# BahnPraxisW

*Zeitschrift zur Förderung der Arbeitssicherheit in den Werkstätten der DB AG*

2/2006

- Sicherer Einsatz von Anschlagmitteln
- BahnPraxis Dialog: Starthilfe
- Kennen Sie sich aus? Ein Sicherheitstest
- Instandhaltung von Fahrzeugbatterien
- Technische Regeln für Betriebssicherheit zum Explosionsschutz

EUK DB

***Liebe Leserinnen und Leser,***

*müssen Lasten mit einem Kran gehoben und transportiert werden, stellt sich die Frage nach der Verbindung der Last mit dem Kran. Zur Bewältigung dieser Aufgabe ist der Einsatz von Anschlagmitteln unumgänglich. Fehler beim Einsatz von Anschlagmitteln können zu Lastabstürzen führen und die wiederum zu schweren Sach- oder Personenschäden. Unser Beitrag „Sicherer Einsatz von Anschlagmitteln“ soll Ihnen helfen, die richtigen Anschlagmittel auszuwählen, zu beurteilen und sicher einzusetzen.*

*Es ist immer ärgerlich, wenn ein Fahrzeug gestartet werden soll und die Batterie leer ist. In diesen Fällen ist ein Starthilfekabel immer nützlich. Über die richtige Verwendung des Kabels unterhalten sich Jürgen und Kai.*

*„Kennen Sie sich aus“ bei der Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz? Wissen Sie alles über Anschlagmittel und Batterien? Viel Erfolg bei den BahnPraxisTests.*

*Beim Umgang mit Batterien besteht eine Vielzahl an Gefahren, die zu vermeiden sind. In unserem Beitrag „Instandhaltung von Fahrzeugbatterien“ zeigen wir Maßnahmen zur Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit auf.*

*Über den aktuellen Stand der Erarbeitung von Technischen Regeln für Betriebssicherheit zum Explosionsschutz sowie über die Regeln der EUK zum Explosionsschutz informieren wir Sie in unserem die Ausgabe abschließenden Beitrag.*

*Unser Titelbild: Instandsetzungswerk Krefeld: Auf dem Radsatzhof lagern unzählige Radsätze. Foto: DB AG/Busse.*

*Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen*
***Ihr Redaktionsteam „Bahn-Praxis-W“***

## UNSERE THEMEN

**Sicherer Einsatz von Anschlagmitteln**
Seite 3

**Starthilfe**
Jürgen und Kai unterhalten sich über die Vorgehensweise bei der Starthilfe für Verbrennungsmotore
Seite 6

Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz: **Kennen Sie sich aus?**
Seite 8

**Ein Sicherheitstest:** Umgang mit Anschlagmitteln und Umgang mit Fahrzeugbatterien
Seite 9

**Instandhaltung von Fahrzeugbatterien**
Seite 10

**Technische Regeln für Betriebssicherheit zum Explosionsschutz**
Seite 16

***Impressum „BahnPraxis“***
*(Ausgabe Werkstättenbereich)*
*Zeitschrift zur Förderung der Arbeitssicherheit in den Werkstätten der DB AG.*

***Herausgeber***
*Eisenbahn-Unfallkasse – Gesetzliche Unfallversicherung – Körperschaft des öffentlichen Rechts, in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn AG.*

***Redaktion***
*Wolfgang Horstig (Chefredakteur), Lothar Berse, Edwin Mücke, Rudi Ludwig, Günter Baierl (Redakteure).*

***Anschrift***
*Redaktion „BahnPraxis“, Ausgabe W,*
*Eisenbahn-Unfallkasse,*
*Technischer Aufsichtsdienst,*
*Rödelheimer Straße 49, 60487 Frankfurt am Main,*
*Telefon (0 69) 4 78 63-0, Fax (0 69) 4 78 63-1 51.*

***Erscheinungsweise und Bezugspreis***
*Erscheint jährlich zweimal (April und Oktober). Der Bezugspreis ist für Mitglieder der EUK im Mitgliedsbeitrag enthalten.*
*Die Beschäftigten erhalten die Zeitschrift kostenlos. Für externe Bezieher: Pro Ausgabe 2,50 € zuzüglich Versandkosten.*

***Verlag***
*Bahn Fachverlag GmbH,*
*Postfach 23 30, 55013 Mainz,*
*Telefon: (0 61 31) 28 37-0,*
*Telefax: (0 61 31) 28 37 37,*
*ARCOR (9 59) 15 58.*
*E-Mail: mail@bahn-fachverlag.de*

***Druck***
*Meister Print & Media,*
*Werner-Heisenberg-Straße 7, 34123 Kassel.*

# Sicherer Einsatz von Anschlagmitteln

*Ohne Krane könnten Hebe- und Transportaufgaben nur mühevoll und langsam ausgeführt werden. Erst der Einsatz dieser Hebezeuge ermöglicht es schwere Lasten leicht zu bewegen. Dabei muss jedoch aus Gründen der Arbeitssicherheit und der Wirtschaftlichkeit die maximale Sicherheit für die Beschäftigten und das Material das oberste Ziel sein. Dieses kann nur erreicht und gewährleistet werden, wenn die Transportarbeiten mit geeigneten und technisch einwandfreien Arbeitsmitteln ausgeführt werden. Besondere Aufmerksamkeit muss dabei auf den Einsatz von Anschlagmitteln gelegt werden, da diese von Beschäftigten vor dem jeweiligen Hebevorgang aus einer Palette vorhandener Anschlagmittel selbstständig ausgewählt werden (Abbildung 1).*

*Der nachfolgende Beitrag von **Dipl.-Ing. Marian Rossa** vom Technischen Aufsichtsdienst der Eisenbahn-Unfallkasse befasst sich mit Drahtseilen, Ketten sowie Hebebändern und Rundschlingen, die als Anschlagmittel bei Kranarbeiten eingesetzt werden. Er soll Hilfestellung für die Auswahl und Beurteilung geeigneter Anschlagmittel sowie deren sicheren Einsatz geben.*

*Abbildung 1: Für den Transport des elektrischen Fahrmotors wird ein viersträngiges Drahtseil mit Lasthaken als Anschlagmittel eingesetzt.*

Zur sicheren Ausführung von Transportarbeiten mit Kranen sind u.a. technisch einwandfreie und geeignete Lastaufnahmeeinrichtungen notwendig. Der Fachbegriff „Lastaufnahmeeinrichtungen“ ist hierbei als Oberbegriff für Tragmittel, Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel zu verstehen (Abbildung 2).

Diese Einrichtungen sind Arbeitsmittel, deren Benutzung unter den Anwendungsbereich der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und der GUV-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (GUV-R 500), Kapitel 2.8 „Betreiben von Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb“ fällt. In die GUV-R 500 sind die Betriebsbestimmungen der ehemaligen Unfallverhütungsvorschrift „Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb“ GUV-V 9a übernommen worden. Herstellerseitig gelten für das Inverkehrbringen von Lastaufnahmeeinrichtungen die Vorschriften des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes.

## Erläuterung der Begriffe

Tragmittel sind Einrichtungen, die fest mit dem Kran verbunden sind und zum Aufnehmen von Lastaufnahmemitteln, Anschlagmittel oder der Last dienen. Hierzu zählen herstellerseitig fest angebaute Komponenten wie Kranhaken, Zangen, Greifer, Traversen, Ketten oder Seile.

Lastaufnahmemittel gehören nicht zum Kran, sondern werden zum Aufnehmen der Last mit dem Tragmittel des Kranes verbunden. Dies sind z.B. C-Haken, Gehänge, Lasthebemagnete, Traversen, Vakuumheber oder Zangen.

Anschlagmittel sind Arbeitsmittel, die ebenfalls nicht zum Kran gehören. Sie stellen die Verbindung zwischen dem Tragmittel des Kranes und der Last oder dem Tragmittel und einem Lastaufnahmemittel, z.B. Traverse, her. Anschlagmittel sind z.B.

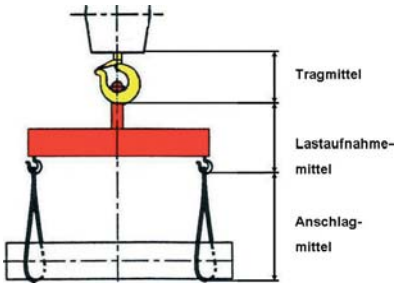



*Abbildung 2: Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb; Anschlagmittel bilden die Verbindung zwischen Tragmittel und Last oder Lastaufnahmemittel.*

Drahtseile, Ketten, Hebebänder und Rundschlingen.

## Beschreibung der Anschlagmittel

Wie bereits erwähnt, werden mit Anschlagmitteln wie Drahtseilen, Ketten oder Hebebändern und Rundschlingen, Lasten oder Lastaufnahmemittel mit dem Tragmittel des Kranes (z.B. Kranhaken) verbunden. Welches der genannten Anschlagmittel hierfür jeweils geeignet ist, hängt u.a. von der Oberfläche der Last und den Umgebungsbedingungen ab. Zusätzlich müssen die Angaben der Hersteller beachtet werden.

Drahtseile eignen sich zum Anschlagen von Lasten mit glatten, öligen und aus anderen Gründen rutschigen Oberflächen sowie für Hakenseile, die als Verbindung zwischen dem Tragmittel und den Ösen des Ladegutes eingesetzt werden.

Drahtseile werden aus kalt gezogenen Stahldrähten hoher Festigkeit hergestellt. Je nach Herstellungsmethode und der Fasereinlage unterscheidet man dabei Rundlitzenseile und Kabelschlagseile.

Rundlitzenseile sind einlagige Drahtseile. Sie bestehen aus mehreren Litzen und einer Fasereinlage.

