

	DIN IEC 62133 (VDE 0510-8)	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 29.220.30	Entwurf	Einsprüche bis 2008-11-30 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 62133 (VDE 0510-8):2003-09
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 (IEC 21A/436/CD:2008)		
Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications (IEC 21A/436/CD:2008)		
Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables (CEI 21A/436/CD:2008)		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-09-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 82 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21A/436/CD:2008 „Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom SC 21A „Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes“ 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 diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 371 „Akkumulatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62133 (VDE 0510-8):2003-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) weitere Prüfungen aufgenommen,
- b) Schärfegrad der Prüfungen erhöht.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-482	–	–
Normen der Reihe EN 60051	Normen der Reihe IEC 60051	Normen der Reihe DIN EN 60051	–
–	IEC 60485	–	–
Normen der Reihe EN 60664	Normen der Reihe IEC 60664	Normen der Reihe DIN EN 60664 (VDE 0110)	Normen der Reihe VDE 0110
EN 61434	IEC 61434	DIN EN 61434	–
–	IEC 61438	–	–
EN 61951-1	IEC 61951-1	DIN EN 61951-1	–
EN 61951-2	IEC 61951-2	DIN EN 61951-2	–
EN 61960	IEC 61960	DIN EN 61960	–
–	ISO/IEC Guide 51	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Normen der Reihe DIN EN 60051, *Direkt wirkende anzeigende elektrische Messgeräte und ihr Zubehör – Messgeräte mit Skalanzeige*

Normen der Reihe DIN EN 60664 (VDE 0110), *Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen*

DIN EN 61434, *Sekundärzellen und Batterien mit alkalischem oder anderen nicht säurehaltigen Elektrolyten – Richtlinien für die Bestimmung des Stromes in Normen für alkalische Sekundärzellen und Batterien*

DIN EN 61951-1, *Akkumulatoren und Batterien mit alkalischem oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Tragbare wiederaufladbare gasdichte Einzelzellen – Teil 1: Nickel-Cadmium*

DIN EN 61951-2, *Akkumulatoren und Batterien mit alkalischem oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Tragbare wiederaufladbare gasdichte Einzelzellen – Teil 2: Nickel-Metallhydrid*

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

**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**

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe.....	7
4 Grenzwerte der Messgrößen	9
5 Allgemeine Sicherheitsbetrachtungen	9
5.1 Isolation und Verdrahtung.....	9
5.2 Druckentlastung	10
5.3 Temperatur-/Spannungs-/Strom-Management.....	10
5.4 Anschlusskontakte	10
5.5 Zusammenbau von Zellen zu Batterien	10
5.5.1 Ausschließlich Lithiumsysteme	10
5.6 Qualitätssicherungsplan	11
6 Bedingungen für die Typprüfung	11
7 Besondere Anforderungen und Prüfungen (Nickel-Systeme)	12
7.1 Ladeverfahren zur Durchführung der Prüfung.....	12
7.2 Normaler Gebrauch	12
7.2.1 Dauerladen mit niedrigem Strom.....	12
7.2.2 Schwingung	13
7.2.3 Beanspruchung von Spritzgussgehäusen bei hohen Temperaturen	13
7.2.4 Zyklische Temperaturwechsel	13
7.3 Geringfügige, vorhersehbare Fehlbeanspruchung	14
7.3.1 Falscher Einbau einer Zelle	14
7.3.2 Äußerer Kurzschluss	15
7.3.3 Freier Fall.....	15
7.3.4 Mechanischer Stoß (Bruchgefahr).....	15
7.3.5 Thermische Fehlbehandlung	15
7.3.6 Quetschen der Zellen	16
7.3.7 Unterdruck	16
7.3.8 Überladen	16
7.3.9 Tiefentladung	16
8 Besondere Anforderungen und Prüfungen für Lithium-Systeme.....	17
8.1 Ladeverfahren zur Durchführung der Prüfung.....	17
8.1.1 Verfahren Nr. 1	17
8.1.2 Verfahren Nr. 2	17
8.2 Normaler Gebrauch	18

	Seite
8.2.1 Dauerladen mit niedrigem Strom.....	18
8.2.2 Beanspruchung von Spritzgussgehäusen bei hoher Umgebungstemperatur.....	18
8.3 Geringfügige, vorhersehbare Fehlbeanspruchung.....	18
8.3.1 Äußerer Kurzschluss: Zelle	18
8.3.2 Äußerer Kurzschluss: Batterie.....	18
8.3.3 Freier Fall	19
8.3.4 Freier Fall eines Grundgerätes mit Batterie	19
8.3.5 Thermische Fehlbehandlung: Prüfung Nr. 1	19
8.3.6 Thermische Fehlbehandlung: Prüfung Nr. 2	19
8.3.7 Quetschen der Zellen – Prüfung Nr. 1.....	20
8.3.8 Quetschen der Zellen – Prüfung Nr. 2.....	20
8.3.9 Überladen bei Lithium-Zellen	20
8.3.10 Schutz der Batterie vor Überladen	21
8.3.11 Tiefentladung.....	21
8.3.12 Prüfungen des Transports.....	21
8.3.13 Bewertung der Ausführung – Tiefenprüfung des inneren Kurzschlusses	24
9 Angaben zur Sicherheit	31
10 Kennzeichnung.....	32
10.1 Kennzeichnung der Zellen.....	32
10.2 Kennzeichnung der Batterien	32
10.3 Sonstige Angaben	32
11 Verpackung.....	32
Anhang A (informativ) Empfehlungen an die Gerätehersteller und für den Zusammenbau von Batterien	34
Anhang B (normativ) Ladebereich von Lithium-Ionen-Sekundärzellen für einen sicheren Gebrauch	35
Anhang C (informativ) Empfehlungen an den Endverbraucher.....	40
Literaturhinweise.....	41
Bild 1 – Temperaturprofil für 7.2.4 – Temperaturwechselprüfung (ein Zyklus)	14
Bild 2 – Form der Nickelteilchen	25
Bild 3 – Stelle des Einbringens der Nickelteilchen zwischen der mit positiver und negativer aktiver Masse beschichteten Fläche der Rundzelle.....	26
Bild 4 – Lage des Nickelteilchens zwischen positiver Aluminiumfolie und der mit negativer aktiver Masse beschichteten Fläche der Rundzelle.....	26
Bild 5 – Lage des Nickelteilchens zwischen positiv und negativ (aktive Masse) beschichteter Fläche der prismatischen Zelle	27
Bild 6 – Lage des Nickelteilchens zwischen positiver Aluminiumfolie und negativ (aktive Masse) beschichteter Fläche der prismatischen Fläche	28
Bild 7 – Zerlegen der Rundzelle	30
Bild 8 – Zerlegen der prismatischen Zelle	31
Bild 9 – Gewöhnlicher Betriebsbereich von Lithium-Ionen-Sekundärzellen ...	36

	Seite
Tabelle 1 – Stichprobenumfang für Typprüfungen (Nickel-Systeme)	11
Tabelle 2 – Stichprobenumfang für Typprüfungen (Lithium-Ionen-Systeme)	12
Tabelle 3 – Bedingungen für die Schwingprüfung	13
Tabelle 4 – Bedingungen für das Ladeverfahren	17
Tabelle 5 – Anzahl der Proben für die Prüfung	21
Tabelle 6 – Folgeprüfungen und Anforderungen	22
Tabelle 7 – Schwingungsverlauf (sinusförmig)	23
Tabelle 8 – Stoß-Kennwerte	24
Tabelle 9 – Umgebungstemperatur für die Zellenprüfung ^a	25
Tabelle 10 – Pressvorrichtung	29
Tabelle 11 – Angaben zum Transport von Lithiumzellen und Lithiumbatterien	33

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Internationale Norm legt Anforderungen und Prüfungen für den sicheren Betrieb gasdichter Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht säurehaltigen Elektrolyten (außer Knopfzellen) fest und zwar bei normalem Gebrauch und bei geringfügigen, vorhersehbaren Fehlbeanspruchungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60485, *Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital converters*

IEC 61438, *Possible safety and health hazards in the use of alkaline secondary cells and batteries – Guide to equipment manufacturers and users*

IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-Cadmium*

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hydride*

IEC 61960, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten Begriffe nach IEC 60050-482 und ISO/IEC Guide 51 und die folgenden Begriffe.

