DEUTSCHE NORM *Entwurf* Februar 2019

DIN IEC 62973-2 (VDE 0115-973-2)

DIN

VDE

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.

ICS 29.220.01; 45.060.01

Einsprüche bis 2019-03-18

Entwurf

Bahnanwendungen – Batterien für Bordnetzversorgungssysteme – Teil 2: Nickel-Cadmium-Batterien (NiCd-Batterien) (IEC 9/2427/CD:2018); Text Deutsch und Englisch

Railway applications –
Batteries for auxiliary power supply systems –
Part 2: Nickel Cadmium (NiCd) batteries
(IEC 9/2427/CD:2018);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-01-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 64 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort ... 5
Einleitung ... 7
1 Anwendungsbereich ... 8
2 Normative Verweisungen ... 8
3 Begriffe und Abkürzungen ... 9
3.1 Begriffe ... 9
3.2 Abkürzungen ... 11
4 Allgemeine Anforderungen ... 12
4.1 Definition der Komponenten einer Batterieanlage ... 12
4.2 Definition einer NiCd-Batterie (mit Elektrolyt) ... 13
4.2.1 Allgemeines ... 13
4.2.2 Gesinterte/PBE-Platten/Elektroden-Technologie ... 14
4.2.3 Gesinterte/gesinterte Platten/Elektroden-Technologie ... 14
4.2.4 Faserplatten/-elektroden-Technologie ... 14
4.2.5 Taschenplatten/-elektroden-Technologie ... 14
4.3 Umgebungsbedingungen ... 14
4.4 Anforderungen an die Batterieanlage ... 14
4.4.1 Spannung der Batterieanlage ... 14
4.4.2 Anforderungen an das Laden ... 16
4.4.3 Anforderungen an das Entladen ... 18
4.4.4 Ladungshaltung (Selbstentladung) ... 19
4.4.5 Anforderungen an die Kapazitätsgröße der Batterie ... 19
4.5 Sicherheits- und Schutzanforderungen ... 20
4.5.1 Allgemeines ... 20
4.5.2 Tiefentladung von Batterien ... 20
4.5.3 Temperaturkompensation während des Ladens ... 21
4.6 Brandschutz ... 21
4.7 Instandhaltung ... 21
4.8 Ladekennlinie ... 21
5 Optionale, zusätzliche Komponenten für die Batterieanlage ... 21
5.1 Allgemeines ... 21
5.2 Batterieinformationssystem ... 21
5.3 Batterieheizgerät ... 22
5.4 Thermostat oder Abschalter ... 22
6 Mechanische Ausführung einer Batterieanlage ... 22

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Seite

6.1 Allgemeines 22
6.2 Schnittstellenmechanismus 22
6.2.1 Allgemeines 22
6.3 Einbauort der Batterieanlage auf dem Fahrzeug 22
6.4 Zugänglichkeit zur Batterie 22
6.5 Belüftung des Batteriekastens 23
7 Elektrische Schnittstelle 23
7.1 Allgemeines 23
7.2 Schnittstelle zu externen elektrischen Anschlüssen 23
8 Kennzeichnung 24
8.1 Sicherheitszeichen 24
8.1.1 Außenseite des Batteriekastens 24
8.1.2 Trog, Träger und andere Orte innerhalb des Batteriekastens 24
8.1.3 Zellen und Blockbatterien 24
8.2 Typenschild 24
8.2.1 Batteriekasten 24
8.2.2 Typenschilder auf dem Trog und dem Träger sowie weitere Typenschilder innerhalb des Kastens 24
8.2.3 Zellen oder Blockbatterien 24
9 Lagerungs- und Transportbedingungen 24
9.1 Transport 24
9.2 Lagerung der Batterien 25
10 Prüfungen 25
10.1 Allgemeines 25
10.2 Typprüfung 25
10.2.1 Allgemeines 25
10.2.2 Prüfung der elektrischen Eigenschaften 26
10.2.3 Isolationsprüfung 26
10.2.4 Prüfung des Lastprofils 26
10.2.5 Stoß- und Schwingungsprüfung 26
10.3 Stückprüfung 26
10.3.1 Allgemeines 26
10.3.2 Sichtprüfung 27
10.3.3 Isolationsprüfung 27
10.3.4 Prüfung der elektrischen Eigenschaften 27
Anhang A (informativ) Beispiele für typische Lastprofile für den Notbetrieb 28
A.1 Beispiel für ein Lastprofil - Hochgeschwindigkeitszug 28
A.2 Beispiel für ein Lastprofil - Regionalzug/elektrischer Triebzug 28
Anhang B (normativ) Verifizierung des Lastprofils 30

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Seite

B.1 Allgemeines ... 30
B.2 Allgemeine Methodik ... 30
B.3 Dokumentation der Batteriegröße ... 31
B.4 Betriebstechnische Verifizierung (Prüfung des Lastprofils) ... 31
B.5 Prüfbericht ... 32
Anhang C (normativ) Erklärung über eine geprüfte repräsentative Zellenbaureihe ... 33
C.1 Erklärung über die elektrische Leistung ... 33
C.2 Erklärung über Stöße und Schwingungen ... 33
Literaturhinweise ... 34

Bilder

Bild 1 – Definition von Zelle(n), Blockbatterie, Träger, Trog und Kasten ... 13
Bild 2 – Beispiel für eine Entladekurve einer NiCd-Zelle bei unterschiedlichen, konstanten Entladeströmen, basierend auf Prozent der Kapazität ... 15
Bild 3 – Beispiele für NiCd-Ladekurven ... 16
Bild 4 – Typische Ladekennlinie für NiCd-Batterien ... 18
Bild 5 – Typischer Schaltplan einer elektrischen Schnittstelle einer Batterieanlage ... 23
Bild A.1 – Beispiel für ein Lastprofil eines Hochgeschwindigkeitszuges (ohne Aufrüsten des Fahrzeugs) ... 28
Bild A.2 – Beispiel für ein Lastprofil eines Regionalzuges/elektrischen Triebzuges (ohne Aufrüsten des Fahrzeugs) ... 29

Tabellen

Tabelle 1 – Anforderungen an die Ladekennlinien ... 16
Tabelle 2 – Typische Ladekennlinien einer NiCd-Batterie ... 17
Tabelle 3 – Für die Festlegung der Batteriegröße erforderliche Parameter sowie Verantwortung für die zur Verfügung zu stellenden Parameter ... 20

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 9/2427/CD:2018 „Railway applications – Batteries for auxiliary power supply systems – Part 2: Nickel Cadmium (NiCd) 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 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und 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 UK 351.1 „Fahrzeuge“ 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 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.