Kabelschlagseile, die aus mehreren Litzen- und Fasereinlagen bestehen, sind geschmeidiger als Rundlitzenseile. Kabel-

*Abbildung 3: Drahtseilanhänger und Etikett eines Hebebandes mit Tragfähigkeitsangaben.*

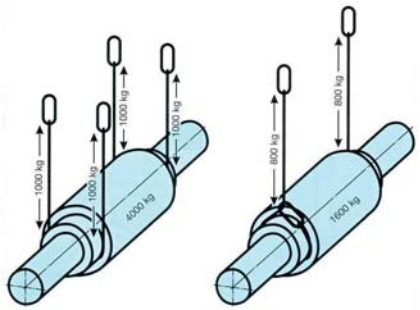



*Abbildung 4: Im Schnürgang verringert sich die Tragfähigkeit auf 80 Prozent (Quelle BGI 556).*

schlagseile können von außen an der Feingliedrigkeit der einzelnen Litzenseile erkannt werden. Da in ihrem Querschnitt ein höherer Anteil an Fasereinlage verarbeit ist, haben sie bei gleichem Durchmesser eine niedrigere Tragfähigkeit als Rundlitzenseile. Die Tragfähigkeit von Drahtseilen wird durch Anhänger dauerhaft gekennzeichnet (Abbildung 3).

Anschlagseile müssen an ihren Enden Aufnahmemöglichkeiten für die Last oder den Kran- bzw. Lasthaken haben. Diese Seilendverbindungen werden in der Regel als Ösen ausgeführt und durch Pressklemmen oder Spleiße hergestellt.

Durch Knoten hergestellte Seilendverbindungen sind unzulässig, da durch die hohe Flächenpressung und die Zerstörung des Seilverbundes im Knotenbereich die Tragfähigkeit nicht mehr gewährleistet wird.

Anschlagketten sind geeignet für den Transport von scharfkantigen Lasten mit rauen, unempfindlichen Oberflächen sowie heißen Materialien.

Als Anschlagketten sind nur Rundstahlketten zulässig, die in vielen Formen und Qualitäten zur Verfügung stehen. Unabhängig von der konstruktiven Ausführung müssen ihre Kettenglieder sowie Aufhänge-, Verbindungs- und Endglieder frei beweglich miteinander verbunden sein. Zum Anschlagen von Lasten dürfen nur kurzgliedrige Ketten eingesetzt werden. Diese Kurzgliedrigkeit sorgt dafür, dass sich die einzelnen Kettenglieder beim Umschlingen von Kanten gegeneinander abstützen können und dadurch eine unzulässige Beanspruchung ausgeschlossen wird.

Entscheidend für den Einsatz von Anschlagketten sind ihre Güteklassen, da diese Hinweise auf die Tragfähigkeit und Einsatzmöglichkeiten bei tiefen und hohen Temperaturen liefern. Eine Anschlagkette der Güteklasse 8 kann z.B. bei gleichen Bedingungen eine dreimal größere Last als die Kette der Güteklasse 2 aufnehmen. Die Güteklassen sind durch Kettenanhänger, die die Unterscheidungsmerkmale aufzeigen, gekennzeichnet. Zusätzlich angebrachte lösbare Teile, wie Ketten-Schäkel oder Ketten-Verkürzer müssen mindestens der Güteklasse der Kette entsprechen.

Hebebänder und Rundschlingen eignen sich zum Anschlagen von Lasten mit besonders rutschiger oder empfindlicher Oberfläche, z.B. lackierte Bauteile, Walzen, Wellen. Es werden hierfür Chemiefaserbänder aus Polypropylen, Polyamid oder Polyester benutzt. Je nach Form und Aufgabe werden diese Chemiefasern zu Bändern oder Rundschlingen verwebt oder zu Rundschlingen zusammengelegt. Bezogen auf ihr Eigengewicht besitzen diese Anschlagmittel eine hohe Tragfähigkeit und schonen durch ihre Anschmiegsamkeit die Lastoberfläche.

Um Verwechslungen zu vermeiden, müssen diese Bänder mit verschiedenfarbigen Etiketten gekennzeichnet sein, aus denen Angaben über Tragfähigkeit, Werkstoff, Normen, Firma sowie Monat und Jahr der Herstellung hervorgehen.

Als Teil eines Anschlagmittels muss der Lasthaken für die vorgesehene Belastung bemessen sein, wobei sich die Werte immer auf die Beanspruchung im Maulgrund beziehen. Entsprechende Angaben sind von Seiten des Herstellers zu belegen.

Lasthaken müssen konstruktiv so gestaltet sein, dass ein unbeabsichtigtes Aushängen der Last, des Anschlagmittels oder Lastaufnahmemittels ausgeschlossen wird. Dies wird in der Regel durch eine Hakensicherung oder durch eine entsprechende Formgebung des Hakens erzielt.

## Richtiges Anschlagen von Lasten

Die Tragfähigkeit und Beanspruchung von Anschlagmitteln ist abhängig vom Neigungswinkel und der Anschlagart.

Mit zunehmenden Neigungswinkel, der als Abweichung von der Lotrechten gemessen wird, nimmt die Tragfähigkeit des Anschlagmittels ab. Bei einem Neigungswinkel von mehr als 60° steigen die Kräfte im Strang extrem an, so dass die Verwendung des Anschlagmittels bei größeren Neigungswinkeln unzulässig ist.

Im einsträngigen oder mehrsträngigen Schnürgang entsteht im Schnürpunkt eine wesentlich höhere Belastung als im Hängegang. Aus diesem Grund ist im Schnürgang die Tragfähigkeit des Anschlagmittels auf 80 Prozent zu verringern (Abbildung 4).

Um eine Überlastung von Anschlagmitteln zu vermeiden ist es wichtig, dass die einzelnen Stränge gleichmäßig belastet werden und die Last nicht schief hängt. Werden zusammengesetzte Anschlagmittel verwendet, z.B. Kombination aus Kette und Hebeband, so ist für die zulässige Belastung das Bauteil mit der geringsten Tragfähigkeit maßgeblich.

Darüber hinaus sind die Herstelleranhaben zur bestimmungsgemäßen Benutzung des Anschlagmittels zu beachten.

## Vermeiden von Schäden

Nicht nur aus Kostengründen sondern auch wegen der Sicherheit sind Anschlagmittel sorgfältig zu behandeln. Zur Vermeidung von Schäden dürfen deshalb Drahtseile, Ketten und Hebebänder nicht um scharfe Kanten gelegt werden. Scharfe Kanten liegen vor, wenn der Kantenradius kleiner ist als der Durchmesser des Drahtseiles, die Nenndicke der Kette oder die Dicke des Hebebandes. Der Einsatz von geeigneten Kantenschonern hilft den Kantenradius zu vergrößern, wodurch die Kantenbelastung gleichmäßig verteilt wird. Sollen Lasten mit scharfen Kanten oder aufrauend wirkenden

*Abbildung 5:*
*Richtige Aufbewahrung von Anschlagmitteln.*

Oberflächen mit Hebebändern gehoben werden, so müssen die gefährdeten Stellen des Anschlagmittels mit einem schützenden Überzug, z.B. Schutzschlauch oder Schutzbeschichtung, versehen sein.

Drahtseile und Hebebänder dürfen nicht geknotet oder durch Knoten verbunden werden. Verdrehte Seile, Ketten oder Hebebänder sind vor dem Lasttransport auszudrehen.

Damit Anschlagmittel nicht mit Gewalt unter der abgesetzten Last herausgezogen und dadurch beschädigt werden, ist bereits vor dem Hebe- und Transportvorgang dafür zu sorgen, dass die Last auf geeignete Unterlagen abgelegt werden kann.

Zur Vermeidung von Schäden gehört auch, dass Anschlagmittel ordnungsgemäß gelagert werden. Zweckmäßigerweise sollten sie geordnet und hängend in der Nähe des Hebezeuges aufbewahrt werden (Abbildung 5).

## Prüfen von Anschlagmitteln

Anschlagmittel sind arbeitstäglich vor und während des Gebrauches vom Benutzer auf augenfällige Schäden hin zu kontrollieren.

Darüber hinaus müssen Anschlagmittel regelmäßig durch eine befähigte Person geprüft werden. Bewährt haben sich Prüfungen, die mindestens einmal jährlich von Sachkundigen durchgeführt werden. Diese befähigten Personen sind aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung soweit mit dem zu prüfenden Anschlagmittel vertraut, dass sie beurteilen können, welche Mängel zur Ausmusterung eines Anschlagmittels führen.

Zusätzlich sind Hebebänder mit aufvulkanisierten Umhüllungen und Rundstahlketten in Abständen von längstens drei Jahren besonderen Prüfungen auf Drahtbrüche und Korrosion bzw. auf Rissfestigkeit zu unterziehen.

Abhängig von den Einsatzbedingungen müssen die Prüffristen verkürzt werden, wenn z.B. durch intensiven Einsatz mit starkem Verschleiß am Anschlagmittel zu rechnen ist.

Kürzere Abstände können auch erforderlich werden, wenn der Hersteller keine Gewährleistung für die Eignung der Hebebänder über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren gibt.

Die durchgeführten Prüfungen sind nachweislich zu dokumentieren. Zweckmäßigerweise sollten die Nachweise mit dem Prüfbuch des Kranes zusammengefasst werden. Der Zeitpunkt der nächsten Prüfung sollte am Anschlagmittel angegeben sein. Hierfür eigenen sich z.B. Aluminiumanhänger.

## Kriterien für die Ablegereife

Bei Schäden, die den technisch sicheren Zustand gefährden, müssen Anschlagmittel umgehend der weiteren Benutzung entzogen und abgelegt werden. Der Benutzung müssen auch Anschlagmittel entzogen werden, bei denen das Fehlen der vorgeschriebenen Kennzeichnung (Anhänger, Etikette) zu einer folgenschweren Verwechslung und einem nicht bestimmungsgemäßen Einsatz führen kann.