3.1

Sicherheit

Freisein von unannehmbaren Schadensrisiken

3.2

Risiko

Kombination aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Schadens und der Schwere dieses Schadens

3.3

Schaden

physische Verletzung oder Gesundheitsschaden von Personen oder Beschädigung von Sachwerten oder der Umwelt

3.4

Gefährdung

potentieller Grund für einen Schaden

3.5

vorgesehener Gebrauch

Gebrauch eines Produkts, Verfahrens oder einer Dienstleistung entsprechend den vom Lieferanten bereitgestellten Festlegungen, Anweisungen und Angaben

3.6

geringfügige, vorhersehbare Fehlbeanspruchung

Gebrauch eines Produkts, Verfahrens oder einer Dienstleistung in einer vom Lieferanten nicht vorgesehenen Weise, der sich jedoch aus leicht voraussagbarem, menschlichem Verhalten ergibt

3.7

Sekundärelement (Akkumulator/Zelle)

hergestellte Grundeinheit, die eine elektrische Energiequelle durch direkte Umwandlung von chemischer Energie darstellt, die aus Elektroden, Elektrolyt, Behälter und Anschlüssen besteht und die für das elektrische Aufladen ausgelegt ist

3.8

Sekundärbatterie

Anordnung von Sekundärzellen, gebrauchsfertig als elektrische Energiequelle, gekennzeichnet durch ihre Spannung, Größe, Anschlussanordnung, Kapazität und Leistungsfähigkeit

3.9

Undichtheit

sichtbarer Austritt von flüssigem Elektrolyt

3.10

Druckentlastung

konstruktiv vorgegebene Entlastung von übermäßigem Innendruck in einer Zelle/Batterie, um ein Bersten oder eine Explosion auszuschließen

3.11

Bersten

mechanischer Fehler eines Zellenbehälters oder Batteriegehäuses durch eine innere oder äußere Ursache, die ein Freisetzen oder Austreten von Materialien zur Folge hat

3.12

Explosion

Fehler, der auftritt, wenn sich ein Zellenbehälter oder ein Batteriegehäuse gewaltsam öffnet und Hauptbestandteile mit Wucht herausgestoßen werden

3.13

Brand

Freisetzung von Flammen von einer Zelle oder Batterie

3.14

Geräte-Batterie

Batterie zur Verwendung in Vorrichtungen oder in Geräten, die üblicherweise von Hand getragen werden

3.15

tragbare Zelle

Zelle, die zum Einbau in eine Geräte-Batterie bestimmt ist

3.16

Polymerzelle

Zelle, in der Gelpolymerelektrolyt oder Festpolymerelektrolyt verwendet wird, jedoch kein Flüssigelektrolyt

3.17

Bemessungskapazität

die vom Hersteller angegebene Elektrizitätsmenge C_5 in Ah (Amperestunde), die eine Einzelzelle abgeben kann, wenn sie mit dem entsprechenden Prüfstrom von $0,2 I_t$ in A bis zu einer festgelegten Entladeschluss-

spannung entladen wird, vorausgesetzt sie wurde entsprechend den vorgegebenen Betriebsbedingungen geladen, gelagert und entladen

4 Grenzwerte der Messgrößen

Die Messunsicherheit von geregelten oder gemessenen Werten muss in Bezug auf die festgelegten oder tatsächlichen Messgrößen innerhalb folgender Grenzwerte liegen:

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

Diese Grenzwerte umfassen die kombinierte Messunsicherheit der Messgeräte, der angewandten Messtechnik und aller anderen Fehlerquellen im Prüfverfahren.

Zur Unterstützung bei der Auswahl der Instrumentierung siehe IEC 60051 für analoge Messinstrumente und IEC 60485 für digitale Messgeräte. Die Einzelheiten über die benutzte Instrumentierung müssen in jedem Ergebnisbericht angegeben werden.

5 Allgemeine Sicherheitsbetrachtungen

Die Sicherheit von Akkumulatoren und Batterien erfordert die Berücksichtigung von zwei Gruppen von Anwendungsbedingungen:

- a) normaler Gebrauch;
- b) geringfügige, vorhersehbare Fehlbeanspruchung.

Zellen und Batterien müssen so ausgelegt und konstruiert sein, dass sie sowohl bei normalem Gebrauch als auch bei geringfügiger, vorhersehbarer Fehlbeanspruchung sicher sind. Es wird erwartet, dass Zellen oder Batterien, die Fehlbeanspruchungen unterzogen wurden, anschließend nicht mehr funktionieren. Sie dürfen aber keine bedeutende Gefahr darstellen. Es kann auch erwartet werden, dass Zellen und Batterien, die dem normalen Gebrauch unterliegen, nicht nur sicher, sondern in jeder Hinsicht weiterhin funktionsfähig sind.

Mögliche Gefahren, die Gegenstand dieser Norm sind, können sein:

- a) Feuer,
- b) Bersten/Explosion,
- c) Austritt von Elektrolyt aus einer Zelle,
- d) Druckentlastung,
- e) Verbrennungen durch übermäßig hohe, äußere Temperaturen,
- f) Bersten des Batteriegehäuses mit Freisetzen interner Bauteile.

Die Übereinstimmung mit 5.1 bis 5.6 wird durch Besichtigung, durch Prüfungen nach den Abschnitten 7 und 8 sowie durch Übereinstimmung mit der zutreffenden Norm (siehe Abschnitt 2) geprüft.

5.1 Isolation und Verdrahtung

Der Isolationswiderstand zwischen dem positiven Pol und den von außen zugänglichen, metallischen Oberflächen der Batterie, außer den elektrischen Kontaktflächen, muss mindestens $5 \text{ M}\Omega$ betragen, gemessen mit einer Gleichspannung von 500 V.

Die interne Verdrahtung und ihre Isolierung müssen ausreichend dimensioniert sein, um den höchsten erwarteten Werten für Strom, Spannung und Temperatur standzuhalten. Die Anordnung der Verdrahtung muss so sein, dass zwischen den Verbindern ausreichende Kriech- und Luftstrecken eingehalten werden. Die mechanische Festigkeit der inneren Verbindungen muss ausreichend sein, um den Bedingungen bei geringfügigen, vorhersehbaren Fehlbeanspruchungen standzuhalten.

5.2 Druckentlastung

Alle Batteriegehäuse und Zellen müssen eine Druckentlastungsvorrichtung enthalten oder so aufgebaut sein, dass ein übermäßiger Innendruck auf einen Wert und Grad abgesenkt wird, bei dem ein Bersten, eine Explosion oder eine Selbstentzündung ausgeschlossen ist. Falls eine Vergusskapselung zur Aufnahme der Zellen in einem äußeren Gehäuse erforderlich ist, darf die Vergussmasse und das Kapselungsverfahren weder zur Überhitzung der Batterie bei normalem Betrieb noch zur Verhinderung der Druckentlastung führen.

