

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | <b>DIN IEC 62973-3<br/>(VDE 0115-973-3)</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>DIN</b> |
|  | 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. | <b>VDE</b> |

ICS 29.220.01; 45.060.01

Einsprüche bis 2021-03-29

|                |
|----------------|
| <b>Entwurf</b> |
|----------------|

**Bahnanwendungen – Fahrzeuge –  
Batterien für Bordnetzversorgungssysteme –  
Teil 3: Bleibatterien  
(IEC 9/2628/CD:2020);  
Text Deutsch und Englisch**

Railway applications - Rolling stock –  
Batteries for auxiliary power supply systems –  
Part 3: Lead acid batteries  
(IEC 9/2628/CD:2020);  
Text in German and English

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-01-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) 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 42 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

|       | Inhalt                                                           | Seite |
|-------|------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Anwendungsbereich .....                                          | 5     |
| 2     | Normative Verweisungen .....                                     | 5     |
| 3     | Begriffe und Abkürzungen .....                                   | 5     |
| 3.1   | Begriffe .....                                                   | 5     |
| 3.2   | Abkürzungen .....                                                | 6     |
| 4     | Allgemeine Anforderungen .....                                   | 6     |
| 4.1   | Definition der Komponenten einer Batterieanlage .....            | 6     |
| 4.2   | Definition einer Bleibatterie (mit Elektrolyt) .....             | 7     |
| 4.2.1 | Allgemeines .....                                                | 7     |
| 4.2.2 | Belüftete Bleibatterien (flüssiger Elektrolyt) .....             | 8     |
| 4.2.3 | Verschlossene Bleibatterien (unbeweglicher Elektrolyt) .....     | 8     |
| 4.3   | Umgebungsbedingungen der Batterieanlage .....                    | 8     |
| 4.4   | Anforderungen an die Batterieanlage .....                        | 8     |
| 4.4.1 | Spannung der Batterieanlage .....                                | 8     |
| 4.4.2 | Anforderungen an das Laden .....                                 | 10    |
| 4.4.3 | Leistungsfähigkeit beim Entladen .....                           | 12    |
| 4.4.4 | Ladungshaltung (Selbstentladung) .....                           | 12    |
| 4.4.5 | Anforderungen an die Bemessung der Batteriekapazität .....       | 12    |
| 4.5   | Sicherheits- und Schutzanforderungen .....                       | 13    |
| 4.5.1 | Allgemeines .....                                                | 13    |
| 4.5.2 | Tiefentladung von Batterien .....                                | 13    |
| 4.5.3 | Zu ergreifende Maßnahmen nach einer Tiefentladung .....          | 14    |
| 4.5.4 | Temperaturkompensation während des Ladens .....                  | 14    |
| 4.6   | Brandschutz .....                                                | 14    |
| 4.7   | Instandhaltung .....                                             | 14    |
| 4.8   | Ladekennlinie .....                                              | 14    |
| 5     | Optionale Komponenten für die Batterieanlage .....               | 14    |
| 5.1   | Allgemeines .....                                                | 14    |
| 5.2   | Batterieinformationssystem .....                                 | 14    |
| 5.3   | Batterieheizgerät .....                                          | 14    |
| 5.4   | Thermostat oder Trennschalter .....                              | 14    |
| 6     | Mechanische Ausführung einer Batterieanlage .....                | 15    |
| 6.1   | Allgemeines .....                                                | 15    |
| 6.2   | Schnittstellenmechanismus .....                                  | 15    |
| 6.3   | Belüftung des Batteriekastens .....                              | 15    |
| 7     | Elektrische Schnittstelle .....                                  | 15    |
| 7.1   | Allgemeines .....                                                | 15    |
| 7.2   | Schnittstelle zu externen elektrischen Anschlüssen .....         | 16    |
| 8     | Kennzeichnung .....                                              | 16    |
| 8.1   | Sicherheitszeichen .....                                         | 16    |
| 8.1.1 | Außenseite des Batteriekastens .....                             | 16    |
| 8.1.2 | Trog, Träger und andere Orte innerhalb des Batteriekastens ..... | 16    |
| 8.1.3 | Zellen und Blockbatterien .....                                  | 16    |
| 8.2   | Typenschild .....                                                | 16    |

|                       |                                                                                                   |    |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.2.1                 | Batteriekasten .....                                                                              | 16 |
| 8.2.2                 | Typenschilder auf dem Trog und dem Träger sowie weitere Typenschilder innerhalb des Kastens ..... | 17 |
| 9                     | Lagerungs- und Transportbedingungen.....                                                          | 17 |
| 9.1                   | Transport.....                                                                                    | 17 |
| 9.2                   | Lagerung .....                                                                                    | 17 |
| 10                    | Prüfungen.....                                                                                    | 17 |
| 10.1                  | Allgemeines.....                                                                                  | 17 |
| 10.2                  | Typprüfung .....                                                                                  | 17 |
| 10.2.1                | Allgemeines.....                                                                                  | 17 |
| 10.2.2                | Prüfungen von Zellen und Blockbatterien .....                                                     | 18 |
| 10.2.3                | Dielektrische Prüfung .....                                                                       | 19 |
| 10.2.4                | Prüfung des Lastprofils .....                                                                     | 19 |
| 10.2.5                | Stoß- und Schwingungsprüfung.....                                                                 | 19 |
| 10.3                  | Stückprüfung .....                                                                                | 19 |
| 10.3.1                | Allgemeines.....                                                                                  | 19 |
| 10.3.2                | Sichtprüfung .....                                                                                | 19 |
| 10.3.3                | Dielektrische Prüfung .....                                                                       | 19 |
| 10.3.4                | Prüfung der elektrischen Eigenschaften .....                                                      | 19 |
| Anhang A (informativ) | Erklärung über eine geprüfte repräsentative Zellenbaureihe .....                                  | 20 |
| A.1                   | Erklärung über die elektrische Leistungsfähigkeit.....                                            | 20 |
| A.2                   | Erklärung über Stöße und Schwingungen .....                                                       | 20 |
|                       | Literaturhinweise .....                                                                           | 21 |

