



BG

Vereinigung der Metall-
Berufsgenossenschaften

BGI 5017

BG-Information

Ladeeinrichtungen für Fahrzeugbatterien



Rüdiger H. F. Heuchel
Arnd Schulz

Ladeeinrichtungen für Fahrzeugbatterien

Verantwortlich für den Inhalt:

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft

Informationen zum Bildmaterial

Die Verfasser bedanken sich bei nachfolgend aufgeführten Mitgliedsbetrieben der Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft und der Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft sowie bei weiteren Unternehmen und Einrichtungen, die in sehr kooperativer Weise bereit waren, Aufnahmen von arbeitsplatzbezogenem Bildmaterial zur Verfügung zu stellen oder zu ermöglichen.

MAN Nutzfahrzeuge GmbH, 44143 Dortmund
Miele & Cie. KG, 33332 Gütersloh
MVG Märkische Verkehrsgesellschaft GmbH, 58507 Lüdenscheid
RK Autowelt Rinke & Knipps GmbH, 59494 Soest
Severin Elektrogeräte GmbH, 59846 Sundern
Siemens AG Energy Sector Oil & Gas Division, 47053 Duisburg-Hochfeld
ThyssenKrupp Umformtechnik GmbH, 33647 Bielefeld-Brackwede
VdS Schadenverhütung, 50735 Köln
ZDK Zentralverband Deutsches Kfz-Gewerbe, 53129 Bonn

Vorbemerkung

Diese BG-Information liegt nunmehr in der 3. Auflage vor. Gegenüber der Vorgängerversion wurden sämtliche Themenbereiche aktualisiert und an neuere relevante Regelwerke, im Wesentlichen an elektrotechnische Regeln und Technische Regeln für Betriebssicherheit, angepasst.

Insbesondere die Ausführungen zu „Elektrostatik“, „Explosionsschutz und Lüftung“, „Errichten der elektrischen Anlage“, „Sicherheitskennzeichnungen“, „Inspektion und Prüfung“ sowie „Betreiben von Batterieladeeinrichtungen“ erfuhren eine Konkretisierung.

Außerdem wurden die Abschnitte überwiegend neu strukturiert und die Muster-Betriebsanweisungen angepasst.

Aufgrund der konstruktiven Zuarbeit von internen und externen Experten sowie von fachkompetenten Lesern, die ihre eigenen Erfahrungen beigetragen haben, konnte der Inhalt zweckmäßig und praxisgerecht ausgearbeitet werden.

An dieser Stelle bedanken sich die Verfasser bei allen Fachleuten, die geholfen haben, dieses Werk zusammenzustellen. Ohne deren zahlreiche sachkundige Vorschläge und Anregungen sowie die Zurverfügungstellung von Informationsmaterial wäre die fachgerechte Aktualisierung dieser Informationsschrift nicht in der jetzt vorliegenden Fassung möglich gewesen.

Die Autoren

Hinweis:

Die in dieser BG-Information enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedsstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Begriffsbestimmungen	7
3 Batterieladestation	13
3.1 Allgemeine Beschaffenheitsmerkmale	13
3.2 Explosionsschutz und Lüftung	15
3.3 Verhinderung elektrostatischer Entladungen	23
3.4 Bodenbeschaffenheit	24
4 Einzelladeplatz	26
4.1 Allgemeines	26
4.2 Bau und Ausführung	28
5 Errichten der elektrischen Anlage	31
5.1 Allgemeine Anforderungen	31
5.2 Besondere Anforderungen	32
5.3 Zusätzliche Anforderungen zur Explosionssicherheit	34
6 Sicherheitskennzeichnungen, Aushänge, Einrichtungen, Regelungen	35
7 Betreiben von Batterieladeeinrichtungen	38
7.1 Gefährdungsbeurteilung	38
7.2 Schutzmaßnahmen	40
7.3 Bereitstellungszustand der Batterien	41
7.4 Laden	41
7.5 Explosionsgefahr	43
7.6 Umgang mit Elektrolyt	43
7.7 Inbetriebnahme	45
7.8 Instandhaltung	46
7.9 Schutzkleidung	47

7.10	Maßnahmen gegen Entstehungsbrände	48
7.11	Transport von Batterien	49
7.12	Entsorgung	50
7.13	Unterweisung	51
8	Inspektion und Prüfungen	52
8.1	Inspektion von Batterien	52
8.2	Prüfung der Arbeitsmittel	52
8.3	Prüfungen beim Vorhandensein explosionsgefährdeter Bereiche	53
9	Erste Hilfe bei Verätzungen	55
10	Betriebsanweisung	56
10.1	Anwendungsbereich	56
10.2	Gefahrstoffbezeichnung	56
10.3	Gefahren für Mensch und Umwelt	56
10.4	Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln	57
10.5	Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall	58
10.6	Verhalten bei Unfällen, Erste Hilfe	58
10.7	Instandhaltung	58
10.8	Entsorgung	59
10.9	Folgen bei Nichtbeachtung	59
11	Literaturverzeichnis	60
Anhang 1	Checkliste zum sicheren Betreiben einer Batterieladeanlage	64
Anhang 2	Muster-Betriebsanweisungen	67

Vorwort

Das Laden von Batterien ist gefährlicher, als es im Allgemeinen angenommen wird; das kann durch die Auswertung von untersuchten Unfällen mit explodierten Batterien belegt werden.

Batterieanlagen werden typischerweise mit niedrigen Gleichspannungen betrieben.

Bei Störungen in Anlagen und Arbeits- oder Betriebsmitteln sowie bei Verhaltensfehlern können jedoch hohe Kurzschlussströme auftreten, die Gefahren für Personen, aber auch eine große Brandgefahr darstellen.

Ladevorgänge können Gase bilden und freisetzen, die unter gewissen Bedingungen gefährlich sind und daher besondere Schutzmaßnahmen erfordern.



Durch die Bildung von Wasserstoff, der beim Laden zusammen mit Sauerstoff ein Wasserstoff/Luft-Gemisch, so genanntes „Knallgas“ bildet, besteht Explosionsgefahr, denn Knallgas ist hochexplosiv. Ein Funke kann ausreichen, um eine Explosion auszulösen.



Die Knallgasbildung wird bei einer zu hohen Ladespannung und beim Überladen der Batterien noch erheblich intensiviert.

Während des Ladens ist es deshalb wichtig, die Bildung einer starken Gasung dauerhaft

auszuschließen, weil durch die dabei entstehende explosionsfähige Atmosphäre ein hohes Verletzungsrisiko durch einen möglichen Batteriezerknall besteht.

Das Auftreten eines explosionsfähigen Gemisches kann neben der Benutzung geeigneter Ladegeräte auch durch eine ausreichende Lüftung verhindert werden.

Weiterhin ist eine Funkenbildung, z. B. durch Schleif- oder Trennarbeiten, Benutzung von Streichhölzern und Feuerzeugen oder elektrische Zündfunken durch Schaltkontakte und Entladungen, wirksam zu verhindern. Außerdem gilt ein Rauchverbot.

Letztlich ist häufig die stark ätzende Wirkung von Elektrolyten unbekannt oder sie wird erheblich unterschätzt.



Um Unfälle und Explosionen beim Umgang mit Batterien zu vermeiden, sind gut geschultes Personal und richtig ausgestattete Ladeeinrichtungen unerlässlich.

1 Anwendungsbereich

Diese BG-Information dient dem Schutz von Personen vor Gefahren, die hauptsächlich durch elektrischen Strom, wie Körperdurchströmung und Lichtbogenbildung, durch gefährliche Arbeitsstoffe, z. B. freigesetzte Gase und Elektrolyt, sowie gefährlicher Reaktionen, wie Knallgasbildung mit Explosionsgefahr und Batteriezerknall, bei der Benutzung von Batterieladeeinrichtungen für Fahrzeuge entstehen können. Sie enthält grundsätzliche Maßnahmen und Hinweise für die Errichtung von Batterieladeanlagen sowie Mindestanforderungen, welche die Sicherheit beim Betreiben und Instandhalten gewährleisten.

Die Informationen sind nicht zum Betreiben und Benutzen von Ladestationen (Stromtankstellen) für in der Automobilindustrie hergestellte Elektroautos (Elektromobile) bestimmt. Ebenso fallen Batterieladeanlagen für den Untertage-Bergbau, an Bord von Schiffen und auf Off-shore-Einrichtungen, für die internationales Seerecht bindend ist, nicht in den Anwendungsbereich.

2 Begriffsbestimmungen

Anlagenverantwortlicher

Person, die beauftragt ist, während der Durchführung von Arbeiten die unmittelbare Verantwortung für den Betrieb der elektrischen Anlage bzw. Anlagenteile zu tragen, die zur Arbeitsstelle gehören.

Anmerkung: Er kann die möglichen Auswirkungen der Arbeiten auf die in seinem Zuständigkeitsbereich befindlichen Anlagen bzw. der Anlagenteile und die Auswirkungen von diesen auf die vorgesehene Arbeitsausführung beurteilen. Erforderlichenfalls können einige mit dieser Verantwortung einhergehende Verpflichtungen auf andere Personen übertragen werden.

Antriebsbatterie

dient als Energiequelle zum elektrischen Antrieb von Flurförderzeugen. Sie kann fester oder auswechselbarer Bestandteil des Fahrzeugs sein. Antriebsbatterien werden auch Traktionsbatterien genannt.

Batterie

besteht aus zwei oder mehreren elektrisch miteinander verbundenen Zellen.

Batterieanlage

umfasst die Batterie sowie die unmittelbar hiermit verbundene Schalt- und Ladeeinrichtung.

Batterieeinbauraum

ist für die Unterbringung von Batterien ausgelegt, um sie vor Umwelteinflüssen und unbefugtem Zutritt sowie Zugriff von Personen zu schützen. Außerdem dient der Batterie-

einbauraum zum Schutz vor Gefahren, die von der Batterie ausgehen.

Batterieladeeinrichtung

umfasst sowohl Batterieladeräume, Batterieladestationen, Einzelladeplätze als auch die zum Laden erforderlichen elektrischen Arbeits- und Betriebsmittel sowie deren Zubehör. Sie wird umgangssprachlich auch als Batterieladeanlage bezeichnet.

Batterieladerraum

ist ein Raum in einem Gebäude, in dem Batterien nur vorübergehend zum Laden aufgestellt werden. Die Ladegeräte sind hiervon räumlich getrennt.

Der Batterieladerraum wird in dieser BG-Information als Batterieladestation bezeichnet.

Batterieladestation

ist ein Raum oder Bereich, in dem Batterien nur vorübergehend zum Laden aufgestellt werden und in dem gleichzeitig die Ladegeräte untergebracht sind.

Bedienungsgang

Ein Gang, genutzt zum Bedienen, wie Schalten, Steuern, Einstellen oder Überwachen, von technischen Einrichtungen.

Befähigte Person

ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Gebrauch von Produkten, Prozessen oder Dienstleistungen, die im Einklang mit den Produktbeschreibungen, Anweisungen und Informationen stehen, die vom Lieferanten zur Verfügung gestellt werden.

Betriebsstätte, elektrische

ist ein Raum oder ein Ort, der im Wesentlichen zum Betrieb elektrischer Anlagen dient und in der Regel nur von Personen betreten wird, die zumindest elektrotechnisch unterwiesen wurden.

Betriebsstätte, abgeschlossene elektrische

ist ein Raum oder ein Ort, der ausschließlich dem Betreiben elektrischer Anlagen dient und unter Verschluss gehalten wird. Zutritt haben Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen, Laien jedoch nur in Begleitung von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen.

Brand

ist ein Schadenfeuer (nicht bestimmungsgemäßes Brennen) mit Licht- und Wärmeentwicklung als Reaktion zwischen einem brennbaren Stoff und dem Sauerstoff der Luft.

Brandklassen

Es werden für den Anwendungsbereich dieser BG-Information folgende Brandklassen unterschieden:

- **Brandklasse A:**

Brände fester Stoffe, hauptsächlich organischer Natur, die normalerweise unter Glutbildung verbrennen, z. B. Holz, Papier, Stroh, Textilien, Kohle.

- **Brandklasse B:**

Brände von flüssigen oder flüssig werdenden Stoffen, z. B. Benzin, Benzol, Öle, Fette, Lacke, Teer, Äther, Alkohol, Stearin, Paraffin.

Einzelladeplatz (Ladestelle)

ist ein durch geeignete Anordnung und Kenntlichmachung für das Laden von Batterien eingerichteter Platz in Arbeits-, Lager- oder Betriebsräumen.

Elektrische Arbeitsmittel

sind gebrauchsfertige elektrische Betriebsmittel, die fest oder über eine Steckvorrichtung mit der elektrischen Anlage verbunden sind.

Elektrische Betriebsmittel

sind alle Produkte, die zum Zweck der Erzeugung, Umwandlung, Übertragung, Verteilung oder Anwendung von elektrischer Energie oder zum Übertragen, Verteilen und Verarbeiten von Informationen benutzt werden. Den elektrischen Betriebsmitteln werden Schutz- und Hilfsmittel gleichgesetzt, soweit an diese Anforderungen hinsichtlich der elektrischen Sicherheit gestellt werden. Elektrische Betriebsmittel können auch Arbeitsmittel sein.

Elektrische Gefährdung

ist die Möglichkeit eines Schadens oder einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch das Vorhandensein elektrischer Energie in einer Anlage oder einem Betriebsmittel.

Elektrofachkraft

ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

Elektrotechnisch unterwiesene Person

ist, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angelernt sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen unterwiesen wurde.

Eine unterwiesene Person darf elektrotechnische Tätigkeiten nur unter der Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft ausführen.

Entladen einer Batterie

Vorgang, bei dem eine Batterie unter festgelegten Bedingungen in den Zellen erzeugte elektrische Energie an einen äußeren Stromkreis liefert.

Explosion

ist eine plötzliche Oxidationsreaktion mit der Bildung von Flammen, dem Anstieg der Temperatur und des Druckes oder beidem gleichzeitig. Dabei können Personen verletzt, Gebäude oder Anlagenteile zerstört sowie weitere brennbare Stoffe entzündet werden (Folgebrände).

Explosionsfähige Atmosphäre

ist ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen, in dem sich ein Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

Explosionsfähiges Gemisch

ist ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben, in dem sich ein Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

Explosionsgefährdeter Bereich

ist ein Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Ein Bereich, in dem die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre ausgeschlossen ist, gilt nicht als explosionsgefährdeter Bereich.

Feuchte und nasse Räume

sind Räume oder Orte, in denen die Sicherheit der Betriebsmittel durch Feuchtigkeit, Kondenswasser, chemische oder ähnliche Einflüsse beeinträchtigt werden kann.

Feuergefährdeter Bereich

ist ein Bereich, in dem sich leicht entzündliche Stoffe auf den elektrischen Betriebsmitteln ablagern oder sich so nähern können, dass eine Brandgefahr besteht.

Flurförderzeuge

mit batterieelektrischem Antrieb sind überwiegend innerbetrieblich verwendete Fahr-

zeuge, die entsprechend ihrer Bauart zum Befördern von Personen sowie zum Transportieren, Ziehen, Schieben, Heben und Stapeln von Lasten aller Art verwendet werden. Sie laufen mit Rädern auf Flur und sind frei lenkbar. Die elektrische Energie wird einer fahrzeugeigenen Batterie entnommen. Beispiele: Gabelstapler, Hubwagen, Elektrokarren, Regalbediengeräte, Kehrmaschinen, Bohnemaschinen, Fahrzeuge zur Personenbeförderung.

Freies Raumluftvolumen

in der Regel angegeben in m^3 , errechnet sich aus dem Raumluftvolumen abzüglich der Volumen aller Gegenstände und Einbauten, wie Inventare und Installationen.

Gasen

Bildung von Gas (Gasemission) durch Elektrolyse des Elektrolyten.

Gasungsspannung

ist die Ladespannung, oberhalb derer eine Batterie deutlich zu gasen beginnt.

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

ist eine explosionsfähige Atmosphäre, die in einer solchen Menge (Gefahr drohende Menge) auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Schutzes von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer oder Anderen erforderlich werden.

Ladeeinrichtung/-anlage

für Fahrzeugbatterien umfasst Batterieladeräume, Batterieladestationen, Einzel-

ladeplätze sowie die zum Laden erforderlichen elektrischen Arbeits- und Betriebsmittel.

Sie sind von anderen Betriebsbereichen durch geeignete Maßnahmen, z. B. Wände, Abstände, Hindernisse oder Kennzeichnung, räumlich abgegrenzt.

Ladegerät

ist ein elektrisches Betriebsmittel zum Laden, Erhaltungsladen und Ausgleichsladen von Batterien. Dabei wird elektrische Energie in die Batterie eingespeist.

Ladestelle (Einzelladeplatz)

freie Stellfläche, die für das Wiederaufladen von Batterien kenntlich gemacht und dafür eingerichtet ist. Dieser Bereich kann auch für die Batteriewartung benutzt werden.

Ladung einer Batterie

Vorgang, bei dem eine Batterie aus einem äußeren Stromkreis elektrische Energie aufnimmt, welche in chemische Energie umgewandelt wird.

Luftvolumenstrom

kennzeichnet die von einer Lüftungsanlage absolut geförderte Luftmenge, in der Regel angegeben in m^3/h .

Ordnungsgemäßer Zustand

im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3) liegt vor, wenn die Maßnahmen zum Basisschutz (Schutz gegen direktes

Berühren) und die Maßnahmen zum Fehler-schutz (Schutz bei indirektem Berühren) den Anforderungen entsprechen, die bei der ersten Inbetriebnahme als Grenzwerte für die Erstprüfungen zugrunde gelegt werden. Außerdem werden dadurch auch die Vermeidung nicht elektrischer Gefahren sowie die Funktionsfähigkeit beschrieben.

Ortsfeste

elektrische Arbeits- und Betriebsmittel

sind fest angebrachte Arbeitsmittel oder Betriebsmittel, die keine Tragevorrichtung haben und deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können. Dazu gehören auch elektrische Betriebsmittel, die vorübergehend fest angebracht sind und über bewegliche Anschlussleitungen betrieben werden. Derartige Betriebsmittel werden an einem bestimmten Platz verwendet und während des Betriebes nicht in der Hand gehalten oder bewegt. Die Anschlussleitungen sind ortsfest oder mindestens geschützt verlegt.

Dies sind z. B. Bearbeitungsmaschinen, wie Standbohr-, Dreh-, Fräsmaschinen, Kompressoren, Stapler-Ladegeräte, große Schutzkleinspannungstransformatoren usw.

Ortsveränderliche

elektrische Arbeits- und Betriebsmittel

sind solche, die während des Betriebes bewegt werden oder die leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden können, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind.

Dies sind z. B. handgeführte Elektrowerkzeuge, Handleuchten, Verlängerungsleitungen, Mehrfachverteiler, Leitungsroller, Geräteanschlussleitungen, Schutzkleinspannungs- und Trenntransformatoren, Ladegeräte, Haushaltsgeräte, Geräte der Daten- und Informationstechnik sowie der Unterhaltungselektronik.

