

	DIN EN IEC 62660-3 (VDE 0510-49)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.220.20; 43.120

Einsprüche bis 2021-09-16

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62660-3
(VDE 0510-49):2017-05

**Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von
 Elektrostraßenfahrzeugen –
 Teil 3: Sicherheitsanforderungen
 (IEC 21/1082/CDV:2021);
 Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 62660-3:2021**

Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles –
 Part 3: Safety requirements
 (IEC 21/1082/CDV:2021);
 German and English version prEN IEC 62660-3:2021

Éléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques –
 Partie 3: Exigences de sécurité
 (IEC 21/1082/CDV:2021);
 Version allemande et anglaise prEN IEC 62660-3:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-07-16 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 von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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 52 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 62660-3:2021-02 „Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen – Teil 3: Sicherheitsanforderungen“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 21/1082/CDV:2021-02 „Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles – Part 3: Safety requirements“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 62660-3:2021-02 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 IEC/TC 21 „Secondary cells and batteries“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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

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

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist 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 62660-3 (VDE 0510-49):2017-05** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Das neue Verfahren für die innere Kurzschlussprüfung wurde in 6.4.4.2.2 und Anhang C als alternative Option zu der Prüfung in 6.4.4.2.1 hinzugefügt.
- b) Die Schwingungsprüfung wurde gestrichen.
- c) Die Prüfbedingungen für die Überladung (6.4.2.2) wurden teilweise überarbeitet.

Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen – Teil 3: Sicherheitsanforderungen

Inhalt

Seite

1	Anwendungsbereich.....	6
2	Normative Verweisungen.....	6
3	Begriffe.....	6
4	Prüfbedingungen.....	8
4.1	Allgemeines.....	8
4.2	Messgeräte.....	9
4.2.1	Messbereich der Messeinrichtungen.....	9
4.2.2	Spannungsmessung.....	9
4.2.3	Strommessung.....	9
4.2.4	Temperaturmessungen.....	9
4.2.5	Weitere Messungen.....	10
4.3	Grenzabweichungen.....	10
4.4	Thermische Stabilisierung.....	10
5	Elektrische Messung.....	10
5.1	Allgemeine Ladebedingungen.....	10
5.2	Kapazität.....	10
5.3	Einstellung des Ladezustands.....	11
6	Sicherheitsprüfungen.....	11
6.1	Allgemeines.....	11
6.2	Mechanische Prüfungen.....	11
6.2.1	Mechanischer Stoß.....	11
6.2.2	Quetschen.....	12
6.3	Wärmeprüfung.....	13
6.3.1	Beständigkeit bei hohen Temperaturen.....	13
6.3.2	Temperaturwechselbeanspruchung.....	13
6.4	Elektrische Prüfungen.....	13
6.4.1	Äußerer Kurzschluss.....	13
6.4.2	Überladung.....	14
6.4.3	Erzwungene Entladung.....	14
6.4.4	Innere Kurzschlussprüfung.....	15
	Anhang A (informativ) Betriebsbereich von Zellen für den sicheren Gebrauch.....	16
A.1	Allgemeines.....	16
A.2	Ladebedingungen für sicheren Gebrauch.....	16
A.2.1	Allgemeines.....	16
A.2.2	Überlegungen zur Ladespannung.....	16
A.2.3	Überlegungen zur Temperatur.....	17

A.3	Beispiel für den Betriebsbereich.....	17
Anhang B (informativ) Erläuterung der Prüfung mit innerem Kurzschluss.....		19
B.1	Allgemeines Konzept.....	19
B.2	Innerer Kurzschluss durch die Partikelverunreinigung.....	19
Anhang C (normativ) Alternative Prüfung mit innerem Kurzschluss (6.4.4.2.2).....		21
C.1	Allgemeines.....	21
C.2	Vorbereitung der Prüfung und Prüfaufbau.....	21
C.2.1	Vorbereitung der Zelle vor der Prüfung.....	21
C.2.2	Prüfaufbau.....	22
C.2.3	Vorprüfung.....	23
C.3	Prüfverfahren.....	24
C.4	Annahmekriterien.....	25
Literaturhinweise		26

Bilder

Bild 1	– Beispiel für die Temperaturmessung einer Zelle.....	9
Bild 2	– Beispiel für die Quetschprüfung.....	12
Bild A.1	– Beispiel für einen Betriebsbereich für das Laden typischer Lithium-Ionen-Zellen.....	18
Bild A.2	– Beispiel für einen Betriebsbereich für das Entladen typischer Lithium-Ionen-Zellen.....	18
Bild C.1	– Verfahren zur Entfernung eines harten Gehäuses.....	21
Bild C.2	– Beispiel für die Dickenminderung des Gehäuses.....	21
Bild C.3	– Beispiel für das Verfahren zum Entfernen eines harten Gehäuses während der Herstellung der Zelle.....	22
Bild C.4	– Beispiel 1 für Befestigung einer Zelle.....	22
Bild C.5	– Beispiel 2 für Befestigung einer Zelle.....	22
Bild C.6	– Beispiel für plötzlichen Spannungsfall.....	24