Hinweise zur Anwendung der Norm

Die Normenreihe IEC 62973 „Bahnanwendungen – Batterien für Bordnetzversorgungssysteme“ wird voraussichtlich aus den folgenden Teilen bestehen:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- Teil 2: Nickel-Cadmium-Batterien (NiCd-Batterien)
- Teil 3: Blei-Batterien (Pb) (geplant)
- Teil 4: Gasdichte Nickel-Metallhydrid-Sekundärbatterien
- Teil 5: Lithium-Ionen-Batterien (Li-Ion) (geplant)

Ursprünglich war vorgesehen, die europäischen Norm EN 50547:2013 „Bahnanwendungen – Batterien für Bordnetzversorgungssysteme“ mit nur wenigen Modifikationen in eine IEC-Norm zu überführen. Im Gremium IEC/TC 9 „Elektrische Ausrüstungen für Bahnen“ wurde jedoch entschieden, eine neue IEC-Normenreihe zu erarbeiten, die zu einem gewissen Teil auf der europäischen Norm EN 50547 basiert, aber jede Batterie-

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

technologie in einem eigenen Teil behandelt. Die IEC-Normenreihe gilt für diverse DC-Bordnetzspannungen und nicht nur – wie ihr europäisches Pendant – für DC 110 V. Dies hat dazu geführt, dass sich der Inhalt der internationalen IEC-Normenreihe mit der europäischen EN 50547 im Bereich der Blei- und NiCd-Batterien für 110-V-Bordnetze überschneidet. Es wird daher empfohlen, die DIN EN 50547:2013 weiterhin für Schienenfahrzeuge von Vollbahnen vorrangig anzuwenden; dies gilt besonders für Schienenfahrzeuge des interoperablen europäischen Eisenbahn-Fernverkehrs. Ansonsten ist die IEC-Normenreihe in technischer Hinsicht aktueller als die EN 50547 und daher kann ihre Anwendung mit der o. a. Ausnahme empfohlen werden.

Mittelfristig ist vorgesehen, die Norm EN 50547 durch die Normenreihe IEC 62973 zu ersetzen. Bedingung hierfür ist aber, dass von der IEC-Normenreihe mindestens die Teile 1, 2 und 3 veröffentlicht worden sind, um den Inhalt der europäischen Norm komplett abzudecken, und dass die einzelnen Teile der IEC-Normenreihe soweit modifiziert worden sind, damit sie gemeinsam mit den anderen europäischen Normen für Schienenfahrzeuge unproblematisch angewandt werden können. Die deutsche Ausgabe der europäisierten Normenreihe wird die Bezeichnung „DIN EN IEC 62973“ tragen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Bahnanwendungen – Batterien für Bordnetzversorgungssysteme – Teil 2: Nickel-Cadmium-Batterien (NiCd-Batterien)

Einleitung

Dieses Dokument behandelt die Anforderungen an Nickel-Cadmium-Batterien (NiCd-Batterien) aufbauend auf IEC 62973-1 „Allgemeine Anforderungen“.

In diesem Dokument wird die Schnittstelle zu einem Batterieladegerät spezifiziert; das Batterieladegerät selbst gehört nicht zum Anwendungsbereich.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62973 gilt für Technologien wiederaufladbarer NiCd-Batterien für Bordnetzversorgungssysteme von Schienenfahrzeugen. Er vertieft Teil 1, der allgemeine Anforderungen an alle in dem jeweiligen Teil der Normenreihe beschriebenen Batterietechnologien spezifiziert. Wenn nichts anderes festgelegt wird, gelten die in Teil 1 aufgeführten Anforderungen.

Wie bereits in IEC 62973-1 beschrieben, werden die in dieser Norm beschriebenen Batterieanlagen zusammen mit fahrzeugseitigen Ladesystemen verwendet. Ladesysteme (z. B. LVPS, Umrichter usw.) sind außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm.

Diese Norm spezifiziert ferner die Ausführung, die Betriebsparameter, die Sicherheitsempfehlungen, die Stück- und Typprüfungen sowie die Kenn- und Bezeichnung.

Diese Internationale Norm wird zusätzlich zu IEC 60623 bzw. IEC 62259 für NiCd-Zellen verwendet.

Diese Norm enthält besondere Anforderungen an Teilkomponenten der Batterieanlagen, z. B. Komponenten zur Temperaturmessung.

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

Das Hauptziel dieses Dokuments ist das Erreichen einer Standardisierung elektrischer Schnittstellen unter Berücksichtigung der Parameter der NiCd-Batterie, um die Kapazität der NiCd-Batterie berechnen zu können, die für ein bestimmtes Lastprofil erforderlich ist.

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

IEC 60623:2001, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*[N1]

IEC 62259:2003, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Nickel cadmium prismatic secondary single cells with partial gas recombination*[N2]

IEC 60077-1, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*[N3]

[N1] Nationale Fußnote: Vermutlicher Schreibfehler im englischen Original. Ausgabedatum ist 2017. Für Bahnfahrzeuge, die in Europa eingesetzt werden sollen, ist EN 60623:2017 anstelle von IEC 60623:2017 anzuwenden.

[N2] Nationale Fußnote: Für Bahnfahrzeuge, die in Europa eingesetzt werden sollen, ist EN 62259:2004 anstelle von IEC 62259:2003 anzuwenden.

[N3] Nationale Fußnote: Für Bahnfahrzeuge, die in Europa eingesetzt werden sollen, ist EN 60077-1 anstelle von IEC 60077-1 anzuwenden

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

IEC 61373:2010, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration test*[N4]

IEC 62485-2, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*[N5]

IEC 62498-1:2010, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*[N6]

IEC 62847, *Railway applications – Rolling stock – Electrical connectors – Requirements and test methods*[N7]

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten 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-Plattform: verfügbar unter http://www.iso.org/obp

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

3.1.1
Batterieträger
Behälter mit durchbrochenen Wänden zur Aufnahme mehrerer Zellen oder Batterien

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe 4.1 und Abschnitt 6.

