

VDMA 24079



ICS 29.220.20; 73.100.99

Einsprüche bis 2025-09-01

## Mobile Maschinen unter Tage – Sicherheitsanforderungen an Antriebsbatterien

Mobile machines working underground – Safety requirements for traction batteries

### Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2025-05-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte VDMA-Einheitsblatt von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [joern.lehmann@vdma.org](mailto:joern.lehmann@vdma.org)
- oder in Papierform an den Fachverband Mining & Minerals im VDMA e.V., Postfach 71 08 64, 60498 Frankfurt.

Gesamtumfang 19 Seiten

VDMA

## Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Allgemeine Sicherheitsanforderungen</b> .....	<b>8</b>
4.1 <b>Generelles</b> .....	<b>8</b>
4.2 <b>Mechanische Anforderungen</b> .....	<b>8</b>
4.3 <b>Anforderungen an den Batterieeinbauraum</b> .....	<b>8</b>
4.4 <b>Batterietausch – Wechselsysteme</b> .....	<b>9</b>
4.5 <b>Umgebungsbedingungen</b> .....	<b>9</b>
4.6 <b>Schutz gegen elektrischen Schlag</b> .....	<b>10</b>
4.6.1 <b>Allgemeines</b> .....	<b>10</b>
4.6.2 <b>Basisschutz und Fehlerschutz</b> .....	<b>10</b>
4.6.3 <b>Basisschutz und Fehlerschutz beim Entladen der Antriebsbatterie in der mobilen Untertagemaschine (Batterie vom Ladegerät/Netz getrennt)</b> .....	<b>10</b>
4.6.3.1 <b>Batterien bis einschließlich 60 V DC</b> .....	<b>10</b>
4.6.3.2 <b>Batterien über 60 V DC bis einschließlich 120 V DC</b> .....	<b>10</b>
4.6.3.3 <b>Batterie über 120 V DC jedoch nicht über 1 500 V DC</b> .....	<b>10</b>
4.6.4 <b>Basisschutz und Fehlerschutz beim Laden der Antriebsbatterie</b> .....	<b>10</b>
4.7 <b>Vermeidung von Kurzschlüssen und Schutz gegen andere Auswirkungen von elektrischem Strom</b> .....	<b>11</b>
4.7.1 <b>Kabel und Steckverbinder</b> .....	<b>11</b>
4.7.2 <b>Batterieisolierung</b> .....	<b>11</b>
4.7.3 <b>Ableitströme</b> .....	<b>11</b>
4.8 <b>Zusatzanforderungen an Batterien mit einer Nennspannung größer 96 V DC</b> .....	<b>12</b>
4.8.1 <b>Isolierung spannungsführender Teile</b> .....	<b>12</b>
4.8.2 <b>Schutz gegen unbefugten Zugang</b> .....	<b>12</b>
4.9 <b>Kennzeichnung</b> .....	<b>12</b>
<b>5 Zusätzliche Sicherheitsanforderungen Lithium-Ionen-Batterie</b> .....	<b>12</b>
5.1 <b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	<b>12</b>
5.2 <b>Mechanische Anforderungen</b> .....	<b>12</b>
5.3 <b>Anforderungen an das Batteriemanagementsystem</b> .....	<b>12</b>
5.3.1 <b>Sicherheitsfunktionen</b> .....	<b>12</b>
5.3.2 <b>Schutz vor Überspannung</b> .....	<b>13</b>
5.3.3 <b>Schutz bei Unterspannung</b> .....	<b>13</b>
5.3.4 <b>Schutz vor Übertemperatur</b> .....	<b>13</b>
5.3.5 <b>Schutz bei Untertemperatur</b> .....	<b>13</b>

<b>5.3.6</b>	<b>Schutz vor Überstrom</b> .....	<b>13</b>
<b>5.4</b>	<b>Signale</b> .....	<b>13</b>
<b>5.5</b>	<b>Brandschutz</b> .....	<b>13</b>
<b>5.6</b>	<b>EMV Prüfung/Anforderungen</b> .....	<b>14</b>
<b>5.7</b>	<b>Benutzerinformation</b> .....	<b>14</b>
<b>5.7.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>14</b>
<b>5.7.2</b>	<b>Betriebsanleitung</b> .....	<b>14</b>
<b>5.7.3</b>	<b>Kennzeichnung/Typschild</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Zusätzliche Sicherheitsanforderungen Bleibatterien</b> .....	<b>15</b>
<b>6.1</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	<b>15</b>
<b>6.2</b>	<b>Anforderungen an Batteriegehäuse, -einbauräume und -schnittstellen</b> .....	<b>15</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Belüftung und Schutz</b> .....	<b>15</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Innere Oberfläche</b> .....	<b>15</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Verhindern des Rückflusses von Elektrolyt</b> .....	<b>16</b>
<b>6.3</b>	<b>Benutzerinformation</b> .....	<b>16</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>16</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Betriebsanleitung</b> .....	<b>16</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Kennzeichnung/Typschild</b> .....	<b>16</b>
<b>Anhang A (informativ)</b>	<b>Zuordnung der Anforderungen zu Teilbereichen der mobilen Untertagemaschine</b> .....	<b>17</b>
<b>Literaturhinweise</b>	.....	<b>19</b>

## Vorwort

Dieses VDMA-Einheitsblatt enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

An der Erarbeitung dieses VDMA-Einheitsblattes waren Vertreter der Hersteller und Anwender von mobilen Maschinen unter Tage, Vertreter vom DKE sowie der Berufsgenossenschaften beteiligt.

Bei der Nutzung von Batterien im untertägigen Bergbau, Tunnelbau und sonstigen Untertagearbeiten im Rahmen des Anwendungsbereiches dieses Dokumentes treten die gleichen Gefährdungen auf wie bei anderen Anwendungen von Batterien in Maschinen. Die Besonderheit unter Tage ist der Einsatz in geschlossenen Räumen mit stark beschränkter Zugänglichkeit und stark beschränktem Luftaustausch bei gleichzeitig hoher Staub- und Temperaturbelastung. Hierdurch ergibt sich teilweise eine andere Risikobewertung beim Auftreten der Gefährdungen bzw. Gefährdungsereignissen.

Dieses betrifft insbesondere

- Brände infolge innerer Vorgänge der Batterie,
- Brände der Batterie infolge von Umgebungseinflüssen und von außen einwirkender Beschädigung,
- den Austritt von Stoffen aus der Batterie durch Ausgasen oder den Austritt von Elektrolyten; zu vermeidende Folgegefährdungen betreffen Explosionsgefährdungen und gesundheitsschädliche Auswirkungen ausgetretener Stoffe.

Die in diesem Dokument genannten Anforderungen tragen dem Umstand Rechnung, dass bei Li-Ion-Batterien Brände innerhalb der Batterie nach dem Stand der Technik im Allgemeinen nicht mit Bordmitteln löschar sind. Daher soll das Brandrisiko von Batterien vorrangig durch Maßnahmen minimiert werden, die das Risiko der Entstehung von Bränden in der Batterie minimieren.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Technische Regel legt Sicherheitsanforderungen an Batterien von elektrischen Antriebssystemen von selbstfahrenden mobilen Maschinen (z. B. Lokomotiven, mobilen gummibereiften Maschinen, Einschienenhängebahnen) für den Bergbau unter Tage und weitere Untertagearbeiten (z. B. Tunnelbau) fest. Weiterhin legt sie Sicherheitsanforderungen für die Integration der Batterien in die genannten Maschinen fest.

