

	DIN EN 62660-1 (VDE 0510-33)	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 2018-01-24

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62660-1
(VDE 0510-33):2012-04

Entwurf

**Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von
 Elektrostraßenfahrzeugen –
 Teil 1: Prüfung des Leistungsverhaltens
 (IEC 21/923/CD:2017)**

Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles –
 Part 1: Performance testing
 (IEC 21/923/CD:2017)

Éléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques –
 Partie 1: Essais de performance
 (IEC 21/923/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-11-24 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.din.de/go/entwuerfe .de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/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 72 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
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 Temperaturmessung	9
4.2.5 Weitere Messungen	9
4.3 Grenزابweichung.....	10
4.4 Prüftemperatur.....	10
5 Messung der Maße.....	10
6 Messung der Masse	12
7 Elektrische Messung	12
7.1 Allgemeine Ladebedingungen.....	12
7.2 Kapazität.....	12
7.3 Einstellung des Ladezustands.....	13
7.4 Leistung	13
7.4.1 Allgemeines	13
7.4.2 Prüfverfahren.....	13
7.4.3 Berechnung der Leistungsdichte.....	15
7.4.4 Berechnung der regenerativen Leistungsdichte.....	16
7.5 Energie	17
7.5.1 Allgemeines	17
7.5.2 Prüfverfahren.....	17
7.5.3 Berechnung der Energiedichte.....	17
7.6 Lagerungsprüfung	18
7.6.1 Allgemeines	18
7.6.2 Ladungshaltungsprüfung.....	18
7.6.3 Lagerfähigkeitsprüfung.....	19
7.7 Prüfung der zyklischen Lebensdauer	19

7.7.1	Allgemeines.....	19
7.7.2	Zyklusprüfung für Batteriefahrzeuge.....	20
7.7.3	Zyklusprüfung für Hybridfahrzeuge.....	23
7.8	Prüfung des Energiewirkungsgrads.....	27
7.8.1	Allgemeines.....	27
7.8.2	Prüfung von Zellen zur Verwendung in Batteriefahrzeugen.....	29
7.8.3	Berechnung des energetischen Wirkungsgrads von Zellen zur Verwendung in Hybridfahrzeugen.....	30
Anhang A (informativ)	Ausgewählte Prüfbedingungen.....	32
Anhang B (informativ)	Prüffolge für die Prüfung der zyklischen Lebensdauer.....	34
Literaturhinweise		37

Bilder

Bild 1	– Beispiel für Temperaturmessung einer Zelle.....	9
Bild 2	– Beispiele für Größtmaße von Zellen.....	11
Bild 3	– Prüfreihefolge der Strom-Spannungs-Kennlinienprüfung.....	15
Bild 4	– Dynamisches Entladeprofil A für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Batteriefahrzeugen.....	22
Bild 5	– Dynamisches Entladeprofil B für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Batteriefahrzeugen.....	23
Bild 6	– Profil mit häufigen Entladungen für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Hybridfahrzeugen.....	25
Bild 7	– Profil mit häufigen Ladungen für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Hybridfahrzeugen.....	26
Bild 8	– Typisches Schwingen des Ladezustands durch Kombination zweier Profile für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Hybridfahrzeugen.....	27
Bild B.1	– Prüffolge für die Zyklusprüfung für Batteriefahrzeuge.....	35
Bild B.2	– Konzept für die Zyklusprüfung für Batteriefahrzeuge.....	36

Tabellen

Tabelle 1	– Entladebedingungen.....	12
Tabelle 2	– Beispiele für Lade- und Entladestrom.....	14
Tabelle 3	– Dynamisches Entladeprofil A für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Batteriefahrzeugen.....	21
Tabelle 4	– Dynamisches Entladeprofil B für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Batteriefahrzeugen.....	22
Tabelle 5	– Profil mit häufigen Entladungen für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Hybridfahrzeugen.....	25
Tabelle 6	– Profil mit häufigen Ladungen für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Hybridfahrzeugen.....	26
Tabelle A.1	– Bedingungen für die Kapazitätsprüfung.....	32
Tabelle A.2	– Bedingungen für die Leistungsprüfung.....	32
Tabelle A.3	– Bedingungen für die Prüfung der zyklischen Lebensdauer.....	32
Tabelle A.4	– Bedingungen für die Prüfung des Energiewirkungsgrads bei Anwendung in Batteriefahrzeugen.....	33
Tabelle B.1	– Prüffolge für die Zyklusprüfung für Hybridfahrzeuge.....	36

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21/923/CD:2017 „Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles – Part 1: Performance testing“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom TC 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.

Diese zweite Edition der IEC 62660-1 hebt die erste Edition, publiziert in 2010, auf und ersetzt diese.

Dieser Text ist keine Änderung (en: amendment, AMD), obwohl der Dokumentenname des zugrundeliegenden Entwurfstextes „21/923/CD – IEC 62660-1/AMD1 ED1“ eine Änderung (hier: AMD1) bezeichnet.

Mit Dokument „21/935A/CC – IEC 62660-1 ED2“ wurde seitens des zuständigen IEC-Sekretariats IEC/TC 21 „Secondary cells and batteries“ beschlossen, dass das Amendement in eine Edition 2 umgewandelt wird. Ein entsprechend überarbeiteter Entwurf CDV für IEC 62660-1 ED2 auf Grundlage des Textes von 21/923/CD – IEC 62660-1/AMD1 ED1 wird im Dezember 2017 erscheinen.

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

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

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

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC [und/oder ISO] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 62660-1 (VDE 0510-33):2012-04** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Es wurden editorielle Änderungen entsprechend der siebten Edition der ISO/IEC Direktive, Teil 2 vorgenommen.
- b) Der Zweck der jeweiligen Prüfungen wurde hinzugefügt.

Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen – Teil 1: Prüfung des Leistungsverhaltens

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-Hybridfahrzeuge, 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 sowie des Aufkommens von Batteriefahrzeugen und Plug-in-Hybridfahrzeugen ist ein genormtes Verfahren zur Prüfung der Anforderungen an das Leistungsverhalten von Lithium-Ionen-Batterien für die Sicherstellung eines grundlegenden Leistungsniveaus und die Ermittlung wesentlicher Daten für den Entwurf von Fahrzeugsystemen und Batteriepacks unerlässlich.