[QUELLE: IEC 60050-482:2004/AMD1:2016, 482-05-10, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.1.2
Batterietrog
Behälter mit einer Bodenplatte und Wänden zur Aufnahme von mehreren Zellen oder Batterien

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe 4.1 und Abschnitt 6.

[QUELLE: IEC 60050-482:2004/AMD1:2016, 482-02-35, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

[N4] Nationale Fußnote: Für Bahnfahrzeuge, die in Europa eingesetzt werden sollen, ist EN 61373 anstelle von IEC 61373 anzuwenden

[N5] Nationale Fußnote: Für Bahnfahrzeuge, die in Europa eingesetzt werden sollen, ist EN 62485-2 anstelle von IEC 62485-2 anzuwenden.

[N6] Nationale Fußnote: Für Bahnfahrzeuge, die in Europa eingesetzt werden sollen, ist EN 50125-1:2014 anstelle von IEC 62498-1:2010 anzuwenden.

[N7] Nationale Fußnote: Für Bahnfahrzeuge, die in Europa eingesetzt werden sollen, ist EN 50467 anstelle von IEC 62847 anzuwenden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

3.1.3
Zelle
funktionelle Grundeinheit, die aus einer Anordnung von Elektroden, Elektrolyt, Behälter, Anschlüssen und üblicherweise Separatoren besteht und eine Quelle elektrischer Energie durch direkte Umwandlung aus chemischer Energie darstellt

[QUELLE: IEC 60050-482:2004/AMD1:2016, 482-01-01, modifiziert – Anmerkung wurde gelöscht.]

3.1.4
Blockbatterie
Batterie mit mehreren getrennten, aber elektrisch verbundenen Zellkammern, von denen jede zur Aufnahme einer Anordnung von Elektroden, Elektrolyt, Anschlüssen oder Anschlussverbindungen und möglicherweise Separatoren vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Zellen einer Blockbatterie können in Reihe oder parallel geschaltet sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: siehe 4.1.

[QUELLE: IEC 60050-482:2004/AMD1:2016, 482-02-17, modifiziert – Anmerkung 2 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.1.5
Nickel-Cadmium Batterie
Sekundärbatterie mit alkalischem Elektrolyt, einer nickeloxidhaltigen positiven Elektrode und einer negativen Elektrode aus Cadmium

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-05-02]

3.1.6
Bemessungskapazität <der Batterie>
C_n
Kapazitätswert einer Batterie, der unter festgelegten Bedingungen bestimmt und vom Hersteller angegeben wird

[QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15]

3.1.7
Ladezustand
SOC
verbleibende zu entladende Kapazität, üblicherweise angegeben als Prozentsatz der vollen, in den relevanten Normen aufgeführten Bemessungskapazität der Batterie

Anmerkung 1 zum Begriff: Die praktischen Definitionen des SOC hängen von den gewählten Technologien ab.

3.1.8
Endladetiefe
DOD
aus einer Batterie während der Entladung entnommene Kapazität im Verhältnis zu deren vollen Bemessungskapazität, ausgedrückt in Prozent

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff ist eine Ergänzung zum SOC.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der eine Wert erhöht sich um genau den Wert, den der andere abnimmt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die praktischen Definitionen des DOD hängen von den gewählten Technologien ab.

3.1.9
Alterungsfaktor
quantitativer Faktor, der die Verschlechterung der Fähigkeit der Batterie, aufgrund der Verwendung unter festgelegten Betriebsbedingungen wie beispielsweise Umgebungsbetriebstemperatur, Wechselbeanspruchung, Endladetiefe (DOD) und Instandhaltungspraktiken elektrische Energie zu liefern, ausdrückt

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

3.1.10
Informationssystem der Nickel-Cadmium-Batterie
elektronisches System zur Erfassung und Analyse von Batteriedaten, um zusätzliche Informationen (z. B. für die zustandsbezogene Instandhaltung) zur Verfügung zu stellen, die für den eigentlichen Betrieb der Batterie nicht erforderlich sind

3.1.11
Batterieanlage
Batterie
Anlage, die auch einen oder mehrere Batterietröge, einen oder mehrere Batterieträger, einen oder mehrere Batterieblöcke, elektronische Komponenten und/oder Betriebsmittel sowie die dazugehörigen elektromechanischen Komponenten und Verbindungen enthält

3.1.12
Endbetreiber
Organisation, die die Batterieanlage betreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Endbetreiber ist normalerweise die Organisation, die das mit der Batterieanlage ausgestattete Fahrzeug betreibt, es sei dann, dass die Verantwortung einem Hauptunternehmer oder einem Berater übertragen worden ist.

3.1.13
Systemintegrator
Organisation, die die technische Verantwortung für das komplette Batterie- und Ladesystem hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Systemintegrator kann der Endbetreiber oder der Schienenfahrzeughersteller oder keiner hiervon sein.

3.1.14
Hersteller
Organisation, die die technische Verantwortung für ihren Lieferumfang hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller kann der Schienenfahrzeughersteller, der Systemintegrator der Batterieanlage oder der Hersteller der Zellen usw. sein. Falls es zur ausdrücklichen Unterscheidung erforderlich ist, wird „Schienenfahrzeughersteller“, „Hersteller der Batterieanlage“ oder „Hersteller der Zellen“ geschrieben.

3.2 Abkürzungen

AC	Wechselstrom (en: alternating current)
C_n	n-stunden-Kapazität (en: capacity at the n-hour rate)
CCTV	Videoüberwachungsanlage (en: closed-circuit television)
DC	Gleichstrom (en: direct current)
DOD	Entladetiefe (en: depth of discharge)
EMU	elektrischer Triebzug (en: electrical multiple unit)
FEA	Finite-Elemente-Analyse (en: finite element analysis)
HLK	Heizen, Lüften, Klimatisieren (en: heating, ventilation, air conditioning (HVAC))
LRU	kleinste tauschbare Einheit (en: line replaceable unit)
LVPS	Niederspannungsenergieversorgung (en: low voltage power supply)
NiCd	Nickel Cadmium

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

NTC negativer Temperaturkoeffzient (Temperatursensor) (en: negative temperature coefficient)

PBE kunststoffgebundene Elektrode (plastic-bonded electrode)

PT 100 Temperatursensor, Typ PT 100 (en: temperature sensor, type PT 100)

