

**DIN EN 62984-3-2  
(VDE 0510-984-3-2)****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 29.220.01

Einsprüche bis 2017-11-15

**Entwurf****Hochtemperatur-Sekundärbatterien –  
Teil 3: Natrium-basierte Batterien –  
Bereich 2: Leistungsanforderungen und Prüfungen  
(IEC 21/921/CD:2017)**

High Temperature secondary Batteries –  
Part 3: Sodium-based batteries –  
Section 2: Performance requirements and tests  
(IEC 21/921/CD:2017)

Batteries d'accumulateur à haute température –  
Partie 3: Batteries d'accumulateur à base de sodium –  
Section 2: Prescriptions de performance et essais  
(IEC 21/921/CD:2017)

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-09-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://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 41 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 Umgebungs-(Betriebs-)Bedingungen.....                                                                     | 7     |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                       | 7     |
| 4.2 Übliche Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen .....                                                 | 7     |
| 4.3 Besondere Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen.....                                                | 7     |
| 4.4 Übliche Betriebsbedingungen für Bordinstallationen fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb) ..... | 8     |
| 4.5 Besondere Betriebsbedingungen für fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb) .....                  | 8     |
| 5 Leistungsanforderungen.....                                                                               | 8     |
| 5.1 Elektrische Anforderungen .....                                                                         | 8     |
| 5.1.1 Nennspannung .....                                                                                    | 8     |
| 5.1.2 Entladestromstärke .....                                                                              | 8     |
| 5.1.3 Ladestromstärke.....                                                                                  | 9     |
| 5.1.4 Bemessungsenergie der Batterie .....                                                                  | 10    |
| 5.1.5 Verbrauch der Hilfsenergie der Batterie .....                                                         | 10    |
| 5.1.6 Wirkungsgrad der Energie.....                                                                         | 10    |
| 5.1.7 Langfristige Haltbarkeit.....                                                                         | 11    |
| 5.2 Thermische Anforderungen .....                                                                          | 11    |
| 5.2.1 Allgemeines .....                                                                                     | 11    |
| 5.2.2 Aufheizen.....                                                                                        | 11    |
| 5.2.3 Abkühlen.....                                                                                         | 11    |
| 5.2.4 Stand-by-Betriebsart .....                                                                            | 12    |
| 5.2.5 Leerlauf.....                                                                                         | 12    |
| 6 Funktionsprüfung .....                                                                                    | 12    |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                                       | 12    |
| 6.1.1 Einteilung der Prüfungen .....                                                                        | 12    |
| 6.1.2 Auswahl des Prüflings .....                                                                           | 12    |
| 6.1.3 Anfangszustand des Prüflings vor den Prüfungen .....                                                  | 12    |
| 6.1.4 Messgeräte .....                                                                                      | 13    |
| 6.2 Liste der Prüfungen .....                                                                               | 13    |
| 6.3 Typprüfungen .....                                                                                      | 13    |
| 6.3.1 Prüfung des Verbrauchs der Hilfsenergie der Batterie.....                                             | 13    |

|                                                                |                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----|
| 6.3.2                                                          | Prüfung des Wirkungsgrads der Energie .....                    | 14 |
| 6.3.3                                                          | Prüfung der langfristigen Haltbarkeit.....                     | 14 |
| 6.3.4                                                          | Prüfung der höchsten Dauerentladestromstärke .....             | 15 |
| 6.3.5                                                          | Prüfung der höchsten transienten Entladestromstärke.....       | 16 |
| 6.3.6                                                          | Prüfung der erhöhten Ladestromstärke .....                     | 16 |
| 6.4                                                            | Stückprüfungen .....                                           | 17 |
| 6.4.1                                                          | Kombinierte Prüfung der Kapazität und des Energieinhalts ..... | 17 |
| 6.5                                                            | Sonderprüfungen.....                                           | 18 |
| 6.5.1                                                          | Prüfung der Erstarrungs-Schmelze-Zyklen.....                   | 18 |
| 7                                                              | Kennzeichnungen .....                                          | 19 |
| 7.1                                                            | Allgemeines.....                                               | 19 |
| 7.2                                                            | Kennzeichnungen auf dem Datenschild .....                      | 19 |
| 8                                                              | Regeln für Transport, Installation und Instandhaltung .....    | 19 |
| 8.1                                                            | Transport.....                                                 | 19 |
| 8.2                                                            | Installation .....                                             | 19 |
| 8.3                                                            | Instandhaltung.....                                            | 19 |
| 9                                                              | Dokumentation .....                                            | 20 |
| 9.1                                                            | Bedienungsanleitung.....                                       | 20 |
| Anhang A (informativ/normativ) Natrium-basierte Batterien..... |                                                                | 21 |
| A.1                                                            | Natrium-Nickel-Chlorid-Batterie .....                          | 21 |
| A.2                                                            | Natrium-Schwefel-Batterie .....                                | 21 |
| A.3                                                            | Batterieverhalten .....                                        | 21 |
| <b>Bilder</b>                                                  |                                                                |    |
| Bild 1 – Prüfung der transienten Entladung.....                |                                                                | 16 |
| Bild 2 – Beispiel der Prüfung der Kapazität.....               |                                                                | 18 |
| <b>Tabellen</b>                                                |                                                                |    |
| Tabelle 1 – Normalwerte der Batterienennspannungen.....        |                                                                | 8  |
| Tabelle 2 – Liste der Prüfungen .....                          |                                                                | 13 |

