

DIN VDE 0100-570
(VDE 0100-570)
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 91.140.50

Einsprüche bis 2018-10-31

Entwurf

Errichten von Niederspannungsanlagen –
Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel –
Abschnitt 57: Stationäre Sekundärbatterien
(IEC 64/2229/CD:2017);
Text Deutsch und Englisch

Low-voltage electrical installations –
 Part 5: Selection and erection of electrical equipment –
 Clause 57: Stationary secondary batteries
 (IEC 64/2229/CD:2017);
 Text in German and English

Installations électriques à basse tension –
 Partie 5: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques –
 Section 57: Accumulateurs stationnaires –
 (IEC 64/2229/CD:2017);
 Texte en allemande et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-08-31 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 84 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	5
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten	5
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	7
Einleitung	9
570.1 Anwendungsbereich	10
570.2 Normative Verweisungen	10
570.3 Begriffe	10
570.4 Haupteigenschaften stationärer Sekundärbatterien	12
570.4.1 Ausführungsarten	12
570.4.2 Auswahl der Batterie	12
570.4.3 Umrichter/Wechselrichter	12
570.5 Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen.....	13
570.5.1 Allgemeines	13
570.5.2 Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag	14
570.5.3 Schutz gegen thermische Auswirkungen	15
570.5.4 Schutz bei Überstrom.....	15
570.5.5 Trennen	17
570.5.6 Schutz vor anderen Gefährdungen	17
Anhang A (informativ) Technische Kenndaten	18
A.1 Nennspannung	18
A.2 Entladung	18
A.2.1 Entladespannungskurve	18
A.2.2 Temperaturabhängigkeit.....	19
A.3 Innenimpedanz	19
A.3.1 Batterie-Ersatzschaltung	19
A.3.2 Temperaturabhängigkeit.....	20
A.3.3 Spannungsfall.....	20
A.3.4 Verlustwärme.....	20
A.3.5 Zeitabhängigkeit	21
A.4 Gasgehalt	21
Anhang B (informativ) Technische Kenndaten	22
B.1 Batteriebelastung.....	22
B.1.1 C-Rate	22
B.1.2 Entladeleistung der Batterie	22
B.1.3 Auswirkungen der Welligkeit	23

Anhang C (informativ) Bleibatterien	24
C.1 Darstellung	24
C.2 Geschlossene stationäre Bleibatterien.....	24
C.2.1 Darstellung	24
C.2.2 Technische Eigenschaften	24
C.2.2.1 Spannung	24
C.2.2.2 Entladung	24
C.2.2.3 Kapazität	25
C.2.2.4 Auswirkungen der Temperatur.....	25
C.3 Verschlossene Bleibatterien.....	25
C.3.1 Darstellung	25
C.3.2 Technische Eigenschaften	26
C.3.2.1 Auswirkung der Temperatur	26
C.3.2.2 Gaserzeugung während des Betriebs.....	26
Anhang D (informativ) Nickel-Cadmium(NiCd)-Batterien	27
D1 Darstellung	27
D.2 Technische Eigenschaften	27
D.2.1 Spannung	27
D.2.2 Kapazität	27
D.2.3 Auswirkung der Temperatur	27
D.2.4 Innenwiderstand	28
D.2.5 Lade- und Entladezyklen.....	28
Anhang E (informativ) Lithium-Ionen-Batterien	29
E.1 Darstellung	29
E.2 Technische Eigenschaften	29
E.2.1 Innenwiderstand	29
Anhang F (informativ) Vergleich von Batterietechnologien	30
Anhang G (informativ) Explosionsgefahr.....	32
G.1 Bestimmung des für die Belüftung erforderlichen Raumvolumens.....	32
G.2 Belüftungsanforderungen.....	32
G.3 Natürliche Belüftung	34
G.4 Zwangsbelüftung	35
G.5 Ladebetriebsarten	35
G.6 Überladung unter Fehlerbedingungen	35
G.7 Unmittelbare Nähe zur Batterie	35
Anhang H (normativ) Einbauort, Gehäuse	37
H1 Allgemeines.....	37
H.2 Spezielle Anforderungen für separate Batterieräume.....	37
H.3 Spezifische Anforderungen für speziell abgetrennte Bereiche in Räumen mit elektrischer	

Ausrüstung	38
H.4 Unterbringung von Bleibatterien und NiCd-Batterien im selben Raum.....	38
H.5 Erkennungsmöglichkeiten	38
Anhang I (informativ) Typschilder und Warnhinweise	39
I.1 Warningschilder und Warnhinweise in Räumen	39
Anhang J (informativ) Berechnung des Sicherheitsabstandes d zum Schutz vor Explosionsgefahr	40
J.1 Allgemeines	40
J.2 Bestimmung des hypothetischen Volumens V_Z	40
J.3 Korrekturfaktoren.....	40
J.4 Berechnung des Sicherheitsabstandes d	41
Anhang K (informativ) Typische Risiken bei Sekundärbatterietechnologien.....	43
K.1 Sekundärbatterien	43
Anhang L (informativ) Notabschaltung bei Sekundärbatterien.....	44
Bilder	
Bild 1: Beispiele für Energiespeichersysteme (EES).....	9
Bild 2: Beispiel für die Anwendung der Abschaltung von Geräten zur automatischen Trennung von Gleichspannungsversorgungen.....	14
Bild 3: Auswirkungen der Induktivität auf den Kurzschlussstrom	15
Bild 4: Wirkung des Batterieladegerätes auf einen Fehler im Gleichstromsystem.....	16
Bild A.1: Beispiele für Entladekennndaten einer Zelle für unterschiedliche Technologien und mit konstanter Stromentladung	19
Bild A.2: Impedanz der Batterie-Ersatzschaltung	20
Bild B.1: Typische Entladekurven von Blei-Säure in Abhängigkeit von der C-Rate als Parameter	22
Bild B.2: Eigenschaften der Kapazität in Abhängigkeit von der Entladezeit	23
Bild C.1: Beispiel für die Spannung einer geschlossenen Bleizelle bei konstanter Stromentladung	24
Bild C.2: Beispiel für den Temperatureinfluss auf Sekundär-Bleizellen	26
Bild D.1: Beispiel für den Temperatur-Reduktionsfaktor mit unterschiedlichen Entladestromstärken bei stationären NiCd-Sekundärzellen.....	28
Bild E.1: Entladespannungskurve von Lithium-Ionen	29
Bild J.1 Sicherheitsabstand d in Abhängigkeit der Bemessungskapazität für verschiedene Erhaltungsladeströme.....	42
Tabellen	
Tabelle C.1: Typische C-Raten von Bleibatterien.....	25
Tabelle F.1: Kennndaten häufig verwendeter stationärer Sekundärbatterien	30
Tabelle G.1 – Werte für den Strom I beim Laden mit IU - oder U -Ladeprofilen.....	33
Tabelle K.1: Wesentliche Risikoszenarien für Sekundärbatterien.....	43
Tabelle K.5 :Ungewöhnliche Vorgänge bei unterschiedlichen Technologien	44

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 64/2229/CD:2017 „Low-voltage electrical installations – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Clause 57: Stationary secondary 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 TC 64 „Electrical installations and protection against electric shock“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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 FprHD 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 221.5 „Zukunftsfähige Elektroinstallationen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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.