PT 1000 Temperatursensor, Typ PT 1000 (en: temperature sensor, type PT 1000)

SOC Ladezustand (en: state of charge)

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Definition der Komponenten einer Batterieanlage

Siehe Bild 1 (die Abbildungen sind Beispiele).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

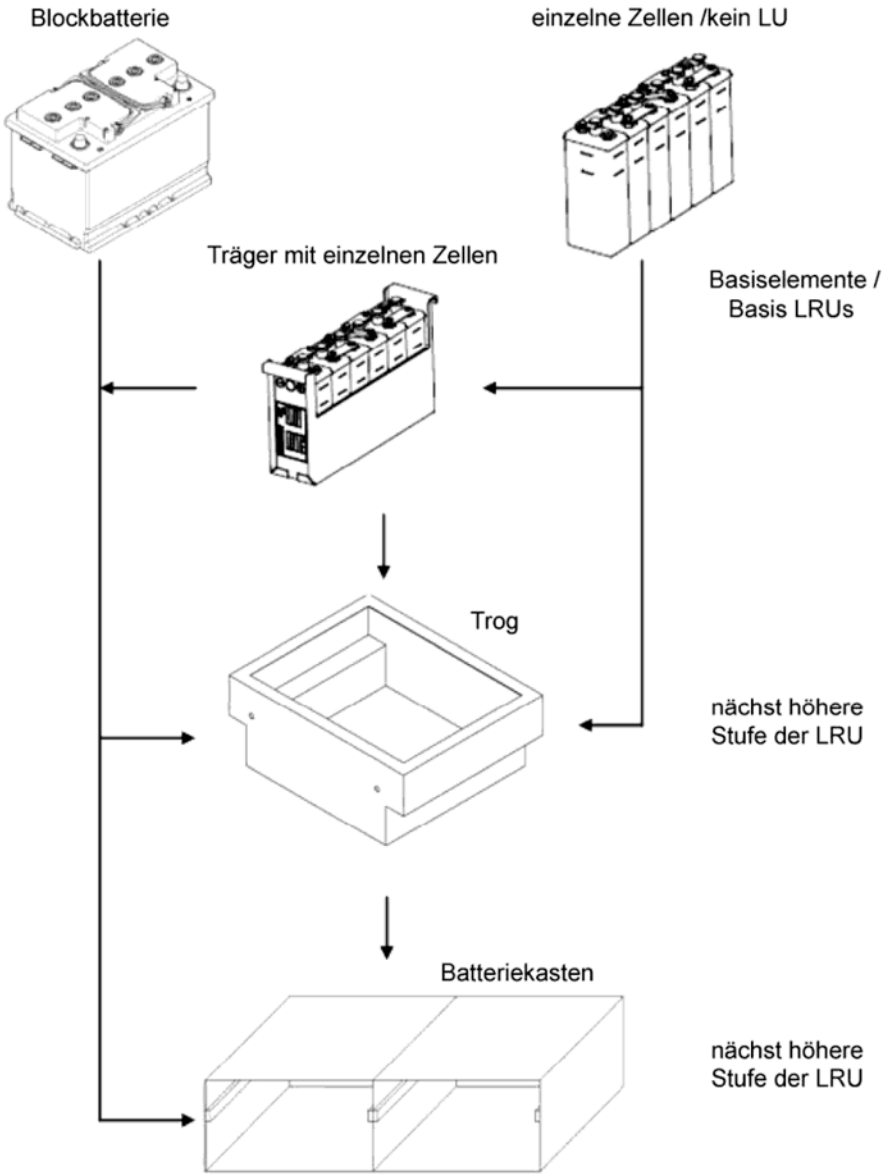

Bild 1 – Definition von Zelle(n), Blockbatterie, Träger, Trog und Kasten

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

4.2 Definition einer NiCd-Batterie (mit Elektrolyt)

4.2.1 Allgemeines

Eine Batterie besteht aus mehreren Zellen oder Blöcken, 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 ein- oder mehrlagigen 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.

Das positive aktive Material ist Nickelhydroxid und das negative aktive Material ist Cadmiumhydroxid.

Die Plattenstapel sind von einem alkalischen Elektrolyten, einer wässrigen Lösung, die hauptsächlich aus Kaliumhydroxid (KOH) und destilliertem oder entionisiertem Wasser besteht, umgeben. Der Elektrolyt ist nicht an der in der Zelle stattfindenden elektrochemischen Reaktion beteiligt, sondern ausschließlich ein Medium,

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

das Ionen trägt und ein ziemlich konstantes spezifisches Gewicht aufweist, weshalb große Elektrolytreserven verwendet werden können. Der Elektrolyt wird durch Lade-/Entladezyklen nicht chemisch verändert oder beeinträchtigt.

Aufgrund der elektrochemischen NiCd-Technologie kann eine gewisse unsachgemäße Behandlung auf der Zellebene toleriert werden, z. B. wird Überladen zu Wasserzersetzung und somit zu Wasserverbrauch führen. Es ist daher nicht erforderlich, komplexe Steuerungssysteme zur Handhabung solcher suboptimalen Fälle vorzusehen.

4.2.2 Gesinterte/PBE-Platten/Elektroden-Technologie

Die gesinterten positiven Platten/Elektroden werden durch chemische Imprägnierung des Nickelhydroxids in einen porösen, dünnen, mit Nickelpulver beschichteten Bandstahl erzielt, der vorher perforiert und vernickelt wurde.

Die kunststoffgebundene Elektrode (PBE) wird durch das Beschichten von Schlamm, der aus mit einem Kunststoffbindemittel gemischtem Cadmiumoxid besteht, auf einen vernickelten, dünnen, perforierten Bandstahl erzielt.

4.2.3 Gesinterte/gesinterte Platten/Elektroden-Technologie

Die gesinterten positiven und negativen Platten/Elektroden werden durch chemische Imprägnierung des Nickelhydroxids und des Cadmiumhydroxids in einen porösen, dünnen, mit Nickelpulver beschichteten Bandstahl erzielt, der vorher perforiert und vernickelt wurde.

4.2.4 Faserplatten/-elektroden-Technologie

Sowohl die positiven als auch die negativen Platten/Elektroden bestehen aus nicht gewebten Fasern aus Nickel oder aus vernickelten, hochporösen Kunststofffasern.