Elektrische Antriebssysteme im Sinne dieser Technischen Regel sind Systeme an Bord der genannten Maschinen, die mindestens eine Batterie als chemischem Speicher elektrischer Energie zum Betrieb von mindestens einem Elektromotor sowie die erforderlichen Hilfseinrichtungen enthalten. Zu den Hilfseinrichtungen zählen unter anderem Batteriemanagementsysteme zur Steuerung und Überwachung von Batteriezuständen sowie On-Board Batterie-Ladesysteme. Anforderungen an Steuer- und Regelsysteme der Elektromotoren werden nur so weit einbezogen wie sich aus dem Zusammenwirken der Steuer- und Regelsysteme der Elektromotoren mit den anderen vorgenannten Systemen besondere Anforderungen ergeben.

Das elektrische Antriebssystem kann auch Teil eines Brennstoffzellensystems oder eines Diesel-elektrischen Antriebs sein.

Diese Technische Regel behandelt Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, die auf die Systeme in den Maschinen sowie auf die Schnittstelle zum Laden zutreffen, wenn sie bestimmungsgemäß oder unter Bedingungen, die vom Hersteller als Fehlanwendung vernünftigerweise vorhersehbar sind, verwendet werden.

Diese Technische Regel behandelt nicht:

- zusätzliche Risiken für Maschinen, die in explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden;
- zusätzliche Risiken, die von der Brennstoffzelle und dem gespeicherten Wasserstoff ausgehen. Diese Technische Regel gilt nicht für Streckenvortriebsmaschinen, Förderer, Maschinen für den Strebau, Tunnelbohrmaschinen (TBM) und zu TBM assoziierte Maschinen und Equipment sowie mobile Brecher.

Dieses Dokument gilt nicht für die im ersten Absatz genannten Systeme in Maschinen, die vor dem Datum seiner Veröffentlichung hergestellt wurden.

## 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).

DIN EN 1175:2020-10; Sicherheit von Flurförderzeugen – Elektrische/elektronische Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1175:2020

DIN EN 60204-1:2019-06; Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60204-1:2018

DIN EN 60529: 2014-09: Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000 + A2:2013

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

DIN EN 61508 Reihe:2011-02; Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer /programmierbarer elektronischer Systeme, Deutsche Fassung EN 61508-1:2010

DIN EN 62485-3:2015-09; Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 3: Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge (IEC 62485-3:2014); Deutsche Fassung EN 62485-3:2014

DIN EN 62620:2023-12; Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Lithium-Akkumulatoren und -batterien für industrielle Anwendungen (IEC 62620:2014 + AMD1:2023); Deutsche Fassung EN 62620:2015+A1:2023

DIN EN IEC 60309-1:2023-06; Stecker, ortsfeste oder ortsveränderliche Steckdosen und Gerätestecker für industrielle Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60309-1:2021); Deutsche Fassung EN IEC 60309-1:2022

DIN EN IEC 60664 Reihe:2022-07; Isolationskoordination für Betriebsmittel in Niederspannungs-Stromversorgungssystemen; Deutsche Fassung EN IEC 60664-1:2020

DIN EN IEC 62196 Reihe:2023-12; Stecker, Steckdosen, Fahrzeugkupplungen und Fahrzeugstecker – Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen, Deutsche Fassung EN 62196-1:2022

DIN EN IEC 62281:2024-03; Sicherheit von primären und sekundären Lithiumzellen und -batterien beim Transport (IEC 62281:2019 + A1:2021 + AMD2:2023); Deutsche Fassung EN IEC 62281:2019 + A1:2021 + A2:2023

DIN EN IEC 62485-6:2021-12; Sicherheitsanforderungen an sekundäre Batterien und Batterieanlagen – Teil 6: Sicherer Betrieb von Lithium-Ionen-Batterien in Traktionsanwendungen (IEC 62485-6:2021); Deutsche Fassung EN IEC 62485-6:2021

DIN EN IEC 62619:2023-08; Sekundärzellen und -batterien mit alkalischen oder anderen nicht-säurehaltigen Elektrolyten – Sicherheitsanforderungen an sekundäre Lithiumzellen und -batterien für die Verwendung in industriellen Anwendungen (IEC 62619:2022); Deutsche Fassung EN IEC 62619:2022

DIN EN IEC 62902:2020-06; Sekundärbatterien – Symbole für die Kennzeichnung zur Identifikation ihrer Chemie (IEC 62902:2019); Deutsche Fassung EN IEC 62902:2019

DIN EN IEC 62928:2018-10; Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Lithium-Ionen-Traktionsbatterien (IEC 62928:2017); Deutsche Fassung EN IEC 62928:2018

DIN EN ISO 13766-1:2019-04; Erdbaumaschinen und Baumaschinen – Elektromagnetische Verträglichkeit von Maschinen mit internem elektrischen Bordnetz – Teil 1: Allgemeine EMV-Anforderungen unter typischen EMV-Umgebungsbedingungen (ISO 13766-1:2018); Deutsche Fassung EN ISO 13766-1:2018

DIN EN ISO 13766-2:2018-12; Erdbaumaschinen und Baumaschinen - Elektromagnetische Verträglichkeit von Maschinen mit internem elektrischen Bordnetz – Teil 2: Zusätzliche EMV-Anforderungen für die funktionale Sicherheit (ISO 13766-2:2018); Deutsche Fassung EN ISO 13766-2:2018

DIN EN ISO 13849-1:2023-12; Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2023); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2023

DIN EN ISO 19296:2019-04; Bergbau – Mobile Untertagemaschinen – Maschinensicherheit (ISO 19296:2018); Deutsche Fassung EN ISO 19296:2018

DIN EN ISO 20607:2019-10; Sicherheit von Maschinen – Betriebsanleitung – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze (ISO 20607:2019); Deutsche Fassung EN ISO 20607:2019

DIN EN ISO 29601:2011-07; Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz durch Beschichtungssysteme – Beurteilung der Porosität einer trockenen Beschichtung (ISO 29601:2011); Deutsche Fassung EN ISO 29601:2011

IEC 60364-4-41:2005 +A1:2017; Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock

EN ISO 12100:2010; Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung

ISO 7000:2019-07; Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols

Regulation No 100 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UNECE) – Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train [2015/505] [UN ECE R100]

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100:2010 und die folgenden Begriffe. ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

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

**3.1 Mobile Untertagemaschine**  
selbstfahrende mobile Maschine (z. B. Lokomotive, mobile gummibereifte Maschine, Einschienenhängebahn) für den Bergbau unter Tage und weitere Untertagearbeiten (z. B. Tunnelbau)

**3.2 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: DIN EN IEC 62281:2024-03)

**3.3 Sekundärzelle oder -batterie (wiederaufladbar)**  
Zelle oder Batterie, die dazu konstruiert ist, elektrisch wiederaufgeladen zu werden

(Quelle: DIN EN IEC 62281:2024-03)

**3.4 Lithium-Sekundärzelle**  
Sekundärzelle, bei der die elektrische Energie durch Einlagerungs-/Auslagerungsreaktionen von Lithium-Ionen oder durch Oxidations-/Reduktionsreaktionen von Lithium zwischen der negativen Elektrode und der positiven Elektrode abgeleitet wird

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Die Zelle enthält typischerweise einen Elektrolyten, der aus einem Lithiumsalz und einer organischen Lösemittelverbindung in flüssiger, gelförmiger oder fester Form besteht, und besitzt ein Metall- oder ein Laminatgehäuse.