Tabellen

Tabelle B.1	– Beispiele für den inneren Kurzschluss einer Zelle.....	19
Tabelle C.1	– Bild des Prüfaufbaus für die Spannungsmessung.....	23

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62660 legt Prüfverfahren und Annahmekriterien für das sichere Betriebsverhalten von Lithium-Ionen-Sekundärzellen und Zellenblöcken fest, die für den Antrieb von Elektrofahrzeugen (EV; en: electric vehicles), einschließlich Batteriefahrzeugen (BEV; en: battery electric vehicles) und Hybridfahrzeugen (HEV; en: hybrid electric vehicles), verwendet werden.

Dieses Dokument dient der Bestimmung der Basissicherheit von in einem Batteriesatz und -system verwendeten Zellen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch und vorhersehbarer Fehlanwendung oder im Störfall während des Normalbetriebs des Elektrofahrzeugs. Die Sicherheitsanforderungen der Zellen in diesem Dokument beruhen auf der Voraussetzung, dass die Zellen in einem Batteriesatz und -system innerhalb der vom Zellenhersteller festgelegten Grenzwerte für Spannung, Stromstärke und Temperatur (Zellenbetriebsbereich) ordnungsgemäß verwendet werden.

Die Bewertung der Sicherheit von Zellen während Beförderung und Lagerung ist nicht Gegenstand dieses Dokuments.

ANMERKUNG 1 Die für Lithium-Ionen-Batteriepakete und -systeme geltenden Anforderungen an das sichere Betriebsverhalten sind in ISO 6469-1 festgelegt. Die Festlegungen und Sicherheitsanforderungen für Lithium-Ionen-Batteriepakete und -systeme von elektrisch angetriebenen Kleinkraftfahrzeugen und Motorfahrzeugen sind in ISO 18243 festgelegt. IEC 62619 behandelt die Sicherheitsanforderungen für die Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien für die industrielle Anwendung, einschließlich z. B. Gabelstapler, Golfwagen und fahrerloses Transportfahrzeug.

ANMERKUNG 2 Angaben zum Betriebsbereich von Zellen sind in [Anhang A](#) enthalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

IEC 62619:20--¹, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications*

IEC 62660-2:2018, *Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles – Part 2: Reliability and abuse testing*

ISO/TR 8713, *Electrically propelled road vehicles – Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/TR 8713 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

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

¹ In Vorbereitung

3.1

Batteriefahrzeug

BEV, en: battery electric vehicle

Elektrofahrzeug, das als Energiequelle für den Fahrzeugantrieb lediglich über eine Traktionsbatterie verfügt

3.2

Zellenblock

eine Gruppe von Zellen, die in Parallelschaltung mit oder ohne Schutzeinrichtungen, z. B. Sicherung oder Kaltleiter (PTC, en: positive temperature coefficient resistor), verbunden sind, jedoch noch ohne letztendliches Gehäuse, Anschlussanordnung und elektronische Steuerungseinrichtung

3.3

zylindrische Zelle

Zelle mit zylindrischer Form, deren Gesamthöhe gleich oder größer als der Durchmesser ist

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-02-39]

3.4

Explosion

Ausfall, der auftritt, wenn sich ein Zellenbehälter gewaltsam öffnet und Hauptbestandteile mit Wucht herausgestoßen werden

3.5

Brand

von einer Zelle oder einem Zellenblock für mehr als 1 s ausgehende Flammen

Anmerkung 1 zum Begriff: Funken und Lichtbogenbildung werden nicht als Flammen angesehen.

3.6

Hybridfahrzeug

HEV, en: hybrid electric vehicle

Fahrzeug, das für den Antrieb sowohl über ein wiederaufladbares Energiespeichersystem als auch über eine auf Kraftstoff beruhende Energiequelle verfügt

3.7

innerer Kurzschluss

unbeabsichtigte elektrische Verbindung zwischen den negativen und den positiven Elektroden in einer Zelle

3.8

Leckage

sichtbarer Austritt flüssigen Elektrolyts aus einem anderen Teil als der Entlüftungsöffnung, z. B. aus Gehäuse, Dichtungsmasse und/oder Anschlüssen der Zelle

3.9

Nennspannung

geeigneter Näherungswert der Spannung zur Bezeichnung oder Identifizierung einer Zelle

[QUELLE: IEC 60052-482:2004, 482-03-31, modifiziert – „einer Batterie oder eines elektrochemischen Systems“ am Ende der Definition wurde gestrichen.]