Die Deutsche Fassung wurde in Abschnitt 3 an die aktuellen Standardtexte angepasst.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
—	IEC 60050-300:2001 IEV 151 IEV 482 IEV 811	a	—
—	IEC 60050-826 IEV 826	a und DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200): 2006-06	— VDE 0100-200
EN 60269 (alle Teile)	IEC 60269 (alle Teile)	DIN EN 60269 (VDE 0636) (alle Teile)	VDE 0636
HD 60364-4-41:2007	IEC 60364-4-41:2005, (mod)	DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06	VDE 0100-410
HD 60364-4-43:2010	IEC 60364-4-43:2008, (mod) + Cor.:2008, (mod)	DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):2010-10	VDE 0100-430
HD 60364-5-53:2015 + A11:2017	IEC 60364-5-53:2001, + A1:2002. + A2:2015	DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06	VDE 0100-530
HD 60364-5-551: 2010 +Cor.:2010 + A11:2016	IEC 60364-5-55:2001/ A2:2008 (Abschnitt 551)	DIN VDE 0100-551 (VDE 0100-551):2017-02	VDE 0100-551
HD 60364-5-557: 2013-12	IEC 60364-5-55:2011/ A1:2012 (Abschnitt 557)	DIN VDE 0100-557 (VDE 0100-557):2014-10	VDE 0100-557
HD 60364-5-559: 2012	IEC 60364-5-55:2011, + A1:2012	DIN VDE 0100-559 (VDE 0100-559):2014-02	VDE 0100-559
HD 60364-5-559: 2012	IEC 60364-5-55:2011 mod. (Abschnitt 559)	DIN VDE 0100-559 (VDE 0100-559):2014-02	VDE 0100-559
—	IEC 60364-8-2 ^b	DIN IEC 60364-8-2 (VDE 0100-802) ^b	VDE 0100-802
—	IEC 60479 (alle Teile)	DIN IEC 60479 (VDE V 0140-479) (alle Teile) bzw. DIN IEC/TS 60479 (VDE V 0140-479) (alle Teile)	VDE 0140-479 VDE V 0140-479
EN 60623:2017	IEC 60623:2017	DIN EN 60623:2017-10	—
EN 60896-21:2004	IEC 60896-21:2004	DIN EN 60896-21:2004-12	—
VDE 0641-12	IEC 60898-2:2000 + A1:2003, (mod)	DIN EN 60898-2 (VDE 0641-12):2007-03	VDE 0641-12
EN 60947-2:2017	IEC 60947-2:2016 + Cor.1:2016	DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2018-05	VDE 0660-101

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60947-3:2009 + A1:2012 + A2:2015	IEC 60947-3:2008 + A1:2012 + A2:2015	DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107):2017-02	VDE 0660-107
EN 61140:2016	IEC 61140:2016	DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2016-11	VDE 0140-1
EN 61340-4-1:2004 + A1:2015	IEC 61340-4-1:2003 + A1:2015	DIN EN 61340-4-1 (VDE 0300-4-1):2016-04	VDE 0300-4-1
EN 61660-1:1997	IEC 61660-1:1997	DIN EN 61660-1 (VDE 0102-10):1998-06	VDE 0102-10
EN 61660-2:1997	IEC 61660-2:1997	DIN EN 61660-2 (VDE 0103-10):1998-05	VDE 0103-10
EN IEC 62485-2:2018	IEC 62485-2:2010	DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2):2018-07	VDE 0510-485-2
–	ISO 3864 (alle Teile)	DIN ISO 3864 (alle Teile)	–
^a „Internationales Elektronisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev. ^b in Vorbereitung			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200):2006-06, Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 200: Begriffe (IEC 60050-826:2004, modifiziert)

DIN EN 60269 (VDE 0636) (alle Teile), Niederspannungssicherungen

DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007

DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):2010-10, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-43: Schutzmaßnahmen - Schutz bei Überstrom (IEC 60364-4-43:2008, modifiziert + Corrigendum Okt.:2008); Deutsche Übernahme HD 60364-4-43:2010

DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 530: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergeräte

DIN VDE 0100-551 (VDE 0100-551):2017-02, Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Andere Betriebsmittel – Abschnitt 551: Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen (IEC 60364-5-55:2001/A2:2008 (Abschnitt 551)); Deutsche Übernahme HD 60364-5-55:2010 + Cor.:2010 + A11:2016

DIN VDE 0100-557 (VDE 0100-557):2014-10, Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Hilfsstromkreise (IEC 60364-5-55:2011/A1:2012 (Abschnitt 557)); Deutsche Übernahme HD 60364-5-55:2013

E DIN VDE 0100-570 (VDE 0100-570):2018-09

DIN VDE 0100-559 (VDE 0100-559):2014-02, Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-559: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Leuchten und Beleuchtungsanlagen (IEC 60364-5-55:2011 (Abschnitt 559), modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-559:2012

DIN IEC 60364-8-2 (VDE 0100-802) (in Vorbereitung), Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 8-2: Kombinierte Erzeugungs-/Verbrauchsanlagen

DIN IEC/TS 60479 (VDE V 0140-479) (alle Teile), Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere

DIN EN 60623:2017-10, Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nicht-säurehaltigen Elektrolyten - Geschlossene prismatische wiederaufladbare Nickel-Cadmium-Einzelzellen (IEC 60623:2017); Deutsche Fassung EN 60623:2017

DIN EN 60896-21:2004-12, Ortsfeste Blei-Akkumulatoren - Teil 21: Verschlussene Bauarten - Prüfverfahren (IEC 60896-21:2004); Deutsche Fassung EN 60896-21:2004

DIN EN 60898-2 (VDE 0641-12):2007-03, Elektrisches Installationsmaterial - Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke - Teil 2: Leitungsschutzschalter für Wechsel- und Gleichstrom (AC und DC) (IEC 60898-2:2000 + A1:2003, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60898-2:2006

DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2018-05, Niederspannungsschaltgeräte - Teil 2: Leistungsschalter (IEC 60947-2:2016 + COR1:2016); Deutsche Fassung EN 60947-2:2017

DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107):2017-02, Niederspannungsschaltgeräte – Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten (IEC 60947-3:2008 + A1:2012 + A2:2015); Deutsche Fassung EN 60947-3:2009 + A1:2012 + A2:2015

DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2016-11, Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2016); Deutsche Fassung EN 61140:2016

DIN EN 61340-4-1 (VDE 0300-4-1):2016-04, Elektrostatik - Teil 4-1: Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen - Elektrischer Widerstand von Bodenbelägen und verlegten Fußböden (IEC 61340-4-1:2003 + A1:2015); Deutsche Fassung EN 61340-4-1:2004 + A1:2015

DIN EN 61660-1 (VDE 0102-10):1998-06, Kurzschlußströme - Kurzschlußströme in Gleichstrom-Eigenbedarfsanlagen in Kraftwerken und Schaltanlagen – Teil 1: Berechnung der Kurzschlußströme (IEC 61660-1:1997); Deutsche Fassung EN 61660-1:1997

DIN EN 61660-2 (VDE 0103-10):1998-05, Kurzschlußströme - Kurzschlußströme in Gleichstrom-Eigenbedarfsanlagen in Kraftwerken und Schaltanlagen – Teil 2: Berechnung der Wirkungen (IEC 61660-2:1997); Deutsche Fassung EN 61660-2:1997

DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2):2018-07, Sicherheitsanforderungen an Sekundär-Batterien und Batterieanlagen - Teil 2: Stationäre Batterien (IEC 62485-2:2010); Deutsche Fassung EN IEC 62485-2:2018

DIN ISO 3864 (alle Teile), Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen

**Errichten von Niederspannungsanlagen –
Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel –
Abschnitt 57: Stationäre Sekundärbatterien**

Einleitung

Wie im White Paper „Electrical Energy Storage (EES)“ des IEC MSB angegeben, können Energiespeichersysteme (EES) entsprechend dem in Bild 1 dargestellten Diagramm für EES wie folgt kategorisiert werden: mechanische Speicher, elektrochemische Speicher, elektrische Speicher, chemische Speicher und thermische Speicher.

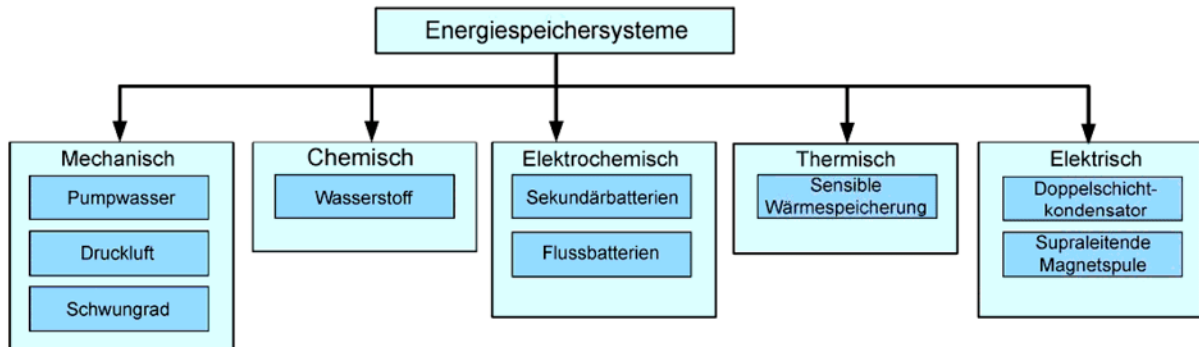


Bild 1: Beispiele für Energiespeichersysteme (EES)

Für die Speicherung elektrischer Energie stellt die elektrochemische Speicherung eine der am weitesten verbreiteten Technologien dar, die derzeit von der Industrie eingesetzt werden. Energiespeicherung, die in Form von Elektrizität leicht nutzbar ist, zählt in der nächsten Zeit sicherlich zu einer der größten Herausforderungen für den Erfolg des Smart-Grid-Konzepts.