ANMERKUNG 2 zum Begriff: Eine Zelle ist nicht einsatzbereit für die Verwendung in einem Gerät, da sie noch nicht mit ihrem endgültigen Gehäuse, ihrer Anschlussanordnung und ihrer elektronischen Regeleinrichtung ausgestattet ist.

(Angepasst, Quelle: DIN EN IEC 62485-6)

### 3.5

#### **Modul**

Gruppe von Zellen, die miteinander in einer Reihen- und/oder Parallelschaltung verbunden sind, mit oder ohne Schutzvorrichtungen (z. B. Sicherung oder Kaltleiter (PTC)) und Überwachungsschaltung

(Quelle: DIN EN IEC 62485-6)

### 3.6

#### **Batteriepack**

Energiespeicher, der eine oder mehrere elektrisch verbundene Zellen oder Module enthält

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Es enthält eine Überwachungsschaltung, die Informationen (z. B. Zellspannung) für ein Batteriesystem bereitstellt.

ANMERKUNG 2 zum Begriff: Es kann ein Schutzgehäuse enthalten und mit Anschlussklemmen oder anderen Verbindungsanordnungen ausgestattet sein.

(Quelle DIN EN IEC 62619:2023)

### 3.7

#### **Batteriemanagementsystem**

##### **BMS**

en: battery management system

mit einer Batterie verbundenes elektronisches System, das deren Zustand überwacht und/oder steuert, Sekundärdaten berechnet, diese Daten ausgibt und/oder seine Umgebung regelt, um die Sicherheit, Leistung und/oder Lebensdauer der Batterie zu beeinflussen, und das Funktionen zum Abschalten bei Überladung, Überstrom, Tiefentladung und Überhitzung enthält

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Die Funktion des BMS kann dem Batteriepack oder den Geräten, die die Batterie verwenden, übertragen werden.

ANMERKUNG 2 zum Begriff: Ein BMS wird manchmal auch Batteriemangement-Einheit (en: battery management unit, BMU) genannt.

ANMERKUNG 3 zum Begriff: Eine Abschaltung bei Tiefentladung ist nicht vorgeschrieben, wenn eine Vereinbarung zwischen dem Zellenhersteller und dem Kunden getroffen wurde.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 62620:2023-12)

### 3.8

#### **Batteriesystem**

##### **Batterie**

System, das eine oder mehrere Zellen, Module oder Batteriepacks umfasst und ein Batteriemangementssystem aufweist

ANMERKUNG zum Begriff: Das Batteriesystem darf Kühl- oder Heizgeräte aufweisen. Ein größeres Batteriesystem darf mehrere Batteriesysteme umfassen. Das Batteriesystem wird manchmal auch als Batterie bezeichnet.

(Angepasst, Quelle: DIN EN IEC 62485-6)

### 3.9

#### **Kritische Unterspannungsgrenze**

niedrigste Entladespannung der Zelle, unterhalb der nicht erwartet werden kann, dass sie wieder aufladbar ist

### 3.10

#### **Rekuperation**

von mobilen Untertagemaschinen beim Verzögern erzeugte elektrische Leistung, die die Batterie auflädt

### 3.11

#### **Antriebsbatterie**

Batterie die dafür ausgelegt ist die Antriebsenergie für mobile Untertagemaschinen bereitzustellen

(Angepasst, Quelle DIN EN IEC 62485-3/-6, 3.8)

### 3.12

#### **Batteriegehäuse**

Feste Umhüllung, die den äußeren Abschluss einer Batterie oder eines baulich zusammenhängenden Batteriesystems bildet

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Das Batteriegehäuse kann eine oder mehrere Öffnungen zur Be- und Entlüftung der Batterie oder zur Durchführung von Anschlussleitungen aufweisen.

ANMERKUNG 2 zum Begriff: Batteriegehäuse der für mobile Untertagemaschinen relevanten Batterien haben in der Regel eine im Wesentlichen quaderförmige Geometrie. Sie können mit lösbaren Deckeln ausgestattet sein.

ANMERKUNG 3 zum Begriff: In der Regel wird am Batteriegehäuse die mechanische Verbindung zwischen der Batterie und den umgebenden, festen Teilen der mobilen Untertagemaschine oder ihrem Batteriewechselsystem hergestellt.

### 3.13

#### **Batterietrog**

Batteriegehäuse das nach oben ganz oder weitestgehend offen ist

### 3.14

#### **Batterieeinbauraum**

Struktur der mobilen Untertagemaschine, in die die Batterie eingebaut wird

ANMERKUNG zum Begriff: Batterieeinbauraum kann z. B. in Form von Batterieträgern, Batteriegestellen oder Batteriefächern gestaltet sein.

## 4 Allgemeine Sicherheitsanforderungen

### 4.1 Generelles

Batterien und ihre Integration in die mobile Untertagemaschine müssen die Anforderungen dieses Abschnitts 4 erfüllen, Lithium-Ionen-Batterien und ihre Integration zusätzlich die Anforderungen aus Abschnitt 5, Bleibatterien und ihre Integration zusätzlich die Anforderungen aus Abschnitt 6.

### 4.2 Mechanische Anforderungen

Bei der Auslegung der Batterie müssen spezifische mechanische Beanspruchungen, die bei mobilen Untertagemaschinen auftreten können, berücksichtigt werden.

Die Batterie muss gemäß der Spezifikation des Herstellers der mobilen Untertagemaschinen geprüft werden. Nach Ausführung der geforderten mechanischen Prüfungen müssen alle Sicherheitsanforderungen weiterhin erfüllt werden.

Die Batterie muss mit Lastaufnahmepunkten (z. B. Anschlagpunkte, Hebepunkte, Zurrpunkte) versehen sein, mittels derer sie beschädigungsfrei transportiert und gehandhabt werden kann (z. B. bei Montage und Demontage, gegebenenfalls auch mittels Batteriewechselsystemen). Diese Punkte sind mit Symbolen gemäß ISO 7000:2019 an der Batterie zu kennzeichnen.

ANMERKUNG 1: Vibration und Schock sind spezifisch für die Auslegung und die Nutzung der mobilen Untertagemaschinen (siehe auch DIN EN 61373 Bahnanwendung, DIN EN ISO 19296 gleislos). Sollte das Batteriesystem für die auftretenden Vibrationen/Schocks der mobilen Untertagemaschine nicht geeignet sein, dann sind zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung von Vibrationen/Schock notwendig.

ANMERKUNG 2: Die Übertragung von Messergebnissen auf Batterien der gleichen Auslegung, aber mit anderen Größen, ist möglich, wenn eine repräsentative Batterie-Auslegung verwendet wird.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.2.3.1)

### 4.3 Anforderungen an den Batterieeinbauraum

Der Batterieeinbauraum muss die Batterie bei den anwendungsspezifischen und den aus vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung resultierenden Belastungen an ihrer vorgesehenen Position halten.