3.10

Pouch-Zelle

Zelle in Form eines Parallelepipeds mit rechtwinkligen Seitenflächen und mit einem prismatischen Gehäuse aus flexibler Laminatfolie

3.11

prismatische Zelle

Zelle in Form eines Parallelepipeds mit rechtwinkligen Seitenflächen und mit einem harten prismatischen Gehäuse

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-02-38 modifiziert – „bezeichnet eine Zelle oder eine Batterie“ wurde durch „Zelle“ ersetzt, und „und mit einem harten prismatischen Gehäuse“ wurde hinzugefügt.]

3.12

Bemessungskapazität

C_n

vom Zellenhersteller angegebener Kapazitätswert einer Zelle in Amperestunden (Ah), der unter festgelegten Bedingungen ermittelt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: n in C_n ist die Zeitbasis in Stunden (h). In diesem Dokument gilt $n = 3$ für BEV-Anwendung und $n = 1$ für HEV-Anwendung, wenn nicht anders festgelegt.

3.13

Bezugsprüfstrom

I_t

Bezugsprüfstrom in Ampere (A), ausgedrückt als

$$I_t = C_n / 1$$

Anmerkung 1 zum Begriff: 1 hat die Dimension einer Zeit in Stunden (h).

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe IEC 61434:1996 [4], [Abschnitt 2](#).

3.14

Bersten

mechanisches Versagen eines Zellengehäuses aufgrund einer inneren oder äußeren Ursache, was dazu führt, dass Materialien freiliegen oder auslaufen, jedoch nicht ausgeworfen werden

3.15

Lithium-Ionen-Sekundärzelle

Zelle

einzelne Sekundärzelle, deren elektrische Energie aus dem Wechselspiel der Ein- und Auslagerung von Lithium-Ionen zwischen der negativen Elektrode und der positiven Elektrode stammt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Sekundärzelle ist eine Fertigungseinheit, die durch direkte Umwandlung von chemischer Energie eine Quelle für elektrische Energie bereitstellt. Die Zelle besteht aus Elektroden, Elektrolyt, Gehäuseanschlüssen und Separatoren, falls vorhanden. Die Elektrode kann monopolar oder bipolar sein. Ein Stromsammler der ersten Art hat aktives Material einer Polarität, einer der zweiten hat positive und negative aktive Elektrodenmaterialien. Der Elektrolyt enthält eine ionenleitende Flüssigkeit oder einen Festkörper oder ein Gemisch aus beiden. Die Zelle ist dafür entworfen, elektrisch geladen zu werden.

3.16

Ladezustand

SOC, en: state of charge

Kapazität einer Zelle, ausgedrückt in Prozent der Bemessungskapazität

3.17

Druckentlastung

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

4 Prüfbedingungen

4.1 Allgemeines

Sofern in diesem Dokument nicht anders festgelegt, müssen Zellen bei Raumtemperatur geprüft werden. In diesem Dokument beträgt die Raumtemperatur $25\text{ °C} \pm 2\text{ K}$.

Einzelheiten über die benutzte Messtechnik müssen in jedem Ergebnisbericht angegeben werden.

Zellenblöcke können nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde als Alternative zu Zellen geprüft werden.

Für die Zelle eines Plug-in-Hybridfahrzeugs (PHEV; en: plug-in hybrid electric vehicle) kann der Zellenhersteller die Prüfbedingung für die Anwendung entweder in Batteriefahrzeugen oder in Hybridfahrzeugen wählen.

ANMERKUNG Prüfung und Messung können in einer vom Zellenhersteller empfohlenen Befestigung durchgeführt werden.

4.2 Messgeräte

4.2.1 Messbereich der Messeinrichtungen

Die verwendeten Messgeräte müssen die Messung der Werte von Strom und Spannung ermöglichen. Die Messbereiche dieser Messgeräte und die Messverfahren müssen nach der für die jeweilige Prüfung festgelegten Genauigkeit ausgewählt werden.

Bei analogen Messgeräten bedeutet das, dass die Messwerte im letzten Drittel der Skala abgelesen werden müssen.

Andere Messgeräte dürfen verwendet werden, sofern sie eine gleichwertige Genauigkeit erreichen.

4.2.2 Spannungsmessung

Der Innenwiderstand der verwendeten Spannungsmessgeräte muss mindestens 1 M Ω /V betragen.

