



	DIN IEC 61982-5 (VDE 0510-34)	
	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.	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-bottom: 20px;"> ICS 29.220.20 Einsprüche bis 2010-02-28 </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Entwurf </div> </div> <p>Sekundärbatterien für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen – Teil 5: Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung von Lithium-Ionen-Zellen (IEC 21/698/CD:2009)</p> <p>Secondary batteries for the propulsion of electric road vehicles – Part 5: Reliability and abuse testing for lithium-ion cells (IEC 21/698/CD:2009)</p> <p>Accumulateurs pour la propulsion des véhicules routiers électriques – Partie 5: Essais de fiabilité et de mauvais traitement pour les éléments d’accumulateur lithium-ion (CEI 21/698/CD:2009)</p> <p>Anwendungswarnvermerk</p> <p>Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-12-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> <p>Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.</p> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">Gesamtumfang 27 Seiten</div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</div>		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	6
4. Prüfbedingungen.....	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Messgeräte	7
4.3 Grenzabweichungen	8
4.4 Prüftemperatur	8
5 Elektrische Messung.....	9
5.1 Allgemeine Bedingungen	9
5.2 Kapazität	9
5.3 Einstellung des Ladezustands	9
6 Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung	10
6.1 Mechanische Prüfung	10
6.2 Wärmeprüfung	12
6.3 Elektrische Prüfung.....	13
7 Beschreibung der Prüfergebnisse	14

Bilder

Bild 1.1 – Beispiel für die Temperaturmessung bei einer prismatischen Zelle bzw. einer Flachzelle	8
Bild 1.2 – Beispiel für die Temperaturmessung bei einer zylindrischen Zelle	8
Bild 2 – Spektrale Leistungsdichte der Beschleunigung gegen die Frequenz.....	10

Tabellen

Tabelle 1 – Entladebedingungen	9
Tabelle 2 – Werte für die spektrale Leistungsdichte und die Frequenz.....	10
Tabelle 3 – Prüfung des Verhaltens bei mechanischer Stoßeinwirkung – Parameter	11
Tabelle 4 – Temperaturen und Dauer der Temperaturwechselprüfung.....	13
Tabelle 5 – Beschreibung der Prüfergebnisse	14

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21/698/CD:2009 „Secondary batteries for the propulsion of electric road vehicles – Part 5: Reliability and abuse testing for lithium-ion cells“ (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 TC 21 „Secondary cells and batteries“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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

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

Für 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.

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	–	–
EN 60051 (alle Teile)	IEC 60051 (alle Teile)	DIN EN 60051 (alle Teile)	–
EN 60068-2-64	IEC 60068-2-64	DIN EN 60068-2-64 (VDE 0468-2-64)	VDE 0468-2-64
–	IEC 60485	–	–
EN 61434	IEC 61434	DIN EN 61434	–
EN 61851-1	IEC 61851-1	DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1)	VDE 0122-1
–	ISO XXXX (CD 12405-1)	–	–
–	ISO 16750-3	–	–
–	ISO 16750-4	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60051-1 (alle Teile), *Direkt wirkende anzeigende elektrische Messgeräte und ihr Zubehör*

DIN EN 60068-2-64 (VDE 0468-2-64), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-64: Prüfverfahren – Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfadern*

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 61851-1 (VDE 0122-1), *Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

Sekundärbatterien für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen – Teil 5: Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung von Lithium-Ionen-Zellen

Einleitung

Als Reaktion auf die weltweiten Bemühungen zur Senkung des CO₂-Ausstoßes und angesichts der Anforderungen an die Energiesicherheit wurde weltweit die Vermarktung von Elektrostraßenfahrzeugen, darunter Batteriefahrzeuge, Hybridfahrzeuge und Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge, vorangetrieben. Dies wiederum hat zu einer zunehmenden Nachfrage nach Traktionsbatterien mit hoher Leistungs- und Energiedichte geführt. Lithium-Ionen-Batterien gelten als eine der vielversprechendsten Sekundärbatteriearten für den Antrieb von Elektrofahrzeugen. In Anbetracht der schnellen Verbreitung von Hybridfahrzeugen und des Aufkommens von Batteriefahrzeugen sowie Plug-in-Hybridfahrzeugen ist ein genormtes Verfahren zur Prüfung der Zuverlässigkeits- und Missbrauchsschutzanforderungen an Lithium-Ionen-Batterien für die Sicherstellung eines grundlegenden Sicherheitsniveaus und die Ermittlung wesentlicher Daten für die Auslegung von Fahrzeugsystemen und Batteriesätzen unerlässlich.

Diese Norm legt die Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung von Traktions-Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien zur Verwendung in Fahrzeugen fest; diese Batterien unterscheiden sich grundsätzlich von anderen Batterien, einschließlich der in weiteren IEC-Normen für tragbare und ortsfeste Anwendungen festgelegten Batterien. Bei der Anwendung in Fahrzeugen ist es wichtig, die spezifische Verwendung zu beachten, also die Vielfalt der Auslegungsmöglichkeiten von Fahrzeugbatteriesätzen und -systemen sowie die speziellen Anforderungen an Zellen und Batterien im Zusammenhang mit diesen Auslegungen. Ausgehend davon soll diese Norm eine grundlegende Prüfmethodologie mit allgemeiner, vielseitiger Anwendbarkeit bereitstellen, die Teil der gemeinsamen Primärprüfung von Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien zur Verwendung in verschiedenen Batteriesystemen ist. Da sich die Anforderungen an Zellen und Batterien je nach Systemauslegung des Batteriesatzes oder Fahrzeugs unterscheiden und vom Anwender beurteilt werden sollten, stellt diese Norm keine Kriterien für das Bestehen bzw. Nichtbestehen der Prüfungen bereit, sondern legt eine Normklassifikation der Beschreibung von Prüfergebnissen fest.

Diese Norm steht in Zusammenhang mit ISO XXX, *Road vehicles – Electrically propelled road vehicles – Test specification for lithium-ion battery systems*, in der Prüfungen und entsprechende Anforderungen an Batteriesysteme definiert sind.