4.2.5 Taschenplatten/-elektroden-Technologie

Sowohl die positiven als auch die negativen Platten/Elektroden bestehen aus mehreren flachen, perforierten, aus perforiertem Bandstahl hergestellten Metalltaschen, die durch Kapseln der aktiven Materialien verbunden werden.

4.3 Umgebungsbedingungen

NiCd-Batterien können bei extremen Temperaturen, d. h. unter -25 °C bzw. über +40 °C, eingesetzt werden.

Insbesondere wenn eine extrem hohe/niedrige Temperatur festgelegt ist, dürfen Abweichungen für die andere extreme Temperatur 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 Ladespannung der NiCd-Batterie hängt von der Anzahl von Zellen, der Temperatur sowie deren Platten/Elektroden-Technologie ab.

Obwohl die Batterie-Nennspannung in IEC 62973-1:2018, Tabelle 1, festgelegt ist, kann die Anzahl von Zellen wegen der von der Platten/Elektroden-Technologie bedingten Anforderungen an das Laden der Zellen variieren.

Wegen der von der Faser- oder Taschenplatten-Technologie geforderten höheren Ladespannung der Zellen können weniger Zellen in Reihenschaltung mit einer höheren Kapazität verwendet werden. Wegen der von der gesinterten/PBE-Plattentechnologie und der gesinterten/gesinterten-Plattentechnologie geforderten

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

niedrigeren Ladespannung können mehr Zellen in Reihenschaltung mit einer niedrigeren Kapazität verwendet werden. Weniger Zellen mit einer höheren Kapazität bzw. mehr Zellen mit einer niedrigeren Kapazität würden ähnlich viel Energie bereitstellen.

Die optimierte Anzahl von Zellen in einer NiCd-Batterie, die von dem Batteriehersteller berechnet wird, muss den Betrieb zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Bereich der Betriebsspannung der Betriebsmittel ermöglichen; dabei müssen die Betriebsbedingungen und das Lastprofil der Batterie berücksichtigt werden. Daraufhin muss die betriebliche Ladespannung der Batterie bei 20 °C unter Berücksichtigung der berechneten Anzahl von Zellen und der individuellen Ladekennlinien der Zellen festgesetzt werden. Auf Tabelle 2 wird verwiesen.

Die Batterie-Nennspannungen und die Entladespannungen unterscheiden sich. Bild 2 zeigt ein Beispiel für typische Entladungen einer NiCd-Zelle bei unterschiedlichen, konstanten Entladeströmen (in der Form von den Mehrfachen von C_n oder den Mehrfachen von I_n; dabei stehen C_n und I_n in Bezug zu einander, z. B. entspricht 0,2 C_5 I_5), die je nach der Bezeichnung der Entladerate variieren (z. B. L, M, H nach IEC 60623). Bild 2 zeigt eine typische Entladekurve einer NiCd-Zelle mit der entsprechenden Temperatur; hierbei beziehen sich die Entladespannungen auf die Entladekapazitäten bei konstanten Entladeströmen.

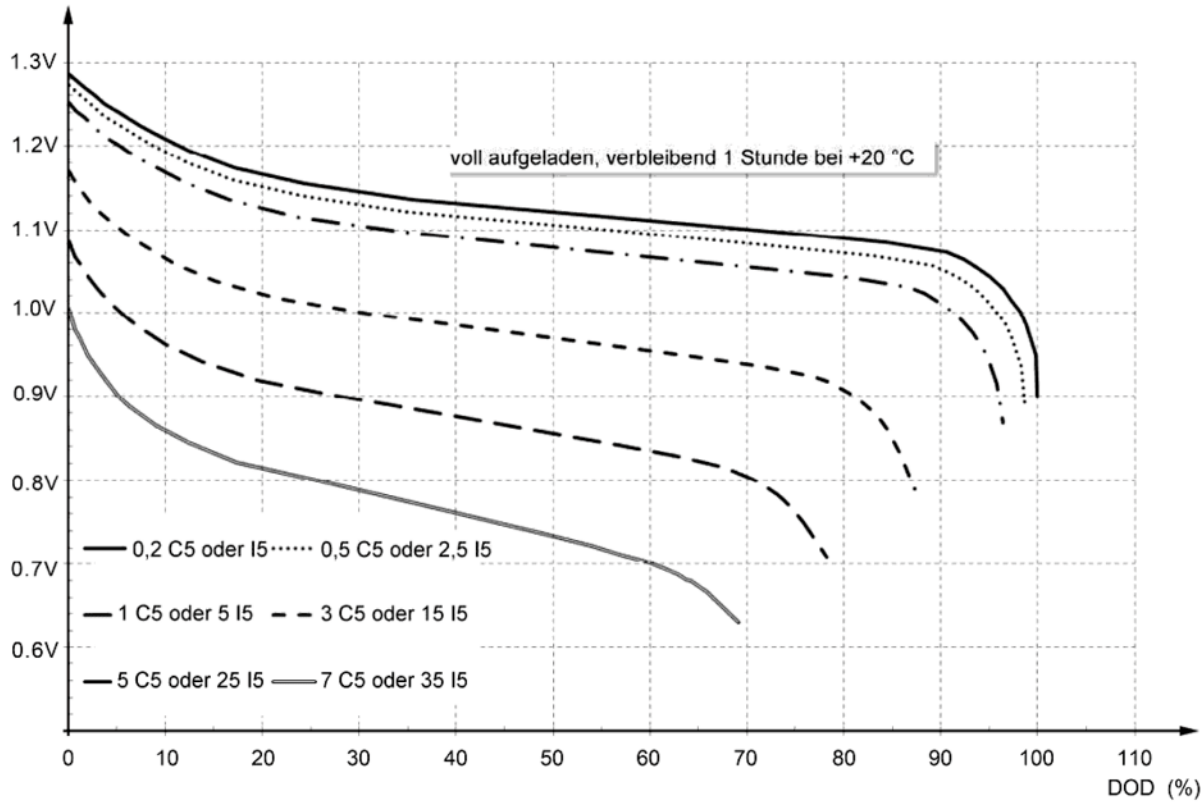

Bild 2 – Beispiel für eine Entladekurve einer NiCd-Zelle bei unterschiedlichen, konstanten Entladeströmen, basierend auf Prozent der Kapazität

