungsrichtungen zu wiederholen. Eine dieser Richtungen muss senkrecht zur Anschlussseite sein.

Für die Prüfung sind die Prü fzellen und -batterien zu verwenden, die zuvor der Prüfung Temperaturwechsel unterzogen worden sind.

Tabelle 5 – Schwingprofil (sinusförmig)

Frequenzbereich		Amplitude	Dauer des logarithmischen Durchlaufzyklus (7 Hz – 200 Hz – 7 Hz)	Achse	Zyklenanzahl
von	bis				
$f_1 = 7 \text{ Hz}$	f_2	$a_1 = 1 \text{ g}_n$	15 min	X	12
f_2	f_3	$s = 0,8 \text{ mm}$		Y	12
f_3	$f_4 = 200 \text{ Hz}$	a_2		Z	12
und zurück bis $f_1 = 7 \text{ Hz}$				Gesamt	36
ANMERKUNG Die Schwingamplitude ist der Absolutwert der maximalen Auslenkung oder Beschleunigung. Zum Beispiel entspricht eine Auslenkungsamplitude von 0,8 mm einer Gesamtauslenkung (Spitze zu Spitze) von 1,6 mm.					
Legende f_1, f_4 untere und obere Frequenz f_2, f_3 Übergangsfrequenzen $f_2 \approx 17,62 \text{ Hz}$ und $f_3 \approx 49,84 \text{ Hz}$, außer für große Batterien, für die $f_3 \approx 24,92 \text{ Hz}$ ist a_1, a_2 Amplitude der Beschleunigung; $a_2 = 8 \text{ g}_n$ außer für große Batterien, für die $a_2 = 2 \text{ g}_n$ ist s Amplitude der Auslenkung					
ANMERKUNG $\text{g}_n = 9,806\,65 \text{ m / s}^2$.					

c) Anforderungen

Bei dieser Prüfung dürfen kein Auslaufen, kein Entweichen von Gas, kein Kurzschluss, kein Bersten, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.4.4 Prüfung D: Schocken

a) Zweck

Diese Prüfung bildet raue Behandlung während des Transports nach.

b) Prüfverfahren

Die Prü fzellen und -batterien müssen mithilfe einer starren Aufspannvorrichtung, die allen Befestigungsflächen jeder einzelnen Prü fzelle oder -batterie Halt bietet, auf der Prüfmaschine aufgespannt werden. Jede Prü fzelle oder -batterie muss drei Schocks unterzogen werden, und zwar jeweils in jeder Richtung der drei zueinander senkrechten Aufspannlagen und dann jeweils in der Gegenrichtung, insgesamt 18 Schocks. Bei jedem Schock gelten die Parameter aus Tabelle 6.

Tabelle 6 – Schockparameter

	Wellenform	Spitzenbeschleunigung	Stoßdauer	Schockanzahl je Halbachse
Zellen oder Batterien, ausgenommen große Bauformen	Halbsinus	150 g_n	6 ms	3
Große Zellen oder Batterien	Halbsinus	50 g_n	11 ms	3
ANMERKUNG $g_n = 9,806\ 65\ \text{m/s}^2$.				

Für die Prüfung sind die Prü fzellen und -batterien zu verwenden, die zuvor der Prüfung Schwingen unterzogen worden sind.

c) Anforderungen

Bei der Prüfung dürfen kein Auslaufen, kein Entweichen von Gas, kein Kurzschluss, kein Bersten, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5 Prüfungen der vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung

6.5.1 Prüfung E: Äußerer Kurzschluss

a) Zweck

Diese Prüfung bildet Situationen nach, die zu einem äußeren Kurzschluss führen.

b) Prüfverfahren

Die Prü fzelle oder -batterie muss auf eine stabile äußere Gehäusetemperatur von 55 °C erwärmt und anschließend mit einem äußeren Widerstand von weniger als 0,1 Ω bei 55 °C einem Kurzschluss ausgesetzt werden. Dieser Kurzschluss wird für mindestens 1 h aufrechterhalten, nachdem die äußere Gehäusetemperatur der Zelle oder Batterie auf 55 °C zurückgekehrt ist.

