

DIN EN 62932-2-2
(VDE 0510-932-2-2)
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 29.220.99

Einsprüche bis 2017-08-30

Ersatz für
 E DIN EN 62932-2-2
 (VDE 0510-932-2-2):2016-05

Entwurf
**Flussbatterie-Systeme für stationäre Anwendungen –
 Teil 2-2: Sicherheitsanforderungen
 (IEC 21/901/CD:2016)**

Flow battery systems for stationary applications –
 Part 2-2: Safety requirements
 (IEC 21/901/CD:2016)

Systèmes de batterie d'accumulateurs à circulation d'électrolyte pour applications
 stationnaires –
 Partie 2-2: Prescriptions de sécurité
 (IEC 21/901/CD:2016)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-06-30 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme 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 48 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

	Inhalt	Seite
Einleitung		6
1	Anwendungsbereich	7
2	Normative Verweisungen	7
3	Begriffe	8
4	Risikoanalyseverfahren	8
5	Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen	8
5.1	Allgemeines	8
5.2	Risikoinformationen	8
5.3	Elektrische Gefährdungen	9
5.3.1	Elektrischer Schlag	9
5.3.2	Kurzschlüsse	9
5.3.3	Erdungsfehler	9
5.4	Gefährdungen durch Gas	10
5.4.1	Allgemeines	10
5.4.2	Brennbares Gas	10
5.4.3	Schadgas	11
5.4.4	Belüftung	11
5.4.6	Warnschild	11
5.4.6	Art der Belüftung (informativ)	11
5.4.7	Unmittelbare Umgebung der Freisetzung	11
5.5	Gefährdungen durch Fluid	12
5.5.1	Allgemeines	12
5.5.2	Erkennung des Auslaufens von Elektrolyt	12
5.5.3	Schutzmaßnahmen gegen Auslaufen	12
5.5.4	Besondere Angaben	12
5.6	Mechanisch bedingte Gefahren	13
5.7	Gefährdung während des Betriebs	13
5.7.1	Allgemeines	13
5.7.2	Start	13
5.7.3	Notabschaltung	13
5.7.4	Not-Halt	14
5.7.5	Fernüberwachung und Kontrollsysteme	14
5.7.6	Schutzeinrichtung	14
5.7.7	Schutzeinrichtung	14
6	Installation	14

7	Kennzeichnungsschilder oder Aufschriften	14
7.1	Typenschildangaben	14
7.2	Sicherheitsangaben	15
8	Transport, Lagerung, Entsorgung und Umweltaspekte	15
8.1	Verpackung und Transport.....	15
8.2	Abbau, Entsorgung, Recycling.....	15
9	Überprüfung	15
10	Prüfungen zur Verifizierung der Schutzmaßnahmen	16
10.1	Allgemeines.....	16
10.1.1	Anwendungsbereich.....	16
10.1.2	Prüfling	16
10.1.3	Prüfkategorie.....	16
10.2	Externer Kurzschluss des Stapels	16
10.2.1	Anforderungen	16
10.2.2	Kategorie.....	16
10.2.3	Anzahl der Prüflinge.....	16
10.2.4	Prüfung.....	16
10.2.5	Annahmekriterien	17
10.3	Durchschlagfestigkeit des Fluidsystems	17
10.3.1	Anforderungen	17
10.3.2	Kategorie.....	17
10.3.3	Anzahl der Prüflinge.....	17
10.3.4	Prüfung.....	17
10.3.5	Annahmekriterien	18
10.4	Betriebsablauf	18
10.4.1	Anforderungen	18
10.4.2	Kategorie.....	18
10.4.3	Anzahl der Prüflinge.....	18
10.4.4	Prüfung.....	18
10.4.5	Annahmekriterien	19
10.5	Not-Halt	19
10.5.1	Anforderung	19
10.5.2	Kategorie.....	19
10.5.3	Anzahl der Prüflinge.....	19
10.5.4	Prüfung.....	19
10.5.5	Annahmekriterien	19
10.6	Schutzeinrichtung.....	19
10.6.1	Anforderungen	19
10.6.2	Kategorie.....	19