5.3 Temperatur-/Spannungs-/Strom-Management

Die Auslegung von Batterien muss so erfolgen, dass Bedingungen mit anormalen Temperaturerhöhungen vermieden werden. Batterien und zugeordnete Ladegeräte müssen so ausgelegt sein, dass die vom Batteriehersteller festgelegte Grenztemperatur, Spannungs- und Strombegrenzung eingehalten wird.

ANMERKUNG Falls erforderlich, können Maßnahmen vorgesehen werden, um den Strom beim Laden und Entladen auf einem sicheren Niveau zu begrenzen.

5.4 Anschlusskontakte

Die Polarität der Polanschlüsse ist auf der Oberfläche der Batterie eindeutig zu kennzeichnen. Durch die Größe und Form der Anschlusskontakte ist sicherzustellen, dass der höchste zu erwartende Strom übertragen werden kann. Die äußeren Kontaktflächen der Anschlüsse müssen aus einem leitfähigen Werkstoff bestehen, der eine gute mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit aufweist. Die Anschlusskontakte müssen so angeordnet sein, dass das Risiko von Kurzschlüssen auf ein Mindestmass begrenzt wird.

5.5 Zusammenbau von Zellen zu Batterien

Zellen, die zu einer Batteriebaugruppe zusammengebaut werden, müssen eng zusammenpassende Kapazitäten haben, von gleicher Ausführung sein, zum gleichen chemischen System gehören und vom gleichen Hersteller sein. Hersteller von Zellen sollten Empfehlungen zu Strom-, Spannungs- und Temperaturbegrenzungen geben, so dass die Batteriehersteller/-konstrukteure eine einwandfreie Konstruktion und einen sachgemäßen Zusammenbau gewährleisten können. Batterien, die für eine selektive Entladung einer Teil-Gruppe von in Serie geschalteten Zellen ausgelegt sind, müssen eine gesonderte Schaltungsanordnung enthalten, die das Umpolen von Zellen bei ungleichmäßiger Entladung verhindert. Es sollten geeignete Schutzleiterteile eingebaut werden, und es sollte der Einsatz von Zusatzvorrichtungen berücksichtigt werden.

5.5.1 Ausschließlich Lithiumsysteme

Die Spannung der Einzelzelle oder eines aus parallelgeschalteten Mehrfachzellen bestehenden Zellenblocks sollte den in Tabelle 4 festgelegten oberen Grenzwert der Ladespannung nicht überschreiten, es sei denn, die elektronischen Elemente oder gleichwertige Vorrichtungen haben die äquivalente Funktion.

Es wird empfohlen, dass folgendes bei einer Umgebungstemperatur von $(+20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchgeführt werden sollte:

- a) Für Batterien mit einer Einzelzelle oder einem einzelnen Zellenblock sollte bestätigt werden, dass die Ladespannung der Zelle den in Tabelle 4 festgelegten oberen Grenzwert der Ladespannung nicht überschreitet.
- b) Für Batterien mit in Reihe geschalteten Mehrfach-Einzelzellen oder mit in Reihe geschalteten Mehrfach-Zellenblöcken sollte durch Überwachen der Spannung jeder Einzelzelle oder der einzelnen Zellenblöcke bestätigt werden, dass die Spannungen aller Einzelzellen oder aller Einzelblöcke den in Tabelle 4 festgelegten oberen Grenzwert der Ladespannung nicht überschreitet.

- c) Für Batterien mit in Reihe geschalteten Mehrfach-Einzelzellen oder mit in Reihe geschalteten Mehrfach-Zellenblöcken sollte durch Messen der Spannung jeder Einzelzelle oder der einzelnen Zellenblöcke bestätigt werden, dass die Ladung unterbrochen wird, wenn der obere Grenzwert der Ladespannung in allen Einzelzellen oder allen Zellenblöcken überschritten wird.

5.6 Qualitätssicherungsplan

Der Hersteller muss einen Qualitätssicherungsplan erarbeiten und durchführen, der die Verfahren für die Überprüfung der Werkstoffe, Bauteile, Zellen und Batterien festlegt und den gesamten Produktionsprozess für jeden Zellen- oder Batterietyp erfasst. Hersteller sollten ihre Prozessfähigkeiten verstehen und sollten die für die Produktsicherheit notwendigen Qualitätskontrollen in der Fertigung einführen.

6 Bedingungen für die Typprüfung

Die Prüfungen werden mit der in Tabelle 1 festgelegten Anzahl Zellen oder Batterien für Nickel-Systeme und der in Tabelle 2 festgelegten Anzahl Zellen oder Batterien für Lithium-Ionen-Systeme durchgeführt, wobei Zellen oder Batterien verwendet werden, die nicht älter als drei Monate sind. Falls nichts anderes angegeben ist, werden die Prüfungen bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchgeführt.

ANMERKUNG Die Prüfbedingungen gelten nur für die Typprüfungen und bedeuten nicht, dass diese Betriebsbedingungen auch beim normalen Gebrauch erlaubt sind. Gleichfalls wurde die Begrenzung auf drei Monate aus Gründen der Gleichmäßigkeit aufgenommen, und bedeutet nicht, dass die Sicherheit der Batterien nach drei Monaten reduziert ist.

Tabelle 1 – Stichprobenumfang für Typprüfungen (Nickel-Systeme)

Prüfung	Zelle	Batterie
7.2.1	5	–
7.2.2	5	5
7.2.3	–	3
7.2.4	5	5
7.3.1	5 Sätze mit je 4	–
7.3.2	5 Sätze je Temperatur	5 Sätze je Temperatur
7.3.3	3	3
7.3.4	5	5
7.3.5	5	–
7.3.6	5	–
7.3.7	3	–
7.3.8	5	5
7.3.9	5	–

Tabelle 2 – Stichprobenumfang für Typprüfungen (Lithium-Ionen-Systeme)

Prüfung	Zelle	Batterie
8.2.1	5	–
8.2.2	–	3
8.3.1	5	–
8.3.2	–	5
8.3.3	3	3
8.3.4	3 Elemente	–
8.3.5	5	–
8.3.6	5 je Temperatur	–
8.3.7	5	–
8.3.8	5 je Temperatur	–
8.3.9	5	–
8.3.10	–	5
8.3.11	5	–
8.3.12	20	–
8.3.13	10	4

7 Besondere Anforderungen und Prüfungen (Nickel-Systeme)

7.1 Ladeverfahren zur Durchführung der Prüfung

Falls in dieser Norm nicht anders angegeben, ist das vom Hersteller angegebene Ladeverfahren zur Durchführung der Prüfungen bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ anzuwenden.

Vor dem Laden ist die Batterie bei $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ mit einem konstanten Strom von $0,2 I_t$ A auf eine festgelegte Entladeschlussspannung zu entladen.

WARNHINWEIS: Diese Prüfungen enthalten Verfahren, die Schäden verursachen können, wenn keine ausreichenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Die Prüfungen sollten daher nur von ausgebildeten und erfahrenen Technikern durchgeführt werden, die die geeigneten Schutzmaßnahmen einhalten.

7.2 Normaler Gebrauch

7.2.1 Dauerladen mit niedrigem Strom

- a) Anforderung
Dauerladen mit niedrigem Strom darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Vollgeladene Zellen sind 28 Tage einem Ladevorgang zu unterziehen, der vom Hersteller festzulegen ist.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

7.2.2 Schwingung

a) Anforderung

Während des Transports auftretende Schwingungen dürfen keine Undichtheit, keinen Brand oder Explosion hervorrufen.

b) Prüfung

Vollgeladene Zellen oder Batterien werden unter den folgenden Prüfbedingungen und in der Reihenfolge nach Tabelle 3 schwingungsgeprüft. Die Zellen oder Batterien werden einer einfachen Sinusschwingung mit einer Amplitude von 0,76 mm und einer größten Gesamtauslenkung von 1,52 mm ausgesetzt. Die Frequenzen werden im Bereich von 10 Hz bis 55 Hz mit einer Geschwindigkeit von 1 Hz/min durchfahren. Der gesamte Frequenzbereich (10 Hz bis 55 Hz) und die Umkehrung (55 Hz bis 10 Hz) wird in (90 ± 5) min in jeder Montageposition (Schwingungsrichtung) durchlaufen. Die Schwingprüfung wird in jeder der drei senkrecht aufeinander stehenden Achsen in der nachfolgend aufgeführten Reihenfolge durchgeführt.