Prüfen

ist das Anwenden von Maßnahmen zum Bestimmen der elektrischen Sicherheit von elektrischen Arbeitsmitteln.

Prüffrist

ist der Zeitraum bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung. Sie muss so festgelegt werden, dass der Prüfgegenstand nach allgemein zugänglichen Erkenntnisquellen, betrieblichen Erfahrungen oder auf Basis spezifischer Nachweise im Zeitraum zwischen zwei Prüfungen sicher benutzt werden kann.

Raumluftvolumen

errechnet sich aus der Nutzfläche x Raumhöhe, in der Regel angegeben in m^3 .

Schädigende Einflüsse

können durch die Umgebungsbedingungen auf elektrische Arbeitsmittel einwirken. Während der Lagerung, des Transportes und der Benutzung können sich beispielsweise nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch, Schmutz- und Staubeinwirkungen, Feuchtigkeit und Nässe, Korrosionseinwirkungen, Öle, Fette, Säuren, Laugen, rauer Betrieb,

mechanische Beanspruchungen, chemische und thermische Einflüsse schädigend auswirken.

Starterbatterie

dient hauptsächlich als Energiequelle zum Starten von Verbrennungsmaschinen in Motor-Fahrzeugen, für Beleuchtung und die weiteren Zusatzeinrichtungen.

Untere Explosionsgrenze (UEG)

ist der untere Grenzwert der Konzentration (Stoffmengenanteil) eines brennbaren Stoffes in einem Gemisch von Gasen, Dämpfen, Nebeln und/oder Stäuben, in dem sich nach dem Zünden eine von der Zündquelle unabhängige Flamme gerade nicht mehr selbstständig fortpflanzen kann.

Verkehrssicherungspflicht

beschreibt allgemein einen Handlungsbedarf, um vorhandene Gefahrenquellen zu sichern. Derjenige, der eine Gefahrenquelle schafft, d. h., sie selbst hervorruft oder sie in seinem Einflussbereich andauern lässt, hat die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen zu treffen, damit sich potenzielle Gefahren nicht zum Nachteil für ihn und andere Personen auswirken können.

Verantwortlich ist, wer

- eine Gefahrenquelle schafft oder unterhält,
- eine Sache beherrscht, die für andere gefährlich werden kann und

- eine gefährliche Sache dem allgemeinen Verkehr aussetzt oder in Verkehr bringt.

Wechselbatterien

sind Antriebsbatterien, die zum Laden aus dem Fahrzeug herausgenommen werden.

Wiederkehrende Prüfungen

dienen der Sicherstellung des ordnungsgemäßen Zustandes der Anlagen und Arbeitsmittel hinsichtlich des Betriebens.

Sie sollen Mängel aufdecken, die nach der Inbetriebnahme aufgetreten sind und den Betrieb behindern oder Gefährdungen hervorrufen können.

Zelle

ist eine Baugruppe, bestehend aus Elektroden und Elektrolyt, welche die Grundeinheit einer Batterie bildet.

Zoneneinteilung

Explosionsgefährdete Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen unterteilt. Diese Einteilung dient als Grundlage für die Festlegung von Maßnahmen, insbesondere zur Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre.

3 Batterieladestation

Eine Batterieladestation, umgangssprachlich auch als „Batterieladerraum“ bezeichnet, ist immer dann erforderlich, wenn mehrere Batterieladeanlagen an zentraler Stelle betrieben oder z. B. im Mehrschichtbetrieb die entladenen Antriebsbatterien aus den Flurförderzeugen ausgebaut und gegen geladene ausgewechselt werden.

3.1 Allgemeine Beschaffenheitsmerkmale

Der Raum oder Bereich soll frei von Erschütterungen, trocken, frostfrei und kühl sein. Unmittelbare Sonneneinstrahlung und Temperaturunterschiede im Raum sind zu vermeiden. Die Raumtemperatur sollte vorzugsweise zwischen +10 °C und maxi-

mal +25 °C liegen. Anzustreben ist eine Temperatur von +20 °C.

Wenn im Einzelfall Ladevorgänge in nicht frostfreien Bereichen, das können Ladestellen in unbeheizten Hallen oder in Außenbereichen sein, wie sie beispielsweise auf Bauhöfen und in Straßenmeistereien vorkommen können, durchgeführt

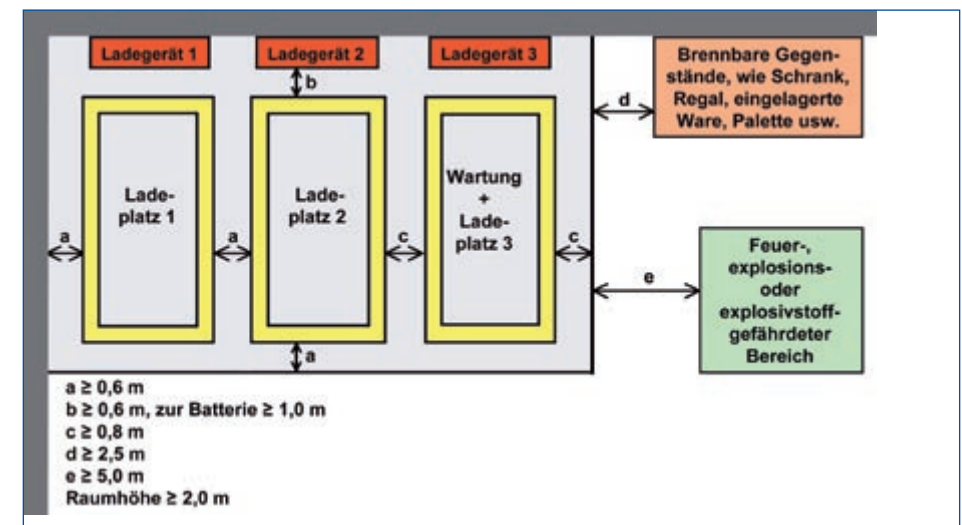


Bild 3-1: Batterieladestation, Mindestabstände und -abmessungen

werden, so ist generell der Batteriehersteller hinsichtlich der zu berücksichtigenden batteriespezifischen zulässigen Umgebungstemperaturen während der Ladung und gegebenenfalls Lagerung zu befragen.

Für die Batterieladestation sollte generell ein eigener Brandabschnitt vorgesehen werden. Festlegungen dazu enthält die „Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen“ (EltBauVO). Weitere Vorgaben können die jeweiligen Landesbauordnungen enthalten.

Nach der EltBauVO sind elektrische Betriebsräume von anderen Räumen feuerbeständig abzutrennen, d. h. Wände, Decke und Boden müssen aus feuerbeständigen Bau-

teilen F90 entsprechend DIN 4102 Teil 2 bzw. EI90 entsprechend EN 13501 bestehen.

Türen von Batterieladestationen, wie sie beispielsweise in Kfz-Werkstätten betrieben werden, müssen nach außen aufschlagen und elektrolytbeständig sein.

Auch Fensterrahmen sowie Podeste und Wannen für das Aufstellen der Batterien müssen gegen die Einwirkungen des Elektrolyten beständig sein, außer bei Batterien mit gasdichten und **geschlossen**en Zellen.

Bei den überwiegend eingesetzten Bleibatterien sind derzeit mehrere Bauformen im Einsatz.

Die **geschlossen**en Batterien, die als „wartungsarm“ bezeichnet werden, sind mit Stopfen oder Deckeln versehen, die zu Wartungszwecken entfernt werden können. Dadurch können die Zellen mit Wasser nachgefüllt werden. Ein Austritt von Elektrolyt oder Gas wird allerdings nicht verhindert, da die Stopfen und Deckel über eine Öffnung verfügen, durch welche entstehende Gase entweichen können.

Bei **verschlossen**en Batterien („wartungsfrei“) können die Zellen nicht mehr geöffnet werden, da sie verschweißt sind. Bei Überladung entstehende Gase können durch Überdruckventile entweichen, wenn der innere Druck einen vorbestimmten Wert überschreitet. Ein Auslaufen von Elektrolyt

oder Nachfüllen mit Wasser ist dabei nicht mehr möglich.

Starterbatterien für Kraftfahrzeuge werden häufig in trocken vorgeladenem Zustand angeliefert, dann wird vor dem Einbau in das Fahrzeug der Elektrolyt eingefüllt. Heutzutage entfällt neuerdings überwiegend auch das Auffüllen, und zwar, wenn die Batterien bereits mit Elektrolyt befüllt zur Verfügung gestellt werden.

Bei Batterien in Elektrofahrzeugen ist zur Vermeidung von Kurzschlüssen und mechanischen Beschädigungen ein Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile, d. h. Berührungsschutz) erforderlich, auch bei Batteriespannungen unter 60 V DC.

3.2 Explosionsschutz und Lüftung

Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre

Während des Betriebes von Batterien, die wässrigen Elektrolyt enthalten, können Gase freigesetzt werden und eine explosionsfähige Atmosphäre bilden. Das erfolgt meistens während der Ladung. Die Gase entstehen während der Elektrolyse des Wassers durch den Ladestrom. Unter den erzeugten Gasen befindet sich auch Wasserstoff. Dieser kann brennbar und bei bestimmter Konzentration, Temperatur und äußerer Zündquelle explosibel sein, wenn er in die Umgebung abgegeben wird.

Geringe Luftbewegungen, wie natürlicher Zug, thermische Konvektion, Umhergehen von Personen oder Fahrzeugbewegungen, können bereits die Vermischung des Knallgases mit der Luft erheblich beschleunigen, was zu einer Verminderung der Konzentration beiträgt.

Als unterer explosionsfähiger Grenzwert (UEG) gelten 4 Vol.-% Wasserstoffanteil in der Luft.

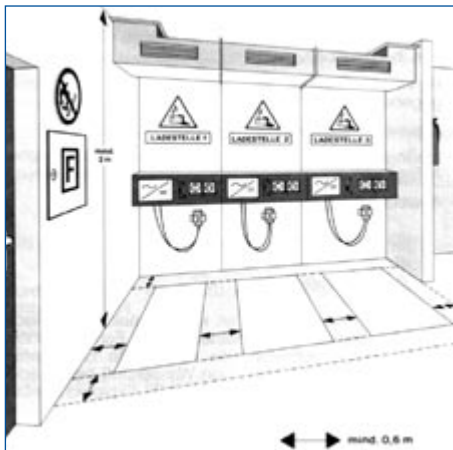


Bild 3-2: Planungshilfe zur Errichtung einer Ladestation für Flurförderzeuge



Bild 3-3: Ladestation für Batterien, abgestellt in säurefesten und ableitfähigen Kunststoffwannen. Die Ladegeräte stehen auf einer nicht brennbaren Konsole.

Negativ: Die Ladegeräte befinden sich oberhalb der Batterien, im Bereich des ausgasenden Knallgases (Explosionsgefahr). Außerdem: Überfüllte Auffangwannen

Die Wasserstoffkonzentration sollte jedoch unterhalb der Schwelle von 50 % der UEG gehalten werden ($\leq 10\%$ sind anzustreben).

Wenn der Grenzwert nicht eingehalten werden kann, muss für eine ausreichende natürliche oder technische Lüftung gesorgt werden.

Die Risiken können weiterhin durch eine angepasste Ladetechnik, durch die Batterieausführung und durch die Vermeidung von Zündquellen vermindert werden. Zur sinnvollen Umsetzung der vorgenannten Maßnahmen besteht die Notwendigkeit, eine Zoneneinteilung gemäß TRBS 2152 Teil 2 durchzuführen (siehe Abschnitt 7.1).

Antworten auf Fragestellungen zum Explosionsschutz bietet die BG-Information „Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (BGI 5027).

Bei der Lüftungstechnischen Gestaltung ist möglichst eine natürliche Lüftung anzustreben.

Natürliche Lüftung

Werden Batterien nur gelegentlich und einzeln geladen (z. B. Einzelladeplatz in einer Werkhalle), so reicht die natürliche Lüftung des Raumes in der Regel aus.

Dieses ist z. B. in Kfz-Werkstätten zur Auf- und Unterhaltungsladung von einzelnen Starterbatterien der Fall.

Sind regelmäßig mehrere Batterien zu laden, kann es erforderlich sein, eine abge-



Bild 3-4: Lüftungsgitter zur natürlichen Lüftung in der Zugangstür einer kleinen Ladestation für Pkw-Starterbatterien.

Negativ: Abweichende Sicherheitskennzeichnungen gemäß Abschnitt 6.

trennte Ladestation zu errichten. Auch hier muss eine ausreichende natürliche Lüftung des Bereiches sichergestellt sein.

Befindet sich diese Ladestation in einem separaten Raum, ist es erfahrungsgemäß ausreichend, wenn sich die Zuluft- und Abluftöffnungen an gegenüberliegenden Wänden und raumdiagonal befinden (Querlüftung). Werden die Öffnungen innerhalb der gleichen Wand angebracht, so ist eine vertikale Trennung im Abstand von mindestens 2 m erforderlich, wobei die Ausströmöffnung oben anzuordnen ist.

Batterieladestationen erfordern Zuluft- und Abluftöffnungen jeweils mit einem mindestens freien Öffnungsquerschnitt A, der nach folgender Formel berechnet werden kann (DIN VDE 0510-3):

$$A = 28 \times Q \text{ in cm}^2$$

Dabei sind:

28 = festgelegter Faktor

Q = Luftvolumenstrom in m^3/h .

Die Luftführung muss eine Durchlüftung der gesamten Batterieladestation sicherstellen, wobei die räumliche Anordnung der Öffnungen für Zuluft und Abluft die natürliche Konvektion unterstützen muss.

Darum muss die Zuluft so tief unten wie möglich, vorzugsweise von außen, einströmen können. Die Abluft muss an oberster Stelle des Raumes oder Bereiches durch

eine Wand- oder Deckenöffnung ins Freie führen. Sie darf allerdings nicht in Kamine bzw. Schornsteine oder andere Einrichtungen von Feuerungsanlagen eingeleitet werden. Abluftkanäle/-rohre dürfen auch nicht in der Nähe von Ansaugöffnungen von Klimaanlage und Lüftungseinrichtungen münden.

Türen und Fenster gelten nur dann als freie, für die Lüftung geeignete Wandöffnungen, wenn sichergestellt ist, dass sie während des Ladevorganges ständig geöffnet sind.

Ladegeräte mit eingebautem Lüfter sollten direkt mit dem Zuluftkanal/-rohr verbunden sein, damit die Geräte nicht mit saurehaltiger Luft durchströmt werden.

Bei der Lüftungstechnischen Planung ist auch zu berücksichtigen, dass Strömungshindernisse Toträume bewirken können, in denen die Luftbewegung nur schwach oder nicht ausgebildet ist.

Räume gelten als gut belüftet, wenn das freie Raumluftvolumen $[\text{m}^3]$ mindestens dem 2,5-fachen des stündlich zu erneuernden Luftvolumenstromes $Q [\text{m}^3/\text{h}]$ entspricht.

Im Freien, in großen Hallen und in gut belüfteten Räumen kann von einer Luftgeschwindigkeit $\geq 0,1 \text{ m/s}$ ausgegangen werden.

Der erforderliche Luftvolumenstrom (Luftwechsel) kann nach der Formel aus DIN VDE 0510-3 berechnet werden:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gas}} \times C_n / 100 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Dabei sind:

$$Q = \text{Luftvolumenstrom [m}^3/\text{h]}$$

0,05 = Verdünnungs- und Sicherheitsfaktor

n = Anzahl der Zellen

I_{gas} = Gas erzeugender Strom
in der Gasungsphase beim Laden
in A/100 Ah

C_n = Nennkapazität [Ah]

Beispiel 1:

Ladung einer geschlossenen Blei-Antriebsbatterie, $U = 80 \text{ V}$, $C_n = 420 \text{ Ah}$, $I_{\text{gas}} = 5 \text{ A}/100 \text{ Ah}$ (Herstellerangabe)

$$\text{Anzahl der Zellen } n = \frac{80 \text{ Volt}}{2 \text{ Volt pro Zelle}} = 40$$

$$Q = 0,05 \times n \times I_{\text{gas}} \times C_n \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$Q = 0,05 \times 40 \times 5 \times 10^{-2} \times 420$$

$$Q = 42 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Somit ist während der Batterieladung ein Lüftungsbedarf von 42 m³/h erforderlich.

Der freie Öffnungsquerschnitt A der Zu- und Abluftöffnung müsste in diesem Beispiel mindestens

$$A = 28 \times Q \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A = 28 \times 42$$

$$A = 1176 \text{ [cm}^2\text{]} \text{ betragen.}$$

Ausgewählt würde ein Kanal mindestens 35 cm x 35 cm oder ein Rohr mindestens Ø 40 cm.

Werden mehrere Batterien im gleichen Raum geladen, errechnet sich die erforderliche Lüftung aus der Summe der einzelnen Luftvolumenströme.

Wenn Standard-Ladegeräte verwendet werden und keine genauen Informationen über die Ladecharakteristik zur Verfügung stehen, sind für I_{gas} [A] x C_n /100 Ah mindestens 25 % des Ladegeräte-Nennstroms (I_{nenn}) anzusetzen, wobei I_{nenn} dem auf 2 Volt je Zelle bezogenen Ladestrom entspricht.

Für eine ausführliche Berechnung des erforderlichen Luftvolumenstromes sind vorrangig die Herstellerangaben oder die in DIN VDE 0510 angegebenen Werte für den Gasungsstrom I_{gas} zu verwenden, die den Strömen am Ende der Ladung für die verschiedenen Gerätearten entsprechen (in mA pro Ah Nennkapazität).

Werden so genannte Schnellladegeräte verwendet, sind die speziellen Werte für I_{gas} der technischen Dokumentation zu entnehmen oder beim Hersteller zu erfragen.

Gasungs- und Ladeschlussströme können in Anlehnung an VDE 0510-3 der Tabelle auf Seite 19 entnommen werden.

Beispiel 2:

Gleichzeitige Starkladung von 4 geschlossenen Blei-Nutzfahrzeugstarterbatterien, $U = 12 \text{ V}$, $C_n = 180 \text{ Ah}$, $I_{\text{gas}} = 20 \text{ mA}/\text{Ah}$

$$\text{Anzahl der Zellen } n = 4 \times \frac{12 \text{ Volt}}{2 \text{ Volt pro Zelle}} = 24$$

Gasungsströme I_{gas} bzw. typische Ladeschlussströme in A pro 100 Ah Nennkapazität beim Laden mit IU-, IUI- oder W-Ladegeräten			
Ladegeräte-Kennlinie	I_{gas} für geschlossene Bleibatterien	I_{gas} für verschlossene Bleibatterien	I_{gas} für NiCd-Bleibatterien ^{a)}
IU-Ladung	(Spannungsbegrenzung 2,4 V/Z) 2 A ^{b)}	(Spannungsbegrenzung 2,4 V/Z) 1 A ^{b)}	(Spannungsbegrenzung 1,55 V/Z) 5 A ^{b)}
IUI-Ladung	Strom in 3. Ladestufe max. 6 A	Strom in 3. Ladestufe max. 1,5 A	Strom in 3. Ladestufe max. 1,5 A
W-Ladung	mindestens 25 % des Gerätenennstroms bei 2,6 V/Z, typische Werte liegen im Bereich von 5 A bis 7 A ^{c)}	d)	d)

^{a)} Bei NiCd-Batterien mit innerer Gasrekombination beim Hersteller erfragen.
^{b)} Wegen der großen Vielfalt, die es bei Batterieausführungen und Anlagen gibt, beim Hersteller rückfragen.
^{c)} Gilt für einfache W-Ladegeräte ohne Umschalt-Charakteristik.
^{d)} W-Ladung ist nicht typisch für diese Batterien. Bei Anwendung beim Batteriehersteller rückfragen.