Danach muss der Prü fling noch weitere 6 h beobachtet werden.

Für die Prüfung müssen die Prü flinge verwendet werden, die zuvor der Prüfung Schocken unterzogen worden sind.

c) Anforderungen

Bei dieser Prüfung und innerhalb der Beobachtungsdauer von 6 h dürfen keine übermäßige Erwärmung, kein Bersten, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5.2 Prüfung F: Aufprallen

a) Zweck

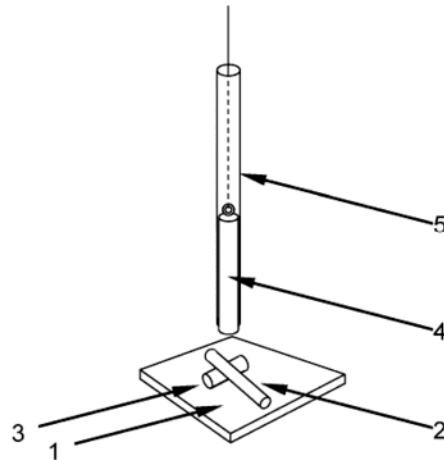
Diese Prüfung bildet die unsachgemä ße mechanische Behandlung durch Aufprallen nach, die zu einem inneren Kurzschluss führen kann.

b) Prüfverfahren

Die Aufprallprüfung ist für zylindrische Zellen mit einem Durchmesser von mindestens 20 mm anwendbar.

Die Prü fzelle oder -batteriezelle wird auf eine ebene glatte Platte gelegt. Ein Stab aus nichtrostendem Stahl (Sorte 316 oder gleichwertig) mit einem Durchmesser von $(15,8 \pm 0,1)$ mm und einer Länge von mindestens 60 mm oder der längsten Abmessung der Zelle, wobei der größere Wert gilt, wird quer über die Mitte des Prü flings gelegt. Ein Massestück von $(9,1 \pm 0,1)$ kg wird aus einer Höhe von $(61 \pm 2,5)$ cm auf den Schnittpunkt von Stab und Prü fling kontrolliert fallen gelassen, dazu wird eine nahezu reibungsfreie vertikale Gleitbahn oder -schiene mit minimalem Luftwiderstand auf die fallende Masse verwendet. Die vertikale Gleitbahn oder -schiene für die Führung des fallenden Massestücks muss mit einem Winkel von 90° zur horizontalen Auflagefläche ausgerichtet sein.

Der Aufprall auf den Prü fling erfolgt so, dass seine Längsachse parallel zur ebenen Platte und senkrecht zur Längsachse des Stahlstabes ausgerichtet ist, der quer über der Mitte des Prü flings liegt (siehe Bild 2).



ANMERKUNG Im Bild sind eine ebene glatte Platte (1) und ein Stab aus nichtrostendem Stahl (2) dargestellt, der quer über der Mitte des Prüflings (3) liegt. Ein Massestück (4) wird mithilfe einer vertikalen Gleitbahn (5) kontrolliert auf den Schnittpunkt fallen gelassen.

Bild 2 – Beispiel eines Prüfaufbaus für die Aufprallprüfung

Jede Prüfzelle oder -batteriezelle darf nur einem Aufprall ausgesetzt werden.

Danach muss der Prüfling noch weitere 6 h beobachtet werden.