## Bilder

|        |                                                                                                                                                                         |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 | – Definition von Zelle(n), Blockbatterie, Träger, Trog und Kasten .....                                                                                                 | 7  |
| Bild 2 | – Beispiel für eine Entladekurve einer verschlossenen Bleibatterie (V-t) .....                                                                                          | 9  |
| Bild 3 | – Beispiel für eine Entladekurve einer verschlossenen Bleibatterie bei unterschiedlichen, konstanten Entladeströmen versus Prozent der entladenen Kapazität $C_5$ ..... | 9  |
| Bild 4 | – Beispiele für Ladekurven von Bleizellen .....                                                                                                                         | 10 |
| Bild 5 | – Spannungs- und Temperaturreferenzpunkte für die Erhaltungsladung .....                                                                                                | 11 |
| Bild 6 | – Spannungs- und Temperaturreferenzpunkte für die Starkladung.....                                                                                                      | 12 |
| Bild 7 | – Beispiel für eine horizontale Anordnung von Batterien .....                                                                                                           | 15 |
| Bild 8 | – Typischer Schaltplan einer elektrischen Schnittstelle einer Batterieanlage.....                                                                                       | 16 |

## Tabellen

|           |                                                                                                               |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 | – Anforderungen an die Ladekennlinien.....                                                                    | 10 |
| Tabelle 2 | – Typische Ladekennlinien einer Bleibatterie.....                                                             | 10 |
| Tabelle 3 | – Referenzwerte für die Korrektur der Erhaltungsladespannung in Abhängigkeit von der Batterietemperatur ..... | 11 |
| Tabelle 4 | – Referenzwerte für die Korrektur der Starkladespannung in Abhängigkeit von der Batterietemperatur .....      | 12 |
| Tabelle 5 | – Parameter und Verantwortlichkeiten für die Bemessung der Batteriekapazität.....                             | 13 |
| Tabelle 6 | – Typprüfungen für Zellen und Blockbatterien .....                                                            | 18 |

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 9/2628/CD:2020-09 "Railway applications - Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply systems – Part 3: Lead acid batteries" (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 IEC/TC 9 "Electrical equipment and systems for railways" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 6 Wochen 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 DKE/UK 351.1 "Fahrzeuge" der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

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

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

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

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Normenreihe IEC 62973 gilt für Bleibatterien, die für Bordnetzversorgungssysteme von Bahnfahrzeugen verwendet werden. Er ergänzt Teil 1, der allgemeinen Anforderungen an alle Batterietechnologien festlegt. Wenn nichts anderes festgelegt wird, gelten die in Teil 1 aufgeführten Anforderungen.

Die in diesem Dokument beschriebenen Batterieanlagen werden zusammen mit fahrzeugseitigen Ladesystemen verwendet, so wie es in IEC 62973-1 beschrieben wird. Ladesysteme (z. B. LVPS, Umrichter usw.) sind außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments.

Dieses Dokument beschreibt ferner die Ausführung, die Betriebsparameter, die Sicherheitsempfehlungen, die Stück- und Typprüfungen sowie die Kennzeichnung.

Dieses Dokument ist zusammen mit IEC 60254-1, IEC 60896-21 und IEC 60896-22 zu verwenden.

Dieses Dokument enthält besondere Anforderungen an Teilkomponenten der Batterieanlagen.

Wenn es eine gültige IEC-Norm gibt, die zusätzliche Prüfbedingungen und Anforderungen an Bleibatterien festlegt, die bei bestimmten Bahnanwendungen verwendet werden, und die im Widerspruch zu dieser Norm steht, ist diese vorrangig.

Das Hauptziel dieses Dokuments ist es, eine Standardisierung von Bleibatterien zur Anwendung in Bahnfahrzeugen für Bordnetzversorgungssysteme zu erreichen.

## 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 60077-1:2017**, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 60254-1:2005, *Lead-acid traction batteries – Part 1: General requirements and methods of tests*

IEC 60896-21:2004, *Stationary lead-acid batteries – Part 21: Valve regulated types – Methods of test*

IEC 60896-22:2004, *Stationary lead-acid batteries – Part 22: Valve regulated types – Requirements*

**IEC 61373:2010**, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration test*

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

**IEC 62485-3:2014**, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 3: Traction batteries*

IEC 62498-1:2010, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*

IEC 62487, *Railway applications – Rolling stock – Electrical connectors – Requirements and test methods*

IEC 62973-1:2018, *Railway applications – Rolling stock – Batteries for auxiliary power supply systems – Part 1: General requirements*

IEC TS 61430:1997, *Secondary cells and batteries – Test methods for checking the performance of devices designed for reducing explosion hazards – Lead-acid starter batteries*

## 3 Begriffe und Abkürzungen

### 3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62973-1:2018, Abschnitt 3, sowie die folgenden Begriffe.

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

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

ANMERKUNG Alle typischen batteriebezogenen Bezeichnungen sind in IEC 60050-482 definiert.