Aus dem Diagramm im Bild 3-5 auf Seite 20 wird bei 24 Zellen 2,4 m³/h je 100 Ah abgelesen.

Somit ist während der Batterieladung ein Lüftungsbedarf von

$$Q = 2,4 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{180 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}} = 4,32 \text{ m}^3/\text{h}$$

erforderlich.

Der freie Öffnungsquerschnitt A der Zu- und Abluftöffnung müsste in dem Beispiel mindestens $A = 28 \times 4,32 = 121 \text{ cm}^2$ betragen. Ausgewählt würde ein Rohr mindestens Ø 125 mm.

Weiteres Beispiel zur Bestimmung des Raumluftvolumens für eine einzeln geladene Kfz-Starterbatterie ($U = 12 \text{ V}$, $C_n = 180 \text{ Ah}$, $I_{\text{gas}} = 2 \text{ A}/100 \text{ Ah}$):

Raumluftvolumen (freies Luftvolumen)

V = Faktor 2,5 x Luftvolumenstrom Q [m³/h]

V = 2,5 x 1,08 m³/h = ≥ 2,7 m³

Kassettendecken und breite Querträger oder Deckenbalken können die ausreichende Verdünnung von Gasen verhindern. Daher ist die Gestaltung von Decken und Deckenauslassöffnungen sehr wichtig. Hier hilft lüftungsunterstützend eine glatte, zur Abluftöffnung hin aufsteigende Deckenkonstruktion.

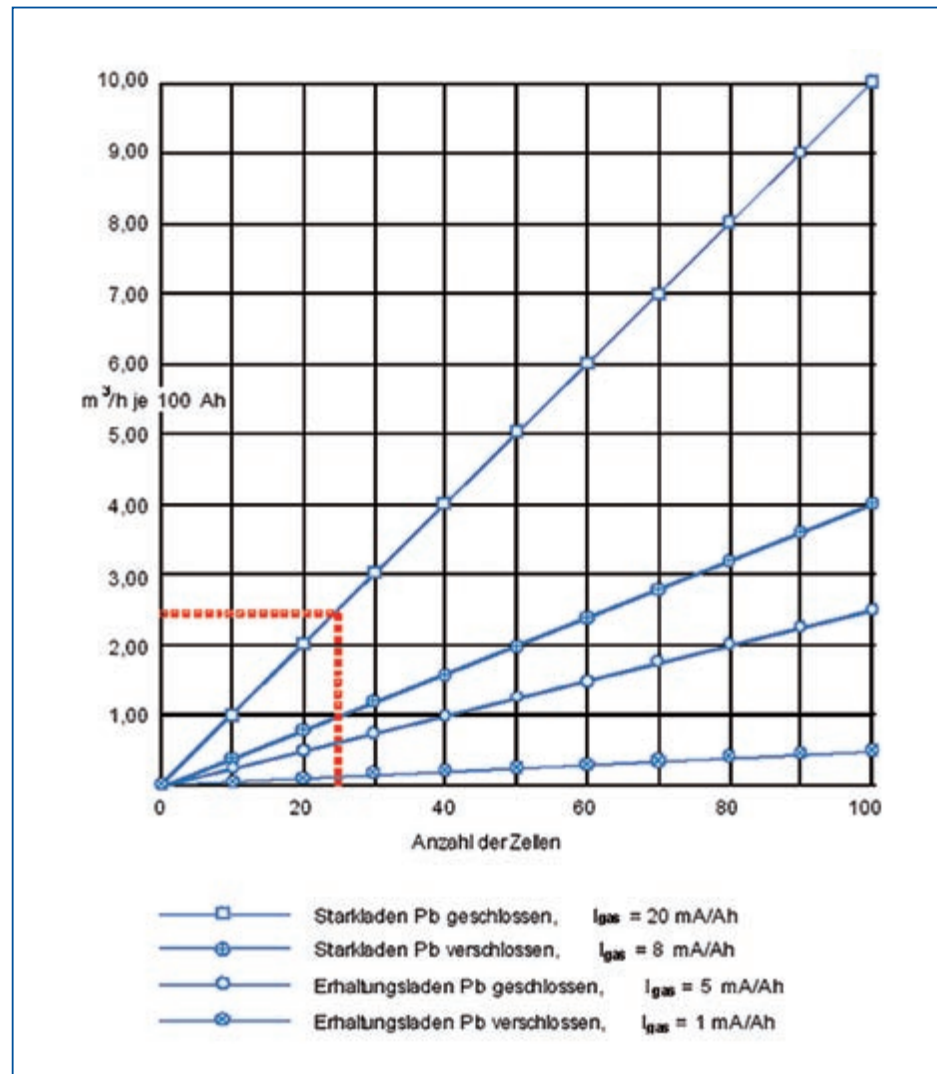


Bild 3-5: Diagramm zur Luftbedarfsermittlung, entnommen aus der technischen Dokumentation eines Herstellers von Ladeeinrichtungen

Eine Hilfestellung zur Arbeitsplatzbelüftung bietet die BG-Information „Arbeitsplatzlüftung – Entscheidungshilfen für die betriebliche Praxis“ (BGI 5121).



Bild 3-6: Ladestation für Flurförderzeuge und deren Wechselbatterien in einer Werkhalle mit natürlicher Lüftung

tungsanlage (z. B. Überwachung der Ventilatorumdrehzahl) ist in der Regel nicht ausreichend (TRBS 2152 Teil 2). Versagt die technische Lüftung, muss eine Meldung ausgelöst werden und gleichzeitig eine Trennung des Ladegerätes vom Netz erfolgen.

Es ist empfehlenswert, den Lüfter nach dem Beenden der Ladung noch mindestens eine Stunde nachlaufen zu lassen. Schließt sich nach dem Ladevorgang eine Erhaltungsladung an, muss die technische Lüftung in Betrieb bleiben.

Der Ladebereich sollte auf leichtem Unterdruck gehalten werden, um das Eindringen von Gasen in Nebenräume zu verhindern. Dieses kann mit Sauglüftern erreicht werden, die für den Ex-Bereich zugelassen sind (siehe Abschnitt 5.3):

- explosionsgeschützt und elektrolytbeständig, z. B. Ex Gerätegruppe II, Kategorie 3G (Zone 2)

Technische Lüftung

Wenn eine ausreichende natürliche Lüftung nicht besteht und somit der Luftaustausch nicht sichergestellt werden kann, ist eine technische Lüftung erforderlich, die mit dem Beginn der Ladung eingeschaltet werden muss.

Die Wirksamkeit der Lüftung ist zu überwachen.

Erfolgt die Überwachung automatisch, muss sie sich auf das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (z. B. Gaswarngeräte) oder auf den zu überwachenden Luftstrom (z. B. Strömungswächter) beziehen. Eine Überwachung des Betriebes von Teilen der Lüf-



Bild 3-7: Technische Lüftung mit Sauglüfter und Deckenleuchte in Ex-Schutz

Rotierende Elemente und feststehende Bauteile von explosionsgeschützten Ventilatoren müssen aus Werkstoffen bestehen, die die Gefahr einer Zündung durch Reib- und

Übersicht zu Lüftungstechnischen Maßnahmen

Natürliche Lüftung	Technische Lüftung
Durch Decken-/Wandöffnungen; auch Fenster und Türen möglich; sonst zur Verstärkung Abzugsrohre/-kanäle.	Geeignete Abzugsrohre/-kanäle zur künstlichen Entlüftung vorsehen.
Die Einleitung von Gasen in Schornsteine/Kamine ist unzulässig. Luftgeschwindigkeit mind. 0,1 m/s	
Zuluft eintritt möglichst in Bodennähe, Abluftaustritt ins Freie: gegenüberliegende Seite, in Deckennähe (Querlüftung) Bei Luftein- und -austritt auf gleicher Seite: vertikale Trennung im Abstand von mindestens 2 m	
Beispiel zur Luftvolumenstrom-Berechnung (Luftbedarf) $Q = \text{Faktor } 0,05 \times \text{Zellenzahl } n \times \text{Gasungsstrom } I_{\text{gas}} [\text{A}/100 \text{ Ah}] \times \text{Nennkapazität } C_n [\text{Ah}] = [\text{m}^3/\text{h}]$ Beispiel für ausgewählte Kfz-Starterbatterie: $0,05 \times 6 \times 2 \times 10^{-2} \times 180 = 1,08 \text{ m}^3/\text{h}$	
Erforderlicher freier Öffnungsquerschnitt für Zu- und Abluft (beispielhafte Starterbatterie) $A = \text{Faktor } 28 \times \text{Luftbedarf } Q [\text{m}^3/\text{h}] = [\text{cm}^2]$ z.B.: $A = 28 \times 1,08 = 30,24 \text{ cm}^2$. Ausgewählt: Rohr $\varnothing 70 \text{ mm}$.	
50 % der unteren Explosionsgrenze müssen sicher unterschritten werden. Raumtemperatur vorzugsweise $+10^\circ\text{C} \dots +20^\circ\text{C}$.	
	Überwachter Lüfterbetrieb vor und während der Ladung, mit Nachlauf bei Erhaltungsladung. Sauglüfter-Laufräder müssen antistatisch und elektrolytbeständig sein; Geräte geeignet für Zone 2 bzw. Ex II 3G.

Übersicht zum Explosionsschutz

Wenn die	
Natürliche Lüftung	Technische Lüftung
den Anforderungen im Abschnitt 3.2 entspricht, gelten die Räume/Bereiche als nicht explosionsgefährdet.	
Kein Ex-Schutz erforderlich	Kein Ex-Schutz erforderlich, außer, wenn Sauglüfter im Gas-Luft-Strom; dann ist ein Ex-Schutz notwendig, mindestens Ex Gerätegruppe II, Kategorie 3G.

Reib-Schlag-Funken, heiße Reibstellen oder heiße Oberflächen verringern. Somit müssen die Lüfter-Laufräder aus Materialien bestehen, die sich nicht elektrostatisch aufladen und keine Funken reißen, wenn sie während des Betriebes mit Fremdkörpern in Berührung kommen. Gehäuse und Laufräder aus schlagfestem, antistatischem Polypropylen besitzen beispielsweise diese Eigenschaften.

Anforderungen an derartige Ventilatoren sind in DIN EN 14986 festgelegt.

Wenn alle Batterien, die geladen werden, mit einem zentralen Entgasungssystem versehen sind, das die Batteriegase nach außen entlüftet, muss der Raum keine besonderen Lüftungsanforderungen erfüllen.

Siehe dazu auch BG-Information „Arbeitsplatzlüftung – Entscheidungshilfen für die betriebliche Praxis“ (BGI 5121).

3.3 Verhinderung elektrostatischer Entladungen

In der TRBS 2131 ist festgelegt, dass die Gefährdungen durch statische Elektrizität zu ermitteln sind. Damit ist zu rechnen, wenn die Entladung über den menschlichen Körper einen elektrischen Schlag verursacht.

Eine derartige Gefährdung liegt vor, wenn die über den menschlichen Körper

übertragene Ladung $50 \mu\text{C}$ oder die Energie 350 mJ überschreitet.

Bei der elektrostatischen Aufladung von Personen, verursacht durch nicht ableitfähige (isolierende) Standorte, wie

- nicht ableitfähige Fußböden,
- nicht ableitfähige Bodenbeläge,
- nicht ableitfähige Fußbodenbeschichtungen und
- nicht ableitfähiges Schuhwerk,

kann die Berührung von leitfähigen Teilen des Flurförderzeuges, der Ladeeinrichtung oder von Gebäudeteilen, aber auch schon die Annäherung daran, eine Funkenentladung hervorrufen.

Maßnahmen zum Zweck der Verhinderung von Personengefährdungen durch statische Elektrizität können sein:

- Verhinderung von Aufladungen, z.B. durch konstruktive Gestaltung von Einrichtungen
- Gebrauch von Gegenständen und Einrichtungen aus elektrostatisch ableitfähigem Material
- Benutzung von Gegenständen und Einrichtungen aus leitfähigem Material, die mit Erdpotenzial verbunden sind
- Erhöhung der Luftfeuchte
- Ionisierung der Luft
- Tragen von ableitfähiger Kleidung
- Benutzung von elektrostatisch ableitfähigem Schuhwerk und Handschutz

Eine wirksame und praxismgerechte Maßnahme zum Schutz von Zutrittsberechtigten vor Zündgefahren durch elektrostatische Entladungen (siehe Abschnitt 7.9 und TRBS 2153) ist das Tragen von ableitfähigem, antistatischem Schuhwerk im Bereich von Batterieladeeinrichtungen. Auch die Kleidung dieser Personen darf sich nicht aufladen können.

Wenn das nicht sichergestellt werden kann, muss der Boden, in dessen Geh- und Trittbereich sich eine Person in Armreichweite (1,25 m) zur Batterie aufhalten kann, elektrostatisch ableitfähig (antistatische) Eigenschaften aufweisen.

Flurförderzeuge können sich ebenfalls elektrostatisch aufladen.

Spezielle Einrichtungen, wie beispielsweise ein Boden-Schleifkontakt oder der Einsatz einer ableitfähigen Bereifung, bieten Schutz vor elektrostatischer Aufladung.

3.4 Bodenbeschaffenheit

In Bereichen, die durch explosionsfähige Stoffe gefährdet sind, darf der Ableitwiderstand des Fußbodens, einschließlich des Fußbodenbelages zu einem geerdeten Punkt, $10^8 \Omega$ nicht überschreiten (TRBS 2153).

Erfahrungsgemäß erfüllen Industrieböden aus Beton oder Zementestrich bei normaler relativer Luftfeuchte des Raumes oder

Bereichen die elektrostatisch ableitfähigen Eigenschaften.

Bei Bedarf kann der Ableitwiderstand des Bodens durch Beimengung von Ruß, Graphit oder Kohlenstofffasern in den Beton bzw. Estrich herabgesetzt werden, wogegen aufgetragene Boden-Schutzanstriche und Kunststoff-Bodenbeläge isolierend wirken können. Jedoch besitzen moderne Bodenbeschichtungsstoffe, wie Flüssigkunststoffe, häufig auf Basis von Epoxidharzen, vielfach eine ableitfähige Funktion. In Zweifelsfällen ist der Produkt-Hersteller oder Errichter zu befragen.

Verschmutzungen, z. B. durch Farb- oder Ölrreste, sind zu vermeiden. Durch das Auftragen von Bodenpflegemitteln darf der Ableitwiderstand nicht erhöht werden.

Auch keramische Bodenfliesen können ableitfähig sein, wenn die elektrische Ableitung über die Glasur und durch den Mörtel in den Stoß- und Bettfugen sichergestellt wird. Anschluss- und Dehnungsfugen sind mit elektrolytbeständigen, dauerelastischen Stoffen zu verfugen.

Zur Sicherheit von Personen muss der Fußboden andererseits auch genügende Isoliereigenschaften aufweisen. So muss der Isolationswiderstand mindestens 50 k Ω bei Batteriespannungen bis 500 V betragen. Bei Batteriespannungen über 500 V mindestens 100 k Ω .

Eine Überprüfung des Erdableitwiderstandes kann mit einem Messverfahren nach DIN VDE 0300-4 oder DIN EN 1081 durchgeführt werden. Ein Verfahren für die Messung des Isolationswiderstandes/der Isolationsimpedanz von Fußböden gegen Erde enthält DIN VDE 0100-600 im Anhang A.

Beim Einsatz von **geschlossenen** Batterien muss die Fußbodenoberfläche innerhalb der Batterieanlage elektrolytbeständig sein.

Darauf kann verzichtet werden, wenn die Batterien in säureresistenten Auffangwannen stehen, die den gesamten Elektrolyt aufnehmen können.

Diese Maßnahmen sind für **verschlossene** Batterien nicht erforderlich.

Es darf kein Elektrolyt in die Kanalisation gelangen können, daher sind entsprechende Maßnahmen zu treffen.



Bild 3-8: Blick in den Batterieladerraum einer Nutzfahrzeug-Werkstatt

4 Einzelladeplatz

Einzelladeplätze, umgangssprachlich auch als „Ladestellen“ bezeichnet, beispielsweise für Batterien der Flurförderzeuge oder für Starterbatterien in Kfz-Werkstätten, gewinnen immer dann an Bedeutung, wenn zunehmend dezentrale Ladeeinrichtungen bevorzugt werden.

4.1 Allgemeines

Diese sind in den Unternehmen vorwiegend als offene Einzelladeplätze mit separat aufgestellten Ladeeinrichtungen vorhanden. Das Aufladen der Batterien erfolgt in der Regel ohne Ausbau aus dem Fahrzeug, diese werden mit dem Ladegerät über Ladeleitungen verbunden.

Andernfalls wird unmittelbar in der Werkstatt auf Werkbänken, Tischen, in Regalen oder auf sonstigen betrieblichen Einrichtungsgegenständen geladen.

Bei den Flurförderzeugen sind auch solche im Einsatz, die mit einem bordeigenen Ladegerät ausgerüstet sind.



Bild 4-1: Vorbereitung zur Ladung der Batterie in einem Personenkraftwagen

In Flurförderzeugen eingebaute Batterien müssen generell abgedeckt sein.

Festzustellen ist allerdings, dass in Fahrzeugen jeglicher Art häufig Batterien eingebaut sind, bei denen die Pole mit den Anschlussklemmen, wie auch die Verbindungslaschen, nicht abgedeckt sind. Dadurch besteht die Gefahr eines Kurzschlusses mit starker Funken- oder Störlichtbogenbildung. Dabei kann es zu Verbrennungen oder zum Verblitzen der Augen kommen. Weiterhin kann dies zur Explosion von möglicherweise vorhandenem Knallgas führen.



Zusätzliche Gefahren entstehen bei Wartungsarbeiten, wenn die Säuredichte geprüft oder destilliertes Wasser nachgefüllt wird, dann kann verdünnte Schwefelsäure aus den Zellen herausspritzen und zu Verätzungen führen. Die größte Gefahr der Verätzung besteht bei der Erstbefüllung mit Schwefelsäure oder beim Nachfüllen.



Bild 4-2: Werkseitige Sicherheitskennzeichnungen eines Herstellers von Kfz-Batterien, für Fachleute und Laien

4.2 Bau und Ausführung

In feuer-, explosions- und explosivstoffgefährdeten sowie in feuchten und nassen Räumen und Bereichen, wie auch in geschlossenen Großgaragen, dürfen Batterieladeeinrichtungen nicht errichtet werden.