10.6.3	Anzahl der Prüflinge	19
10.6.4	Prüfung	20
10.6.5	Annahmekriterien	20
Anhang A (informativ) Empfohlene Struktur für das Benutzerhandbuch.....		21
A.1	Allgemeines	21
A.2	Inhaltsverzeichnis	21
A.3	Sicherheitswarnung	21
A.4	Einleitung	21
A.5	Produktbeschreibung.....	21
A.5.1	Überblick.....	21
A.5.2	Technische Spezifikationen.....	22
A.5.3	Systemaufbau.....	22
A.5.4	Anwendungen.....	22
A.5.5	Betriebsablauf.....	22
A.6	Standortanforderungen.....	22
A.6.1	Standort und Belastung	22
A.6.2	Zugänglichkeit und lichte Höhe	22
A.6.3	Vorsorgemaßnahmen zum Eindämmen von Fluid	22
A.6.4	Belüftung	23
A.6.5	Temperatur	23
A.7	Betrieb	23
A.7.1	Überprüfung vor dem Betrieb	23
A.7.2	Ein- und Abschalten des Systems.....	23
A.7.3	Ventilstellung	23
A.7.4	Spezifische Abläufe	23
A.7.5	Hinweise für den Betrieb	23
A.8	Alarmer und Störungssuche	24
A.9	Instandhaltung	24
A.10	Kontaktinformationen.....	25
Literaturhinweise.....		26
Bilder		
Bild 1 – Flussbatterie-System		6
Bild 2 – Darstellung der Anwendungspunkte der Prüfspannung.....		18
Tabellen		
Tabelle 1 – Liste der Prüfungen zur Verifizierung der Schutzmaßnahmen.....		16

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21/901/CD:2016 „Flow battery systems for stationary applications – Part 2-2: Safety requirements„ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom TC 21 „Secondary cells and batteries“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 371 „Akkumulatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) 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. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Flussbatterie-Systeme für stationäre Anwendungen – Teil 2-2: Sicherheitsanforderungen

Einleitung

Eine Flussbatterie kann als Hauptbestandteil von Energiespeichersystemen (ESS) eingesetzt werden. Solch ein ESS besteht möglicherweise nicht nur aus der Flussbatterie, sondern umfasst auch andere Einrichtungen und umgebende Bereiche. Diese Norm ist nicht dafür vorgesehen, andere Felder als das der Flussbatterie abzudecken, woraus sich der nachgenannt in Bild 1 dargestellte Anwendungsbereich dieser Norm ergibt.

Die Hilfsenergieversorgung für BMS oder BSS darf in beiden Richtungen erfolgen, sodass ein direkter Anschluss an eine externe Stromquelle oder an ein Leistungs-Umrichtersystem vorhanden ist.

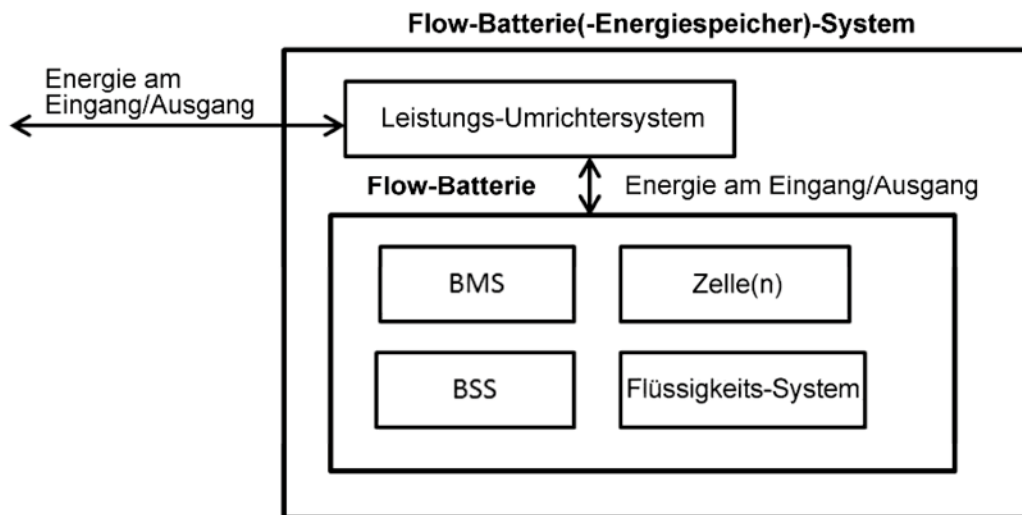


Bild 1 – Flussbatterie-System

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62932-2-2 gilt nach IEC 62932-1 für Flussbatterie-Systeme für stationäre Anwendungen und zugehörige Anlagen mit einer Höchstspannung von 1 500 V Gleichspannung.

Diese Internationale Norm legt Anforderungen und Prüfverfahren zur Risikominderung und für Schutzmaßnahmen gegen erhebliche Gefährdungen durch Flussbatterie-Systeme für Menschen, Eigentum und Umwelt, oder eine Kombination davon, fest.

Diese Internationale Norm gilt für stationäre Flussbatterie-Systeme, die für Innenraum- und Freiluftanwendungen für gewerbliche und industrielle Zwecke in nicht explosionsgefährdeten (nicht klassifiziert) Bereichen vorgesehen sind.