In IEC 61982, Teil 1, 2 und 3, sind die allgemeinen Prüfungen des Leistungsverhaltens von Traktionsbatterien beschrieben. Teil 4 legt die Prüfung des Leistungsverhaltens von Lithium-Ionen-Zellen und -Batterien zur Anwendung in Elektrofahrzeugen fest.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61982 legt die Verfahren zur Prüfung der Zuverlässigkeit und des Verhaltens bei Missbrauch von Lithium-Ionen-Sekundärzellen fest, die als Antrieb von Elektrofahrzeugen, einschließlich Batteriefahrzeugen (en: battery electric vehicles, BEV) und Hybridfahrzeugen (en: hybrid electric vehicles, HEV), verwendet werden.

Ziel dieser Norm ist die Festlegung des Norm-Prüfverfahrens und der Norm-Prüfbedingungen für grundlegende Eigenschaften von Lithium-Ionen-Zellen, die für den Antrieb von Batterie- und Hybridfahrzeugen vorgesehen sind. Diese Prüfungen sind zur Ermittlung wesentlicher Daten zur Zuverlässigkeit und zum Verhalten bei missbräuchlicher Verwendung von Lithium-Ionen-Zellen für verschiedene Auslegungen von Batteriesystemen und Batteriesätzen unerlässlich.

Diese Norm stellt eine Normklassifikation der Beschreibung von Prüfergebnissen bereit, die bei der Auslegung von Batteriesystemen oder -sätzen anzuwenden ist.

ANMERKUNG Die Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfungen der elektrisch verbundenen Lithium-Ionen-Zellen dürfen unter Bezugnahme auf diese Norm durchgeführt werden.

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 – Part 482: Primary and Secondary cells and batteries*

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

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

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

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 61851-1, *Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements*

(ISOXXXX(CD 12405-1)), *Electrically propelled road vehicles – Test specification for Lithium-Ion traction battery systems – Part 1: High power applications*

ISO 16750-3, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 3: Mechanical loads*

ISO 16750-4, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 4: Climatic loads*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-482 und die folgenden Begriffe.

3.1

Lithium-Ionen-Sekundärzelle

einzelne Sekundärzelle, deren elektrische Energie aus dem Wechselspiel der Ein- und Auslagerung von Lithium-Ionen zwischen der Anode und der Kathode stammt

ANMERKUNG 1 Die Sekundärzelle ist eine funktionelle Grundeinheit, die durch direkte Umwandlung von chemischer Energie eine Quelle für elektrische Energie bereitstellt und aus Elektroden, Separatoren, Elektrolyt, Gehäuse und Anschlusspolen besteht und elektrisch geladen werden kann.

ANMERKUNG 2 In dieser Norm bedeutet „Zelle“ die für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen zu verwendende Lithium-Ionen-Zelle.

3.2

Bemessungskapazität

vom Hersteller angegebene Elektrizitätsmenge C_3 Ah (Amperestunden) für Batteriefahrzeuge und C_1 Ah für Hybridfahrzeuge, die eine einzelne Zelle bei Batteriefahrzeugen über einen Zeitraum von 3 h und bei Hybridfahrzeugen über einen Zeitraum von 1 h liefern kann, wenn sie entsprechend den in 5.1 und 5.2 festgelegten Bedingungen geladen, gelagert und entladen wird

3.3

Raumtemperatur

25 °C ± 2 K

3.4

Ladezustand

(en: state of charge, SOC)

verfügbare Kapazität einer Batterie, angegeben als Prozentanteil der Bemessungskapazität

3.5

Batteriefahrzeug

(en: battery electric vehicle, BEV)

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

3.6

Hybridfahrzeug

(en: hybrid electric vehicle, HEV)

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

3.7

Verformung

Änderung des Erscheinungsbildes oder der Form einer Zelle, einschließlich Ausdehnung

3.8

Entlüftung

Abführen von übermäßig hohem Innendruck aus einer Zelle auf eine durch die Auslegung vorgegebene Art und Weise, um Bersten oder Explodieren zu verhindern

4 Prüfbedingungen

4.1 Allgemeines

Bei der Auswahl der Messeinrichtungen ist IEC 60051 für analoge Geräte und IEC 60485 für digitale Geräte hinzuzuziehen. Einzelheiten zu den verwendeten Einrichtungen sind in den Berichten zu den erzielten Ergebnissen mit anzugeben.

4.2 Messgeräte

4.2.1 Messbereich der Messeinrichtungen

Die verwendeten Messgeräte müssen für die zu messenden Spannungen und Ströme ausgelegt sein. Die Messbereiche der Messgeräte und die Messverfahren müssen entsprechend der für die jeweilige Prüfung geforderten Genauigkeit ausgewählt werden.

Bei analogen Messgeräten bedeutet das, dass die Messung im letzten Drittel der Skala erfolgen muss.

Es darf jedes andere Messgerät verwendet werden, vorausgesetzt, es erreicht eine entsprechende Genauigkeit.

4.2.2 Spannungsmessung

Die für die Spannungsmessung verwendeten Geräte müssen Voltmeter mit der Genauigkeitsklasse 0,5 oder besser sein. Der Innenwiderstand des Voltmeters muss mindestens 1 000 Ω/V betragen.

4.2.3 Strommessung

Die für die Strommessung verwendeten Geräte müssen Amperemeter mit der Genauigkeitsklasse 0,5 oder besser sein. Die innere Beschaltung des Amperemeters sowie Nebenwiderstände und Anschlussdrähte müssen der Genauigkeitsklasse 0,5 oder besser entsprechen.

4.2.4 Temperaturmessung

Die Zelltemperatur muss mit einem Messgerät für die Oberflächentemperatur mit ähnlicher Skaleneinteilung und Genauigkeit wie in 4.1.2 gemessen werden. Die Temperatur sollte an einer Stelle gemessen werden, die möglichst nahe an der Temperatur des Elektrolyten liegt.

E DIN IEC 61982-5 (VDE 0510-34):2009-12

Beispiele für die Temperaturmessung sind in Bild 1.1 und Bild 1.2 dargestellt. Die vom Hersteller angegebenen Hinweise zur Temperaturmessung sind zu befolgen.