Stahldrahtseile sind auszusondern und der Benutzung zu entziehen, wenn z.B. Litzenbrüche, Drahtbrüche, Knicke, Quetschungen, Lockerung der äußeren Lage, Rostschäden, starke Abnutzung der Seilendverbindungen, z.B. der Presshülse oder des Spleißes, vorliegen (Abbildung 6).

Anschlagketten sind ablegereif z.B. bei mechanischen Beschädigungen durch Quetschung, Einkerbung oder Rissbildung, Deformation der Kettenglieder, Verlängerung von Kette oder Kettenglieder durch Überbelastung um 5 Prozent und mehr, Verschleiß an Kettengliedern um mehr als 10 Prozent.

Bei Hebebändern ist die Ablegereife erreicht, wenn Garnbrüche bzw. Garneinschnitte im Gewebe (mehr als 10 Prozent des Gesamtgewebes), Beschädigung der tragenden Nähte, Verformung durch Wärmeeinfluss (z.B. durch Strahlung, Reibung, Berührung) oder Einflüsse aggressiver Stoffe, vorliegen.

Rundschlingen müssen abgelegt werden z.B. bei Verformung durch Wärmeeinfluss, Beschädigung der Ummantelung und sichtbaren Schäden der Einlage.

## Schlussbemerkung

Die Leichtigkeit, mit der Hebezeuge schwere Lasten anheben und transportieren können, darf nicht über die vorhandene Gefährdung hinwegtäuschen, die von schwebenden Massen ausgehen kann. Aus diesem Grund dürfen mit der selbstständigen Anwendung von Anschlagmitteln nur Personen beauftragt werden, die mit den Hebe- und Transportarbeiten vertraut sind. Vertraut sein schließt ein, dass sie über den bestimmungsgemäßen Gebrauch von Anschlagmitteln unterwiesen wurden und die Betriebsanleitungen sowie die in Frage kommenden betrieblichen Anweisungen kennen.

Nur mit technisch einwandfreien Anschlagmitteln, die regelmäßig geprüft und bestimmungsgemäß unter Beachtung der einschlägigen Sicherheitsbestimmungen von fachlich geeigneten Personen benutzt werden, kann die Gefährdung minimiert und ein Maximum an Sicherheit für die Beschäftigten und das Material erreicht werden. Diese Sicherheit beim Einsatz der Anschlagmittel ist letztlich auch ein Faktor, der entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Transportabläufen hat. ■

*Abbildung 6: Ablegereife; durch Beschädigung der Ummantelung und Einlage bzw. durch Quetschung.*

# Starthilfe

*Jürgen und Kai unterhalten sich über die Vorgehensweise bei der Starthilfe für Verbrennungsmotore.*

**Kai:** Na Jürgen, Deinem Gesichtsausdruck nach zu schließen war das Wochenende nicht nur mit Glück und Freude erfüllt.

**Jürgen:** Kann man wohl sagen. Ich bin stinksauer. Wenn mein FC Buxtrup so weitermacht, steigt er noch ab.

**Kai:** Danach habt ihr wieder nicht gewonnen?

**Jürgen:** Natürlich nicht. Wir haben 4:0 verloren. Wenn man ohne Torwart spielt, muss man sich darüber allerdings auch nicht wundern.

**Kai:** Warum spielt ihr ohne Torwart?

**Jürgen:** Weil es kalt war. Nein, im Ernst, als unser Torwart sein Auto starten wollte, um zum vereinbarten Treffpunkt zu fahren, sprang es nicht an. Nach einiger Zeit kam ein Nachbar und bot ihm Starthilfe an. Inzwischen war es schon knapp mit der Zeit, so dass eine gewisse Hektik aufkam.

Was genau passiert ist, weiß ich nicht, jedenfalls muss beim Herstellen der Startverbindung etwas schief gegangen sein, denn unser Torwart hat sich die rechte Hand verbrannt und konnte deswegen nicht spielen.

**Kai:** Das mit der Starthilfe will gekonnt sein.

**Jürgen:** Du sagst es. Bei der letzten Sicherheitsunterweisung war Starthilfe das Thema von Meister Müller. Dabei berichtete er von einem Unfall mit einem Gabelstapler.

**Kai:** Was war passiert?

**Jürgen:** Der Motor eines Dieselstaplers sprang zu Schichtbeginn nicht an.

**Kai:** Dann kam ein guter Kollege und bot seine Hilfe an.

**Jürgen:** So war es. Mit Hilfe eines zweiten Staplers sollte der unwillige Stapler in Gang gebracht werden. Die Batterie des intakten Staplers sollte als Starthilfe dienen.

**Kai:** Dazu benötigt man besondere Starthilfekabel.

**Jürgen:** Ja, und dazu muss man wissen, wie man damit umzugehen hat, sonst kann es schief gehen wie bei unserem Torwart.

**Kai:** Und wie bei dem Versuch, von dem Du gerade berichtest, ja offenbar auch.

**Jürgen:** Ganz richtig.

**Kai:** Was passierte weiter?

**Jürgen:** An der Batterie des stehenden Staplers wurden zunächst die Starthilfekabel angeklemmt. Danach verband der eine der beiden Staplerfahrer die Minuspole der beiden Batterien mit dem schwarzen Starthilfekabel. Anschließend versuchte er mit dem roten Starthilfekabel die Pluspole zu verbinden. Als er in die Nähe des Pluspols der Spenderbatterie kam, knallte es gewaltig. Alle Batteriezellen der Spenderbatterie waren explodiert.

**Kai:** Wie konnte das passieren?

**Jürgen:** Im Nachhinein kann man nur Vermutungen anstellen. Die Explosion war ziemlich heftig, was die Vermutung zulässt, dass der Flüssigkeitsstand in der Spenderbatterie niedrig war, wodurch ein verhältnismäßig großes Gasvolumen zur Explosion kam. Begünstigend kam hinzu, dass der Motor des Spenderstaplers während des Vorgangs lief, wodurch ein Laden der Spenderbatterie während des Starthilfevorganges zu vermuten ist. Dadurch wird sich ein aus dem Ladevorgang herrührendes explosives Gasluft-Gemisch über der Spenderbatterie befunden haben. Beim Versuch die Pluspolverbindung herzustellen, kam es dann zu einer Funkenbildung, die die Explosion auslöste.

**Kai:** Und was ist den beiden Staplerfahrern passiert?

*Anschluss des roten Kabels am Pluspol der Batterie.*

*Anschluss des schwarzen Kabels an der Karosserie im Motorraum.*

**Jürgen:** Der eine kam mit dem Schrecken davon, da er sich im Moment der Explosion etwas vom Tatort entfernt hatte. Der Staplerfahrer, der die Kabelverbindung herstellen wollte, hatte auch Glück im Unglück. Er erlitt ein Knalltrauma. Da er Handschuhe trug, blieben seine Hände unverletzt und er hatte Glück, dass ihm keine Batteriesäure ins Gesicht spritzte.

**Kai:** Wie wäre dieser Unfall zu vermeiden gewesen?

**Jürgen:** Wenn die Beteiligten alles richtig gemacht hätten, wäre der Unfall vermieden worden, wie immer.

**Kai:** Was hätte alles dazu gehört?

**Jürgen:** An erster Stelle ist das Starthilfekabel zu nennen. Hierbei handelt es sich um speziell für diesen Zweck hergestellte Kabel mit entsprechendem Querschnitt, Isolierung und fest angebrachten Verbindungsmitteln, z.B. Klemmen.

Weiter ist es notwendig ein Spenderfahrzeug bzw. eine Spenderbatterie mit derselben Spannung zu finden. Sind die Fahrzeuge für den Starthilfevorgang in der richtigen Position, sind alle Energieverbraucher abzuschalten, die Bremsen anzuziehen und der Motor abzustellen.

Danach folgt das Herstellen der Starthilfekabelverbindung. Dabei wird zunächst das rote Kabel am Pluspol der leeren Batterie angeklemmt, anschließend wird die Verbindung zum Pluspol der Spenderbatterie hergestellt.

Das schwarze Kabel wird danach zuerst am Minuspol der Spenderbatterie und anschließend an einem blanken Metallteil im Motorraum angeklemmt.

Hierbei kann es zu einer Funkenbildung kommen. Wenn das unmittelbar an der Batterie geschieht, ist eine Explosion nicht auszuschließen. Wenn die Kabelverbindungen hergestellt sind, wird der Motor des Helferfahrzeuges gestartet. Danach kann der Motor des Fahrzeuges mit der leeren Batterie gestartet werden. Wenn die Starthilfe erfolgreich war, werden die Kabel in umgekehrter Reihenfolge, erst schwarz dann rot, abgeklemmt.

**Kai:** Was haben die beiden Staplerfahrer demnach falsch gemacht?

**Jürgen:** Wie immer natürlich nicht alles, aber doch mehr als nur eine Sache. Als erstes haben sie den Motor des Spenderstaplers laufen lassen. Dann wurden zunächst die Minuspole miteinander verbunden. Als letztes wurde versucht, die Pluspolverbindung, also falsche Reihenfolge, herzustellen. Hinzu kommen die zuvor beschriebenen begünstigenden Bedingungen.