Für die Prüfung müssen Prüfzellen oder -batteriezellen verwendet werden, die zuvor noch keiner anderen Prüfung unterzogen worden sind.

c) Anforderungen

Bei dieser Prüfung und innerhalb der Beobachtungsdauer von 6 h dürfen keine übermäßige Erwärmung, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5.3 Prüfung G: Quetschen

a) Zweck

Diese Prüfung bildet die unsachgemäße mechanische Behandlung durch Quetschen nach, die zu einem inneren Kurzschluss führen kann.

b) Prüfverfahren

Die Quetschprüfung ist an quaderförmigen Zellen, flexiblen Zellen¹, Knopfzellen und zylindrischen Zellen mit einem Durchmesser mit weniger als 20 mm anwendbar.

Eine Zelle oder Batteriezelle wird zwischen zwei flachen Oberflächen gequetscht. Der Quetschvorgang muss ab dem ersten Berührungspunkt stetig mit einer Vorschubgeschwindigkeit von etwa 1,5 cm/s erfolgen. Der Quetschvorgang ist fortzusetzen, bis eine der drei folgenden Bedingungen erreicht ist:

- 1) Die anliegende Kraft erreicht $(13 \pm 0,78)$ kN;

BEISPIEL Die Kraft kann mit einer Hydraulikeinrichtung mit einem Kolben von 32 mm Durchmesser aufgebracht werden, bis ein Druck von 17 MPa an der Hydraulikeinrichtung erreicht ist.

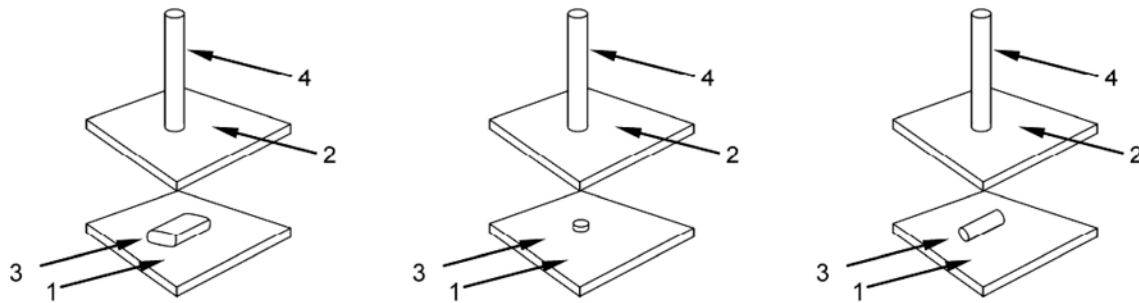
- 2) die Spannung der Zelle fällt um mindestens 100 mV ab; oder
- 3) die Zelle ist um 50 % oder mehr ihrer ursprünglichen Dicke verformt.

Sobald eine der vorstehenden Bedingungen erreicht wird, muss der Druck aufgehoben werden.

Eine quaderförmige Zelle oder flexible Zelle muss durch Aufbringen einer Kraft an ihrer breitesten Seite gequetscht werden. Eine Knopfzelle muss durch Aufbringen der Kraft auf ihre flachen Oberflächen

¹ Der Begriff „flexible Zelle“ wird in diesem Dokument anstelle des Begriffs „Pouch-Zelle“ eingesetzt, der in [19] angewendet wird. Er wird auch anstelle der Begriffe „Zelle mit Laminatfilm-Gehäuse“ und „Laminatfilm-Zelle“ angewendet.

gequetscht werden. Bei zylindrischen Zellen muss die Quetschkraft senkrecht zur Längsachse der Zellen aufgebracht werden, siehe Bild 3.



a) Quaderförmige oder flexible Zelle

b) Knopfzelle

c) Zylindrische Zelle

ANMERKUNG Die Bilder zeigen zwei flache Oberflächen (1 und 2), zwischen denen Batterien (3) unterschiedlicher Formen unter Anwendung eines Stempels (4) gequetscht werden.

Bild 3 – Beispiele der Anordnung für die Quetschprüfung

Jede Prü fzelle oder -batterie zelle darf nur einem Quetschvorgang ausgesetzt werden.

Danach muss der Prü fling noch weitere 6 h beobachtet werden.