Diese Norm betrachtet wesentliche Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Ereignisse, mit Ausnahme derer, die mit Naturkatastrophen zusammenhängen, die auf Flussbatterie-Systeme zutreffen, sofern diese bestimmungsgemäß und unter den vom Hersteller vorgesehenen Bedingungen verwendet werden, einschließlich ihrer vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung.

Die Anforderungen dieser Internationalen Norm sollen Innovationen nicht beschränken. Bei der Betrachtung von Fluid, Werkstoffen, Ausführungen oder Konstruktionen, welche in der vorliegenden Internationalen Norm nicht behandelt werden, müssen diese Alternativen in Hinblick auf ihre Eignung bewertet werden, den in der vorliegenden Internationalen Norm vorgeschriebenen Sicherheitsniveau zu entsprechen.

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 60079-10-1:2015, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres*

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

IEC 60364-4-43, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

IEC 62485-2:2010, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*

IEC 62932-1, *Flow battery systems for stationary applications – Part 1: General aspects, terminology and definitions*

IEC 62932-2-1, *Flow battery systems for stationary applications – Part 2-1: Performance general requirement and method of test*

ISO 13850, *Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62932-1.

4 Risikoanalyseverfahren

Es muss eine Risiko-Analyse in schriftlicher Form erstellt werden, um sicherzustellen, dass:

- a) alle vernünftigerweise vorhersehbaren Gefährdungen, gefahrbringenden Situationen und Ereignisse, einschließlich vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung, für die ganze voraussichtliche Lebensdauer der Flussbatterien identifiziert wurden;
- b) das Risiko aller dieser Gefährdungen aufgrund der Kombination der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens und ihres vorhersehbaren Schweregrads abgeschätzt wurde;
- c) die beiden Einflussfaktoren, die jedes dieser abgeschätzten Risiken bedingen (Eintrittswahrscheinlichkeit und Schweregrad), beseitigt oder durch die folgenden Grundsätze in der angegebenen Reihenfolge soweit vernünftigerweise möglich auf einen Grad gemindert wurden, der das akzeptable Risiko nicht überschreitet:
 - Beseitigen der Gefährdungen oder Minderung von Risiken durch inhärente Maßnahmen bei der Auslegung;
 - Ergreifen von notwendigen Schutzmaßnahmen in Bezug auf Risiken, die nicht im Rahmen der Auslegung und durch Maßnahmen reduziert werden können;
 - Informieren aller vorgesehenen Benutzer und gegebenenfalls anderer Personen über die Restrisiken und angeben, ob eine besondere Schulung erforderlich ist sowie festlegen des Tragens von persönlicher Schutzausrüstung.

Als Anleitung könnten beispielsweise eine Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA), eine Fehlzustandsbaumanalyse (FTA), eine Gefahren- und Betriebsfähigkeitsstudie (HAZOP, en: Hazard and Operability Study) und die folgenden Normen verwendet werden:

- IEC 60812;
- IEC 61025.

5 Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeines

Da jede Sekundärbatterie eine „andere“ Struktur aufweist, dürfen nur die für Flussbatterien spezifischen Merkmale genannt werden. Da die Flussbatterie Einrichtungen oder Systeme zur Zirkulation des Fluids umfasst, sind geeignete Schutzmaßnahmen für diese Bereiche erforderlich. Zum Beispiel müssen die Funktionssicherheitsanforderungen der Pumpen, die üblicherweise verwendet werden, um Fluide zirkulieren zu lassen, zusammen mit den Betriebsabläufen und anderen Funktionen wie Leistungs-Umrichtersysteme als ein Bestandteil des Gesamtsystems betrachtet werden.

Für die chemische Sicherheit ist die Abdichtung des Systems, in welchem Fluid gespeichert und transportiert wird, ein wichtiger Faktor, da die gesamte Fluidmenge in den Tanks, Rohren und Stapeln aufbewahrt wird. Es können gefährliche Gase erzeugt werden, die entsprechende Gegenmaßnahmen erfordern.

In diesem Abschnitt werden die Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der zuvor genannten Aspekte festgelegt.

5.2 Risikoinformationen

Bei der Auslegung eines Flussbatterie-Systems wird empfohlen, geeignete Maßnahmen zur Minimierung des Gefährdungspotentials zu ergreifen. Der Hersteller muss dem Anwender Risikoinformationen auf Grundlage der Risikoanalyse zur Verfügung stellen, um über die Gefahren und die zweckmäßigen getroffenen oder noch zu treffenden Maßnahmen zur Milderung dieser zu informieren.

Die Informationen müssen ein Sicherheitsdatenblatt (SDS) enthalten.