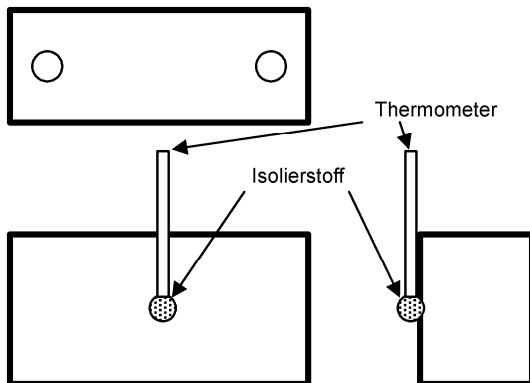


Bild 1.1 – Beispiel für die Temperaturmessung bei einer prismatischen Zelle bzw. einer Flachzelle

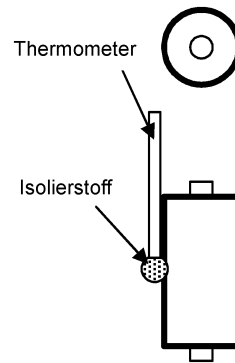


Bild 1.2 – Beispiel für die Temperaturmessung bei einer zylindrischen Zelle

4.2.5 Weitere Messungen

Weitere Werte wie Kapazität und Leistung dürfen mit Hilfe einer Messeinrichtung gemessen werden, sofern diese 4.3 entspricht.

4.3 Grenzabweichungen

Die Gesamtgenauigkeit der Regelgrößen oder Messwerte in Bezug auf die festgelegten oder tatsächlichen Werte muss innerhalb der folgenden Grenzen liegen:

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

Diese Grenzabweichungen umfassen die kombinierte Genauigkeit der Messgeräte, des angewendeten Messverfahrens und aller übrigen Fehlerquellen des Prüfverfahrens.

4.4 Prüftemperatur

Wenn nicht anders festgelegt, ist die Zelle vor jeder Prüfung mindestens 12 h bei Prüftemperatur zu stabilisieren. Dieser Zeitraum kann verringert werden, wenn thermische Stabilität erreicht ist. Thermische Stabilität gilt als erreicht, wenn nach einem Intervall von 1 h die Änderung sämtlicher einzelnen Zellentemperaturen unter 1 K liegt.

Wenn in dieser Norm nicht anders festgelegt, müssen die Zellen bei Raumtemperatur in offener Atmosphäre mit dem vom Hersteller angegebenen Verfahren geprüft werden.

5 Elektrische Messung

5.1 Allgemeine Bedingungen

Vor der elektrischen Messung muss die Zelle bei einer Raumtemperatur von $25\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ und einem in Tabelle 1 angegebenen konstanten Strom auf eine festgelegte Entladeschlussspannung entladen werden.

Wenn in dieser Norm nicht anders festgelegt, müssen die Zellen bei Raumtemperatur und in offener Atmosphäre mit dem vom Hersteller angegebenen Verfahrens geladen werden.

5.2 Kapazität

Die Kapazität der Zelle ist wie folgt zu messen.

Schritt 1 – Die vollständig geladene Zelle ist bei Raumtemperatur und einem konstanten Strom entsprechend Tabelle 1 auf die vom Hersteller festgelegte Entladeschlussspannung zu entladen. Anschließend ist die Zelle entsprechend den Herstellerangaben bis zum vollständig geladenen Zustand wiederaufzuladen. Nach dem Wiederaufladen ist die Zelle entsprechend 4.4 zu stabilisieren.

Schritt 2 – Die Zelle ist bei der festgelegten Temperatur und einem konstanten Strom I_t (A) auf die vom Hersteller angegebene Entladeschlussspannung U_t zu entladen. Der Hersteller muss entsprechend Tabelle 1 den Entladestrom und die Entladetemperatur auswählen.

Das Verfahren zur Bezeichnung des Prüfstroms I_t ist in IEC 61434 festgelegt.

Tabelle 1 – Entladebedingungen

Temperatur	Entladestrom (A)	
	Anwendung in Batteriefahrzeugen	Anwendung in Hybridfahrzeugen
0 °C	1/3 I_t	1 I_t
25 °C		
45 °C		

Schritt 3 – Die Entladedauer ist bis zum Erreichen der festgelegten Entladeschlussspannung zu messen, anschließend ist die Kapazität der Zelle in Ah bis auf drei signifikante Stellen zu berechnen. Für Hochleistungszellen für den Einsatz in Batteriefahrzeugen gilt gegebenenfalls ein Entladestrom von $0,2 I_t$.

5.3 Einstellung des Ladezustands

Die Prü fzellen sind wie unten festgelegt zu laden. Bei der Einstellung des Ladezustands handelt es sich um den Vorgang, der zu befolgen ist, um die Zellen auf die verschiedenen Ladezustände für die Prüfungen entsprechend dieser Norm zu bringen.

Schritt 1 – Die Zelle ist entsprechend der vom Hersteller festgelegten Vorgehensweise auf einen Ladezustand von 100 % zu laden.

Schritt 2 – Die Zelle ist entsprechend 4.4 bei Raumtemperatur ruhen zu lassen.

Schritt 3 – Die Zelle ist bei einem konstanten Strom nach Tabelle 1 über einen Zeitraum von $(100 - n)/100 \times 3\text{ h}$ für Batteriefahrzeuge und $(100 - n)/100 \times 1\text{ h}$ für Hybridfahrzeuge zu entladen, wobei n der für jede Prüfung einzustellende Ladezustand (%) ist.

6 Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung

6.1 Mechanische Prüfung

6.1.1 Schwingung

Diese Prüfung wird durchgeführt, um das Verhalten der Zelle bei Schwingungen zu charakterisieren, denen diese im Fahrzeug wahrscheinlich ausgesetzt sein wird.

6.1.1.1 Prüfung

- Entsprechend 5.3 ist der Ladezustand der Zelle für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und in Hybridfahrzeugen auf 80 % einzustellen.
- Die Prüfung ist wie in IEC 60068-2-64 für stochastische Schwingungen (Rausch-Schwingungen) beschrieben durchzuführen. Dabei muss die Prüfdauer für jede Ebene der Prüfcelle 8 h betragen.
- Der Effektivwert der Beschleunigung muss $27,8 \text{ m/s}^2$ betragen. In Bild 2 und Tabelle 2 ist die spektrale Leistungsdichte (en: power spectral density, PSD) gegen die Frequenz angegeben. Die maximale Frequenz muss 2 000 Hz betragen.

