

**DIN EN 62485-6
(VDE 0510-485-6)**
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 29.220.20

Einsprüche bis 2017-08-02

Entwurf
**Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen –
Teil 6: Lithium-Ionen Batterien für Traktionsanwendungen
(IEC 21/902/CD:2016)**

Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
Part 6: Lithium-ion batteries for traction applications
(IEC 21/902/CD:2016)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-06-02 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 32 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

	Inhalt	Seite
1	Anwendungsbereich	5
2	Normative Verweisungen	5
3	Begriffe	6
4	Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Batterie und das Ladegerät.....	8
4.1	Allgemeines	8
4.2	Schutz sowohl gegen direktes als auch indirektes Berühren.....	8
4.3	Schutz gegen direktes und indirektes Berühren beim Entladen der Antriebsbatterie im Fahrzeug (Batterie getrennt von Ladegerät/Netz).....	9
4.4	Schutz gegen direktes oder indirektes Berühren beim Laden der Antriebsbatterie.....	9
5	Vermeidung von Kurzschlüssen und Schutz gegen andere Auswirkungen von elektrischem Strom	10
5.1	Kabel und Zellenverbindungen.....	10
5.2	Schutzmaßnahmen während der Instandhaltung	10
5.3	Batterieisolierung.....	10
6	Schutz vor Gefährdungen.....	11
6.1	Empfohlene Ladepraxis.....	11
6.2	Ladebetriebsarten.....	11
6.3	Temperaturausgleich der Ladespannung und Begrenzung des Ladestroms	11
6.4	Überladung oder Tiefentladung unter Fehlerbedingungen	11
6.5	Vorbeugung von elektrostatischen Entladungen bei der Arbeit mit Batterien.....	11
7	Schutz vor Gefährdungen durch chemische Stoffe.....	12
7.1	Zufälliger Kontakt und „Erste Hilfe“	12
7.2	Augen- oder Hautkontakt.....	12
7.3	Verschlucken	12
7.4	Atemwege.....	12
7.5	Verbrennungen.....	12
7.6	Batteriezubehörteile und Instandhaltungswerkzeuge	12
8	Batteriekästen und -gehäuse	12
9	Batterieaustausch.....	13
10	Periphere Geräte/Zubehörteile einer Batterie	13
10.1	Batterieüberwachungssystem	13
10.2	Wärmemanagementsysteme	14
10.3	Steckverbinder (Stecker/Steckdosen)	14
11	Anforderungen an den Ladestrom.....	14
11.1	Überlagerter Wechselanteil des Stroms.....	14
11.2	Höchster Wellenstrom	14

12	Kennzeichnungsschilder, Warnhinweise und Gebrauchs-, Errichtungs- und Instandhaltungsanweisungen.....	15
12.1	Warnschilder	15
12.2	Kennzeichnungsschild	15
12.3	Anweisungen.....	15
12.4	Weitere Schilder	16
13	Transport, Lagerung, Entsorgung und Umweltaspekte	16
13.1	Verpackung und Transport.....	16
13.2	Demontage, Entsorgung und Wiederverwertung von Batterien	16
14	Inspektion und Überwachung.....	16
	Literaturhinweise	17

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 21/902/CD:2016 „Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 6: Lithium-ion batteries for traction applications“ (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.

Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 6: Lithium-Ionen Batterien für Traktionsanwendungen

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62485 gilt für Sekundärbatterien und Batterieanlagen zur Anwendung für Elektrofahrzeuge außerhalb des Straßenverkehrs, behandelt aber nicht die Bauweise solcher Fahrzeuge.

Beispiele für die wichtigsten Anwendungen sind:

industrielle

- batteriebetriebene Lokomotiven;
- Reinigungsmaschinen;
- Lastkraftwagen für Materialtransport, z. B. Gabelstapler, Abschleppfahrzeuge, fahrerlose Fahrzeuge;
- Hebebühnen und weitere elektrisch angetriebene Anwendungen;
- elektrisch angetriebene Boote und Schiffe.