Für die Prüfung müssen Prü fzellen oder -batterie zellen verwendet werden, die zuvor noch keiner anderen Prüfung unterzogen worden sind.

c) Anforderungen

Bei der Prüfung und innerhalb der Beobachtungsdauer von 6 h dürfen keine übermäßige Erwärmung, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5.4 Prüfung H: Erzwungene Entladung

a) Zweck

Diese Prüfung bewertet die Fähigkeit einer Zelle, den Bedingungen bei einer erzwungenen Entladung standzuhalten.

b) Prüfverfahren

Jede Zelle muss bei Umgebungstemperatur erzwungen entladen werden, indem sie in Reihe mit einer 12-V-Gleichstromversorgung bei einem Anfangsstrom geschaltet wird, der gleich dem vom Hersteller festgelegten maximalen Dauerentladestrom ist.

Der festgelegte Entladestrom wird eingestellt, indem eine Widerstandslast geeigneter Größe und Belastbarkeit in Reihe mit der Prü fzelle und der Gleichstromversorgung geschaltet wird. Jede Zelle muss für ein Zeitintervall erzwungen entladen werden, das gleich der Bemessungskapazität dividiert durch den Anfangsprü fstrom ist.

Die Prüfung muss mit vollständig entladenen Prü fzellen oder -batterie zellen durchgeführt werden, die zuvor keinen anderen Prüfungen unterzogen worden sind.

c) Anforderungen

Bei der Prüfung und innerhalb der Beobachtungsdauer von 7 Tagen nach der Prüfung dürfen keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5.5 Prüfung I: Sachwidriges Laden

a) Zweck

Diese Prüfung stellt den Zustand dar, wenn eine Batterie in ein Gerät eingelegt ist und einer Gegenspannung von einer äußeren Stromquelle ausgesetzt ist, z. B. einer Speicherschaltung mit einer fehlerhaften Diode (siehe 7.1.2). Die Prüfbedingung beruht auf UL 1642 [19].

b) Prüfverfahren

Jede Prüfbatterie muss einem Ladestrom ausgesetzt werden, der dem Dreifachen des vom Hersteller festgelegten abweichenden Ladestromes I_c entspricht, dabei wird sie in Gegenrichtung mit einer Gleichstromversorgung verbunden. Außer wenn die Stromversorgung mit einer Stromregelung versehen ist, muss der festgelegte Ladestrom eingestellt werden, indem ein Widerstand geeigneter Größe und Belastbarkeit in Reihe mit der Batterie geschaltet wird.

Die Prüfdauer muss mit der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$t_d = 2,5 \cdot C_n / (3 \cdot I_c)$$

Dabei ist

t_d die Prüfdauer. Zur Zeitraffung der Prüfung ist es zulässig, die Prüfparameter so einzurichten, dass die Prüfdauer t_d 7 Tage nicht übersteigt;

C_n die Nennkapazität;

I_c der vom Hersteller für diese Prüfung festgelegte abweichende Ladestrom.

c) Anforderungen

Bei der Prüfung dürfen keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5.6 Prüfung J: Freier Fall

a) Zweck

Diese Prüfung bildet den Fall nach, dass eine Batterie versehentlich fallen gelassen wird. Die Prüfbedingung beruht auf IEC 60068-2-31 [7].

b) Prüfverfahren

Die Prüfbatterien sind aus einer Höhe von 1 m auf eine Betonfläche fallen zu lassen. Jede Prüfbatterie muss sechsmal fallen gelassen werden, eine quaderförmige Batterie einmal auf jede ihrer sechs Flächen, eine runde Batterie zweimal in Richtung jeder der drei Achsen nach Bild 4. Die Prüfbatterien müssen anschließend noch 1 h gelagert werden.

Die Prüfung muss mit nicht entladenen Prü fzellen und -batterien durchgeführt werden.