Das folgende Beispiel stellt eine typische Ladung einer NiCd-Zelle dar. Bild 3a zeigt einen konstanten Ladestrom von 0,2 C_5 (entspricht I_5) in der Anfangsphase gefolgt von der in Bild 3b gezeigten Schlussphase mit konstanter Ladespannung, die von der Platten/Elektroden-Technologie des NiCd-Batterietyps abhängt. Die Batteriehersteller müssen Ladekurven zur Verfügung stellen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

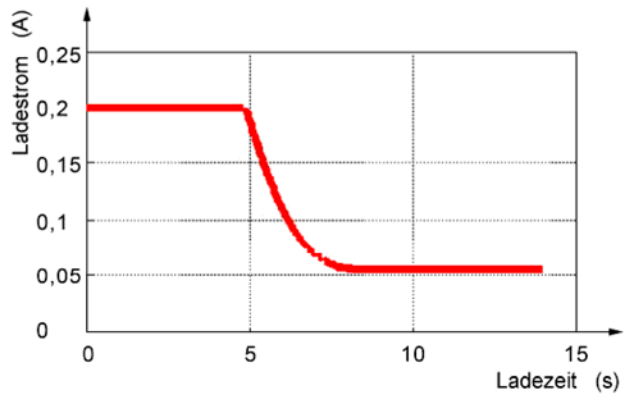

Bild 3a – Beispiel für eine Ladestrombemessungskurve

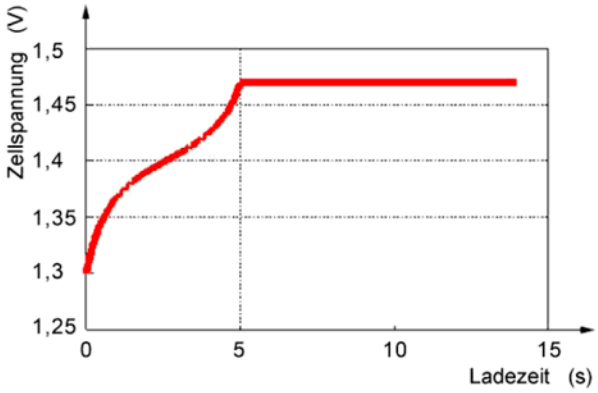

Bild 3b: Beispiel für eine Ladespannungskurve

Bild 3 – Beispiele für NiCd-Ladekurven

4.4.2 Anforderungen an das Laden

Die geforderte Batterieladespannung und das optimale Ladeverfahren gehen aus Tabelle 2 hervor.

Tabelle 1 – Anforderungen an die Ladekennlinien

Anforderungen	Kennlinien
Normalzustand	Erhaltungsladung durch das Batterieladegerät mit Temperaturkompensation
Ladeverfahren	Abhängig von der NiCd-Platten/Elektroden-Batterietechnologie; siehe Tabelle 2
Statische Regelungsstoleranz des Batterieladespannungsausgangs am Ladesystem	Die Ladespannungstoleranz bezieht sich auf den Spannungsbedarf entsprechend der optimalen Ladekennlinie der Batterie Bei Temperaturkompensation: ±1,5 % oder eine niedrigere Toleranz Ohne Temperaturkompensation: ±1 % oder eine niedrigere Toleranz
Ladespannungswelligkeit	≤ 5 % (nach IEC 60077-1 bei abgetrennter Batterie)
Ladestromwelligkeit	Der Batterieladestrom muss ein Gleichstrom sein, da ein überlagerter Wechselstromanteil in dem Ladestrom zu einem Temperaturanstieg der Batterie führen kann. Der Wechselstrom-Inhalt im Ladestrom sollte nicht die in IEC 62485-2 aufgeführten Werte übersteigen.
Temperaturkompensation	Temperaturkompensation wie von der NiCd-Platten/Elektroden-Batterietechnologie verlangt erforderlich; siehe Tabelle 2.
Temperaturerfassung	Signal von dem Sensor an der Batterie oder am Batteriekasten; Erfassung innerhalb des Batterieladesystems

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Tabelle 2 – Typische Ladekennlinien einer NiCd-Batterie

Batterietechnologie		Faser				Gesinterte/PBE	Gesinterte/ gesinterte	Taschen	Anmerkungen
		Bezeichnung der Entladerate nach IEC 60623							
Lademodus	Parameter	L	M	H	X	Alle	Alle	Alle	
Temperaturkompen-sationsspannung		-0,003V / K / Zelle							
Einstufig	Erhaltungs-ladespannung bei 20°C	1,58 V / Zelle	1,53 V / Zelle	1,47 V / Zelle	1,45 V / Zelle	1,47 V / Zelle	1,43 V / Zelle	1,47 V / Zelle	Siehe (1) in Bild 4
Zweistufig	Erhaltungs-ladespannung bei 20°C	1,55 V / Zelle	1,50 V / Zelle	1,45 V / Zelle	1,40 V / Zelle	1,47 V / Zelle	1,43 V / Zelle	1,47 V / Zelle	Siehe (1) in Bild 4
	Starklade-spannung bei 20°C	1,65 V / Zelle	1,60 V / Zelle	1,55 V / Zelle	1,50 V / Zelle	Keine	Keine	Keine	Siehe (2) in Bild 4
Umschalte-punkt (alle Lademodi)	Pflicht, Wechsel von Stark- in Erhaltungs-ladung	45 °C				Keine			Siehe (3) in Bild 4
	Pflichthalt des Ladens der Batterie	70 °C							Siehe (4) in Bild 4
	Maximale Spannungs-begrenzung	Maximale Batteriespannung an den Betriebsmitteln nach IEC 62973-1:2018, Tabelle 1, oder niedriger – Wert pro Zelle entsprechend der Anzahl von Zellen pro Batterie							Siehe (5) in Bild 4
	Standard, Wechsel von Stark- in Erhaltungs-ladung	*I* < 0,05 C				Keine			Strommessung erforderlich
	Standard, Wechsel von Erhaltungs- in Starkladung	*I* > 0,05 C				Keine			Strommessung erforderlich