Diese Internationale Norm behandelt Sicherheitsaspekte von Sekundär-Lithiumionenbatterien in solchen Anwendungen. Lithiumionenzellen/-batterien zur Verwendung in industriellen Antriebsanwendungen müssen bestimmungsgemäß die Sicherheitsanforderungen von IEC 62619 erfüllen.

Die Nennspannungen sind begrenzt auf 1 000 V Wechselstrom beziehungsweise 1 500 V Gleichstrom, und es werden die grundlegenden Schutzmaßnahmen gegen allgemeine Gefährdungen durch Elektrizität, Gasfreisetzung und Elektrolyt festgelegt.

Sie stellt Anforderungen zu Sicherheitsaspekten im Zusammenhang mit Installation, Gebrauch, Inspektion, Instandhaltung und Entsorgung bereit.

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 62619, *Safety requirements for secondary Lithium cells and batteries, for use in industrial applications*

IEC 62281, *Safety of primary and secondary Lithium cells and batteries during transport*

IEC 62620, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Large format secondary lithium cells and batteries for use in industrial application*

IEC 62485-1, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 1: General safety information*

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60900, *Live working – Hand tools for use up to 1 000 V AC and 1 500 V DC*

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

ISO 3864 (all parts), *Graphical symbols – Safety colours and safety signs*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

(Sekundär-) Zelle (wiederaufladbare) Zelle, Einzelzelle

Baugruppe, bestehend aus Elektroden und Elektrolyt, welche die Grundeinheit einer Sekundärbatterie bildet

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Baugruppe befindet sich in einem eigenen Gehäuse und ist mit einem Deckel verschlossen.

3.2

Lithium-Ionen-Batterie

Sekundärbatterie mit Elektrolyt aus einem organischen Lösungsmittel und positiven und negativen Elektroden aus Einlagerungsverbindungen, die Lithium enthalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Lithium-Ionen-Batterie enthält kein metallisches Lithium.

3.3

gasdichte Zelle

Zelle, die verschlossen bleibt und weder Gas noch Flüssigkeit austreten lässt, wenn sie innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzwerte betrieben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine gasdichte Zelle kann mit einer Sicherheitseinrichtung versehen sein, um gefährlich hohen inneren Druck zu vermeiden; sie ist dazu vorgesehen, während ihrer gesamten Lebensdauer im ursprünglichen gasdichten Zustand zu arbeiten.

3.4

Elektrolyt

flüssiger oder fester Stoff mit beweglichen Ionen, die den Stoff ionenleitend machen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Elektrolyt darf eine Flüssigkeit, ein Feststoff oder ein Gel sein.

3.5

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 die Umgebung regelt, um das Betriebsverhalten und/oder die Lebensdauer der Batterie zu beeinflussen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Batteriemanagementsystem wird manchmal auch als Batteriemanagement-Einheit (BMU, en: battery management unit) bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Funktion des Batteriemanagementsystems kann dem Batteriepack und/oder dem Gerät, das die Batterie nutzt, zugeordnet sein.

3.6

Ladung

Laden (einer Batterie)

Vorgang, bei dem einer Sekundärzelle oder -batterie elektrische Energie aus einem äußeren Stromkreis zugeführt wird, was zu chemischen Veränderungen in der Zelle führt, als deren Ergebnis diese Energie als chemische Energie gespeichert wird

3.7

Überladung

Überladen (einer Zelle oder Batterie)

fortgesetztes Laden einer Sekundärzelle oder -batterie nach Erreichen des Vollladezustands

Anmerkung 1 zum Begriff: Überladung ist auch ein Ladevorgang über einen bestimmten, vom Hersteller festgelegten Grenzwert hinaus.