Schritt 1: Feststellen, dass die gemessene Spannung typisch für das geladene Produkt ist, welches geprüft werden soll.

Schritte 2-4: Durchführung der Schwingprüfungen mit den in Tabelle 3 festgelegten Werten.

Schritt 5: Ruhezeit für die Zelle von 1 h, anschließend Sichtprüfung.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion und keine Undichtheit.

Tabelle 3 – Bedingungen für die Schwingprüfung

Prüfschritt	Lagerungszeit h	Schwingzeit min	Sichtprüfung
1	–	–	Vor der Prüfung
2	–	90 ± 5	–
3	–	90 ± 5	–
4	–	90 ± 5	–
5	1	–	Nach der Prüfung

7.2.3 Beanspruchung von Spritzgussgehäusen bei hohen Temperaturen

a) Anforderung

Wenn Batterien hohen Temperaturen ausgesetzt werden, dürfen interne Bauteile von Batterien nicht freigelegt werden.

b) Prüfung

Die vollgeladenen Batterien sind einer mäßig hohen Temperatur auszusetzen, um den einwandfreien Zustand des Gehäuses zu beurteilen. Die Batterien werden in einem Wärmeschränk mit Luftumwälzung bei einer Temperatur von (70 ± 2) °C gelagert. Die Batterien verbleiben 7 h im Wärmeschränk. Danach werden sie entnommen und ruhen gelassen, um bis auf Raumtemperatur abzukühlen.

c) Annahmekriterium

Keine physikalische Verformung des Batteriegehäuses, die ein Freilegen von internen Bauteilen verursacht.

7.2.4 Zyklische Temperaturwechsel

a) Anforderung

Die wiederholte Einwirkung hoher und tiefer Temperaturen darf weder Brand noch Explosion hervorrufen.

b) Prüfung nach dem folgenden Verfahren und dem Profil gemäß Bild 1

E DIN IEC 62133 (VDE 0510-8):2008-09

Die vollgeladenen Zellen oder Batterien werden in einer belüfteten Klimakammer Temperaturwechseln (-20 °C , $+75\text{ °C}$) nach folgendem Verfahren unterworfen.

- Schritt 1: Die Zellen oder Batterien werden einer Umgebungstemperatur von $(75 \pm 2)\text{ °C}$ für 4 h ausgesetzt.
- Schritt 2: Ändern der Umgebungstemperatur auf $(20 \pm 5)\text{ °C}$ innerhalb von 30 min und Konstanthalten der Temperatur für mindestens 2 h.
- Schritt 3: Ändern der Umgebungstemperatur auf $(-20 \pm 2)\text{ °C}$ innerhalb von 30 min und Konstanthalten der Temperatur für mindestens 4 h.
- Schritt 4: Ändern der Umgebungstemperatur auf $(20 \pm 5)\text{ °C}$ innerhalb von 30 min und Konstanthalten der Temperatur für mindestens 2 h.
- Schritt 5: Wiederholung der Schritte 1 bis 4 für weitere 4 Zyklen.
- Schritt 6: Nach dem 5. Zyklus sind die Prüflinge 7 Tage zu lagern, bevor sie untersucht werden.

ANMERKUNG Diese Prüfung kann in einer einzelnen Klimakammer, deren Temperatur geändert wird, oder in drei einzelnen Klimakammern bei drei unterschiedlichen Prüftemperaturen durchgeführt werden.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion und keine Undichtheit.

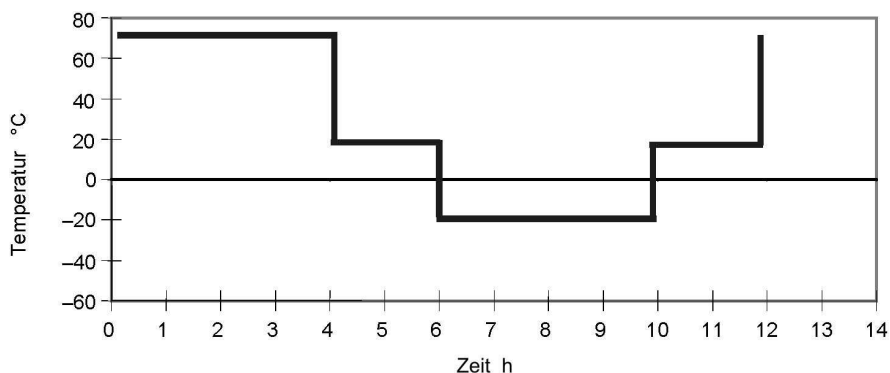


Bild 1 – Temperaturprofil für 7.2.4 – Temperaturwechselprüfung (ein Zyklus)

7.3 Geringfügige, vorhersehbare Fehlbeanspruchung

7.3.1 Falscher Einbau einer Zelle

a) Anforderung

Der falsche Einbau einer Einzelzelle in einer mehrzelligen Batterie darf weder Brand noch Explosion verursachen.

b) Prüfung

Die vollgeladenen Zellen werden unter Bedingungen beurteilt, bei denen eine der Zellen falsch eingebaut ist. Vier vollgeladene Einzelzellen der gleichen Marke, derselben Bauart, derselben Größe und desselben Alters werden so in Reihe geschaltet, dass eine der vier Zellen falsch gepolt ist. Die sich ergebende Baugruppe wird so lange über einen Widerstand von $1\ \Omega$ verbunden, bis entweder das Druckventil öffnet oder bis die Temperatur der falsch gepolten Zelle wieder Raumtemperatur angenommen hat. Als Alternative kann eine stabilisierte Gleichstromversorgung verwendet werden, um die Bedingungen nachzuahmen, denen die falsch gepolte Zelle ausgesetzt ist.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion.

7.3.2 Äußerer Kurzschluss

- a) Anforderung
Ein Kurzschluss zwischen dem positiven und negativen Anschlusspol darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Zwei Sätze vollgeladener Zellen oder Batterien sind bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ bzw. von $(55 \pm 5) ^\circ\text{C}$ zu lagern. Jede Zelle oder Batterie wird dann kurzgeschlossen, indem der positive und negative Anschlusspol mit einem äußeren Widerstand von kleiner oder gleich $(80 \pm 20) \text{ m}\Omega$ verbunden wird. Die Prüflinge verbleiben in der Prüfung für 24 h oder bis die Gehäusetemperatur um 20 % des maximalen Temperaturanstiegs abgefallen ist, je nachdem, welcher Wert eher eintritt.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

7.3.3 Freier Fall

- a) Anforderung
Das Herunterfallen einer Zelle oder Batterie (z. B. von einer Werkbank) darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede vollgeladene Zelle oder Batterie wird drei Mal aus einer Höhe von 1 m auf einen Betonboden fallen gelassen. Die Zellen oder Batterien werden so fallen gelassen, dass sie in beliebiger Lage auftreffen.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

7.3.4 Mechanischer Stoß (Bruchgefahr)

- a) Anforderung
Stöße, die bei der Handhabung oder dem Transport auftreten, dürfen keinen Brand, keine Explosion oder Undichtheit verursachen.
- b) Prüfung
Die vollgeladene Zelle oder Batterie wird mit einer stabilen Vorrichtung, die alle Befestigungsflächen der Zelle oder Batterie stützt, auf der Prüfeinrichtung befestigt. Die Zelle oder Batterie wird insgesamt drei Stößen mit gleicher Stärke ausgesetzt. Die Stöße werden in Richtung der drei zueinander senkrechten Achsen ausgeübt. Mindestens ein Stoß muss senkrecht zu einer Stirnfläche ausgeübt werden.
Bei jedem Stoß muss die Zelle oder die Batterie so beschleunigt werden, dass während der ersten 3 ms die Mindestbeschleunigung $75 g_n$ beträgt. Die Spitzenbeschleunigung muss zwischen $125 g_n$ und $175 g_n$ liegen. Die Zellen oder Batterien sind bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ zu prüfen.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion und keine Undichtheit.