### 3.1.1

#### **Bleibatterie**

Sekundärbatterie mit wässrigem Elektrolyten aus verdünnter Schwefelsäure, einer positiven Elektrode aus Bleidioxid und einer negativen Elektrode aus Blei

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-05-01]

### 3.1.2

#### **Informationssystem der Bleibatterie**

elektronisches System zur Erfassung und Analyse von Batteriedaten, um zusätzliche, für den eigentlichen Betrieb der Batterie nicht erforderliche Informationen (z. B. über die zustandsbezogene Instandhaltung) zur Verfügung zu stellen

### 3.1.3

#### **verschlossene Bleibatterie**

##### **VRLA**

Sekundärbatterie mit geschlossenen Zellen, die jedoch ein Ventil besitzen, das den Austritt von Gas erlaubt, wenn der Innendruck einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-05-15]

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Nachfüllen von Elektrolyt ist üblicherweise nicht möglich.

### 3.1.4

#### **geschlossene Zelle**

Sekundärzelle, deren Deckel mit einer Öffnung versehen ist, durch die Elektrolyseprodukte und Gase frei aus den Zellen in die Atmosphäre entweichen können

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-05-14]

## 3.2 Abkürzungen

|      |                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------|
| AC   | Wechselstrom (en: alternating current)                          |
| AGM  | absorbierende Glasmatte (en: absorbent glass mat)               |
| DC   | Gleichstrom (en: direct current)                                |
| FEA  | Finite-Elemente-Analyse (en: finite element analysis)           |
| LRU  | kleinste tauschbare Einheit (en: line replaceable unit)         |
| LVPS | Niederspannungsenergieversorgung (en: low voltage power supply) |

## 4 Allgemeine Anforderungen

### 4.1 Definition der Komponenten einer Batterieanlage

Siehe [Bild 1](#) (die Abbildungen sind Beispiele).