Als stationäre Batterie versteht man eine koordinierte Zusammenstellung von Sekundärzellen zur Speicherung elektrischer Energie in einer ortsfesten Niederspannungsanlage bzw. in einem ortsfesten Niederspannungssystem. Mit der Entwicklung intelligenter elektrischer Anlagen und durch neue verfügbare Technologien für Sekundärzellen wird ihr Einfluss im Bereich ortsfester elektrischer Anlagen immer mehr an Bedeutung gewinnen.

570.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60364 enthält Anforderungen und Empfehlungen für die Planung, Errichtung und den fehlerfreien Gebrauch und den Schutz von stationären Sekundärbatterien.

Dieser Teil ist nicht anwendbar auf Produkte und Systeme (einschließlich Batterien), die bereits in ihrer eigenen IEC-Norm erfasst sind.

Dieser Teil beschreibt nicht den Zusammenschluss von Batterien.

570.2 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 60364-4-41, *Low-voltage electrical installation – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-5-55, *Low-voltage electrical installation – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment*

IEC 60364-8-2, *LV requirements with respect to smart grid/micro grid*

IEC 60479, *Effects of current on human beings*

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

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

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61660-1, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 1: Calculation of short-circuit currents*

IEC 61660-2, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 2: Calculation of effects*

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

570.3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

570.3.1

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Primärzelle und Sekundärzelle

[QUELLE: IEC 60364-1:2017]

[QUELLE: IEC 60364-1:2017]

570.3.2

Kapazität (einer Zelle oder Batterie)

elektrische Ladung, gewöhnlich in Amperestunden (Ah) angegeben, die eine voll geladene Zelle oder Batterie unter festgelegten Bedingungen abgeben kann

[QUELLE: IEV 811-20-03]

570.3.3

Primärzelle

Zelle, die nicht für die elektrische Wiederaufladung vorgesehen ist

[QUELLE: IEV 482-01-02]

570.3.4

Sekundärzelle Akkumulator

Zelle, die dafür konstruiert ist, wiederaufgeladen zu werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wiederaufladung wird durch eine reversible chemische Reaktion vollzogen.

[QUELLE: IEV 482-01-03]

570.3.5

Batterie

eine oder mehrere Zellen, ausgestattet mit den für den Gebrauch notwendigen Einrichtungen, zum Beispiel Zellengefäß, Anschlüssen, Kennzeichnungen und Schutzeinrichtungen

[QUELLE: IEV 482-01-04]

570.3.6

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: IEV 482-05-14]

570.3.7

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

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

[QUELLE: IEV 482-05-15]

570.3.8

Batteriespeicher

Satz von Batterien desselben Typs, die zur gemeinsamen Funktion miteinander verbunden sind

[QUELLE: IEV 151-12-11 modifiziert]

570.3.9

Überstrom-Schutzeinrichtung

<OCPD>

Einrichtung, die dazu bestimmt ist, einen Stromkreis zu unterbrechen, wenn der Strom im Leiter des Stromkreises einen vorher festgelegten Wert für eine bestimmte Zeitdauer überschreitet

[QUELLE: IEV 826-14-14]

570.3.10

Umrichter

Einrichtung zur Änderung einer oder mehrerer Kenngrößen elektrischer Energie

E DIN VDE 0100-570 (VDE 0100-570):2018-09

Anmerkung 1 zum Begriff: Kenngrößen elektrischer Energie sind zum Beispiel Spannung, Phasenzahl und Frequenz einschließlich der Frequenz null.

[QUELLE: IEC 151-13-36)

570.3.11

Wechselrichter

Umrichter, der Gleichstrom in einphasige oder mehrphasige Wechselströme umformt

[QUELLE: IEC 151-13-46]

570.4 Haupteigenschaften stationärer Sekundärbatterien

570.4.1 Ausführungsarten

Stationäre Batterien werden entsprechend ihrem physikalischen Aufbau definiert. Sie sind für die dauerhafte Installation und Verbindung in elektrischen Anlagen vorgesehen. Zu den Technologien für Sekundärzellen, die in stationären Batterien verwendet werden, gehören beispielsweise:

- a) Blei-Säure
- b) Nickel
 - Nickel-Cadmium (NiCd)
 - Nickel-Metallhydrid (NiMH)
- c) Lithium-Ionen (Li-Ionen)
 - Lithium-Cobalt (LiCoO₂)
 - Lithium-Mangan (LiMn₂O₄)
 - Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO₄)
 - Lithium-Polymer (LiPo)
 - Flussbatterien

570.4.2 Auswahl der Batterie

Die Auswahl der Kapazität und des Batterietyps hängt von vielen Parametern ab, z. B.:

- Lastkennzahlen:
- Batteriespannung
- Nutzbare Batteriekapazität
- Betriebszeit
- Direkter Anschluss
- Umrichteranschluss

Die geforderte Kapazität einer Batterie muss entsprechend der folgenden Gleichung beurteilt werden:

$$\text{Kapazität(Ah)} = \frac{\{\text{Belastungsleistung(W)}\} \times \{\text{Betriebszeit(h)}\}}{\text{Batteriespannung(V)}}$$

ANMERKUNG 1 Die nutzbare Batteriekapazität kann auch von der Umgebungstemperatur und der Anzahl der Ladezyklen abhängig sein.

570.4.3 Umrichter/Wechselrichter

Der Typ des Umrichters/Wechselrichters muss so gewählt werden, dass er für den Batterietyp und deren Anwendung geeignet ist.

Die Welligkeit der Wechselspannung muss innerhalb des vom Batteriehersteller festgelegten Bereiches bleiben (siehe auch [B.1.3](#)).

Siehe DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2):2018-07: Abschnitt Anforderungen an den Ladestrom.

- Überlagerte Stromwelligkeit
- Maximale Stromwelligkeit

Die Schutzvorkehrungen müssen für die einphasige/dreiphasige Wechselstromversorgung vorgesehen werden.

570.5 Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen

570.5.1 Allgemeines

570.5.1.1 Hauptprinzip

Generell muss der Schutz einer Batterie auf die folgenden unerwünschten Ereignisse oder Einflüsse, wo zutreffend, ausgerichtet sein:

- übermäßiger Strom während des Ladens oder Entladens
- Kurzschluss
- Überspannung
- Überladen
- Unterspannung - Überschreitung der vorgegebenen Grenzwerte für die Entladetiefe (DoD)
- extreme Umgebungstemperaturen (siehe [A.2.2](#))
- Überhitzung - Überschreitung der Grenzwerte für die Zelltemperatur
- Druckaufbau innerhalb der Zelle
- Automatische Abschaltung der Batterie von dem verbundenen System im Notfall

Einige Batterien können einen eingebauten Schutz enthalten, der mehrere Eigenschutzebenen bieten kann. Bei Lithium-Ionen-Batterien kann der eingebaute Schutz Folgendes beinhalten:

- Temperaturüberschreitung
- Kurzschlussstrom
- Gasfreisetzung

In allen Fällen gelten die Anweisungen des Herstellers.

Batterien, die nicht von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen verwendet werden sollen, müssen durch eine geeignete Umhüllung geschützt werden, die nur mithilfe eines Schlüssels oder Werkzeug geöffnet werden kann (weitere Informationen siehe [Anhang H](#)).

570.5.1.2 Erdung

Wenn die Verwendung des Batteriesystems im Inselbetrieb nicht zulässig ist, darf das Batteriesystem nicht geerdet werden.

Wenn das Batteriesystem für die Verwendung im Inselbetrieb vorgesehen ist, muss die Erdung des Batteriesystems während des Inselbetriebs nach DIN IEC 60364-8-2 (VDE 0100-802) ausgelegt sein.