**Kai:** Mit den richtigen begünstigenden Bedingungen könnte Dein FC Buxtrup auch wieder auf Erfolgskurs kommen.

**Jürgen:** Das stimmt, z.B. eine aufgeladene Batterie im Auto unseres Torwarts.

**Kai:** Das ist in der kalten Jahreszeit besonders wichtig.

**Jürgen:** Damit ist alles gesagt. Bis zum nächsten Mal.

*L.B.*

*Die Erfahrung zeigt, dass viele Pkw-Fahrer im Falle eines Falles unsicher in der Vorgehensweise bei der Starthilfe sind.*
*Es ist deshalb ratsam eine Anweisung wie diese im Pkw mitzuführen.*

## Starthilfe für PKW

- **Notwendige Hilfsmittel**
  - Starthilfekabel
  - Fahrzeug mit derselben Batteriespannung (meist 12 V)

- **Vorgehensweise**
  1. Energieverbraucher abschalten, Handbremse anziehen, Motor abstellen
  2. Rotes Kabel am Pluspol der leeren Batterie anklemmen
  3. Rotes Kabel mit dem noch freien Ende am Pluspol der Spenderbatterie anklemmen
  4. Schwarzes Kabel am Minuspol der Spenderbatterie anklemmen
  5. Schwarzes Kabel mit dem noch freien Ende an einem blanken Metallteil im Motorraum des Empfänger-PKW anklemmen
  6. Spender-PKW starten
  7. Empfänger-PKW starten und Motor laufen lassen
  8. Starthilfekabel in umgekehrter Reihenfolge abklemmen
     - schwarz ( -) Empfänger
     - schwarz ( - ) Spender
     - rot ( + ) Spender
     - rot ( + ) Empfänger
  9. Zum Laden der leeren Batterie einige Kilometer, nach Möglichkeit Schnellstraße, fahren

Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz

# Kennen Sie sich aus?

*Am Arbeitsplatz lauern viele Gefahren. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden zwar vom „Chef“ oder seinem Beauftragten darüber eingehend unterwiesen, bevor sie ihre Arbeit aufnehmen, aber: Man kann nicht alles im Kopf behalten. Deshalb gibt es eine Reihe von Verbotszeichen, Warnzeichen, Gebotszeichen, Rettungszeichen und Brandschutzzeichen am Arbeitsplatz. Sie alle sollen die Kolleginnen und Kollegen ständig daran erinnern, den Warnungen, Geboten, Verboten und Hinweisen kompromisslos zu folgen.* ***Wichtig:*** *Der Unternehmer ist verpflichtet, die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnungen am Arbeitsplatz anzubringen. Und die Beschäftigten sind verpflichtet, sie zu beachten. Also: alle, Chef und Mitarbeiter, müssen jeweils ihren Beitrag zur Verhütung von Unfällen leisten.*

## Form und Farbe der Sicherheitszeichen

Gemäß dem Spruch „ein Bild sagt mehr als tausend Worte“, haben bei den verbindlich festgelegten Zeichen nach der Unfallverhütungsvorschrift GUV-V A8 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ Form und Farbe eine festgelegte Bedeutung.

Gemeinsam mit einem Symbol (Bild) auf dem Schild ergibt sich die beabsichtigte Aussage.

Hier einige Beispiele. Viel Spaß beim Test. Die Lösungen finden Sie auf Seite 16 dieses Heftes.

**Hier die Schilder zum Test:**

**1**

a) Durchgang verboten ☐
b) Für Fußgänger verboten ☐
c) Nicht einzeln eintreten ☐

**2**

a) Für Fußgänger ☐
b) Kein Fußgängerweg ☐
c) Für einzelne Fußgänger ☐

**3**

a) Warnung vor Gefahren durch Batterien ☐
b) Batteriesäure ausgelaufen ☐
c) Batterieladeraum „Achtung“ ☐

**4**

a) Handy verboten ☐
b) Drahtlose Datenübertragung verboten ☐
c) Mobilfunk verboten ☐

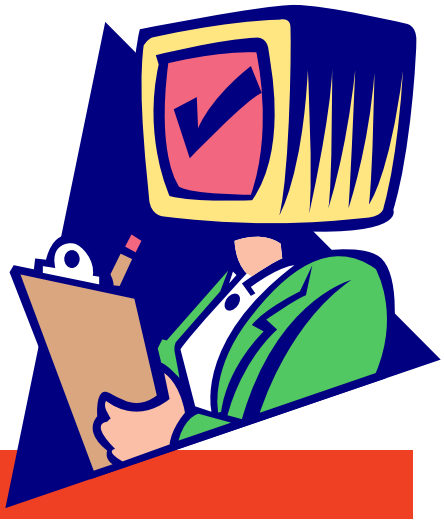
**5**

a) Warnung vor ätzenden Stoffen ☐
b) Achtung „Säure“ ☐
c) Ätzende Stoffe verboten ☐

**6**

a) Betreten nur mit Auffanggurt ☐
b) Auffanggurt ablegen ☐
c) Auffanggurt anlegen ☐

# Ein Sicherheitstest



*Der Umgang mit Arbeitsmitteln setzt immer Sorgfalt voraus. Für den Einsatz von Anschlagmitteln oder die Instandhaltung von Fahrzeugbatterien sind besondere Kenntnisse erforderlich.*

*Die folgenden Fragen für das richtige Verhalten sind als Testfragen für Sie gedacht. Kreuzen Sie bitte die nach Ihrer Meinung richtigen Antworten an (Mehrfachantworten sind möglich).*

## Die Fragen

**1.) Was sind Ihrer Meinung nach Anschlagmittel?**
- ☐ a. Arbeitsmittel zum Anreißen.
- ☐ b. Anschlagmittel bilden die Verbindung zwischen Tragmittel und Last.
- ☐ c. Drahtseile, Ketten , Hebebänder und Rundschlingen.

**2.) Wozu werden Anschlagmittel verwendet?**
- ☐ a. Zur sicheren Ausführung von Transportarbeiten mit Kranen.
- ☐ b. Anschlagmittel werden nicht verwendet.
- ☐ c. Als Lastenaufnahmeeinrichtungen.

**3.) Was versteht man unter Rundlitzenseile?**
- ☐ a. Seile die rund sind.
- ☐ b. Einlagige Rundseile, bestehend aus mehreren Litzen und einer Fasereinlage.
- ☐ c. Ein normales Seil.

**4.) Müssen Drahtseile gekennzeichnet sein?**
- ☐ a. Ja , mit Anhänger oder Etikette unter Angabe der Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Anschlagart und dem Neigungswinkel.
- ☐ b. Nein.
- ☐ c. Ist nicht vorgeschrieben.

**5.) Müssen Anschlagmittel geprüft werden?**
- ☐ a. Nein.
- ☐ b. Von Zeit zu Zeit.
- ☐ c. Anschlagmittel sind arbeitstäglich vor und während des Gebrauches vom Benutzer zu kontrollieren.

**6.) Was müssen Sie bei der Starthilfe eines Kraftfahrzeuges beachten?**
- ☐ a. Die richtige Reihenfolge der Kabelanschlüsse.
- ☐ b. Rotes Kabel am Pluspol, Schwarzes Kabel am Minuspol.
- ☐ c. Die Reihenfolge ist egal.

**7.) Was ist nach Ende des Starthilfevorgangs zu beachten?**
- ☐ a. Starthilfekabel in umgekehrter Reihenfolge abklemmen.
- ☐ b. Erst schwarzes Kabel dann rotes Kabel abklemmen.
- ☐ c. Es gibt hier keine Reihenfolge.

**8.) Welche Batterien werden in Schienenfahrzeugen eingesetzt?**
- ☐ a. Man kann jede Batterie einsetzen.
- ☐ b. Blei-oder Nickel-Cadmium Batterien.
- ☐ c. Es gibt keine Vorschrift.

**9.) Seit wann gibt es Ihrer Meinung nach Batterien?**
- ☐ a. Seit 1930.
- ☐ b. Seit 1950.
- ☐ c. Seit über 100 Jahren.

**10.) Können Batterien explodieren?**
- ☐ a. Nein, weil sie geschlossen sind.
- ☐ b. Batterien können ein explosionsfähiges Knallgasgemisch bilden.
- ☐ c. Nein, weil sie nur mit Wasser gefüllt sind.

**11.) Batterien werden oftmals mit destilliertem Wasser nachgefüllt, ist ein Kontakt damit schädlich?**
- ☐ a. Nein, ist nur Wasser.
- ☐ b. Ja, in Verbindung mit der Schwefelsäure der Batterie kann es zu Verätzungen führen.
- ☐ c. Wenn man die Schutzmaßnahmen beachtet gibt es keine Gefahr.

**12.) Was ist beim Ein- und Ausbau von Fahrzeugbatterien zu beachten?**
- ☐ a. Batterieschalter ausschalten.
- ☐ b. Beim Ab- und Anklemmen nur isoliertes Werkzeug verwenden.
- ☐ c. Man muss nichts beachten, der Aus- und Einbau ist ungefährlich.

**13.) Beim Umgang mit Batterien bestehen Gefahren. Welche Schutzmaßnahmen sind erforderlich?**
- ☐ a. Benutzen der persönlichen Schutzausrüstung.
- ☐ b. Beim Transport mit entsprechenden Vorrichtungen arbeiten.
- ☐ c. Es gibt keine Gefahren.

**14.) Was sollten Sie tun, wenn trotz aller Vorsicht eine Verätzung der Haut oder gar des Auges aufgetreten ist?**
- ☐ a. Sofort Erste Hilfe leisten.
- ☐ b. Hautpartien oder die Augen intensiv mit Wasser spülen.
- ☐ c. Es genügt sich die Hände zu waschen.