7.3.5 Thermische Fehlbehandlung

- a) Anforderung
Eine extrem hohe Temperatur darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede vollgeladene Zelle, die bei Raumtemperatur stabilisiert wurde, wird in einen Wärmeschrank mit Schwerkraft- oder Zwangs-Luftumwälzung gestellt. Die Temperatur des Wärmeschrankes wird mit einem Temperaturanstieg von $(5 \pm 2) ^\circ\text{C}/\text{min}$ auf $(130 \pm 2) ^\circ\text{C}$ erhöht. Der Prüfling bleibt 10 min bei dieser Temperatur im Wärmeschrank. Danach ist die Prüfung beendet.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

7.3.6 Quetschen der Zellen

a) Anforderung

Durch starke Quetschung einer Zelle (z. B. bei Entsorgung in einem Abfallverdichtungsgerät) darf weder Brand noch Explosion entstehen.

b) Prüfung

Jede vollgeladene Zelle wird zwischen zwei ebenen Flächen gequetscht. Die Kraft beim Quetschen mit einer hydraulischen Presse muss (13 ± 1) kN betragen. Das Quetschen ist so durchzuführen, dass das nachteiligste Ergebnis erzielt wird. Sobald die höchste Kraft ausgeübt oder ein plötzlicher Spannungsfall von einem Drittel der ursprünglichen Spannung erzielt worden ist, wird die Kraftausübung beendet.

Eine zylindrische oder prismatische Zelle wird mit ihrer Längsachse parallel zu den ebenen Flächen des Quetschgeräts gequetscht. Um sowohl die breite als auch die schmale Seite der prismatischen Zellen zu prüfen, wird ein zweiter Satz Zellen geprüft, die im Vergleich zum ersten Satz um 90° um ihre Längsachsen gedreht werden.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion.

7.3.7 Unterdruck

a) Anforderung

Unterdruck (z. B. beim Transport in einem Flugzeugladeraum) darf weder Brand noch Explosion verursachen.

b) Prüfung

Alle vollgeladenen Zellen oder Batterien werden bei einer Umgebungstemperatur von (20 ± 5) °C in eine Vakuumkammer gestellt. Sobald die Kammer verschlossen worden ist, wird der Innendruck allmählich auf 11,6 kPa oder weniger abgesenkt (dies simuliert eine Höhe von 15 240 m) und 6 h auf diesem Wert gehalten.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion, keine Undichtheit.

7.3.8 Überladen

a) Anforderung

Ein Laden über längere Zeit und bei höherem Ladestrom als vom Hersteller angegeben darf weder einen Brand und noch eine Explosion hervorrufen.

b) Prüfung

Eine entladene Zelle oder Batterie wird in einem Schnellladevorgang mit dem 2,5fachen des empfohlenen Ladestroms für eine gewisse Zeit geladen, die eine Ladestrommenge von 250 % ergibt (250 % der Bemessungskapazität).

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion.

7.3.9 Tiefentladung

a) Anforderung

Eine Zelle in einer mehrzelligen Anordnung muss einer Falschpolung standhalten, ohne einen Brand oder eine Explosion zu verursachen.

b) Prüfung

Eine entladene Zelle ist einer Umpol-Ladung mit einem Strom von $1 I_t$ A über 90 min zu unterziehen.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion.

8 Besondere Anforderungen und Prüfungen für Lithium-Systeme

8.1 Ladeverfahren zur Durchführung der Prüfung

8.1.1 Verfahren Nr. 1

(Dieses Ladeverfahren gilt für alle Abschnitte, ausgenommen 8.1.2)

Falls in dieser Norm nicht anders angegeben, ist das vom Hersteller angegebene Ladeverfahren zur Durchführung der Prüfungen bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ anzuwenden.

Vor dem Laden ist die Batterie bei $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ mit einem konstanten Strom von $0,2 I_t$ A auf eine festgelegte Entladeschlussspannung zu entladen.

8.1.2 Verfahren Nr. 2

(Dieses Ladeverfahren gilt nur für die Abschnitte 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.6, 8.3.8 und 8.3.13)

Nachdem die Batterie für 1 h bis 4 h konstant gehalten wurde, werden die Zellen mit jeweils der höchsten und niedrigsten Prüftemperatur als Umgebungstemperatur sowohl mit der höchstzulässigen Ladespannung als auch mit dem höchsten Strom geladen, bis der Ladestrom, bei Verwendung der Ladesteuerung mit Konstantspannung, auf $0,05 I_t$ A gesunken ist.

Die Prüfung von Batterien auf äußeren Kurzschluss wird mit jeweils der höchsten und niedrigsten Prüftemperatur als Umgebungstemperatur, wie in Tabelle 4 angegeben, durchgeführt.

Die Freifallprüfung wird bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchgeführt, wobei Batterien benutzt werden, die sich im vollen Ladezustand befinden, der vom Batteriehersteller oder vom Hersteller der tragbaren elektronischen Geräte angegeben ist.

Tabelle 4 – Bedingungen für das Ladeverfahren

Höchstzulässige Ladespannung	Höchster Ladestrom	Prüftemperatur Oberer Grenzwert	Prüftemperatur Unterer Grenzwert
4,25 V	vom Zellenhersteller vorgegeben	45 °C	10 °C

ANMERKUNG 1 Liegt die Ladespannung über der höchstzulässigen, ist die Zelle mit dieser höheren Ladespannung bei höchstzulässiger Ladetemperatur plus $5 ^\circ\text{C}$ und bei unterem Grenzwert der Ladetemperatur minus $5 ^\circ\text{C}$ zu prüfen, muss die Kriterien nach 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.6, 8.3.8 und 8.3.13 erfüllen und die theoretischen Voraussetzungen besitzen, die die Sicherheit der Zelle gewährleisten.

ANMERKUNG 2 Bei Änderung des oberen oder unteren Grenzwertes der Ladetemperatur ist die Zelle mit der geänderten höchstzulässigen Ladetemperatur plus $5 ^\circ\text{C}$ und mit dem geänderten unteren Grenzwert der Ladetemperatur minus $5 ^\circ\text{C}$ zu prüfen, muss die Kriterien nach 8.3.1, 8.3.2, 8.3.4, 8.3.6, 8.3.8 und 8.3.13 erfüllen und die theoretischen Voraussetzungen besitzen, die die Sicherheit der Zelle gewährleisten.

WARNHINWEIS: Diese Prüfungen enthalten Verfahren, die Schäden verursachen können, wenn keine ausreichenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Die Prüfungen sollten daher nur von ausgebildeten und erfahrenen Technikern durchgeführt werden, die die geeigneten Schutzmaßnahmen einhalten.