570.5.2 Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag

570.5.2.1 Allgemeines

Bei Anwendung der Schutzmaßnahme automatische Abschaltung der Stromversorgung oder des PELV-Systems müssen Batteriegestelle oder Batterieschränke aus Metall mit dem Schutzleiter verbunden werden. Andernfalls muss das Batteriegestell oder der Batterieschrank von der Batterie und ihrem Einbauort isoliert werden.

570.5.2.2 Einrichtung zur automatischen Abschaltung der Stromversorgung

Die Abschaltung der Stromversorgung muss von allen Stromversorgungen innerhalb der geforderten Zeit entsprechend **DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06, Tabelle 41.1**, sichergestellt sein. Der Schutz vor Fehlern muss an allen Stromversorgungen vorgesehen werden (siehe Bild 2).

ANMERKUNG Zu den Stromversorgungen gehören Geräte wie Batterien, Netzanschluss und andere Generatoren, z. B. PV-Generatoren.

Die Koordinierung der Abschaltung muss ausgewertet werden, um sicherzustellen, dass alle Abschaltvorrichtungen innerhalb der geforderten Anwendungszeit arbeiten.

Anmerkung des Sekretariats: Mit DIN IEC 60364-8-2 (VDE 0100-802) koordinieren.

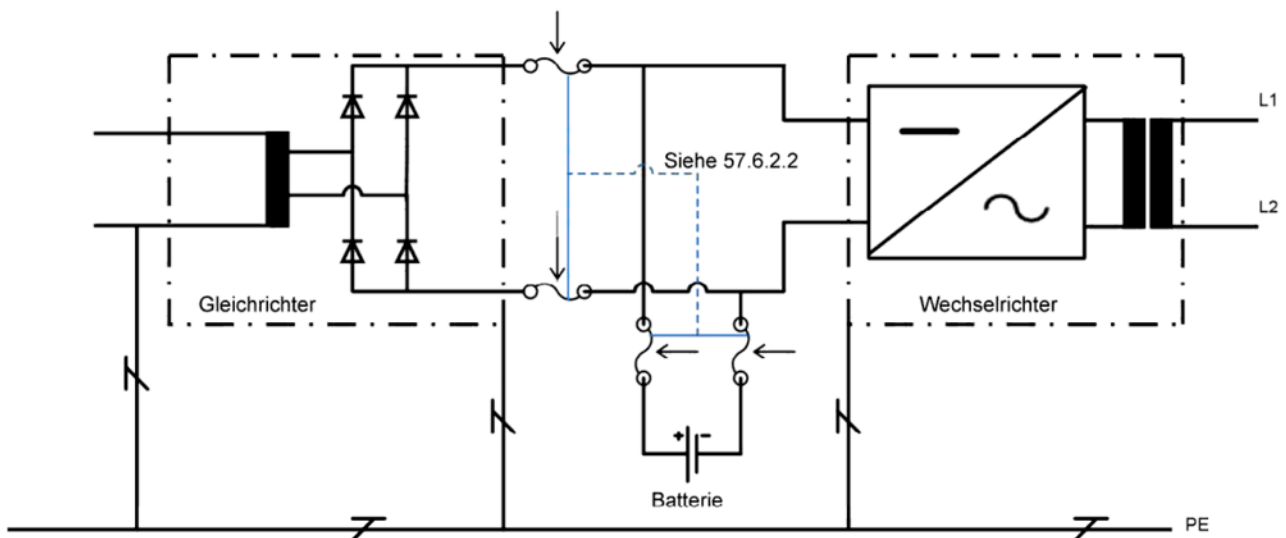


Bild 2: Beispiel für die Anwendung der Abschaltung von Geräten zur automatischen Trennung von Gleichspannungsversorgungen

570.5.2.3 Doppelte oder verstärkte Isolierung

Wenn die Schutzmaßnahme aus einer doppelten oder verstärkten Isolierung besteht, muss der Batteriesatz den Anforderungen der doppelten oder verstärkten Isolierung entsprechen.

570.5.2.3 Schutztrennung

Schutztrennung darf nicht angewendet werden.

570.5.2.5 SELV-System oder PELV-System

Wenn die Schutzmaßnahme aus einem SELV-System oder PELV-System besteht, muss der Batteriesatz den Anforderungen für die Quelle für das SELV-System oder PELV-System entsprechen.

570.5.3 Schutz gegen thermische Auswirkungen

Der Standort oder die Umhüllung einer ortsfesten Sekundärbatterie muss ausreichend belüftet sein. Zur Bestimmung des zur Belüftung benötigten Mindestraums siehe [Anhang G](#).

Elektrische Betriebsmittel, die Funken oder Lichtbogenflammen erzeugen können, müssen von der Batterie mit einem Sicherheitsabstand installiert werden. Die Bestimmung dieses Sicherheitsabstandes ist in [Anhang J](#) aufgeführt.

570.5.4 Schutz bei Überstrom

Wenn kein Überstromschutz durch andere Betriebsmittel vorhanden ist, müssen Vorkehrungen für Wechselstrom- und Gleichstrom-Schaltkreise nach **DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):2010-10** vorgesehen werden.

570.5.4.1 Schutz bei Kurzschluss

570.5.4.1.1 Kurzschlussstrom

570.5.4.1.2 Wirkung der Batterie

Da eine Batterie bis zur Entladeschlussspannung als kontinuierliche Energiequelle arbeitet, könnte davon ausgegangen werden, dass die durch die Batterie gelieferte Leistung unter allen Umständen konstant bleibt. Allerdings erhöht sich der Strom mit der Abnahme der Batteriespannung während des Gebrauchs oder bis die Batterie die untere Grenze der Entladeschlussspannung erreicht. Unter Störbedingungen, wie z. B. bei einem Kurzschluss, wird der Strom durch die Innenimpedanz der Batterie und die Induktivität der mit den Anschlüssen verbundenen Kabel begrenzt.

570.5.4.1.3 Auswirkung der Induktivität

Einige Anwendungen reagieren empfindlich gegenüber der Zeit, die der Kurzschlussstrom zum Erreichen des Größtwertes benötigt. Diese Zeit steht in Zusammenhang mit der Induktivität der Batterie.

Bild 3 zeigt die Auswirkung der Batterieinduktivität im Verhältnis zur Stromzunahme im Fall eines Kurzschlusses. Mit Zunahme der Induktivität benötigt der Strom länger, um seinen Spitzenwert zu erreichen.

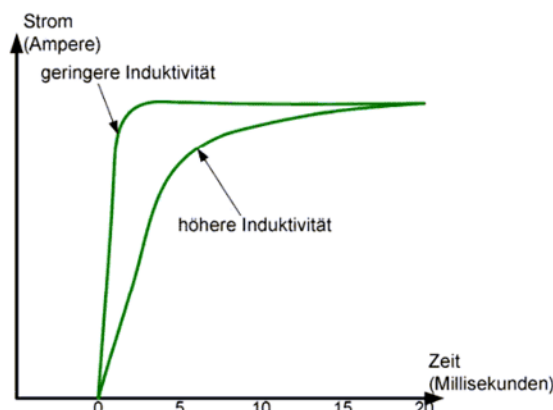


Bild 3: Auswirkungen der Induktivität auf den Kurzschlussstrom

Eine typische stationäre Batterie allein hat an den Batterieanschlüssen eine Zeitkonstante von etwa 5 Millisekunden oder weniger. Wenn ein Kurzschluss weit entfernt von der Batterie auftritt, begrenzt der Kabelwiderstand den größten Kurzschlussstrom und die Kabelinduktivität erhöht die Zeit, die der Strom zum Erreichen des Größtwertes benötigt. Die Zeitkonstante der Kabel beträgt je nach Fehlerort etwa 15 Millisekunden. Wenn die Zeitkonstante nicht bestimmt werden kann, dürfen die Auswirkungen der Induktivität bei der Bestimmung des Kurzschlusswertes nicht berücksichtigt werden.