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21/921/CD:2017 „High Temperature secondary Batteries – Part 3: Sodium-based batteries – [Section 2](#): Performance requirements and tests“ (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.

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

Während der Diskussion der Kommentare nach Zirkulation des Dokumentes 21/871/NP wurde durch das Projektteam mit Zustimmung von Herrn Kramm, dem Chairman von IEC TC 21 entschieden, das Projekt in verschiedene Teile mit folgender Struktur aufzuteilen:

- IEC 62984-1, *High Temperature secondary Batteries – Part 1: General aspects, definitions and tests*.
- IEC 62984-2, *High Temperature secondary Batteries – Part 2: Safe operation of high temperature batteries*
- IEC 62984-3-1, *High Temperature secondary Batteries – Part 3: Sodium-based batteries – [Section 1](#): Safety requirements and tests of cells and batteries*
- IEC 62984-3-2, *High Temperature secondary Batteries – Part 3: Sodium-based batteries – [Section 2](#): Performance requirements and tests*.

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

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

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

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

## Einleitung

Sofern eine Einführung eingefügt werden soll, sind die ISO/IEC-Richtlinien Teil 2:2011, [6.1.4](#), zu beachten.

**Hochtemperatur-Sekundärbatterien –  
Teil 3: Natrium-basierte Batterien –  
Bereich 2: Leistungsanforderungen und Prüfungen**

## **1 Anwendungsbereich**

Dieser Teil der IEC 62984 legt Leistungsanforderungen und Prüfverfahren für Hochtemperaturbatterien auf der Basis von Natrium für den ortsveränderlichen und/oder ortsfesten Einsatz fest, deren Bemessungsspannung 1 500 V nicht übersteigt. Zu den Natrium-basierten Batterien gehören Natrium-Schwefel-Batterie und Natrium-Nickelchlorid-Batterie; beide sind Hochtemperatur-Batterien und verwenden Beta-Aluminiumoxid als Festelektrolyt.

**ANMERKUNG** Hochtemperaturbatterien sind elektrochemische Systeme, deren Zellen-Betriebstemperatur über 100 °C liegt.

## **2 Normative Verweisungen**

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-482:2004, *International Electrochemical Vocabulary, Chapter 482; Primary and secondary cells and batteries*

IEC 62485-2, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*

IEC 62984-1, *High temperature secondary batteries – Part 1: General aspects, definitions and tests*

## **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62984-1, Ed. 1.0, Abschnitt 3.

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>

## **4 Umgebungs-(Betriebs-)Bedingungen**

### **4.1 Allgemeines**

Siehe IEC 62984-1, 4.1

### **4.2 Übliche Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen**

Siehe IEC 62984-1, 4.2

### **4.3 Besondere Betriebsbedingungen für ortsfeste Anlagen**

Siehe IEC 62984-1, 4.3

#### 4.4 Übliche Betriebsbedingungen für Bordinstallationen fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb)

Siehe IEC 62984-1, 4.4

#### 4.5 Besondere Betriebsbedingungen für fahrzeuginterne Installationen (außer Antrieb)

Siehe IEC 62984-1, 4.5

### 5 Leistungsanforderungen

#### 5.1 Elektrische Anforderungen

##### 5.1.1 Nennspannung

Die bevorzugten Nennspannungen von Natrium-basierten Hochtemperatur-Batterien sind in Tabelle 1 enthalten:

**Tabelle 1 – Normalwerte der Batterienennspannungen**

|        |    |     |     |     |     |
|--------|----|-----|-----|-----|-----|
| NaNiCl | 48 | 110 | 220 | 400 | 600 |
| NaS    | 48 | 110 | 192 | 640 | 768 |

##### 5.1.2 Entladestromstärke

###### 5.1.2.1 Allgemeines

Die Entladung der Natrium-Schwefel-Batterie oder Natrium-Nickel-Chlorid-Batterie ist eine exotherme Reaktion, bei der Joule'sche Wärme abgegeben wird. Daher neigt die Temperatur der Zellen im Modul dazu, im Verlauf der Entladung anzusteigen. Die thermischen Einschränkungen sind deshalb einer der Aspekte, die zusammen mit dem Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Entladestromstärke bei der Festlegung der höchsten Entladestromstärke zu berücksichtigen sind.

###### 5.1.2.2 Nennentladestromstärke ( $I_{dn}$ )

Die Nennentladestromstärke ist definiert als der Entladedauerstrom, auf dem alle Spezifikationen der Batterie basieren, wobei dieser Wert auf dem Typenschild anzugeben ist.

Die Nennentladestromstärke von Natrium-basierten Hochtemperatur-Batterien ist C/10.

###### 5.1.2.3 Höchste Dauerentladestromstärke ( $I_{dmax}$ )

Die höchste Dauerentladestromstärke ist definiert als der höchste Dauerstrom, bei dem die Bemessungsbatteriekapazität entladen werden kann, ohne die Batterietemperaturgrenzen zu überschreiten. Dieser Wert hängt von der thermischen Auslegung der Batterie ab und muss vom Hersteller festgelegt und auf dem Typenschild angegeben werden.

Die höchste Dauerentladestromstärke kann als Leistung (Watt) anstelle von Strom (Ampere) angegeben werden.

###### 5.1.2.4 Höchste transiente Entladestromstärke ( $I_{dTR}$ )

Es kann jedoch möglich sein, wenn vom Hersteller zusätzlich festgelegt, dass die höchste Entladestromstärke für einen kurzen Zeitraum vor Erreichen einer thermischen oder anderen Beschränkung überschritten wird.

Die höchste transiente Entladestromstärke ist der höchste Entladestrom, dem die Batterie nach festgelegten Bedingungen für eine bestimmte Zeit standhalten kann.

Sofern vom Hersteller eine höchste transiente Entladestromstärke festgelegt wurde, ist diese auf dem Typenschild zu anzugeben.

Es ist zulässig, dass der Hersteller anstelle des Entladestroms die höchste transiente Entladestromstärke als Entladeleistung angibt.

Sofern nicht anders festgelegt, beträgt die transiente Entladedauer mindestens 1 Minute.

Der Hersteller kann zusätzliche Werte für die höchste transiente Entladestromstärke und -dauer festlegen, die für spezifische Anwendungen besser geeignet sind.

### **5.1.3 Ladestromstärke**

#### **5.1.3.1 Referenzladevorgang**

Beim Ladevorgang von Natrium-basierten Hochtemperatur-Batterien erfolgt eine mäßig endotherme Reaktion, die im Allgemeinen ohmsche Verluste vollständig kompensiert, so dass keine Temperaturerhöhung eintritt.

Die Beschränkungen beim Ladevorgang sind daher elektrochemisch und beziehen sich auf die Einhaltung der sicheren Betriebsgrenzen der Zellen. Dies wird durch die im BMS festgeschriebenen Steuerungs-algorithmen realisiert.

Der Referenzladevorgang wird vom Hersteller festgelegt und in der Batteriedokumentation beschrieben. Es ist der Ladevorgang, auf dem die Spezifikation der Batterie beruht.

Im einfachsten Fall handelt es sich um einen zweistufigen Ladevorgang, bei dem der erste Schritt eine konstante Strom- oder Leistungsladung ist und beim zweiten Schritt eine konstante Spannung oder eine reduzierte Stromladung eingesetzt wird.

Eine Anforderung ist, dass das BMS den gesamten Ladevorgang überwacht, um eine Überlastung der Batterie oder Gefahrensituationen zu vermeiden.