Er muss eine angemessene mechanische Festigkeit aufweisen, um die Batterie gegen die anwendungsspezifischen und die aus vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung resultierenden Belastungen zu schützen.

Anmerkung 1: Zum Schutz gegen die anwendungsspezifischen Kontakte der mobilen Untertagemaschine mit dem „Stoß“, d.h., den Stollen- oder Tunnelwänden, oder anderen in ihren Fahrweg ragenden Hindernissen sollte der Batterieeinbauraum als stabile Struktur ausgebildet sein. Dafür ist es nicht erforderlich, dass seine Außenkontur geschlossen ist.

Anmerkung 2: Das Batteriegehäuse und der Batterietrog sollten einen deutlichen Abstand zur gedanklichen Außenkontur des Batterieeinbauraumes aufweisen. Der Abstand sollte umso größer sein, je größer die Wahrscheinlichkeit ist, dass Gegenstände von außen in den durch die gedankliche, unversehrte Außenkontur gebildeten Raum eindringen.

Anmerkung 3: Der Batterieeinbauraum ist nicht in der Lage, die Batterie bei Kollisionen vor jeglicher Beschädigung zu schützen.

Wenn aufgrund der Lage des Batterieeinbauraums in der mobilen Untertagemaschine die Gefährdung besteht, dass die Batterie durch hochstehende Teile im Bereich der Fahrbahn oder durch hochgeschleuderte Gegenstände beschädigt werden kann, muss der Batterieeinbauraum dagegen Schutz bieten.

Der Batterieeinbauraum muss bei Muldenfahrzeugen, Fahrladern und anderen mobilen Untertagemaschinen, die für das Aufnehmen von Schüttgütern bestimmt sind, die Batterie vor Schüttgütern schützen, die bei Lade-, Transport- oder Entladevorgängen in vernünftigerweise vorhersehbaren Situationen herabfallen können.

Zusätzlich zu den vorgenannten Anforderungen dieses Abschnittes sind in den Fällen, in denen ROPS/FOPS Prüfungen für den Fahrerstand der mobilen Untertagemaschine gefordert werden, diese Prüfungen analog für den Batterieeinbauraum durchzuführen. Bei Anwendung der auf den Fahrerstand anzuwendenden ROPS/FOPS Prüfbedingungen auf den Batterieeinbauraum dürfen weder Teile der mobilen Untertagemaschine aus der Umgebung der Batterie noch der Fallkörper in den von der Batterie eingenommenen Bauraum eindringen. Von dieser Anforderung darf abgewichen werden, wenn die Batterie resultierende Kräfte schadensfrei aufnehmen kann.

#### **4.4 Batterietausch – Wechselsysteme**

Batteriewechselsysteme sind so zu gestalten, dass der Prozess sicher durchgeführt werden kann und die Batterie kein Schaden nehmen kann. Dabei ist insbesondere das Handling der Batterie (siehe 4.2) und der Berührungsschutz (siehe 4.6) zu berücksichtigen.

#### **4.5 Umgebungsbedingungen**

Batteriesysteme sind so auszulegen, dass sie bei der maximalen Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Staubexposition und der Exposition gegenüber Wasser (z. B. Spritzwasser, Strahlwasser, Tropfwasser, durchfahren von Wasser, usw.), die für die bestimmungsgemäße Verwendung der mobilen Untertagemaschine zugrunde gelegt werden und in der Betriebsanleitung angegeben sind (siehe Abschnitt 5.7.2), beim Betrieb der Maschine entladen und – z. B. durch Rekuperation – geladen sowie bei nicht in Betrieb befindlicher Maschine geladen werden können. Die notwendige IP-Klasse gemäß DIN EN 60529:2014, die die Batterie aufweisen muss, muss spezifiziert werden.

Batteriesysteme sind außerdem so auszulegen, dass sie im Ruhezustand (Lebenszyklusphase ohne Ladung und ohne Entladung (außer der durch die chemischen Prozesse innerhalb der Zellen unvermeidbaren Entladung)) bei der ebenfalls in der Betriebsanleitung anzugebenden maximalen Ruhezustands-Umgebungstemperatur und den Umgebungsbedingungen (siehe Abschnitt 5.7.2) im sicheren Zustand verbleiben.

In beiden vorgenannten Fällen ist die tatsächliche, je nach Einbausituation der Batterie in der mobilen Untertagemaschine von der Umgebungstemperatur abweichende Temperatur (infolge Stauwärme, innerer Erwärmung der Batterie, etc.) zu berücksichtigen.

ANMERKUNG: Die tatsächlichen Batterietemperaturen können unter Berücksichtigung des spezifischen Batterieeinbauraums und der Nutzung der mobilen Maschine unter Tage abweichen.

Die Auswirkungen der Feuchtigkeits- und Staubexposition auf den Verschmutzungsgrad, der die Kriech- und Luftstrecken beeinflusst, müssen bei der Auslegung berücksichtigt werden. Die Batterie muss hinsichtlich der Luft- und Kriechstrecken die einschlägigen Sicherheitsnormen für die jeweilige Endanwendung erfüllen (z. B. die Normenreihe DIN EN IEC 60664). Ein Batteriegehäuse oder der umgebende Einbauraum kann als Schutz der Batterie gegen Luftfeuchtigkeit, Staub- und Wassereexposition ausgebildet werden. In diesem Fall muss die Schutzwirkung durch eine der folgenden Maßnahmen erreicht werden:

- der Einbauraum erfüllt die Einbaubedingungen, die in der Produktinformation der einzubauenden Batterie beschrieben sind, oder die Einbaubedingungen, die sich aus ihrer in der Produktinformation nach DIN EN 60529:2014 angegebenen IP-Klasse ergeben,
- das Batteriegehäuse erfüllt die Schutzanforderungen, die sich aus der Durchlässigkeit des Einbauraums für die Umgebungsatmosphäre ergeben, oder
- das Batteriegehäuse und der Einbauraum wirken so zusammen, dass der Schutz erreicht wird.

## **4.6 Schutz gegen elektrischen Schlag**

### **4.6.1 Allgemeines**

Der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Batterie und das Ladegerät muss für Lithium-Ionen-Batterien DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 4.1, und für Bleibatterien DIN EN IEC 62485-3:2014, Abschnitt 4.1, entsprechen.

Spannungsführende Teile von Batterien für die Stromversorgung für die Bewegung von mobilen Untertagemaschinen müssen gegen den Rahmen der mobilen Untertagemaschine isoliert werden.

Batteriekabel müssen DIN EN 60204-1:2019 entsprechen.

Im Batteriegehäuse eingebaute Zellen müssen voneinander und vom Batteriegehäuse elektrisch isoliert N<sup>1</sup> werden.

Anmerkung N<sup>1</sup> Nationale Fußnote: Das nationale Komitee weist darauf hin, dass im englischen Original der EN 1175:2020 fälschlicherweise „isolated“ steht.

(Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.1)

### **4.6.2 Basisschutz und Fehlerschutz**

Die Anforderungen zum Basisschutz und Fehlerschutz müssen DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 4.2 entsprechen.

Bei gleisgebundenen mobilen Untertagemaschinen ist es zulässig, den Potentialausgleich über das geerdete Gleis zu realisieren.