570.5.4.1.4 Wirkung des Batterieladegerätes

Bei der Bestimmung des Kurzschlussstromes muss auch die Wirkung des Batterieladegerätes berücksichtigt werden. Die Ausgangskapazitäten des Ladegerätes dürfen einen kurzen Nadelimpuls von einigen Mikrosekunden erzeugen. Bis dann einige Millisekunden später die Strombegrenzung greift, wird die Wirkung des Ladegerätes auf den Kurzschlussstrom durch den Innenwiderstand begrenzt. Danach liefert das Ladegerät die Bemessungsdaten für die Stromgrenze (siehe Bild 4).

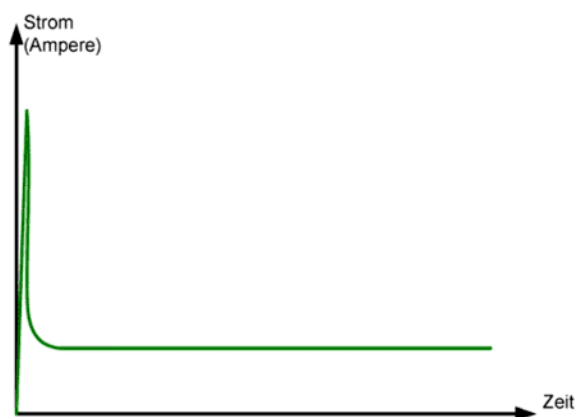


Bild 4: Wirkung des Batterieladegerätes auf einen Fehler im Gleichstromsystem

570.5.4.1.5 Gleichstrom-Schutzeinrichtungen

Die Auswahl der Schutzeinrichtungen muss entsprechend den Gleichstrommerkmalen (Beispiel: Nennstrom, Ausschalt- und Einschaltvermögen, elektrische Lebensdauer usw.) vorgenommen werden. Besondere Beachtung muss dem Ausschaltvermögen von Schutzeinrichtungen geschenkt werden, welches von der Zeitkonstante des Kurzschlussstromes abhängig sein kann. Bei der Auswahl des Einschaltvermögens der Schutzeinrichtungen und Schaltgeräte muss auch dem Spitzenwert des Gleichstromes bedingt durch das Batterieladegerät besondere Beachtung geschenkt werden.

Wenn ein OCPD benötigt wird, müssen alle Batterieanschlüsse bis zum **OCPD** der Batterie so installiert werden, dass unter allen vorhersehbaren Bedingungen kein Kurzschluss auftreten darf.

Für die Berechnung des Kurzschlussstromes der Batterie muss auf **DIN EN 61660-1 (VDE 0102-10):1998-06** und **DIN EN 61660-2 (VDE 0103-10):1998-05** sowie auf DIN EN 60896-21:2004-12, Abschnitt 6.3, verwiesen werden.

Für die Auswahl der Position der Schutzeinrichtung muss auf Abschnitt 8.1.2.2 der DIN IEC 60364-8-2 (VDE 0100-802) verwiesen werden. Falls die Schutzeinrichtungen nicht bidirektional sind, muss der Koordinierung der beiden Einrichtungen an jedem Ursprung des Stromkreises, der die stationäre Batterie versorgt, besondere Beachtung geschenkt werden.

Die Überstrom-Schutzeinrichtungen müssen entweder als Sicherungen in Übereinstimmung mit DIN EN 60269 (VDE 0636) (alle Teile) oder Schalter-Sicherungs-Einheiten nach **DIN EN 60947-3 (VDE 0660-107):2017-02** oder Geräte in Übereinstimmung mit **DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2018-05** oder mit **DIN EN 60898-2 (VDE 0641-12):2007-03** ausgeführt sein.

570.5.5 Trennen

Der Stromkreis, der eine Batterie oder ein Batteriesystem versorgt/speist oder an diese/dieses angeschlossen ist, muss mit Vorrichtungen zur Trennung in Übereinstimmung mit 536.2 von DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06 versehen werden, und diese müssen auf der Hauptspeiseleitung, die von einer Batterie versorgt wird, installiert werden. Das Batteriesystem gilt als eine von mehreren Speiseleitungen pro Anlage, die von mehreren Quellen versorgt werden kann. Jede Speiseleitung, die in die Anlage hinein oder aus der Anlage heraus geführt wird, muss als Versorgungsquelle betrachtet werden und muss über Trennvorrichtungen verfügen. Unerwartete Inselbildung

Unerwartete Inselbildung muss während der Planung der Anlage berücksichtigt werden.

570.5.6 Schutz vor anderen Gefährdungen

ANMERKUNG Typische Risiken bei Anlagen mit Sekundärbatterien sind in [Anhang K](#) aufgeführt.

570.5.6.1 Explosionsgefahr

Die Position oder die Umhüllung einer fest installierten Sekundärbatterie muss ausreichend belüftet sein, um die Explosionsgefahr entsprechend den Installationsanleitungen des Herstellers zu verringern.

570.5.6.2 Berechnung des Sicherheitsabstands

Elektrische Betriebsmittel, die Funken oder Lichtbogenflammen erzeugen können, müssen von der Batterie mit einem Sicherheitsabstand installiert werden. Die Bestimmung dieses Sicherheitsabstandes ist in [Anhang J](#) aufgeführt.

ANMERKUNG Siehe auch Anforderungen an den Sicherheitsabstand nach DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2):2018-07 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 2:

570.5.6.3 Schutz vor ungeeigneten Bedingungen durch Fernsteuerung

Batterieanlagen, die ferngesteuert werden können, müssen mit einer lokalen Trennvorrichtung versehen werden. Die Verwendung eines Fernsteuerungssystems darf nicht zu einer durch eine Gefährdungsanalyse des Systems festgestellten unsicheren Bedingung führen und darf die lokalen Sicherheitskontrollen nicht außer Kraft setzen. Dieselben Anforderungen gelten für die lokale automatische Steuerung ohne menschliches Eingreifen.

570.5.6.4 Arbeitsraum

Für Batterieanlagen und Betriebsmittel, bei denen voraussichtlich Untersuchungen oder Justierungs-, Wartungs- oder Instandhaltungsarbeiten unter Spannung erforderlich sind, muss ausreichend Arbeitsraum vorgesehen werden.

Großbritannien SCN: Es gilt Abschnitt 570.5.6.4 der Bestimmungen für Elektrizität am Arbeitsplatz von 1989 (Electricity at Work Regulations 1989).

570.5.6.5 Ausgang und Schutz vor physikalischen Gefährdungen

Batterieanlagen, deren Gehäuse betreten werden kann, müssen mit mindestens einem Eingang von ausreichender Fläche versehen werden, um den Zugang zu und den Ausgang aus dem Arbeitsraum zu ermöglichen.

Türen für den Eingang in die Batterieanlage sollten in Richtung des Ausgangs öffnen und mit Panikstangen, Druckplatten oder anderen Vorrichtungen ausgestattet werden, die üblicherweise verriegelt sind, sich aber unter leichtem Druck von innen öffnen. Türen müssen mit Schlössern versehen werden, um den Zugang durch Laien zu verhindern.

Wenn notwendig müssen Eingänge zu Batterieanlagen mit Warnhinweisen markiert sein, die Laien den Zugang untersagen.

Anhang A (informativ)

Technische Kenndaten

A.1 Nennspannung

Die Nennspannung für jeden Sekundärzellentyp richtet sich wie folgt nach einer vereinbarten Übereinkunft:

- Blei-Säure: Die Nennspannung einer Blei-Säure-Zelle liegt fest bei 2,00 Volt. Die Leerlaufspannung (OCV) einer vollständig geladenen Blei-Säure-Zelle beträgt üblicherweise 2,10 V/Zelle.

ANMERKUNG Eine zu lange Lagerung von Bleibatterien vor allem bei erhöhten Temperaturen ohne regelmäßiges Wiederaufladen führt zu Sulfatieren der aktiven Masse. Dadurch können die Batterieleistung und -lebensdauer irreversibel beeinträchtigt werden.

- Nickelbasiert: Die Nennspannung von Nickel-Cadmium (NiCd) und Nickel-Metallhydrid (NiMH) liegt fest bei 1,2 V je Zelle. Bei bestimmten Anwendungen wie im Bereich Industrie, Luftfahrt oder Militär liegt die akzeptierte Nennspannung je Zelle in beiden Technologien eher bei 1,25 V. In der Praxis wird davon ausgegangen, dass es zwischen Zellen mit 1,2 V und Zellen mit 1,25 V außer der Markierung keinen Unterschied gibt.
- Lithium-Ionen: Die Nennspannung von Lithium-Ionen-Zellen liegt üblicherweise bei 3,60 V. Die Leerlaufspannung wird bei 4,20 V je Sekundärzelle gemessen.