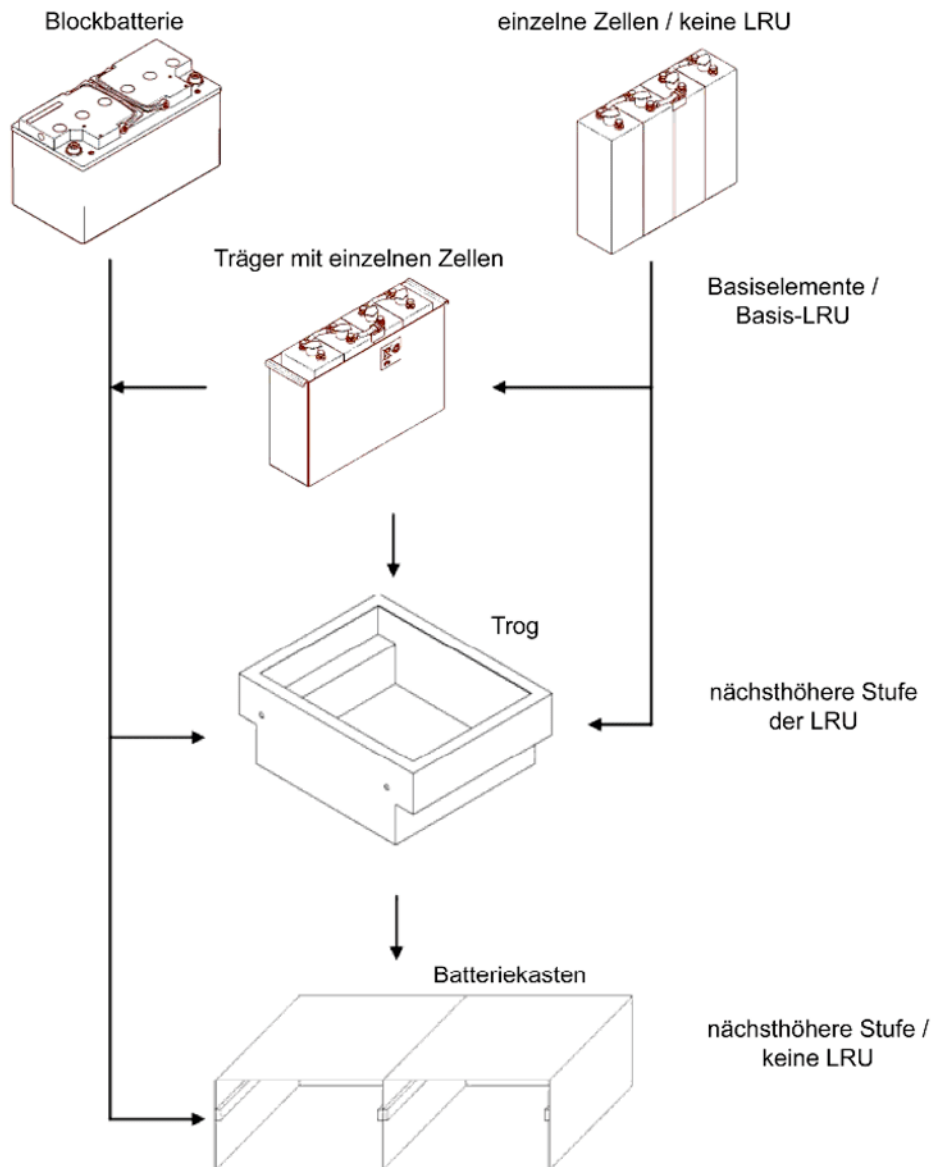


**Bild 1 – Definition von Zelle(n), Blockbatterie, Träger, Trog und Kasten**

Einige Batterien enthalten nicht alle oben abgebildeten Komponenten; z. B. dürfen einzelne Zellen in einen Trog ohne Träger eingebaut werden.

## 4.2 Definition einer Bleibatterie (mit Elektrolyt)

### 4.2.1 Allgemeines

Eine Batterie besteht aus einigen Zellen, die zuerst in Tröge und/oder Träger und anschließend in einen Batteriekasten eingebaut werden. Jede Zelle weist Plattenstapel mit mehreren positiven und negativen Platten auf, die durch einen Separator voneinander getrennt sind. Diese Plattenstapel werden von einer Tragkonstruktion gestützt, die wiederum mit den positiven und den negativen elektrischen Anschlüssen verbunden ist, die bis zur Außenseite des Zellenbehälters reichen.

In dem vollständig geladenen Zustand besteht das aktive Material der negativen Platten aus reinem Blei und das positive aktive Material aus Bleidioxid. Der Elektrolyt ist verdünnte Schwefelsäure, deren Dichte/Konzentration von der jeweiligen Ausführung der Zellen und dem jeweiligen Ladezustand abhängt.

In dem entladenen Zustand wird das aktive Material in sowohl den negativen als auch den positiven Platten teilweise in Blei(II)-sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ) umgewandelt. Da der Elektrolyt an den elektrochemischen Reaktionen in den Platten beteiligt ist, verringert sich die Dichte/Konzentration des Elektrolyten während der Entladung.

#### 4.2.2 Belüftete Bleibatterien (flüssiger Elektrolyt)

Diese Batterietechnologie umfasst zwei Unterbauarten:

- Gitterplatten (belüftet);  
belüftete Batterien, die mit positiven und negativen Gitterplatten konstruiert sind;
- positive Röhrenplatten (belüftet);  
belüftete Batterien, die mit positiven Röhrenplatten und negativen Gitterplatten konstruiert sind.

#### 4.2.3 Verschlussene Bleibatterien (unbeweglicher Elektrolyt)

Diese Batterietechnologie umfasst drei Unterbauarten:

- GEL-Gitterplatten (verschlossen);  
verschlossene Batterien, die mit positiven und negativen Gitterplatten konstruiert sind; dabei wird der Elektrolyt durch ein Geliermittel unbeweglich gemacht;
- GEL-positive Röhrenplatten (verschlossen);  
verschlossene Batterien, die mit positiven Röhrenplatten und negativen Gitterplatten konstruiert sind; dabei wird der Elektrolyt durch ein Geliermittel unbeweglich gemacht;
- AGM-Gitterplatten (verschlossen);  
verschlossene Batterien, die mit positiven und negativen Gitterplatten konstruiert sind; dabei wird der Elektrolyt durch AGM-Separatoren unbeweglich gemacht.

### 4.3 Umgebungsbedingungen der Batterieanlage

Die Umgebungstemperaturklasse, bei der die Batterie zu betreiben ist, muss nach IEC 60077-1:2017, **Tabelle 2**, angegeben werden, wenn nichts anderes festgelegt ist.

Ein typischer Betriebstemperaturbereich für eine Bleibatterie liegt zwischen  $-25\text{ °C}$  und  $+55\text{ °C}$ . Eine Batterie, die außerhalb dieses Temperaturbereiches betrieben wird, kann beschädigt werden.

Abweichungen dürfen zwischen dem Endbetreiber und/oder dem Systemintegrator und dem Hersteller der Zellen/Batterie vereinbart werden.

### 4.4 Anforderungen an die Batterieanlage

#### 4.4.1 Spannung der Batterieanlage

Die Spannung der Batterieanlage wird von dem Systemintegrator festgelegt, der sich an IEC 62973-1:2018, **Tabelle 1**, orientiert. Der Betriebsspannungsbereich der Batterie muss dieser Anforderung entsprechen. Die Betriebsspannung hängt von dem Lastprofil, der sich ergebenden Anzahl von Zellen und den Umgebungsbedingungen ab.

Die Nennspannungen der Batterie und die Entladespannungen unterscheiden sich. **Bild 2** und **Bild 3** zeigen Beispiele für typische Entladungen einer Bleizelle bei unterschiedlichen, konstanten Entladeströmen, die je nach der Bezeichnung der Entladerate der Batterie variieren.