#### **5.1.3.2 Nennladestromstärke**

Die Nennladestromstärke, auf der alle Spezifikationen der Batterie beruhen, ist der vom Hersteller festgelegte Referenzladestrom, der auf dem Typenschild angegeben ist und zum Laden der Batterie während des ersten Schritts des Referenzladevorgangs verwendet wird.

Die Nennladestromstärke von Natrium-basierten Hochtemperatur-Batterien ist C/10.

#### **5.1.3.3 Erhöhte Ladestromstärke**

Es ist möglich, sofern es vom Hersteller zusätzlich festgelegt wurde, Natrium-basierte Hochtemperatur-Batterien während des ersten Schritts mit einem höheren Ladestrom zu laden. In diesem Fall ist der während des ersten Schritts mit erhöhter Ladestromstärke erzielte Ladezustand niedriger als der, der beim Referenzladevorgang erreicht wurde.

Dies wird als Schnell- oder Boost-Ladung bezeichnet.

Die erhöhte Ladestromstärke ist der höchste Ladestromwert, der zum Laden der Batterie während des ersten Schrittes des Ladevorgangs verwendet werden kann, ohne die gefahrlosen Betriebsbedingungen der Zellen innerhalb der Batterie zu verlassen.

Sofern eine erhöhte Ladestromstärke vom Hersteller festgelegt wurde, ist dies auf dem Typenschild mit dem entsprechenden höchsten Ladezustand anzugeben, der nach dem ersten Schritt mit erhöhter Ladestromstärke erreichbar ist.

#### 5.1.4 Bemessungsenergie der Batterie

Der Wert der Bemessungsenergie der Batterie (siehe Definition in [Abschnitt 3](#)) ist in Wh anzugeben und muss vom Hersteller festgelegt und auf dem Typenschild angegeben werden.

Die Energie der Batterie wird unter Referenzbedingungen während einer Entladung bei konstanter Leistung gemessen, deren Wert gleich dem Wert ist, der durch Multiplizieren der Nennspannung mit der Nennentladestromstärke erhalten wird.

#### 5.1.5 Verbrauch der Hilfsenergie der Batterie

Der Verbrauch der Hilfsenergie umfasst jeden elektrischen Verbrauch, der nicht zum Aufladen der elektrochemischen Zelle beiträgt, sondern für das ordnungsgemäße und gefahrlose Verhalten der Batterie (unter Bezugnahme auf IEC 62984-1, [Bild 1](#)) notwendig ist, wie z. B.:

- BMS/BSS-Versorgung;
- Heizen oder Kühlen von Zellen;
- Kühlung der elektronischen Schaltungen;
- Versorgung von Überwachungs-/Kommunikationsschaltungen, die Bestandteil der Batterie sind.

Der Hilfsenergieverbrauch hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich der Lade-/Entladezyklen und den Umgebungsbedingungen. Eine Bewertung des unter Referenzbedingungen üblichen Energieverbrauchs, der für eine übliche Anwendung repräsentativ ist, muss vom Hersteller vorgenommen und nach dem in [6.3.1](#) festgelegten Prüfverfahren gemessen werden.

#### 5.1.6 Wirkungsgrad der Energie

Der in [Abschnitt 3](#) erklärte Wirkungsgrad der Energie  $\eta$  ist definiert als das Verhältnis zwischen der abgegebenen Nettoenergie (d. h. der Differenz aus entladener Energie und Hilfsenergieverbrauch (BMS/BMU/BSS) während des Entladevorgangs) und der geladenen Gesamtenergiemenge (d. h. der Summe der aufgeladenen Energie und der während des Ladevorgangs verbrauchten Hilfsenergie (BMS/BMU/BSS)) nach der Formel

$$\eta = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} = \frac{E_{\text{discharge}} - E_{\text{aux, discharge}}}{E_{\text{charge}} + E_{\text{aux, charge}}}$$

Der Wirkungsgrad der Energie von Natrium-basierten Hochtemperatur-Batterien wird vor allem durch den Energieverbrauch der Hilfsstromkreise beeinflusst, die hauptsächlich zur Aufrechterhaltung des Betriebstemperaturbereichs der Zellen beitragen.

Dies hat offensichtlich weniger Einfluss auf Anwendungen, bei denen die Batterie kurzen wechselnden Beanspruchungen ausgesetzt ist und mehr Einfluss auf Batterien mit langen Stillstandszeiten.