Neben den allgemein gültigen Standards, die im Abschnitt 3 beschrieben werden, sind weitere Festlegungen zu beachten.

Bei der Ladeplatzauswahl ist zu berücksichtigen, dass es sich vorzugsweise um einen Bereich mit ausreichender natürlicher Luftbewegung handeln muss. Befindet sich der Ladeplatz in einer großen Werkhalle, so besteht erfahrungsgemäß ein ausreichend hoher Luftwechsel.

Bei kleinen Räumen ist für eine ausreichende Lüftung und gegebenenfalls

Explosionsschutz zu sorgen (siehe Abschnitt 3.2).

Findet sich kein geeigneter abgetrennter Raum, kann unter Berücksichtigung von Raumvolumen, Belüftungsmöglichkeit, Nutzungsart der Betriebsstätte usw. auch in jedem anderen allgemeinen Arbeitsbereich ein Batterieladeplatz eingerichtet werden.

Jedoch ist es sehr bedenklich, den Ladeplatz in einer kleinen Räumlichkeit, z. B. unterhalb eines abgetrennten und geschlossenen Treppenaufgangs, einzurichten oder das Raumvolumen des Ladebereiches durch vergleichbare geschlossene Abtrennungen zu minimieren, da die Gefahr der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre erhöht wird.



Abhilfe kann dann nur durch technischen Aufwand, z. B. durch eine geeignete



Bild 4-3:
Abgegrenzter Einzel-
ladeplatz innerhalb einer
Werkhalle für ein Flurförder-
zeug mit Hubeinrichtung

Absaugung, gegebenenfalls in Explosionsschutz, geschaffen werden.

Ein Einzelladeplatz für die Unterbringung zum Laden und zur Wartung, z. B. in Arbeits-, Lager- oder Betriebsräumen, muss sich an gut zugänglicher Stelle befinden. Es ist immer eine Abgrenzung zu anderen Betriebsbereichen und eine geeignete dauerhafte Kennzeichnung erforderlich.

Die optische Abgrenzung kann durch farbige Kunststoffglieder-Ketten, die Kennzeichnung/Markierung durch Farbstreifen auf dem Fußboden und an der Wand erfolgen.

Bei Rasenmähern, Krankenfahrstühlen und sonstigen batteriebetriebenen Heimgeräten kann auf eine Bereichsmarkierung verzichtet werden.

Die Ladeplatzanordnung ist so einzurichten, dass Fahrzeuge ungehindert in die gekennzeichneten Bereiche gefahren und dort abgestellt werden können.

Das Laden der Elektro-Flurförderzeuge darf nur an diesen Ladestellen erfolgen.



Bild 4-4: Einzelladeplatz für ein Mitgänger-
Flurförderzeug

Mindestabmessungen an Batterieladeeinrichtungen:

• Bedienungsgangbreite um einen gekennzeichneten Stellplatz	0,6 m
• Wartungsgangbreite	0,8 m
• Raum-/Ganghöhe	2,0 m
• Abstand der Batterien zum Ladegerät	1,0 m
• Abstand der Batterien zu Funken bildenden Geräten	1,0 m
• Abstand der Batterien zu Schaltern, Steckdosen o. Ä.	0,5 m
• Abstand zu brennbaren oder gelagerten Materialien	2,5 m
• Abstand zu feuer-, explosivstoff- oder explosionsgefährdeten Bereichen (z. B. Lackierstände, Lackierbereiche)	5,0 m

Es ist auch eine begehbare Bedienungsseite mit einer Gangbreite von mindestens 0,6 m sowie einer Bedienungsganghöhe von mindestens 2 m notwendig. Für Wartungsarbeiten ist ein Mindestabstand von 0,8 m auf der Zugangsseite sehr zweckmäßig.

Brennbare Materialien müssen von der Ladeanlage in horizontaler Richtung mindestens im Sicherheitsabstand von 2,5 m entfernt gelagert werden. Oberhalb des Ladeplatzes dürfen keine brennbaren Materialien gelagert werden.

Der Sicherheitsabstand von 2,5 m kann auf 1 m reduziert werden, wenn eine brandhemmende oder nicht brennbare Trennwand dazwischen errichtet wird. Anforderungen und Prüfbestimmungen für das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen enthalten die Normen der Reihe DIN 4102.

Im Ladebereich ist ein Schutz der Batterie(n) und Ladeeinrichtung(en) vor nachteiligen Umgebungseinflüssen, wie herabfallende Teile und Gegenstände, Eindringen von Fremdkörpern, Tropfwasser, Verschmutzung, Erschütterung, Funkenflug, schädlichen Gasen oder bei Leitungsbruch austretende Flüssigkeiten usw., erforderlich.



Bild 4-5:
Ladestelle für einen Gabelstapler
mit bordeigenem Ladegerät

5 Errichten der elektrischen Anlage

Die elektrische Ausrüstung einer Batterieladeeinrichtung ist entsprechend den Normen der Reihe DIN VDE 0100 zu errichten. Darin wird ein sicherer Zustand gefordert. Das heißt, es dürfen keine Personen- oder Sachschäden entstehen.

5.1 Allgemeine Anforderungen

Dementsprechend müssen ein Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und ein Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) gewährleistet sein.

Die elektrischen Betriebsmittel einer Anlage sind unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse, denen sie ausgesetzt sein können, so auszuwählen und zu errichten, dass ihr ordnungsgemäßer Betrieb und die Wirksamkeit der geforderten Schutzmaßnahmen und -arten sichergestellt sind. Außerdem darf bei üblichem Betrieb und vorhersehbarer Temperaturerhöhung im Fehlerfall kein Feuer verursacht werden.

Dabei ist es unerheblich, ob es sich um die ortsfeste elektrische Anlage oder um die ortsveränderlichen (mobilen) elektrischen Arbeits-/Betriebsmittel handelt; die Elektrosicherheit muss in jedem Fall gewährleistet sein.

Installationsmaterialien und Betriebsmittel sollten generell elektrolytbeständig sein.

Steckdosen in Innenbereichen mit einem Bemessungsstrom bis 20 A und Endstromkreise in Außenbereichen bis 32 A sind gemäß DIN VDE 0100-410 mit einem zusätzlichen Schutz durch Fehlerstrom-Schutzschalter (RCDs), Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$, zu versehen.

Ein derartiger Zusatzschutz durch RCDs sollte auch bei fest angeschlossenen elektrischen Betriebsmitteln, z. B. Ladegeräten, angewendet werden.

RCDs müssen alle Arten von möglichen Fehlerströmen, wie Wechsel-, pulsierende Gleich- und gegebenenfalls glatte Gleich-Fehlerströme, beherrschen können. Derartige allstromsensitive Schutzschalter vom Typ B oder B+ sind mit den Symbolen   gekennzeichnet.

Die Einstufung als „feuergefährdete Betriebsstätte“ ist vom Betreiber/Nutzer der elektrischen Anlage, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1), vorzunehmen. Er sollte für die Ermittlung einen Sachkundigen/Sachverständigen hinzuziehen.

Die Richtlinien zur Schadenverhütung des Verbandes der Schadenversicherer VdS 2033 „Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken“ enthalten dazu entsprechende Fallbeispiele.

5.2 Besondere Anforderungen

Batterieladestationen können, was die Installation der ortsfesten elektrischen Anlage betrifft, je nach Ergebnis einer Gefährdungsbeurteilung, überwiegend den feuchten und nassen Räumen und Bereichen zugeordnet werden. Im Einzelfall kann es sich auch um feuergefährdete Räume und Bereiche handeln. Der Aufbau derartiger Anlagen erfolgt dann gemäß den Errichtungsbestimmungen VDE 0100 Teile 420, 482 und 737.

Nachfolgend einige wichtige Festlegungen:

- Elektroverteiler, Schaltanlagen, Installationsschalter, Steckvorrichtungen und Schaltgeräte (z. B. Motorschutzschalter) innerhalb des Ladebereiches, müssen in feuergefährdeten Räumen und Bereichen der Schutzart IP 4X (Schutz gegen Fremdkörper $> 1 \text{ mm}$) oder einer höherwertigen entsprechen.

Es ist Feuchtrauminstallation zweckmäßig; Schutzart IP 54 (Symbol: ) gemäß VDE 0470-1). Dadurch wird ein Schutz vor Staubablagerungen und Spritzwasser erreicht.

- Bei einer möglichen Feuergefährdung sind die Kabel- und Leitungsanlagen zum Schutz gegen die Auswirkungen bei Isolationsfehlern durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N}$ maximal 300 mA zu schützen.

Zur Forderung nach einem Zusatzschutz durch RCD siehe Abschnitt 5.1.

- Leuchten müssen in feuchter und nasser Umgebung der Mindestschutzart IP X2 entsprechen. Diese bietet Schutz gegen Tropfwasser, schräg (Symbol: )
Bei Feuergefährdung ist zumindest IP 4X (Schutz gegen Fremdkörper $> 1 \text{ mm}$) erforderlich. Leuchten, in denen betriebmäßig Funken entstehen können, sind von Batterien mindestens 1 m entfernt anzuordnen.
- Es muss verhindert sein, dass Bauteile von Leuchten, wie Lampen oder heiße Teile, aus der Leuchte herausfallen können. An Stellen, an denen mit mechanischer Beanspruchung zu rechnen ist, müssen Leuchten durch geeignete Vorrichtungen, z. B. Schutzgitter oder Schutzkörbe, geschützt werden.
- Eine Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux wird als ausreichend angesehen.
- Elektrowärme- und Heizgeräte sind in feuergefährdeten Räumen und Bereichen in der Schutzart IP 5X (Symbol: ) aus-

zuwählen. Die Geräte müssen auf nicht brennbaren Unterlagen befestigt werden. In feuchter und nasser Umgebung, ohne Feuergefährdung, ist IP X2 ausreichend; Tropfwasserschutz (Symbol: )

- Vom Hersteller für Betriebsmittel angegebene Mindestabstände zu anderen Gegenständen sind unbedingt einzuhalten. Ebenso sind gegebenenfalls Forderungen zum Öffnen von Kondenswasserablaufausgängen zu erfüllen.
- Für brandschutztechnische Anforderungen gelten generell die allgemeinen Regeln für Kabel- und Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR).
- Wenn die Kabel und Leitungen nicht vollständig in nicht brennbaren Materialien, wie Putz oder Beton, eingebettet oder anderweitig vor Feuer geschützt werden können, müssen sie schwer entflammbare Eigenschaften besitzen (PVC-ummantelte Kabel und Leitungen, z. B. NYY und NYM, erfüllen diese Anforderungen).

Für **Einzelladeplätze** sollten die vorgenannten Festlegungen zur Errichtung der ortsfesten Elektroinstallation ebenfalls umgesetzt werden, da es sich gleichermaßen um feuergefährdete sowie um nasse Räume und Bereiche handeln kann. Auf die erforderliche Gefährdungsbeurteilung sei an dieser Stelle besonders hingewiesen.

Weitere Anforderungen für Batterie-ladeeinrichtungen:

Der Abstand zwischen den Gasaustrittsöffnungen der Batterie(n) und Funken bildenden Betriebsmitteln (Steckvorrichtungen, Schalter usw.) muss mindestens 0,5 m betragen.

Bei der Verwendung von Schraubsicherungen als Batteriesicherungen ist die Batterieleitung an den Fußkontakt des Sicherungselementes anzuschließen.

Die Ladeleitungen sind für hohe mechanische Beanspruchung auszuwählen. Eine sorgfältige Führung dieser Leitungen ist erforderlich, um Beschädigungen durch Quetschen, Abscheren oder Überfahren vorzubeugen.

Für die Ablage der Ladeleitungen und Steckvorrichtungen sind geeignete, nicht leitende (Isolierstoff) Aufnahmeverrichtungen vorzusehen.

Wird ein Batterieüberwachungssystem eingesetzt, muss es so ausgelegt und installiert werden, dass dadurch keine Gefahren entstehen.

Beispielsweise müssen

- Messleitungen, die oben auf einer Batterie angebracht sind, durch Sicherungen, doppelte Isolierung oder eine hohe Impedanz gegen Kurzschluss geschützt sein;
- sich die verlegten Leitungen und Kabel auf dem Potenzial der in Serie geschalte-

ten Zellen befinden, um Kriechströme, z. B. durch angesammelten Schmutz oder Benetzung mit Elektrolyt, zu vermeiden;

- Leitungen und Kabel von Messeinrichtungen sowie Messzubehör ordentlich an der Batterie befestigt sein.

Bei Batterien, deren Zellen mit leitfähigen Rohrleitungen verbunden sind, z. B. bei einem zentralen Entgasungssystem, einem zentralen Wassernachfüllsystem oder einem Elektrolyt-Umwälzsystem, sind Vorkehrungen zu treffen, welche die Entstehung von elektrischen Kriechströmen vermeiden oder zumindest verringern.

Das kann erreicht werden, wenn das Rohrsystem dem Potenzial der elektrischen Verschaltung angeglichen wird.

Generell müssen Öffnungen zur Durchführung von Kanälen, Leitungen und Kabeln in Wänden und Decken geschlossen werden und den Brandschutzanforderungen entsprechen.

5.3 Zusätzliche Anforderungen zur Explosionssicherheit

Alle Maschinen und Anlagen müssen gemäß der Maschinenverordnung so konzipiert sein, dass jegliche Explosionsgefahr vermieden wird. Eine entsprechende EG-Konformitätserklärung des Herstellers muss dieses bescheinigen. Diese Konformitätsbescheinigung muss der Hersteller dem Betreiber beim Kauf aushändigen. Bei diesem Dokument handelt es sich um einen Bestandteil der technischen Dokumentation.

Geräte und Schutzsysteme, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, müssen der Explosionsschutzverordnung entsprechen (inklusive Konformitätserklärung). In dem Fall sind die BetrSichV mit den zugehörigen TRBS und zusätzlich die relevanten DIN-VDE-Bestimmungen zu beachten! Dann ist in -Bereichen, je nach Zoneneinteilung, mindestens die Gerätegruppe II, Kategorie 3G oder eine höherwertige erforderlich (siehe Abschnitt 7.1).

Für nicht elektrische Anlagenteile gelten die relevanten DIN-EN-Normen.

Die durchzuführenden Prüfungen sind in den Abschnitten 7.7 und 8 beschrieben.

6 Sicherheitskennzeichnungen, Aushänge, Einrichtungen, Regelungen

Im Bereich von Batterieladeeinrichtungen sind die Sicherheitskennzeichnungen gemäß Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A 8) erforderlich.

Die Beschilderung ist folgendermaßen durchzuführen:

Bei **Bemessungsspannungen bis 60 V DC** und einer Nennleistung der gesamten Ladeeinrichtung bis 2 kW, handelt es sich nicht um eine elektrische Betriebsstätte. Dann genügen die Kennzeichnungen mittels Warnschild W20 bzw. D-W020 nach DIN 4844-2 „Warnung vor Gefahren durch Batterien“ und



Verbotsschild P02 bzw. D-P002 nach DIN 4844-2 im Nahbereich (0,5 m) der Batterien
„Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ und



Verbotsschild P01 bzw. D-P001 nach DIN 4844-2 im Bereich der Batterieladeanlage „Rauchen verboten“ sowie



gegebenenfalls Warnschild W04 bzw. D-W004 nach DIN 4844-2
„Warnung vor ätzenden Stoffen“.



Bei **Bemessungsspannungen über 60 V DC** oder einer Nennleistung der gesamten Ladeeinrichtung > 2 kW, ist eine elektrische Betriebsstätte gemäß DIN VDE 0100-731 in Verbindung mit DIN VDE 0105-100 auszuweisen. Die ergänzende Beschilderung zu vorgenannter Sicherheitskennzeichnung erfolgt durch das Warnschild W08 bzw. D-W008 nach DIN 4844-2 „Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung“.



Bei Vorhandensein einer „**Ex-Anlage**“ ist zusätzlich das Warnschild W21 bzw. D-W021 nach DIN 4844-2 „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“ erforderlich.





Bild 6-1:
Sicherheitskennzeichnungen an den Ladepunkten innerhalb einer Ladestation



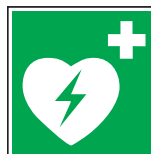
Die vorbezeichneten Sicherheitskennzeichnungen dienen der Unfallverhütung.

Darüber hinaus sind folgende Aushänge für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz besonders wichtig:

- Aushang „Verhalten bei Unfällen“
- Aushang „Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen“
- Aushang „Verhalten im Brandfall“



Die genannten Aushänge sowie deren zugehörige Einrichtungen müssen in ausreichender Anzahl auf aktuellem Stand und in ordnungsgemäßem Zustand im Bereich der Batterieladeeinrichtung vorhanden sein. Auch sind die Geräte und Einrichtungen zur Ersten Hilfe sowie zur Brandbekämpfung jederzeit griffbereit zu halten.



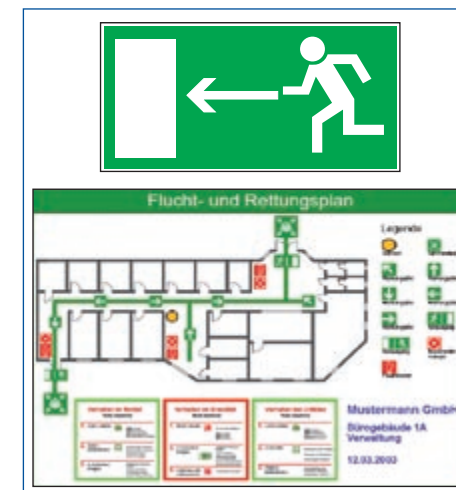
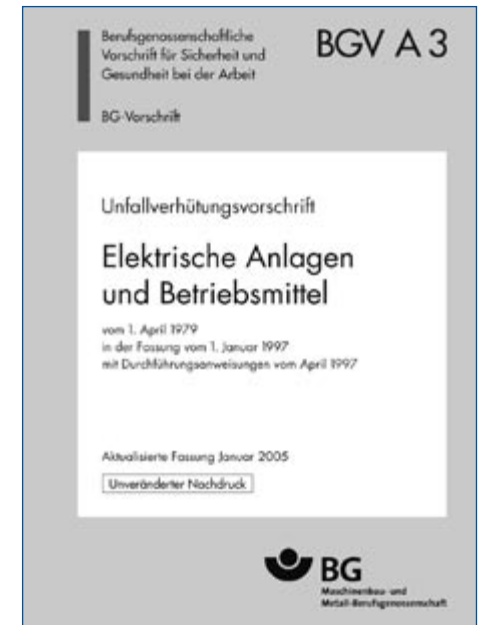
Dieses können sein: Verbandkasten, Rettungsgeräte, Verletzten-, Rettungs- und Krankentransportmittel, Defibrillator, gegebenenfalls Augendusche, Handfeuerlöscher, Löschdecke, Löschsand, Notruftelefon, Notrufverzeichnis usw.