*Die richtigen Antworten finden Sie auf Seite 16.* ■

# Instandhaltung von Fahrzeugbatterien

*Batterien in Kinderspielzeug, Fernbedienungen, Unterhaltungsgeräten oder Uhren gehören in unser tägliches Leben. Der Umgang mit Batterien ist zur Selbstverständlichkeit geworden, der Austausch oder das Laden zur scheinbar gefahrlosen Routine. Dass dennoch, bei zunehmender Batteriekapazität und -spannung und entsprechender Bauform, beim täglichen Umgang auf der Arbeit eine Vielzahl an Gefahren bestehen, die es zu beachten und zu vermeiden gilt, soll nachfolgender Artikel von* ***Dipl.-Ing. (FH) Andreas Bartholomä****, Technischer Aufsichtsdienst der Eisenbahn-Unfallkasse, aufzeigen.*

*In vielen Eisenbahnfahrzeugwerkstätten gehört die Instandhaltung von Fahrzeugbatterien, neben unzähligen anderen Tätigkeiten, mit zu den täglichen Aufgaben. Dabei werden je nach Fahrzeug- oder Batterietyp und je nach Batteriezustand oder Fristenplan die Batterien im oder am Fahrzeug gewartet oder aber zur Instandhaltung in einen speziell dafür vorgesehenen Batterieladeraum verbracht. Etliche der möglichen Gefahren treten davon unabhängig auf, andere hingegen ergeben sich erst aus dem im Einzelnen gewählten Arbeitsverfahren und den örtlichen Bedingungen.*

## Funktionsweise und Typen galvanischer Zellen

Unter dem Überbegriff galvanische Zellen sind im Allgemeinen Batterien oder Akkumulatoren (kurz: Akku) zu verstehen. Die Unterscheidung liegt hierbei eigentlich in der Wiederaufladbarkeit (Akkus sind wiederaufladbar). Dennoch wird in der Praxis oft nur von Batterien gesprochen, auch wenn im eigentlichen Sinn Akkumulatoren gemeint sind.

Die Bezeichnung der Batterien bzw. Akkus orientiert sich dabei an den eingesetzten Elektroden. Als Fahrzeugbatterien werden hauptsächlich Blei- oder auch Nickel-Cadmium-Akkumulatoren eingesetzt.

So genannte Nickel-Cadmium-Batterien (NiCd-Batterie) haben z.B. Elektroden aus Nickel und Cadmium, während Kalilauge als Elektrolyt dient.

In der viel häufiger anzutreffenden Bleibatterie bestehen die Elektroden-Platten aus Blei (die Kathode meist aus einer Blei-Antimon-Selen-Legierung, die Anode aus Bleioxid), wobei verdünnte Schwefelsäure als Elektrolyt dient.

Die Bleibatterie gibt es seit über 100 Jahren, wurde aber in den letzten Jahrzehnten stark weiterentwickelt, so dass derzeit viele Bauformen im Einsatz sind. Grob kann zwischen zwei Bauformen, der geschlossenen und der verschlossenen Bleibatterie unterschieden werden. Geschlossen bedeutet dabei, dass die Batterie mit Deckeln oder Stopfen versehen ist, welche für Wartungsarbeiten abgenommen werden können. Diese verhindern jedoch nicht den Austritt von Gas oder Elektrolyt.

Bei den später entwickelten verschlossenen oder auch als wartungsfrei bezeichneten Batterien sind die Zellen verschweißt und können bzw. müssen nicht mehr geöffnet werden. Das heißt aber nicht, dass diese völlig gekapselt sind. Vielmehr sind diese Batterien mit Überdruckventilen versehen, welche z.B. bei Überladung die Gase entweichen lassen. Die Gefahr des Auslaufens von Elektrolyt besteht bei verschlossenen Batterien nicht mehr, da der flüssige Elektrolyt entweder durch eingebrachtes Glasfasergewebe vollständig aufgesaugt wird (Vliesakku) oder durch Zugabe von Kieselsäure zu einem Gel erstarrt (Gelakku).

Die in Fahrzeugen eingesetzten Bleibatterien bestehen, je nach erforderlicher Spannung, aus mehreren in Reihe geschalteten Zellen, wobei jede Zelle in der Regel eine Spannung von zwei Volt liefert.

Während des Entladevorganges nimmt in den Zellen die Spannung langsam ab. Dabei reagiert der Elektrolyt (z.B. Schwefelsäure) mit den Elektroden (Blei), was die Bildung von Wasser zur Folge hat. Die dadurch verdünnte Säure weist eine geringere elektrische Leitfähigkeit auf, weshalb diese auch den Grad der Entladung anzeigt. Mit zunehmender Entladung wird die Säure immer dünner, was letztendlich bei entsprechenden Außentemperaturen dazu führt, dass der Elektrolyt möglicherweise gefriert und die Batterie dadurch ihren Dienst versagt.

Der umgekehrte Prozess läuft beim Ladevorgang ab. Durch das Ansteigen der Spannung bildet sich wieder Schwefelsäure, was wiederum eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit zur Folge hat. Darüber hinaus bildet sich an der negativen Elektroden Wasserstoff und an der positiven Elektrode Sauerstoff. Dies tritt verstärkt beim Überladen der Batterien ein, d.h. wenn nach erfolgter, vollständiger Ladung die Ladespannung nicht abgeschaltet wird. Die Bildung von Knallgas ist die Folge.

In verschlossenen Batterien wird dieser Prozess weitgehend un-

terbunden. Sauerstoff wird zu ca. 98 Prozent rekombiniert, während Wasserstoff sich durch eine in einem ständigen Ladeprozess befindliche negative Elektrode eigentlich nicht bilden kann.

In Wirklichkeit kann jedoch die Wasserstoffentstehung aus elektrochemischen Gründen nicht vollständig unterdrückt werden. Insbesondere ungünstige Betriebsbedingungen (z.B. hohe Ladespannungen und Temperaturen), aber auch Korrosion der positiven Platten provozieren die Wasserstofferzeugung und können auch zum Entweichen von Sauerstoff führen.

Aus diesen Gründen muss der teilweise verbreiteten Einschätzung widersprochen werden, verschlossene Batterien wie z.B. die Gelbatterie würden beim Umgang jegliche Sicherheitsmaßnahmen überflüssig machen. Der Einsatz solcher Batterien ist zweifellos sicherer und dem Einsatz herkömmlicher, geschlossener Batterien vorzuziehen. Dennoch sind auch hier einige Maßnahmen zu beachten.

## Mögliche Gefahren beim Umgang mit Batterien

Bevor Sicherheitsmaßnahmen ergriffen werden können, ist es zunächst erforderlich, sich mit den möglichen Gefahren zu befassen.

Eine der größten bzw. schwerwiegendsten Gefahren wurde bereits genannt: die Bildung von Knallgas, die zur Explosion der Batterie führen kann. Dabei tritt Knallgas vermehrt beim Ladevorgang von geschlossenen Batterien, aber auch, wie schon dargestellt, beim Überladen von ge- und verschlossenen Batterien auf. Auch im Ruhezustand oder beim Entladen kann die Bildung von Wasserstoff nicht völlig ausgeschlossen werden.

Ab einer Wasserstoffkonzentration von >4 Prozent in der Luft entsteht eine explosionsfähige Atmosphäre, welche durch den kleinsten Zündfunken eine Explosion oder einen Brand auslösen kann. Im Umkreis von 0,5 m um die Batterie kann trotz ausreichender Belüftung eine Wasserstoffkonzentration von >4 Prozent nicht völlig ausgeschlossen werden.

In etlichen Fahrzeugen sind Batterien eingebaut, bei welchen keine Abdeckung der Anschlussklemmen bzw. Pole vorhanden ist. Ebenso sind bei zahlreichen Batterien die Metalllaschen zur Verbindung der einzelnen Zellen völlig offen. Hier besteht in besonderer Weise die Gefahr eines elektrischen Kurzschlusses, welcher sich aufgrund der großen Energien (hohe Ströme) in Form starker Funken- bzw. Störlichtbogenbildung zeigt. Dabei kann es zu erheblichen Verbrennungen oder Verblitzen der Augen kommen. Im ungünstigsten Fall führt eventuell vorhandenes Knallgas zur Explosion.

Da noch viele geschlossene Batterien eingesetzt werden, entstehen zusätzliche Gefahren bei deren Wartung. Beim Prüfen der Säuredichte oder beim Nachfüllen von destilliertem Wasser kann verdünnte Schwefelsäure herausspritzen und zu Verätzungen führen. Teilweise werden die Batterien auch mit Schwefelsäure befüllt (z.B. bei Erstbefüllungen oder nach Tiefentladung) Hier ist die Gefahr der Verätzung noch größer.

Nicht zuletzt kann auch der Aus- und Einbau oder der Transport der Batterien vom Fahrzeug in den Laderaum Gefahren mit sich bringen, die vielleicht nicht direkt und allein von den Batterien ausgehen. Hier kann z.B. das Gewicht der Batterien oder ganzer Batterieblöcken genannt werden, aber auch herabfallende oder hängende Metallteile, welche an den offenen Klemmen und Laschen zu Kurzschlüssen führen können.

*Abbildung 1:*
*Beim Umgang mit Batterien muss isoliertes Werkzeug verwendet werden.*

## Welche Schutzmaßnahmen sind zu beachten?

Die im vorherigen Abschnitt dargestellten Gefahren erfordern eine Reihe von Schutzmaßnahmen, welche nachfolgend näher betrachtet werden sollen, wobei die Aufzählung nicht vollständig sein kann, da immer auch die jeweiligen örtlichen und speziellen Gegebenheiten mit zu berücksichtigen sind.

## Aus- und Einbau – Transport

Vor Beginn der Arbeiten sind einige Voraussetzungen zu erfüllen.

Bei vorhandenem Batteriehauptschalter ist dieser vor dem Öffnen des Batteriefaches in AUS-Stellung zu bringen. Um Zündfunken durch elektrostatische Aufladung zu vermeiden ist ein Potenzialausgleich vorzunehmen (z.B. durch Berühren eines leitfähigen Teils des Chassis). Die Kleidung der Mitarbeiter darf nicht elektrostatisch aufladbar sein.

Batterien sollten eine ausreichende Standzeit (Ruhezeit > 1 Stunde) vor Beginn der Wartungsarbeiten haben, damit sich eventuell vorhandener Bleischlamm ablagern kann (bei Vlies- und Gelbatterien nicht erforderlich).

Zum Ab- bzw. Anklemmen darf nur isoliertes Werkzeug verwendet werden (Abbildung 1).