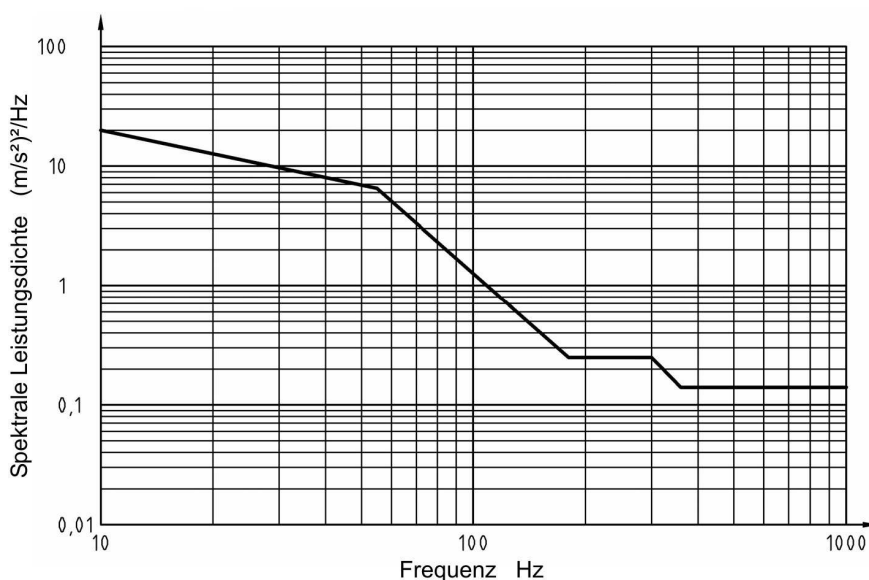


Bild 2 – Spektrale Leistungsdichte der Beschleunigung gegen die Frequenz
(entsprechend ISO 12405-1 zu überarbeiten)

Tabelle 2 – Werte für die spektrale Leistungsdichte und die Frequenz
(entsprechend ISO 12405-1 zu überarbeiten)

Frequenz [Hz]	Spektrale Leistungsdichte [(m/s²)²/Hz]
10	20
55	6,5
180	0,25
300	0,25
360	0,14
1000	0,14

6.1.1.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Zellenspannung und -kapazität zu Beginn und am Ende der Prüfung;
- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

6.1.2 Mechanische Stoßeinwirkung

Diese Prüfung wird durchgeführt, um das Verhalten der Zelle bei mechanischer Stoßeinwirkung zu charakterisieren, der diese im Fahrzeug wahrscheinlich ausgesetzt sein wird.

6.1.2.1 Prüfung

- Entsprechend 5.3 ist der Ladezustand der Zelle für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und in Hybridfahrzeugen auf 80 % einzustellen.
- Die Prüfung ist entsprechend Tabelle 3 in Übereinstimmung mit ISO 16750-3 durchzuführen. Die Beschleunigung durch die Stoßeinwirkung in der Prüfung muss in die gleiche Richtung wirken wie die Beschleunigung, die bei Stoßeinwirkung im Fahrzeug auftritt. Ist die Richtung nicht bekannt, muss die Zelle für alle sechs Raumrichtungen geprüft werden.

Tabelle 3 – Prüfung des Verhaltens bei mechanischer Stoßeinwirkung – Parameter

Betriebsart	3.2 (siehe ISO 16750-1)
Impulsform	halbsinusförmig
Beschleunigung	500 m/s ²
Dauer	6 ms oder länger
Anzahl der Stöße	10 je Prüfrichtung

6.1.2.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Zellenspannung und -kapazität zu Beginn und am Ende der Prüfung;
- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

6.1.3 Quetschen

Diese Prüfung wird durchgeführt, um das Verhalten der Zelle bei Verformung durch den Aufprall von Fahrzeugen oder andere Unfälle zu charakterisieren.

6.1.3.1 Prüfung

- Entsprechend 5.3 ist der Ladezustand der Zelle für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und in Hybridfahrzeugen auf 80 % einzustellen.
- Die Zelle ist auf einer isolierten, ebenen Fläche anzuordnen und mit einem Quetschwerkzeug in Form einer runden oder halbrunden Stange bzw. Kugel oder Halbkugel mit einem Durchmesser von 150 mm zu quetschen. Die Verwendung des Rundstabs wird zum Quetschen einer zylindrischen Zelle, die der Kugel für eine prismatische Zelle empfohlen. Die für das Quetschen erforderliche Kraft ist annähernd senkrecht zu der Seite einer aus positiven und negativen Elektroden bestehenden Schicht im Inneren der Zelle aufzubringen. Das Quetschwerkzeug ist so zu wählen, dass sich die Zelle annähernd proportional zur Zunahme der Quetschkraft verformt.
- Die Kraft ist zu lösen, wenn ein abrupter Spannungsabfall von einem Drittel der ursprünglichen Zellenspannung erfolgt oder eine Verformung von 15 % gegenüber dem anfänglichen Zellenmaß auftritt. Die Quetschkraft sollte auf maximal das 1 000-Fache der Zellenmasse begrenzt werden. Die Prüfung ist bis zu einem Abfall der Zellentemperatur fortzusetzen.

6.1.3.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Form des Quetschwerkzeugs;
- Quetschgeschwindigkeit;
- Zellenspannung während der Prüfung;
- Zelltemperatur während der Prüfung;
- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

6.2 Wärmeprüfung

6.2.1 Beständigkeit bei hohen Temperaturen

Diese Prüfung wird durchgeführt, um das Verhalten der Zelle in einer Umgebung mit hohen Temperaturen zu charakterisieren.

6.2.1.1 Prüfung

- a) Entsprechend 5.3 ist der Ladezustand der Zelle für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und in Hybridfahrzeugen auf 80 % einzustellen.
- b) Die bei Raumtemperatur stabilisierte Zelle ist in einen Schwerkraft- oder Umluft-Konvektionsofen einzubringen. Die Ofentemperatur wird mit 5 K/min auf $130\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ erhöht. Die Zelle verbleibt für einen Zeitraum von 30 min bei dieser Temperatur, bevor die Prüfung beendet wird.

6.2.1.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

Es wird empfohlen, während der Prüfung die Zelltemperatur und -spannung sowie die Ofentemperatur zu messen.

6.2.2 Temperaturwechsel

Diese Prüfung wird durchgeführt, um die Temperaturbeständigkeit der Zelle zu charakterisieren, wobei diese abwechselnd niedrigen und hohen Temperaturen ausgesetzt wird, um eine Ausdehnung und Schrumpfung der Zellenbauteile zu bewirken.