Zur Kennzeichnung der Flucht- und Rettungswege ist die Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A 8) verbindlich.

Betriebliche Flucht- und Rettungspläne sind an geeigneter Stelle, vorzugsweise auch innerhalb der Batterieladeeinrichtung, auszuhängen. Sie sind außerdem so zu hinterlegen, dass sie den Rettungsmannschaften jederzeit zur Verfügung stehen.

Ferner sind die notwendigen gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Regelungen zur Unfallverhütung sowie zum Gesundheitsschutz bereitzulegen und den Beschäftigten zugänglich zu machen.



7 Betreiben von Batterieladeeinrichtungen

Die Batterieladeeinrichtung sowie die zugehörigen Arbeits- und Betriebsmittel müssen ausschließlich bestimmungsgemäß verwendet werden. Dabei ist auch für die Vermeidung von schädigenden Einflüssen zu sorgen.

Durch eine Kurzschlussbildung kann die in einer Batterie gespeicherte große Energiemenge unkontrolliert freigesetzt werden. Dieses kann zum Schmelzen von Metall und zu starken Zerstörungen an Leitungen und Batterie führen.

7.1 Gefährdungsbeurteilung

In § 5 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG), § 3 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) sowie des zweiten Kapitels § 3 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1) wird von den für den Arbeitsschutz Verantwortlichen gefordert, dass sie

- die Gefährdungen und Belastungen an allen Arbeitsplätzen ermitteln und beurteilen,

- notwendige Maßnahmen zur Beseitigung oder zumindest zur Verringerung der Gefährdungen und Belastungen festlegen und durchführen,
- die Wirksamkeit der Maßnahmen in regelmäßigen Abständen überprüfen und
- die Gefährdungsbeurteilung fortschreiben.

Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Auf der Grundlage dieser Gefährdungsbeurteilung müssen die betriebliche Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz erkannt und so gestaltet werden, dass vorhandene Gefährdungen sicher und ständig ausgeschlossen werden können.

Siehe zu der Thematik auch die TRBS 1111.

Das Gleiche gilt für den Bereich einer Batterieladeeinrichtung. Auch hier hat der Arbeitgeber/Unternehmer oder dessen Beauftragter eine umfassende Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, wobei zusätzlich die Gefährdungen der Beschäftigten durch



Bild 7-1: In einer Batterieladestation ausgehängte Gebrauchs- und Bedienungsanleitung

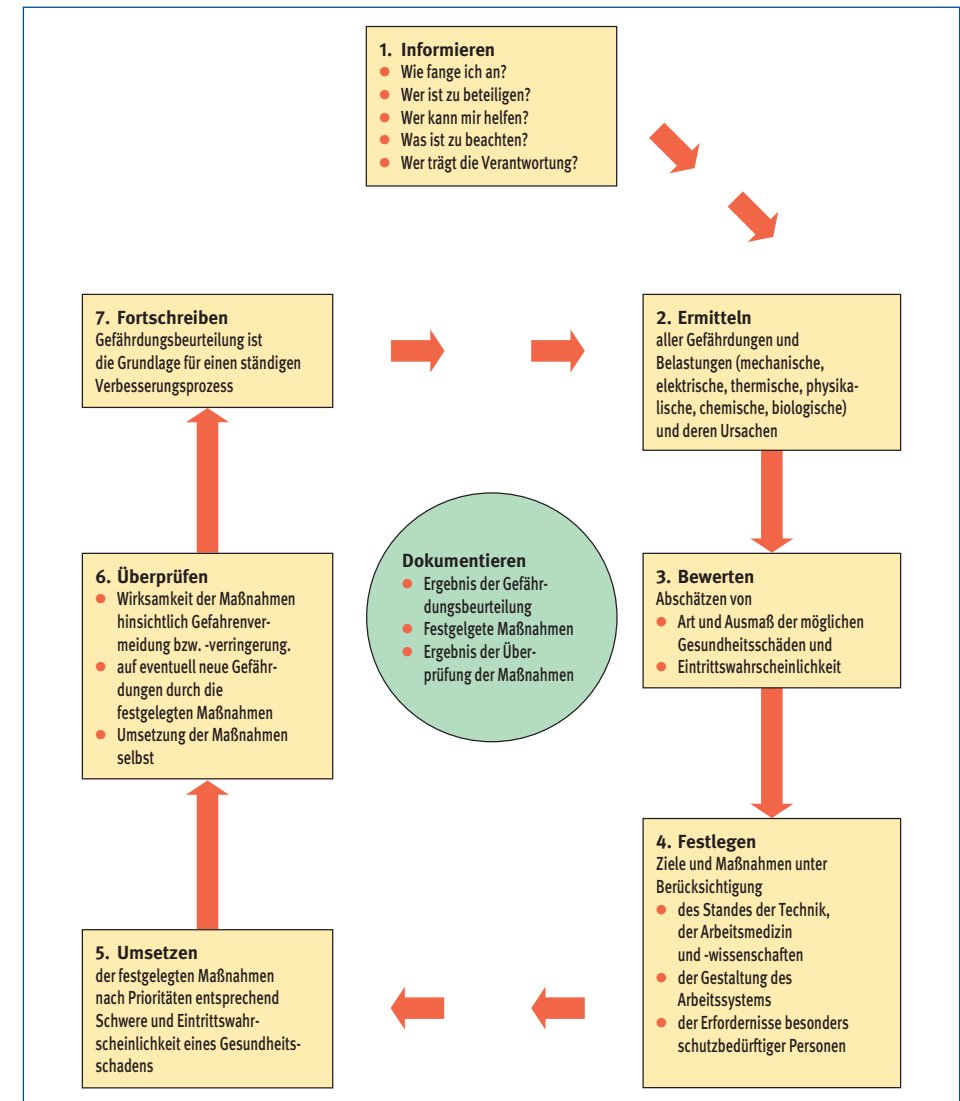


Bild 7-2: Gefährdungsbeurteilung

elektrische Energie sowie Explosionen zu ermitteln, zu beurteilen und die notwendigen Schutzmaßnahmen abzuleiten sind.

Dabei sind insbesondere die Festlegungen der TRBS 2152 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre“ sowie der TRBS 2131 „Elektrische Gefährdungen“ zu beachten.

Zu prüfen ist hauptsächlich, ob gasförmige Stoffe (Knallgas) vorhanden sind oder sich bilden können. Wenn das der Fall ist, muss festgestellt werden, ob nach der Art des Auftretens überhaupt mit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen ist und ob die zu erwartenden Mengen gefährdend sind (TRBS 2152 Teil 1).



Kann die explosionsfähige Atmosphäre nicht sicher verhindert werden (TRBS 2152 Teil 2), müssen Explosionsschutzmaßnahmen im Rahmen eines Explosionsschutzkonzeptes ausgewählt und bewertet werden. Das gilt nicht für den gesamten Raum oder Bereich einer Batterieladeeinrichtung, sondern für den Teilbereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Die getroffenen Maßnahmen müssen dann in einem Explosionsschutzdokument festgehalten werden (§ 6 BetrSichV). Darin sind die explosionsgefährdeten Bereiche zu erfassen sowie Zoneneinteilungen festzulegen.

Bei der Ermittlung der Gefährdung einer explosionsfähigen Atmosphäre wird gemäß TRBS 2152 folgendermaßen vorgegangen:

- Zone 0** Ex-Atmosphäre über lange Zeiträume oder häufig (> 50 % der Betriebszeit)
- Zone 1** Ex-Atmosphäre tritt im Normalbetrieb gelegentlich auf
- Zone 2** Ex-Atmosphäre wenige Male pro Jahr (für jeweils ca. ½ Stunde)

Aus der Zoneneinteilung ergibt sich dann der Umfang der zu treffenden Explosionsschutzmaßnahmen (TRBS 2152 Teil 3).

Bei der Gefährdungsbeurteilung kann der Praktiker z. B. in den Schriften „Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung“, Verlag Technik & Information e.K. sowie zugehöriger Schriftenreihe, speziell unter Berücksichtigung der elektrischen Energie auch in Gefährdungsbeurteilung „Elektrotechnik, allgemein“ (VMBG) Hilfestellung finden.

7.2 Schutzmaßnahmen

Wenn das Ladegerät den Merkmalen einer sicheren Trennung in Betriebsmitteln entspricht und die Bedingungen an Kleinspannung mittels SELV (Schutzkleinspannung) erfüllt, sind im Normalfall keine Maßnahmen gegen direktes Berühren (Berührungsschutz) erforderlich. Andernfalls ist ein Basis- und Fehlerschutz durchzuführen.

Bei einer Batteriebetriebsspannung über 60 V ist allerdings immer ein Be-

rührungsschutz, bestehend aus Isolierung, Abdeckung oder Umhüllung, notwendig, während bei Flurförderzeugen mit batterieelektrischem Antrieb der Berührungsschutz generell auch bei einer Bemessungsspannung unter 60 V erforderlich ist.

7.3 Bereitstellungszustand der Batterien

Batterien können sich in unterschiedlichem Lieferzustand befinden und müssen nach den Angaben des Herstellers in Betrieb gesetzt werden.

Ausgangszustand und entsprechende Maßnahmen zur Inbetriebnahme können sein:

- ungefüllt (trocken) und ungeladen: Elektrolytfüllung und Inbetriebsetzungsladung erforderlich
- ungefüllt und geladen (trocken, geladen): Elektrolytfüllung und eventuelle Ladung erforderlich
- gefüllt und entladen: Ladung erforderlich
- gefüllt und geladen: sofortige Inbetriebsetzung möglich

Steckvorrichtungen für Antriebsbatterien müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen und dürfen einen Brand nicht unterstützen. Sie müssen nicht saugfähig und widerstandsfähig gegen Batterieelektrolyte und -gase sein.

7.4 Laden

Batterien können nach dem Entladen mit einer geeigneten Gleichstromquelle (Ladegerät) wieder aufgeladen und durch Erhaltungsladen dauernd in voll geladenem Zustand gehalten werden.

Die Batterieladevorgänge werden überwiegend ohne Beaufsichtigung und häufig während der Betriebsruhezeiten durchgeführt. Störungen und Defekte können dadurch für längere Zeit unbemerkt bleiben, was auch eine mögliche Brandentstehung begünstigen kann.

Ladegeräte sollen nicht mit Ladegasen oder Elektrolytnebel in Berührung kommen.

Um Batterien richtig zu laden, müssen die vom Hersteller festgelegten Ladeverfahren und -arten berücksichtigt werden, wobei die Ladegeräte auf die zu ladenden Batterien



Bild 7-3: Kontaktierung einer eingebauten Flurförderzeugbatterie mit dem Ladegerät mittels berührungssicherer Steckvorrichtung

abgestimmt sein müssen. Es ist darauf zu achten, dass die Grenzwerte und Betriebsbedingungen eingehalten werden, um keine Schädigungen zu begünstigen. Dabei ist es empfehlenswert, die Ladespannungen und -ströme zu überwachen (Überladeschutz), damit Unregelmäßigkeiten rechtzeitig erkannt werden.

Beim Ladeverfahren für **geschlossene** Batterien ist bis zum Erreichen der Gasungsspannung der Ladestrom nicht begrenzt. Wenn die Gasungsspannung überschritten wird, muss der Ladestrom, je nach elektrochemischem System und jeweiliger Ladekennlinie, überwacht oder begrenzt werden.

Bei **verschlossenen** Batterien sind in Bezug auf Ladestrom, Spannung und Temperatur die Angaben der Hersteller zu beachten.

Sobald der Ladevorgang einer Batterie abgeschlossen ist, muss sie abgeschaltet oder auf Erhaltungsladung umgeschaltet werden.

Die Ladung der Batterie(n) soll vorzugsweise unterhalb der Gasungsspannung erfolgen.

Damit das beim Laden entstehende Wasserstoff/Luft-Gemisch möglichst gut verdünnt wird, können die Verschlusskappen von den **geschlossenen** Batterien abgeschraubt werden.

Währenddessen sind die Lüftungsöffnungen der Batterieeinbauträume und -behälter

zur Vermeidung von Gasansammlungen unbedingt freizuhalten.

Fahrzeuge müssen während des Ladevorganges gegen Wegrollen und Wegfahren gesichert werden. Bei Flurförderzeugen darf es nicht möglich sein, die Betriebsstromkreise einzuschalten, wenn das Fahrzeug mit externen Lade-Anschlussleitungen verbunden ist.

Darüber hinaus muss bei Batterie-Nennspannungen über 96 V die Schaltung externer Ladegeräte durch Hilfskontakte gesteuert werden, um die Lichtbogenbildung an Steckvorrichtungen zu verhindern und sicherzustellen, dass das Ladegerät nicht betriebsbereit ist, bevor es an die Batterie angeschlossen ist.

Eine eventuell vorhandene technische Lüftungsanlage muss eingeschaltet sein.

Ladegeräte mit IU-Kennlinie, bei denen mit konstantem Ladestrom geladen und die Ladespannung geregelt wird, verhindern zu hohe Ladeströme und -spannungen. Dadurch wird die Entstehung von Wasserstoff in gefährlicher Konzentration vermindert.

Es ist zu empfehlen, moderne, elektronisch geregelte Ladegeräte einzusetzen, weil das Überladen der Batterie und somit die Bildung von Knallgas deutlich verringert werden kann. Diese Geräte schalten bei erreichter Vollladung der Batterie automatisch auf eine gasungsarme Erhaltungsladung um.

Die Gebrauchsanweisungen, Bedienungsanleitungen und sonstigen Herstellervorschriften für Batterien und Ladegeräte sind dem Personal in geeigneter Weise zur Kenntnis zu geben und verfügbar zu machen.

7.5 Explosionsgefahr

Wird eine zu hohe Ladespannung verwendet, welche die Gasungsspannung überschreitet, wird der Ladestrom ansteigen, was dann zu erhöhter Knallgasbildung, stärkerem Wasserverbrauch, Temperaturerhöhung und kürzerer Gebrauchsdauer der Batterie führt.

Bei einer Ladung oberhalb der Gasungsspannung bildet sich generell explosionsfähige Atmosphäre.

Auch bei ausreichendem Raumluftvolumen und genügendem Luftwechsel kann im Nahbereich einer Batterie die Verdünnung der explosiven Gase nicht immer sichergestellt werden. Daher ist unbedingt ein Sicherheitsabstand mit 0,5 m Luftstrecke (Fadenmaß) zu beachten. Innerhalb dieses Bereiches dürfen keine offenen Flammen, glühende Körper (Oberflächentemperatur $\leq 300^\circ\text{C}$), Funken oder Lichtbögen auftreten. Das heißt, es dürfen auch keine elektrostatischen Entladungen erfolgen, da der bei einer Entladung entstehende Funke das entstandene Wasserstoff/Luft-Gemisch (Knallgas) entzünden kann (siehe Abschnitt 3.3).

Wenn das Ladegerät abgeschaltet wird, lässt der Austritt von Gasen erst nach einer Stunde merklich nach. Jedoch sind selbst nach dieser Zeit Sicherheitsvorkehrungen erforderlich, weil Gase, die in der Zelle festgehalten wurden, plötzlich freigesetzt werden können, z. B. durch Bewegen der Batterie beim Einsetzen ins Fahrzeug oder durch die Bewegung während des Fahrzeugbetriebes.

7.6 Umgang mit Elektrolyt

Zum Befüllen von Batterien wird Lauge oder Säure, z. B. Schwefelsäure, als Elektrolyt verwendet. Diese Elektrolyte sind gefährlich und können schwere Verätzungen an den Augen oder auf der Haut hervorrufen.

Auch das Inhalieren und Verschlucken ist gefährlich.



Bild 7-4: Augenspülflasche, direkt benutzbar

Bei einer Berührung mit Elektrolyt ist generell ärztliche Hilfe hinzuzuziehen.

Man kann leicht mit Elektrolyt in Berührung kommen:

- beim Umgang mit Elektrolyt
- beim Berühren der Batterieoberfläche oder der Entgasungsstopfen, z. B. bei geschlossenen Batterien
- bei einem zerbrochenen Batteriegehäuse
- beim Hantieren, Transport oder Umkippen der Batterie
- bei verspritztem oder durch die Entgasungsstopfen versprühtem Elektrolyt

Beim Betrieb **geschlossener** Antriebsbatterien geht das Wasser überwiegend durch Elektrolyse am Ende des Ladevorgangs verloren. Dieses Wasser muss wiederkehrend in den Zellen der Batterie nachgefüllt werden, um den Elektrolytstand wiederherzustellen.

Die Benutzung von Säurehebern oder Ballonkippern hilft beim Befüllen, Verschüttungen oder Spritzer zu vermeiden.

Dieses kann auch mit einem zentralen Befüll-/Nachfüllsystem durchgeführt werden. Bei einer derartigen Einrichtung sind die Stopfen jeder Zelle durch ein Schlauchsystem untereinander verbunden, wobei das Wasser von einem zentralen Vorratsbehälter in die Zellen gefüllt wird. Sobald der Elektrolytstand das vorgeschriebene Niveau erreicht hat, wird die weitere Zufuhr von Wasser unterbrochen.

Zur Kontrolle des Füllstandes und zur Befüllung mit destilliertem Wasser sind auch mobile Einzelpunkt-Nachfülleinrichtungen handelsüblich, die auf die jeweilige Batteriezelle aufgesetzt werden, um den Elektrolytstand zu erfassen. Über eine Abgabepistole kann dann destilliertes Wasser zugegeben werden, wobei der überschüssige Elektrolyt über eine zusätzliche Schlauchverbindung direkt in den Behälter zurückgeleitet wird.

Ausgetretener Elektrolyt ist wassergefährdend und verursacht Boden- und Erdoberflächenverunreinigungen. Er darf nicht in die Kanalisation eingeleitet werden!

Bei Verunreinigungen der Batterien oder in deren Umfeld sollten zu Reinigungszwecken saugfähige, mit Wasser angefeuchtete Putztücher, ohne Benutzung von Reinigungsmitteln, verwendet werden. Diese vermeiden eine elektrostatische Aufladung.



Bild 7-5: Säure-Nachfüllplatz einer Batterieladestation

Zum Aufsaugen von verschüttetem Elektrolyt eignet sich besonders Kieselgur.

Elektrolyte, die gelagert werden sollen, sind in entsprechend gekennzeichneten Behältern aufzubewahren, die gegen chemische Korrosion beständig sind (z. B. Glas, Polyethylen, Polypropylen oder gleichwertige Kunststoffe).

Es ist außerdem ein geeigneter Hautschutz unerlässlich.

Dazu ist ein Hautschutzplan zu erstellen, welcher Angaben über die am Arbeitsplatz vorkommenden hautschädigenden Stoffe und die abgestimmten Hautmittel für Hautschutz, Hautreinigung und Hautpflege enthält.

7.7 Inbetriebnahme

Beim An- und Abklemmen muss eine Funkenbildung vermieden werden!