3.8

Nennspannung

geeigneter annähernder Wert der Spannung zur Bezeichnung oder Kennzeichnung einer Zelle, einer Batterie oder eines elektrochemischen Systems

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller der Zelle oder Batterie gibt die Nennspannung möglicherweise an.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Nennspannung einer Batterie von „n in Reihe geschalteten Zellen ist gleich dem „n-Fachen der Nennspannung einer einzelnen Zelle. [QUELLE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modifiziert]

3.9

Zwischenladung

Nutzung von Standzeit während des Betriebs, um nachzuladen und dadurch die Betriebsdauer einer Batterie zu verlängern und dadurch gleichzeitig eine Tiefentladung zu vermeiden

3.10

Entladung

Entladen (einer Batterie)

Vorgang, bei dem eine Batterie unter festgelegten Bedingungen in der Zelle erzeugte elektrische Energie an einen äußeren Stromkreis liefert

3.11

periphere Geräte

periphere Geräte einer Batterie

an einer Batterie angebrachte Geräte, die den Betrieb der Batterie unterstützen oder überwachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind ein Batterieüberwachungssystem, ein zentrales Entgasungssystem, die Batteriesteckvorrichtungen (Stecker und Steckdosen), ein Wärmemanagementsystem, usw.

3.12

Laderaum

Raum oder abgegrenzter Bereich, der speziell für das Wiederaufladen von Batterien vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Raum darf auch für die Batterieinstandhaltung benutzt werden.

3.13

Ladestelle

freie Stellfläche, die für das Wiederaufladen von Batterien kenntlich gemacht und dafür eingerichtet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Bereich darf auch für die Instandhaltung von Batterien und des elektrochemischen Systems von der Batterie zugehörigen Betriebsmitteln verwendet werden.

3.14

Antriebsbatterie

Sekundärbatterie, die dafür ausgelegt ist, die Antriebsenergie für Elektrofahrzeuge bereitzustellen

3.15

Tiefentladung

Entladung bis unterhalb einer festgelegten Entladeschussspannung (EoDV; en: end of discharge voltage) einer Batterie

3.16

Kurzschlüsse (äußere, innere)

Kurzschluss (äußerer)

ungewöhnlich hohe Stromentladung aufgrund eines Leitungsfehlers über Bauteile mit entgegengesetzter Polarität, entweder innerhalb des Batteriestromkreises oder über die äußeren Anschlussklemmen

Kurzschluss (innerer)

leitende Überbrückung durch Isolierung innerhalb einer Zelle aufgrund von Herstellungsfehlern, Fehlern im Zellenaufbau oder Beschädigung aufgrund von unsachgemäßem Gebrauch der Zelle

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Kurzschlussstrom – IEC 482-03-26

3.17

Batteriemodul

genormte und austauschbare Batteriebaugruppe aus Zellen in Reihen- und/oder Parallelschaltung und der zugehörigen Schalttechnik, ausgelegt für die einfache Montage in eine handelsübliche Batterie

3.18

Batteriesystem

Batteriesystem, welches ein(e) oder mehrere Zelle(n), Modul(e) oder Batterie-Pack(s) enthält. Eine oder mehr Batterie(n) mit ihren zugehörigen BMS und weiteren Regelungen, die für die Verwendung in einem Batterie-Energiespeichersystem geeignet sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Es hat eine Einheit für Batteriemanagement zum Abschalten im Fall von Überladen, Überstrom oder Überhitzung. Es darf Einheiten zum Kühlen und Heizen aufweisen.

4 Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Batterie und das Ladegerät

4.1 Allgemeines

An Antriebsbatterien und in Anlagen zum Laden von Antriebsbatterien müssen Maßnahmen zum Schutz entweder vor direktem oder indirektem Berühren oder sowohl vor direktem als auch indirektem Berühren getroffen werden.

Die Schutzmaßnahmen sind in [IEC 60364-4-41](#) und [IEC 61140](#) im Detail festgelegt. Die folgenden Abschnitte und die sich ergebenden Änderungen legen die typischen Schutzmaßnahmen fest, die für Antriebsbatterieanlagen zu treffen sind.

Die zutreffende Betriebsmittelnorm [IEC 61140](#) gilt für Batterien und Gleichstrom-Verteilschaltungen innerhalb von Betriebsmitteln.

4.2 Schutz sowohl gegen direktes als auch indirektes Berühren

An Batterien und in Anlagen zum Laden von Batterien muss der Schutz gegen direktes Berühren von aktiven Bauteilen in Übereinstimmung mit [IEC 60364-4-41](#) sichergestellt werden.