6.2.2.1 Prüfung

- a) Entsprechend 5.3 ist der Ladezustand der Zelle für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und in Hybridfahrzeugen auf 80 % einzustellen.
- b) Der Temperaturwechsel ist entsprechend ISO 16750-4 und Tabelle 4 durchzuführen. Der Mindestwert der Betriebstemperatur T_{\min} muss -20 °C betragen, der Höchstwert T_{\max} 65 °C . Wie festgelegt sind 30 Prüfzyklen auszuführen.

Tabelle 4 – Temperaturen und Dauer der Temperaturwechselprüfung

Zeit min	Temperatur °C
0	25
60	T_{\min}
150	T_{\min}
210	25
300	T_{\max}
410	T_{\max}
480	25

6.2.2.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Zellenspannung und -kapazität zu Beginn und am Ende der Prüfung;
- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

6.3 Elektrische Prüfung

6.3.1 Äußerer Kurzschluss

Diese Prüfung wird durchgeführt, um das Verhalten der Zelle bei äußerem Kurzschluss zu charakterisieren.

6.3.1.1 Prüfung

- a) Entsprechend 5.3 ist der Ladezustand der Zelle auf 100 % einzustellen.
- b) Daraufhin ist die Zelle bei Raumtemperatur zu lagern und anschließend kurzzuschließen, indem der positive und der negative Anschlusspol für die Dauer von 10 min mit einem äußeren Widerstand verbunden werden. Der Gesamtwert des äußeren Widerstands kann 5 mΩ oder weniger betragen.

6.3.1.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Zellenspannung während der Prüfung;
- Zellenstrom während der Prüfung;
- Zelltemperatur während der Prüfung;
- Gesamtwert des äußeren Widerstands;
- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

6.3.2 Überladung

Diese Prüfung wird durchgeführt, um das Verhalten der Zelle bei Überladung zu charakterisieren.

6.3.2.1 Prüfung

- a) Entsprechend 5.3 ist der Ladezustand der Zelle auf 100 % einzustellen.
- b) Nach Erreichen des Ladezustands von 100 % ist die Zelle weiter zu laden, und zwar bei Raumtemperatur und mit einem Ladestrom von 1 C für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und 5 C für die Anwendung in Hybridfahrzeugen, wobei eine zur Bereitstellung des konstanten Ladestroms ausreichende Energieversorgung zu wählen ist. Die Überladungsprüfung ist zu beenden, wenn die Spannung der Zelle das Zweifache der vom Hersteller festgelegten maximalen Arbeitsspannung erreicht, oder wenn die der Zelle zugeführte Elektrizitätsmenge einen Wert erreicht, der einem Ladezustand von 200 % entspricht.

— Entwurf —

E DIN IEC 61982-5 (VDE 0510-34):2009-12

6.3.2.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Zellenspannung während der Prüfung;
- Zellenstrom während der Prüfung;
- Zelltemperatur während der Prüfung;
- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

6.3.3 Zwangsentladung

Diese Prüfung wird durchgeführt, um das Verhalten der Zelle bei übermäßiger Entladung zu charakterisieren.

6.3.3.1 Prüfung

Eine vollständig entladene Zelle ist bei 1 I_t A über einen Zeitraum von 90 min mit einer umgekehrten Ladung zu laden.

6.3.3.2 Prüfergebnisse

Folgende Größen sind zu messen und als Prüfergebnisse aufzuzeichnen:

- Zellenspannung während der Prüfung;
- Zellenstrom während der Prüfung;
- Zelltemperatur während der Prüfung;
- Zustand der Zelle am Ende der Prüfung entsprechend der in Abschnitt 7 festgelegten Beschreibung.

7 Beschreibung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der in dieser Norm festgelegten Prüfungen sind unter Anwendung der in Tabelle 5 angegebenen Beschreibungen festzuhalten. Es dürfen mehrere Beschreibungen für ein Ergebnis verwendet werden. Die Prüfergebnisse dürfen mit Hilfe entsprechender Materialien, zum Beispiel Photos, veranschaulicht werden.

Tabelle 5 – Beschreibung der Prüfergebnisse

Beschreibung	Wirkung
Keine Wirkung	Keine Wirkung. Keine Veränderung des Erscheinungsbilds.
Verformung	Veränderung oder Verformung des Erscheinungsbilds, einschließlich Ausdehnung.
Leichte Leckage/Entlüftung	Austritt flüssigen Elektrolyts aus Entlüftungsöffnung oder Entlüftung mit Freisetzung von Feuchtigkeit.
Leckage	Austritt flüssigen Elektrolyts aus einem anderen Teil als der Entlüftungsöffnung, zum Beispiel aus Gehäuse, Dichtungsmasse und/oder Anschlusspolen.
Rauchaustritt	Freisetzen von Rauch aus Entlüftungsöffnung.
Bersten	Mechanisches Versagen eines Zellengehäuses aufgrund einer inneren oder äußeren Ursache, was dazu führt, dass Materialien freiliegen oder auslaufen, jedoch nicht ausgeworfen werden.
Brand	Von einer Zelle ausgehende Flammen.
Explosion	Versagen, das eintritt, wenn sich ein Zellengehäuse mit Gewalt öffnet und große Bauteile zwangsweise ausgestoßen werden.

CONTENTS

FOREWORD.....	2
INTRODUCTION.....	3
1 Scope.....	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions	5
4 Tests conditions.....	5
4.1 General	5
4.2 Measuring instruments	5
4.3 Tolerance	6
4.4 Test temperature	7
5 Electrical measurement	7
5.1 General conditions	7
5.2 Capacity	7
5.3 SOC adjustment	8
6 Reliability and abuse tests	8
6.1 Mechanical test	8
6.1.1 Vibration.....	8
6.1.2 Mechanical shock	9
6.1.3 Crush	10
6.2 Thermal test.....	10
6.2.1 High temperature endurance	10
6.2.2 Temperature cycling	10
6.3 Electrical test	11
6.3.1 External short circuit.....	11
6.3.2 Overcharge	12
6.3.3 Forced discharge.....	12
7 Description of test results	13

SECONDARY BATTERIES FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –

Part 5: Reliability and abuse testing for lithium-ion cells

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61982-5 has been prepared by xxxxxxx

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 20XX. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

The commercialisation of electric road vehicles including battery, hybrid and plug-in hybrid electric vehicles has been accelerated in the global market, responding to the global concerns on CO₂ reduction and energy security. This, in turn, has led to rapidly increasing demand for high-power and high-energy density traction batteries. Lithium-ion batteries are estimated to be one of the most promising secondary batteries for the propulsion of electric vehicles. In the light of rapidly diffusing hybrid electric vehicles and emerging battery and plug-in hybrid electric vehicles, a standard method for testing reliability and abuse requirements of lithium-ion batteries is indispensable for securing a basic level of safety and obtaining essential data for the design of vehicle systems and battery packs.