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

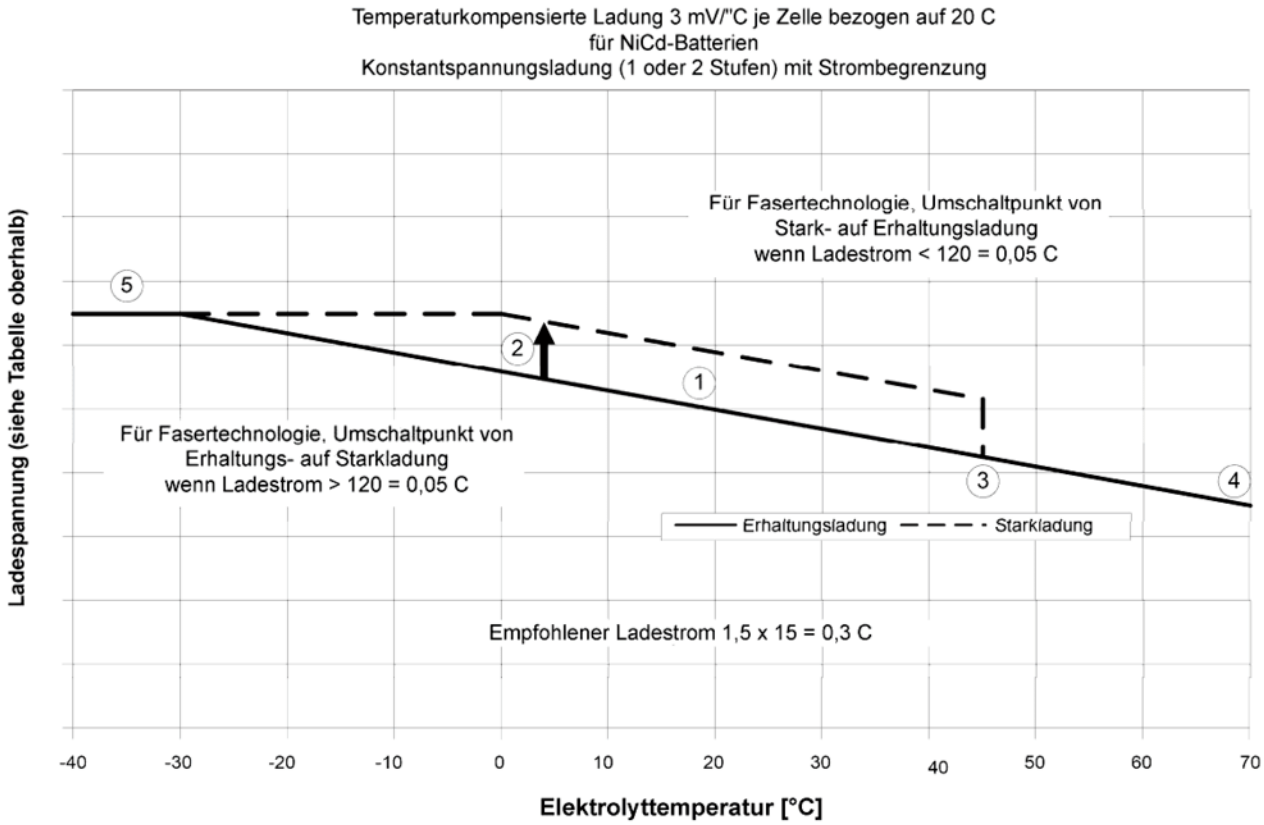

Bild 4 – Typische Ladekennlinie für NiCd-Batterien

Unter Berücksichtigung der Höchstspannung an den Betriebsmitteln nach IEC 62973-1:2018, Tabelle 1, wäre es erforderlich, die temperaturkompensierte Spannungssteuerung auf die Werte zu beschränken, die die Werte der an der Zelle anliegenden Ladespannung nach Tabelle 2 entsprechend der Anzahl von Zellen in der Batterie berücksichtigen.

Die typischen Ladespannungen pro Zelle gehen für die überwiegende Anzahl von Anwendungen bei temperaturkompensierter Spannungssteuerung aus Tabelle 2 hervor. Je nach den Parametern für Größe und Anwendung können höhere oder niedrigere Werte innerhalb der oben genannten Grenzwerte ausgewählt werden (z. B. ist in Japan eine einstufige Erhaltungsladespannung von 1,43 V/Zelle ohne temperaturkompensiertes, spannungsgesteuertes Laden typisch für die gesinterte/PBE-Technologie).

In einigen Fällen braucht temperaturkompensiertes, spannungsgesteuertes Laden nach einer Vereinbarung zwischen dem Endbetreiber und dem Hersteller nicht gefordert zu werden. Dies sollte vor der Berechnung der für ein bestimmtes Lastprofil geforderten Batteriekapazität vereinbart werden. In solch einem Fall darf auf einen Temperatursensor der Batterie verzichtet werden. Der Batteriehersteller muss die zusätzliche Batteriekapazität berechnen, die benötigt wird, um ein nicht-temperaturkompensiertes Ladesystem zu berücksichtigen. Bei extrem niedrigen Temperaturen kann ein Heizgerät eingebaut werden, um die erforderliche zusätzliche Kapazität zu begrenzen. In diesem Fall muss der temperaturabhängige Einschaltpunkt des Heizgerätes vor der Berechnung der Batteriekapazität vereinbart werden.

4.4.3 Anforderungen an das Entladen

4.4.3.1 Allgemeines

Unter Tiefentladung einer Batterie versteht man, dass mehr Kapazität (elektrische Energie) aus der Batterie entladen wird als erlaubt oder als in den Entladekurven des Batterieherstellers festgelegt ist. Bei einer Tiefentladung werden NiCd-Batterien weder dauerhaft geschädigt noch sicherheitstechnisch beeinträchtigt. Obwohl es aus batterietechnischen Gründen nicht erforderlich ist, dürfen Einrichtungen zur Abschaltung bei Unterspannung verwendet werden, um die Niederspannungsbetriebsmittel des Zuges zu schützen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Es gibt unterschiedliche Anforderungen an das Entladen von Batterien während des Betriebs bzw. der Lagerung:

– Lastprofil (Notfallsystem für Hilfsbetriebe und/oder während des normalen Betriebs, z. B. Schutzstrecke oder Stromschienenlücken);
– Offline-Entladen, wenn Leistung nicht vorhanden ist;
– Anforderungen an das Entladen bei niedrigen bzw. hohen Temperaturen;
– Selbstentladung.

Die oben genannten Anforderungen an das Entladen werden in den nachfolgenden Unterabschnitten beschrieben.