Diese Norm legt die Prüfung des Leistungsverhaltens von Lithium-Ionen-Zellen für den Antrieb von Fahrzeugen fest, die sich grundsätzlich von anderen Zellen unterscheiden, einschließlich der in weiteren IEC-Normen für tragbare und ortsfeste Anwendungen festgelegten Zellen. Bei der Anwendung in Fahrzeugen ist es wichtig, die spezifische Verwendung zu beachten, also die Vielfalt der Ausführungen von Fahrzeugbatteriepacks und -systemen sowie die speziellen Anforderungen an Zellen und Batterien im Zusammenhang mit jeder dieser Ausführungen. Ausgehend davon soll diese Norm eine grundlegende Prüfmethodologie mit allgemeiner, vielseitiger Anwendbarkeit bereitstellen, die Teil der gemeinsamen Primärprüfung von Lithium-Ionen-Zellen zur Verwendung in verschiedenen Batteriesystemen ist.

Diese Norm steht in Zusammenhang mit ISO 12405-4¹⁾.

In **IEC 62660-2** wird die Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung von Lithium-Ionen-Zellen zur Anwendung in Elektrofahrzeugen festgelegt.

In **IEC 62660-3** werden die Sicherheitsanforderungen von Lithium-Ionen-Zellen zur Anwendung in Elektrofahrzeugen festgelegt.

¹⁾ In Beratung.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62660 legt die Verfahren zur Prüfung des Leistungsverhaltens und der Lebensdauer 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.

ANMERKUNG 1 Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Plug-in-Hybridfahrzeugen (en: plug-in hybrid electric vehicle, PHEV) können entweder nach dem Verfahren für BEV oder dem für HEV geprüft werden, entsprechend der Ausführung des Batteriesystems, nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunden.

Ziel dieser Norm ist die Festlegung der Prüfverfahren zur Ermittlung der wesentlichen Merkmale von Lithium-Ionen-Zellen für den Antrieb von Fahrzeugen in Bezug auf deren Kapazität, Leistungsdichte, Energiedichte, Lagerfähigkeit und zyklische Lebensdauer.

Diese Norm beschreibt die Norm-Prüfverfahren und -bedingungen für die Prüfung der grundlegenden Leistungsmerkmale von Lithium-Ionen-Zellen für den Antrieb von Fahrzeugen, die für die Sicherstellung eines grundlegenden Leistungsniveaus und die Ermittlung wesentlicher Daten zu Zellen für verschiedene Ausführungen von Batteriesystemen und Batteriesätzen unerlässlich sind.

ANMERKUNG 2 Sofern zwischen Hersteller und Kunden vereinbart, können zusätzlich zu den in dieser Norm festgelegten Prüfbedingungen spezifische Prüfbedingungen gewählt werden. Einige ausgewählte Prüfbedingungen werden in [Anhang A](#) beschrieben.

ANMERKUNG 3 Die Prüfungen des Leistungsverhaltens der elektrisch verbundenen Lithium-Ionen-Zellen können unter Bezugnahme auf diese Norm durchgeführt werden.

ANMERKUNG 4 Die Prüfspezifikation für Lithium-Ionen-Batteriepacks und -systeme ist in ISO 12405-4 (in Beratung) festgelegt.

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

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*

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

3.1

Batteriefahrzeug

(en: battery electric vehicle)

BEV

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

3.2

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

3.3

Bemessungskapazität

vom Hersteller angegebene Elektrizitätsmenge C_3 Ah (Amperestunden) für BEV und C_1 Ah für HEV

3.4

Bezugsprüfstrom

I_t

Strom in Ampere, dargestellt als

$$I_t(\text{A}) = C_n(\text{Ah}) / 1(\text{h})$$

Dabei ist

C_n die Bemessungskapazität der Zelle;

n in C_n die Zeitbasis (h).

3.5

Raumtemperatur

Temperatur von $25\text{ °C} \pm 2\text{ K}$

3.6

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

Anmerkung 2 zum Begriff: In dieser Norm bedeutet Zelle oder Sekundärzelle die für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen zu verwendende Lithium-Ionen-Zelle.

3.7

Ladezustand

(en: state of charge)

SOC

Kapazität einer Batterie, ausgedrückt in Prozent der Bemessungskapazität

4 Prüfbedingungen

4.1 Allgemeines

Die Einzelheiten der verwendeten Messausrüstung müssen in jedem Ergebnisbericht angegeben 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 der Messgeräte und die Messverfahren müssen nach der für die jeweilige Prüfung geforderten Genauigkeit ausgewählt werden.

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

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

4.2.2 Spannungsmessung

Der Innenwiderstand der Spannungsmessgeräte muss mindestens $1 \text{ M } \Omega/\text{V}$ betragen.

4.2.3 Strommessung

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

4.2.4 Temperaturmessung

Die Zellentemperatur muss mit einem Messgerät für die Oberflächentemperatur mit ähnlicher Skaleneinteilung und Genauigkeit wie in 4.2.1 gemessen werden. Die Temperatur sollte an einer Stelle gemessen werden, die die Temperatur der Zelle 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 Hersteller angegebenen Hinweise zur Temperaturmessung müssen befolgt werden.

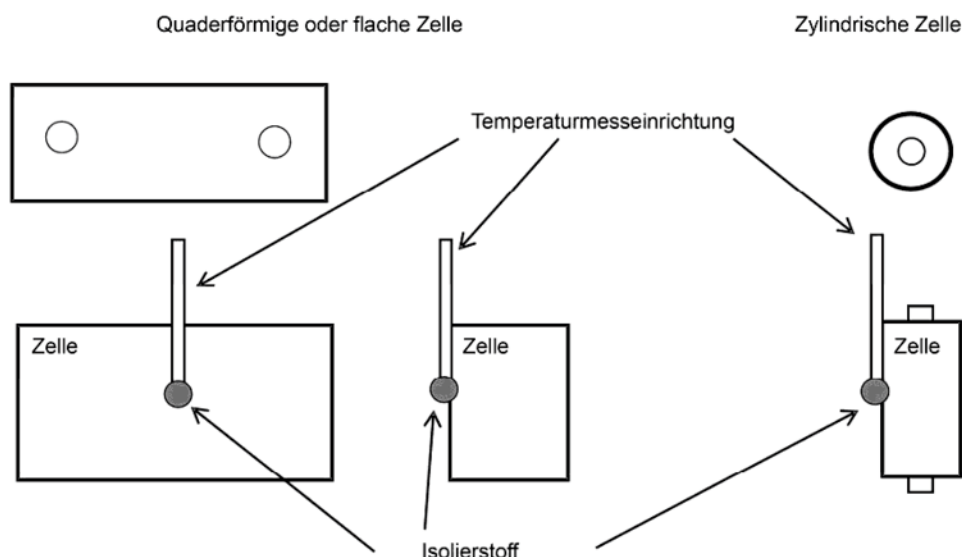


Bild 1 – Beispiel für Temperaturmessung einer Zelle

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 Grenzabweichung

Die Gesamtgenauigkeit der Regelgrößen oder Messwerte in Bezug auf die festgelegten oder tatsächlichen Werte muss innerhalb der folgenden Grenzabweichungen 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 Grenzabweichungen umfassen die kombinierte Genauigkeit der Messgeräte, des angewendeten Messverfahrens und aller übrigen Fehlerquellen des Prüfverfahrens.