8.2 Normaler Gebrauch

8.2.1 Dauerladen mit niedrigem Strom

- a) Anforderung
Dauerladen mit niedrigem Strom darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Vollgeladene Zellen sind 28 Tage einem Ladevorgang zu unterziehen, der vom Hersteller festzulegen ist.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion, keine Undichtheit.

8.2.2 Beanspruchung von Spritzgussgehäusen bei hoher Umgebungstemperatur

- a) Anforderung
Wenn Batterien hohen Temperaturen ausgesetzt werden, dürfen interne Bauteile von Batterien nicht freigelegt werden.
- b) Prüfung
Die vollgeladenen Batterien sind einer mäßig hohen Temperatur auszusetzen, um den einwandfreien Zustand des Gehäuses zu beurteilen. Die Batterien werden in einem Wärmeschränk mit Luftumwälzung bei einer Temperatur von $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ gelagert. Die Batterien verbleiben 7 h im Wärmeschränk. Danach werden sie entnommen und ruhen gelassen, um bis auf Raumtemperatur abzukühlen.
- c) Annahmekriterium
Keine physikalische Verformung des Batteriegehäuses, die ein Freilegen von internen Bauteilen verursacht.

8.3 Geringfügige, vorhersehbare Fehlbeanspruchung

8.3.1 Äußerer Kurzschluss: Zelle

- a) Anforderung
Ein Kurzschluss zwischen dem positiven und negativen Anschlusspol der Zelle darf bei Umgebungstemperatur weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede Zelle wird nach dem Verfahren Nr. 2 (8.1.2) vollgeladen. Die Zelle wird dann kurzgeschlossen, indem der positive und negative Anschlusspol mit einem äußeren Widerstand von $(80 \pm 20) \text{ m}\Omega$ verbunden wird. Die Zelle verbleibt in der Prüfung für 24 h oder bis die Oberflächentemperatur um 20 % des maximalen Temperaturanstiegs abgefallen ist, je nachdem, welcher Wert eher eintritt.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.2 Äußerer Kurzschluss: Batterie

- a) Anforderung
Ein Kurzschluss zwischen dem positiven und negativen Anschlusspol des Batterieblocks darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede nach Verfahren Nr. 2 (8.1.2) vollgeladene Batterie wird in einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ beziehungsweise $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$ gelagert. Der Batterieblock wird dann kurzgeschlossen, indem der positive und negative Anschlusspol mit einem äußeren Widerstand von $(80 \pm 20) \text{ m}\Omega$ verbunden wird. Der Batterieblock verbleibt in der Prüfung für 24 h oder bis die Gehäusetemperatur des Batterieblocks um 20 % des maximalen Temperaturanstiegs abgefallen ist, je nachdem, welcher Wert eher eintritt. Jedoch bei einem schnellen Abfall des Kurzschlussstromes sollte der Batterieblock für eine weitere

Stunde in der Prüfung verbleiben, nachdem der Strom den Fußpunkt des stationären Zustandes erreicht hat.

- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.3 Freier Fall

- a) Anforderung
Das Herunterfallen einer Zelle oder Batterie (z. B. von einer Werkbank) darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede nach Verfahren Nr. 2 (8.1.1) vollgeladene Zelle oder Batterie wird drei Mal aus einer Höhe von 1 m auf einen Betonboden fallen gelassen. Die Zellen oder Batterien werden so fallen gelassen, dass sie in beliebiger Lage auftreffen.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.4 Freier Fall eines Grundgerätes mit Batterie

- a) Anforderung
Jede nach Verfahren Nr. 2 (8.1.2) vollgeladene Batterie wird, im Grundgerät verbleibend, fallen gelassen oder angestoßen. An den inneren Zellen darf keine Veränderung sichtbar sein, die zu einem inneren oder äußeren Kurzschluss führen kann.
- b) Prüfung
Ein Grundgerät mit Batterie wird einmal aus einer Höhe von $(1\,000 \pm 10)$ mm auf eine Eisenplatte oder einen Betonboden fallen gelassen. Es sind drei Sätze vollgeladener Batterien zu prüfen. Für das Herabfallen ist die Richtung zu wählen, bei der der freie Fall vermutlich die größte Auswirkung auf die Sicherheit der Batterie hat. Anstelle des Fallenlassens eines Grundgerätes kann zu dessen Simulation ein dem freien Fall äquivalenter Stoß ausgeführt werden.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion, kein übermäßiger Temperaturanstieg und kein Spannungsabfall um mehr als 50 mV.

8.3.5 Thermische Fehlbehandlung: Prüfung Nr. 1

- a) Anforderung
Eine extrem hohe Temperatur darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede nach Verfahren Nr. 1 (8.1.1) vollgeladene Zelle, die bei Raumtemperatur stabilisiert wurde, wird in einen Wärmeschrank mit Schwerkraft- oder Zwangs-Luftumwälzung gestellt. Die Temperatur des Wärmeschrankes wird mit einem Temperaturanstieg von (5 ± 2) °C/min auf (130 ± 2) °C erhöht. Der Prüfling bleibt 10 min bei dieser Temperatur im Wärmeschrank. Danach ist die Prüfung beendet.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.6 Thermische Fehlbehandlung: Prüfung Nr. 2

- a) Anforderung
Eine extrem hohe Temperatur darf weder Brand noch Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede nach Verfahren Nr. 2 (8.1.2) vollgeladene Zelle wird in einen Wärmeschrank mit Schwerkraft oder Zwangs-Luftumwälzung gestellt. Die Temperatur des Wärmeschrankes wird mit einem Temperaturan-

E DIN IEC 62133 (VDE 0510-8):2008-09

stieg von $(5 \pm 2) ^\circ\text{C}/\text{min}$ auf $(130 \pm 2) ^\circ\text{C}$ erhöht. Der Prüfling bleibt 10 min bei dieser Temperatur im Wärmeschränk. Danach ist die Prüfung beendet.

- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.7 Quetschen der Zellen – Prüfung Nr. 1

- a) Anforderung
Durch starke Quetschung einer Zelle (z. B. bei Entsorgung in einem Abfallverdichtungsgerät) darf weder Brand noch Explosion entstehen.
- b) Prüfung
Jede nach Verfahren Nr. 1 (8.1.1) vollgeladene Zelle wird zwischen zwei ebenen Flächen gequetscht. Die Kraft beim Quetschen mit einer hydraulischen Presse muss (13 ± 1) kN betragen. Das Quetschen ist so durchzuführen, dass das nachteiligste Ergebnis erzielt wird. Sobald die höchste Kraft ausgeübt oder ein plötzlicher Spannungsabfall von einem Drittel der ursprünglichen Spannung erzielt worden ist, wird die Kraftausübung beendet.

Eine zylindrische oder prismatische Zelle wird mit ihrer Längsachse parallel zu den ebenen Flächen des Quetschgeräts gequetscht. Es ist nur die breite Seite der prismatischen Zellen zu prüfen.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.8 Quetschen der Zellen – Prüfung Nr. 2

- a) Anforderung
Durch starke Quetschung einer Zelle darf weder Brand noch Explosion entstehen.
- b) Prüfung
Jede nach Verfahren Nr. 2 (8.1.2) vollgeladene Zelle wird sofort übergeben und bei Umgebungstemperatur zwischen zwei ebenen Flächen gequetscht. Die Kraft beim Quetschen mit einer hydraulischen Presse muss (13 ± 1) kN betragen. Das Quetschen ist so durchzuführen, dass das nachteiligste Ergebnis erzielt wird. Sobald die höchste Kraft ausgeübt oder ein plötzlicher Spannungsabfall von einem Drittel der ursprünglichen Spannung erzielt worden ist, wird die Kraftausübung beendet.