4.2.3 Strommessung

Die gesamte Einheit aus Strommessgerät, Nebenwiderstand und Messleitungen muss der Genauigkeitsklasse 0,5 oder besser entsprechen.

4.2.4 Temperaturmessungen

Die Zellentemperatur muss mit einem Messgerät für die Oberflächentemperatur mit gleichwertiger Skaleneinteilung und Kalibrierengenauigkeit wie in 4.2.1 festgelegt gemessen werden. Die Temperatur sollte an einer Stelle gemessen werden, die die Temperatur der Zelle oder des Zellenblocks am besten wiedergibt. Sofern erforderlich, darf die Temperatur an weiteren geeigneten Stellen gemessen werden.

Beispiele für die Temperaturmessung sind in Bild 1 dargestellt. Die vom Zellenhersteller festgelegten Anweisungen für die Temperaturmessung müssen befolgt werden.

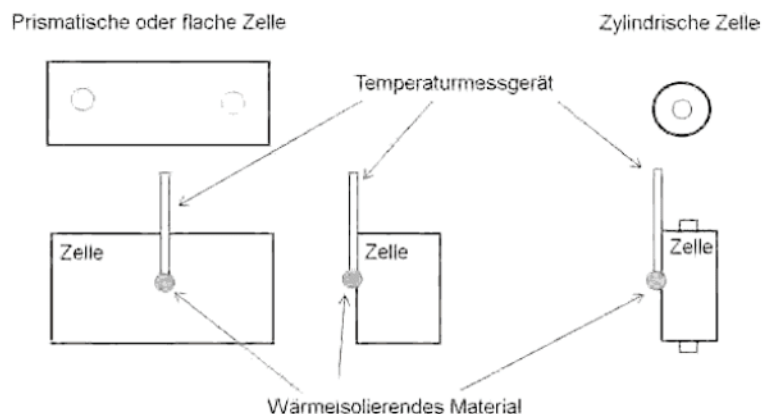


Bild 1 – Beispiel für die Temperaturmessung einer Zelle

4.2.5 Weitere Messungen

Weitere Werte dürfen mit Hilfe einer Messeinrichtung gemessen werden, sofern diese mit 4.3 übereinstimmt.

4.3 Grenزابweichungen

Die Gesamtgenauigkeit der überprüften oder gemessenen Werte, bezogen auf die angegebenen oder tatsächlichen Werte, muss innerhalb folgender Grenزابweichungen liegen:

- a) $\pm 0,1$ % für Spannung;
- b) ± 1 % für Strom;
- c) ± 2 K für Temperatur;
- d) $\pm 0,1$ % für Zeit;
- e) $\pm 0,1$ % für Masse;
- f) $\pm 0,1$ % für Maße.

Diese Grenزابweichungen umfassen die Gesamtgenauigkeit der Messgeräte, des angewendeten Messverfahrens und sämtlicher weiterer Fehlerquellen des Prüfverfahrens.

4.4 Thermische Stabilisierung

Zur Stabilisierung der Zelltemperatur muss die Zelle für mindestens 12 h auf eine festgelegte Umgebungstemperatur vorgewärmt werden. Diese Dauer darf verringert werden, wenn thermische Stabilisierung erreicht ist. Thermische Stabilisierung gilt als erreicht, wenn nach einem Intervall von 1 h die Änderung der Zelltemperatur unter 1 K liegt.

5 Elektrische Messung

5.1 Allgemeine Ladebedingungen

Sofern in diesem Dokument nicht anders angegeben, muss die Zelle vor den Messungen der elektrischen Prüfung wie folgt geladen werden.

Vor dem Laden muss die Zelle bei Raumtemperatur mit einem Konstantstrom von $1/3 I_t$ (A) für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $1 I_t$ (A) für die Anwendung in Hybridfahrzeugen bis zu einer vom Zellenhersteller festgelegten Entladeschlussspannung entladen werden. Anschließend muss die Zelle nach dem vom Zellenhersteller angegebenen Ladeverfahren bei Raumtemperatur geladen werden.

5.2 Kapazität

Vor der Einstellung des Ladezustands nach 5.3 muss nach den folgenden Phasen bestätigt werden, dass die Kapazität der Prü fzelle dem Bemessungswert entspricht.

Phase 1 – Die Zelle muss nach 5.1 geladen werden.

Nach dem Laden muss die Zelltemperatur nach 4.4 stabilisiert werden.

Phase 2 – Die Zelle muss bei Raumtemperatur mit einem Konstantstrom von $1/3 I_t$ (A) für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $1 I_t$ (A) für die Anwendung in Hybridfahrzeugen bis zu der vom Zellenhersteller angegebenen Entladeschlussspannung entladen werden.