*Abbildung 2: Gabelstapler mit Vorrichtung zum Transport großer Batterieblöcke.*

*Abbildung 3: Umgerüstete Ameise mit Rollentisch.*

Da die Batterien in der Regel ein hohes Gewicht aufweisen sollte auf das Tragen oder Herausheben der Batterien verzichtet werden. Durch geeignete Arbeitsmittel, wie z.B. Gabelstapler (Abbildung 2) oder Ameise (Abbildung 3) mit entsprechender Vorrichtung kann erreicht werden, dass die Batterien lediglich gezogen bzw. geschoben werden müssen.

Batterien mit blanken Klemmen und Verbindungslaschen sollten auf dem Transport entsprechend abgedeckt werden (z.B. Folie oder Karton). Generell sollte beim Umgang mit Batterien auf das Tragen metallener Schmuckstücke, wie Ringe und vor allem längere Halsketten verzichtet werden, um ein unbeabsichtigtes Überbrücken der Pole und einen damit verbundenen Kurzschluss zu vermeiden.

## Wartung und Pflege

Damit eine lange Lebensdauer der Batterien und ein möglichst störungsfreier Betrieb gewährleistet sowie Unfälle und Schäden im Umgang mit Batterien vermieden werden, ist es erforderlich, dass die Herstellervorschriften und Bedienungsanleitungen genau beachtet werden. Daneben gibt es noch einige weitere Punkte zu beachten.

Werden die Batterien am oder direkt neben dem Fahrzeug gewartet, ist darauf zu achten, dass sich darüber keine Arbeitsplätze befinden (z.B. Dacharbeitsstände oder Zugänge zu solchen) von welchen Gegenstände herabfallen können. Dabei geht es nicht primär um das unmittelbare Verletzungsrisiko der Mitarbeiter. Dieses müsste in solchen Fällen ohnehin ausgeschlossen werden. Vielmehr können z.B. durch Gitterroste kleine Metallteile, wie Schrauben, Nägel, Drähte oder Metallspäne herabfallen, welche wiederum bei Batterien mit offenen Klemmen und Verbindungslaschen zu Kurzschlüssen führen können. Außerdem sollte vermieden werden, dass in die geöffneten Zellen Staub oder Schmutz eindringen kann.

Allgemein gilt, dass im Umkreis von 0,5 Meter um die Batterie keine Zündquelle vorhanden sein darf, da in diesem Bereich – unabhängig von Lüftungsmaßnahmen – eine explosionsfähige Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden kann.

Bei der Wartung von Batterien muss eine ausreichende Beleuchtung vorhanden sein. Als ausreichend kann eine Beleuchtungsstärke von 300 Lux angesehen werden. In Batterieladeräumen ist eine ausreichende Beleuchtungsstärke in der Regel eher gegeben, wie beispielsweise am oder sogar im Fahrzeug. Hier sind gegebenenfalls Messungen durchzuführen.

Zur Reinigung von Batterien sollten nur feuchte Lappen verwendet werden, um statische Entladungen zu vermeiden.

Bei geschlossenen Batterien muss in regelmäßigen Abständen der Elektrolytstand kontrolliert und wenn erforderlich destilliertes Wasser nachgefüllt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass durch das Einfüllen des Wassers möglichst kein Elektrolyt herausspritzt und die Zellen nicht überfüllt werden. Ausgetretener Elektrolyt ist sofort durch geeignetes saugfähiges oder neutralisierendes Material aufzunehmen und darf nicht in die Kanalisation gelangen.

Für die Kontrolle des Füllstandes und die Befüllung haben sich spezielle, meist mobile Nachfülleinrichtungen bewährt (Abbildung 4). Dabei wird das destillierte Wasser über einen Schlauch bis zu einer Abgabepistole gepumpt. Die Pistole

*Abbildung 4:*
*Mobile Nachfülleinrichtung für destilliertes Wasser mit Befüllpistole.*

*Abbildung 5:*
*Die Leuchtdiode zeigt bei aufgesetzter Befüllpistole an, ob die Zelle voll ist.*

wird dazu auf die jeweilige Batteriezelle aufgesetzt, über eine Elektronik wird der Elektrolytstand erfasst und mittels einer Leuchtdiode angezeigt, ob die Zelle voll ist oder ob nachgefüllt werden muss (Abbildung 5). Über einen Hebel am Griff der Pistole kann dann das destillierte Wasser zugegeben werden, bis die Zelle wieder voll ist.

Hilfsmittel, die mit Elektrolyt oder Nachfüllwasser in Berührung kommen, z.B. Elektrolytheber, Trichter, Dichtemesser oder oben beschriebene Pistole dürfen nicht gemeinsam für Blei- und Nickel-Cadmium-Batterien verwendet werden. Die Nachfüllflüssigkeiten für Blei- und Nickel-Cadmium-Batterien sind getrennt zu halten und entsprechend zu kennzeichnen. Selbst geringe Mengen von Schwefelsäure können in Nickel-Cadmium-Batterien bleibende Schäden verursachen.

Müssen Batterien geladen werden, so ist auf die richtige Reihenfolge beim An- und Abklemmen der Kabel zu achten: Zuerst wird der Pluspol des Ladegerätes mit der Batterie verbunden, anschließend der Minuspol. Beim Trennen des Ladegerätes von der Batterie ist die Reihenfolge umgekehrt.

Wie zu Anfang bereits dargestellt, entsteht – abhängig vom Batterietyp – hauptsächlich beim Ladevorgang Wasserstoff und Sauerstoff bzw. ein Gemisch davon, so genanntes Knallgas. Mit vermehrter Gasung ist vor allem bei zu hohen Ladespannungen bzw. -strömen und beim Überladen der Batterie sowie bei hohen Raumtemperaturen zu rechnen. (Ausführungen zur Lüftung erfolgen im Abschnitt Anforderungen an Batterieladeräume). Bei verschlossenen Batterien können zu hohe Ladespannungen oder Überladen bzw. zu hohe Umgebungstemperaturen mit der Zeit zum Defekt führen, da das Gas nicht mehr rekombiniert werden kann, sondern über die Überdruckventile entweicht. Dies führt mit der Zeit zum Austrocknen der Batterie, da aufgrund der verschweißten Zellen ein Nachfüllen nicht möglich ist. Zudem bildet sich bei zu hohen Ladespannungen, beim Überladen oder bei zu hohen Umgebungstemperaturen an den Batterien, wie bei geschlossenen Batterien auch, eine explosionsfähige Atmosphäre, die beim kleinsten Funken (z.B. auch durch statische Aufladung) zur Explosion führen kann. Verschlossene Batterien sollten daher nur mit Ladegeräten geladen werden, welche über eine entsprechende Ladespannungsbegrenzung und einen Schutz vor Überladung verfügen. Hierbei sind unbedingt die Herstellerangaben zu beachten.

Starker Stromfluss bei Entnahme oder Ladung der Batterie führt zu einer starken Beanspruchung der Leiterplatten in den Akkumulatoren und zu einer Materialablösung, die sich als Bleischlamm am Batterieboden absetzt (nicht bei Vlies- oder Gelbatterien). Insbesondere eine starke Gasentwicklung beim Laden (kochen) hat diesen Effekt zur Folge. Bei entsprechend hoher Bleischlammablagerung oder Aufwirbelung durch Erschütterung oder Transport, kann dies zu einem Kurzschluss zwischen den einzelnen Leiterplatten führen.

Für den Umgang mit Batterien sind generell entsprechende Betriebsanweisungen zu erstellen, welche auch die örtlichen Gegebenheiten und Randbedingungen mit berücksichtigen. Diese sind im Batterieladeraum gut sichtbar und zugänglich anzubringen. Regelmäßige Unterweisungen, in denen auch die Gefahren bei den zur Routine gewordenen Arbeiten immer wieder aufgezeigt werden, sind durchzuführen.

## Persönliche Schutzausrüstung

Die beim Umgang mit Batterien bestehenden Gefahren lassen sich nicht immer oder teilweise nur unvollständig durch technische und organisatorische Maßnahmen beseitigen oder verringern. Die Bereitstellung und konsequente Benutzung persönlicher Schutzausrüstung ist daher von großer Wichtigkeit. Generell ist es erforderlich, beim Ein- und Ausbau oder beim Transport von Batterien, d.h. immer dann wenn die Gefahr besteht, dass die Batterie zu Boden fallen kann, Sicherheitsschuhe zu tragen. In den allermeisten Fällen wird dies jedoch ohnehin durch sonstige Gegebenheiten in der Arbeitsstätte vorgegeben. Um elektrostatische Aufladungen beim Umgang mit Batterien zu vermeiden, müssen Kleidung/Material, Sicherheitsschuhe und Handschuhe einen Ableitwiderstand von $\leq 10^8$ Ohm und einen Isolationswiderstand von $\geq 10^5$ Ohm haben.

Beim Umgang mit Säuren und Laugen sind darüber hinaus säurefeste Gummihandschuhe und Schürze sowie eine ebenfalls säurefeste Korbbrille bzw. Gesichtsschutz erforderlich. Dabei bedeutet Umgang mit Säuren und Laugen nicht nur das Hantieren mit denselben in unverdünnter Form, sondern schließt das Nachfüllen der Batterien mit destilliertem Wasser ebenso ein, wie das Messen der Säuredichte oder sonstige Tätigkeiten bei geöffneter Batterie, da hierbei generell die Gefahr besteht, von Säure- bzw. Laugespritzern getroffen zu werden.

Es ist anzuraten die Brille bzw. den Gesichtsschutz auch beim sonstigen Umgang mit Batterien, z.B. beim Ein- und Ausbau, beim Transport oder beim An- und Abklemmen an die Ladevorrichtung zu tragen. Ein Gesichtsschutz ist der Brille vorzuziehen, da ein versehentlicher Kurzschluss aufgrund der hohen Energie zu einem Störlichtbogen und dieser zu erheblichen Verbrennungen führen kann.