A.2 Entladung

A.2.1 Entladespannungskurve

Die Spannung einer Sekundärzelle wird durch die Kenndaten der chemischen Reaktion innerhalb der Zelle bestimmt. Die Spannung an den Anschlussklemmen ist abhängig vom Laststrom und von der Innenimpedanz der Zelle. Die Spannung kann je nach Temperatur, Ladung der Zelle und Alter der Zelle variieren.

Bild A.1 zeigt typische Entladekurven verschiedener Technologien für Sekundärzellen, wenn sie mit 20 % der Nennkapazität in Ampere entladen werden.

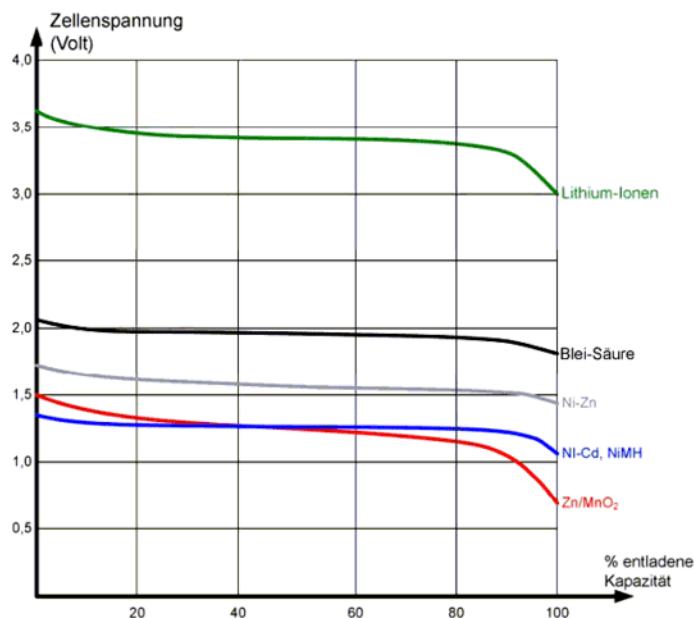


Bild A.1: Beispiele für Entladekurven einer Zelle für unterschiedliche Technologien und mit konstanter Stromentladung

A.2.2 Temperaturabhängigkeit

Die Entladekurve der Zelle kann sich je nach Temperatur ändern.

- Bei sehr niedrigen Temperaturen kann eine entladene Batterie mit einem wässrigen Elektrolyt einfrieren. Nach dem Entladen sollte eine Batterie daher so schnell wie möglich wieder aufgeladen werden, auch wenn die Batterie für den Betrieb bis -20 °C oder -30 °C ausgelegt ist.
- Bei einer sehr hohen Temperatur können ungewollte oder irreversible chemische Reaktionen und/oder der Verlust von Elektrolyt hervorgerufen werden, was zu einem dauerhaften Schaden oder einem Vollaussfall der Batterie führen kann. Daher kann es einen oberen Grenzwert der Betriebstemperatur für die Zelle geben.

Zwischen diesen extremen Grenzwerten verbessert sich die Leistung einer Sekundärzelle im Allgemeinen mit steigender Temperatur.

Die Nennleistung einer Sekundärbatterie wird üblicherweise für Betriebstemperaturen im Bereich von $+20\text{ °C}$ bis $+30\text{ °C}$ festgelegt.

A.3 Innenimpedanz

Die Stromtragfähigkeit einer Sekundärzelle wird durch ihre Innenimpedanz bestimmt. Ein kleiner Innenwiderstand ermöglicht hohe Ströme. Beispiel: Die Summe des Innenwiderstands entspricht $R_a + R_m + R_i$.

A.3.1 Batterie-Ersatzschaltung

Die Batterie-Ersatzschaltung einer Sekundärzelle wird in Bild A.2 gezeigt.

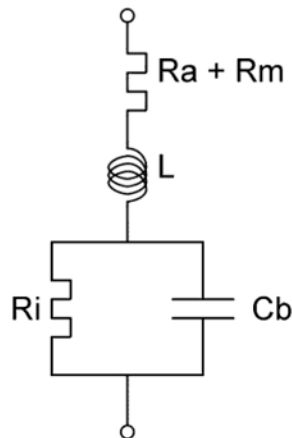


Bild A.2: Impedanz der Batterie-Ersatzschaltung

Dabei ist

- R_m der Widerstand des metallischen Pfades durch die Zelle einschließlich Anschlussklemmen, Elektroden und Verbindungen.
- R_a der Widerstand des elektrochemischen Pfades einschließlich Elektrolyt und Separator.
- L die Induktivität der Zelle
- C_b die Kapazität der parallelen Platten, die die Elektroden der Zelle bilden.
- R_i der nichtlineare Durchgangswiderstand zwischen der Platte oder Elektrode und dem Elektrolyt.

Der typische Innenwiderstand einer Zelle beträgt wenige Milliohm.

Werden Sekundärzellen zur Erhöhung der verfügbaren Spannung in Reihe geschaltet, wird auch die Innenimpedanz der Zellen in Reihe geschaltet, was zu einem erhöhten Spannungsfall führt. Für die Bestimmung der Gesamtimpedanz der Sekundärbatterie müssen die Regeln zur Zusammenstellung von Impedanzen herangezogen werden.

A.3.2 Temperaturabhängigkeit

Bei steigender Temperatur tragen die Ionenmobilität oder elektrochemische Reaktionen zur Verringerung der Innenimpedanz der Sekundärzelle bei. Bei niedrigen Temperaturen kann die Sekundärzelle ineffizient werden. Andererseits verringert sich die Lebensdauer bei hohen Temperaturen. Als Konsequenz ist bei einigen Anwendungen eine Erwärmung und/oder Kühlung erforderlich, um die Zelle in einem Temperaturbereich zu halten.

A.3.3 Spannungsfall

Fließt ein Strom durch eine Impedanz, kommt es zu einem Spannungsfall an den Anschlussklemmen dieser Impedanz. Während der Lade- oder Entladezeit einer Sekundärzelle fließt wie in Bild A.2 dargestellt ein Strom durch die Zellenimpedanz. Während des Ladens führt dieser Spannungsfall zu einer erhöhten Spannungsabgabe vom Ladegerät an die Batterien. Während des Entladens verringert dieser Spannungsfall außerdem die an den Anschlussklemmen verfügbare Spannung.

A.3.4 Verlustwärme

Da die Impedanz einer Sekundärzelle Widerstände beinhaltet, kommt es durch den Joule-Effekt in jeder Zelle zu Wärmeverlust (I^2R -Verluste). Durch den Wärmeverlust werden die Temperatur der Zelle erhöht und damit die technischen Kenndaten der Zelle verändert.

Der Innenwiderstand beeinflusst außerdem die effektive Kapazität einer Zelle. Je höher der Innenwiderstand, umso höher sind die Verluste beim Laden und Entladen, vor allem bei höheren Strömen. Je höher die

Entladestromstärke, umso niedriger ist also die verfügbare Kapazität der Zelle. Im umgekehrten Fall ist die Kapazität Ah höher, wenn sie über eine längere Zeitspanne entladen wird.

A.3.5 Zeitabhängigkeit

Darüber hinaus neigt der Innenwiderstand bei den meisten Zellentechnologien dazu, gegen Ende des Entladezyklus, wenn die aktiven chemischen Stoffe in den entladenen Zustand umgewandelt wurden und daher aufgebraucht sind, zu steigen. Für den schnellen Einbruch der Zellenspannung am Ende des Entladezyklus ist im Wesentlichen dieser Effekt verantwortlich.

Mit zunehmendem Alter der Zelle neigt der Widerstand und daher auch die Zellenimpedanz des elektrochemischen Systems dazu zu steigen. Dies wird beispielsweise durch eine Verringerung der effektiven Elektrodenfläche und steigende Durchgangswiderstände verursacht. Die Zunahme des Innenwiderstands führt zu einem Abfall der verfügbaren Kapazität.