Phase 3 – Die Entladedauer bis zum Erreichen der festgelegten Entladeschlussspannung wird gemessen und die Kapazität der Zelle, ausgedrückt in Ah, bis auf drei signifikante Stellen berechnet.

5.3 Einstellung des Ladezustands

Die Prü fzellen müssen wie nachstehend festgelegt geladen werden. Die Einstellung des Ladezustands ist das Verfahren, das einzuhalten ist, um die Zellen auf die verschiedenen Ladezustände für die Prüfungen nach diesem Dokument zu bringen.

Phase 1 – Die Zelle muss nach 5.1 geladen werden.

Phase 2 – Die Zelle muss nach 4.4 bei Raumtemperatur ruhen gelassen werden.

Phase 3 – Die Zelle muss bei einem Konstantstrom von $1/3 I_t$ (A) für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $1 I_t$ (A) für die Anwendung in Hybridfahrzeugen für $(100 - n)/100 \times 3$ h für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $(100 - n)/100 \times 1$ h für die Anwendung in Hybridfahrzeugen entladen werden, wobei n der für jede Prüfung einzustellende Ladezustand (%) ist.

6 Sicherheitsprüfungen

6.1 Allgemeines

Für alle Prüfungen, die in diesem Abschnitt festgelegt sind, muss der Prüfaufbau im Prüfbericht gemeinsam mit dem zur Befestigung und Verkabelung der Zelle angewendeten Verfahren angegeben werden. Um gegebenenfalls Verformungen zu vermeiden, darf die Zelle während dieser Prüfung unterstützt werden, soweit mit dem Prüfzweck vereinbar.

Die Prüfungen müssen an Zellen durchgeführt werden, die nicht älter als sechs Monate sind. Die Anzahl der zu prüfenden Zellen kann entsprechend der Vereinbarung zwischen Zellenhersteller und Kunde für jede Prüfung bestimmt werden. Für die Prüfung darf entsprechend der Vereinbarung zwischen Zellenhersteller und Kunde ein Zellenblock anstelle einer einzelnen Zelle verwendet werden.

Die Anzahl und Art der Prüfmuster (Zelle oder Zellenblock) muss in einem Prüfbericht angegeben werden.

Wenn in diesem Dokument nicht anders festgelegt, muss jede Prüfung mit einer einstündigen Beobachtungsperiode abgeschlossen werden.

Warnhinweis: FÜR DIE PRÜFUNGEN WERDEN VERFAHREN ANGEWENDET, DIE SCHÄDEN VERURSACHEN KÖNNEN, WENN KEINE ANGEMESSENEN SICHERHEITSMASSNAHMEN ERGRIFFEN WERDEN. DIESE PRÜFUNGEN SOLLTEN NUR VON AUSGEBILDETEN UND ERFAHRENEN TECHNIKERN DURCHFÜHRT WERDEN, DIE GEEIGNETE SCHUTZMASSNAHMEN EINHALTEN. ZUR VERMEIDUNG VON VERBRENNUNGEN SOLLTEN VORSICHTSMASSNAHMEN BEI ZELLEN ERGRIFFEN WERDEN, DEREN GEHÄUSETEMPERATUREN INFOLGE DER PRÜFUNG 75 °C ÜBERSCHREITEN KÖNNTEN.

6.2 Mechanische Prüfungen

6.2.1 Mechanischer Stoß

6.2.1.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um die mechanischen Stöße an der Zelle, die beim Normalbetrieb des Fahrzeugs auftreten können, nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

6.2.1.2 Prüfung

Die Prüfung muss nach IEC 62660-2:2018, 6.2.2.2, durchgeführt werden.

6.2.1.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Leckage, Druckentlastung, Bersten, Brand oder Explosion zeigen.

6.2.2 Quetschen

6.2.2.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um die äußeren Kräfte, die zur Verformung einer Zelle führen können, nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

6.2.2.2 Prüfung

Die Prüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- Der Ladezustand der Zelle wird nach 5.3 für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und in Hybridfahrzeugen auf 80 % eingestellt;
- Die Zelle muss auf einer isolierten, starren, ebenen Fläche angeordnet und mit einem Quetschwerkzeug aus massivem Material in Form eines runden oder halbrunden Stabes bzw. einer Kugel oder Halbkugel mit einem Durchmesser von 150 mm gequetscht werden. Die für das Quetschen erforderliche Kraft muss annähernd senkrecht zu einer größeren Seite der geschichteten Fläche der positiven und negativen Elektroden im Inneren der Zelle aufgebracht werden. Die Kraft muss etwa in der Mitte der Zelle angewendet werden, wie in Bild 2 dargestellt. Die Quetschgeschwindigkeit muss kleiner oder gleich 6 mm/min sein;

ANMERKUNG Der runde Stab kann zum Quetschen einer zylindrischen Zelle und die Kugel zum Quetschen einer prismatischen Zelle oder Pouch-Zelle verwendet werden.