4.4 Prüftemperatur

Wenn nicht anders festgelegt, muss die Zelle vor jeder Prüfung für mindestens 12 h bei Prüftemperatur stabilisiert werden. Dieser Zeitraum kann verringert werden, wenn thermische Stabilität erreicht ist. Thermische Stabilität gilt als erreicht, wenn nach einem Intervall von 1 h die Änderung der Zelltemperatur unter 1 K liegt.

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

5 Messung der Maße

Die Größtmaße hinsichtlich der gesamten Breite, Dicke oder Durchmesser, und Höhe einer Zelle müssen bis auf drei signifikante Stellen nach den in 4.3 angegebenen zulässigen Grenzabweichungen gemessen werden.

Beispiele für Größtmaße sind in den Bildern 2a bis 2f angegeben.

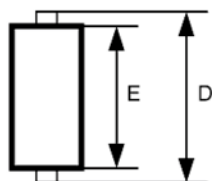


Bild 2a – Zylindrische Zelle (1)

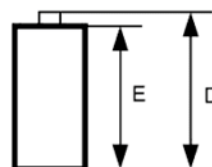


Bild 2b – Zylindrische Zelle (2)

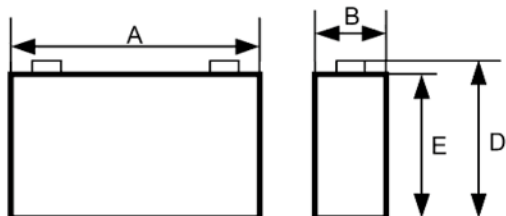
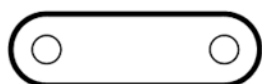


Bild 2c – Quaderförmige Zelle (1)

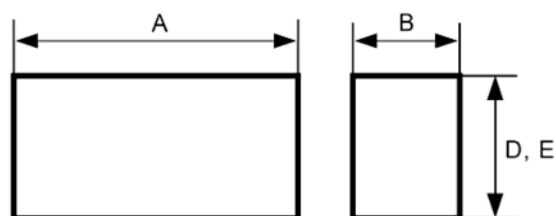
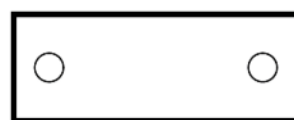


Bild 2d – Quaderförmige Zelle (2)

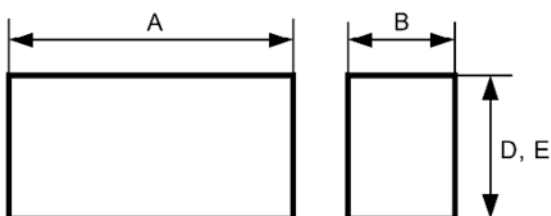


Bild 2e – Quaderförmige Zelle mit Laminatgehäuse (1)

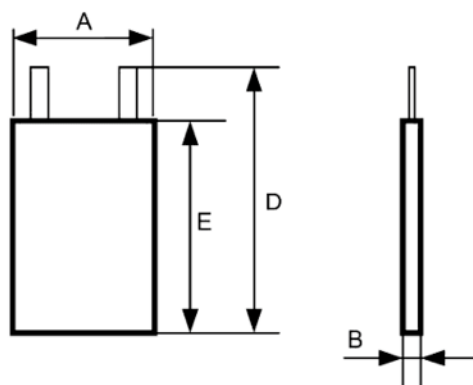


Bild 2f – Quaderförmige Zelle mit Laminatgehäuse (2)

Legende

- A Gesamtbreite
- B Gesamtdicke
- C Durchmesser
- D Gesamthöhe (einschließlich Anschlüsse)
- E Gesamthöhe (ohne Anschlüsse)

Bild 2 – Beispiele für Größtmaße von Zellen

ANMERKUNG Quaderförmige Zellen werden entweder mit einem starren Metallgehäuse oder einem biegsamen Laminatgehäuse ausgestattet. Eine quaderförmige Zelle mit Laminatgehäuse wird gewöhnlich Taschenzelle genannt.

Das Volumen einer quaderförmigen Zelle ist gegeben als das Produkt ihrer Gesamthöhe ohne Anschlüsse, ihrer Breite und ihrer Dicke; das Volumen einer zylindrischen Zelle ist gegeben als das Produkt des Querschnitts des Zylinders und der Gesamthöhe ohne Anschlüsse.

6 Messung der Masse

Die Masse einer Zelle wird auf drei signifikante Stellen nach den in 4.3 angegebenen Grenzwertabweichungen gemessen.

7 Elektrische Messung

Während jeder Prüfung müssen Spannung, Stromstärke und Temperatur aufgezeichnet werden.

7.1 Allgemeine Ladebedingungen

Sofern in dieser Norm nicht anders angegeben, muss die Zelle vor den elektrischen Messungen wie folgt geladen werden.

Vor dem Laden muss die Zelle bei Raumtemperatur mit dem in Tabelle 1 angegebenen Konstantstrom bis zu der vom Hersteller festgelegten Entladeschlussspannung entladen werden. Anschließend muss die Zelle nach dem vom Hersteller angegebenen Ladeverfahren bei Raumtemperatur geladen werden.

7.2 Kapazität

Die Kapazität der Zelle muss in Übereinstimmung mit folgenden Phasen gemessen werden.

Phase 1 – Die Zelle muss nach 7.1 geladen werden.

Nach dem Wiederaufladen muss die Zelltemperatur nach 4.4 stabilisiert werden.