Um eine realistische Bewertung des Wirkungsgrads der Energie zu erhalten, muss das in [6.3.2](#) festgelegte Normprüfverfahren angewandt werden. Dieses Prüfverfahren bildet eine bestimmungsgemäße Anwendung nach. Es kann nicht mit allen Anwendungen übereinstimmen, die möglich sind, macht aber die Prüfung wiederholbar und ermöglicht es den Benutzern Batterien von verschiedenen Anbietern unter den gleichen Prüfbedingungen zu vergleichen.

Der nach dem in [6.3.2](#) festgelegten Prüfverfahren gemessene Wirkungsgrad der Energie, ist vom Hersteller anzugeben.

### 5.1.7 Langfristige Haltbarkeit

Langfristige Haltbarkeit ist die Fähigkeit einer Batterie, über einen bestimmten Zeitraum oder eine Anzahl von Lade-/Entladezyklen ihren ursprünglichen Energiegehalt aufrecht zu erhalten.

Es wird gefordert, dass sich der Energieinhalt einer Natrium-basierten Hochtemperatur-Batterie nach 300 Lade-/Entladezyklen bei Referenzbedingungen um nicht mehr als 3 % ihres ursprünglichen Werts verringert.

Das entsprechende Prüfverfahren zur Prüfung der langfristigen Haltbarkeit ist in 6.3.3 festgelegt.

## 5.2 Thermische Anforderungen

### 5.2.1 Allgemeines

Natrium-basierte Hochtemperatur-Batterien arbeiten auf einem zugrundeliegenden elektrochemischen Prozess, der in einem festgelegten Temperaturbereich korrekt abläuft und der weit über der üblichen Raumtemperatur liegt.

Infolgedessen müssen die Bestandteile in den Batteriezellen ständig auf der richtigen Betriebstemperatur gehalten werden, um das festgelegte Batterieverhalten zu erreichen.

Das Temperaturprofil beim Aufheizen und Abkühlen von aktiven Teilen einer Batterie (enthalten in den Batteriezellen) muss den Vorgaben des Herstellers entsprechen, um Zellschäden oder fehlerhaftes Verhalten zu vermeiden. Diese Aufgabe wird in der Regel automatisch vom BMS der Batterie durchgeführt und der Benutzer muss sich nicht darum kümmern; die Batterie ist jedoch erst nutzbar, wenn der festgelegte Temperaturbereich im Innern der Batterie erreicht ist.

Eine Anforderung ist, dass das BMS der Batterie die Überwachung und Regelung der Temperatur im Innern der Batterie automatisch und ohne Benutzereingriff durchführt, um mögliche Batterieschäden durch falsche Handhabung zu verhindern. Insbesondere verhindert das BMS das Laden oder Entladen der Batterie außerhalb des internen Arbeitstemperaturbereichs.

Dies muss auch beim Ausfall der Stromversorgung des BMS gewährleistet sein.

Der Hersteller muss die Mindestanzahl an Erstarrungs-Schmelze-(Heiz- und Abkühl-)Zyklen festlegen, welcher die Batterie während ihrer gesamten Lebensdauer standhalten muss. Dieser Wert ist im Batterie-datenblatt und auf dem Typenschild anzugeben.

### 5.2.2 Aufheizen

Eine Anforderung besteht darin, dass das BMS automatisch die Aufheizphase nach dem vom Hersteller festgelegten Temperaturprofil steuert. Um mögliche Batterieschäden oder einen Fehlerfall zu verhindern, muss das BMS auch verhindern, dass der Benutzer das Temperaturprofil manuell ändert.

Eine Anforderung ist auch, dass das BMS verhindert, dass die Batterie während der Aufheizphase geladen oder entladen wird.

### 5.2.3 Abkühlen

Eine Anforderung besteht darin, dass das BMS automatisch die Abkühlung nach dem vom Hersteller festgelegten Temperaturprofil steuert. Um mögliche Batterieschäden oder einen Fehlerfall zu verhindern, muss das BMS auch verhindern, dass der Benutzer das Temperaturprofil manuell ändert.

Eine Anforderung ist auch, dass das BMS verhindert, dass die Batterie während der Abkühlung bzw. wenn die Batterie abgekühlt ist, geladen oder entladen wird.

#### **5.2.4 Stand-by-Betriebsart**

In diesem Zustand ist die Batterie voll funktionsfähig und kann in einen Lade- oder Entladezustand übergehen.