- Die Kraft muss gelöst werden, wenn ein abrupter Spannungsfall von einem Drittel der ursprünglichen Zellenspannung erfolgt oder eine Verformung von 15 % oder mehr gegenüber dem anfänglichen Zellenmaß auftritt bzw. wenn die angewendete Quetschkraft das 1 000-fache des Zellengewichts erreicht, je nachdem, was zuerst eintritt. Die Zellen müssen für 24 h beobachtet werden, oder bis sich die Gehäusetemperatur um 80 % des höchsten Temperaturanstiegs verringert hat, je nachdem, was früher eintritt.

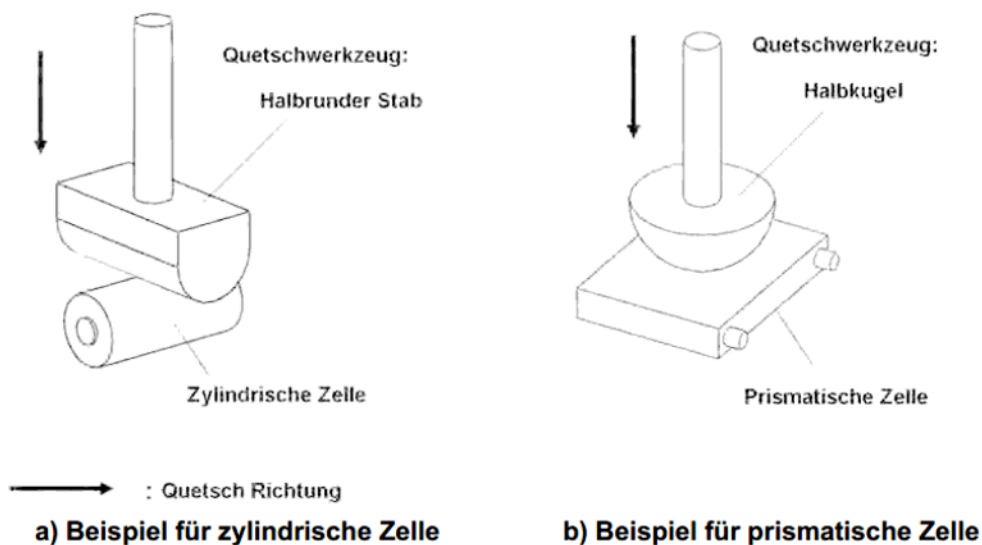


Bild 2 – Beispiel für die Quetschprüfung

6.2.2.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Brand oder Explosion zeigen.

6.3 Wärmeprüfung

6.3.1 Beständigkeit bei hohen Temperaturen

6.3.1.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um eine Umgebung mit hohen Temperaturen, der eine Zelle bei vorhersehbarer Fehlanwendung oder bei einem Störfall des Fahrzeugs ausgesetzt werden könnte, nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

6.3.1.2 Prüfung

Die Prüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- Der Ladezustand der Zelle wird nach 5.3 für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und in Hybridfahrzeugen auf 80 % eingestellt;
- Die bei Raumtemperatur stabilisierte Zelle muss in einen Schwerkraft- oder Umluft-Konvektionsofen eingebracht werden. Die Ofentemperatur muss mit 5 K/min auf $130\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ erhöht werden. Die Zelle muss für 30 min bei dieser Temperatur verbleiben. Anschließend wird die Heizung ausgeschaltet und die Zelle muss für 1 h im Ofen beobachtet werden.

6.3.1.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Brand oder Explosion zeigen.

6.3.2 Temperaturwechselbeanspruchung

6.3.2.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um die erwartete Exposition gegenüber Schwankungen zwischen niedrigen und hohen Umgebungstemperaturen, die eine Ausdehnung und Schrumpfung von Zellenbauteilen bewirken können, nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

6.3.2.2 Prüfung

Die Prüfung muss nach IEC 62660-2:2018, 6.3.2.2, durchgeführt werden.

6.3.2.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Leckage, Druckentlastung, Bersten, Brand oder Explosion zeigen.

6.4 Elektrische Prüfungen

6.4.1 Äußerer Kurzschluss

6.4.1.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um einen äußeren Kurzschluss einer Zelle nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

6.4.1.2 Prüfung

Die Prüfung muss nach IEC 62660-2:2018, 6.4.1.2 durchgeführt werden.