Phase 2 – Die Zelle muss bei der festgelegten Temperatur mit einem Konstantstrom I_t (A) bis zur vom Hersteller angegebenen Entladeschlussspannung entladen werden. Entladestrom und Temperaturen müssen entsprechend ihrer Festlegung in Tabelle 1 verwendet werden.

ANMERKUNG Einige ausgewählte Prüfbedingungen sind in Anhang A, Tabelle A.1 dargestellt.

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

Tabelle 1 – Entladebedingungen

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

Phase 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.

7.3 Einstellung des Ladezustands

Die Prüfzellen müssen wie nachstehend festgelegt geladen werden, wenn nichts anderes festgelegt ist. Bei der Einstellung des Ladezustands ist das Verfahren, das einzuhalten ist, um die Zellen auf die verschiedenen Ladezustände für die Prüfungen nach dieser Norm zu bringen.

Phase 1 – Die Zelle muss nach 7.1 geladen werden.

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

Phase 3 – Die Zelle muss mit einem Konstantstrom nach Tabelle 1 über einen Zeitraum von $(100 - n)/100 \times 3$ h für Batteriefahrzeuge und $(100 - n)/100 \times 1$ h für Hybridfahrzeuge entladen werden, wobei n der für jede Prüfung einzustellende Ladezustand (%) ist.

7.4 Leistung

7.4.1 Allgemeines

Diese Prüfung dient der Bestimmung des Leistungsverhaltens der Zelle unter repräsentativen Bedingungen beim Gebrauch in Anwendungen für Batterie- und Hybridfahrzeuge.

Auf der Grundlage der Prüfung der Strom-Spannungskennlinie in 7.4.2 müssen die Leistungsdichte und die regenerative Leistungsdichte der Zelle nach 7.4.3 und 7.4.4 berechnet werden.

7.4.2 Prüfverfahren

Die Prüfung muss nach folgendem Verfahren durchgeführt werden.

a) Messung der Masse

Die Masse der Zelle muss wie in Abschnitt 6 festgelegt gemessen werden.

b) Messung der Maße

Die Maße der Zelle müssen wie in Abschnitt 5 festgelegt gemessen werden.

c) Prüfung der Strom-Spannungs-Kennlinie

Die Strom-Spannungs-Kennlinien müssen durch Messung der Spannung nach Ablauf des 10-Sekunden-Impulses bestimmt werden, wenn unter den nachfolgend festgelegten Bedingungen mit einem konstanten Strom entladen oder geladen wird.

- 1) Der Ladezustand muss nach der in 7.3 festgelegten Vorgehensweise auf 20 %, 50 % und 80 % eingestellt werden.
- 2) Die Zellentemperatur bei Prüfbeginn muss auf 40 °C, 25 °C, 0 °C, und –20 °C eingestellt werden.
- 3) Die Zelle ist bei jedem Wert des Stroms zu laden oder zu entladen, der dem jeweiligen Niveau der Bemessungskapazität entspricht, und die Spannung ist nach Ablauf des 10-Sekunden-Impulses zu messen. Der Lade-/Entladestrombereich muss vom Hersteller festgelegt werden, und das Norm-Messintervall muss 1 s betragen. Wenn die Spannung nach 10 s die untere Entladegrenzspannung oder die obere Ladegrenzspannung überschreitet, müssen die Messdaten verworfen werden.

Die vom Hersteller festgelegten Lade-/Entladegrenzen bei niedrigen Temperaturen sollten berücksichtigt werden.

Tabelle 2 zeigt Beispiele für den Lade- und Entladestrom entsprechend der jeweiligen Anwendung. Sofern erforderlich, wird der größte Strom für Ladung und Entladung ($I_{\max}$) vom Zellenhersteller festgelegt. Dieser Wert kann nach Vereinbarung mit dem Kunden reduziert werden. Der größte Lade- und Entladestrom kann nach der Messung bei $5 I_t$ für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $10 I_t$ für die Anwendung in Hybridfahrzeugen angewendet werden. Der Wert $I_{\max}$ ändert sich in Abhängigkeit von Ladezustand, Prüftemperatur und Lade- oder Entladebetrieb.

Tabelle 2 – Beispiele für Lade- und Entladestrom

Anwendung	Lade- und Entladestrom A				
	$1/3 I_t$	$1 I_t$	$2 I_t$	$5 I_t$	$I_{\max}$
Batteriefahrzeug	$1/3 I_t$	$1 I_t$	$2 I_t$	$5 I_t$	$I_{\max}$
Hybridfahrzeug	$1/3 I_t$	$1 I_t$	$5 I_t$	$10 I_t$	$I_{\max}$

- 4) Zwischen den Lade- und Entladeimpulsen sowie zwischen den Entlade- und Ladeimpulsen müssen Ruhezeiten von 10 min vorgesehen sein. Wenn jedoch die Zelltemperatur nach 10 min nicht innerhalb von 2 K der Prüftemperatur ist, muss eine weitere Abkühlung vorgenommen werden; alternativ muss die Dauer der Ruhezeit zu verlängert werden, und es muss überprüft werden, ob sich die Zelltemperatur nun innerhalb eines Bereichs von 2 K einstellt. Anschließend wird mit dem nächsten Entlade- oder Ladevorgang fortgefahren.
- 5) Die Prüfung wird nach dem in Bild 3a und Bild 3b gezeigten Schema durchgeführt.

ANMERKUNG 1 Einige ausgewählte Prüfbedingungen sind in [Anhang A, Tabelle A.2](#) dargestellt.

ANMERKUNG 2 Die Strom-Spannungs-Kennlinie kann durch lineare Interpolation der gemessenen Werte von Strom und Spannung gewonnen werden, woraus $I_{\max}$ und die Leistung berechnet werden können. Der Anstieg dieser Linie ist der Innenwiderstand der Zelle.