### **4.6.3 Basisschutz und Fehlerschutz beim Entladen der Antriebsbatterie in der mobilen Untertagemaschine (Batterie vom Ladegerät/Netz getrennt)**

#### **4.6.3.1 Batterien bis einschließlich 60 V DC**

Der Basisschutz und Fehlerschutz von Batterien bis einschließlich 60 V DC muss DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 4.3.1, entsprechen.

#### **4.6.3.2 Batterien über 60 V DC bis einschließlich 120 V DC**

Der Basisschutz und Fehlerschutz von Batterien über 60 V DC bis einschließlich 120 V DC muss DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 4.3.2, entsprechen.

#### **4.6.3.3 Batterie über 120 V DC jedoch nicht über 1 500 V DC**

Bei Batterien mit einer Nennspannung über 120 V DC jedoch nicht über 1 500 V DC werden Schutzmaßnahmen sowohl gegen direktes als auch indirektes Berühren gefordert.

Sofern das Batteriesystem über keine berührungssicheren Anschlüsse verfügt, ist es fest in einem Batteriefach /-gehäuse zu verbauen, der Zugang muss auf geschultes und befugtes Personal beschränkt sein und muss mit geeigneten Warnschildern gekennzeichnet sein (siehe für Lithium-Ionen-Batterien DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 12 oder für Bleibatterien DIN EN 62485-3:2015, Abschnitt 11).

Die folgenden Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren sind anzuwenden:

- Schutz durch elektrische Isolierung aktiver Teile;
- Schutz durch erdfreien lokalen Potentialausgleich;
- Schutz durch automatische Abschaltung oder Anzeige bei vorhandenem Isolationsfehler.

Bei gleisgebundenen mobilen Untertagemaschinen ist es zulässig den Potentialausgleich über das geerdete Gleis zu realisieren.

### **4.6.4 Basisschutz und Fehlerschutz beim Laden der Antriebsbatterie**

Der Basisschutz und Fehlerschutz beim Laden der Antriebsbatterie muss für Li-Ionen Batterien DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 4.4, bzw. für Bleibatterien DIN EN 62485-3:2015, Abschnitt 4.4, entsprechen.

Bei der Verwendung von Batterieladegeräten mit sicherer verstärkter Isolierung gegen die Netzstromversorgung nach DIN EN 61140:2016 sollten die Schutzmaßnahmen SELV oder PELV angewendet werden.

Wenn die Nennspannung der Batterie 60 V Gleichspannung nicht überschreitet, wird kein Basisschutz gefordert, sofern die gesamte Anlage den Bedingungen für SELV oder PELV entspricht.

Wenn das Batterieladegerät diesen Anforderungen nicht entspricht, müssen die Schutzmaßnahmen gegen direktes und indirektes Berühren nach IEC 60364-4-41:2005 +A1:2017 angewandt werden.

Aus anderen Gründen, z. B. Kurzschlüsse oder mechanische Beschädigung, müssen jedoch alle Antriebsbatterien in mobilen Untertagemaschinen einen Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile aufweisen, auch bei einer Nennspannung der Batterie von 60 V DC oder weniger.

#### 4.7 Vermeidung von Kurzschlüssen und Schutz gegen andere Auswirkungen von elektrischem Strom

##### 4.7.1 Kabel und Steckverbinder

Kabel und Steckverbinder müssen für Lithium-Ionen-Batterien die Anforderungen der DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 5.1 oder für Bleibatterien die Anforderungen der DIN EN 62485-3:2015, Abschnitt 5.1 erfüllen.

Stecker und Steckdosen zur Anwendung mit Antriebsbatterien müssen den Anforderungen örtlicher oder internationaler Normen entsprechen, wie z. B. DIN EN IEC 60309-1, DIN EN 1175, Anhang A, DIN EN IEC 62196.

##### 4.7.2 Batterieisolierung

Die Batterie muss bei der Messung zwischen beiden Batterieanschlussklemmen und dem Batteriegehäuse aus Metall, Rahmen der mobilen Untertagemaschine oder anderen leitenden Rahmenteilern einen Isolationswiderstand entsprechend den Festlegungen des Herstellers der mobilen Untertagemaschine aufweisen. Wenn die Batterie in mehr als einem Batteriegehäuse untergebracht ist, muss diese Anforderung für die elektrisch verbundenen Sektionen, einschließlich der Batteriegehäuse aus Metall, erfüllt werden. Ausgenommen von dieser Anforderung an den Isolationswiderstand sind Batterien, die in einem mit dem Fahrzeugrahmen verbundenen elektrischen System installiert sind.

Wenn vom Hersteller der mobilen Untertagemaschine nicht anders vorgegeben, muss der Isolationswiderstand der Batterie bezogen auf deren Nennspannung mindestens die in Tabelle 1 genannten Werte erfüllen.

**Tabelle 1 – Isolationswiderstand der Batterie**

Nennspannung der Batterie $U_n$	Isolationswiderstand	
$U_n \leq 20 \text{ V DC}$	1 k $\Omega$	
$20 \text{ V DC} < U_n \leq 120 \text{ V DC}$	50 $\Omega/\text{V}$	für galvanisch getrennte DC-/AC-Stromkreise
	100 $\Omega/\text{V}$	für nicht galvanisch getrennte DC-/AC-Stromkreise
$U_n > 120 \text{ V DC}$	100 $\Omega/\text{V}$	für galvanisch getrennte DC-/AC-Stromkreise
	500 $\Omega/\text{V}$	für nicht galvanisch getrennte DC-/AC-Stromkreise

ANMERKUNG: Die in Tabelle 1 genannten Werte gelten grundsätzlich für das gesamte elektrische System der mobilen Untertagemaschine, deshalb sind in der Regel deutlich höhere Isolationswiderstände für die Batterie erforderlich, um die Anforderung an das Gesamtsystem zu erfüllen.

Die Messung muss nach UN ECE R100 Rev.3 „Isolationswiderstandsmessverfahren für Fahrzeugprüfungen“ durchgeführt werden.

##### 4.7.3 Ableitströme

Gefährdungen durch Ableitströme müssen vermieden werden. Hierbei müssen insbesondere Wärmemanagementsysteme mit leitfähigen Fluiden sowie Serien- oder Parallelschaltungen von Batterien berücksichtigt werden.

## **4.8 Zusatzanforderungen an Batterien mit einer Nennspannung größer 96 V DC**

### **4.8.1 Isolierung spannungsführender Teile**

Zur Vermeidung von Kurzschlüssen und direktem Berühren müssen alle spannungsführenden Teile der Batterie und jeder anderen Energiequelle isoliert werden. Die angegebene Bedingung muss auch erfüllt werden, wenn die Batterie/ Energiequelle nicht in der mobilen Untertagemaschine installiert ist.

Batteriezureitungen müssen die Anforderungen von DIN EN 62485-3:2015 erfüllen.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.4.2)

### **4.8.2 Schutz gegen unbefugten Zugang**

Es müssen Einrichtungen vorgesehen werden, die einen unberechtigten Zugang zur Batterie und ihren aktiven Teilen ohne Schlüssel oder Werkzeug verhindern.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.4.3)

## **4.9 Kennzeichnung**

Batterieeinbauräume und -gehäuse für mobile Untertagemaschine mit Nennspannungen größer 60 V DC müssen ein dauerhaftes Warnschild nach DIN EN 60204-1:2019, 16.2, tragen.