Die Informationen können in Form eines Benutzerhandbuchs bereitgestellt werden. Die empfohlene Struktur eines Benutzerhandbuchs ist in [Anhang A](#) enthalten.

5.3 Elektrische Gefährdungen

5.3.1 Elektrischer Schlag

Das Flussbatterie-System ist eine Einrichtung zur Speicherung elektrischer Energie und enthält gefährliche gleich- und/oder wechsellspannungsführende Teile, welche das Risiko eines elektrischen Schlags hervorrufen können.

Im Allgemeinen können Sekundärbatterien ihre elektrische Ladung aufrecht erhalten, selbst wenn der Strom von den Batterien abgeklemmt ist. Bei einem Flussbatterie-System kann die Spannung der Stapel nach Abschalten der elektrischen Energie aufrecht erhalten werden. Flussbatterie sind eine Quelle für elektrische Energie, so lange in den Stapeln ein Fluid an der Elektrode vorhanden ist. Wenn Fluide aus den Zellstapeln entnommen oder in den Zellstapeln gespeicherte Energie entladen wird, kann die aufrechterhaltene elektrische Ladung in den Zellstapeln verringert werden. Wenn solche Maßnahmen nicht angewandt werden, müssen stattdessen geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden. An potentiell aktiven Bauteilen müssen ordnungsgemäße Isolationsmessungen durchgeführt worden sein. Zur Erhöhung der Sicherheit einer Flussbatterie wird empfohlen, die Komponenten der Erdung entsprechend den Anforderungen der betreffenden Normen zu installieren. Zum Schutz gegen elektrischen Schlag müssen die in [IEC 60364-4-41](#) dargelegten Schutzkonzepte für das Flussbatterie-System angewendet werden.

5.3.2 Kurzschlüsse

Die in einem Flussbatterie-System gespeicherte elektrische Energie kann durch Kurzschluss der Anschlussklemmen unbeabsichtigt und unkontrolliert freigesetzt werden. Aufgrund der erheblichen Energie kann die Wärme, die durch den hohen Strom hervorgerufen wird, zum Schmelzen von Metall, zur Erzeugung von Funken, zu Explosionen oder zum Verdampfen des Fluids führen.

Zur Vermeidung von Kurzschlüssen müssen alle Leitungen von der Batterie bis zur Batteriesicherung so verlegt sein, dass ein Kurzschluss unter allen möglichen vorhersehbaren Betriebsbedingungen nicht auftreten kann. Bei der Art der Leitungsanordnung mit ungeschützten Leiterabschnitten muss [IEC 60364-4-43](#) berücksichtigt werden.

- Als Schutzmaßnahme muss das Flussbatterie-System einen außerhalb des Stapels auftretenden Kurzschlussfehler begrenzen, indem die Zufuhr von Fluid zu den Flussbatterie-Zellen gestoppt wird, und/oder
- der Kurzschlussstrompfad unterbrochen wird.

Die Eigensicherheit des Stapels unter Kurzschlussbedingungen sollte nach [10.2](#) überprüft werden.

5.3.3 Erdungsfehler

Erdungsfehler in Flussbatterie sind aufgrund der großen Menge von Fluid und Fluid führenden Teilen (Pumpen, Rohre, Stapel, Tanks) ein besonderes Problem und die Öffentlichkeit muss besonders gut darüber informiert werden. Erdungsfehler können zu den folgenden maßgeblichen Gefährdungen führen.

- Stromschlag, wenn eine Person in Kontakt mit aus Rohrleitungen, Zellen und/oder anderen Komponenten des Fluidsystems ausgelaufenem Fluid kommt;

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Fall wird der Körper der Person Teil des Ableitstromkreises.

- Lichtbögen und Brand, wenn sich ein Ableitstromkreis durch das aus Rohrleitungen, Zellen und/oder anderen Komponenten des Fluidsystems ausgelaufene Fluid bildet.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gefahr dieses Risikos hängt von der elektrischen Leitfähigkeit des Fluids ab. Bei niedriger elektrischer Leitfähigkeit des Fluids kommt es zu einem geringen Ableitstrom, wodurch auch die Schwere des Risikos geringer wird.

Der Stromkreis des Flussbatterie-Systems einschließlich der Fluide muss ordnungsgemäß gegenüber anderen lokalen leitfähigen Teilen und Erde isoliert sein. Eine Erdung mit hoher Impedanz kann zugelassen werden, wenn der höchste Strom, der durch den menschlichen Körper fließen könnte, auf ein sicheres Niveau (unter 10 mA) begrenzt werden kann. Deshalb sollte der Widerstand gegen Erde numerisch größer sein, als der Wert der höchsten Gleichspannung, die zwischen Erde und den gespeisten Teilen auftreten könnte, geteilt durch 10 mA.