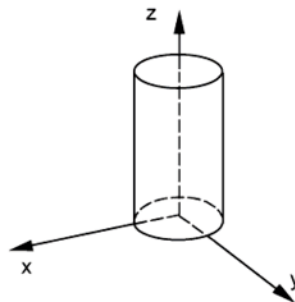


Bild 4 – Achsen bei der Prüfung des freien Falls

c) Anforderungen

Bei der Prüfung und innerhalb der Beobachtungsdauer von 1 h dürfen kein Entweichen von Gas, keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5.7 Prüfung K: Überhitzen

a) Zweck

Die Prüfung stellt den Zustand dar, wenn eine Batterie einer extrem hohen Temperatur ausgesetzt wird.

b) Prüfverfahren

Eine Prüfbatterie muss in einen Wärmeschrank gebracht werden und die Temperatur wird mit einer Änderungsgeschwindigkeit von 5 °C/min bis auf 130 °C erhöht, bei dieser Temperatur muss die Batterie für 10 min verbleiben.

c) Anforderungen

Bei der Prüfung dürfen keine Explosion und kein Brand auftreten.

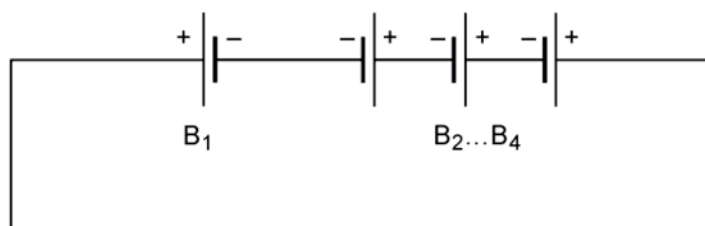
6.5.8 Prüfung L: Falsches Einlegen

a) Zweck

Diese Prüfung stellt den Zustand dar, wenn eine Batterie in einem Satz verpolt wird.

b) Beschreibung

Eine Prüfbatterie wird in Reihe mit drei nicht entladenen, zusätzlichen Batterien desselben Typs in der Weise verbunden, dass die Anschlüsse der Prüfbatterie verpolt sind. Der Widerstand dieser Verbundschaltung darf $0,1\ \Omega$ nicht überschreiten. Der Stromkreis muss für 24 h geschlossen werden oder so lange, bis das Batteriegehäuse wieder Raumtemperatur angenommen hat (siehe Bild 5).



Legende

B_1 Prüfbatterie

$B_2 \dots B_4$ zusätzliche Zellen, nicht entladen

Bild 5 – Schaltbild für falsches Einlegen

c) Anforderungen

Bei der Prüfung dürfen keine Explosion und kein Brand auftreten.

6.5.9 Prüfung M: Überentladen

a) Zweck

Diese Prüfung simuliert den Zustand, wenn eine entladene einzellige Batterie in Reihe mit anderen nicht entladenen einzelligen Batterien geschaltet wird. Weiterhin simuliert die Prüfung die Anwendung von Batterien in motorgetriebenen Geräten, bei denen allgemein Ströme über 1 A erforderlich sind.

ANMERKUNG CR17345- und CR15H270-Batterien werden üblicherweise in motorgetriebenen Geräten eingesetzt, bei denen Ströme über 1 A erforderlich sind. Die Ströme bei nicht genormten Batterien dürfen davon abweichen.

b) Prüfverfahren

Jede Prüfbatterie muss auf 50 % Entladetiefe vorentladen werden. Sie muss dann in Reihe mit drei nicht entladenen Zellen des gleichen Typs geschaltet werden.

Eine Widerstandslast R_1 wird in Reihe mit der Anordnung der Batterien nach Bild 6 geschaltet, dabei wird R_1 aus Tabelle 7 entnommen.

Die Prüfung muss 24 h weitergeführt werden oder bis die Gehäusetemperatur der Batterie wieder der Umgebungstemperatur entspricht.

Die Prüfung muss mit auf 75 % vorentladenen Batterien wiederholt werden.