## **5 Zusätzliche Sicherheitsanforderungen Lithium-Ionen-Batterie**

### **5.1 Allgemeine Anforderungen**

Lithium-Ionen-Zellen/-Batterien zur Verwendung in mobilen Untertagemaschinen müssen die Sicherheitsanforderungen der DIN EN IEC 62485-6:2021 und DIN EN IEC 62619:2023 erfüllen, sofern in diesem Dokument nicht abweichend beschrieben.

Für schienengebundene mobile Untertagemaschinen darf alternativ die DIN EN IEC 62928:2018 angewendet werden, sofern in diesem Dokument nicht abweichend beschrieben.

### **5.2 Mechanische Anforderungen**

Lithium-Ionen-Batterien müssen mindestens entsprechend den mechanischen Anforderungen von DIN EN IEC 62281:2024 „Sicherheit von Primär- und Sekundär-Lithium-Batterien beim Transport“ ausgelegt und geprüft werden.

### **5.3 Anforderungen an das Batteriemanagementsystem**

#### **5.3.1 Sicherheitsfunktionen**

Die Funktion des Batteriemanagementsystems (BMS) muss ganz oder teilweise dem Batteriepack und/oder dem Batterieladegerät oder dem Betriebsmittel, das diese Batterie als Energiequelle verwendet, zugeordnet werden.

Der Betriebsbereich (Spannung, Temperatur, Strom) der Zellen ist festzulegen. Bei Lithium-Ionen-Zellen muss die Festlegung gemäß DIN EN IEC 62619:2023, Anhang A, und DIN EN IEC 62485-6:2021, Anhang A, erfolgen. Das BMS muss den Zustand der Zellen und Batteriesysteme überwachen und die Zellen und Batteriesysteme innerhalb des festgelegten Zellbetriebsbereichs halten.

ANMERKUNG: Dazu wird der Einsatz eines geregelten Ladegeräts, das den Betriebsbereich der Zellen berücksichtigt (z. B. durch die Kommunikation mit dem BMS), empfohlen.

Weiterhin muss das BMS die Anforderungen aus DIN EN IEC 62619:2023, 5.8 und 8.2 und DIN EN IEC 62485-6:2021, 10, erfüllen.

Zur funktionalen Sicherheit ist DIN EN ISO 13849 oder DIN EN 61508 zu verwenden.

Die in den Abschnitten 5.3.2 bis 5.3.6 genannten Sicherheitsfunktionen der Batterie müssen vom BMS sichergestellt werden und müssen PLr = d nach DIN EN ISO 13849-1:2023 aufweisen, sofern keine anwendungsspezifische Risikoanalyse vorliegt, die einen niedrigeren PLr zulässt.

Diese Anforderung muss in allen Betriebssituationen einschließlich Laden, erfüllt werden.

### **5.3.2 Schutz vor Überspannung**

Das BMS muss Spannungen auf Zellebene oberhalb des vom Zellhersteller festgelegten Grenzwerts zuverlässig erkennen und eine Überspannung durch Begrenzung, Abschaltung oder Unterbrechung verhindern.

ANMERKUNG: Das BMS ist in der Regel so ausgelegt, dass ein weiterer Ladevorgang verhindert wird, bevor die Batterie über die vom Batteriehersteller festgelegte kritische Überspannungsgrenze geladen wird.

### **5.3.3 Schutz bei Unterspannung**

Das BMS muss Spannungen auf Zellebene unterhalb des vom Zellhersteller festgelegten Grenzwerts zuverlässig erkennen und ein erneutes Laden der Batterie durch Abschaltung oder Unterbrechung verhindern.

ANMERKUNG: Das BMS ist in der Regel so ausgelegt, dass ein weiterer Entladevorgang verhindert wird, bevor die Batterie unter die vom Batteriehersteller festgelegte kritische Unterspannungsgrenze entladen wird.

### **5.3.4 Schutz vor Übertemperatur**

Das BMS muss Temperaturen auf Zell- oder Modulebene oberhalb des vom Zellhersteller festgelegten Grenzwerts zuverlässig erkennen und eine Übertemperatur durch Begrenzung, Abschaltung oder Unterbrechung verhindern.

ANMERKUNG: Übertemperaturen durch externe Wärmequellen können durch das BMS nicht verhindert werden.

### **5.3.5 Schutz bei Untertemperatur**

Das BMS muss Temperaturen auf Zell- oder Modulebene unterhalb des vom Zellhersteller festgelegten Grenzwerts zuverlässig erkennen und Überströme beim Laden oder Entladen durch Begrenzung, Abschaltung oder Unterbrechung verhindern.

ANMERKUNG: Laden bedeutet auch die Übertragung von Energie auf die Batterie durch Bremsen oder andere regenerative Maßnahmen.

### **5.3.6 Schutz vor Überstrom**

Das BMS muss Ströme (Laden und Entladen) auf Batterieebene, die die vom Zellhersteller oder Batteriehersteller festgelegten Grenzwerte überschreiten, zuverlässig erkennen und Überströme durch Begrenzung, Abschaltung oder Unterbrechung verhindern.

ANMERKUNG: Zum Schutz gegen externe Kurzschlüsse sind in der Regel gesonderte Maßnahmen, wie z. B. Schmelzsicherungen, erforderlich.

## **5.4 Signale**

Bevor das BMS die Lithium-Ionen-Batterie wegen eines geringen Ladezustands abschaltet, müssen von der mobilen Untertagemaschine Warnsignale (akustisch und/oder optisch) ausgegeben werden, um dem Benutzer eine angemessene Reaktion zu ermöglichen.

Anzeigen, die den Ladezustand angeben, sind als Signal geeignet aber nicht ausreichend zur Warnung.

Das BMS muss alle Meldungen im Zusammenhang mit einer Sicherheitsfunktion (siehe Abschnitt 5.3) als Signale ausgeben und die mobile Untertagemaschine muss diese Signale optisch und/oder akustisch dem Bediener anzeigen.

Anzeigen und optische Warnsignale müssen so angeordnet werden, dass der Bediener der mobilen Untertagemaschine, von der normalen Bedienposition aus, eine freie Sicht darauf hat.

## **5.5 Brandschutz**

Die mobile Untertagemaschine oder die Batterie sollte in einem Rahmen, der mit der Erfüllung ihrer Funktionen vereinbar ist, Schutzmaßnahmen aufweisen, die dem Entstehen oder dem Übergreifen eines Brandes, der in der mobilen Untertagemaschine außerhalb des Batteriesystems entsteht, auf das Batteriesystem entgegenwirkt. Dabei ist es ausreichend, nur die potentiellen Brandorte zu berücksichtigen, von denen ein erhöhtes Brandrisiko ausgeht.

ANMERKUNG: Als Schutzmaßnahmen können z. B. mechanische oder thermische Barrieren, Einrichtungen zur Verzögerung der Brandausbreitung entlang von Stromkabeln, Wärmesensoren z. B. der Bremsen, die eine Überhitzung signalisieren, oder Feuerlöschsysteme in Betracht gezogen werden.

## 5.6 EMV Prüfung/Anforderungen

Batteriesysteme müssen die Anforderungen von DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 15 erfüllen. Die gesamte Maschine muss zudem den Anforderungen von DIN EN ISO 13766-1:2019 und DIN EN ISO 13766-2:2018 entsprechen.