Die Isolation muss nach dem Prüfverfahren in 10.3 nachgewiesen werden.

Schutzvorrichtungen zum Erkennen von Erdungsfehlern müssen im Flussbatterie-System oder im externen System, wie z. B. einem Leistungshalbleiter-Umrichtersystem vorhanden sein, um einer Fehlfunktion in der Isolierung vorzubeugen.

5.4 Gefährdungen durch Gas

5.4.1 Allgemeines

Einige Flussbatterien verwenden eine wässrige Lösung als Fluid. Ein solches System kann brennbares Gas erzeugen, wie beispielsweise Wasserstoffgas, das sekundär während des Betriebs in dem Verfahren der Elektrolyse von Wasser erzeugt wird. Die Flussbatterien können in Abhängigkeit von den Bestandteilen des Fluids auch schädliche Gase erzeugen.

Im Allgemeinen werden die Gase im Stapel erzeugt und im System angesammelt. Im Fall des Flussbatterie-Systems, das Elektrolyt als Fluid verwendet, wird das Gas zum Beispiel im oberen Teil der Tanks angesammelt.

Da die Prinzipien der Gaserzeugung und die Menge angesammelter Gase von den Eigenschaften und dem Systemaufbau des einzelnen Flussbatterie-Systems abhängig sind, können die in den einzelnen Systemen verursachten Gefährdungen durch Gas unterschiedliche Grade der Risiken verursachen.

Bei Wasserstoffgas wird zum Beispiel beim Laden der Flussbatterie über den Bemessungsspannungsbereich mehr Wasserstoffgas erzeugt. Die Korrelation zwischen der Ladespannung und der Gaserzeugung kann nicht mit einer allgemeinen Gleichung ausgedrückt werden, da die Gaserzeugungsrate stark von den Eigenschaften der Zellkomponenten und des Fluids abhängt, die von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich sind.

Bei der Flussbatterie müssen im Entwicklungsprozess Gasemission/Maßnahmen zur Vermeidung/Einrichtungen berücksichtigt werden. Es wird empfohlen bei Bedarf Alarmeinrichtungen für gefährliches Gas zu installieren. Geeignete Absicherungen werden bereitgestellt, wenn der Alarm für gefährliches Gas ausgelöst wird. Diese Norm legt die allgemeinen Maßnahmen fest, die das Risiko der Gefährdungen durch Gas reduzieren sollen.

5.4.2 Brennbares Gas

Das Gefährdungspotential von brennbarem Gas wird höher, wenn die folgenden Gefahren gleichzeitig auftreten:

- Erzeugung und Ansammlung des brennbaren Gases;
- Gemisch mit Sauerstoff;
- Existenz von Zündquellen.

Das Flussbatterie-System muss beispielsweise folgende Schutzmaßnahmen gegen die vorgenannten Gefahren bereitstellen, die aber nicht darauf beschränkt sind:

- Ausschluss der Erzeugung des brennbaren Gases;
- Verdünnung des brennbaren Gases;
- Undurchlässigkeit gegenüber Sauerstoff;
- Beseitigung von Zündquellen.

5.4.3 Schadgas

Das Gefährdungspotential von brennbarem Gas wird höher, wenn die folgenden Gefahren gleichzeitig auftreten:

- Erzeugung und Ansammlung des schädlichen Gases;
- Zugang von Personen zur Umgebung des schädlichen Gases.

Das Flussbatterie-System muss beispielsweise folgende Schutzmaßnahmen gegen die vorgenannten Gefahren besitzen, die aber nicht darauf beschränkt sind:

- Beseitigung der Erzeugung des schädlichen Gases;
- Verdünnung des schädlichen Gases;
- Sammlung des schädlichen Gases mittels Abscheider;
- Einschränken des Personenzugangs.

5.4.4 Belüftung

Der Hersteller muss, falls erforderlich, die Benutzer über die Belüftungsanforderungen an ein Flussbatterie-System für eine Innenrauminstallation informieren.

Um die Gase zu verdünnen, sollte auf den theoretischen Mindestlüftungsdurchsatz nach [IEC 60079-10-1:2015, B.5](#), Bezug genommen werden.

5.4.6 Warnschild

Geeignete Warnschilder, die Funken, Rauchen, offenes Feuer und elektrostatische Entladungen verbieten, müssen unter Berücksichtigung der Klassifizierung der Umgebung nach [IEC 60079-10-1:2015, B.7](#), am Eingang des explosionsgefährdeten Bereiches angebracht werden.