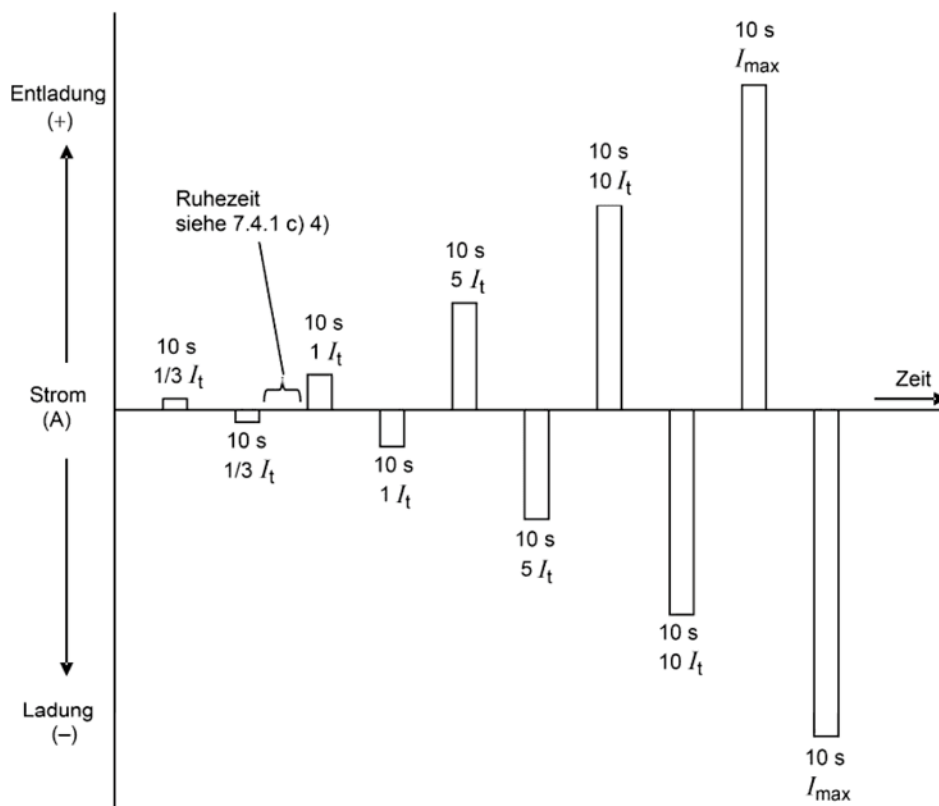


**Bild 3a – Prüfreihefolge der Strom-Spannungs-Kennlinienprüfung für den Einsatz in Hybridfahrzeugen
(umseitig fortgesetzt)**

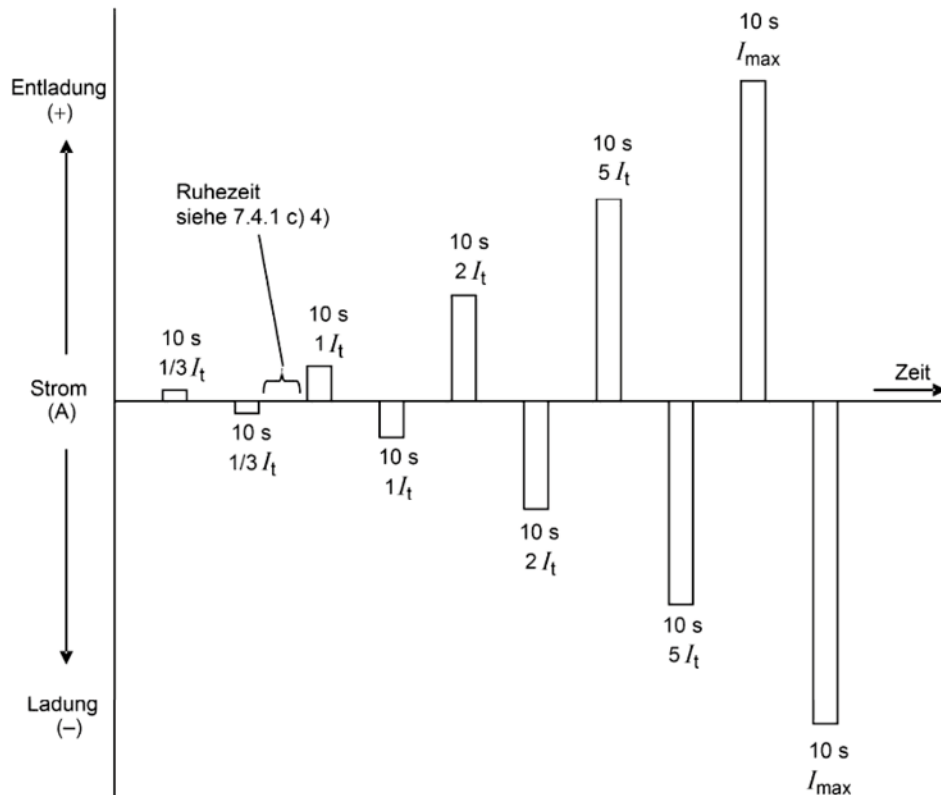


Bild 3b – Prüfreihefolge der Strom-Spannungs-Kennlinienprüfung für den Einsatz in Batteriefahrzeugen

Bild 3 – Prüfreihefolge der Strom-Spannungs-Kennlinienprüfung

7.4.3 Berechnung der Leistungsdichte

7.4.3.1 Leistung

Die Leistung muss nach Gleichung (1) berechnet und auf drei signifikante Stellen gerundet werden.

$$P_d = U_d \cdot I_{dmax} \quad (1)$$

Dabei ist

P_d die Leistung (W);

U_d die gemessene Spannung (V) am Ende des 10-s-Entladeimpulses mit I_{dmax} ;

I_{dmax} der vom Hersteller festgelegte größte Entladestrom (A).

Wenn P_d ein geschätzter Wert ist, muss dies angegeben werden.

7.4.3.2 Leistungsdichte je Masseneinheit

Die Massenleistungsdichte ist nach Gleichung (2) zu berechnen und auf drei signifikante Stellen zu runden.

$$\rho_{pd} = \frac{P_d}{m} \quad (2)$$

Dabei ist

E DIN EN 62660-1 (VDE 0510-33):2017-12

ρ_{pd} die Leistungsdichte (W/kg);
 P_d die Leistung (W);
 m die Masse der Zelle (kg).

7.4.3.3 Leistungsdichte je Volumeneinheit

Die volumetrische Leistungsdichte muss nach Gleichung (3) berechnet werden und ist auf drei signifikante Stellen zu runden.

$$\rho_{pvlm} = \frac{P_d}{V} \quad (3)$$

Dabei ist

ρ_{pvlm} die volumetrische Leistungsdichte (W/l);
 P_d die Leistung (W);
 V das Volumen der Zelle (l).