This standard is to specify reliability and abuse testing for automobile traction lithium-ion cells and batteries - batteries that basically differ from the other batteries including those for portable and stationary applications specified by the other IEC standards. For automobile application, it is important to note the usage specificity; i.e. the designing diversity of automobile battery packs and systems, and specific requirements for cells and batteries corresponding to each of such designs. Based on these facts, the purpose of this standard is to provide a basic test methodology with general versatility, which serves a function in common primary testing of lithium ion cells and batteries to be used in a variety of battery systems. For the requirements for cells and batteries differ depending on the system designs of battery pack or vehicle, and should be evaluated by the users, this standard does not provide any pass-fail criteria for the tests, but specifies a standard classification of descriptions for test results.

This standard is associated with ISOXXX Road vehicles - Electrically propelled road vehicles - Test specification for lithium-ion battery systems that defines tests and related requirements for battery systems.

Parts 1, 2, and 3 of IEC61982 provide generic performance tests of traction batteries. Part 4 specifies the performance testing of lithium-ion cells and batteries for electric vehicle application.

SECONDARY BATTERIES FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –

Part 5: Reliability and abuse testing for lithium-ion cells

1 Scope

This part of IEC 61982 specifies test procedures to observe the reliability and abuse behaviour of secondary lithium-ion cells used for propulsion of electric vehicles including battery electric vehicles (BEV) and hybrid electric vehicles (HEV).

The objective of this standard is to specify the standard test procedures and conditions for basic characteristics of lithium-ion cells for use in propulsion of battery and hybrid electric vehicles. The tests are indispensable for obtaining essential data on reliability and abuse behaviour of lithium-ion cells for use in various designs of battery systems and battery packs.

This standard provides standard classification of description of test results to be used for the design of battery systems or battery packs.

NOTE The reliability and abuse tests for the electrically connected lithium-ion cells may be performed with reference to this standard.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC60050-482, *International Electrotechnical Vocabulary - Part 482: Primary and Secondary cells and batteries*

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

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

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

IEC61434, *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 61851-1, *Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements*

(ISOXXXX(CD12405-1), *Electrically propelled road vehicles - Test specification for Lithium-ion traction battery packs and systems - Part 1: High power applications*)

ISO 16750-3, *Road vehicles - Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment - Part 3: Mechanical loads*

ISO 16750-4, *Road vehicles -- Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment -- Part 4: Climatic loads*

3 Terms and definitions

For the purpose of this standard, the definitions contained in IEC 60050-482 and the following apply.

3.1

secondary lithium ion cell

secondary single cell whose electrical energy is derived from the insertion/extraction reactions of lithium ion between the anode and the cathode

NOTE 1 The secondary cell is basic manufactured unit providing a source of electrical energy by direct conversion of chemical energy, that consists of electrodes, separators, electrolyte, container and terminals, and that is designed to be charged electrically.

NOTE 2 In this standard, cell means the secondary lithium ion cell to be used for the propulsion of electric road vehicles.

3.2

rated capacity

quantity of electricity C_3Ah (ampere-hours) for BEV and C_1Ah for HEV declared by the manufacturer which is a single cell can deliver during a 3-h period for BEV and a 1-h period for HEV, when charged, stored and discharged under the conditions specified in 5.1 and 5.2

3.3

room temperature

25 °C ± 2K

3.4

state of charge (SOC)

the available capacity in a battery expressed as a percentage of rated capacity

3.5

battery-electric vehicle (BEV)

electric vehicle with only a traction battery as power source for vehicle propulsion

3.6

hybrid electric vehicle (HEV)

vehicle with both a rechargeable energy storage system and a fuelled power source for propulsion

3.7

deformation

change in appearance or shape of a cell including swelling

3.8

venting

release of excessive internal pressure from a cell in a manner intended by design to preclude rupture or explosion

4 Test conditions

4.1 General

For assistance in selecting instrumentation, see IEC60051 for analogue instruments and IEC60485 for digital instruments. The details of the instrumentation used shall be provided in any report of results.

4.2 Measuring instruments

4.2.1 Range of measuring devices

The instruments used shall enable the values of voltage and current to be measured. The range of these instruments and measuring methods shall be chosen so as to ensure the accuracy specified for each test.

For analogue instruments, this implies that the readings shall be taken in the last third of the graduated scale.

Any other measuring instruments may be used provided they give an equivalent accuracy.

4.2.2 Voltage measurement

The instruments used for voltage measurement shall be voltmeters of an accuracy class equal to 0,5 or better. The resistance of the voltmeters used shall be at least 1 000 Ω/V .

4.2.3 Current measurement

The instruments used for current measurement shall be ammeters of an accuracy class equal to 0,5 or better. The entire assembly of ammeter, shunt and leads shall be of an accuracy class of 0,5 or better.

4.2.4 Temperature measurements

The cell temperature shall be measured by use of a surface temperature measuring device capable of an equivalent scale definition and accuracy of calibration as specified in 4.2.1. The temperature should be measured at a location which most closely reflects the cell temperature.

The examples for temperature measurement are shown in figures 1.1 and 1.2. The instructions for temperature measurement specified by the manufacturer shall be followed.

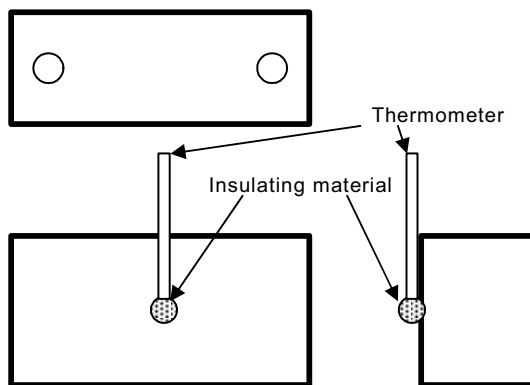


Figure 1.1 - Example of temperature measurement of prismatic or flat cells

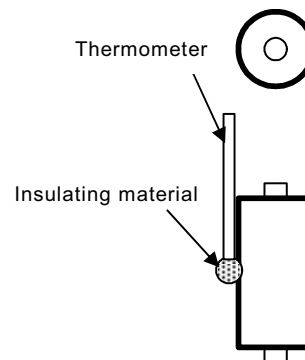


Figure 1.2 - Example of temperature measurement of cylindrical cell

4.2.5 Other measurements

Other values including capacity and power may be measured by use of a measuring device, provided that it complies with 4.3.