Eine zylindrische oder prismatische Zelle wird mit ihrer Längsachse parallel zu den ebenen Flächen des Quetschgeräts gequetscht.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.9 Überladen bei Lithium-Zellen

- a) Anforderung
Das Laden über längere Zeit als vom Hersteller angegeben darf weder einen Brand noch eine Explosion verursachen.
- b) Prüfung
Jede zu prüfende Zelle ist bei einem konstanten Strom von $0,2 I_t$ A bis zu einer vom Hersteller festgelegten Endladeschlussspannung zu entladen. Anschließend ist die Zelle mit einer konstanten höchstzulässigen Ausgangsspannung und einer Strombegrenzung auf das dreifache des vom Hersteller festgelegten höchstzulässigen Ladestroms zu laden. Der Ladevorgang muss 7 h andauern oder solange, bis der vom Hersteller festgelegte Ladeschlusszustand erreicht ist, je nachdem, welcher Wert höher ist.
- c) Annahmekriterium
Kein Brand, keine Explosion.

8.3.10 Schutz der Batterie vor Überladen

a) Anforderung

Das Laden über einen längeren Zeitraum als vom Hersteller vorgegeben darf weder einen Brand oder eine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Die Prüfung muss bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durchgeführt werden. Die zu prüfenden Batterien sind bei einem Konstantstrom von $2 I_t$ A (d. h., das Zehnfache des Bezugsprüfstroms von $0,2 I_t$ A) zu laden, wobei eine Netzspannung benutzt wird, die ausreicht, diesen Strom von $2 I_t$ A für die Dauer der Prüfung konstant zu halten. An jeder Prüfbatterie ist ein Thermoelement anzubringen. Bei Batterieblöcken ist die Temperatur auf dem Gehäuse des Batterieblocks zu messen. Die Prüfung ist fortzusetzen, bis die Temperatur des Außengehäuses den stationären Zustand erreicht hat oder wieder der Umgebungstemperatur entspricht.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion.

8.3.11 Tiefentladung

a) Anforderung

Eine Zelle in einer mehrzelligen Anordnung muss einer Falschpolung standhalten, ohne einen Brand oder eine Explosion zu verursachen.

b) Prüfung

Eine entladene Zelle ist einer Umpol-Ladung mit einem Strom von $1 I_t$ A über 90 min zu unterziehen.

c) Annahmekriterium

Kein Brand, keine Explosion.

8.3.12 Prüfungen des Transports

8.3.12.1 Übersicht der Folgeprüfungen

Die Prüfungen sind mit der in Tabelle 5 angegebenen Anzahl von Zellen und Batterien durchzuführen.

Tabelle 5 – Anzahl der Proben für die Prüfung

Zellen	Batterien
10 (Volladezustand)	4 (Erreichen des Volladezustands nach 50 Zyklen)

Tabelle 6 enthält eine Übersicht über die Prüfungen und Anforderungen für Folgeprüfungen. Die Transportprüfungen T-1 bis T-5 sind nacheinander an derselben Zelle oder Batterie durchzuführen.

Tabelle 6 – Folgeprüfungen und Anforderungen

Prüfungsnummer	Bezeichnung	Annahmekriterium
Transportprüfungen T-1	Höhe	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
T-2	Temperaturwechselbeanspruchung	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
T-3	Schwingung	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
T-4	Stoß	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
T-5	Äußerer Kurzschluss	NT, NR, NE, NF
Legende NC: kein Kurzschluss NE: keine Explosion NF: kein Brand NL: keine Undichtheit		NM: kein Masseverlust NR kein Bruch NT keine übermäßige Temperaturerhöhung NV: kein Entlüften
Siehe	für eine genaue Beschreibung der Prüfkriterien	

ANMERKUNG Es ist sinnvoll, wenn die Folgeprüfverfahren mit IEC 62281 übereinstimmen.

8.3.12.2 Höhenunterdruck: Prüfung T-1

a) Anforderung

Unterdruck, wie z. B. beim Transport in einem Flugzeugladeraum, darf weder Brand noch Explosion verursachen.

b) Prüfung

Die vollgeladenen Zellen oder Batterien werden bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ in eine Vakuumkammer gestellt. Sobald die Kammer verschlossen worden ist, wird der Innendruck allmählich auf 11,6 kPa oder weniger abgesenkt (dies simuliert eine Höhe von 15 240 m) und 6 h auf diesem Wert gehalten.

c) Annahmekriterium

Kein Masseverlust, keine Undichtheit, kein Entlüften, kein Kurzschluss, kein Bruch, keine Explosion und kein Brand.

8.3.12.3 Temperaturwechselbeanspruchung: Prüfung T-2

a) Anforderung

Mit dieser Prüfung werden die Dichtheit der Zellen und Batterien sowie die inneren elektrischen Verbindungen beurteilt. Die Prüfung wird mit zyklischem Wechseln der Temperatur durchgeführt.

Wiederholte Beanspruchung mit hohen und niedrigen Temperaturen darf keinen Brand oder keine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Die Prü fzellen und -batterien sind mindestens 6 h bei einer Prüftemperatur von $75 ^\circ\text{C}$, anschließend mindestens 6 h bei einer Prüftemperatur von $-40 ^\circ\text{C}$ zu lagern. Die Zeitdauer des Temperaturwechsels darf nicht mehr als 30 min betragen. Diesem Vorgang muss jede Prü fzelle und -batterie 10-mal unterzogen werden. Danach folgt eine Lagerung bei Umgebungstemperatur für mindestens 24 h.

Die Prüfung ist mit den Prü fzellen und -batterien durchzuführen, die bereits der Höhenprüfung T-1 ausgesetzt waren.

c) Annahmekriterium

Kein Masseverlust, keine Undichtheit, kein Entlüften, kein Kurzschluss, kein Bruch, keine Explosion und kein Brand.

8.3.12.4 Schwingen: Prüfung T-3

a) Anforderung

Mit dieser Prüfung werden die Schwingungen während des Transportes in einem Verkehrsflugzeug simuliert. Die Prüfbedingung beruht auf dem von der ICAO¹⁾ angegebenen Schwingungsbereich.

Die während des Transports auftretenden Schwingungen dürfen keine Undichtheit, keinen Brand und keine Explosion verursachen.

b) Prüfung

Die Prü fzellen und -batterien müssen sicher auf der Aufnahme fläche der Schwingprü fmaschine befestigt sein, ohne dass sie dabei so verformt werden, dass die Schwingung eins zu eins übertragen wird. Die Prü fzellen und -batterien sind den sinusfö rmigen Schwingungen nach Tabelle 7 auszusetzen. Dieser Zyklus ist 12-mal für insgesamt 3 h für jede der dreisenkrechten aufeinander stehenden Befestigungs-lagen zu wiederholen. Eine der Richtungen muss senkrecht zur Anschlussfläche weisen.

Die Prüfung ist mit den Prü fzellen und -batterien durchzuführen, die bereits der Temperaturwechselbean-spruchungsprüfung T-2 ausgesetzt waren.

Tabelle 7 – Schwingungsverlauf (sinusfö rmig)

Frequenzbereich		Amplituden	Dauer des logarithmischen Frequenzzyklusses (7 Hz – 200 Hz – 7 Hz)	Achse	Anzahl der Zyklen
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	$f_4 = 200 \text{ Hz}$	$a_2 = 8 \text{ g}_n$		Z	12
Und zurück zu $f_1 = 7 \text{ Hz}$				Gesamt	36

ANMERKUNG Die Schwingungsamplitude ist der höchste Absolutwert der Verschiebung oder Beschleunigung. Eine Verschiebungsamplitude von 0,8 mm entspricht zum Beispiel einer Schwingungsbreite von 1,6 mm.