4.4.3.2 Lastprofil

Das Lastprofil muss für die komplette Batterie berücksichtigt werden. Da die Anzahl von Zellen angepasst werden kann, um das Laden zu optimieren, beeinflusst dies die Last pro Zelle. Dies muss bei der Berechnung der Entladung pro Zelle berücksichtigt werden.

4.4.3.3 Verlängerte Entladezeit

Eine NiCd-Batterie widersteht einer verlängerten Entladung ohne dauerhafte Schädigung. Es gibt daher keinen Grund zur Wiederaufbereitung zur Wiedererlangung der Leistungsfähigkeit der Batterie nach dieser verlängerten Entladung.

4.4.3.4 Leistungsfähigkeit bei niedriger oder hoher Temperatur

Die Entladeverhalten bei niedriger Temperatur ist die in IEC 60623:2017, 7.3.5 festgelegte und die bei hoher Temperatur die in IEC 60623:2017, 7.3.6, festgelegte. Falls Prüfungen zu oder über der geforderten Bedingung verfügbar sind, können diese ohne erneute Prüfung oder dergleichen heranzogen werden.

Die Parameter zur Berechnung der Größe und der Temperaturminderungsfaktor müssen der Leistungskennlinie der Batterie entsprechen.

4.4.4 Ladungshaltung (Selbstentladung)

Selbstentladung kann zur vollständigen Entladung der NiCd-Batterie führen, wenn diese über einen längeren Zeitraum stattfindet. Dies führt jedoch nicht zur dauerhaften Schädigung der NiCd-Batterie; es wird sogar empfohlen, die Batterie in dem völlig entladenen Zustand zu lagern, bei dem Selbstentladung nicht stattfindet.

Die Ladungshaltungskennlinie wird in IEC 60623:2017, 7.4, behandelt.

Hinsichtlich der Lagerung der Batterien wird auf 9.2 verwiesen.

4.4.5 Anforderungen an die Kapazitätsgröße der Batterie

Der Hersteller der NiCd-Batterie muss die folgenden Parameter festlegen:

– SOC entsprechend den Ladekennlinien (Spannung, Temperaturkompensation, Anzahl von Zellen, Platten/Elektroden-Technologie der Batterie) und den Umgebungsbedingungen;
– Alterungsfaktor abhängig von, aber nicht beschränkt auf die betriebliche Umgebungstemperatur, die Wechselbeanspruchung an der entsprechenden DOD, die Instandhaltung und die geforderte Lebensdauer.

Die Anforderungen an die Größe der Batteriekapazität gehen aus Tabelle 3 hervor.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02

Tabelle 3 – Für die Festlegung der Batteriegröße erforderliche Parameter sowie Verantwortung für die zur Verfügung zu stellenden Parameter

Für die Festlegung der Batteriegröße erforderliche Parameter	Verantwortung für die zur Verfügung zu stellenden Parameter	Werte
Lastprofil (W, Ω, A)	Systemintegrator	Jedes Lastprofil in W, Ω, A für eine festgelegte Dauer
Niedrige oder hohe Temperatur für das Lastprofil (°C)	Schienenfahrzeughersteller, ggf. zusammen mit dem Endbetreiber	Niedrige und hohe Temperatur in °C nach IEC 62973-1:2018, 4.4.3.4
Ladespannung für die Batterieanlage bei 20 °C	Hersteller der Batterie oder der Zellen	Anzahl von Zellen x geforderte Ladespannung pro Zelle
Ladezustand (SOC) bei 20 °C unter Erhaltungsladungsbedingungen (%)	Hersteller der Batterie oder der Zellen	% der Nennkapazität nach IEC 60623
Alterungsfaktor	Hersteller der Batterie oder der Zellen	% der Nennkapazität nach IEC 60623
Gefordertes Zyklusvermögen (Anzahl von Lastprofilzyklen und Zeitdauer)	Endbetreiber	Anzahl von Zyklen und (Teil- oder Voll-)Dauer des Lastprofils pro Woche, Monat oder Jahr
Erwartete Lebensdauer bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebs-temperatur von ca. 20 °C unter Bahnbedingungen (Jahre)	Hersteller der Batterie oder der Zellen	Jahre der Lebensdauer unter typischen Bahnbedingungen

ANMERKUNG Endbetreiber dürfen einen zusätzlichen Spielraum für künftige Lasten verlangen. Wenn nichts anderes festgelegt wird, bezieht sich dieser Spielraum auf die IEC-Nennkapazität, die sich bei der Berechnung der Größe der Batterie ergibt. Der Spielraum wird normalerweise in Prozent ausgedrückt.

4.5 Sicherheits- und Schutzanforderungen

4.5.1 Allgemeines

Das Material des Zellenbehälters sollte dem alkalischen Elektrolyten für die erwartete Lebensdauer der Batterie widerstehen können. Der Batterietrog oder -kasten sollte im Falle einer auslaufenden Batterie den alkalischen Elektrolyten zurückhalten und Korrosion durch den Elektrolyten widerstehen können.

Die bei der NiCd-Technologie zutreffenden Zellenstopfen bzw. das bei der NiCd-Technologie zutreffende Auffüllsystem sollten 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.

Die NiCd-Batterieanlage muss ausreichend belüftet werden, um eine hohe und gefährliche Konzentration von Gasen zu vermeiden (siehe 5.5). Die Berechnung der Belüftung muss nach den in IEC 62485-2 aufgeführten Anforderungen erfolgen.

4.5.2 Tiefentladung von Batterien

Die Nenn-Entladeschlussspannung beträgt 1,0 V/Zelle. Alle Entladespannungen unter diesem Wert bei Strömen ≤ 1 C zeigen eine mögliche Tiefentladung an. Tiefentladung sollte nicht mit Polumkehrung von Zellen verwechselt werden, unter der man Entladen in eine negative Spannung versteht.

Nach einer Tiefentladung bei abgeschalteter Last wird die Zellspannung sich bei über 1 V/Zelle wiedereinstellen; die Zelle befindet sich jedoch weiterhin in dem tiefentladenen Zustand und muss vor weiterem Entladen geladen werden.

NiCd-Batterien werden durch Tiefentladung nicht geschädigt. Daher sind besondere Einrichtungen zum Schutz der Batterie gegen Tiefentladung nicht erforderlich. Die verfügbare Kapazität, insbesondere nach

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 62973-2:2019-02