6.4.1.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Brand oder Explosion zeigen.

6.4.2 Überladung

6.4.2.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um eine Überladung einer Zelle nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

6.4.2.2 Prüfung

Die Prüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Der Ladezustand der Zelle wird nach 5.3 auf 100 % eingestellt;
- b) Nach Erreichen des Ladezustands von 100 % wird die Zelle bei Raumtemperatur weiter geladen mit einem Ladestrom von $1 I_t$ oder $1/3 I_t$ für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $5 I_t$ oder $1 I_t$ für die Anwendung in Hybridfahrzeugen, wobei eine zur Bereitstellung des Ladekonstantstroms ausreichende Energieversorgung verwendet wird. Die Überladungsprüfung muss beendet werden, wenn die Spannung der Zelle 120 % der vom Zellenhersteller festgelegten höchsten Spannung erreicht oder wenn die der Zelle zugeführte Elektrizitätsmenge einen Wert erreicht, der einem Ladezustand von 130 % entspricht, je nachdem, was früher eintritt. Die Prüfbedingungen dürfen der Vereinbarung zwischen dem Kunden und dem Lieferanten entsprechen.

6.4.2.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Brand oder Explosion zeigen.

6.4.3 Erzwungene Entladung

6.4.3.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um eine Überentladung einer Zelle nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

6.4.3.2 Prüfung

Die Prüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) der Ladezustand der Zelle wird nach 5.3 auf 0 % eingestellt;
- b) nach Erreichen des Ladezustands von 0 % wird die Zelle bei Raumtemperatur mit einem Entladestrom von $1 I_t$ weiter entladen. Die Prüfung der erzwungenen Entladung muss beendet werden, wenn der Absolutwert der Spannung der Zelle 25 % oder weniger der vom Zellenhersteller festgelegten Nennspannung erreicht oder wenn die Zelle 30 min entladen wurde, je nachdem, was früher eintritt.

6.4.3.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Leckage, Druckentlastung, Bersten, Brand oder Explosion zeigen.

6.4.4 Innere Kurzschlussprüfung

6.4.4.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um einen inneren Kurzschluss einer Zelle aufgrund der Verunreinigung mit leitenden Partikeln usw. nachzubilden und das sichere Betriebsverhalten der Zelle unter derartigen Bedingungen zu verifizieren.

ANMERKUNG Die informative Erläuterung der Prüfung mit innerem Kurzschluss ist in [Anhang B](#) enthalten.

6.4.4.2 Prüfung

6.4.4.2.1 Prüfung mit erzwungenem inneren Kurzschluss

Die Prüfung muss an der Zelle nach [IEC 62619:20--²](#), 7.3.2 b) durchgeführt werden, ausgenommen wie folgt:

Wenn das Nickelteilchen zwischen dem mit positivem aktivem Material beschichteten Bereich und dem mit negativem aktivem Material beschichteten Bereich eingebracht wird, muss der innere Kurzschluss einer Einzelschicht bestätigt werden. Die vorgeschriebenen Prüfbedingungen, wie z. B. Druckkraft und Form der Prüfhalterung, dürfen erforderlichenfalls modifiziert werden, um den inneren Kurzschluss einer Einzelschicht nachzubilden. Das Gehäuse und die Elektroden der Zelle dürfen nicht gequetscht werden. Die Modifizierung muss im Prüfbericht angegeben werden.

Das Nickelteilchen darf durch einen Einschnitt im Zellengehäuse eingebracht werden, ohne den Elektrodenkern (Wickel-, Stapel- oder Faltpyp) aus dem Zellengehäuse zu ziehen. In diesem Fall darf sich das Nickelteilchen außerhalb der Zellenmitte befinden, soweit das Prüfergebnis nicht beeinflusst wird.

ANMERKUNG 1 Der innere Kurzschluss einer Einzelschicht kann gewöhnlich durch einen Spannungsfall um wenige mV bestätigt werden.

ANMERKUNG 2 Liegt die Aluminiumfolie der positiven Elektrode an einer Außenwindung frei und dem negativen aktiven Material gegenüber, so wird das Nickelteilchen in die Mitte der Zelle zwischen dem mit negativem aktivem Material beschichteten Bereich und der positiven Aluminiumfolie, die sich am Ende des mit positivem aktivem Material beschichteten Bereichs in Wickelrichtung befindet, eingebracht. Der andere Bereich, in dem die positive Aluminiumfolie dem negativen aktiven Material gegenüberliegt, sofern vorhanden, kann entsprechend der Vereinbarung zwischen Kunde und Zellenlieferant mittels Konstruktionsüberprüfung, FMEA usw. überprüft werden.