Es ist nicht nur wichtig, die Schutzkleidung konsequent zu benutzen, sondern diese auch zu pflegen und zu prüfen. Denn

*Abbildung 6:*
*Augenspülflasche mit Augenaufsatz.*

nur eine einwandfreie Schutzausrüstung kann auch ihren Zweck richtig erfüllen und die Bereitschaft, die Schutzkleidung zu benutzen ist sicher größer, wenn diese sauber und gepflegt ist.

Nach Beendigung der Tätigkeiten ist eine gründliche Hautreinigung, möglichst ohne Zusatz von Reib- und Lösemittel erforderlich. Abschließend wird eine geeignete, gründliche Hautpflege empfohlen.

## Erste Hilfe

Sollte es trotz der genannten Schutzmaßnahmen zu Verätzungen kommen, ist eine sofortige Erste Hilfe erforderlich. Dabei kommt es darauf an, dass die Säure rasch verdünnt und letztendlich ganz ausgespült wird. Dies kann erreicht werden, wenn Haut oder Augen möglichst lange (mindestens 10 Minuten) mit Wasser gespült werden. Am besten eignet sich daher eine fest an der Trinkwasserleitung angeschlossene Augendusche, da sie eine unerschöpfliche Wassermenge garantiert. Es versteht sich von selbst, dass solche Einrichtungen möglichst im Batterieladeraum oder aber in unmittelbarer Umgebung angebracht werden müssen. Stehen solche Einrichtungen nicht zur Verfügung, müssen, ebenfalls in unmittelbarer Nähe, Au-

*Von oben nach unten:*

*Abbildung 7:*
*Warnschild W20 „Warnung vor Gefahren durch Batterien“.*
*Abbildung 8:*
*Verbotsschild P02 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“.*
*Abbildung 9:*
*Warnschild W08 „Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung“.*

genspülflaschen vorgehalten werden. Im Handel erhältliche Augenspülflaschen weisen in der Regel ein Verfalldatum auf. Eine regelmäßige Kontrolle und ein entsprechender Austausch sind zu gewährleisten. Beim Einsatz von Augenspülflaschen wird empfohlen, solche mit angebautem Augenaufsatz zu verwenden (Abbildung 6). Da bei Augenspülflaschen ohnehin wenig Spülflüssigkeit zur Verfügung steht, ist beim Augenaufsatz eher gewährleistet, dass die Flüssigkeit auch tatsächlich das Auge spült. Ohne diesen Aufsatz geht möglicherweise, z.B. durch häufiges blinzeln oder zusammenkneifen des schmerzenden Auges, der Großteil der Flüssigkeit ungenutzt verloren.

Bei der Kontrolle und der Wartung von ortsfesten Batterieanlagen an unbesetzten Stellen, wie z.B. in Schalthäusern an Bahnübergängen oder Blockstellen wird teilweise aus wirtschaftlichen Gründen die Vorgehensweise praktiziert, vor Ort keine Augenspülflaschen vorzuhalten, sondern diese im Fahrzeug mitzuführen. Dabei ist jedoch unbedingt darauf zu achten, dass diese dann für den Zeitraum der Wartung mit zur Arbeitsstelle genommen werden. Vielfach sind die Mitarbeiter alleine unterwegs und können dann im Ernstfall mit schmerzenden und tränenden Augen den Weg zum Fahrzeug nur schwer oder unter zusätzlichen Risiken und mit erheblichen Zeitverlusten zurücklegen.

Die Chancen, nach einer Verätzung keine dauerhaften Schäden davonzutragen, sind umso größer je schneller und besser mit Wasser gespült wird.

## Anforderungen an Batterieladeräume

Gemäß Definition in der VDE 0510 wird zwischen Batterieraum, Batterieladeraum und Batterieladestation unterschieden. Demnach ist ein Batterieraum ein Raum in einem Gebäude oder Fahrzeug, in dem Batterien für den Betrieb aufgestellt oder eingebaut sind. Batterieladeräume und -stationen sind dagegen Räume, in denen Batterien nur vorübergehend zum Laden aufgestellt werden. Die beiden letztgenannten Räume unterscheiden sich wiederum dahingehend, dass bei Batterieladeräumen die Ladeanlagen von den zu ladenden Batterien räumlich getrennt sind, während bei Batterieladestationen beides in einem Raum untergebracht ist.

Wenn sich die nachfolgenden Ausführungen nicht explizit auf eine bestimmte Raumart beschränken, wird der Einfachheit halber im Folgenden nur noch der Begriff Batterieladeraum verwendet.

Generell ist darauf zu achten, dass die Batterieladeräume wegen des Transportes der Batterien und den dabei eingesetzten Transportgeräten und -fahrzeugen leicht zugänglich sind und entsprechende Tür- und Gangbreiten aufweisen. Die Türen müssen nach außen aufschlagen.

Die Räume sollten zudem trocken, frostfrei und kühl sein. Temperaturunterschiede im Raum und unmittelbare Sonneneinstrahlung sollte vermieden werden. Die Raumtemperatur sollte zwischen + 5° Celsius und max. + 30° Celsius liegen. Die optimale Temperatur ist die Nenntemperatur von 20° Celsius.

Ist eine Frostfreiheit nicht zu gewährleisten und müssen die Räume beheizt werden, dürfen keine Heizungen mit offener Feuerung, Glühkörpern oder sonstige Heizungen mit mehr als 200° C Oberflächentemperatur verwendet werden.

Batterieladeräume gelten als elektrische Betriebsstätten, wenn in ihnen Batterien geladen werden, deren Nennspannung höchstens 220 Volt beträgt. Dies gilt nicht, wenn die Leerlaufspannung der Ladeeinrichtung 65 Volt und die Nennleistung der gesamten Ladeeinrichtung 2 kW nicht übersteigt. Bei Nennspannungen größer 220 Volt gelten sie als abgeschlossene elektrische Betriebsstätten.

Wenn möglich sollten Batterieladeräumen (mit räumlicher Trennung der Ladeeinrichtung) Batterieladestationen vorgezogen werden, da Ladegeräte so aufgestellt werden sollen, dass sie mit Ladegasen und Elektrolytnebel nicht in Berührung kommen können.

Bleibatterien dürfen mit Nickel-Cadmium-Batterien nur dann im gleichen Raum untergebracht werden, wenn sichergestellt ist, dass Schwefelsäurenebel der Bleibatterien nicht an Nickel-Cadmium-Batterien gelangen können.

Die Eingänge zu Batterieladeräumen sind mit dem Warnzeichen W20 (Abbildung 7) und dem Verbotszeichen P02 (Abbildung 8) zu versehen. Soweit Batterieblöcke Spannungen größer 60 Volt Gleichspannung aufweisen ist zusätzlich das Warnzeichen W08 (Abbildung 9) erforderlich.

Im Batterieraum ist durch entsprechende Kennzeichnung auf die zu benutzende persönliche Schutzausrüstung mit den Schildern M01 Augenschutz benutzen, M06 Handschuhe benutzen und Schutzschürze benutzen (Abbildungen 10 bis 12) hinzuweisen.

Die Oberfläche des Bodens muss für geschlossene Batterien elektrolytbeständig sein. Für verschlossene Batterien ist diese Maßnahme nicht notwendig. Eine Elektrolytbeständigkeit des Fußbodens muss beim Einsatz von geschlossenen Batterien nicht gegeben sein, wenn die Batterien in Säureauffangwannen aufgestellt werden. Die Säureauffangwannen müssen in der Lage sein, den gesamten Elektrolyt einer Zelle oder eines Blockes aufzunehmen.

Es müssen ferner Maßnahmen getroffen werden, dass kein Elektrolyt in die öffentliche Kanalisation gelangen kann.

Der Fußbodenbereich, in dem sich eine Person in Armweite zur Batterie befindet, muss so leitfähig sein, dass elektrostatische Aufladung vermieden wird. Dazu sind auch entsprechend ableitfähige Schuhe zu tragen.

Andererseits muss der Boden zur Sicherheit von Personen ausreichend isoliert sein. Die Forderungen sind erfüllt, wenn der Ableitwiderstand R des Fußbodens gegen einen geerdeten Punkt (gemessen nach IEC 61340-4-1) folgende Werte erreicht:
bei Batterienennspannung
≤ 500 V: 50 kΩ ≤ R ≤ 10 MΩ
und bei
Batterienennspannung
> 500 V: 100 kΩ ≤ R ≤ 10 MΩ.

Elektrische Installationen in Batterieladeräumen müssen den Anforderungen für feuchte und nasse Räume entsprechen (DIN-VDE 0100 Teil 737). Es sind Leuchten mindestens der Schutzart IP54 zu verwenden. Wie schon erwähnt, sollte die Beleuchtungsstärke 300 Lux betragen. Leuchten und andere elektrische Betriebsmittel, in denen betriebsmäßig Funken auftreten können, müssen von Batterien mindestens 1 m entfernt sein. Unter bestimmten Umständen, z.B. guter Durchlüftung lässt die DIN-VDE 0510 auch geringerer Abstände bis = 500 mm zu. Wenn elektrische Betriebsmittel in geringerem Abstand (< 500 mm) zu Batterien installiert werden müssen, sind diese in explosionsgeschützter Bauweise auszuführen.

Ist für den Batterieladeraum eine mechanische Lüftung erforderlich, ist der Lüfter dann in explosionsgeschützter Bauweise auszuführen, wenn er als Sauglüfter betrieben wird, d.h. wenn die Luft im Raum über den Lüfter abgesaugt wird und die Frischluft über eine Öffnung nachströmt und wenn der Motor des Lüfters im zündfähigen Gas-Luftstrom liegt. Sauglüfter müssen generell elektrolytbeständig sein. Im umgekehrten Fall, wenn die Frischluft durch den Lüfter in den Raum gedrückt wird und die Raumluft über eine natürliche Öffnung abströmt, muss der Lüfter weder in Ex-Schutz-Bauweise noch elektrolytbeständig ausgeführt sein.