Das Anschließen des Ladegerätes an die Batterie sowie das Abklemmen von der Batterie hat nur in spannungsfreiem Zustand, polrichtig und in der richtigen Reihenfolge zu erfolgen. Zuerst wird der Pluspol des Ladegerätes mit der Batterie verbunden, anschließend der Minuspol. Beim Trennen des Ladegerätes von der Batterie ist die Reihenfolge umgekehrt.



Bewegliche Batterieladeleitungen sind kurz- und erdschlusssicher zu verlegen.

Die Isolierung muss gegen äußere Einflüsse widerstandsfähig sein, wie Temperatur, Elektrolyt, Wasser, Staub, üblicherweise auftretende Chemikalien, Gase und Dämpfe. Weiterhin sind Batterieladeleitungen sorgfältig gegen mechanische Belastungen, z. B. durch Quetschen, Abscheren sowie durch Überfahren, zu sichern.

Geeignete Ladeleitungen sind:

Einadrige Gummischlauchleitungen, mindestens H07RN-F oder gleichwertig, z. B. H07BQ-F. Auch Schweißleitungen des Typs H01N2-D (feindrähtig) oder H01N2-E (feinstdrähtig) sind geeignet.

Für die Ladeleitungen/-kabel sind Aufhängevorrichtungen vorzusehen.

Flexible Leitungen müssen von Zug und Schub durch geeignete Zugentlastungen entlastet werden und so befestigt sein, dass an den Anschlussstellen keine Verdrehungen entstehen.

Die Bemessung des Ladeleitungsquerschnitts hat nach dem größten zu erwartenden Ladestrom zu erfolgen. Wegen der mechanischen Festigkeit sollten Kupferleiter mit einem Mindestquerschnitt von 10 mm² gewählt werden. Werden Anschluss-, Klemmzangen oder Polklemmen verwendet, müssen diese, einschließlich ihrer Verbindungs- und Anschlussstellen, isoliert sein.

Es ist eine kipp sichere Aufstellung des Ladegerätes auf nicht brennbaren Materialien im

Abstand von mindestens 1 m zur Batterie erforderlich, wobei dieses sich nicht im Bereich des ausgasenden Knallgases befinden darf. Die Aufstellung oder Anbringung muss so erfolgen, dass das Ladegerät durch Fahrzeugbewegungen nicht beschädigt werden kann, beispielsweise durch erhöhte Befestigung an der Wand, Aufstellen auf Podest, Sicherung durch Schutzplanken oder Schutzgitter.

Die Unterbringung der Batterien ist so vorzunehmen, dass sie leicht zugänglich sind und einfach kontrolliert und gewartet werden können.

Vor der Inbetriebnahme einer neuen Batterie in einem Flurförderzeug ist das Isoliervermögen zu überprüfen, und zwar separat für das Fahrzeug und die Antriebsbatterie.

Das Isoliervermögen der elektrischen Ausrüstung des Flurförderzeugs, gemessen zwischen den aktiven Teilen aller elektrischen Komponenten (mit Ausnahme der Batterie) und dem Fahrzeugrahmen, muss mindestens $1 \text{ k}\Omega$ multipliziert mit der Nennspannung der Bordelektrik betragen.

Der Isolationswiderstand einer im Flurförderzeug eingesetzten, gefüllten und geladenen, aber abgeklemmten Antriebsbatterie, gemessen zwischen den aktiven Teilen und dem Fahrzeugrahmen, muss mindestens $50 \text{ }\Omega$ multipliziert mit der Nennspannung des Systems betragen. Bei Nennspannungen über 120 V: Isolationswiderstand mindestens $500 \text{ }\Omega$ multipliziert mit der Nennspannung.

Das Isolationswiderstandsmessgerät muss DIN EN 61557-2 (DIN VDE 0413-2) entsprechen. Die Prüfspannung muss größer als die Nennspannung, jedoch nicht höher als 100 V DC oder die dreifache Nennspannung sein. Bei Nennspannungen über 120 V: Prüfspannung max. 500 V.

7.8 Instandhaltung

In Flurförderzeugen müssen Einrichtungen zum Trennen der Batterie(n) vorhanden sein, um den Austausch und die Instandsetzung zu erleichtern.

Wenn ein Batterie Hauptschalter vorhanden ist, muss dieser vor dem Öffnen eines Batterieeinbauraumes in AUS-Stellung gebracht werden.

Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung von Batterieanlagen dürfen nur von einer Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesenen Person unter der Leitung und Aufsicht bzw. Verantwortung einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.

Wenn die elektrotechnischen Arbeiten aus zwingenden oder technischen Gründen (z. B. Arbeiten an Akkumulatoren/Batterien) nicht im spannungsfreien Zustand unter Einhaltung der „5 Sicherheitsregeln“ gem. TRBS 2131 oder § 6 Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGR A3) durchgeführt werden können, ist die BG-Regel „Arbeiten unter Spannung an elektrischen

Anlagen und Betriebsmitteln“ (BGR A3) zu beachten. Dabei sind isolierende Schutzmittel gegen benachbarte unter Spannung stehende Teile (z. B. Abdecktücher), isolierte oder isolierende Werkzeuge sowie geeignete persönliche Schutzausrüstungen zu verwenden. In dem Fall darf auf eine Aufsichtsführung nur verzichtet werden, wenn eine allein arbeitende Person in der Lage ist, alle auftretenden Risiken zu berücksichtigen und zu beherrschen.

Vor dem Beginn der Arbeiten sind leitfähige Uhren und Schmuckgegenstände, wie Ringe, Ketten, Arm- und Halsbänder, Piercings o. Ä., abzulegen, um ein unbeabsichtigtes Überbrücken der Batteriepole und einen damit verbundenen Kurzschluss zu verhindern.

Soll an Batterien mit Werkzeugen gearbeitet werden, müssen diese aus Explosionschutzgründen isoliert sein und dürfen keine Funken reißen.

Für netzbetriebene Handleuchten, die im Bereich von Batterieladeeinrichtungen benutzt werden, gilt: Ohne Schalter, mit Schutzglas, Schutzklasse II [Symbol:  (schutzisoliert)], Schutzart mindestens IP 54 (Symbol: ) , was auch für Akku-Leuchten gilt. In -Bereichen ist je nach Zoneneinteilung mindestens die Gerätegruppe II, Kategorie 3G erforderlich.

Zusätzliche Informationen zum sicheren Arbeiten in explosionsgefährdeten Arbeitsbereichen enthält auch die Betriebsbestimmung DIN VDE 0105-100 im Anhang B, Abschnitt B.4.

7.9 Schutzkleidung

Wird bei der Batteriewartung in einem explosionsgefährdeten Bereich gearbeitet oder mit Elektrolyt umgegangen, ist das Tragen von geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) unerlässlich. Außerdem sind immer, wenn die Gefahr besteht, dass Batterien, z. B. beim Ein- und Ausbau oder beim Transport, zu Boden fallen können, grundsätzlich Sicherheitsschuhe zu tragen.

Die Bereitstellung und das Tragen der Schutzkleidung sind von herausragender Bedeutung.

Personen, die in explosionsgefährdeten Bereichen tätig sind, dürfen nicht gefährlich aufgeladen werden (siehe Abschnitt 3.3). Aus dem Grund darf die Arbeitskleidung der Mitarbeiter beim Umgang mit Batterien nicht elektrostatisk aufladbar sein (TRBS 2153).

Zur Vermeidung derartiger Aufladungen muss ableitfähige Kleidung mit einem spezifischen Oberflächenwiderstand $R_{\square} < 5 \cdot 10^{10} \text{ }\Omega$ getragen werden.

Der Durchgangswiderstand R_D von Schutzhandschuhen soll weniger als $10^8 \text{ }\Omega$ betragen, um die Erdung von in der Hand gehaltenen Gegenständen sicherzustellen.

Bei Sicherheitsschuhen darf der elektrische Durchgangswiderstand $R_D 10^8 \text{ }\Omega$ nicht übersteigen. Auskunft



darüber, ob derartige Beschaffenheitsanforderungen zutreffen, kann der Schuhhersteller geben.

Werden während der Durchführung von elektrotechnischen Arbeiten isolierende Handschuhe getragen, müssen diese nach DIN VDE 0680 gefertigt sein.

Es dürfen nur Schutzhandschuhe, Schutzschürze, Schutzbrille bzw. Gesichtsschutz benutzt werden, wenn diese säureresistente Eigenschaften aufweisen.



Bild 7-6: Bereitgestellte PSA in einer Batterieladestation

Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen während der Wartung von **geschlossenen** Batterien:

	Gesichtsschutzschild/ Schutzbrille
	Schutzhandschuhe, säurefest und undurchlässig, antistatisch
	Fußschutz, antistatisch
	Gummischürze, säurefest

Bei **verschlossenen** oder gasdichten Batterien müssen zumindest Sicherheitschuhe, Schutzbrille und Schutzhandschuhe getragen werden.

7.10 Maßnahmen gegen Entstehungsbrände

Feuerlöscheinrichtungen sind mindestens für die Brandklassen A und B auszuwählen. Tragbare Feuerlöscher, in ausreichender Anzahl vorhanden, müssen auch nach Ausbruch des Brandes leicht erreichbar sein.



Nach der Benutzung von CO₂-Löschern ist der Raum zügig mit Frischluft zu beaufschlagen, da die sauerstoffverdrängenden und toxischen Eigenschaften des Gases mit negativen Einwirkungen auf Personen verbunden sind.

Grundsätzlich zugelassen sind Pulverlöscher. Diese wirken sich jedoch nachteilig auf Arbeits-/Betriebsmittel aus und sind darüber hinaus durch Laien nicht immer optimal zu bedienen.

Besser geeignet sind beispielsweise Schaumlöscher vom Typ S 10 nach DIN EN 3.

Nähere Hinweise und Berechnungsgrundlagen zur Ausstattung von Batterieladeanlagen mit Feuerlöschern (Art, Anzahl, Größe usw.) können der BG-Regel „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (BGR 133) entnommen werden. Außerdem enthält die BG-Information „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ (BGI 560) wichtige Informationen zu dieser Thematik.

Die Beschäftigten sind in der Bedienung der Löschgeräte, insbesondere bei der Anwendung an unter Spannung stehenden Arbeits-



Bild 7-7: Durch Brandschaden zerstörtes Batterieladegerät

und Betriebsmitteln, mit Wiederholung in angemessenen Zeitabständen zu unterweisen.

Weitergehende Festlegungen zur Brandbekämpfung enthalten insbesondere:

- § 22 Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1)
- DIN VDE 0132 „Brandbekämpfung und Hilfeleistung im Bereich elektrischer Anlagen“
- DIN VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“, insbesondere Anhang B, Abschnitt B.3

7.11 Transport von Batterien

Für die außerbetriebliche Verpackung und den Transport von Batterien sind nationale und internationale Bestimmungen zu beachten.



Bild 7-8: Geeignete Transporteinrichtung für Batterien

Beim innerbetrieblichen Transport von Batterien mit blanken Anschlussklemmen oder Verbindungslaschen sollten diese unbedingt mit nicht leitendem (isolierendem) Material abgedeckt oder umhüllt werden, um eine Überbrückung zu vermeiden.

Batterien sind sehr schwer!

Beim Heben und Tragen ist immer auf einen sicheren Griff zu achten, damit die Batterie nicht herunterfallen kann. Größere Batterien besitzen Trageschlaufen oder -griffe.

Bei schweren Batterien mit Tragevorrichtung sollte eine zweite Person transportieren helfen.

Eine gefahrlose Handhabung beim Transport von Batterien über größere Entfernungen wird durch die Benutzung von entsprechenden Transporthilfen sichergestellt.

Der Fachhandel bietet dazu geeignete Lösungen, wie fahrbare Behälter, Wagen oder Karren sowie Lasttraversen und batterie-spezifische Lastaufnahmemittel, an.

Angeboten werden auch Hebezeuge, mit denen die Entnahme und Beschickung der Batterien von Flurförderzeugen auf einfache Weise und praxisgerecht durchgeführt werden können.

Wichtig! Batterie sanft abstellen

Mögliche Ursachen für Belastungen des Rückens

Häufig werden Batterien aus Bodennähe gehoben und auch dort wieder abgestellt. Ungünstige Hebetechniken, wie „aus dem Rücken heben“, werden oft angewandt.

Beim Heben der Batterie wird vielfach gleichzeitig eine Drehbewegung des Oberkörpers ausgeführt.

Das Aufnehmen und Abstellen von Batterien muss oft mit weit ausgestreckten Armen verrichtet werden, da die Batterieeinbau-räume nicht anders bestückt werden können. Je weiter eine Last vom Körper entfernt getragen wird, desto größer ist die Belastung für die Wirbelsäule.

Schlussfolgerung:

Häufiges Heben und Tragen von schweren Lasten in ungünstigen Körperhaltungen können zu einer Schädigung der Wirbelsäule, insbesondere der Bandscheiben, führen.

Deshalb sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass für den Transport von Batterien geeignete Transportmittel zur Anwendung kommen.

7.12 Entsorgung

Vergossener oder ausgetretener Elektrolyt ist mit geeignetem, saugfähigem oder neutralisierendem Material aufzunehmen und anschließend ordnungsgemäß zu entsorgen.

Auch schadhafte Batterien und Altbatterien müssen vorschriftsmäßig entsorgt werden, und zwar durch dafür ausgebildetes Personal, unter Beachtung von

- Richtlinie 2006/66/EG (EU-Batterierichtlinie),
- Batteriegesetz (BattG),
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),
- Gefahrgutbeförderungsgesetz (GGBefG),
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG),
- Landesabfallgesetze (LAbfG),
- Abfallverbringungsgesetz (AbfVerbrG),
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG),
- gegebenenfalls Sonderregelungen des Umweltbundesamtes.

7.13 Unterweisung

Selbst bei zur Routine gewordenen Arbeiten im Bereich von Batterieladeeinrichtungen sind die Gefahren im Rahmen von regelmäßigen Unterweisungen immer wieder aufzuzeigen.

Die Unterweisung ist in angemessenen Zeitabständen und im Bedarfsfall durchzuführen.

Richtwert für die regelmäßige Unterweisung: jährlich

Sie muss, neben den allgemein gültigen Verhaltensregeln, auch mögliche Gefährdun-

gen bei elektrotechnischen Arbeiten, beim Umgang mit Elektrolyt, bei unsachgemäßem Gebrauch der Arbeitsmittel sowie bei unsachgemäßem Verhalten beinhalten. Für veränderte Arbeitsweisen muss eine zusätzliche Unterweisung durchgeführt werden.

Die Beschäftigten sind ferner über Brandgefahren sowie den Inhalt der Flucht- und Rettungspläne zu informieren. Die Häufigkeit der Übungen für den Gefahren- wie auch Katastrophenfall (Notfall-Übung) richtet sich insbesondere nach der räumlichen Ausdehnung der Arbeitsstätte, der Zusammensetzung der Beschäftigten sowie der besonderen Gefahrenlage.

Außerdem ist eine ausreichende Anzahl der im Unternehmen beschäftigten geeigneten Personen in der Bedienung von Feuerlöscheinrichtungen, z. B. Löschanlagen, Handfeuerlöscher, Löschdecken, Löschsand, gegebenenfalls Rauchabzüge, zu unterweisen.

Jede Sicherheitsunterweisung muss schriftlich festgehalten und aktenkundig gemacht werden (Dokumentation). Die Teilnehmer unterzeichnen anschließend ihre Anwesenheit und bestätigen, dass die Inhalte richtig verstanden wurden.

Praxisnahe Hilfestellung zu der Thematik bietet die BG-Information „Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes“ (BGI 527).

8 Inspektion und Prüfungen

Um die Betriebssicherheit von Batterien sicherzustellen, sind regelmäßige Überprüfungen erforderlich. Alle Anzeichen von Schäden sind festzuhalten und die Batterien entsprechend instand zu setzen, insbesondere bei Elektrolytaustritt und Isolationsfehlern.

8.1 Inspektion von Batterien

Eine Inspektion und Überwachung kann in den regelmäßigen Wartungszyklus eingegliedert werden, z. B. beim Wassernachfüllen. Sie muss in Übereinstimmung mit den Angaben des Herstellers erfolgen.

8.2 Prüfung der Arbeitsmittel

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) fordert Prüfungen von Arbeitsmitteln unter anderem dann, wenn deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt und/oder wenn diese Schäden verursachenden Einflüssen unterliegen, die zu gefährlichen Situationen führen können. Diese Prüfungen sind durch dafür befähigte Personen durchzuführen.

Zu den von wiederkehrenden Prüfungen betroffenen Arbeitsmitteln gehören auch die ortsveränderlichen (mobilen) elektrischen Arbeits-/Betriebsmittel.

Art, Umfang und Fristen der erforderlichen Prüfungen sowie die Voraussetzungen, die die befähigten Personen erfüllen müssen, sind vom Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungs-

beurteilung zu ermitteln. Konkretisierungen dazu enthalten die relevanten Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere TRBS 1201 und TRBS 1203.

Untermauert werden diese Forderungen durch § 5 der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3). Darin sind Prüfungen der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel auf ordnungsgemäßen Zustand und einwandfreie Funktion vorgeschrieben. Praxistipps für den Unternehmer zur Organisation der Prüfungen von mobilen elektrischen Arbeitsmitteln enthält die BG-Information „Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Organisation durch den Unternehmer“ (BGI 5190).

Die geforderte

- **Anlagen-Erstprüfung** wird nach DIN VDE 0100-600,
- Prüfung der **Anlage** vor der Wiederinbetriebnahme **nach Änderung/ Instandsetzung** gemäß DIN VDE 0100-600 und DIN VDE 0105-100,
- **Anlagen-Wiederholungsprüfung** entsprechend DIN VDE 0105-100 und

- Prüfung der **ortsveränderlichen elektrischen Arbeits-/Betriebsmittel** vor der Wiederinbetriebnahme **nach Instandsetzung und Änderung** sowie deren **wiederkehrende Prüfungen** gemäß DIN VDE 0701-0702 durchgeführt.

Eine Handlungshilfe zur praktischen Umsetzung der Prüfung von mobilen Geräten bietet die BG-Information „Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Praxistipps für den Prüfer“ (BGI 5090 – 2. Auflage in Vorbereitung).

Unabhängig davon muss vor jedem Einsatz von elektrischen Arbeits- und Betriebsmitteln eine Sichtprüfung mit Handprobe (z. B. der Anschlussleitung) auf augenfällige Mängel und Schäden durch eine unterwiesene Person (Benutzer/Anwender) vorgenommen werden.

Die an den elektrischen Arbeits-/Betriebsmitteln durchgeführten Prüfungen sind zu do-

kumentieren. Davon ausgenommen sind die Überprüfungen vor dem Arbeitseinsatz.

8.3 Prüfungen beim Vorhandensein explosionsgefährdeter Bereiche

Wenn ein explosionsgefährdeter Bereich vorliegt und somit eine Ex-Zone vorhanden ist, enthält die BetrSichV verschiedene Prüfverpflichtungen. In den TRBS 1201, TRBS 1201 Teil 1 und TRBS 1203 werden diese weiter konkretisiert.