## 5.7 Benutzerinformation

### 5.7.1 Allgemeines

Kennzeichnungsschilder, Warnhinweise und Anleitungen für Anwendung, Installation und Wartung der Batterie müssen DIN EN IEC 62485-6:2021, Abschnitt 12, entsprechen. Zusätzlich müssen die Benutzerinformationen die Anforderungen der Abschnitte 5.7.2 bis 5.7.3 erfüllen.

Relevante Informationen zur Batterie müssen in die Betriebsanleitung der mobilen Untertagemaschine aufgenommen werden.

### 5.7.2 Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung der Batterie muss mindestens Informationen über die Betriebsbedingungen, Anwendung, Installation, Instandhaltung, Ladung, Handhabung und Gefährdungen der Batterie enthalten.

Die Betriebsanleitung(en) muss (müssen), soweit anwendbar, mindestens folgende Informationen enthalten:

- a) Name und Anschrift des Herstellers oder des bevollmächtigten Vertreters;
- b) Typbezeichnung;
- c) Beschreibung der Batterie, geeignete Ladegeräte und Zusatzausrüstungen;
- d) Beschreibung von Sicherheitseinrichtungen und Warnschildern;
- e) vorgesehene Verwendung des Systems sowie Beispiele für gefahrbringenden Missbrauch und Grenzen der Kompatibilität in Bezug auf verschiedene Technologien und Spannungs-/Strombereiche;
- f) Ausbildungsanforderungen für den Bediener;
- g) Batterieladeverfahren und -anweisungen;
- h) Funktion der Bedieneinheiten und Anzeigen;
- i) Inbetriebnahme Prüfungen vor Arbeitsbeginn;
- j) sichere Verfahren für die Identifikation, Erkennung und Beseitigung von Fehlern;
- k) Klima-/Umgebungsbedingungen, für die der Betrieb des Systems ausgelegt ist: hierzu zählen mindestens die höchstzulässige Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit für den Betrieb und die höchstzulässige Ruhezustands-Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit wie in Abschnitt 4.5 beschrieben;
- l) die Angabe, dass die angegebene maximale Umgebungstemperatur und die maximale Ruhezustands-Umgebungstemperatur auch bei Störfällen in der Umgebung der mobilen Untertagemaschine wie z. B. dem Ausfall der Bewitterung gelten;
- m) Informationen oder Anweisungen über Handlungen, die bei einer Fehlfunktion vorzunehmen sind;
- n) Angaben zur Fachgerechten Wartung und Inspektion;
- o) Verfahren für eine sichere Handhabung der Batterie einschließlich Installation, Entnahme und sicherer Montage in die mobile Untertagemaschine;
- p) Betriebsmasse und Schwerpunkt der Batterie einschließlich aller Zusatzteile, z. B. Batterie, Gehäuse, Ballast und BMS als Baugruppe;
- q) Ersatzteilliste;
- r) Transportverfahren einschließlich Ein- und Ausladen;

- s) Transportverfahren von nicht funktionsfähigen Batterien;
- t) Angaben zur fachgerechten Demontage und Entsorgung der Batterie;
- u) Gefahren im Havariefall;
- v) Angaben zum Verhalten im Brandfall der Batterie einschließlich Angaben zu Löschmaßnahmen;
- w) Angaben zur Lagerung.

Benutzerinformationen zu dem Batteriesystem sind gemäß DIN EN ISO 20607:2019 in der Betriebsanleitung aufzuführen. Angaben zur fachgerechten Wartung und Inspektion müssen in der Betriebsanleitung enthalten sein.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.2.6.3)

### **5.7.3 Kennzeichnung/Typschild**

Auf der Batterie muss ein Typschild dauerhaft angebracht sein. Es muss DIN EN 62620:2023, Abschnitt 5, und DIN EN IEC 62902:2020 entsprechen. Darüber hinaus müssen die folgenden Informationen auf dem Typschild angegeben werden:

- gespeicherte Energie in Wh;
- Masse der Batterie;
- Warnung mit dem Hinweis, externe Wärmequellen zu meiden.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.2.6.2)

## **6 Zusätzliche Sicherheitsanforderungen Bleibatterien**

### **6.1 Allgemeine Anforderungen**

Bleibatterien und ihre Zellen zur Verwendung in mobilen Untertagemaschinen müssen die Sicherheitsanforderungen der DIN EN 62485-3:2015 erfüllen, sofern in diesem Dokument nicht abweichend beschrieben.

### **6.2 Anforderungen an Batteriegehäuse, -einbauräume und -schnittstellen**

#### **6.2.1 Belüftung und Schutz**

Im Batteriegehäuse und Batterieeinbauraum müssen geeignete Lüftungsöffnungen vorgesehen sein, so dass keine gefährlichen Ansammlungen von Gasen auftreten, wenn die mobile Untertagemaschine bestimmungsgemäß genutzt wird.

ANMERKUNG: Erfahrungen mit Bleibatterien haben gezeigt, dass die Lüftungsöffnungen außerhalb des Ladebetriebs üblicherweise ausreichend sind, wenn sie so angeordnet sind, dass die Gase frei entweichen können, und wenn sie einen Querschnitt in Quadratmillimeter haben, der der halben Anzahl der Zellen multipliziert mit der 5-h- Bemessungskapazität in Amperestunden entspricht. Dieses Belüftungsniveau deckt jedoch nicht den Ladebetrieb ab, daher sind für den Ladebetrieb weitergehende Maßnahmen erforderlich. Siehe auch DIN EN IEC 62485-2:2019, Abschnitt 7.2.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.2)

#### **6.2.2 Innere Oberfläche**

Die innere Oberfläche der Batteriegehäuse oder des Batterietroges, muss gegen die chemische Wirkung des Elektrolyten widerstandsfähig sein. Es müssen Maßnahmen getroffen werden, die die Leckage von Elektrolyt aus dem Batteriegehäuse bzw. dem Batterietrog verhindern.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.3)

Bei Batterien mit einer Nennspannung größer 96 VDC muss der auf eine innere Metallfläche aufgebrachte Isolierstoff folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Er muss undurchlässig sein für den Elektrolyten und darf nicht angegriffen werden, wenn er dauernd einer Schwefelsäurelösung mit einer Dichte von 1,40 g/cm<sup>3</sup> und einer Kaliumhydroxidlösung mit einer Dichte von 1,25 g/cm<sup>3</sup> (Dichte definiert bei 20 °C) ausgesetzt wird;

- b) Er muss einer 3 000-V-Bürsten-Funken-Prüfung nach DIN EN ISO 29601:2011-07 standhalten, um die Kontinuität der Beschichtung zu überprüfen und sicherzustellen, dass sie porenfrei ist;
- c) Er muss eine hohe Schlagzähigkeit und eine hohe Abriebfestigkeit haben.

(Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.4.1)

### **6.2.3 Verhindern des Rückflusses von Elektrolyt**

Durch angemessene technische Maßnahmen im Batteriesystem ist zu verhindern, dass Elektrolyt in die Steckvorrichtungen zwischen Batterie und Ladegerät, die für eine Elektrolytumwälzung vorgesehen sind, zurückfließt.