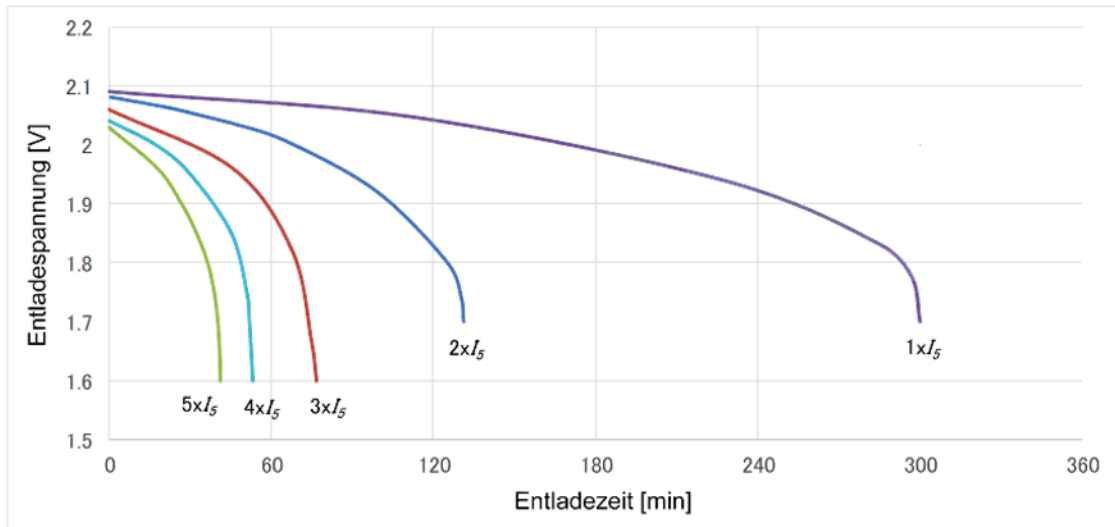


**Bild 2 – Beispiel für eine Entladekurve einer verschlossenen Bleibatterie (V-t)**

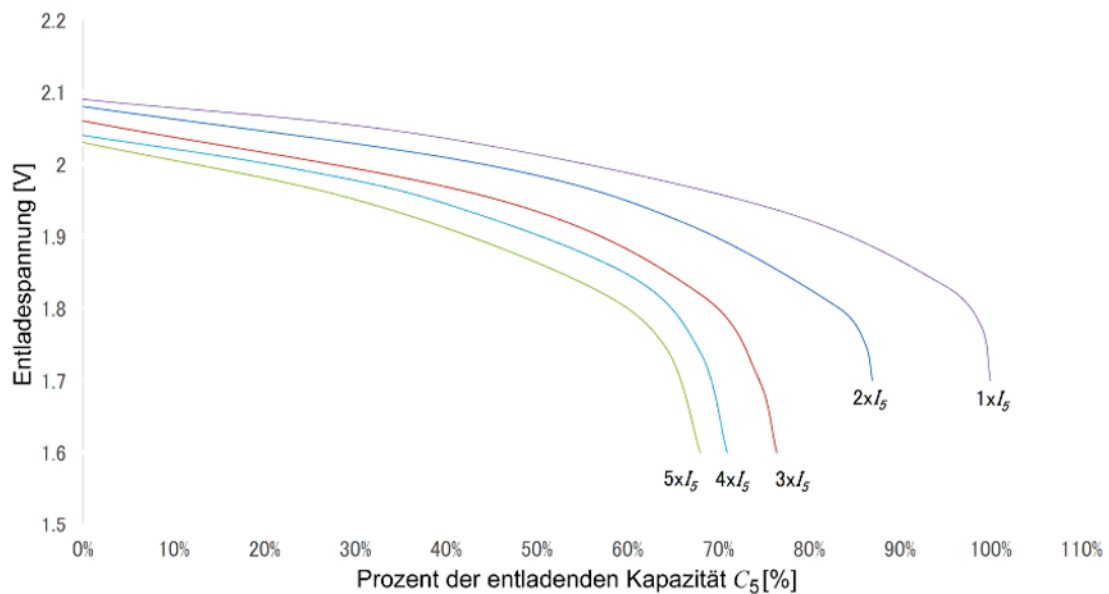
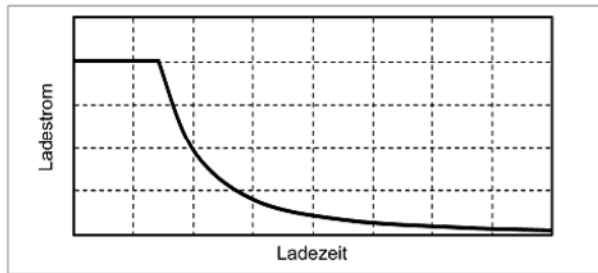
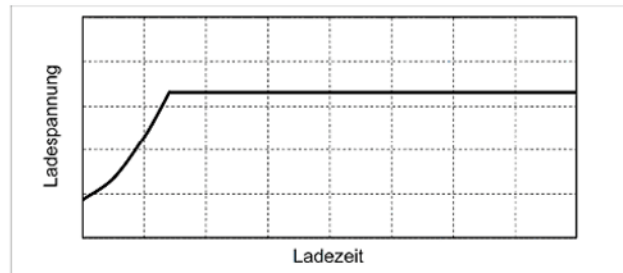