7.4.4 Berechnung der regenerativen Leistungsdichte

7.4.4.1 Regenerative Leistung

Die regenerative Leistung muss nach Gleichung (4) berechnet werden und ist auf drei signifikante Stellen zu runden.

$$P_c = U_c \cdot I_{cmax} \quad (4)$$

Dabei ist

P_c die regenerative Leistung (W);
 U_d die gemessene Spannung (V) am Ende des 10-s-Ladeimpulses mit I_{cmax} ;
 I_{cmax} der vom Hersteller festgelegte größte Ladestrom (A).

Wenn P_c ein geschätzter Wert ist, muss dies angegeben werden.

7.4.4.2 Regenerative Leistungsdichte je Masseneinheit

Die regenerative Leistungsdichte je Masseinheit muss nach Gleichung (5) berechnet werden und auf drei signifikante Stellen zu runden.

$$\rho_{pc} = \frac{P_c}{m} \quad (5)$$

Dabei ist

ρ_{pc} die regenerative Leistungsdichte (W/kg);
 P_c die regenerative Leistung (W);
 m die Masse der Zelle (kg).

7.4.4.3 Regenerative Leistungsdichte je Volumeneinheit

Die volumetrische regenerative Leistungsdichte ist nach Gleichung (6) zu berechnen und auf drei signifikante Stellen zu runden.

$$\rho_{\text{pvlmc}} = \frac{P_c}{V} \quad (6)$$

Dabei ist

ρ_{pvlmc} die volumetrische regenerative Leistungsdichte (W/l);

P_c die regenerative Leistung (W);

V das Volumen der Zelle (l).

7.5 Energie

7.5.1 Allgemeines

Diese Prüfung dient der Bestimmung der Energiedichte, die von einer Zelle unter repräsentativen Bedingungen beim Gebrauch in Anwendungen für Batterie- und Hybridfahrzeuge gewonnen werden kann.

Auf der Grundlage der Prüfung in 7.5.2 muss die Energiedichte der Zelle nach 7.5.3 berechnet werden.

7.5.2 Prüfverfahren

Die Massenenergiedichte (Wh/kg) und die volumetrische Energiedichte (Wh/l) von Zellen bei einem bestimmten Stromentladevorgang mit $1/3 I_t$ A für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $1 I_t$ A für die Anwendung in Hybridfahrzeugen müssen nach folgendem Verfahren bestimmt werden.

a) Messung der Masse

Die Masse der Zelle muss wie in [Abschnitt 6](#) festgelegt gemessen werden.

b) Messung der Maße

Die Maße der Zelle müssen wie in [Abschnitt 5](#) festgelegt gemessen werden.

c) Messung der Kapazität

Die Kapazität der Zelle muss nach [7.2](#) bei Raumtemperatur bestimmt werden.

d) Berechnung der mittleren Spannung

Der Wert der mittleren Spannung während der Entladung in der oben genannten Kapazitätsprüfung muss durch Integration der Entladespannung über die Zeit und Dividieren des Ergebnisses durch die Entladedauer bestimmt werden. Eine einfache Möglichkeit der Berechnung der mittleren Spannung bietet das folgende Verfahren: Die Entladespannungen $U_1, U_2, \dots, U_n$ werden alle 5 s ab Beginn der Entladung aufgezeichnet; Spannungen, die innerhalb von 5 s unterhalb der Entladeschlussspannung liegen, werden verworfen. Die mittlere Spannung U_{avr} wird dann mit Hilfe von Gleichung (7) vereinfacht berechnet, wobei das Ergebnis bis auf drei signifikante Stellen gerundet wird.

$$U_{\text{avr}} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{n} \quad (7)$$

ANMERKUNG Es können mit Hilfe von Messeinrichtungen ermittelte Werte verwendet werden, sofern sich eine ausreichende Genauigkeit erreichen lässt.

7.5.3 Berechnung der Energiedichte

7.5.3.1 Energiedichte je Masseneinheit

Die Massenenergiedichte muss nach Gleichung (8) und [Gleichung \(9\)](#) berechnet werden, wobei das Ergebnis auf drei signifikante Stellen zu runden ist.

$$W_{\text{ed}} = C_d U_{\text{avr}} \quad (8)$$

E DIN EN 62660-1 (VDE 0510-33):2017-12

Dabei ist

W_{ed} die elektrische Energie der Zelle (Wh);

C_d die Entladekapazität (Ah) bei $1/3 I_t$ (A) für Batteriefahrzeuge oder $1 I_t$ (A) für Hybridfahrzeuge;

U_{avr} die mittlere Spannung während der Entladung (V).

$$\rho_{\text{ed}} = \frac{W_{\text{ed}}}{m} \quad (9)$$

Dabei ist

ρ_{ed} die Massenenergiedichte (Wh/kg);

W_{ed} die elektrische Energie der Zelle (Wh);

m die Masse der Zelle (kg).

7.5.3.2 Energiedichte je Volumeneinheit

Die volumetrische Energiedichte muss nach Gleichung (10) berechnet werden, wobei das Ergebnis auf drei signifikante Stellen zu runden ist.

$$\rho_{\text{evlmd}} = \frac{W_{\text{ed}}}{V} \quad (10)$$

Dabei ist

ρ_{evlmd} die volumetrische Energiedichte (Wh/l);

W_{ed} die elektrische Energie der Zelle (Wh);

V das Volumen der Zelle (l).

7.6 Lagerungsprüfung

7.6.1 Allgemeines

Diese Prüfung dient der Bestimmung der Restkapazitätseigenschaften der Zelle unter Lagerung oder Nichtbenutzung und besteht aus der Ladungshaltungsprüfung in 7.6.2 und der Lagerfähigkeitsprüfung in 7.6.3.

7.6.2 Ladungshaltungsprüfung

Diese Prüfung dient der Bestimmung der Selbstentladungs- und Ladungshaltungseigenschaften der Zelle während der Lagerung und des Transports.

Die Ladungshaltungseigenschaften der Zelle bei einem Ladezustand von 50 % muss nach dem folgenden Verfahren zu bestimmt werden.

Phase 1 – Die Zelle muss nach 7.1 geladen werden.

Phase 2 – Die Zelle muss nach dem in 7.3 festgelegten Verfahren auf einen Ladezustand von 50 % entladen werden. Daraufhin muss die Zelle für 1 h bei Prüftemperatur stabilisiert werden.