Prüfung der Gesamtanlage

Die Prüfung muss durch eine dazu befähigte Person mit besonderen Kenntnissen und Erfahrungen (einschlägiges Studium o. Ä., Berufserfahrung und eine zeitnahe berufliche Tätigkeit) auf dem Gebiet des Explosionsschutzes erfolgen (TRBS 1203). Alternativ dazu können auch zugelassene Überwachungsstellen (ZÜS) mit der Prüfung beauftragt werden.

- Vor der Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen (BetrSichV § 14 (1)):
 - Die Prüfung auf den ordnungsgemäßen Zustand hinsichtlich der Installation, Montage, Aufstellungsbedingungen und des sicheren Betriebes.
- Nach Änderungsarbeiten (BetrSichV § 14 (2)):
 - Betrieb oder Bauart der Gesamtanlage durch Änderung beeinflusst.
- Nach Instandsetzungsarbeiten (BetrSichV § 14 (6)):



Bild 8-1: Beispiele von Prüfplakette/-banderole zur Dokumentation an elektrischen Arbeits-/Betriebsmitteln

- Für den Explosionsschutz wesentliche Merkmale müssen erhalten bleiben.
- Nach außergewöhnlichen Ereignissen (BetrSichV § 10 (2)):
 - Überprüfung der Komponenten, welche der schädigenden Einwirkung ausgesetzt waren.
- Wiederkehrende Prüfungen (BetrSichV § 15 (1)):
 - Der Betreiber hat die Prüf Fristen der Gesamtanlage auf der Grundlage einer sicherheitstechnischen Bewertung zu ermitteln.

Prüfung von Geräten, Schutzsystemen sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen, welche in der Gesamtanlage verbaut sind

Die Definitionen der o. g. Komponenten können der EG-Richtlinie 94/9/EG (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) entnommen werden.

Wird die Prüfung durch eine dazu befähigte Person ausgeführt, muss sie von der zuständigen Behörde für diese Prüfung anerkannt sein. Alternativ dazu können auch ZÜS mit den Prüfungen beauftragt werden.

- Vor Inbetriebnahme oder nach Instandsetzung (BetrSichV § 14 (6)):
 - Prüfung auf ordnungsgemäße Funktion und Wechselwirkung mit anderen Komponenten.

- Wiederkehrende Prüfungen (BetrSichV § 15 (15)):
 - Der Betreiber hat die o. g. Komponenten alle drei Jahre zu prüfen.

Weitere Anforderungen

Über die durchgeführten Prüfungen ist eine Bescheinigung auszustellen oder ein Prüfzeichen zu vergeben.

Für Anlagen, die vor dem 01.01.2003 erstmalig in Betrieb genommen wurden, galten für eine Übergangsphase die Betriebsvorschriften der ElexV. Danach waren die elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen durch eine Elektrofachkraft oder unter deren Leitung und Aufsicht zu prüfen. Die BetrSichV muss in dem Fall vom Betreiber seit dem 01.01.2008 eingehalten werden.

Zudem muss gemäß Anhang 4 Teil A Nr. 3.8 der BetrSichV vor der erstmaligen Nutzung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen die Explosionssicherheit dieser Arbeitsplätze einschließlich der vorgesehenen Arbeitsmittel und der Arbeitsumgebung sowie der Maßnahmen zum Schutz von Dritten überprüft werden. Auch diese Überprüfung ist von einer befähigten Person durchzuführen. Das Ergebnis dieser Überprüfung ist zu dokumentieren und dem Explosionsschutzdokument beizulegen.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass die vorgenannten Prüfpflichten nur für nachgewiesene explosionsgefährdete Bereiche bestehen.

9 Erste Hilfe bei Verätzungen

Bei Körperkontakt mit Elektrolyt ist sofortige Erste Hilfe erforderlich, um Verätzungen zu vermeiden.

Kommt es zu einer versehentlichen Benetzung der Augen mit Elektrolyt, müssen diese sofort mit reichlichen Mengen Wasser über eine längere Zeit von mindestens 10, besser 15 Minuten gespült werden.

In jedem Fall ist unverzüglich ärztliche Hilfe erforderlich.

Zur Spülung der Augen eignet sich besonders eine fest mit der Wasserleitung verbundene Augendusche, die das Spülen entsprechend lange ermöglicht.



Bild 9-1: Augenspülflasche, gegen Feuchtigkeit, Schmutz, Beschädigung geschützt und leicht zugänglich

Eine solche Spüleinrichtung sollte sich möglichst innerhalb der Batterieladeanlage befinden, mindestens aber in unmittelbarer Nähe.



Steht eine derartige stationäre Augendusche nicht zur Verfügung, so müssen Augenspülflaschen bereitgehalten werden.

Handelsübliche Gebinde sind in der Regel mit einem Verfalldatum versehen. Daher müssen die regelmäßige Kontrolle und der Austausch sichergestellt werden.

Wenn Hautpartien und Schleimhäute mit Elektrolyt in Berührung kommen, müssen auch diese betroffenen Stellen auf jeden Fall mit einer ausgiebigen Menge Wasser oder mit neutralisierenden, wässrigen Lösungen abgespült werden, wie Seifenwasser bei Schwefelsäure oder milder saurer Lösung bei alkalischem Elektrolyt. Auch danach muss in allen Fällen ärztliche Hilfe erfolgen.

Geräte, Anlagen und Kleidung können durch Spülen mit Wasser und Neutralisationsmittel gereinigt werden. Als Neutralisationsmittel von Elektrolyt können 5%ige Sodalösungen (Natriumkarbonat) bzw. festes Soda verwendet werden, um die Einwirkung von Elektrolyt auf Geräte, den menschlichen Körper und Kleidung herabzusetzen.

10 Betriebsanweisung

Es sind generell Betriebsanweisungen zu erstellen, die neben dem Umgang mit Batterieladeeinrichtungen auch die örtlichen Gegebenheiten und Randbedingungen berücksichtigen. Diese sind im Arbeitsbereich gut sichtbar anzubringen und in geeigneter Weise bekannt zu geben.

Bei der Erstellung ist die BG-Information „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“ (BGI 578) zu beachten.

Eine Betriebsanweisung muss dem Bedienungspersonal jederzeit zugänglich sein und ist möglichst **sichtbar aufzuhängen**.

Nachstehend einige **Anregungen zur Erstellung einer Betriebsanweisung**, die u. a. folgende Festlegungen enthalten sollte:

10.1 Anwendungsbereich

- Arbeitsbereich
 - z. B. Werkhalle
- Arbeitsplatz
 - Batterieladestation
- Anlagenverantwortlicher z. B.
 - Meister „Mustermann“
- Tätigkeit
 - Aufladung/Instandhaltung von Fahrzeugbatterien
- Angaben zu der/den Batterie(n), die aufgeladen werden soll(en), z. B.
 - Art/Baureihe/Typ
 - Zellenzahl und Bemessungsspannung
 - Bemessungskapazität, Bemessungsentladestrom, Entladezeit und Entladeschlussspannung

- Art des Elektrolyten
- Dichte und Bemessungsstand des Elektrolyten
- Ladeverfahren
- unzulässige Grenzwerte
- eventuell vorhandene Besonderheiten

10.2 Gefahrstoffbezeichnung

Bei Gefährdungen durch gefährliche Arbeitsstoffe ist deren Benennung erforderlich, wie beispielsweise Elektrolyt und/oder Knallgas.

10.3 Gefahren für Mensch und Umwelt

- Körperdurchströmungen können zu Verkrampfungen, Herzkammerflimmern, Herzstillstand und inneren Verbrennungen führen.
- Verbrennungsgefahr durch Lichtbogenbildung bei Kurzschlüssen.
- Verätzungsgefahr der Haut durch Elektrolyt.
- Ausgetretener Elektrolyt darf nicht in das Abwassersystem gelangen.
- Reizung der Augen und Atmungsorgane möglich.



- Explosionsgefahr durch Knallgasbildung.
- Gesundheitsschädliche Gase beim Einatmen.
- Absturzgefahr bei Arbeiten auf der Leiter oder anderen hochgelegenen Arbeitsplätzen.
- Gefahren durch unsachgemäß angeschlagene Lasten.
- Handquetschungen beim Ab- oder Einsetzen der Batterien.



10.4 Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Aufladen, Austauschen usw. nur durch unterwiesene Mitarbeiter.
- Während der Arbeiten für eine gute Lüftung sorgen, vorhandene Absauganlage einschalten.
- Benutzung geeigneter Hebevorrichtungen zum sicheren Heben, Tragen und Transportieren.
- Entnehmen und Einsetzen von Flurförderzeug-Batterien nur mit dafür vorgesehenen Lasttraversen und Lastaufnahmemitteln.
- Hinweise geben für das An- und Abklemmen gemäß Bedienungsanleitung (nur im stromlosen Zustand und allpolig!).
- Polarität an den Anschlussstellen der Batterien und Ladegeräte sowie der Ladeleitungen beachten (polrichtiges Anschließen).
- Auf festen Sitz von Anschlüssen, wie Verbinder und Anschlussklemmen, achten.

- Verbot für offenes Feuer, offenes Licht, glühende Teile usw.



- Verbot für Rauchen, Essen und Trinken.



- Schutzbrille mit Seitenschutz (Korbbrille) oder Gesichtsschutzschirm und säurebeständige Schutzhandschuhe, Schürze sowie Sicherheitsschuhe tragen.



- Kleidung, Material, Sicherheitsschuhe und Handschuhe müssen antistatische Eigenschaften besitzen.



- Ärmel der Arbeitsjacke nicht hochkrempeln.



- Trageverbot für leitfähige Uhren, Armbänder, Finger- und Armringe, evtl. Ketten, Piercings usw.

- Bei Gefahr durch Elektrolyten: Schutzmaßnahmen/Verhaltensregeln gegen Säureverätzung erforderlich.

- Gründliche Handreinigung nach der Arbeit.

- Hautreinigungs-, -schutz- und -pflegemittel anwenden.

- Vergossener oder ausgelaufener Elektrolyt ist umgehend zu beseitigen.

10.5 Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall

- Bei Störungen: Sofort den Vorgesetzten, Anlagenverantwortlichen und den Verantwortlichen für die Verkehrssicherungspflicht informieren.
- Bei Lichtausfall: Arbeit unterbrechen.

10.6 Verhalten bei Unfällen, Erste Hilfe

- Anlage freischalten.
- Verletzte(n) bergen.
- Erste Hilfe leisten (Verbrennungen mit Wasser kühlen; bei Atem- und/oder Kreislaufstillstand: Maßnahmen der Herz-Lungen-Wiederbelebung einleiten).
- Ersthelfer hinzuziehen.
- Elektrolyt auf der Haut: mit Tuch oder saugendem Papier säubern, dann mit reichlich Wasser und Seife reinigen.
- Elektrolytspritzer im Auge: Auge sofort mit viel Wasser ausspülen; umgehend Vorgesetzten informieren; Augenarzt aufsuchen.
- Elektrolyt auf der Kleidung: Sofort die Kleidung wechseln.
- Bei Unwohlsein oder Atembeschwerden: Raum/Bereich sofort verlassen; Vorgesetzten informieren.
- Unfall melden.
Notruf:



10.7 Instandhaltung

- Instandhaltungsarbeiten nur durch fachkundiges und beauftragtes Personal.
- Wartungshinweise für Ladegerät(e) und Batterie(n) nach Herstellerangaben beachten.
- Nichtelektrotechnische Arbeiten dürfen nur durch unterwiesene Personen erfolgen.
- Bei Gefahr durch Elektrolyt während Instandhaltungsarbeiten (Reinigen, Nachfüllen von Wasser, Kontrolle der Elektrolytdichte und -temperatur): Schutzmaßnahmen/Schutzausrüstungen gegen Säureverätzung erforderlich, z. B. Schutzbrille, Schutzschuhe, Handschuhe, Schürze usw.
- Sonderarbeiten in der Nähe von Batterien: Arbeiten im Ladebereich mit Schweiß- oder Lötgerät, Trennschleifer o. Ä. nur durch unterwiesene Personen nach Entfernung zündfähiger Gasgemische, z. B. durch ausreichende Raumlüftung. Gegebenenfalls sind besondere Schutzmaßnahmen festzulegen und in einem Schweißerlaubnischein zu dokumentieren.
- Persönliche Schutzausrüstungen und Werkzeug vor Gebrauch auf augenfällige Mängel überprüfen.
- Werkzeuge und Hilfsmittel trocken und sauber aufbewahren.



10.8 Entsorgung

Beseitigung von vergossenem oder ausgetretenem Elektrolyt durch geeignetes saugfähiges oder neutralisierendes Material, mit anschließender ordnungsgemäßer Entsorgung.

Schadhafte Batterien und Altbatterien müssen durch dafür ausgebildetes Personal vorschriftsmäßig entsorgt werden.



Bild 10-1: Ausgehängte Betriebsanweisungen

10.9 Folgen bei Nichtbeachtung

Gesundheitliche Folgen:

Verletzung, Tod.

Arbeitsrechtliche Folgen:

Abmahnung, Verweis,

Inkraftsetzung mit:

Datum

Unterschrift

11 Literaturverzeichnis

- Arbeitsschutzgesetz (**ArbSchG**) 2005
- Betriebssicherheitsverordnung (**BetrSichV**) 2005
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Prüfungen von Arbeitsmitteln und Überwachungsbedürftigen Anlagen“ (**TRBS 1201**) 2006 und Änderung 2009
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“ (**TRBS 1111**) 2006
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Prüfungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen“ (**TRBS 1201 Teil 1**) 2006
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit“ (**TRBS 1201 Teil 3**) 2009
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Befähigte Personen“ (**TRBS 1203**) 2010
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Elektrische Gefährdungen“ (**TRBS 2131**) 2007
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines“ (**TRBS 2152**) 2006
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“ (**TRBS 2152 Teil 1**) 2006
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“ (**TRBS 2152 Teil 2**) 2006
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“ (**TRBS 2152 Teil 3**) 2009
- Technische Regeln für Betriebssicherheit „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (**TRBS 2153**) 2009
- Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (**ElExV**) 1996
- 11. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (**GPSGV**) „Explosionsschutzverordnung“ (**ExVO**) 2004
- Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (**BGV A 1**) 2008
- Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (**BGV A 3**) 1997
- Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (**BGV A 8**) 2004
- BG-Regel „Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“ (**BGR A3**) 2006
- BG-Regel „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ (**BGR 104**) 2008
- BG-Regel „Benutzung von Fuß- und Knieschutz“ (**BGR 191**) 2007
- BG-Information „Sicherheit durch Betriebsanweisungen“ (**BGI 578**) 2008
- BG-Information „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen“ (**BGI 600**) 1998
- BG-Information „Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (**BGI 5027**) 2006
- BG-Information „Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Praxistipps für den Prüfer“ (**BGI 5090**) 2010
- BG-Information „Arbeitsplatzbelüftung“ (**BGI 5121**) 2007
- BG-Information „Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel – Organisation durch den Unternehmer“ (**BGI 5190**) 2010
- DIN VDE 0100-410 **VDE 0100-410**:2007-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-41 – Schutzmaßnahmen; Schutz gegen elektrischen Schlag“
- DIN VDE 0100-420 **VDE 0100-420**:1991-11 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen; Schutz gegen thermische Einflüsse“
- DIN VDE 0100-482 **VDE 0100-482**:2003-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 48: Auswahl von Schutzmaßnahmen; Hauptabschnitt 482: Brandschutz bei besonderen Risiken oder Gefahren“
- DIN VDE 0100-530 **VDE 100-530**:2005-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergeräte“
- DIN VDE 0100-600 **VDE 0100-600**:2008-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 6 – Prüfungen“

- DIN VDE 0100-731 **VDE 0100-731**:1986-02 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Elektrische Betriebsstätten und abgeschlossene elektrische Betriebsstätten“
- DIN VDE 0100-737 **VDE 0100-737**:2002-01 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Feuchte und nasse Bereiche und Räume und Anlagen im Freien“
- DIN VDE 0105-100 **VDE 0105-100**:2009-10 „Betrieb von elektrischen Anlagen Teil 100: Allgemeine Festlegungen“
- DIN EN 1175-1 **VDE 0117-1**:1998-11 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Elektrische Anforderungen; Allgemeine Anforderungen für Flurförderzeuge mit batterieelektrischem Antrieb“
- DIN EN 60079-14 **VDE 0165-1**:2009-05 „Explosionsfähige Atmosphäre, Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen“
- DIN EN 60079-17 **VDE 0165-10-1**:2008-05 „Explosionsfähige Atmosphäre, Teil 17: Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen“
- DIN EN 60079-10-1 **VDE 0165-101**:2009-10 „Explosionsfähige Atmosphäre, Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche“
- DIN EN 60079-0 **VDE 0170** „Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche“
- DIN EN 61340-4-1 **VDE 0300-4-1**:2004-12 „Elektrostatik – Teil 4-1: Standard-Prüfverfahren für spezielle Anwendungen – Elektrischer Widerstand von Bodenbelägen und verlegten Fußböden“
- DIN EN 60529 **VDE 0470-1**:2000-9 „Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)“
- DIN 57510 **VDE 0510**:1977-01 „VDE-Bestimmung für Akkumulatoren und Batterie-Anlagen“
- DIN EN 50272-3 **VDE 0510-3**:2003-05 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge“
- DIN 57680-1 **VDE 0680-1**:1983-01 „Körperschutzmittel, Schutzvorrichtungen und Geräte zum Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen bis 1000 V – Isolierende Körperschutzmittel und isolierende Schutzvorrichtungen“
- DIN EN 60900 **VDE 0682-201**:2005-01 „Arbeiten unter Spannung – Handwerkszeuge zum Gebrauch bis AC 1000 V und DC 1500 V“
- **VdS-Richtlinie 2259** „Batterieladeanlagen für Elektrofahrzeuge“ 1991
- „Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung“, Verlag Technik & Information e.K., Bochum 2008
- Gefährdungsbeurteilung „Elektrotechnik, allgemein“, VMBG 2005

Anhang 1

Checkliste zum sicheren Betreiben einer Batterieladeanlage

- Ist eine Gefährdungsbeurteilung gemäß Arbeitsschutzgesetz, BetrSichV und BGV A1 durchgeführt?