ANMERKUNG: Elektrolyt, der in einer Nassbatterie in eine mit einer Luftzuleitung für eine Luftumwälzung des Elektrolyts ausgerüsteten Steckvorrichtung zurückfließt, ist gefahrbringend und kann einen Kurzschluss verursachen.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.5)

## **6.3 Benutzerinformation**

### **6.3.1 Allgemeines**

Kennzeichnungsschilder, Warnhinweise und Anleitungen für Anwendung, Installation und Wartung der Batterie müssen DIN EN 62485-3:2015, Abschnitt 11, entsprechen. Zusätzlich müssen die Benutzerinformationen die Anforderungen der Abschnitte 6.3.2 und 6.3.3 erfüllen.

Relevante Informationen zur Batterie müssen in die Betriebsanleitung der mobilen Untertagemaschine aufgenommen werden.

### **6.3.2 Betriebsanleitung**

Die Betriebsanleitung der Batterie muss mindestens Informationen über die Betriebsbedingungen, Anwendung, Installation, Instandhaltung, Ladung, Handhabung und Gefährdungen der Batterie enthalten.

Die Betriebsanleitung muss Informationen über die Batterieladeräume und deren Belüftung sowie alle notwendigen Sicherheitsmaßnahmen enthalten, um das Risiko von Verätzungen durch Elektrolytkontakt mit der Haut und den Augen nach DIN EN 62485-3:2015, Abschnitt 7, so gering wie möglich zu halten.

ANMERKUNG: Beim Laden der Batterie entwickeln sich bei allen Sekundärzellen und Batterien mit wässrigem Elektrolyten Gase. Wenn diese in die Umgebungsluft freigesetzt werden, bildet sich ein explosionsfähiges Gemisch, sobald die Wasserdampfkonzentration den Anteil von 4 % (Volumenanteil) Wasserstoff in der Luft überschreitet (untere Explosionsgrenze).

### **6.3.3 Kennzeichnung/Typschild**

An jedem Gehäuse der Antriebsbatterien müssen deutlich und unauslöschar die folgenden Hinweise angebracht sein:

- Name und Anschrift des Batterieherstellers;
- Typ;
- Seriennummer;
- Batterie-Nennspannung (in einem Batteriegehäuse);
- Kapazität in Amperestunden bei 5-stündiger Entladung;
- Betriebsmasse (mit Zusatzgewicht, wenn eine zu geringe Batteriemasse auszugleichen ist).
- verbindliche Kennzeichnung;
- Symbole zur Information und Warnung des Personals vor Risiken im Zusammenhang mit Batterien und nach DIN EN 62485-3:2015, 11.1.

(Angepasst, Quelle: DIN EN 1175:2020, C.1.6)

## Anhang A (informativ)

### Zuordnung der Anforderungen zu Teilbereichen der mobilen Untertagemaschine

Dieser Anhang beschreibt typische Zuordnungen, auf welche Teilbereiche der mobilen Untertagemaschine sich die in diesem Dokument beschriebenen Anforderungen beziehen. Die Zuordnungen sind in Tabelle A.1 durch X gekennzeichnet. Aufgrund im Einzelfall realisierter technischer Lösungen sind Abweichungen von dieser Zuordnung möglich oder sogar erforderlich. Abweichungen von dieser Zuordnung sind ebenfalls aufgrund anderslautender Vereinbarungen über Lieferumfänge zwischen Auftraggeber und Lieferant möglich.

**Tabelle A.1 – Zuordnung der Anforderungen zu Teilbereichen der mobilen Untertagemaschine**

Kapitel	A (Batt. ausgen. BMS)	B (BMS)	C (mob. Masch. ausgen. Batt.)	D (Batt. o./u. mob. Masch.)
4.1	X	X	X	
4.2	X	X		
4.3			X	
4.4				X
4.5, 1. bis 4. Absatz	X	X		
4.5, 5. Absatz				X
4.6.1, 1. Absatz				X
4.6.1, 2. und 3. Absatz	X	X	X	
4.6.1, 4. Absatz	X	X		
4.6.2, 1. Absatz				X
4.6.2, 2. Absatz			X	
4.6.3.1	X	X*		
4.6.3.2	X	X*		
4.6.3.3				X
4.6.4, 1. bis 4. Absatz				X
4.6.4, 5. Absatz	X	X		
4.7.1	X	X	X	
4.7.2	X	X		
4.7.3	X	X*	X	
4.8.1, 1. Absatz	X	X*		
4.8.1, 2. Absatz				X
4.8.2				X
4.9	X		X	
5.1	X	X		
5.2	X	X		
5.3		X		
5.4		X	X	
5.5				X
5.6	X	X	X	
5.7.1	X	X	X	
5.7.2	X	X		
5.7.3	X			
6.1	X	X		
6.2.1	X		X	
6.2.2	X			
6.2.3	X			
6.3.1	X	X	X	

<b>Kapitel</b>	<b>A (Batt. ausgen. BMS)</b>	<b>B (BMS)</b>	<b>C (mob. Masch. ausgen. Batt.)</b>	<b>D (Batt. o./u. mob. Masch.)</b>
6.3.2	X	X		
6.3.3	X			

\*) Sofern mindestens eine den Anforderungen zugrundeliegende Gefährdung für das BMS zutrifft

Spalten:

- A – Anforderungen an das Batteriesystem oder seine Bestandteile, ausgenommen Anforderungen an das BMS
- B – Anforderungen an das BMS
- C – Anforderungen an die mobile Untertagemaschine mit Ausnahme des Batteriesystems
- D – Anforderungen, die je nach technischer Lösung das Batteriesystem oder die mobile Untertagemaschine mit Ausnahme des Batteriesystems oder beides betreffen

Für die Konkretisierung einiger der in diesem Dokument an die Batterie gerichteten Anforderungen sollte aus dem Konzept der mobilen Untertagemaschine eine maschinenspezifische Anforderungsspezifikation abgeleitet werden. Dieses betrifft mindestens die in den Abschnitten 4.2, 4.4, 4.5, 4.7.2, 4.8.2, 5.3.1, 2. Absatz, und 5.4 genannten Anforderungen.

## Literaturhinweise

- [1] Recommended Practices for Battery Electric Vehicles in Underground Mining – Version 3 (GMG07-EM-2022). Global Mining Guidelines Group (2022)
- [2] DIN 55670:2011-02; Beschichtungsstoffe – Prüfung von Beschichtungen auf Poren und Risse mit Hochspannung
- [3] DIN EN 61373:2011-04; Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen – Prüfungen für Schwingen und Schocken (IEC 61373:2010); Deutsche Fassung EN 61373:2010  
DIN EN 61373 Berichtigung 1: 2018-01; Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen – Prüfungen für Schwingen und Schocken (IEC 61373:2010/COR1:2011); Deutsche Fassung EN 61373:2010/AC:2017-09
- [4] DIN EN IEC 62485:2019-04; Sicherheitsanforderungen an Sekundär-Batterien und Batterieanlagen – Teil 2: Stationäre Batterien (IEC 62485-2:2010); Deutsche Fassung EN IEC 62485-2:2018
- [5] DIN EN ISO 19296:2019-04; Bergbau – Mobile Untertagemaschinen – Maschinensicherheit (ISO 19296:2018); Deutsche Fassung EN ISO 19296:2018
- [6] IEC/TR 61431:2020-09; Guidelines for the use of monitor systems for lead-acid traction batteries