Phase 3 – Die Zelle ist bei Raumtemperatur und einem Entladestrom von $1/3 I_t$ (A) für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $1 I_t$ (A) für die Anwendung in Hybridfahrzeugen auf die Entladeschlussspannung zu entladen. Diese Entladekapazität ist C_b .

Phase 4 – Phase 1 und Phase 2 sind zu wiederholen.

Phase 5 – Die Zelle muss für 28 Tage bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C gelagert werden.

Phase 6 – Die Zelle ist bei Raumtemperatur und einem Entladestrom von $1/3 I_t$ (A) für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $1 I_t$ (A) für die Anwendung in Hybridfahrzeugen auf die Entladeschlussspannung zu entladen; anschließend ist die Kapazität der Zelle zu messen. Diese Entladekapazität ist C_r .

Das Ladungshaltungsverhältnis muss nach Gleichung (11) berechnet werden.

$$R = \frac{C_r}{C_b} \cdot 100 \quad (11)$$

Dabei ist

R das Ladungshaltungsverhältnis (%);

C_r die Kapazität der Zelle nach Lagerung (Ah);

C_b die Kapazität der Zelle vor der Lagerung (Ah).

7.6.3 Lagerfähigkeitsprüfung

Diese Prüfung dient der Bestimmung der Verschlechterungseigenschaften der Zelle bei Lagerung oder Nichtbenutzung in Anwendungen für Batterie- und Hybridfahrzeuge.

Die Lagerfähigkeit einer Zelle muss wie folgt bestimmt werden.

Phase 1 – Kapazität, Leistungsdichte und regenerative Leistungsdichte der Zelle sind nach 7.1, 7.2 und 7.4 zu bestimmen.

Phase 2 – Der Ladezustand der Zelle ist nach 7.3 für die Anwendung in Batteriefahrzeugen auf 100 % und für die Anwendung in Hybridfahrzeugen auf 50 % einzustellen. Anschließend muss die Zelle für 42 Tage bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C gelagert werden.

Phase 3 – Im Anschluss an die Lagerung nach Phase 2 muss die Zelle nach 4.4 bei Raumtemperatur aufzubewahrt werden und bei einem konstanten Strom von $1/3 I_t$ (A) für die Anwendung in Batteriefahrzeugen und $1 I_t$ (A) für die Anwendung in Hybridfahrzeugen auf die vom Hersteller festgelegte Entladeschlussspannung entladen werden. Anschließend ist die Kapazität der Zelle zu messen. Diese Entladekapazität ist die Restkapazität (Ah).

Phase 4 – Die Phasen 1, 2 und 3 sind dreimal zu wiederholen.

Die in Phase 1 und Phase 3 gemessene Kapazität, Leistungsdichte, regenerative Leistungsdichte und Restkapazität müssen im Prüfbericht angegeben werden.

Wird die Zelle im Verlauf der Prüfung während einer Unterbrechung, z. B. zur Anpassung der zeitlichen Abfolge der Prüfung, bei Raumtemperatur gelagert, muss die Gesamtdauer dieser Unterbrechung im Prüfbericht angegeben werden.

7.7 Prüfung der zyklischen Lebensdauer

7.7.1 Allgemeines

Diese Prüfung dient der Bestimmung der Verschlechterungseigenschaft der Zelle durch Lade- und Entladezyklen, die die üblichen Bedingungen beim Gebrauch in Anwendungen für Batterie- und Hybridfahrzeuge darstellen.

Das Leistungsverhalten der zyklischen Lebensdauer der Zelle für die Anwendung in Batterie- und Hybridfahrzeugen muss nach den Prüfungen in 7.7.2 und 7.7.3 bestimmt werden.

E DIN EN 62660-1 (VDE 0510-33):2017-12

Die Prüffolge ist in [Anhang B](#) angegeben.

ANMERKUNG 1 Einige ausgewählte Prüfbedingungen sind in [Anhang A](#), [Tabelle A.3](#) dargestellt.

7.7.2 Zyklusprüfung für Batteriefahrzeuge

7.7.2.1 Messung des Anfangsleistungsverhaltens

Vor der Lade-/Entlade-Zyklusprüfung sind Kapazität, dynamische Entladekapazität und Leistung als Anfangsleistungsverhalten der Zelle zu messen.

- Kapazität

Die Kapazität muss nach [7.2](#) bei 25 °C gemessen werden.

- Dynamische Entladekapazität C_D

Die dynamische Entladekapazität C_D muss bei 25 °C und 45 °C gemessen werden.

Die dynamische Entladekapazität ist definiert durch den zeitlich integrierten Wert des Lade- und Entladestroms, der durch folgende Prüfung bestätigt wird: Die vollständig geladene Zelle ist wiederholt nach dem in [Tabelle 3](#) und [Bild 4](#) festgelegten dynamischen Entladeprofil A zu entladen, bis die Spannung die vom Hersteller festgelegte untere Grenze erreicht.

- Leistung

Die Leistung muss nach [7.4](#) bei 25 °C und 50 % Ladezustand gemessen werden.

7.7.2.2 Lade- und Entladezyklus

Die Lade- und Entlade-Zyklusprüfung muss wie folgt durchgeführt werden.

- a) Temperatur

Die Umgebungstemperatur muss 45 °C betragen. Zu Beginn des Lade- und Entladezyklus muss die Zellentemperatur 45 °C betragen.

- b) Lade- und Entladezyklus

Ein einzelner Zyklus besteht aus der Wiederholung der folgenden Phasen 1 bis 5. Die Ruhezeit den jeweiligen Phasen muss weniger als 4 h betragen.

Der Zyklus muss für 28 Tage ununterbrochen wiederholt werden. Anschließend ist das Leistungsverhalten der Zelle nach 7.7.1.2 c) zu messen. Dieses Verfahren muss bis zu dem in 7.7.1.2 d) festgelegten Ende der Prüfung wiederholt werden.

Phase 1 – Die Zelle muss nach dem vom Hersteller festgelegten Verfahren vollständig entladen werden.

Phase 2 – Die Zelle muss nach dem vom Hersteller festgelegten Verfahren vollständig geladen werden. Die Ladezeit muss weniger als 12 h betragen.

Phase 3 – Die Zelle ist bei 45 °C nach dem in [Tabelle 3](#) und [Bild 4](#) festgelegten dynamischen Entladeprofil A zu entladen, bis die entladene Kapazität einen Wert erreicht, der 50 % $\pm$ 5 % der anfänglichen dynamischen Entladekapazität C_D entspricht.