Legende:

f_1, f_4 untere und obere Frequenz

f_2, f_3 Übergangsfrequenzen ($f_2 = 17,62 \text{ Hz}$, $f_3 = 49,84 \text{ Hz}$)

a_1, a_2 Beschleunigungsamplitude

s Verschiebungsamplitude

c) Annahmekriterium

Während dieser Prüfung darf kein Masseverlust, keine Undichtheit, kein Entlüften, kein Kurzschluss, kein Bruch, keine Explosion und kein Brand auftreten.

8.3.12.5 Stoß: Prüfung T-4

a) Anforderung

Mit dieser Prüfung wird grober Umgang während des Transports simuliert.

Durch während der Handhabung oder des Transports auftretende Stöße dürfen weder Undichtheit, Brand oder Explosion hervorgerufen werden.

b) Prüfverfahren

Prü fzellen und -batterien müssen an der Prü fmaschine sicher mittels starrer Halterung befestigt werden, mit der sämtliche Montageflächen jeder Prü fzelle oder -batterie abgestützt werden sollen. Jede Prü fzelle oder -batterie muss in jede Richtung von drei beiderseits senkrechten Befestigungsstellen der Zelle oder

¹⁾ Siehe Literaturhinweise.

Batterie 3 Stößen, insgesamt 18 Stößen, ausgesetzt werden. Für jeden Stoß gelten die in Tabelle 8 angegebenen Kennwerte.

Tabelle 8 – Stoß-Kennwerte

Wellenform	Größte Beschleunigung	Impulsdauer	Anzahl der Stöße je Halbachse
Halbsinus	150 g_n	6 ms	3

Die Prüfung ist mit den Prü fzellen und -batterien durchzuführen, die bereits der Schwingprüfung T3 unterzogen wurden.

c) Annahmekriterium

Während dieser Prüfung darf kein Masseverlust, keine Undichtheit, kein Entlüften, kein Kurzschluss, kein Bruch, keine Explosion und kein Brand auftreten.

8.3.12.6 Äußerer Kurzschluss: Prüfung T-5

a) Anforderung

Bei dieser Prüfung werden Bedingungen simuliert, die zu einem äußeren Kurzschluss führen.

Das Kurzschließen der positiven und negativen Anschlusspole darf weder Brand noch Explosion auslösen.

b) Prüfverfahren

Die Prü fzelle oder -batterie ist bei einer Außentemperatur des Gehäuses von 55 °C zu stabilisieren und dann mit einem äußeren Gesamt Widerstand unter 0,1 Ω bei 55 °C in einen Kurzschlusszustand zu versetzen. Dieser Kurzschlusszustand ist, nachdem die Außentemperatur des Zellen- oder Batteriegehäuses auf 55 °C zurückgegangen ist, mindestens 1 h beizubehalten.

Der Prüfling ist weitere 6 h zu beobachten.

Die Prüfung ist mit den Prüflingen durchzuführen, die schon der Stoßprüfung: T4 unterzogen wurden.

c) Annahmekriterium

Während dieser Prüfung und in den 6 h der Beobachtung darf keine unzulässige Erwärmung, kein Bruch, keine Explosion und kein Brand auftreten.

8.3.13 Bewertung der Ausführung – Tiefenprüfung des inneren Kurzschlusses

a) Anforderung

Bei der Tiefenprüfung des inneren Kurzschlusses für runde und prismatische Zellen darf kein Brand entstehen. Für Polymerzellen ist diese Prüfung nicht erforderlich.

b) Prüfung

Die Tiefenprüfung des inneren Kurzschlusses wird bei Umgebungstemperaturen von +10 °C und +45 °C mit folgendem Verfahren durchgeführt.

b.1) Anzahl der Prüflinge

Diese Prüfung ist an wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Sekundärzellen durchzuführen, wobei ein innerer Kurzschluss an 5 Prüflingen erzielt werden muss. Wird bei einem festgelegten Höchstdruck kein Kurzschluss festgestellt, ist die Prüfung auf insgesamt 10 Prüflinge zu erweitern.

b.2) Ladevorgang

b.2.1) Konditionierungsaufladung und -entladung

Der Prüfling ist auf Empfehlung des Herstellers bei (20 ± 5) °C aufzuladen. Anschließend ist der Prüfling bei (20 ± 5) °C und einem Konstantstrom von 0,2 I_t A bis auf die vom Hersteller festgelegte Entladeschlussspannung zu entladen.

b.2.2) Lagerung

Die Prü fzelle muss bei einer Umgebungstemperatur, wie in Tabelle 9 angegeben, 1 h bis 4 h gelagert werden.

b.2.3) Umgebungstemperatur

Tabelle 9 – Umgebungstemperatur für die Zellenprüfung ^a

Prüfungsnummer	Prüfung bei geringster Prüftemperatur	Prüfung bei höchster Prüftemperatur
b.2.2	$(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$	$(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$
b.2.4	$(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$	$(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$
b.4.1.1	5 °C	50 °C
b.4.2.1	$(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$	$(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$
^a ANMERKUNG Die Prüfung wird unter den Bedingungen nach Tabelle 4 durchgeführt		

b.2.4) Ladevorgang für die Tiefenprüfung des inneren Kurzschlusses

Die Prüfzelle ist bei einer Umgebungstemperatur nach Tabelle 9, mit dem oberen Grenzwert der Ladespannung bei dem vom Hersteller festgelegten Konstantstrom aufzuladen, und der Ladevorgang ist mit Konstantspannung fortzuführen, bis der obere Grenzwert des Ladestroms auf $0,05 I_t$ A abfällt.

b.3) Verfahren zum Einbringen von Nickelteilchen zur Erzeugung eines Kurzschlusses

Das Einbringen wird bei $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ und bei $-25 ^\circ\text{C}$ unter dem Taupunkt vorgenommen.

b.3.1) Zerlegen der vollgeladenen Zelle

Von der vollgeladenen Zelle ist der Wickelkern (montierte Elektrode/Trennelement, Rolle und Spule) zu entfernen.

b.3.2) Form der Nickelteilchen

Die Form der Nickelteilchen muss der in Bild 2 entsprechen.

Maße: Höhe: 0,2 mm; Dicke: 0,1 mm; L-Form (90°-Winkel): 1,0 mm für jeden Schenkel. Werkstoff: über 99 % (Massenanteil) reines Nickel.

Einheit: mm

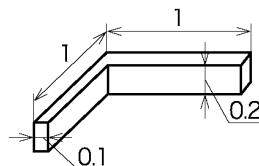


Bild 2 – Form der Nickelteilchen

b.3.3) Einbringen der Nickelteilchen in die Rundzelle

b.3.3.1) Einbringen der Nickelteilchen in den Wickelkern

(A) Einbringen der Nickelteilchen zwischen positiv (aktive Masse) beschichteter Fläche und negativ (aktive Masse) beschichteter Fläche der Rundzelle.

(1) Besteht die Außenwicklung des positiven Trägers aus Aluminiumfolie, ist die Folie für die Prüfung des Kurzschlusses zwischen den aktiven Massen an der Trennlinie zwischen Aluminiumfolie und aktive Masse aufzuschneiden.

(2) Die Nickelteilchen sind zwischen aktiver positiver Masse und Trennelement einzubringen. Das Ausrichten der Nickelteilchen ist in Bild 3 darzustellen. Die Nickelteilchen sind 20 mm von der Schnittkante der Aluminiumfolie einzubringen. Der Eckpunkt des L-Profiles zeigt in Richtung der Wicklung.