Ein Vergleich der Ist-Impedanz einer Zelle mit der Impedanz, als die Zelle neu war, und mit der durchschnittlichen Ist-Impedanz aller Zellen in der Batterie, kann sehr hilfreich sein, um fehlerhafte Zellen zu identifizieren.

Dasselbe Verfahren zur Bestimmung der Batteriealterung der Zellen liefert zwar auch Ergebnisse, diese sind aber sehr schwer zu interpretieren und mit einem großen Unsicherheitsgrad behaftet.

A.4 Gasgehalt

Im Normalbetrieb und auch bei übermäßig hohem Ladestrom (Überladen) kann Wasserstoff- und Sauerstoffgas aus der Batterie freigesetzt werden.

Das Belüftungssystem in einer stationären Batterie sollte die Anforderungen von DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2):2018-07, erfüllen: Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen - Teil 2: Stationäre Batterien.

Eine Wasserstoffkonzentration zwischen 4 % und 77 % gilt als entflammbar und kann im Fall einer Zündung zu einer Explosion führen. Das Belüftungssystem am Standort einer stationären Batterie sollte so ausgeführt sein, dass die Wasserstoffkonzentration unter 1 % liegt (siehe [Anhang G](#)).

Anhang B (informativ)

Technische Kenndaten

B.1 Batteriebelastung

B.1.1 C-Rate

Die Bemessungskapazität wird entsprechend der Anwendung für Bleibatterien definiert. Bei stationären Batterien beträgt diese Rate 0,10 C oder entspricht einer Entladung über 10 Stunden.

Bei einer Kapazität von 1 Ah gilt, dass eine Batterie mit einem Bemessungswert von 1 C für die Dauer von einer Stunde einen Strom von 1 A liefern sollte, eine Batterie mit einem Bemessungswert von 0,5 C für die Dauer von zwei Stunden einen Strom von 0,5 A liefern sollte und eine Batterie mit einem Bemessungswert von 2 C für die Dauer von 30 Minuten einen Strom von 2 A liefern sollte. Siehe Bild B.1

Um einen guten Wert für die Kapazität zu erreichen, geben die Hersteller für Bleibatterien üblicherweise 0,10 C oder eine Entladung über 20 Stunden an.

Während blei- und nickelbasierte Batterien mit hohen Raten entladen werden können, verhindert ein Sicherheitskreis bei Lithium-Ionen mit Kathoden aus Kobalt eine Entladung über 1 C.

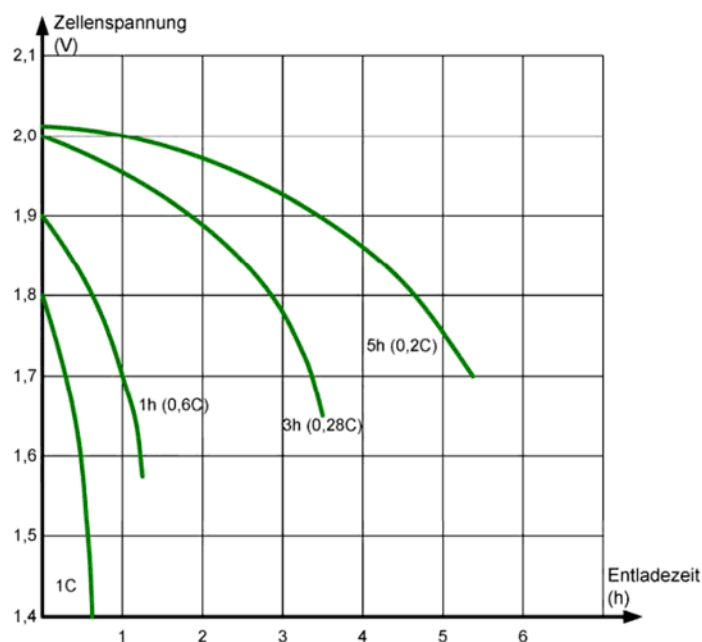


Bild B.1: Typische Entladekurven von Blei-Säure in Abhängigkeit von der C-Rate als Parameter

B.1.2 Entladeleistung der Batterie

Die Entladeleistung der Batterie ist abhängig von der Last, die die Batterie versorgen muss.

Bild B.2 zeigt, dass die effektive Kapazität einer tiefenentladenen Bleibatterie fast doppelt so groß ist, wenn die Entladestromstärke von 1,0 C auf 0,05 C verringert wird. Bei einer Entladezeit von weniger als einer Stunde (hohe C-Rate) fällt die effektive Kapazität stark ab.

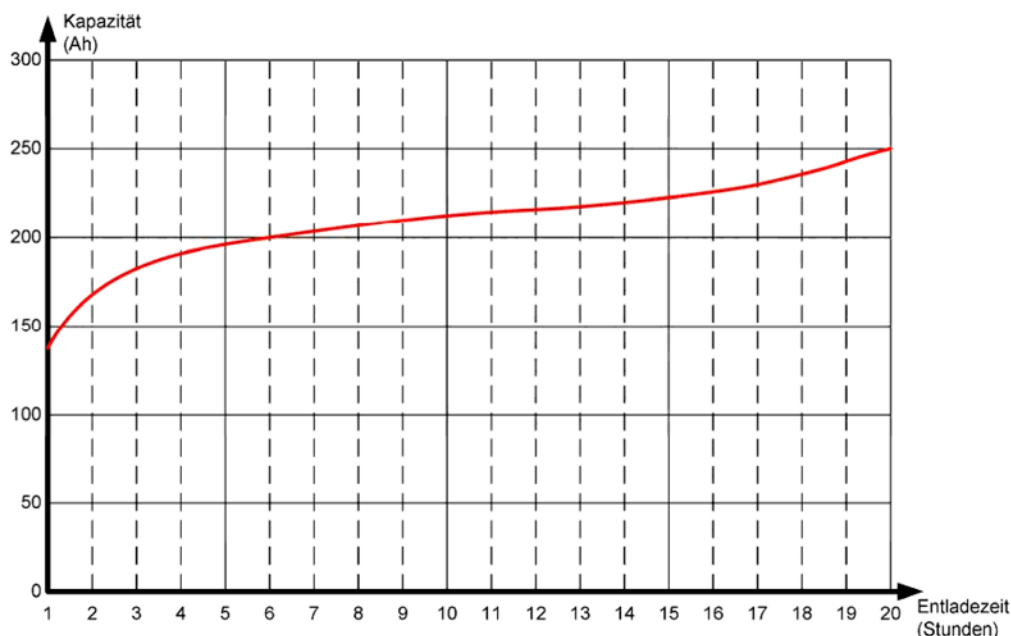


Bild B.2: Eigenschaften der Kapazität in Abhängigkeit von der Entladezeit

Die Wirksamkeit des Ladens wird gleichermaßen durch die Laderate beeinflusst.

Die folgende Schlussfolgerung darf aus diesem Graph gezogen werden:

- Beim Vergleich von Spezifikationen zur Batteriekapazität sollte sichergestellt werden, dass vergleichbare Entladestromstärken verwendet werden.

B.1.3 Auswirkungen der Welligkeit

Nickel-Cadmium-Batterien weisen eine hohe Toleranz gegenüber starker Welligkeit auf und akzeptieren eine Stromwelligkeit bis 0,2 C5 A I eff. Eine hohe Stromwelligkeit bewirkt genau genommen nur eine erhöhte Wasserzersetzung oder Wärmeerzeugung. Daher kann generell jedes handelsübliche Ladegerät oder jeder handelsübliche Generator für das Inbetriebnahme- oder Erhaltungsladen einer NiCd-Batterie verwendet werden.

Im Gegensatz dazu steht die verschlossene Bleibatterie, bei der eine relativ geringe Stromwelligkeit zur Überhitzung der Batterie führen kann und die Lebensdauer und Leistung verringert.

Anhang C (informativ)

Bleibatterien

C.1 Darstellung

Hierbei handelt es sich um eines der ältesten Systeme wiederaufladbarer Batterien. Das Funktionsprinzip basiert auf einem wässrigen Elektrolyt aus verdünnter Schwefelsäure, einer positiven Elektrode aus Bleidioxid und einer negativen Elektrode aus Blei.