Wenn die Spannung in Phase 3 die vom Hersteller festgelegte Untergrenze erreicht, muss die Prüfung ungeachtet der Festlegung in 7.7.1.2 d) beendet sowie das Leistungsverhalten der Zelle zu diesem Zeitpunkt nach 7.7.1.2 c) gemessen werden.

Wenn die Zellentemperatur in Phase 3 die vom Hersteller festgelegte Obergrenze erreicht, kann die Dauer des Lade-/Entladevorgangs 20 in Tabelle 3 auf einen geeigneten Wert verlängert werden. Die tatsächliche Dauer muss im Prüfbericht angegeben werden.

Wenn die Spannung den größten vom Hersteller festgelegten Grenzwert während eines Ladevorgangs in Tabelle 3 erreicht, muss eine Konstantspannungs-Aufladung mit der Höchstspannung bis zum Ende dieser Phase angewendet werden.

In diesem Profil muss die Prüfleistung nach Gleichung (12) berechnet werden

$$P_{\max} = N W_{\text{ed}} \quad (12)$$

Dabei ist

$P_{\max}$ die Prüfleistung (W);

N der Wert (1/h) der höchstens von einem Fahrzeug benötigten Leistung (W), geteilt durch die Energie der Zelle (Wh);

ANMERKUNG Der Wert $N = 3/h$ ist ein Beispiel, basierend auf den technischen Spezifikationen von marktüblichen Batteriefahrzeugen.

W_{ed} die elektrische Energie der Zelle bei Raumtemperatur (Wh).

Wenn der aus Gleichung (12) abgeleitete Wert höher ist als die vom Hersteller festgelegte Höchstleistung der Zelle, muss die Prüfleistung als 80 % der höchsten Leistung bei Raumtemperatur und 20 % des vom Hersteller festgelegten Ladezustandes festgelegt werden. Der tatsächlich verwendete Leistungswert muss im Prüfbericht angegeben werden.

Tabelle 3 – Dynamisches Entladeprofil A für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Batteriefahrzeugen

Lade-/Entladevorgang	Dauer s	Verhältnis zur Prüfleistung %	Ladung/Entladung
1	16	0,0	–
2	28	+12,5	Entladung
3	12	+25,0	Entladung
4	8	–12,5	Ladung
5	16	0,0	–
6	24	+12,5	Entladung
7	12	+25,0	Entladung
8	8	–12,5	Ladung
9	16	0,0	–
10	24	+12,5	Entladung
11	12	+25,0	Entladung
12	8	–12,5	Ladung
13	16	0,0	–
14	36	+12,5	Entladung
15	8	+100,0	Entladung
16	24	+62,5	Entladung
17	8	–25,0	Ladung
18	32	+25,0	Entladung
19	8	–50,0	Ladung
20	44	0,0	–

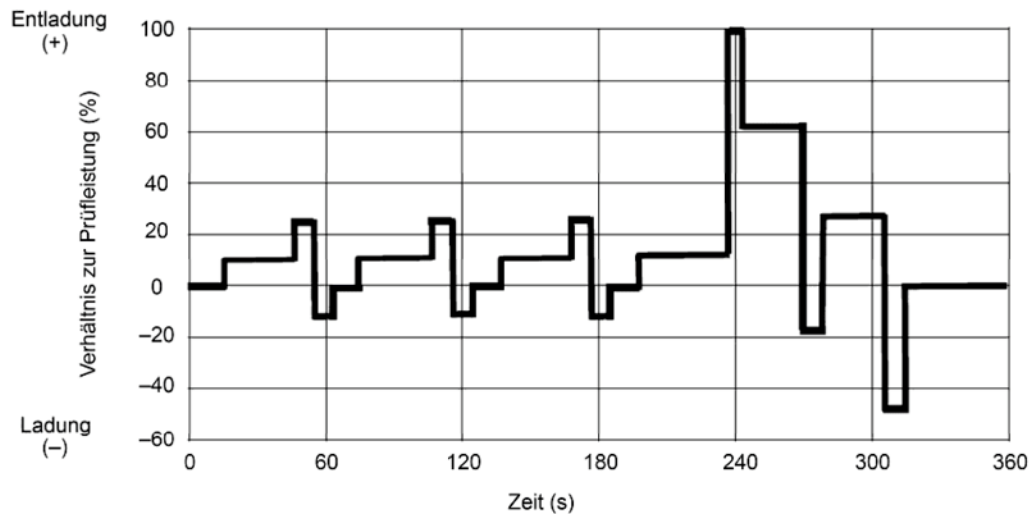


Bild 4 – Dynamisches Entladeprofil A für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Batteriefahrzeugen

Phase 4 – Die Zelle ist nach dem dynamischen Entladeprofil B (Profil für die Bewältigung eines Anstiegs) aus Tabelle 4 und Bild 5 einmal zu entladen. Die Prüfleistung muss nach Gleichung (12) berechnet werden.

Wenn die Spannung in Phase 4 die vom Hersteller festgelegte Untergrenze erreicht, muss die Prüfung ungeachtet der Festlegung in 7.7.1.2 d) beendet sowie das Leistungsverhalten der Zelle zu diesem Zeitpunkt nach 7.7.1.2 c) gemessen werden.

Wenn die Batteriespannung während des Lade-/Entladevorgangs 16 die untere Grenzspannung häufig erreicht, können Entladeleistung und -dauer entsprechend verändert werden. Die tatsächlichen Prüfwerte müssen im Prüfbericht entsprechend angegeben werden.

Tabelle 4 – Dynamisches Entladeprofil B für die Zyklusprüfung bei Einsatz in Batteriefahrzeugen

Lade-/Entladevorgang	Dauer s	Verhältnis zur Prüfleistung %	Ladung/Entladung
1	16	0,0	–
2	28	+12,5	Entladung
3	12	+25,0	Entladung
4	8	–12,5	Ladung
5	16	0,0	–
6	24	+12,5	Entladung
7	12	+25,0	Entladung
8	8	–12,5	Ladung
9	16	0,0	–
10	24	+12,5	Entladung
11	12	+25,0	Entladung
12	8	–12,5	Ladung
13	16	0,0	–
14	36	+12,5	Entladung
15	8	+100,0	Entladung
16	120	+62,5	Entladung
17	8	–25,0	Ladung
18	32	+25,0	Entladung
19	8	–50,0	Ladung
20	44	0,0	–