5.4.6 Art der Belüftung (informativ)

5.4.6.1 Einteilung der Belüftungsverfahren

Damit die Anforderung an die Belüftung erfüllt wird, muss eine oder eine Kombination der folgenden beiden Methoden bereitgestellt werden:

- natürliche Belüftung;
- Zwangsbelüftung durch Raum oder Gehäuse.

5.4.6.2 Natürliche Belüftung

Wenn die natürliche Belüftung angewendet wird, sollten die Batterieräume oder -gehäuse mit einem Einlass und einem Luftauslass mit einer minimalen freien Öffnungsfläche ausgestattet werden, die die Belüftungsanforderungen erfüllt.

5.4.6.3 Zwangsbelüftung

Bei der Anwendung von Zwangsbelüftung werden die Gase, die vom Flussbatterie-System in den Raum oder das Gehäuse freigesetzt werden, unter Verwendung eines Belüftungssystems in Außenbereiche befördert, wobei dieses eine Kombination aus einer Öffnung und einem Lüfter sein darf, und eine Mischung aus Luft und freigesetzten Gasen abgeführt wird.

5.4.7 Unmittelbare Umgebung der Freisetzung

Die Verdünnung von Gasen ist nicht immer in unmittelbarer Nähe des Abführens der freigesetzten Gase oder direkt am Auslass der Zwangslüftung gewährleistet; daher muss ein Sicherheitsabstand vom Auslass

beachtet werden. Die Gasstreuung hängt von der Gasemissionsrate und der Art der Belüftung in der Nähe der Emissionsquelle ab.

5.5 Gefährdungen durch Fluid

5.5.1 Allgemeines

Ein beim Flussbatterie-System üblicherweise verwendetes wässriges Fluid kann Säure oder Lauge in Wasser enthalten, und diese Wirkstoffe können Gefahren für Mensch und Umwelt verursachen.

Nichtwässrige Fluide in einigen Flussbatterie-Systemen können ähnliche ätzende oder korrosive Eigenschaften aufweisen.

Da die Fluide durch das Fluidsystem strömen, besteht die Möglichkeit, dass ein Auslaufen des Fluids sich ausbreiten könnte, sofern die Erkennung des Auslaufens und/oder ein Schutz gegen das Auslaufen nicht zweckmäßig sind. Hinzu kommt, dass die für die Stapel bereitgestellten Fluide im gemeinsamen Tank gespeichert werden. In diesem Abschnitt sind die grundlegenden Maßnahmen gegen solche Gefahren festgelegt.

Maßnahmen sind folgendermaßen durchzuführen:

- Sicherstellung der Dichtheit des Fluidsystems;
- Auslegung und Fertigung von Werkstoffen zur Verwendung in Bauteilen, die Fluid enthalten, unter Berücksichtigung der Verschlechterung durch Kontakt mit dem Fluid;
- Erkennen des Auslaufens und geeignete Maßnahmen;
- Schutz der Umgebung bei einem Auslaufen;
- Bereitstellen von Informationen und Kennzeichnungen hinsichtlich Fluid.

5.5.2 Erkennung des Auslaufens von Elektrolyt

Das Auslaufen muss durch eine geeignete Schutzvorrichtung wie einen Leckagesensor erkannt werden. Die Erkennungs- und Schutzfunktionen müssen in geeigneter Weise nachgewiesen werden. Das Überprüfungsverfahren muss 10.8 entsprechen.

Die Erkennung des Auslaufens des Fluids muss eine notwendige Maßnahme zum Verhindern des weiteren Auslaufens auslösen, wie z. B. das Anhalten der Pumpen.

5.5.3 Schutzmaßnahmen gegen Auslaufen

Das Flussbatterie-System muss mit einer Schutzvorrichtung gegen das Auslaufen von Fluid ausgestattet sein, wie nachgenannt aufgeführt, ist jedoch nicht darauf beschränkt:

- eine geformte Kunststoffschale;
- geschweißte und beschichtete Metallbehälter;
- geformte und abgedichtete Sperren;
- Behälter mit säurebeständiger Beschichtung.

Andernfalls muss das Flussbatterie-System an einem Standort errichtet werden, an dem ein alternativer Schutz gegen Auslaufen vorhanden ist.

5.5.4 Besondere Angaben

Der Hersteller muss Informationen über das Fluid bereitstellen, die genaue Angaben machen über:

- die wichtigsten Sofortmaßnahmen, die bei einer Aussetzung gegenüber Fluiden ergriffen werden müssen;
- die persönliche Schutzausrüstung.

Es wird empfohlen, in explosionsgefährdeten Bereichen, wo explosive Gase vorhanden sind, keine synthetische Kleidung zu tragen, die elektrostatische Entladung verursachen kann. Persönliche Schutzausrüstung sollte aus flammhemmender und antistatischer Kleidung bestehen. Der Strömungsweg ist anzuzeigen.