4.3 Tolerance

The overall accuracy of controlled or measured values, relative to the specified or actual values, shall be within these tolerances:

- a) $\pm 1\%$ for voltage;
- b) $\pm 1\%$ for current;
- c) $\pm 2\text{K}$ for temperature;
- d) $\pm 0,1\%$ for time;
- e) $\pm 0,1\%$ for mass;
- f) $\pm 0,1\%$ for dimensions.

These tolerances comprise the combined accuracy of the measuring instruments, the measurement technique used, and all other sources of error in the test procedure.

4.4 Test temperature

If not otherwise defined, before each test the cell has to be stabilized at the test temperature for a minimum of 12h. This period can be reduced if thermal stabilization is reached. Thermal stabilization is considered to be reached if after one interval of 1 h, the change among all individual cell temperature is lower than 1K.

Unless otherwise stated in this standard, cells shall be tested at room temperature in an open atmosphere using the method declared by the manufacturer.

5 Electrical measurement

5.1 General conditions

Prior to electrical measurement test, the cell shall be discharged at room temperature $25^\circ\text{C} \pm 2\text{K}$ at a constant current described in Table 1 down to a specified end-of-discharge voltage.

Unless otherwise stated in this standard, cells shall be charged at room temperature and at open atmosphere using the method declared by the manufacturer.

5.2 Capacity

Capacity of cell shall be measured in accordance with the following steps.

Step 1 - Fully charged cell shall be discharged at room temperature at a constant current described in Table 1, down to the end-of-discharge voltage specified by the manufacturer. Then the cell is recharged in accordance with the manufacturer's specification to the fully charged state. After recharge, the cell shall be stabilized in accordance with 4.4.

Step 2 - The cell shall be discharged at specified temperature at a constant current I_t (A) to the end-of-discharge voltage of U_f that is provided by the manufacturer. The manufacturer shall select the discharge current and temperature indicated in Table 1.

The method of designation of test current I_t is defined in IEC 61434.

Table 1 - Discharge conditions

Temperature	Discharge current (A)	
	BEV application	HEV application
0 °C	1/3 I_t	1 I_t
25 °C		
45 °C		

Step 3 - Measure the discharge endurance duration until the specified end-of discharge voltage is reached, and calculate the capacity of cell expressed in Ah up to three significant figures. 0,2 It discharge current is applicable for large capacity BEV application cell, if necessary.

5.3 SOC adjustment

The test cells shall be charged as specified below. The SOC adjustment is the procedure to be followed for preparing cells to the various SOC's for the tests in this standard.

Step 1 - The cell shall be charged to SOC 100% according to the procedure specified by the manufacturer.

Step 2 - The cell shall be left at rest at room temperature in accordance with 4.4.

Step 3 - The cell shall be discharged at a constant current according to Table 1 for $(100 - n)/100 \times 3$ h for BEV application and $(100 - n)/100 \times 1$ h for HEV application, where n is SOC (%) to be adjusted for each test

6 Reliability and abuse tests

6.1 Mechanical test

6.1.1 Vibration

This test is performed to characterize cell responses to vibration assumed in the use of vehicle.

6.1.1.1 Test

- a) Adjust the SOC of cell to 100 % for BEV application, and to 80 % for HEV application in accordance with 5.3.
- b) Perform the test referring to IEC 60068-2-64 random vibration. Use test duration of 8 h for each plane of the test cell.
- c) The r.m.s. acceleration value shall be $27,8 \text{ m/s}^2$. The power spectrum density (PSD) vs. frequency is shown in Figure 2 and Table 2. The maximum frequency shall be 2000 Hz.

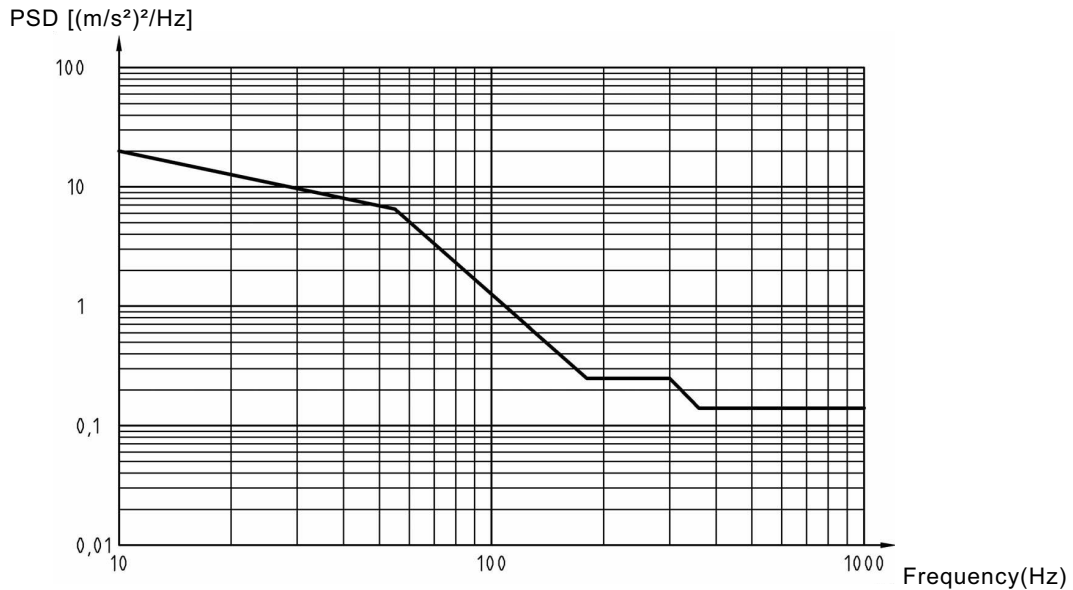


Figure 2 – PSD of acceleration vs. frequency
(to be revised in line with ISO12405-1)

Table 2 - Values for PSD and frequency
(to be revised in line with ISO12405-1)

Frequency [Hz]	PSD [(m/s ²) ² /Hz]
10	20
55	6,5
180	0,25
300	0,25
360	0,14
1000	0.14

6.1.1.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results.