**Bild 3 – Beispiel für eine Entladekurve einer verschlossenen Bleibatterie bei unterschiedlichen, konstanten Entladeströmen versus Prozent der entladenen Kapazität  $C_5$**

Das folgende Beispiel stellt eine typische Ladung einer Bleizelle dar. Bild 4a zeigt einen konstanten Ladestrom  $I_5$  in der Anfangsphase, gefolgt von der in Bild 4b gezeigten Schlussphase mit konstanter Ladespannung, die von der Platten/Elektroden-Technologie des Bleibatterietyps abhängt. Die Batteriehersteller müssen Ladekurven zur Verfügung stellen.



a) Beispiel für eine Ladestrombemessungskurve



b) Beispiel für eine Ladespannungskurve

**Bild 4 – Beispiele für Ladekurven von Bleizellen**

#### 4.4.2 Anforderungen an das Laden

Die geforderte Ladespannung der Batterie und das optimale Ladeverfahren werden von dem Hersteller festgelegt und folgen in der Regel den in Tabelle 1 aufgeführten Angaben.

**Tabelle 1 – Anforderungen an die Ladekennlinien**

| Anforderungen                                                               | Kennlinien                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Normalzustand                                                               | Erhaltungsladung durch das Batterieladegerät mit Temperaturkompensation.                                                                                                                                                                                             |
| Ladeverfahren                                                               | Abhängig von der Plattentechnologie des Bleibatterietyps; siehe Tabelle 2.                                                                                                                                                                                           |
| Statische Regelungstoleranz des Batterieladespannungsausgangs am Ladesystem | Die Ladespannungstoleranz bezieht sich auf den Spannungsbedarf entsprechend der optimalen Ladekennlinie der Batterie.<br>Mit Temperaturkompensation: $\pm 1,5\%$ oder eine geringere Toleranz<br>Ohne Temperaturkompensation: $\pm 1\%$ oder eine geringere Toleranz |
| Ladespannungswelligkeit                                                     | $\leq 5\%$ (nach IEC 60077-1, aber mit abgetrennter Batterie)                                                                                                                                                                                                        |
| Ladestromwelligkeit                                                         | Der Batterieladestrom muss ein Gleichstrom sein, da ein überlagerter Wechselstromanteil des Ladestroms zu einem Temperaturanstieg der Batterie führen kann. Der Wechselstromanteil im Ladestrom sollte nicht höher sein als die in IEC 62485-2 aufgeführten Werte.   |
| Temperaturkompensation                                                      | Temperaturkompensation wie von dem Bleibatterietyp verlangt.                                                                                                                                                                                                         |
| Temperaturerfassung                                                         | Signal von dem Sensor an der Batterie oder am Batteriekasten; Erfassung innerhalb des Batterieladesystems.                                                                                                                                                           |

**Tabelle 2 – Typische Ladekennlinien einer Bleibatterie**

| Erhaltungsladung |                                                                             |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Ladespannung     | 2,14 V/Zelle bis 2,38 V/Zelle                                               |
|                  | Temperaturkorrektur $-0,003\text{ V/K/Zelle}$ bis $-0,005\text{ V/K/Zelle}$ |
| Starkladung      |                                                                             |
| Ladespannung     | 2,30 V/Zelle bis 2,45 V/Zelle                                               |
|                  | Temperaturkorrektur $-0,003\text{ V/K/Zelle}$ bis $-0,005\text{ V/K/Zelle}$ |
| Ladestrom        | $0,1 I_5$ bis $2 I_5$                                                       |

Der Batteriehersteller muss die relevanten Werte nach Tabelle 2 festlegen.

Die Kompensation durch die temperaturabhängige Erhaltungsladung dient der Anpassung der Ladestrommenge, die bei steigender oder fallender Umgebungstemperatur durch die Batterie fließt.

Durch diese Anpassung werden bei hohen Temperaturen eine thermische Überlastung der Batterie sowie ein übermäßiger Verlust von Elektrolytwasser verhindert und bei niedrigen Temperaturen eine schnellere Vollladung sichergestellt.

Der Batteriehersteller muss die entsprechenden Referenzwerte nach Bild 5 und Tabelle 3 für diese Kompensation basierend auf der tatsächlichen Ausführung der Batterie sowie den künftigen Betriebsbedingungen im Bahnfahrzeug zur Verfügung stellen.

Der Hersteller muss ferner den Wert der höchsten Batterietemperatur festlegen, bei dem das Laden auf jeden Fall beendet bzw. unterbunden werden muss.