Inhalte der Gefährdungsbeurteilung können sein:

- Ist ein **Anlagenverantwortlicher** für die Batterieladeanlage benannt und dieser den Mitarbeitern bekannt gegeben worden?
- Wurde eine **Prüfung auf Explosionssicherheit** von vorhandenen Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Räumen und Bereichen durchgeführt?
- Sind erforderliche **Aushänge** und **Sicherheitskennzeichnungen**, wie Hinweis-, Warn- und Verbotsschilder (z. B. **W20**, **P01**, **P02**, ggf. **W04**, **W08**) angebracht?
- Besteht im Bereich der Ladeanlage eine **Zutrittsverhinderung** für unbefugte Personen?
- Wurden die **Mindestabmessungen** von Bedienungsgangbreite (0,6 m), Wartungsgangbreite (0,8 m) sowie Gang- und Raumhöhe (2 m) **eingehalten**?
- Sind die **Mindestabstände** im Bereich der Ladeeinrichtung **eingehalten**?
Abstand der Batterie
 - zum Ladegerät (1 m)
 - zu Funken bildenden Geräten, Schaltern, Steckdosen (0,5 m)
 - zu brennbaren Materialien (2,5 m)
 - zu feuer-/explosionsgefährdeten Bereichen (5 m)
- Sind **Raumluftvolumen** und **Luftvolumenstrom** ausreichend sowie die **Zu- und Abluftöffnungen** hinreichend **dimensioniert** und nicht **zugestellt** oder **verschlossen**?
- Erfolgt die Ladung der Batterie(n) unterhalb der **Gasungsspannung**?
- Ist die Bildung von Wasserstoff/Luft-Gemisch (Knallgas = **explosionsfähige Atmosphäre**) ausgeschlossen? Wenn nicht, welche Explosionsschutz-Maßnahmen wurden getroffen?
- Ist bei möglicher explosionsfähiger Atmosphäre ein **Explosionsschutzdokument** erstellt worden?
- **Ist bei technischer Lüftung sichergestellt, dass**
 - die **Lüftung** während des Ladens in **Betrieb** ist und überwacht wird?
 - ein gegebenenfalls im Gas-Luft-Strom befindlicher **Lüfter** für Sauglüftung **explosionsschutzgeschützt** und **elektrolytbeständig** ist?

- Ist sichergestellt, dass innerhalb des **Sicherheitsabstands** von 0,5 m um die Batterie(n) keine offenen Flammen, glühende Körper, Funken oder Lichtbögen auftreten können?
- Entspricht die ortsfeste **elektrische Anlage** den Normen für „**Feuchtrauminstallation**“ und/oder für „**Feuergefährdete Betriebsstätten**“?
- Besteht ein **Schutz** der Batterie(n) **gegen äußere Einwirkungen**, wie herabfallende Gegenstände, Eindringen von Fremdkörpern, Tropfwasser, Verschmutzung, Erschütterung, schädliche Gase usw.?
- Sind die Ladeeinrichtungen und Batterien **kippsicher auf nicht brennbarem Untergrund** aufgestellt sowie zur Vermeidung von **Kriechstrombildung** sauber gehalten?
- Ist eine **elektrostatische Aufladung** von Personen oder Fahrzeugen wirksam verhindert?
- Weist der **Fußboden elektrostatisch ableitfähige** Eigenschaften auf?
- Ist eine **Betriebsanweisung** für die Ladeeinrichtung(en) sichtbar ausgehängt und sind die **Bedienungsanleitungen** der elektrischen Geräte verfügbar?
- Sind die **Mitarbeiter unterwiesen**? Wesentliche **Unterweisungsinhalte** sind:
 - **Gefahren**, die von **elektrischer Energie** ausgehen
 - **Trageverbot** von leitfähigem **Körperschmuck**
 - **keine nassen oder feuchten elektrischen Geräte** anfassen
 - **keine Veränderungen an Sicherheitseinrichtungen** vornehmen
 - **vor der Benutzung** elektrischer Betriebsmittel eine **Besichtigung auf augenfällige Mängel/Schäden** durchführen
 - **Störungen** müssen einer zuständigen Person gemeldet werden
 - **Reparaturarbeiten** keinesfalls selbst vornehmen
 - **defekte Geräte** einer ordnungsgemäßen **Instandsetzung** zuführen
- Werden die **Unterweisungen regelmäßig** (mindestens einmal jährlich) durchgeführt und dokumentiert?
- Wurden geeignete **Arbeitsmittel** für die zu erwartenden Umgebungsbedingungen und Beanspruchungen am Einsatzort **ausgewählt**?
- Ist der **Querschnitt** der **Ladeleitungen** richtig bemessen, sind isolierte **Klemm- vorrichtungen** vorhanden, werden **nicht leitende Aufnahme-/Ablagevorrichtungen** für die Klemmvorrichtungen der Ladeleitungen benutzt?

- Sind die beweglichen **Anschlussleitungen** vor **Beschädigungen** geschützt und für die **Umgebungsbedingungen** geeignet?
- Sind die **Steck- und Klemmvorrichtungen** in ordnungsgemäßem Zustand?
- Erfüllen 230-V-**Handleuchten** die Anforderungen:
Ohne Schalter, mit Schutzglas, Schutzart $\geq$ IP 54, Schutzklasse II bzw. in Ex-Bereichen mindestens die Gerätegruppe II, Kategorie 3G?
- Sind am **Batterieladeplatz** dauerhafte **Wand-/Bodenmarkierungen** angebracht, die den Ladeplatz, z. B. des Elektrostaplers, kennzeichnen?
- Ist/sind die **Batterie(n)** zur Kontrolle/Wartung **leicht zugänglich**?
- Sind während der Ladung von **Flurförderzeugen** die **Fahrzeug-Lüftungsöffnungen** zur Vermeidung von Gasansammlung **freigehalten**?
- Stehen zur sicheren Handhabung der Batterien geeignete **Transporthilfen/Hebezeuge** zur Verfügung?
- Sind alle notwendigen **persönlichen Schutzausrüstungen**, wie Gesichts-, Augen-, Hand-, Fußschutz und Schürze sowie **Augendusche/-spülflasche** bereitgestellt und in ordnungsgemäßem Zustand?
- Ist eine geeignete **Feuerlöscheinrichtung**, mindestens der Brandklassen AB, z. B. Schaumlöcher, vorhanden und auch nach Brandausbruch leicht erreichbar?
- Werden die **wiederkehrenden Prüfungen** der elektrischen Anlage und der Arbeits- und Betriebsmittel **durchgeführt** sowie **dokumentiert**?

Firma:		Betriebsanweisung		Nummer:	
		Ladevorgänge an Batterien			
1. Anwendungsbereich					
Arbeitsbereich:		Kfz-Werkstatt	Arbeitsplatz:		Kfz-Mechaniker
Arbeitsverantwortlicher:			Tätigkeit:		Ladearbeiten Arbeiten mit Starthilfekabel
2. Gefahrstoffbezeichnung					
Knallgas (Gasgemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff)				Form:	gasförmig
				Farbe:	farblos
3. Gefahren für Mensch und Umwelt					
Mensch:		Explosionsgefahr bei Knallgasbildung Körperdurchströmung Verbrennungen, Verblitzen der Augen durch Lichtbogen Verätzungsgefahr der Haut und Augen durch Elektrolyt beim Batteriezerknall			
					
Umwelt:		Kontamination des Erdbodens oder des Grundwassers durch auslaufenden Elektrolyt			
4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln					
		• Hinweise der Batteriehersteller für das An- und Abklemmen beachten • Sichtprüfung auf ordnungsgemäßen Zustand der Batterien (äußerlich trocken und dicht), Ladegeräte und Ladeleitungen (elektrisch: ohne Mängel) vor jedem Ladevorgang durchführen • Polarität an den Anschlussklemmen der Batterie, Ladegeräte und Ladeleitungen beachten • Trageverbot für leitfähige Armbänder, Fingerringe, Ketten, Piercings usw. • bei undichten Batterien Ladevorgang sofort abbrechen • für gute Be- und Entlüftung des Arbeitsbereichs sorgen • Batterien während des Ladevorganges nicht öffnen			
					
5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall					
Brand:		Notfall-Teil: (Feuerwehr)	Vorgesetzten-Teil:		
Anlagenverantwortlichen/Meister informieren!					
Fluchtweg:			Flucht-/Alarmplan:		
		Löschmittel: Schaumlöcher verwenden Leckage: Reststoffe und Abfälle im gekennzeichneten Behälter Nr. sammeln			
6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe					
		Notarzt-Teil:		Ersthelfer:	
• Unfälle sofort dem verantwortlichen Meister und dem Ersthelfer melden • bei Kontakt mit Elektrolyt auf Haut oder Augen sofort mit viel Wasser spülen und ggf. Arzt aufsuchen					
7. Entsorgung					
Reststoffe und Verunreinigungen sind im gekennzeichneten Behälter Nr. zu sammeln					
Datum:				Unterschrift:	

Firma:	Betriebsanweisung Batteriewartung/-wechsel	Nummer:
--------------	--	---------------

1. Anwendungsbereich

Arbeitsbereich: Kfz-Werkstatt	Arbeitsplatz: Kfz-Mechaniker
Arbeitsverantwortlicher:	Tätigkeit: Batteriewartung Batteriewechsel

2. Gefahrstoffbezeichnung

Elektrolyt (verdünnte Schwefelsäure)	Form: flüssig
	Farbe: blassgelb

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

Mensch: Verbrennungen, Verblitzen der Augen durch Lichtbogenbildung
Körperdurchströmung
Verätzungsgefahr der Haut, Reizung der Augen durch Elektrolyt

Umwelt: Kontamination des Erdbodens oder des Grundwassers durch auslaufenden Elektrolyt

4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- vor dem Einbau Batterie auf Dichtheit prüfen (Sichtprüfung)
- Hinweise des Batterieherstellers für das An- und Abklemmen beachten
- Polarität beim Anklemmen der Batterie beachten
- Trageverbot für leitfähige Armbänder, Fingerringe, Ketten, Piercings usw.
- bei Gefahr durch Elektrolyt Hautkontakt vermeiden, ggf. Handschuhe, Schutzbrille tragen
- auslaufenden Elektrolyt mit Tüchern oder Papier aufnehmen
- bei Wartungsarbeiten und Einbau isoliertes Werkzeug benutzen

5. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall

Brand: Notfall-Tel.: (Feuerwehr)	Vorgesetzten-Tel.:
Anlagenverantwortlichen/Meister informieren!	
Fluchtweg:	Flucht-/Alarmplan:

Löschmittel: Schaumlöcher verwenden

Leckage: Reststoffe und Abfälle im gekennzeichneten Behälter Nr. sammeln

6. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

Notarzt-Tel.:	Ersthelfer:
---------------------	-------------------

- Unfälle sofort dem verantwortlichen Meister und dem Ersthelfer melden
- bei Kontakt mit Elektrolyt auf Haut oder Augen sofort mit viel Wasser spülen und ggf. Arzt aufsuchen
- bei Verschlucken von Elektrolyt sofort Arzt aufsuchen

7. Entsorgung

Reststoffe und Verunreinigungen sind im gekennzeichneten Behälter Nr. zu sammeln
Altbatterien an gekennzeichnete Stelle ablegen

Datum:	Unterschrift:
--------------	---------------------

Firma:	Betriebsanweisung	Nummer: 05.07
--------------	--------------------------	---------------

Namen der Firma hier einsetzen

1. Anwendungsbereich

Gabelstapler – Batterie wechseln und Ladegerät anschließen

2. Gefahren für Mensch und Umwelt

- Gefahren durch unsachgemäß angeschlagene Lasten.
- Handquetschungen beim Absetzen der Batterien auf die Ladeplattform oder beim Einsetzen in den Stapler.
- Beim Anschluss der Batterien und während des Ladevorgangs: Explosionsgefahr durch Wasserstoffbildung (Knallgas) und Verätzungsgefahr durch austretende Säure.
- Gefahr durch elektrischen Strom.
- Brandgefahr.

3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- Austausch von Batterien nur durch unterwiesene Personen.
- Batterien gemäß Bedienungsanleitung an Ladegeräte anschließen.
- Wasseranschluss für selbstständiges Nachfüllsystem herstellen.
- Batterien frühzeitig laden, nicht in entladenen Zustand abstellen (gilt auch für teilentladene Batterien).
- Entladung unter 20 % der Nennkapazität sind zu vermeiden, diese Tiefentladungen verkürzen die Lebensdauer der Batterie.
- Batterie vor dem Laden auf Gehäuseschäden, angehobene Bleiplatten und austretende Säure untersuchen.
- Gabelstapler sicher abstellen und gegen unbefugtes Benutzen sichern.
- Gabelstapler nur an das zugehörige Ladegerät anschließen:
 - Batteriestecker am Gabelstapler herausziehen,
 - Ladegerätstecker in Batteriesteckdose stecken,
 - Ladegerät einschalten.
- Keine Werkzeuge (Metallteile) auf der Batterie ablegen (Kurzschluss).
- Säuredichte mit dem Säureheber prüfen (soll nach dem Laden zwischen 1,24 und 1,28 kg/l betragen).
- Batterieflüssigkeit (nur destilliertes Wasser) erst nach dem Laden auffüllen.
- Während der Arbeiten und während des Ladevorgangs Ladestation gut belüften, Absauganlage einschalten.
- In der Ladestation sind offene Zündquellen, offenes Licht und Rauchen verboten.
- Bereitgestellte PSA benutzen (Gesichtsschutz, Schutzhandschuhe), Sicherheitsschuhe tragen.
- Batteriepole reinigen und mit säurefreiem Fett schützen.
- Auf festen Sitz der Polklemmen achten.

4. Verhalten bei Störungen und im Gefahrfall

Notruf:	
---------	--

- Störungen und Mängel dem Vorgesetzten melden.
- Verschüttete Säure mit viel Wasser wegspülen.
- Brand melden.
- Löscheversuch mit bereitgestelltem Löschmittel unternehmen.

5. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

Notruf:	
---------	--

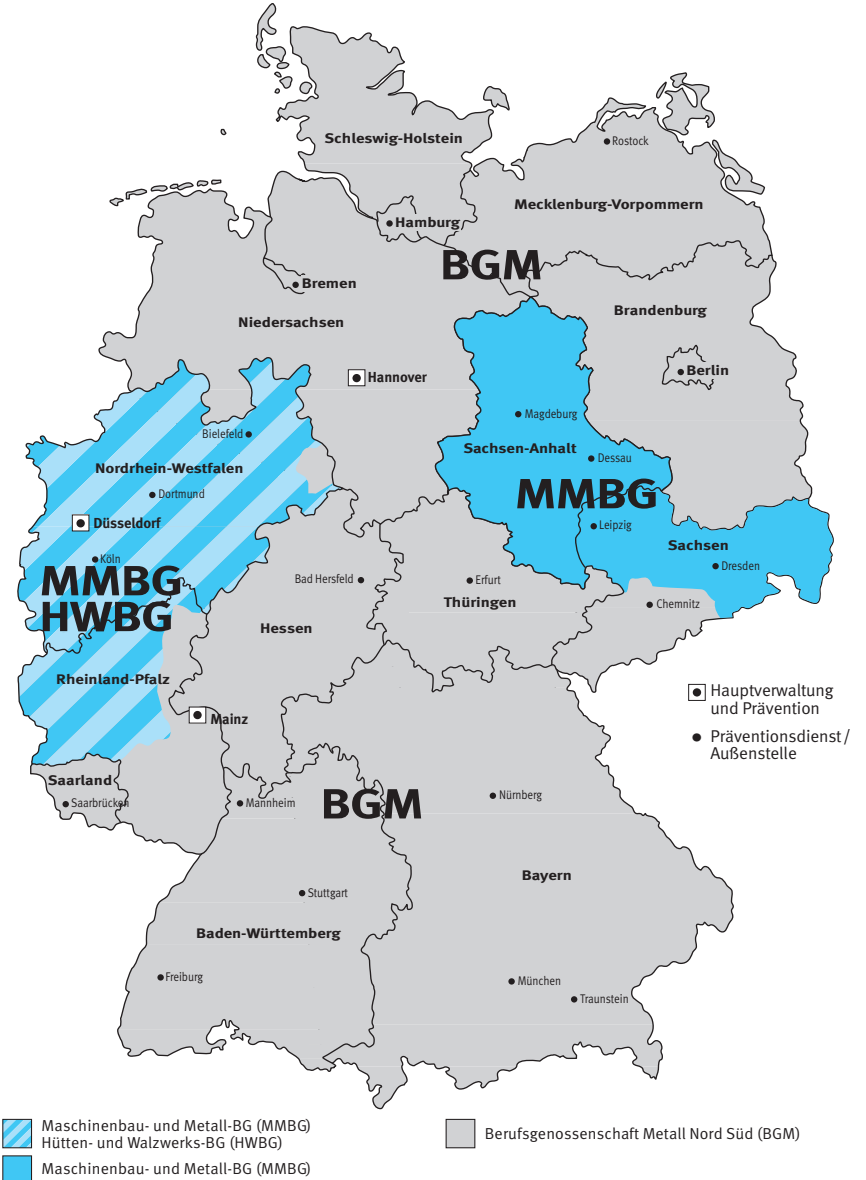
- Unfallstelle sichern.
- Ersthelfer hinzuziehen und Vorgesetzten verständigen.
- Verletzten betreuen.
- Säurespritzer im Auge: Augenspülflasche einsetzen; auf der Haut: mit Leitungswasser abspülen.

6. Instandhaltung, Entsorgung

- Instandhaltungsarbeiten werden durchgeführt von:
- Altbatterien werden entsorgt durch:

Datum:	Unterschrift:
--------------	---------------------

Zuständigkeitsbereiche der Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG)





Vereinigung der Metall-
Berufsgenossenschaften

Federführung: Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444 und -545
Internet: www.vmbg.de

07.10

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444
Internet: www.mmbg.de · www.hw-bg.de

Präventionsabteilung

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-545
E-Mail: praevention@mmbg.de

Außendienststellen der Präventionsabteilung

33602 Bielefeld · Turnerstraße 5–9 Telefon 0521 52090-704 Telefax 0521 52090-707 E-Mail: ad.bielefeld@mmbg.de	40239 Düsseldorf · Graf-Recke-Straße 69 Telefon 0211 8224-838 Telefax 0211 8224-844 E-Mail: ad.duesseldorf@mmbg.de
06842 Dessau-Roßlau · Raguhner Straße 49 b Telefon 0340 2525-104 Telefax 0340 2525-362 E-Mail: ad.dessau@mmbg.de	51065 Köln · Berg, Gladbacher Straße 3 Telefon 0221 6784-265 Telefax 0221 6784-222 E-Mail: ad.koeln@mmbg.de
44263 Dortmund · Semerteichstraße 98 Telefon 0231 4196-128 Telefax 0231 4196-199 E-Mail: ad.dortmund@mmbg.de	04109 Leipzig · Elsterstraße 8 a Telefon 0341 12991-17 Telefax 0341 12991-11 E-Mail: ad.leipzig@mmbg.de
01109 Dresden · Zur Wetterwarte 27 Telefon 0351 886-3213 Telefax 0351 886-4576 E-Mail: ad.dresden@mmbg.de	39104 Magdeburg · Ernst-Reuter-Allee 45 Telefon 0391 53229-13 Telefax 0391 53229-11 E-Mail: ad.magdeburg@mmbg.de

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Präventionshotline

55130 **Mainz** · Wilh.-Theodor-Römheld-Str. 15
Telefon 0800 999 0080-2 (freecall)
Telefax 06131 802-12800
E-Mail: best@bgmet.de
Internet: www.bg-metall.de

Weitere Informationsschriften finden Sie auf der DVD
„Prävention – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz“.

Herausgeber:

Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft

Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Ausgabe 2010 · Druck 08.2010/3.600 · Bestell-Nr. BGI 5017