Um Explosionen zu vermeiden, müssen Batterieladeräume belüftet werden, um das beim Laden und Entladen oder in Ruhe entstehende Gasgemisch so zu verdünnen, dass es mit Sicherheit seine Explosionsfähigkeit verliert. Die größte Gasentwicklung tritt beim Laden über die Gasungsspannung hinaus auf. Sie kann eine Stunde nach Abschalten des Ladestromes als abgeklungen angesehen werden.

Es ist anzustreben, die Batterieräume so zu gestalten, dass eine natürliche Belüftung ausreicht.

Die Zuluft sollte möglichst in Bodennähe eintreten, über die Zellen streichen und möglichst hoch und nach Möglichkeit auf der gegenüberliegenden Seite entweichen.

Der erforderliche Luftvolumenstrom, d.h. die Menge Luft, die im Batterieladeraum in einer Stunde erneuert werden muss, ist abhängig von der Anzahl der Zellen, dem Ladestrom und der Kapazität der Batterien. Bei natürlicher Lüftung müssen die Mindestquerschnitte in $cm^2$ der Zu- und Abluftöffnungen mindestens dem 28-fachen des ermittelten Luftvolumenstromes in $m^3/h$ entsprechen. Zudem soll in den Öffnungen eine Luftgeschwindigkeit von mindestens 0,1 m/s vorhanden sein.

Ist eine technische (künstliche) Lüftung erforderlich (z.B. weil natürliche Lüftung nicht realisiert werden kann), so muss sichergestellt sein, dass die Lüftung während des Ladens eingeschaltet ist. Finden Ladungen oberhalb der Gasungsspannung (ca. 2,4 Volt je Zelle bei Bleibatterien und ca. 1,55 Volt je Zelle bei Nickel-Cadmium-Batterien) statt, muss der Lüfter mindestens 1 Stunde nachlaufen.

Lüftungsrohre oder -kanäle müssen genügend hoch ins Freie reichen und dürfen nicht in Schornsteine, Feuerungen oder in die Nähe von Einzugskanälen von Klimaanlagen münden.

Für den aktiven und passiven Brandschutz sind Einrichtungen wie in elektrischen Anlagen üblich (z.B. Pulverlöscher mit ABC-Löschpulver) an geeigneter Stelle vorzusehen (siehe auch GUV-R 133).

Die Normenreihe der DIN-VDE 0510 ist auch für Flurförderzeuge zu beachten. Die Unterbringung und Ladestellen sollten vorzugsweise in den nach diesen Regeln ausgestatteten Batterieladeräumen erfolgen.

In Arbeitsstätten (z.B. Werkstätten, Maschinenräumen, Lagern) sind separat abgeteilte Bereiche ausnahmsweise möglich, wenn

- die Lüftungsbedingungen eingehalten sind,
- Batterien nicht über die Gasungsspannung geladen werden.
- Abstand zu brennbaren Bauteilen und Materialien besteht und
- sich keine Zündquellen im Nahbereich der Batterien befinden.

Einzelladeplätze dürfen jedoch nicht in feuergefährdeten, explosionsgefährdeten, feuchten und nassen Bereichen sowie in geschlossenen Großgaragen errichtet werden. ■

*Von oben nach unten:*

*Abbildung 10:*
*Gebotsschild „Augenschutz benutzen“.*
*Abbildung 11:*
*Gebotsschild „Handschuhe benutzen“.*
*Abbildung 12:*
*Gebotsschild „Schutzschürze benutzen“.*

# Technische Regeln für Betriebssicherheit zum Explosionsschutz

**Die Rechtslage ist eindeutig:**
Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung muss der Arbeitgeber den betrieblichen Arbeitsschutz in explosionsgefährdeten Bereichen erkennen und so gestalten, dass vorhandene Explosions- und Brandgefährdungen sicher und ständig ausgeschlossen werden können.

Während die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) die vorrangige Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären, insbesondere durch Substitution von Gefahrstoffen fordert, erfasst die BetrSichV im Grundsatz die explosionsgefährdeten Bereiche und fordert angemessene Schutzmaßnahmen.

Der Arbeitgeber ist verantwortlich für den Explosionsschutz und verpflichtet, wenn eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre nicht sicher verhindert werden kann, ein Explosionsschutzdokument nach § 6 BetrSichV zu erstellen. Für das Erstellen von Explosionsschutzdokumenten für Arbeitsmittel und Arbeitsabläufe in explosionsgefährdeten Bereichen, die vor dem 3. Oktober 2002 erstmalig bereitgestellt oder eingeführt worden sind, galt eine Übergangsfrist, die bereits zum 31.12.2005 abgelaufen ist.

**Welche Hilfestellungen für die Praxis gibt es?**
Da der Bereich des Explosionsschutzes oftmals sehr komplex ist, erwarten die Arbeitgeber und beteiligten Fachleute konkrete und erläuternde Hinweise für den betrieblichen Alltag, da in den Regelungen der BetrSichV nur allgemeine Schutzziele und Mindestanforderungen dargestellt werden. Wer mit dem Explosionsschutz in Berührung kommt, braucht weitergehende Informationen für die praktische Umsetzung der in der BetrSichV geforderten Maßnahmen.

In diesem Zusammenhang stellen die den Explosionsschutz konkretisierenden Regeln der Unfallversicherungsträger und die bereits veröffentlichten und zukünftig zu erarbeitenden Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) eine wichtige Hilfe zur Umsetzung dar.

**Technische Regeln für Betriebssicherheit**
Im Juni 2006 wurden die ersten Technischen Regeln zum Explosionsschutz – TRBS 2152 – sowie die zugehörigen Teile 1 und 2 im Bundesarbeitsblatt und im Bundesanzeiger bekannt gemacht. Bei Anwendung der hier genannten Maßnahmen kann der Arbeitgeber in der Regel davon ausgehen, dass die in der BetrSichV gestellten Anforderungen erfüllt werden.

### TRBS 2152
In der TRBS 2152 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines –“ werden grundlegende Anforderungen wie die Anwendung der Regel, Begriffe und Definitionen sowie das Erkennen und Vermeiden von Explosionsgefährdungen beschrieben.

### TRBS 2152 Teil 1
Inhaltliche Schwerpunkte der TRBS 2152 Teil 1 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung –“ sind spezifische Anforderungen für die Beurteilung des Auftretens sowie die Ermittlung der Menge und der Gefährlichkeit explosionsfähiger Atmosphären.

### TRBS 2152 Teil 2
In der TRBS 2152 Teil 2 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“ werden Maßnahmen beschrieben, die es ermöglichen, das Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern oder einzuschränken. Hierzu gehören:

- Konzentrationsbegrenzungen,
- Inertisierungen,
- Druckabsenkungen,
- Dichtheit von Anlagenteilen,
- Lüftungsmaßnahmen (natürliche und technische Lüftung sowie Objektabsaugung),
- Konzentrationsüberwachungen durch Gaswarnanlagen,
- Maßnahmen zum Beseitigen explosionsfähiger Staubablagerungen.

Abschließend werden in dieser TRBS Hinweise zur Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche beschrieben.

**Weiterer Ausblick**
Zukünftig sollen weitere TRBS zum Explosionsschutz mit folgenden Schwerpunkten veröffentlicht werden:

- Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre,
- Konstruktiver Explosionsschutz,
- Explosionsschutzdokument,
- Schutzmaßnahmen bei Instandhaltungsmaßnahmen,
- Anwendung von Prozessleittechnik im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen.

### TRBS 1203
Die bereits im November 2004 veröffentlichte TRBS 1203 „Befähigte Personen“ konkretisiert die Anforderungen an Beschäftigte, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügen. Der Teil 1 der TRBS 1203 stellt hierbei die besonderen Anforderungen an befähigte Personen für Explosionsgefährdungen in den Vordergrund. Beispielsweise wird hier eine mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung, dem Zusammenbau oder der Instandhaltung der Anlagen oder Anlagenkomponenten vorausgesetzt.

**Regeln der Eisenbahn-Unfallkasse zum Explosionsschutz**

### GUV-R 104
Der Textteil der „Explosionsschutz-Regeln“ – GUV-R 104 –, die sich dem Planer, Errichter und Betreiber als Basiswerk mit einer umfangreichen Beispielsammlung zum Explosionsschutz anbietet, wurde bzw. wird in die TRBS implementiert, wobei der Textteil der GUV-R 104 durch die bekannt gemachten TRBS ausgetauscht wird.

### GUV-R 132
Für Maßnahmen zur Vermeidung gefährlicher elektrostatischer Aufladungen zeigt die „Richtlinie für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ – GUV-R 132 – wichtige Maßnahmen auf und hilft dem Arbeitgeber bei der Gefährdungsbeurteilung nach der BetrSichV, statische Energie als Zündquelle für Explosionen zu verhindern. Auch die GUV-R 132 enthält eine Beispielsammlung mit 16 Praxisbeispielen.

Alle vorgestellten Regeln finden Sie auf der aktuellen CD-Rom „Kompendium Arbeitsschutz“ der Eisenbahn-Unfallkasse. ■

## Ein Sicherheitstest – **Lösungen**

1.) b+c · 2.) a+c · 3.) b · 4.) a · 5.) c · 6.) a+b · 7.) a+b · 8.) b · 9.) c 10.) b · 11.) b · 12.) a+b · 13.) a+b · 14.) a+b

## Kennen Sie sich aus? **Lösungen**

Die richtigen Antworten lauten: **1: b · 2: a · 3: a · 4: c · 5: a· 6: c**