- Cell voltage and capacity at the beginning and at the end of the test;
- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7.

6.1.2 Mechanical shock

This test is performed to characterize cell responses to mechanical shocks assumed in the use of vehicle.

6.1.2.1 Test

- Adjust the SOC of cell to 100 % for BEV application and to 80 % for HEV application in accordance with 5.3.
- Perform the test in accordance with ISO 16750-3 as shown in Table 3. Acceleration from the shock in the test shall be applied in the same direction as the acceleration of the shock that

occurs in the vehicle. If the direction of the effect is not known, the cell shall be tested in all six spatial directions.

Table 3 - Mechanical shock test - parameters

Operation mode	3.2 (see ISO16750-1)
Pulse shape	half-sinusoidal
Acceleration	500 m/s ²
Duration	6 ms or more
Number of shocks	10 per test direction

6.1.2.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results.

- Cell voltage and capacity at the beginning and at the end of the test ;
- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7.
-

6.1.3 Crush

This test is performed to characterize cell responses to deformation caused by vehicle crash or other accidents.

6.1.3.1 Test

- a) Adjust the SOC of cell to 100 % for BEV application and 80 % for HEV application in accordance with 5.3.
- b) The cell shall be placed on an insulated flat surface and be crushed with a crushing tool of round or semicircular bar, or sphere or hemisphere with a 150 mm diameter. It is recommended to use the round bar to crush a cylindrical cell, and the sphere for a prismatic cell. The force for the crushing shall be applied in direction nearly perpendicular to a layered face of positive and negative electrodes inside cell. The crushing tool shall be selected so that the cell is deformed nearly in proportion to the increase of crushing force.
- c) The force shall be released when an abrupt voltage drop of one-third of the original cell voltage occurs, or a deformation of 15 % or more of initial cell dimension occurs. The crush force should be limited to a maximum of 1000 times the mass of cell. The test shall be continued until cell temperature drop.

6.1.3.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results.

- Form of crushing tool;
- Crushing speed;
- Cell voltage during the test;
- Cell temperature during the test;
- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7

6.2 Thermal test

6.2.1 High temperature endurance

This test is performed to characterize cell responses to high-temperature environment.

6.2.1.1 Test

- a) Adjust the SOC of cell to 100 % for BEV application, and to 80 % for HEV application in accordance with 5.3.
- b) The cell, stabilized at room temperature, shall be placed in a gravity or circulating air-convection oven. The oven temperature is raised at a rate of 5K/min to a temperature of 130 °C ± 2K. The cell remains at this temperature for 30 min before the test is discontinued.

6.2.1.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results.

- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7.

It is recommended to measure the cell temperature and voltage, and oven temperature during the test.

6.2.2 Temperature cycling

This test is performed to characterize thermal durability of cell by exposing at low and high temperature environment alternately to cause expansion and contraction of cell components.

6.2.2.1 Test

- a) Adjust the SOC of cell to 100 % for BEV application, and to 80 % for HEV application in accordance with 5.3.
- b) Perform the temperature cycling in accordance with ISO 16750-4 as shown in Table 4. The minimum operating temperature T_{min} shall be -20 °C and the maximum operating temperature T_{max} shall be 65 °C. Perform 30 test cycles as specified.

Table 4 - Temperatures and time duration for temperature cycling

Time min	Temperature °C
0	25
60	T_{min}
150	T_{min}
210	25
300	T_{max}
410	T_{max}
480	25

6.2.2.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results.

- Cell voltage and capacity at the beginning and at the end of the test ;
- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7.

6.3 Electrical test

6.3.1 External short circuit

This test is performed to characterize cell responses to external short circuit.

6.3.1.1 Test

- a) Adjust the SOC of cell to 100 % in accordance with 5.3.
- b) Adjusted cell as above a) shall be stored in room temperature, and be then short-circuited by connecting the positive and negative terminals with an external resistance for 10 min. A total external resistance may be equal to or less than 5 mΩ.

6.3.1.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results. The sample rate for voltage and current recording shall be ≤ 10 ms.

- Cell voltage during the test;
- Cell current during the test;
- Cell temperature during the test;
- Total external resistance value
- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7.

6.3.2 Overcharge

This test is performed to characterize cell responses to overcharge.

6.3.2.1 Test

- a) Adjust the SOC of cell to 100 % in accordance with 5.3.
- b) Continue charging the cell beyond the 100 % SOC with a recommended charging current 1C for BEV application and 5C for HEV application at room temperature using a power supply sufficient to provide the constant charging current. The overcharge test shall be discontinued when the voltage of cell reaches twice the maximum working voltage set by the manufacturer, or in case that the quantity of electricity applied to the cell reaches 200 % SOC equivalent.

6.3.2.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results.

- Cell voltage during the test;
- Cell current during the test;
- Cell temperature during the test;
- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7.

6.3.3 Forced discharge

This test is performed to characterize cell responses to over discharge.

6.3.3.1 Test

Apply a reverse charge to a fully discharged cell at 1 I_t A for 90 min.

6.3.3.2 Test results

The followings shall be measured and recorded as test results.

- Cell voltage during the test;
- Cell current during the test;
- Cell temperature during the test;
- Conditions of cell at the end of test in accordance with the description specified in 7.

7 Description of test results

The results of tests specified in this standard shall be recorded with the descriptions in Table 5. Each test result may include multiple descriptions. The test results may be described with relevant materials such as photos

Table 5 — Test result description

Description	Effect
No effect	No effect. No change in appearance.
Deformation	Change or deformation in appearance including swelling.
Minor Leakage/Venting	Escape of liquid electrolyte from vent or venting with mist release.
Leakage	Escape of liquid electrolyte from a part except vent, such as casing, sealing part and/or terminals.
Smoking	Release of fume from vent.
Rupture	Mechanical failure of a cell container case induced by an internal or external cause, resulting in exposure or spillage but not ejection of materials. It involves smoking by rupture
Fire	Emission of flames from a cell.
Explosion	Failure that occurs when a cell container opens violently and major components are forcibly expelled.