Eine Anforderung ist, dass die Temperatur im Innern der Batterie während der Stand-by-Betriebsart vom BMS automatisch innerhalb des vom Hersteller festgelegten Bereichs gehalten wird.

#### **5.2.5 Leerlauf**

Während dieser Betriebsart tauscht die Batterie keine Energie mit externen Stromkreisen aus (z. B. nicht angeschlossen), so dass sie nicht geladen oder entladen werden kann.

Es ist erforderlich, dass das BMS in dieser Betriebsart (nach Wahl des Benutzers) entweder die Batterie in einen Abkühlprozess versetzen oder die gespeicherte Energie nutzen kann, um die Batterie im Betriebstemperaturbereich zu halten. In beiden Fällen geschieht das vollautomatisch.

## **6 Funktionsprüfung**

### **6.1 Allgemeines**

#### **6.1.1 Einteilung der Prüfungen**

Siehe IEC 62984-1, 6.1.1

#### **6.1.2 Auswahl des Prüflings**

##### **6.1.2.1 Prüfling für Typprüfungen**

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.1

##### **6.1.2.2 Prüfling für Stückprüfungen**

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.2

##### **6.1.2.3 Prüfling für Sonderprüfung**

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.3

##### **6.1.2.4 Prüfling für eine Prüfung am Aufstellungsort**

Siehe IEC 62984-1, 6.1.2.4

#### **6.1.3 Anfangszustand des Prüflings vor den Prüfungen**

##### **6.1.3.1 Innentemperatur**

Siehe IEC 62984-1, 6.1.3.1

##### **6.1.3.2 Ladezustand vor den Prüfungen**

Siehe IEC 62984-1, 6.1.3.2

#### 6.1.4 Messgeräte

##### 6.1.4.1 Spannungsmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.1

##### 6.1.4.2 Strommessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.2

##### 6.1.4.3 Temperaturmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.3

##### 6.1.4.4 Zeitmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.4

##### 6.1.4.5 Leistungsmessungen

Siehe IEC 62984-1, 6.1.4.5

## 6.2 Liste der Prüfungen

Die Liste der Prüfungen ist in Tabelle 2 enthalten.

**Tabelle 2 – Liste der Prüfungen**

| Art der Prüfung | Nr. | Prüfbezeichnung                                          | Abschnitt | Prüflinge |   |   |
|-----------------|-----|----------------------------------------------------------|-----------|-----------|---|---|
|                 |     |                                                          |           | 1         | 2 | 3 |
| Stückprüfung    | 1   | Kombinierte Prüfung der Kapazität und des Energieinhalts | 6.4.1     | X         | X | X |
| Typprüfung      | 2   | Prüfung des Verbrauchs der Hilfsenergie der Batterie     | 6.3.1     | X         |   |   |
|                 | 3   | Prüfung des Wirkungsgrads der Energie                    | 6.3.2     | X         |   |   |
|                 | 4   | Prüfung der höchsten Dauerentladestromstärke             | 6.3.4     | X         |   |   |
|                 | 5   | Prüfung der höchsten transienten Dauerentladestromstärke | 6.3.5     | X         |   |   |
|                 | 6   | Prüfung der erhöhten Ladestromstärke                     | 6.3.6     | X         |   |   |
|                 | 7   | Prüfung der langfristigen Haltbarkeit                    | 6.3.3     |           | X |   |
| Sonderprüfung   | 8   | Prüfung der Erstarrungs-Schmelze-Zyklen                  | 6.5.1     |           |   | X |

Eine Reihenfolge bei der Typprüfung ist nicht zwingend erforderlich, jedoch ist vor Durchführung einer Typprüfung oder einer Sonderprüfung der Prüfling einer Stückprüfung zu unterziehen.

## 6.3 Typprüfungen

### 6.3.1 Prüfung des Verbrauchs der Hilfsenergie der Batterie

Die Prüfdauer beträgt 24 Stunden und ermittelt den üblichen täglichen Energieverbrauch der Hilfsstromkreise.

**ANMERKUNG 1** Es ist wichtig, die Prüfdauer auf 24 Stunden auszudehnen, da sich der Stromverbrauch während der Ladung, Entladung oder der Stand-by-Zustände ändert, so dass es notwendig ist, die Messung über eine geeignete Zeitspanne zu mitteln.