Die folgenden Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren sind anwendbar:

- Schutz durch Isolierung aktiver Teile;
- Schutz durch Abdeckungen oder Gehäuse;
- Schutz durch Hindernisse;
- Schutz durch Aufstellung außerhalb der Reichweite.

Die folgenden Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren sind anwendbar:

- Schutz durch automatische Abschaltung oder Signalisierung;
- Schutz durch Schutzisolierung;
- Schutz durch erdfreien örtlichen Potentialausgleich;
- Schutz durch elektrische Trennung.

4.3 Schutz gegen direktes und indirektes Berühren beim Entladen der Antriebsbatterie im Fahrzeug (Batterie getrennt von Ladegerät/Netz).

4.3.1 Bei Batterien mit einer Nennspannung bis einschließlich DC 60 V, ist ein Schutz gegen elektrischen Schlag aufgrund von direktem Berühren nicht formell gefordert, sofern die gesamte Anlage den Bedingungen für Sicherheitskleinspannung (SELV; en: safety extra low voltage) und Schutzkleinspannung (PELV; en: protective extra low voltage) entspricht.

Aus anderen Gründen, z. B. Kurzschlüsse, mechanische Beschädigung, usw., müssen jedoch alle Batterien in Elektrofahrzeugen einen Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile aufweisen, auch bei einer Nennspannung von DC 60 V oder geringer.

ANMERKUNG Batterien mit einer Nennspannung bis einschließlich DC 120 V werden als sichere Stromversorgungsquellen für SELV-Systeme (Sicherheitskleinspannung) oder PELV-Systeme (Schutzkleinspannung) angesehen, siehe IEC 60364-4-41:2005, 411.1.

4.3.2 Bei Batterien mit einer Nennspannung über DC 60 V und bis einschließlich DC 120 V ist ein Schutz gegen elektrischen Schlag aufgrund direkten Berührens gefordert.

Die folgenden Schutzmaßnahmen sind anwendbar:

- Schutz durch Isolierung aktiver Teile;
- Schutz durch Abdeckungen oder Gehäuse;
- Schutz durch Hindernisse;
- Schutz durch Aufstellung außerhalb der Reichweite.

Wenn der Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile nur durch Hindernisse oder Aufstellen außerhalb der Reichweite sichergestellt wird, muss der Zugang zum Unterbringungsbereich der Batterie auf geschultes und befugtes Personal beschränkt sein, und der Unterbringungsbereich der Batterie muss zweckmäßig mit Warnschildern gekennzeichnet werden (siehe Abschnitt 11).

Bei Batterien mit einer Nennspannung über DC 120 V sind Schutzmaßnahmen sowohl gegen direktes als auch indirektes Berühren gefordert.

Batteriefächer mit Batterien mit einer Nennspannung über DC 120 V müssen verschlossen sein und der Zugang muss auf geschultes und befugtes Personal beschränkt sein, und sie müssen zweckmäßig mit Warnschildern gekennzeichnet werden (siehe Abschnitt 11).

Bei Batterien mit einer Nennspannung über DC 120 V sind die folgenden Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren anwendbar:

- „Schutz durch elektrische Isolierung aktiver Teile“;
- „Schutz durch erdfreien örtlichen Potentialausgleich“;
- „Schutz durch automatische Abschaltung der Signalisierung“;

4.4 Schutz gegen direktes oder indirektes Berühren beim Laden der Antriebsbatterie

Bei der Verwendung von Ladegeräten mit sicherer galvanischer Trennung vom speisenden Netz nach IEC 61140, müssen die Schutzmaßnahmen SELV oder PELV angewendet werden. Wenn die Nennspannung der Batterie DC 60 V nicht überschreitet, ist ein Schutz gegen elektrischen Schlag aufgrund von direktem Berühren nicht formell gefordert, sofern die gesamte Anlage den Bedingungen für SELV und PELV entspricht.