Die meisten Flussbatterien arbeiten mit zwei verschiedenen Fluiden, in denen die elektrochemisch aktiven Materialien entweder gelöst, schwebend oder als Gas vorzufinden sind.

Jedes der Fluide erfordert möglicherweise eine besondere Behandlung und Eindämmmaßnahmen bei Austritt oder Instandhaltung.

Um das Gefährdungsrisiko während Eingriffen in das Fluidsystem zu mindern, müssen alle Fluidrohrleitungen eindeutig mit der Bezeichnung als positives oder negatives Fluid in zwei verschiedenen Farben auf den Behältern und Rohrleitungen gekennzeichnet sein, zusammen mit einem Pfeil, welcher die Strömungsrichtung in den betreffenden Rohren anzeigt. Die Symbole „+“ für positiv und „-“ für negativ sind für Kennzeichnungszwecke ebenfalls nutzbar.

5.6 Mechanisch bedingte Gefahren

Die Flussbatterie ist eine komplexe Anordnung aus strom- und fluidführenden Anlagenteilen, die große Mengen von Chemikalien aufnehmen.

Alle diese Anlagenteile müssen unter Berücksichtigung der thermischen und mechanischen Beanspruchungen, der Materialalterungsprozesse und unter den Extrembedingungen von Temperatur und Druck ordnungsgemäß bemessen und geprüft werden.

Besonderes Augenmerk muss auch auf die Tatsache gerichtet werden, dass Fluide chemisch aggressiv sind und den Verlust an mechanischer Stabilität und eine Querschnittsverringerung beschleunigen.

5.7 Gefährdung während des Betriebs

5.7.1 Allgemeines

Wenn die Flussbatterie dafür ausgelegt ist, mit anderen vor- und/oder nachgelagerten Einrichtungen zusammen betrieben zu werden, müssen eine Signalschnittstelle oder andere Mittel bereitgestellt werden, um einen koordinierten Betrieb wie Start, Stopp, Notabschaltung, Laden und Entladen zu ermöglichen. Nicht ordnungsgemäße Anbindungen können unbeabsichtigte Funktionen zur Folge haben, die Risiken herbeiführen können.

Ein ordnungsgemäß koordinierter Betrieb muss durch ein geeignetes Verfahren nachgewiesen werden. Das Überprüfungsverfahren muss 10.6 und 10.7 entsprechen.

5.7.2 Start

Ein Startvorgang wird ausgeführt, wenn sichergestellt ist, dass:

- der Betriebsbeginn nur möglich ist, wenn alle Sicherheitsmaßnahmen getroffen und funktionsfähig sind;
- für das automatische Flussbatterie-System nach einem Abschalten ein Neustart nur möglich ist, nachdem die Sicherheitsanforderungen erfüllt sind;
- es möglich ist, das Flussbatterie-System durch vorsätzliches Betätigen einer Steuerung, die dafür vorgesehen ist, neu zu starten, sofern dieser Neustart nachweislich nicht gefährlich ist.
- nachweislich geeignete Absicherungen für eine ordnungsgemäße Startreihenfolge bereitgestellt sind.

5.7.3 Notabschaltung

schnelle Abschaltung des Flussbatterie-Systems, ausgelöst von einem Sicherheitssystem oder durch Eingriff von Hand

[QUELLE: IEC 60050-415:1999, 415-01-11]

5.7.4 Not-Halt

Funktion, die dafür bestimmt ist,

- aufkommende Gefährdungen für Personen, Schäden an der Maschine oder an laufenden Arbeiten abwenden; oder bereits bestehende mindern soll;
- durch eine einzige Handlung einer einzelnen Person auszulösen ist

[QUELLE: ISO 13850:2006, 3.1]

5.7.5 Fernüberwachung und Kontrollsysteme

Ein System, das fernbedient werden kann, sollte am Einsatzort über einen gekennzeichneten Schalter oder andere Mittel verfügen, um das System von Fernüberwachungssignalen zu trennen, welche möglicherweise angewendet werden, während ein Bediener vor Ort eine Überprüfung oder Instandhaltung durchführt. Die Umsetzung eines Systems zur Fernüberwachung sollte in Betracht gezogen werden, um den sicheren Betrieb des Systems zu überprüfen. Die automatisch durch ein EES oder über eine Systemabfrage eines EES bereitgestellten Daten können die Bewertung des Zustands und der verbleibenden Lebensdauer seiner Komponenten unterstützen. Eine Diagnose erfolgt mittels einer Überwachung der Kapazität oder von Änderungen der Entwicklung gemessener Parameter. Diese Daten können über ein Informationsnetzwerk zeitnah übertragen werden. Cybersicherheit ist nicht nur für die Fernüberwachung wichtig, sondern auch für die Anbindung des Systems an das Internet. Siehe IEC 62351 für zusätzliche Anleitungen.