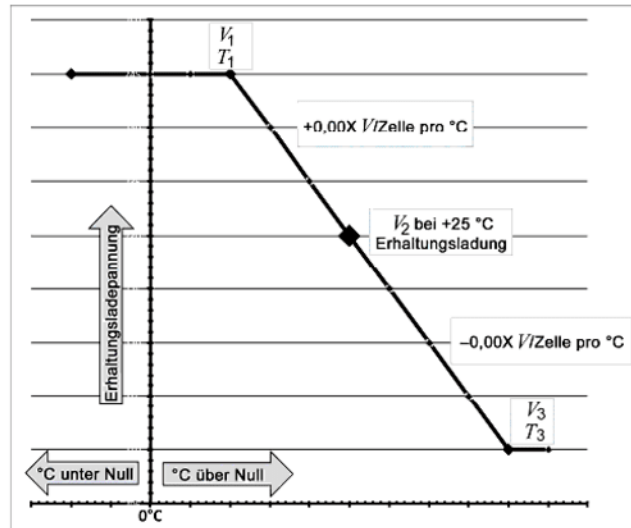


**Bild 5 – Spannungs- und Temperaturreferenzpunkte für die Erhaltungsladung**

**Tabelle 3 – Referenzwerte für die Korrektur der Erhaltungsladespannung in Abhängigkeit von der Batterietemperatur**

| Referenzpunkt | $V$ in Volt je Zelle                                           | $T$ in °C der Batterie | Anstieg der Spannungskorrektur pro °C in $\pm 0,00X$ Volt pro °C Abweichung von der Referenztemperatur von 25°C |
|---------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | $V_1$                                                          | $T_1$                  |                                                                                                                 |
| 2(25°C)       | $V_2$                                                          | $T_2$                  |                                                                                                                 |
| 3             | $V_3$                                                          | $T_3$                  |                                                                                                                 |
| Anmerkung     | Die Temperaturmessung erfolgt nach <a href="#">Tabelle 1</a> . |                        |                                                                                                                 |

Eine Starkladung wird durchgeführt, um die vollständige Nachladung der Batterie zu beschleunigen und die unterschiedlichen Kapazitäten und Spannungen der Zellen auszugleichen. Da die Starkladespannung erheblich höher ist als die Erhaltungsladespannung, besteht ein erhöhtes Risiko einer thermischen Überlastung. Daher ist eine Korrektur der Spannung in Abhängigkeit von der Batterietemperatur zwingend erforderlich.

Der Batteriehersteller muss die angemessenen Referenzwerte nach Bild 6 und Tabelle 4 für diese Kompensation basierend auf der tatsächlichen Ausführung der Batterie sowie den künftigen Betriebsbedingungen im Bahnfahrzeug zur Verfügung stellen.

Der Hersteller muss ferner festlegen, unter welchen Bedingungen eine Starkladung eingeleitet werden und wie lange diese dauern muss.

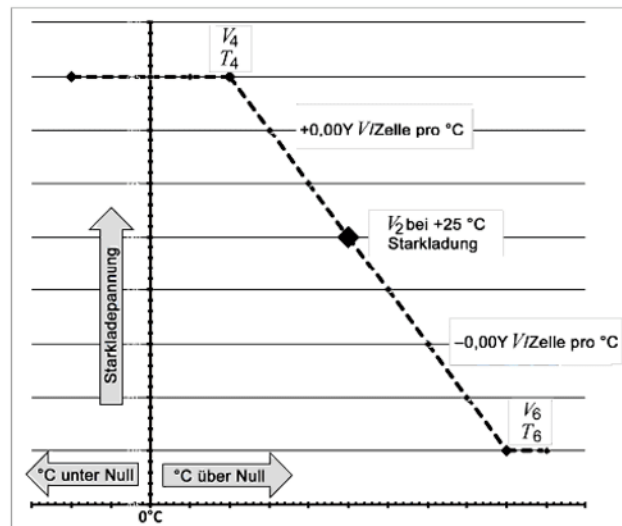


**Bild 6 – Spannungs- und Temperaturreferenzpunkte für die Starkladung**

**Tabelle 4 – Referenzwerte für die Korrektur der Starkladespannung in Abhängigkeit von der Batterietemperatur**

| Referenzpunkt                                                             | $V$ in Volt je Zelle | $T$ in °C der Batterie | Anstieg der Spannungskorrektur pro °C in $\pm 0,00X$ Volt pro °C<br>Abweichung von der Referenztemperatur von 25°C | Maximaldauer in Stunden, während denen die Starkladespannung an den Batterieanschlüssen angelegt sein muss | Mindestzeitabstand zwischen zwei Starkladungen, angegeben in Stunden oder Ereignissen |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                         | $V_4$                | $T_4$                  |                                                                                                                    |                                                                                                            |                                                                                       |
| 2(25°C)                                                                   | $V_5$                | $T_5$                  |                                                                                                                    |                                                                                                            |                                                                                       |
| 3                                                                         | $V_6$                | $T_6$                  |                                                                                                                    |                                                                                                            |                                                                                       |
| Anmerkung: Die Temperaturmessung erfolgt nach <a href="#">Tabelle 1</a> . |                      |                        |                                                                                                                    |                                                                                                            |                                                                                       |

#### 4.4.3 Leistungsfähigkeit beim Entladen

##### 4.4.3.1 Allgemeines

Die Anforderungen an das Entladen müssen entsprechend dem Lastprofil erfüllt werden.

##### 4.4.3.2 Lastprofil

Das Lastprofil spiegelt den tatsächlichen Strom oder die tatsächliche Leistung bezogen auf die Zeitanforderung der Batterie bei einer Anwendung in einem Bahnfahrzeug. Das Lastprofil muss mit einem Betriebstemperaturbereich und den Grenzwerten der Anlagenspannung in Zusammenhang gebracht werden. Typische Leistung-Zeit-Lastprofile werden in IEC 62973-1:2018, [Bild 5](#) und [Bild 6](#), gezeigt.