Wenn das Batterieladegerät diesen Anforderungen nicht entspricht, müssen die folgenden Schutzmaßnahmen gegen direktes und indirektes Berühren entsprechend IEC 60364-4-41 getroffen werden

Aus anderen Gründen, z. B. Kurzschlüsse, mechanische Beschädigung, usw., müssen jedoch alle Batterien in Elektrofahrzeugen einen Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile aufweisen, auch bei einer Nennspannung von DC 60 V oder geringer.

5 Vermeidung von Kurzschlüssen und Schutz gegen andere Auswirkungen von elektrischem Strom

5.1 Kabel und Zellenverbindungen

Kabel und Zellenverbindungen müssen isoliert sein, um Kurzschlüsse zu verhindern.

Wenn ein Schutz gegen Kurzschlüsse aus besonderen Gründen nicht durch Überstromschutzeinrichtungen für Batterien bereitgestellt werden kann, müssen die Verbindungskabel zwischen Ladegerät, entsprechenden Batteriesicherungen und Batterien, und zwischen Batterie und Fahrzeug gegen Kurzschlüsse und Erdschluss geschützt werden.

Die Kabel müssen die Anforderungen nach IEC 60204-1 erfüllen.

Die Kabel an Batterieanschlussklemmen müssen derart befestigt sein, dass Zug- und Torsionsbeanspruchungen an den Batterieanschlussklemmen vermieden werden. (Siehe auch IEC 62485-3, 5.1).

Die Isolierung muss widerstandsfähig gegen die Auswirkungen von Umgebungseinflüssen wie Temperatur, Feuchte, Staub, Gase, Dampf und mechanische Beanspruchungen sein.

5.2 Schutzmaßnahmen während der Instandhaltung

Zur Minimierung der Verletzungsgefahr bei Arbeiten an aktiven Betriebsmitteln dürfen nur isolierte Werkzeuge nach IEC 60900 verwendet werden, und es müssen alle erforderlichen Maßnahmen abhängig vom Batterietyp getroffen werden, um ein sicheres Arbeiten an der Batterie sicherzustellen.

- alle persönlichen metallischen Objekte müssen vor Beginn der Arbeiten von den Händen, Handgelenken und vom Hals entfernt werden;
- für Batteriesysteme, bei welchen die Höchstspannung größer als DC 120 V ist, sind zur Verhinderung der Berührung des Bodens oder mit Erde verbundener Teile durch das Personal Schutzkleidung und örtlich isolierte Abdeckungen erforderlich.

5.3 Batterieisolierung

5.3.1 Dieser Abschnitt gilt nicht für Batterien, welche in elektrisch angetriebenen Straßenfahrzeugen verwendet werden, sofern die Anforderungen an die Batterieisolierung durch die entsprechenden Normen für diese Anwendung abgedeckt werden.

5.3.2 Eine neue und geladene Batterie muss bei der Messung zwischen einer Batterieanschlussklemme und einer Metallplatte, einem Fahrzeugrahmen oder anderen leitenden Tragwerkstrukturen einen Isolationswiderstand entsprechend den Festlegungen des Herstellers aufweisen. Wenn die Batterie in mehr als einem Kasten untergebracht ist, gilt diese Anforderung für die Abschnitte, einschließlich Batteriekästen aus Metall, die elektrisch angeschlossen sind.

5.3.3 Sofern es vom Hersteller nicht festgelegt ist, muss eine im Gebrauch befindliche Batterie mit einer Nennspannung nicht größer als DC 120 V bei der Messung zwischen einer Batterieanschlussklemme und einer Metallplatte, einem Fahrzeugrahmen oder anderen leitenden Tragwerkstrukturen einen Isolationswiderstand von mindestens $100\ \Omega$ multipliziert mit der Nennspannung der Batterie aufweisen, aber nicht geringer als $1\ \text{k}\Omega$. Wenn die Nennspannung der Batterie DC 120 V überschreitet, ist ein Isolationswiderstand von mindestens $200\ \Omega$ multipliziert mit der Nennspannung der Batterie erforderlich. Wenn die Batterie in mehr als einem Kasten untergebracht ist, gilt diese Anforderung für die Abschnitte, einschließlich Batteriekästen aus Metall, die elektrisch angeschlossen sind.