C.2 Geschlossene stationäre Bleibatterien

C.2.1 Darstellung

Geschlossene Batterien bestehen typischerweise aus einem transparenten oder transluzenten Gehäuse, durch das der Elektrolytpegel und die internen Komponenten sichtbar sind. Jede Zelle wird kontinuierlich durch eine Flammensperre auf der Oberseite des Gehäuses belüftet.

C.2.2 Technische Eigenschaften

C.2.2.1 Spannung

Wenn eine Bleibatterie vollständig geladen ist, verfügt sie über eine Leerlaufspannung (OCV) von ungefähr 2,05 V bis 2,15 V. Die Leerlaufspannung variiert je nach Säuredichte der vollständig geladenen Bleibatterie.

Während des Ladevorgangs muss die Ladespannung die Leerlaufspannung einer vollständig geladenen Zelle um einen vom Batteriehersteller festzulegenden Wert überschreiten.

C.2.2.2 Entladung

Während der Entladedauer wird bei konstanter Stromentladung das in Bild C.1 dargestellte Spannungsprofil erwartet. Bei Entladebeginn ist der Spannungsfall festzustellen. Danach stabilisiert sich die Spannung und nimmt mit der Zeit ab. Am Ende des Entladevorgangs fällt die Spannung schnell ab.

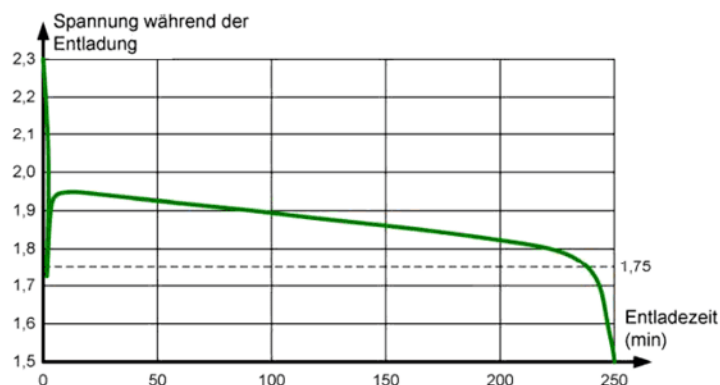


Bild C.1: Beispiel für die Spannung einer geschlossenen Bleizelle bei konstanter Stromentladung

In Bezug auf einen bestimmten Entladestrom, eine bestimmte Entladeschlussspannung und Temperatur gilt die Batterie üblicherweise als vollständig entladen, wenn die tatsächliche durchschnittliche Zellenspannung die vom Hersteller angegebene Entladeschlussspannung erreicht.

In der Regel lassen Entladungen mit einem höheren Strom eine niedrigere Entladeschlussspannung zu als Entladungen mit einem mittleren oder niedrigen Entladestrom. Eine Entladung mit einem mittleren oder niedrigen Strom auf eine niedrige Entladeschlussspannung bewirkt eine zu starke Tiefenentladung der Batterie, was zu einer verkürzten Lebensdauer der Batterie führen kann.

C.2.2.3 Kapazität

Die Batteriekapazität entspricht der Ampere-Zahl (konstanter Strom), die von der Batterie über eine bestimmte Zeitdauer geliefert wird, bevor die Spannung unter den festgelegten Entladeschlussspannungswert fällt. Typische Bemessungswerte für die Kapazität sind in Tabelle C.1 dargestellt.

Tabelle C.1: Typische C-Raten von Bleibatterien

Entladezeit (Std. bis Entladeschlussspannung)	Kapazität (Ah)	Effektive Entladestromstärke (A)
8	2 000	250
5	1 800	360
3	1 500	500
1	950	950

ANMERKUNG Die verfügbare Batteriekapazität ist abhängig von der festgelegten und für die Zellen zulässigen Entladeschlussspannung.

C.2.2.4 Auswirkungen der Temperatur

Die Leistungsbemessungswerte einer Batterie werden üblicherweise bei einer Temperatur von 20 °C normiert und festgelegt.

Die Kenndaten einer Bleibatterie variieren je nach Temperatur:

- Die Batteriekapazität nimmt ab, wenn die Temperatur unter 20 °C sinkt. Bei einer Temperatur von 7,0 °C kann die Batterie beispielsweise nur 80 % ihrer Bemessungskapazität liefern.
- Die Lebensdauer der Batterie nimmt ab, wenn die Temperatur über 20 °C steigt. Bei geschlossenen Bleibatterien führt ein Temperaturanstieg von 10 °C zu einer Verkürzung der Lebensdauer um 50 %.

Kapazitätsreduzierung muss bei Batterien für den Einsatz in kalten Umgebungen genutzt werden.

ANMERKUNG Normalerweise werden vom Hersteller genaue Werte für die Abnahme und die Lebenserwartung geliefert.

C.3 Verschlossene Bleibatterien

C.3.1 Darstellung

Bei der verschlossenen Bleibatterie (VRLA) handelt es sich um eine abgedichtete Batterie, die jedoch ein Überdruckventil besitzt, das sich im Fall eines Überdrucks im Inneren öffnet. Im Gegensatz zu einer geschlossenen Zelle ist der Elektrolyt nicht als freie Flüssigkeit vorhanden, sondern er wird beispielsweise in Glasfasermatten oder Gel gebunden.

Die Installation eines Batteriespeichers mit VRLA-Zellen unterscheidet sich häufig von der eines Batteriespeichers mit geschlossenen Zellen. Geschlossene Zellen müssen immer senkrecht in einem Gestell sitzen. VRLA-Batterien dagegen haben weniger Einschränkungen hinsichtlich der Zellausrichtung, da der Elektrolyt unbeweglich ist. Die Anweisungen des Herstellers müssen eingehalten werden.

C.3.2 Technische Eigenschaften

C.3.2.1 Auswirkung der Temperatur

In Bezug auf die Kapazität bei 20 °C oder 25 °C steigt die Kapazität mit ansteigender Temperatur und fällt mit abfallender Temperatur.

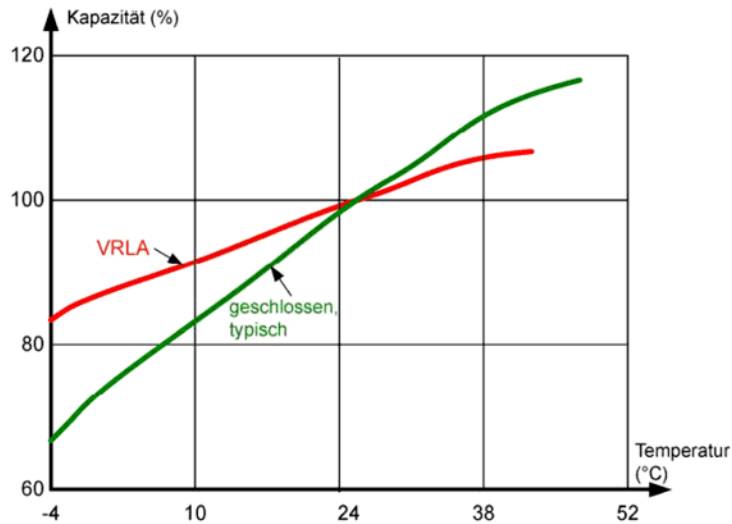


Bild C.2: Beispiel für den Temperatureinfluss auf Sekundär-Bleizellen

C.3.2.2 Gaserzeugung während des Betriebs

Unter einigen Bedingungen geben Bleibatterien (geschlossen und VRLA) Wasserstoff ab:

- während des Wiederaufladens im Anschluss an das Entladen, wenn die Gasungsspannung erreicht wurde
- während des Ausgleichs- oder Erhaltungsladens einer vollständig geladenen Batterie
- immer dann, wenn die Ladespannung höher ist als empfohlen
- während der ersten Betriebsmonate, bis die VRLA-Batterie die volle rekombinante Betriebsphase erreicht hat
- während der frühen Phase der Entladung, wenn in der aktiven Masse eingeschlossenes Wasserstoffgas aus einem vorangegangenen Ladeprozess freigesetzt wird

Daher sollten Standorte, an denen VRLA-Batterien installiert werden, über ausreichend Belüftung verfügen.

ANMERKUNG Die Sicherheitsabstände nach DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2):2018-07 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 2: Stationäre Batterien“ müssen berücksichtigt werden.