Ein solches Lastprofil darf Anforderungen an eine verlängerte Entladezeit sowie an die Leistungsfähigkeit bei niedriger oder hoher Temperatur enthalten.

Diese Lastprofile werden vom Systemintegrator zur Verfügung gestellt.

##### 4.4.4 Ladungshaltung (Selbstentladung)

Die Kapazität der Batterien nimmt ab, wenn sie in einem unterbrochenen Stromkreis gelagert werden. Dieser Verlust wird unter normalisierten Bedingungen durch die einschlägigen Prüfabschnitte in IEC 60254-1 (für geschlossene Zellen von Antriebsbatterien) und in IEC 60896-21 (für verschlossene Zellen von ortsfesten Batterien) quantitativ bestimmt. Der Batteriehersteller muss diese Werte zur Verfügung stellen.

##### 4.4.5 Anforderungen an die Bemessung der Batteriekapazität

Der Hersteller der Bleibatterie muss die folgenden Parameter festlegen:

- Ladezustand entsprechend den Ladeparametern (Spannung, Temperaturkompensation, Anzahl von Zellen, Plattentechnologie der Batterie) und den Umgebungsbedingungen;

- Alterungsfaktor abhängig von, aber nicht beschränkt auf die betriebliche Umgebungstemperatur, die Wechselbeanspruchung an der entsprechenden Entladetiefe, die Instandhaltung und die geforderte Lebensdauer.

Die Anforderungen an die Bemessung der Batteriekapazität sind in Tabelle 5 festgelegt.

**Tabelle 5 – Parameter und Verantwortlichkeiten für die Bemessung der Batteriekapazität**

| Für die Bemessung der Batteriekapazität erforderliche Parameter                                                                   | Verantwortlichkeiten für die zur Verfügung zu stellenden Parameter | Werte                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lastprofil (W, $\Omega$ , A)                                                                                                      | Systemintegrator                                                   | Jedes Lastprofil in W, $\Omega$ , A für eine festgelegte Dauer                                    |
| Niedrige und hohe Temperatur für die Bemessung des Lastprofils ( $^{\circ}\text{C}$ )                                             | Bahnfahrzeughersteller, ggf. zusammen mit dem Endbetreiber         | Niedrige und hohe Temperatur in $^{\circ}\text{C}$                                                |
| Ladespannung für die Batterieanlage                                                                                               | Hersteller der Batterie oder der Zellen                            | Anzahl von Zellen x geforderte Ladespannung je Zelle nach Bild 5, Bild 6, Tabelle 3 und Tabelle 4 |
| Alterungsfaktor (%) bei den Betriebsbedingungen und der voraussichtlichen Lebensdauer, die vom Systemintegrator festgelegt wurden | Hersteller der Batterie oder der Zellen                            | Prozent der Nennkapazität                                                                         |
| Gefordertes Zyklusvermögen, ausgedrückt in Anzahl von Lastprofilzyklen                                                            | Endbetreiber                                                       | Anzahl von Zyklen                                                                                 |
| Erwartete Lebensdauer der Batterie (ausgedrückt in Jahren) bei den vom Systemintegrator festgelegten Betriebsbedingungen          | Hersteller der Batterie oder der Zellen                            | Jahre                                                                                             |

Einige Endbetreiber dürfen einen zusätzlichen Spielraum für künftige Lasten verlangen. Wenn nichts anderes festgelegt wird, bezieht sich dieser Spielraum auf die sich ergebende Nennkapazität der Batterie. Dieser Spielraum wird normalerweise in Prozent der Nennkapazität ausgedrückt.

## 4.5 Sicherheits- und Schutzanforderungen

### 4.5.1 Allgemeines

Der Batterietrog oder -kasten muss im Falle einer auslaufenden Batterie den Säureelektrolyten zurückhalten und Korrosion durch den Elektrolyten widerstehen können.

Die Zellenstopfen oder das Auffüllsystem müssen Flammensperren aufweisen, um zu verhindern, dass eine externe Flamme oder ein Funke in die Zellen dringen und eine interne Explosion verursachen kann, die zu einem Herumspritzen des Elektrolyten führen kann.

Der kleinste Isolationswiderstand zwischen dem Batterieschaltkreis und den übrigen lokalen leitenden Teilen muss höher als 100  $\Omega$  pro Volt (der Nennspannung der Batterie) sein. Die Isolierung muss den Umgebungseinflüssen durch Temperatur, Feuchte, Staub, Gase und Dampf sowie der mechanischen Beanspruchung widerstehen können.

Die Bleibatterieanlage muss ausreichend belüftet werden, um eine hohe und gefährliche Konzentration von Gasen zu vermeiden. Die Berechnung der Belüftung muss nach den in IEC 62485-2 aufgeführten Anforderungen erfolgen.

### 4.5.2 Tiefentladung von Batterien

Unter Tiefentladung einer Bleibatterie versteht man, dass mehr Kapazität (elektrische Energie) aus der Batterie entladen wird als erlaubt oder als in den Entladekurven des Herstellers festgelegt ist. Dies kann zu ungenügendem Nachladen führen.

Kurven, die das Verhältnis zwischen dem Strom und der Entladeschlussspannung zeigen, sollten von den Batterieherstellern zur Verfügung gestellt werden, um Tiefentladung zu vermeiden.