5.7.6 Schutzeinrichtung

Das Flussbatterie-System muss mit geeigneten Schutzeinrichtungen ausgerüstet werden, um nicht bestimmungsgemäße Situationen erkennen und einen Not-Halt einleiten zu können. Die Schutzeinrichtungen sollten mindestens Überstrom, Überspannung, Unterspannung, Überladung, Erdungsfehler, Auslaufen von Fluid, Übertemperatur, Untertemperatur, Überdruck bzw. Unterdruck der Fluide und den Ausfall der Steuerspannung erkennen.

Das Überprüfungsverfahren für solche Schutzfunktionen ist wahlfrei und darf nach 10.8 erfolgen.

5.7.7 Schutzeinrichtung

Das Flussbatterie-System muss mit geeigneten Schutzeinrichtungen ausgerüstet werden, um nicht bestimmungsgemäße Situationen erkennen und einen Not-Halt einleiten zu können. Die Schutzeinrichtungen sollten mindestens Über

6 Installation

Die Batterie und deren Teilsysteme müssen nach den Anweisungen des Herstellers installiert werden.

Die vom Hersteller bereitgestellten Anweisungen müssen Angaben zum schematischen Aufbau, den erforderlichen Baumaterialien und Anleitungen zur Installation und Inbetriebnahme enthalten.

7 Kennzeichnungsschilder oder Aufschriften

7.1 Typenschildangaben

Das (die) Typenschild(er)/Aufschrift(en) muss (müssen) folgende Angaben enthalten:

- a) Name des Herstellers;
- b) Typenbezeichnung des Herstellers oder des Lieferanten;
- c) Seriennummer;
- d) Datum und Ort der Fertigung;

- e) maximale Wechsel- oder Gleichspannung (V) während des Betriebs;
- f) höchste Wechsel- oder Gleichstromleistung (kW) während des Betriebs;
- g) höchster Wechsel- oder Gleichstrom (A) während des Betriebs;
- h) Bemessungsenergie (kWh);
- i) Transportgewicht (kg);
- j) chemisches System der Batterie (z. B. VRB, FeCr, ZnBr, HBr usw.);
- k) Volumanteil des gefährlichen Materials.

7.2 Sicherheitsangaben

Auf den Bestandteilen müssen Warnhinweise zweckmäßig angebracht sein, die das Personal vor der Gefahr von Verletzungen oder der Beschädigung der Einrichtung warnen.

Nationale Richtlinien zur Kennzeichnung und zu Aufschriften hinsichtlich Gefahrstoffen sind zu befolgen. Sofern solche nicht vorliegen: Müssen alle maßgeblichen Warnschilder oder Aufschriften aus beständigem Material bestehen und an mehreren Stellen auf der Batterie so angebracht werden, dass eine Person, die sich der Batterie aus beliebiger Richtung nähert, diese deutlich erkennen kann. Piktogramme werden Texten gegenüber bevorzugt.

8 Transport, Lagerung, Entsorgung und Umweltaspekte

8.1 Verpackung und Transport

Verschiedene nationale und internationale Vorschriften regeln die Verpackung und den Transport von Flussbatterie-Systemen, wobei die Gefahren von versehentlichen Kurzschlüssen, von Schwerlast und ein Verschütten von Fluid berücksichtigt werden.

Zum Kurzschlusschutz müssen die Fluide aus den Stapeln entfernt werden.

8.2 Abbau, Entsorgung, Recycling

Abbau und Entsorgung des Flussbatterie-Systems dürfen nur von fachkundigem und geschultem Personal durchgeführt werden. Die einschlägigen nationalen und internationalen Vorschriften müssen befolgt werden.

9 Überprüfung

Aus funktions- und sicherheitstechnischen Gründen ist eine regelmäßige Überprüfung des Flussbatterie-Systems und der Betriebsumgebung erforderlich.

Die Überprüfung muss nach den Anforderungen des Herstellers durchgeführt werden und die Überprüfung des Folgenden umfassen:

- das Aussehen der Einrichtung, zum Beispiel Anzeichen von Beschädigungen wie Beulen oder physische Schäden bzw. Korrosion;
- Leckagen von Stapeln, Rohrleitungen, Ventilen, Pumpen und Tanks;
- nicht bestimmungsgemäße Geräusche, Schwingungen und Gerüche von/aus Einrichtungen, insbesondere Einrichtungen der Leistungselektronik und Maschinen wie Pumpen und Lüfter.