6.4.4.2.2 Alternative Prüfung mit innerem Kurzschluss

Die Prüfung mit innerem Kurzschluss nach [Anhang C](#) darf als Alternative zu der Prüfung mit erzwungenem inneren Kurzschluss in [6.4.4.2.1](#) durchgeführt werden, wenn zwischen Kunde und Lieferant vereinbart.

6.4.4.3 Annahmekriterien

Bei der Prüfung darf die Zelle keine Anzeichen von Brand oder Explosion zeigen.

² In Vorbereitung.

Anhang A (informativ)

Betriebsbereich von Zellen für den sicheren Gebrauch

A.1 Allgemeines

Dieser Anhang erläutert, wie der Betriebsbereich der Zelle bestimmt wird, um den sicheren Gebrauch der Zelle sicherzustellen. Der Betriebsbereich wird durch die Ladebedingungen wie den oberen Grenzwert der Ladespannung und die Zelltemperatur festgelegt, die die Sicherheit von Zellen sicherstellen.

Die Zellenhersteller sollten die Angaben zum Betriebsbereich in der Spezifikation der Zelle für die Sicherheitsvorkehrungen der Kunden, wie Herstellern von Batteriepaketen und -systemen, vereinbaren. Eine geeignete Schutzvorrichtung und -funktion für den möglichen Ausfall der Ladekontrolle sollte ebenfalls im Batterieregelungssystem zur Verfügung stehen.

Die Grenzwerte des Betriebsbereichs werden für die geringste Sicherheit festgelegt und unterscheiden sich von der Ladespannung und -temperatur für die Optimierung des Leistungsvermögens der Zelle, wie etwa der Lebensdauer.

A.2 Ladebedingungen für sicheren Gebrauch

A.2.1 Allgemeines

Um den sicheren Gebrauch von Zellen sicherzustellen, sollten Zellenhersteller die oberen Grenzwerte von Spannung und Temperatur der Zelle festlegen, die während des Ladens anzuwenden sind. Die Zelle sollte innerhalb des vorbestimmten Temperaturbereichs (Normaltemperaturbereich) bei einer Spannung geladen werden, die den oberen Grenzwert nicht überschreitet. Der Zellenhersteller darf auch einen höheren oder niedrigeren Temperaturbereich als den Normaltemperaturbereich festlegen, sofern die Sicherheitsmaßnahmen, wie z. B. verringerte Ladespannung, ergriffen werden. Der Betriebsbereich bedeutet einen Bereich von Spannung und Temperatur, in dem die Zelle sicher verwendet werden kann. Der höchste Ladestrom und der untere Grenzwert der Entladespannung dürfen auch für den Betriebsbereich eingestellt werden.

Eine neu entwickelte Zelle kann innerhalb desselben Betriebsbereichs eingesetzt werden wie die ursprüngliche Zelle, wenn sie mit dieser in Elektrodenmaterial, Dicke, Ausführung und Separator übereinstimmt und weniger als 120 % der Kapazität der ursprünglichen Zelle aufweist. Die neue Zelle kann als Zelle derselben Produktreihe angesehen werden.

A.2.2 Überlegungen zur Ladespannung

Die Ladespannung wird an Zellen angelegt, um die chemische Reaktion während des Ladens zu beschleunigen. Wenn jedoch die Ladespannung zu hoch ist, treten übermäßige chemische Reaktionen oder Nebenreaktionen auf, wodurch die Zelle thermisch instabil wird. Folglich ist es äußerst wichtig, dass die Ladespannung niemals den vom Zellenhersteller festgelegten Wert (d. h. den oberen Grenzwert der Ladespannung) überschreitet. Wenn eine Zelle bei einer Spannung über dem oberen Grenzwert der Ladespannung geladen wird, werden überschüssige Mengen an Lithium-Ionen aus dem aktiven Material der positiven Elektrode deinterkaliert (ausgelagert), wodurch dessen Kristallstruktur zum Zusammenbruch neigt. Unter diesen Bedingungen kann bei einem inneren Kurzschluss thermisches Durchgehen leichter auftreten als bei Zellen, die innerhalb des festgelegten Betriebsbereichs geladen werden. Folglich sollten Zellen niemals bei einer höheren Spannung als dem oberen Grenzwert der Ladespannung geladen werden.

Der obere Grenzwert der Ladespannung sollte vom Zellenhersteller auf der Grundlage von Verifizierungsprüfungen unter Vorlage der Ergebnisse festgesetzt werden, zum Beispiel wie folgt: