

**Werkstatt und
Service
Handbuch
für
Traktionsbatterien**





2. Überarbeitete Auflage
April 2000

Seit Jahrzehnten arbeiten Ingenieure an der kontinuierlichen Verbesserung von Blei-Akkumulatoren und Zusatzgeräten. Dieses Vertrauen hat sich auch in der jüngsten Vergangenheit bestätigt. Denn trotz gegenläufiger Tendenzen in Form von futuristischen Energiequellen wurde seitens der Hersteller von Batterien kräftig in die Entwicklung der Bleibatterie investiert.

So lässt sich heute an der Schwelle zum nächsten Jahrtausend behaupten, dass das Prinzip der Bleibatterie und der vielen Möglichkeiten, die sie bietet, weiter Bestand hat und den Anwendern auch auf Grund der noch zu erwartenden kommenden technischen Veränderungen die nächsten Jahrzehnte noch Energie in der bewährten Weise zur Verfügung stellen wird.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort-----	1
Inhaltsverzeichnis -----	2
Einleitung und Geschichte -----	3

KAPITEL 1

<u>Grundeigenschaften, Arten von Antriebsbatterien</u>	
Elektrische Zelle,	
Batterien mit gesteigerter Leistung. -----	4
Bleibatterien mit Elektrolytumwälzung -----	5
Batterien mit Wartungsfreiheit -----	6
Batterien mit einjährigen Wartungsintervallen	
Gewicht	
Normen-----	7
<u>Wie funktioniert der Bleiakкумулятор?</u>	
Funktionsweise -----	8
<u>Komponenten einer Zelle</u>	
Zellkasten, Deckel, Stopfen,	
Platten, Scheider, Elektrolyt-----	9
Atsa beschreibt die Batterie -----	10
<u>Haltbarkeit und Lebensdauer</u>	
Einfluss:	
Der Lademethode auf die Lebensdauer-----	11
zur Verlängerung der Lebensdauer	
zur Verkürzung der Lebensdauer	
Altern der Batterie -----	12
<u>Batteriekrankheiten</u>	
Tabellenübersicht -----	13
<u>Wartung und Pflege von Batterien</u>	
Sauberhalten und Reinigen -----	14
<u>Säure - Überprüfen und Messen</u>	
Säuredichte-----	15
Säureschichtung	
Der Elektrolytstand-----	16
<u>Kapazität, Spannung - Überprüfen und Messen</u>	
Kapazität	
Spannung-----	17
Die Spannungsmessung-----	18
<u>Die Sulfatation</u>	
Beseitigen der Sulfatation	
Sulfatation leicht	
Fortgeschrittene Sulfatation-----	19
<u>Störungen an Batterien</u>	
Tabelle -----	20
<u>Leitfaden zur Handhabung, Wartung und Pflege</u>	
<u>von Batterien für Elektrofahrzeuge</u>	
Tabelle -----	21

KAPITEL 2

<u>Ladegerätezuordnung für geschlossene</u>	
<u>Antriebsbatterien</u>	
Zuordnung-----	22
<u>Ladebetrieb und Ladeverfahren</u>	
Die Ladung, Überladung,	
Gasentwicklung -----	23
Ladeverfahren, Kennlinien-----	24
Entladung-----	25
<u>Störung an Ladegeräten</u>	
Tabelle -----	26
<u>Steckvorrichtungen und Anschlussleitungen für</u>	
<u>Antriebsbatterien und Ladegeräte</u>	
Dimensionierung der Leiterquerschnitte ----	27

KAPITEL 3

<u>Das Zubehör für Antriebsbatterien</u>	
Batteriefüllsystem	
Arbeitsweise des Nachfüllstopfens -----	28
Füllstände	
wie wird die Schwimmergröße bestimmt	
Fallwassersystem,	
Mobiles Füllsystem, Druckwassersystem ----	29
<u>Die Elektrolytumwälzung (EUW)</u>	
Vorteile der EUW -----	30
Wirkungsweise, Aufbau-----	31

KAPITEL 4

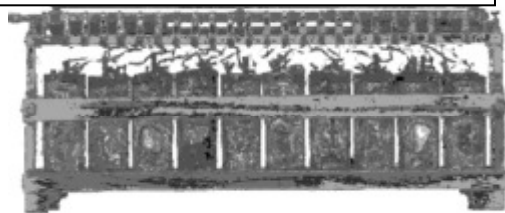
<u>BICaT II</u>	
Vorteile des BICaT	
Aufbau, Anwendernutzen,	
Batteriemonitoring-----	32
Service, Ladegerätesteuerung	
Leasing Rental	
Fuhrparkmanagementsystem -----	33

EINLEITUNG UND GESCHICHTE

Die Erfolgsgeschichte der Bleibatterie ist lang. Sie weist über Generationen hinweg weit in die Vergangenheit. Denn elektrische Energie, auch und gerade in Form elektrochemischer Energiespeicher, hat wegen ihrer universellen Einsatzbarkeit eine Schlüsselfunktion in unserer mehr und mehr technischen Umwelt. Dies gilt gewiss auch und in erfreulicherweise zunehmenden Maße für die Fahrzeugantriebsbatterie. Denn sie hat sich in den letzten Jahren zu einem komplexen Batteriesystem entwickelt, das die Erwartungshaltung der Industrie positiv bestätigt hat und somit einen konstruktiven Weg auch in Richtung Zukunft weist.

Bewährte, seit Jahrzehnten oder sogar manchmal seit einem Jahrhundert eingeführte Produkte mit großer Zukunftstauglichkeit erleichtern immer noch in großer Anzahl unser tägliches Leben. Das große erfinderische Potential, das in ihnen steckt, macht z.B. das Auto, die Telekommunikation und das Radio zu einem immer noch erfolgreichen Begleiter unseres täglichen Lebens. Vom Prinzip her haben sich diese Erfindungen im Laufe der Zeit nur unwesentlich verändert. Veränderungen waren stets Optimierungen im Sinne der Anwender, der Wirtschaftlichkeit, der Sicherheit oder der Umwelt.

Früher Bleiakku
Die erste, wieder aufladbare Batterie erfand 159 der französische Physiker Gaston Planté (1834-1889) in Form des Bleiakкумуляtors, der mit



Dorling Kindersley

Diese Argumentation lässt sich fast parallel auf die Bleibatterie übertragen. Die Batterie als stummer Begleiter des Alltags hat eine ebenso faszinierende und erfolgreiche Geschichte wie die angeführten Beispiele; jedoch ist ihre Wahrnehmung stets weit hinter anderen Gebrauchsgegenständen oder Investitionsgütern geblieben. Denn sie leistet Arbeit in der Regel im Verborgenen. Arbeit, die unser Leben angenehmer macht, sicherer und sauberer.

Seit Jahrzehnten arbeiten Ingenieure demzufolge an der kontinuierlichen Verbesserung von Blei-Akkumulatoren und Zusatzgeräten. Dieses Vertrauen hat sich auch in der jüngsten Vergangenheit bestätigt. Denn trotz gegenläufiger Tendenzen in Form von futuristischen Energiequellen wurde seitens der Hersteller von Batterien kräftig in die Entwicklung der Bleibatterie investiert.

Die Geschichte der Bleibatterie lässt sich - wenn man so will - in drei übergeordnete Phasen gliedern: die Entwicklungs- und Konstruktionsphase, die anwendungstechnische Optimierungsphase hin zum System und die Peripheriephase.

1850 **Josef Sinsteden** Idee

1859 **Gaston Planté** baut eine Zelle unter Verwendung des Paares Blei - Bleidioxid in einer Lösung von verdünnter Schwefelsäure. Die Zelle ist aus spiralförmig gerollten Bleiplatten aufgebaut, die durch Gummipplatten getrennt werden.

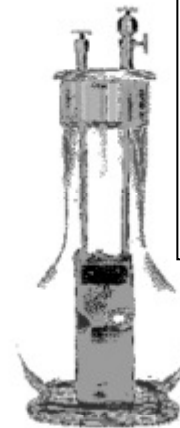
1881 **Faure**: Patent zur Pastierung der Bleiplattenoberfläche mit Minium-Mennige

1882 **Sellon**: Patent einer Gitterplatte, die einen besseren Halt der aktiven Masse ermöglicht.

1899 **FULMEN** liefert Batterien für das französische U-Boot NARVAL. Im gleichen

Jahr erreicht das Elektrofahrzeug „JAMAIS CONTENTE“ einen Geschwindigkeitsrekord für Straßenfahrzeuge von mehr als 100 km/h, ausgerüstet mit FULMEN Akkumulatoren.

1936 Erste Verwendung der Platten IRONCLAD (Röhrchenplatten)



Dorling Kindersley

Auf diesem Photo wird ein um 1850 entwickelter Vorläufer der Batterie gezeigt. Die Elektroden dieses Typs sind aus Zink und Kohlenstoff als Elektrolytlösung diente Chromsäure eine Mischung aus stark giftigem Chromtrioxid und Wasser.

Grundeigenschaften, Arten von Antriebsbatterien

Kapitel

1

Elektrische Zelle, Vorrichtung zur Umwandlung von chemischer Energie in Elektrizität. Batterien bestehen meist aus flüssigem, pastenartigem oder festem Elektrolyt sowie positiver und negativer Elektrode. Der Elektrolyt ist ein Ionenleiter. Mit einfachen Worten ausgedrückt, zersetzt sich eine der beiden Elektroden unter Elektronenabgabe, während die andere Elektronen aufnimmt. Werden beide Elektroden durch einen elektrischen Leiter verbunden, so fließt ein elektrischer Strom.

Man unterteilt Batterien nach ihrer Funktionsweise in zwei Formen: Primär- oder galvanische Elemente und Sekundärelemente (wieder aufladbare Batterien) oder Akkumulatoren. Bei den Primärelementen können die chemischen Stoffe, die die Energieumwandlung herbeiführen und sich dabei selbst verändern, nicht wieder zurückgebildet werden. Genau dies gelingt bei Sekundärelementen, wenn man elektrischen Strom in entgegengesetzter Richtung durch sie hindurchleitet

Bei Blei-Antriebsbatterien sind die Spannung, die Kapazität, das Gewicht und das Volumen von großer Bedeutung. Ferner die daraus hergeleiteten Größen, wie das Leistungsgewicht oder das Leistungsvolumen und der auf die Lebensdauer bezogene Energiedurchsatz.

Batterien mit gesteigerter Leistung

Die Weiterentwicklung bei Elektroflurfahrzeugen hatte die Wirtschaftlichkeit und den Nutzeffekt in den letzten Jahren verbessert. Gesteigerte Leistungsanforderungen wie optimierte Gabelstaplereinsatzplanungen, höhere Fahrleistung und höhere Hubgeschwindigkeit erforderten eine leistungsgerechte Pendant im Bereich der Antriebsbatterien. Um mehr Kapazität aus gleichem Batterieeinsatzvolumen zu erhalten, wurden an drei Punkten der Hebel zur Optimierung angesetzt:

- mehr Platte,
- mehr Masse und
- mehr Säure.

Batterien, die den oben genannten Kriterien entsprachen kamen als PzSH-, PzSL-Typen, LD-Typen, HP-Typen oder CSM Ausführungen auf den Markt und waren auch in den vorgegebenen Gewichtstoleranzen in allen Flurförderzeugen einsetzbar. In der Praxis wurden die kapazitätsgesteigerten Ausführungen bis zu 50% und mehr bei den Anwendern eingesetzt. Denn die Vorteile dieser Typen überzeugten auf ganzer Linie. Die bessere Verfügbarkeit des Flurförderzeugs, das Plus an Einsatzzeit im normalen Betrieb oder die höhere Leistungsausnutzung kamen der Praxis mit mehr Lastfahrten und

verringerten Einsatzpausen entgegen. In jüngster Zeit zeichnete sich erneut eine Entwicklung ab, der die Hersteller von Antriebsbatterien Rechnung tragen mussten. Neuere Ausstattungsmerkmale bei Gabelstaplern wie Lenkhilfen, beheizte Sitze oder Kabinen und wiederum optimierte Einsatzplanungen mit reduzierten Leerfahrten und erhöhten Lastfahrten erforderten eine leistungsgerechte Alternative.

Neben diesen erhöhten Anforderungen seitens der Anwender machte die neue Normung auf nationaler und internationaler Ebene, die DIN EN 60254-2, eine Anpassung des Lieferprogramms bei Antriebsbatterien notwendig. In der nationalen Ausgabe der europäischen Norm ist neben den international gültigen Zellenabmessungen in IEC 254-2 auch das neue Kapazitätsprogramm verankert. Die bis 1997 gültigen Zellenkapazitäten wurden 1998 durch die in den letzten Jahren marktüblichen leistungsgesteigerten Kapazitäten ersetzt. Die neuen Normreihen mit der Bezeichnung "L" weisen gegenüber den bisherigen PzS-Zellen eine erhöhte Kapazität um 9 - 17% aus, passen sich damit an europäisch übliche Kapazitätsprogramme an und bieten folgende Vorteile:

- optimiertes Preis-/Leistungsverhältnis

Kapitel 1

- erhöhte Leistung führt u.a. zu
 - verbessertem Beschleunigungsverhalten
 - größere Kapazitätsreserven und dadurch
 - Vermeidung von Tiefentladungen und
 - Erhöhung der Batterielebensdauer
 - stabilere Entladespannung bedeutet
 - konstantes Fahrverhalten
 - weniger Batteriewechsel im Mehrschichtbetrieb
 - Erleichterung des Batterieaustauschs durch
 - straffere Produktpalette
 - Erleichterung von Wartung und Prüfung durch
 - gleiche Säuredichte
- und und und....**

Bleibatterien mit Elektrolytumwälzung (EU)

Die Entwicklung der Elektrolytumwälzung (im folgenden nur EU genannt) in Bleibatterien ist die konsequente Umsetzung von anwendungstechnischen Erkenntnissen. Ausgangspunkt aller Veränderungen waren Überlegungen zum Ladevorgang und dem Temperaturverhalten der Batterie.

Wenn Hochleistung und kurze Ladezeiten gefordert sind und hohe Temperaturen das Arbeitsumfeld bestimmen, empfiehlt sich der Einsatz von Fahrzeugbatterien mit EU. Die umfassenden weiteren Vorteile dieser ganz speziellen Technik, die Elektrolyt- und Temperaturschichtungen vermeidet und die Elektrolyttemperatur bei der Ladung bis zu 10°C absenkt, überzeugten Anwender in jeder Hinsicht und führten darum in der Vergangenheit zu einem erhöhten Einsatz.

Die Vorteile der EU lassen sich anhand der Beschreibung der Wirkungsweise verdeutlichen. Allgemein gelangen bei der Ladung von Batterien die Säureanteile, die sich in den Elektroden befinden, in den Elektrolytfreiraum. Durch ihr höheres spezifisches Gewicht sinken sie und konzentrieren sich im unteren Zellenbereich. Um aber eine optimale Nutzung der aktiven Masse zu ermöglichen,

muss eine einheitliche Elektrolytdichte über die Plattenhöhe zur Verfügung stehen. Herkömmliche Ladeverfahren erzielen dies Ergebnis durch eine definierte Überladung im Anschluss an die Volladung. Die Überladung geht mit einer starken Gasung einher, die die gewünschte gleichmäßige Elektrolytdichte bewirkt. Dieses Verfahren weist jedoch einige Nachteile auf. Denn die längere Ladezeit sowie die gleichzeitige Temperaturentwicklung bringen deutlich höhere Energiekosten und führen zu einer geringeren Lebensdauer der Batterie.

Bei Ladungen mit EU wird das gleiche Ergebnis erzielt wie bei herkömmlichen Volladungen. Jedoch ist die Elektrolytdichte ausgeglichen und Ladezeit, Plattenbeanspruchung, Temperaturentwicklung und Netzenergieeinsatz geringer. Bei der EU wird der Elektrolyt durch Zufuhr von Umgebungsluft zu einer Ringströmung in der Zelle gezwungen. Die Umwälzung erfolgt sehr schonend durch ein Doppelrohrsystem. Es wird anstelle des Röhrchens einer positiven Elektrode in den Plattensatz installiert. Die in dem Rohrsystem aufsteigenden Luftbläschen ziehen die schweren Säureanteile aus dem unteren Zellenbereich nach oben und bewirken eine ausgeglichene Elektrolytdichte (Abb.2).

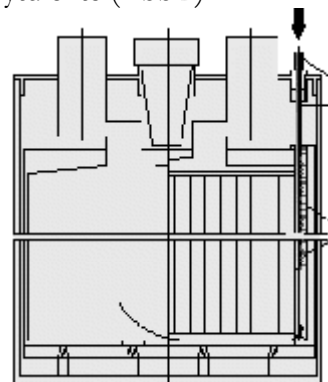


Abb.2

Die Luftversorgung erfolgt z. B. über ein Luftaggregat.

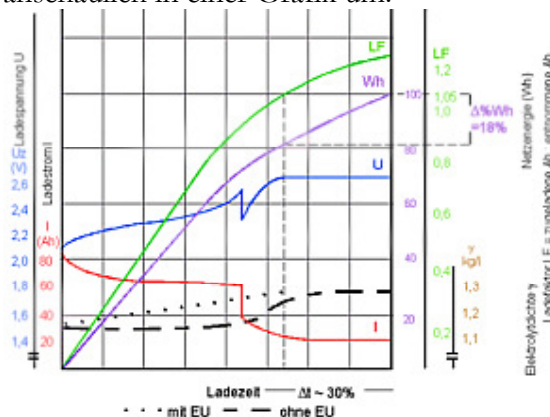
Kapitel

1

Wesentliche Vorteile der EU, die durch den Ladeprozess verdeutlicht werden sind:

- gleichmäßiger Säureanstieg,
- bis zu 30% kürzere Ladezeiten bei
- geringerem Ladefaktor von 1,05,
- bis zu 18% geringere Ladeenergie und
- ca. 7 - 10°C geringerem Temperaturanstieg,
- vergleichmäßigte Massebelastung,
- verringerter Wasserverbrauch und
- reduzierte Abschlammmate.

Das folgende Ladediagramm WoWa mit EU (Abb.3) setzt die oben genannten Vorteile anschaulich in einer Grafik um.



Gewiss sind die gesamten Auswirkungen hinsichtlich der Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch den Einsatz der EU - seien es Einsparungen beim Wasser oder bei der Energie - auch kundenspezifisch berechenbar. Allgemein lassen sich folgende Vorteile aufführen:

- Verbesserung der Lebensdauer durch
- Geringere Temperaturentwicklung nach ZVEI,
- bessere Nutzung von Investitionen durch
- schnelle Batterieverfügbarkeit,
- Einsparung von Wechselzeiten,
- Wirtschaftlichere Ladetechnik,
- Optimierung der Staplereinsatzzeit durch
- konsequenten Zwischenladebetrieb.

Das Prinzip der EU ist sowohl bei Normzellen, als auch bei den oben geschilderten leistungsgesteigerten Ausführungen möglich.

Batterien mit Wartungsfreiheit

Gegenüber den leistungsgesteigerten Batterien fand eine Entwicklung statt, die den Leistungsaspekt gegenüber dem Vorteil der Wartungsfreiheit in den Hintergrund rückte. Die wartungsfreie Antriebsbatterie mit **Gel** statt flüssigem Elektrolyten stellt als Zelle ein fast geschlossenes System dar; in diesem System wird durch Rekombination des Wasser- und Sauerstoffgases H_2O , also Wasser, zurückgewonnen. Bei einer verschlossenen Batterie wird es dem Sauerstoff ermöglicht, über den festgelegten Elektrolyten (Gel) an die negative Elektrode zu gelangen und sich dort mit dem Wasserstoff wieder zu verbinden (Abb.4).

Sauerstoffkreislauf einer verschlossenen Batterie

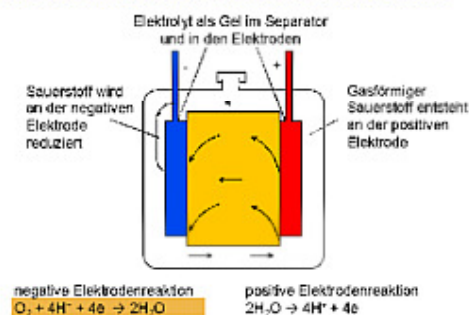


Abb.4

Je nach Hersteller differieren bei verschlossenen Gel-Batterien die Angaben zwischen 600 und 1200 Zyklen. Dies gilt jedoch nur unter Einhaltung strenger Bedingungen hinsichtlich Temperatur (nicht über 45°C) und Entladetiefe (60%K5). Insofern bietet sich diese Batterie ausschließlich für den Einsatz in Schwachlastbetrieben, bei geringen Zyklen und geringen Entladetiefen an. Demgegenüber steht natürlich der attraktive Kundennutzen der Wartungsfreiheit, da bei diesem System die Wassernachfüllung und die Elektrolytstand- und Elektrolytdichtekontrollen über die gesamte Einsatzzeit entfallen. Die wartungsfreie Gel-Batterie bietet immer die Lösung für Anwendungsbereiche, in denen die Batteriewartung nicht sichergestellt werden können. Bei harten Belastungen, Wechselbetrieb oder vollen 80%-Zyklen behauptet sich weiterhin die Batterie mit flüssigem Elektrolyten

Batterien mit einjährigen Wartungsintervallen

Die technischen Vorteile der Wartungsfreiheit im Bereich Gel-Batterien und die Resonanz im Markt veranlassten die Hersteller diesbezüglich Know-how und Detailwissen auf die Weiterentwicklung bei Batterien mit flüssigem Elektrolyten zu konzentrieren. Ergebnis war eine Batterie, die eine komplette produkttechnische Überarbeitung darstellte. Den Kunden stand mithin eine Batterie zur Verfügung, die, bei gleichen Abmessungen und gleichem Gewicht der Normzelle gegenüber der hergebrachten Batterie, 1 Jahr oder 200 Zyklen volle Wartungsfreiheit garantierte; d.h. es entfiel die Notwendigkeit der Wassernachfüllung

Die Zellenkonstruktion wurde optimiert; Es wurde erreicht, dass der maximal mögliche Freiraum für Elektrolyt oberhalb der Platten anfällt, um Wasservorrat für 200 nachfüllfreie Zyklen zu schaffen. Unterstützung brachte auch die Wahl neuer Legierungen, die dazu beitrugen, den Wasserverbrauch der Zellen zu reduzieren. Die Metalllegierung der Elektroden hat entscheidenden Einfluss auf Wasserverbrauch und Zyklenstabilität.

Die Hersteller verwandten Legierungen, die den Wasserverbrauch minimierten, ohne dass Einbußen bei der Gebrauchsdauer hingenommen werden mussten. Selbstverständlich bot es sich bei einer derart technisch geforderten Zelle an, die EU von vornherein zu integrieren. Daneben trugen eine angepasste Ladetechnik mit speziellen Ladekennlinien, spezielle Stopfen und Überwachungselektronik zu dem erfolgreichem Abschluss der Forschungs-bemühungen bei.

Gewicht

Bei Gabelstaplern hat das Batteriegewicht eine zusätzliche besondere Bedeutung. In diesem Fall darf ein Minimalgewicht nicht unterschritten werden, da fast immer die Batterie die Funktion des Kontergewichtes hat. Diese geht in die

Standsicherheitsberechnung des Fahrzeuges ein. Es muss deshalb davor gewarnt werden, Gabelstapler mit anderen Batterien zu bestücken, als

vom Fahrzeughersteller angegeben, da eine Unterschreitung des geforderten Minimalgewichtes für die Antriebsbatterie die Standsicherheit des Fahrzeuges gefährdet und damit eine Quelle für mögliche Unfälle ist.

Normen

Bei der Norm für geschlossene Panzerplattenzellen werden zwei Zellenserien unterschieden:

Serie L (PzSL) Zellenbreite: 198 mm	Britisch Standard Serie E (PzB) Zellenbreite: 160 mm
---	---

Die PzSL-Zellen weisen gegenüber den bisherigen PzS-Zellen um 9-17% erhöhte Kapazitäten auf.

Zellenhöhe mm	PzS- Zellen Ah	PzSL- Zellen Ah	Kapazitäts- erhöhung %
370	55	60	9
440	70	80	14
510	80	90	13
605	100	110	10
750	120	140	17

Die Antriebsbatterien werden aus Einzelzellen in einen (oder mehrere) Stahl- oder Kunststofftrög eingebaut, dessen Masse und Komplettgewicht durch den Fahrzeughersteller festgelegt werden und der Norm DIN (für 24, 48 und 80 Volt Batterien) entsprechen können.

Kapitel 1

Wie funktioniert der Bleiakkumulator?

Funktionsweise

Der Betrieb des Akkumulators umfasst zwei entgegengesetzt verlaufende Vorgänge, die als Laden und Entladen bezeichnet werden.

Beim Laden des Akkumulators wird elektrische Energie zugeführt und in Form von chemischer Energie gespeichert.

Beim Entladen wird umgekehrt die gespeicherte chemische Energie in elektrische Energie zurückverwandelt und abgegeben.

Beide Vorgänge sind elektrochemischer Art und bestehen in Reaktionen zwischen den Materialien der Platten und dem Elektrolyten. Die sich dabei umwandelnden Materialien bestehen bei der geladenen Bleizelle aus Bleidioxid (PbO_2) in den positiven Platten, aus fein verteiltem Blei (Pb) in den negativen Platten und aus verdünnter Schwefelsäure ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) als Elektrolyt.

Die folgende chemische Gleichung erlaubt eine Kurzdarstellung der sich beim Laden und Entladen abspielenden Vorgänge.

Was passiert mit	Beim Entladen wird es zu	Beim Laden wird es zu
Elektrolyt	$2\text{H}_2\text{O}$	$2\text{H}_2\text{SO}_4$
Pos. Platte	PbSO_4	PbO_2
Neg. Platte	PbSO_4	Pb

Beim Entladen wird sowohl das Bleidioxid (PbO_2) der positiven Platten als auch das Blei der negativen Platten durch chemische Verbindung mit der Schwefelsäure des Elektrolyten in Bleisulfat (PbSO_4) verwandelt. Dieses Bleisulfat und das gebildete Wasser sind Verbindungen, die energiemässig auf einem niederen Niveau stehen als Bleidioxid, Blei und Schwefelsäure. Die Energiedifferenz wird in Form elektrischer Energie abgegeben. Infolge der Bildung von Wasser und des Verbrauchs von Schwefelsäure nimmt die

Säurekonzentration des Elektrolyten im Verlauf der Entladung ab. Durch diese Vorgänge wird eine anfangs langsame, später immer schnellere Abnahme der Zellenspannung verursacht.

Die Strommenge, die der Akkumulator abzugeben vermag, bezeichnet man als Kapazität. Sie ist das Produkt Stromstärke mal Zeit und wird in Ah angegeben.

Die Kapazität ist abhängig von der Entladestromstärke und es ergibt sich die Beziehung: je höher die Entladestromstärke desto niedriger die Kapazität.

Auch durch die Temperatur wird die Kapazität beeinflusst: sie wird mit sinkender Temperatur kleiner.

Beim Ladevorgang wird elektrische Energie zugeführt, um das in den positiven und negativen Platten während der Entladung gebildete Bleisulfat wieder in die wirksamen Materialien Bleidioxid und feinverteiltes Blei zurückzuverwandeln, die sich energiemässig auf einem höheren Niveau befinden. Hierbei wird das bei der Entladung gebildete Wasser verbraucht und die gebundene Schwefelsäure freigesetzt, so dass die Säurekonzentration des Elektrolyten wieder den ursprünglichen Wert erreicht.

Die beim Laden auftretende Gasung macht es erforderlich, dass zur Vollladung einer größeren Strommenge aufgewendet werden muss als bei der Entladung entnommen werden kann.

Das Verhältnis der Ladestrommenge zur Entladestrommenge wird als Ladefaktor bezeichnet. Der Faktor beträgt z. B. bei PzS-Zellen 1,20. Das heißt, es müssen zur Vollladung 120% der bei der Entladung wieder zu gewinnenden Strommenge aufgewendet werden.

Komponenten einer Zelle

Eine Zelle besteht aus einem Zellkasten mit Deckel und Stopfen, in dem sich die positiven Platten (Elektroden), die negativen Platten (Elektroden), die Scheider und der Elektrolyt befinden.

Kapitel

1

Zellkasten:

Für den Zellkasten wird meist der Kunststoff PPA verwendet. Dieser muss folgenden Kriterien gerecht werden:

- Dichtigkeit
- Unempfindlichkeit gegen mechanische Einwirkungen
- Unempfindlichkeit gegen chemische Einflüsse (Säure-Öl-Diesel)

Im Zellkasten befindet sich ein Bodenprisma. Der so geschaffene Raum zwischen dem Boden und den Plattenunterkanten erlaubt die Ablagerung der im Laufe der Alterung aus den Platten abschlammdenden Bleiteilchen und verhindert so einen vorzeitigen Kurzschluss.

Deckel

Der Deckel hat eine Öffnung zum Einfüllen von destilliertem Wasser und die Öffnungen für die Poldurchführungen. Die Dichtigkeit zwischen Deckel und Kasten kann durch Verguss, Verklebung oder Thermoerschweißung ausgeführt werden.

Stopfen

Die Stopfen sind so aufgebaut, dass der Elektrolyt nicht austreten kann, aber die Ladegase entweichen können.

Platten

Die Platten sind die Elektroden der Zelle. Je eine positive und eine negative Platte sind die Grundbausteine. Die positive Platte hat eine dunkelbraune Farbe und die negative ist metallisch grau. Die heute hergestellten Antriebszellen sind fast alle mit positiven Panzerplatten und negativen Gitterplatten ausgerüstet.

Scheider (Separatoren)

Die Scheider haben die Aufgabe, Kurzschlüsse zwischen den positiven und negativen Platten zu verhindern und den Abstand zwischen den Platten zu gewährleisten. Die dafür eingesetzten Materialien sind Kunststoffe, Glasfiebermatten, Vinylplatten.

Elektrolyt

Der Elektrolyt ist in der Blei-Säure-Batterie eine Mischung von Wasser und Schwefelsäure, die gewissen Reinheitsnormen entsprechen müssen. Das Mischungsverhältnis bestimmt die Säuredichte, auch spezifisches Gewicht genannt und wird in kg/l ausgedrückt.

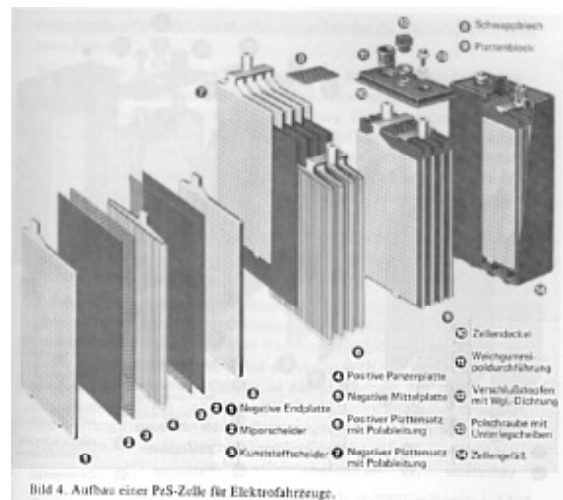
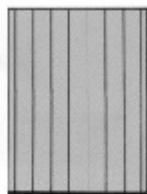
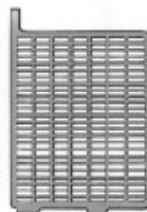
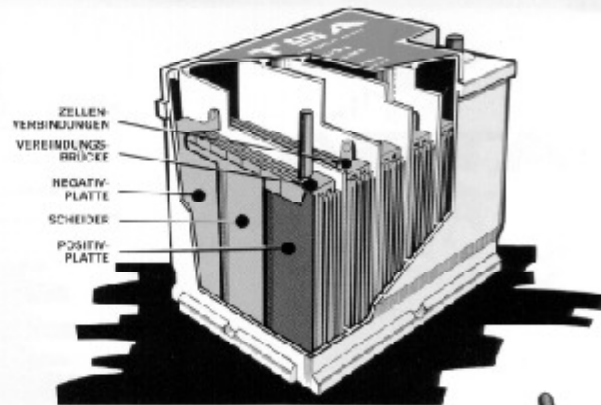


Bild 4. Aufbau einer PbS-Zelle für Elektrofahrzeuge.

Aufbau einer PbS Zelle



VERBUNDUNG

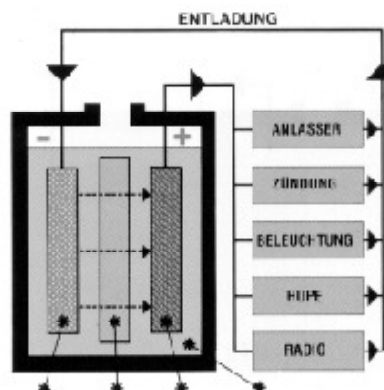
CITY

PLATTE

SCHEIDER

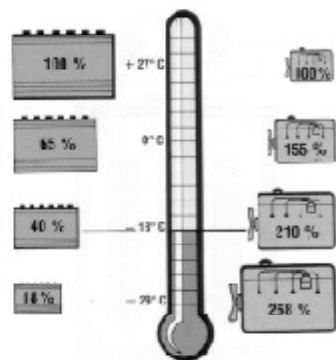
PLATTENSATZ

VORGANG



NOGOTIUMTE	SO-COM	POJOKU/ATI
— Das Unternehmen hat sich nicht an den Markt		— Das Unternehmen hat sich nicht an den Markt

ELKTRISCH
— Das Gefühl der Schwachströmung verbindet sich mit der Differenz der Potentiale und veranlaßt die Nachbildung des Stromes.
— Der Widerstand des Stromes ist der Maßstab des Widerstands.



VERMINDERTE
STÄUBLIGKEIT
DER NATTLERIE

**FÜR DEN
STARTVORGANG
ENTSCHEIDENDE LEITUNG**

Das Diagramm zeigt vier verschiedene Dichtungsvarianten, die nach DIN 1201 spezifiziert sind. Jede Variante besteht aus einem Gehäuse (1) und einem Dichtungsring (2). Die Dichtungsringe sind in vier Typen unterteilt:

- Spez. Gewicht: 1.500 - 200**: Dichtungsring mit einer speziellen Gewichtsangabe.
- Spez. Gewicht: 1.200 - 200**: Dichtungsring mit einer speziellen Gewichtsangabe.
- Spez. Gewicht: 200 - 200**: Dichtungsring mit einer speziellen Gewichtsangabe.
- Spez. Gewicht: 1.100 - 10**: Dichtungsring mit einer speziellen Gewichtsangabe.

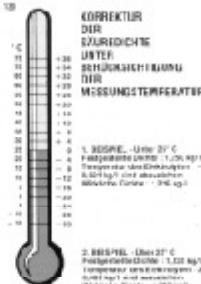
Die Bauteile sind wie folgt spezifiziert:

- 1. Gehäuse**:
 - 1.1 Gehäuse aus hochfestem Stahl
 - 1.2 Gehäuse aus hochfestem Stahl
 - 1.3 Gehäuse aus hochfestem Stahl
 - 1.4 Gehäuse aus hochfestem Stahl
- 2. Dichtungsring**:
 - 2.1 Dichtungsring aus hochfestem Stahl
 - 2.2 Dichtungsring aus hochfestem Stahl
 - 2.3 Dichtungsring aus hochfestem Stahl
 - 2.4 Dichtungsring aus hochfestem Stahl
- 3. Dichtung**:
 - 3.1 Dichtung aus hochfestem Stahl
 - 3.2 Dichtung aus hochfestem Stahl
 - 3.3 Dichtung aus hochfestem Stahl
 - 3.4 Dichtung aus hochfestem Stahl
- 4. Dichtung**:
 - 4.1 Dichtung aus hochfestem Stahl
 - 4.2 Dichtung aus hochfestem Stahl
 - 4.3 Dichtung aus hochfestem Stahl
 - 4.4 Dichtung aus hochfestem Stahl

Die Dichtungen sind für verschiedene Medien und Temperaturen ausgelegt:

- 1.1 bis 1.4**: für Wasser und Wasserstoff
- 2.1 bis 2.4**: für Wasser und Wasserstoff
- 3.1 bis 3.4**: für Wasser und Wasserstoff
- 4.1 bis 4.4**: für Wasser und Wasserstoff

Weil sich während der Entladung die Säure und die Aktivmasse der Platten hinten verschieben, wird die Säuredichte.



RÄUFEDICHTE (20°C) UND LADESTAND	
ABSTUFEN FÜR 30°C-TE	
MINERA	LADESTAND
1.250	100 %
1.000	75 %
1.200	50 %
1.100	25 %
1.120	Leistung zusätzlich verringert
1.110	Leistung ausfallen

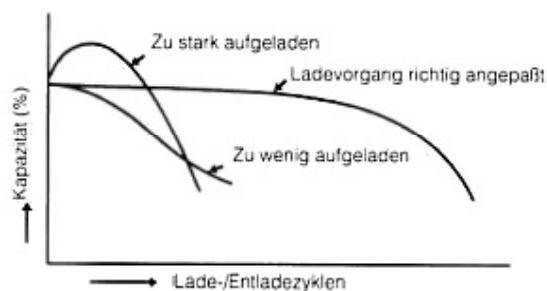
Rue de Florival 93 - B - 5981 FLORIVAL-ARCHENNES - BELGIEN - Tél. (010) 84 11 01 - Télex 58063

Haltbarkeit und Lebensdauer

Unter Haltbarkeit versteht man das Ergebnis eines Dauertests unter Laborbedingungen, bei denen die Batterie genau festgelegten Lade-/Entladezyklen unterworfen wird. Es muss eine Mindestanzahl solcher Zyklen erreicht werden, ohne dass die Kapazität unter 80% des Nennwertes absinkt. Die wirkliche Lebensdauer kann länger oder kürzer als die Haltbarkeitsdauer sein, denn zahlreiche Einflüsse im praktischen Betrieb ergeben völlig andere Beanspruchungen als unter Laborbedingungen. Die Betreuung der Prüfung im Labor gewährleistet ideale Wartungsbedingungen für die zu prüfenden Batterien. Jede Unregelmäßigkeit wird fachmännisch beseitigt. Im harten Staplereinsatz – bedingt durch viele Nebeneinflüsse – muss eine Batterie wesentlich mehr Wartungsfehler verkraften. Ein wesentlicher Fehler bei der Betrachtung der Lebensdauer wird oft dadurch begangen, dass man die im Labor erreichte Haltbarkeit in Zyklen rein theoretisch auf Monate und Jahre Lebensdauer umrechnet. Hierbei wird selten oder gar nicht berücksichtigt, dass bei der Laborprüfung die Haltbarkeit der Batterie allein durch den Energiedurchsatz bestimmt wird. Die Lebensdauer wird in Jahren oder in Zyklen ausgedrückt. Unter Idealbedingungen werden in der gesamten Lebensdauer 1500 Zyklen erreicht. Einen besonderen Einfluss auf die Lebensdauer hat die Ladetechnik. Es ist bekannt, dass häufige Batterieschädigungen durch falsches Laden entstehen. Schlecht angepasste Ladegeräte, schwankende Spannung der Versorgungsnetze, überalterte Gerätetechnik ohne ausreichende Ladesteuerung haben oft einen großen Anteil an einer verminderten Lebensdauer der Batterie

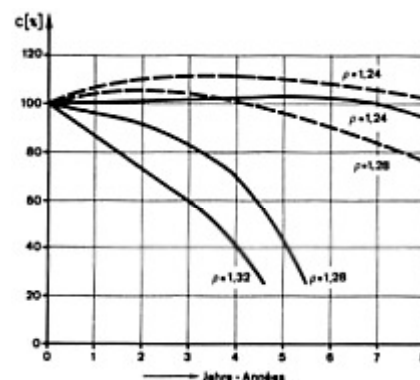
Einfluss der Lademethode auf die Lebensdauer

Die Diskussion der verschiedenen Ladeverfahren hat gezeigt, dass das eingesetzte Ladeverfahren einen erheblichen Einfluss auf die erzielbare Lebensdauer hat. Für diesen Batterietyp ist also sowohl eine zu geringe Aufladung als auch eine Überladung lebensdauerreduzierend. Bei den hier eingesetzten IU Ladeverfahren bedeutet dies, dass die Spannung während der U-Ladephase sehr sorgfältig gewählt werden sollte.



Dass die richtige Wahl der Ladespannung auch von den inneren Batterieparametern abhängig ist, zeigt die nächste Abbildung. In

dieser Untersuchung wurden Bleibatterien mit unterschiedlichen Säuredichten in Erhaltungsladung bei 2.25V betrieben. Es wird deutlich, dass es bei höheren Säuredichten zu einer beschleunigten Alterung kommt. Ursache ist jedoch nicht die Säuredichte selbst, sondern die mit höherer Säuredichte ansteigende Ruhespannung. Hierdurch ergibt sich bei höheren Säuredichten bei konstanter Ladespannung von 2.25V ein geringerer Erhaltungsladestrom und es kommt zur Mangelladung dieser Batterien.



Einflüsse zur Verlängerung der Lebensdauer:

- Einwandfreie Wartung und Pflege
- Niedrige Beanspruchung
- Normale Betriebstemperaturen 30-40°C
- Einwandfreie Ladetechnik
- Vermeiden von Tiefentladungen
- Rechtzeitige Beseitigung von Störungen

Einflüsse zur Verkürzung der Lebensdauer:

- Häufige Tiefentladungen, d.h. Entnahme > 80% der Nennkapazität
- Erhöhte Betriebstemperaturen (>40°C)
- Ladung mit unzulässig hohem Strom nach Erreichen der Gasungsspannung (2,4V/Z)
- Stehen lassen der Batterie im entladenen Zustand
- Verunreinigungen, die in den Elektrolyt gelangen, z.B. durch ungeeignetes Nachfüllwasser
- Überbeanspruchung oder Kurzschluss
- Beschaffenheit des Bodens (Rüttelleffekt beim Fahren)
- Mangelnde Wartung

Altern der Batterie

Durch das wechselnde Laden und Entladen werden die Platten mechanisch und chemisch beansprucht; besonders die positiven Platten sind durch die beim Laden auftretenden Gasentwicklung der Beanspruchung unterworfen. So werden durch die aufsteigenden Gase Masseteilchen mitgerissen, die sich im Schlammraum ablagern. Auch die zum Ableiten des Stromes bzw. als Träger für die aktive Masse dienenden massiven Bleiteile (Plattengitter) werden angegriffen und allmählich „durchformiert“. Sie verlieren hierdurch Ihre mechanische Festigkeit und Leitfähigkeit. Kapazitätsrückgang und Spannungs-

verminderung bestimmen das Ende der Lebensdauer.

Ein Anzeichen für die Alterung ist auch das Polwachstum; welches besonders am Pluspol beobachtet werden kann.

Plattenkurzschlüsse entstehen, die eine höhere Selbstentladung der Batterie verursachen bzw. die Batterie unbrauchbar machen können.

Kapitel 1

Batteriekrankheiten

Batteriekrankheiten.	Gründe	Anzeichen	Auswirkungen	Folge
Überladung	-falsch eingestelltes Ladegerät -Ladegerät schaltet nicht ab	-erhöhter Wasserverbrauch -anomale Temperaturanstieg -starkes Kochen -Wachsen der positiven Pole	-Korrosion der Gitter -Abschlammung der positiven Masse -Zusammenziehen der negativen Masse -Befreiung von Antimon-Ionen -schlechte Leitung zwischen Masse und Träger	-progressiver Kapazitätsverlust -Verminderung der Lebensdauer -schnelle Beschädigung der Batterie
Sulfatierung	-unzureichende Ladung -Tiefenladungen -Lagerung ohne Nachladung -hohe Säurekonzentration -Elektrolytmangel	-schnelles Ansteigen der Spannung, wobei die Dichte schwach bleibt	-Verlust der Haftung zwischen Masse und Gitter -gequollene aktive Masse, abschlämmend -negative Masse sandig, Schlamm	-progressiver Kapazitätsverlust -nicht abbaubar, wenn Zustand zu lange anhält -Beschädigung der Platten und der Batterie.
Verwässerung	-entladene Zelle zu lange in schwacher Säure geblieben	-weiße Spuren in Elektrolyt	-Bleihydral kommt aus der positiven Elektrode (Bleihydral isoliert!)	-Zustand nicht umkehrbar -Zelle beschädigt
Umkehrung (Verpolung)	-Zelle umgekehrt eingebaut -Zelle schwach bei Entladung, wird Empfänger	-Spannung bei Entladung umgekehrt	-Umwandlung der negativen aktiven Masse in Positive und umgekehrt -Entstehung von Bleidioxid	-Fehlen von Kapazitäten -Lebensdauer bei Zyklenbetrieb verkürzt. -Zustand nach ca. 10 Zyklen nicht mehr umkehrbar.
Metallisierung der Separatoren	-Betrieb bei hohen Temperaturen oder hohen Säuredichten	-starke Selbstentladung	-gelöstes Blei setzt sich in den Poren des Separators ab	-sehr schlechte Lagerfähigkeit -verminderte Kapazität -Gefahr von Kurzschlüssen

Wartung und Pflege von Batterien

Die Wirtschaftlichkeit Ihrer Antriebsbatterie lässt sich durch sachgemäße Behandlung, Pflege und Wartung, entscheidend verbessern. Unzureichende Pflege und Wartung, Behandlungsfehler, Tiefentladungen und verschlechterte Betriebsbedingungen mindern die Lebensdauer erheblich.

Sauberhalten und Reinigen

Eine saubere Batterie ist zwingend notwendig, nicht nur wegen des äußeren Erscheinungsbildes, sondern vielmehr um Unfälle und Sachschäden, sowie eine verkürzte Lebensdauer und Verfügbarkeit der Batterien zu vermeiden. Staub und Feuchtigkeit, besonders Säure, bilden leitende Schichten auf den Zellen, Polen und Verbindungen. Es entstehen Kriechströme, Stahltröge korrodieren, Pole und Zellenverbinder sulfatieren. Die Zellen und Tröge sind daher stets trocken und sauber zu halten. Besonders beim Nachfüllen von Wasser ist darauf zu achten, dass keine Flüssigkeit verspritzt wird und auf die Zelloberfläche oder in den Batterietrog gelangt.

Je nach Einsatzort und Einsatzdauer lässt sich eine Staubablagerung auf der Batterie nicht vermeiden. Geringe Mengen austretender Elektrolytpartikel während der Batterieladung oberhalb der Gasungsspannung bilden auf den Zellen eine mehr oder weniger schwach leitende Schicht. Durch diese Schicht fließen dann sogenannte Kriechströme. Erhöhte und unterschiedliche Selbstentladungen der einzelnen Zellen ist die Folge. Dies ist einer der Gründe, weshalb sich die Fahrer von Elektrofahrzeugen über mangelnde Kapazität nach der Standzeit einer Batterie über das Wochenende beklagen. Fließen höhere Kriechströme, sind elektrische Funken nicht auszuschließen, die das aus den Zellenstopfen oder Zellenventilen austretende Ladegas (Knallgas) zur Explosion bringen können.

Zum Reinigen der Batterieoberfläche und der Kunststoffteile dürfen nur Wasser und wassergetränkte Putztücher ohne Zusätze verwendet werden. Nach dem Reinigen ist die Batterieoberfläche mit geeigneten

Mitteln zu trocknen, z. B. mit Druckluft, Putztüchern oder Nasssauger.

Fahrzeug-Antriebsbatterien können auch mit Hochdruckreinigungsgeräten gesäubert werden. Um beim Reinigen Schäden am Fahrzeug, Kunststoffteilen wie den Zellendeckeln, der Isolierung der Zellenverbinder und der Stopfen zu vermeiden, sind die folgenden Punkte zu beachten:

1. Zur Reinigung ist die Batterie aus dem Fahrzeug auszubauen.
2. Die Zellenverbinder müssen fest angezogen sein.
3. Die Zellenstopfen müssen aufgesetzt und geschlossen sein.
4. Keine Reinigungszusätze verwenden.
5. Die Reinigungstemperatur sollte 60° C nicht überschreiten.
6. Der Abstand der Austrittsdüse von der Batterieoberfläche soll 30 cm nicht unterschreiten.
7. Der Betriebsdruck soll max. 50 bar betragen.
8. Batterie großflächig bestrahlen, um lokale Überhitzung zu vermeiden.
9. Nicht länger als 3 s auf einer Stelle mit dem Strahl verharren.
10. Flüssigkeit, die in den Batterietrog gelangt, muss abgesaugt und unter Beachtung der Vorschriften entsorgt werden.

Bewährt haben sich außerdem sogenannte Dampfreiniger mit einem Bürstenaufsatz. Dabei gelten die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie beim Hochdruckreiniger.

Säure - Überprüfen und Messen

Kapitel

1

Schwefelsäure (H_2SO_4) korrodierend wirkende farblose Flüssigkeit mit einer relativen Dichte von 1.85. Schwefelsäure schmilzt bei $10,36^\circ\text{C}$, siedet bei 340°C und ist in jedem Verhältnis in Wasser löslich. Vermischt man die Säure mit Wasser, so kann eine derart große Wärmemenge frei werden, dass die Mischung anfängt zu kochen. Im ungünstigsten Fall kocht die Säuremischung über und wird verspritzt. Deshalb darf man beim Verdünnen von konzentrierten Säuren die Säure immer nur in kaltes Wasser gießen – **niemals** umgekehrt!



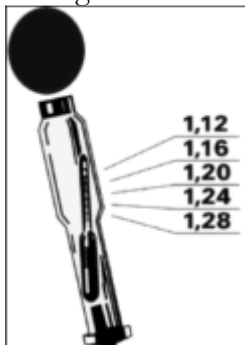
Schwefelsäure zerstört organisches Gewebe (z. B. Haut und Fleisch) und kann Blindheit verursachen, wenn sie in die Augen gelangt. Deshalb sollte beim Umgang mit der Säure stets geeignete Schutzkleidung (z. B. Schutzbrille, Schutzhandschuhe usw.) getragen werden. Aufgrund des hohen Gefahrengrades wird hier deshalb nicht näher auf den Säureausgleich eingegangen und die

Empfehlung gegeben, diese Arbeit nur von zertifizierten Fachfirmen mit qualifizierten Fachpersonal ausführen zu lassen.

Säuredichte (SD)

Der zum Füllen und Betrieb von Bleiakkumulatoren verwendete Elektrolyt besteht aus verdünnter Schwefelsäure.

Die SD ist ein Maß (kg/l) für den Entladezustand der Batterie. Für die laufende Kontrolle des Zustandes der Einzelzellen ist das Messen der SD mittels Hebesäuremesser angebracht. Das Gerät sollte stets sauber gehalten werden.



Beim Messen darf der Schwimmer nicht seitlich anhaften oder oben anstoßen, da sonst unbeabsichtigte Messfehler auftreten können.

Am häufigsten entstehen beim Messen folgende Fehler

- der Schwimmer kann kleben bleiben
- bei zuviel angesaugtem Elektrolyt kann der Schwimmer oben anstoßen
- wenn zu wenig Elektrolyt angesaugt wird, hebt sich der Schwimmer nicht genügend

- wenn vor dem messen destilliertes Wasser aufgefüllt wurde ist die Messung falsch, da noch keine Mischung erfolgt ist.

Den richtigen Wert für die SD erhält man ca. $\frac{1}{2}$ Stunde nach Beendigung des Ladevorgangs und vor der Zugabe von gereinigtem Wasser. Die SD ist allerdings nicht nur vom Ladezustand, sondern auch von der Temperatur abhängig. Die Nennsäuredichte beträgt bei normaler geladener Batterie $1,27 \text{ kg/l}$ bei 30°C und kann bei leistungsgesteigerten Zellen bis zu $1,30 \text{ kg/l}$ bei 30°C betragen. Die SD erhöht sich bei sinkender Temperatur und fällt bei steigender Temperatur. Die Dichte erhöht sich um $0,0007$ bei 1°C Untertemperatur bzw. vermindert sich um den gleichen Wert bei 1°C Übertemperatur. Eine bei 40°C gemessene Dichte von $1,23 \text{ kg/l}$ hat also bei einer Normaltemperatur von 30°C einen Wert von

$$1,23 + (0,0007 \times (40 - 30)) = 1,237 \text{ kg/l.}$$

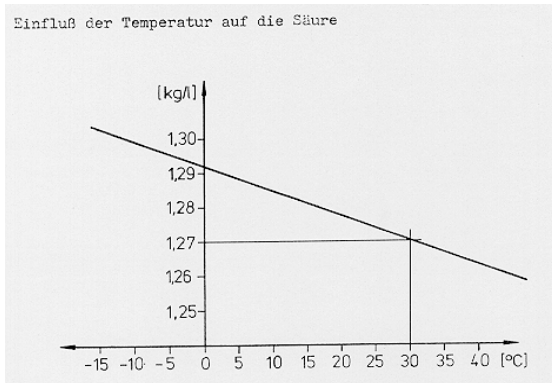
Die bei 15°C gemessene Dichte von $1,25 \text{ kg/l}$ hat bei 30°C Normaltemperatur einen Wert von

$$1,25 - (0,0007 \times (30 - 15)) = 1,239 \text{ kg/l.}$$

Die SD bei einer entladenen Batterie soll einen Nennwert von $1,13 \text{ kg/l}$ auf keinen Fall unterschreiten.

Kapitel 1

Die Säure einer geladenen Batterie friert erst bei einer Temperatur von -70°C ein. Entladene Batterien können schon bei -15°C einfrieren.



Die abgelesenen Säuredichten an der Scala des Hebsäuremessers sind wie folgt zu bewerten. Gleichmäßig je Zelle

- bei 1.26 bis 1.28 kg/l
- Batterie geladen
- bei 1.21 kg/l
- Batterie 50% leer
- bei 1.14 kg/l
- Batterie 80% leer

Bei starke Messunterschieden zwischen den Zellen kann davon ausgegangen werden, dass eine evtl. Fehlbehandlung der Batterie vorlag und u.u. bereits ein Schaden entstanden ist. Tritt eine Säuredichteabweichung von 3/100 -nach erfolgter Ausgleichsladung- auf, sollte diese ausgewechselt werden, da die Zelle verantwortlich für fehlende Autonomie und Überladung der anderen Zellen ist.

Aus der Säuredichte lässt sich mit nachstehender Formel die Ruhespannung einer geladenen Zelle ableiten.

Formel: $\text{Säuredichte} + 0,84 = \text{Ruhespannung}$

Säureschichtung

Beim Aufladen einer Blei-Säure-Zelle wird in den Platten Säure hoher Dichte produziert. Diese sinkt infolge der Gravitation in den unteren Teil der Zelle. Beim wiederholten Zyklen ohne Elektrolytbewegung kommt es daher zur Ausbildung eines Schwefelsäure-

Dichtegradienten. Dieser Zustand sollte nicht permanent erhalten bleiben, da es sonst zu einer irreversiblen Schädigung der Batterie kommt. Als Gegenmaßnahmen kommen Rütteln der Batterie (Fahrbetrieb), Erhöhung der Ladespannung sowie Elektrolytumwälzung bei zyklischem Gebrauch in Frage.

Der Elektrolytstand

wird immer nach der Ladung überprüft und sollte so hoch sein, dass die Bleiplatten ca. 1cm bedeckt sind. Moderne automatische Befüllsysteme regeln die entmineralisierte Wasserzufuhr zuverlässig.

Ist der Füllstand einer Zelle **zu hoch** so muss diese abgesaugt werden um den Verlust von Elektrolyt und ein „Überkochen“ zu vermeiden.

Folge:

Sulfatbildung auf den unverbleiten Teilen der Batterie

Verunreinigung von Batterieoberfläche

Bildung einer leitenden Schicht (hohe Selbstentladung)

Ist der Füllstand **zu tief** und die Bleiplatten nicht mehr bedeckt, so arbeiten nur noch die eingetauchte Plattenpartie.

Folge:

Verhärtung der freiliegenden Partien durch Oxidierung.

Verstärkte Korrosion der eingetauchten Partien durch erhöhte Säuredichte.

Kapazität, Spannung- Überprüfen und Messen

Kapitel

1

Jeder Akkumulator besitzt eine positive (Anode) und eine negative (Kathode) Elektrode. Die Anode (plus Pol) ist diejenige Elektrode an der Oxidationsvorgänge stattfinden. Die Kathode (minus Pol) ist die Gegenelektrode zur Anode.

Kapazität

Die Kapazität einer Antriebsbatterie wird in Amperestunden (Ah) angegeben. Üblich ist die Angabe der Nennkapazität, das ist die Kapazität, die man während des Entladen mit einem konstanten Strom bei einer Entladung, die 5 Stunden dauert, bis zu einer festgesetzten Entladeschluss-Spannung von 1,7V/Zelle bei einer Bezugstemperatur von 30°C entnehmen kann. Für den Anwender ist die **Betriebskapazität** mehr von Interesse, als die voran genannte Nennkapazität. Die Betriebskapazität beträgt **80%** der **Nennkapazität**. Das heißt, im normalen Entladebetrieb, also bei Einsatz der Fahrzeuge soll nicht mehr als **80%** der Nennkapazität entnommen werden. Jede Entnahme darüber hinaus zählt bereits zur Tiefentladung. Werden im Einzelfall mehr als 80% der Nennkapazität entnommen, so ist eine Ausgleichsladung vorzunehmen. Folgende Parameter beeinflussen ebenfalls die Kapazität einer Zelle:

- **Temperatur:** je niedriger die Temperatur, um so kleiner die Kapazität
- **Entladestromstärke:** je höher der Entladestrom, um so geringer die Kapazität
- **Alter der Batterie:** die Kapazität verringert sich mit der Zeit (Erhöhung des Innenwiderstands - Verlust von aktiver Masse)

Spannung

Anfangsspannung Die Anfangsspannung einer Batterie ist die Arbeitsspannung bei Beginn einer Entladung. Gewöhnlich erfolgt die Messung, nachdem der Strom solange geflossen ist, dass die Spannung praktisch konstant bleibt, z.B. nach 10 % Verbrauch bei einer zuvor vollgeladenen Zelle.

Die **Nennspannung** einer einzelnen Bleiakkumulatorenzelle beträgt 2V/Zelle. Die Nennspannung einer Batterie ergibt sich aus der Anzahl hintereinander geschalteter Zellen. Für Antriebsbatterien sind die sog Nennspannungen genormt. Diese sind 24V, 48V, 80V für Flurförderfahrzeuge..

Die **Arbeitsspannung** einer Antriebsbatterie ist von der Höhe des Entladestromes, vom Grad der Entladung sowie von der Temperatur abhängig.

In der Regel ist eine einwandfreie Funktion von Elektrofahrzeugen gegeben, wenn die Arbeitsspannung bei Belastung nicht unter 70% der Nennspannung liegt. Ein kurzzeitiges unterschreiten dieser Grenze bei Anfahr- und Beschleunigungsvorgängen ist zulässig. Beim Entladen sinkt die Spannung infolge der Zunahme des inneren Widerstandes und des Absinkens der Säuredichte langsam ab. Die Entladung ist beendet, wenn die Entladeschluss-Spannung (1,7V/Zelle) erreicht ist.

Entladeschlussspannung

Gibt die untere Spannungsgrenze einer Zelle oder Batterie an, bis zu welcher sie entladen werden darf. Das Unterschreiten dieser Grenzspannung (Tiefentladung) kann zur Beeinträchtigung, oder durch Umpolung, zur Zerstörung der elektrochemischen Zelle führen.

Die **Ruhspeisung** U_0 einer geladenen Zelle liegt je nach Bauart zwischen 2,04 und 2,14V entsprechend folgender Formel:

$$U_0 = \text{Dichte des Elektrolyten} + 0,84$$

d.h. also, dass die Ruhspeisung von der Säuredichte abhängig ist. Nach dem Abschalten des Ladestromes benötigt die Zelle noch eine gewisse Beruhigungszeit, bis sich die Ruhspeisung eingestellt hat.

Die **Ladespannung** steigt anfangs langsam, später schneller an.

Kapitel

1

Bei 2,4V/Zelle beginnt die Wasserzersetzung, wobei durch einen Teil des elektrischen Stroms Wasser in Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zerlegt wird. Der Akkumulator beginnt zu gasen. Man bezeichnet daher diese Spannung von 2,4V/Zelle als **Gasungsspannung**. Die Gasung ist bei Nassbatterien notwendig um Säureschichtung zu vermeiden.

Entladespannung

ist die Spannung während der gesamten Entladung mit einem zugeordneten Entladestrom.

Ladeschluss-Spannung

Die Spannung an den Klemmen eines Akkumulators unmittelbar vor dem Unterbrechen des Ladestroms.

Die Spannungsmessung

Bei der Spannungsmessung gibt es verschiedene Möglichkeiten:

offener Stromkreis

Die Spannungsunterschiede im offenen Stromkreis zwischen einer geladenen und einer entladenen Zelle sind sehr klein, was sehr präzise Messungen und die Gewohnheit solche Zahlen zu interpretieren zur Bedingung macht. Deshalb ist eine **Überkreuzmessung** sehr sinnvoll, z.B. bei einer 80V Batterie: Gesamtspannung der Zellen 1-20 muss gleich der Gesamtspannung der Zellen 21-40 sein, sonst ist eine Zelle schadhaft.

Bei der Ladung

Die Ladespannung wird während der Ladung gemessen und beträgt im Normalfall 2,35-2,4V/Zelle

Die Ladeschluss-Spannung liegt dann bei 2,55-2,7V je nach Ladegerätezuordnung. Die Ausgasung bzw. das Kochen des Elektrolyten beginnt bei ca. 80% Vollladung. Erreicht eine Zelle nicht die Ladeschluss-Spannung, können nachstehende Fehler vorliegen.

- Sulfat, Säureverlust, Kurzschluss
- Säuredichte ebenfalls niedrig

Eine Zelle erreicht zu schnell die Ladeschluss-Spannung von 2,7V:

- aktive Materie sulfatiert,
- abgeschlammt,
- Plattenfahne abgebrochen
- Kurzschluss

Unter Last

Die Spannungsmessung unter Last, also während der Entladung einer Antriebsbatterie gibt meist eindeutige Hinweise auf den Zustand der Zellen. Der meiste Strom wird von der Hydraulik verbraucht, deshalb sollte bei der Messung der Gabelbaum bis zum Anschlag gefahren werden und weiter gepumpt werden.

Spannung bei Entladung:

2,1V/Zelle: Ruhespannung

1,8V/Zelle: Batterie max. 70% entladen

1,7V/Zelle: Batterie 80% entladen

>1,7V/Zelle: Batterie Tiefentladen

Gast die Zelle bei der Entladung, so liegt ein Kurzschluss in der Zelle vor

Die Sulfatation

Kapitel

1

Sulfatation nennt man die chemische Verbindung der Schwefelsäure mit dem Blei in Kristallform. Es bildet sich grobkörniges Bleisulfat an den Elektroden. Sie wirkt zerstörend auf die Platten, wenn sie nicht bald beseitigt wird.

Beseitigen der Sulfatation

Als typische Merkmale der Sulfatation zeigt die Batterie:

1. eine erhebliche Minderleistung (Kapazitätsverlust).
2. geringere Säuredichte, dies ist jedoch nicht immer bemerkbar, wenn z.B. ein Säureausgleich vorgenommen wurde. (auffüllen von Schwefelsäure)
3. während des Ladens erhöhte Zellenspannung
4. während des Ladens stärkere Erwärmung der Zellen.

Ist die ***Sulfatation leicht*** und besteht sie erst kurze Zeit, so lässt sich der normale Zustand durch mehrfaches Weiterladen nach jeder normalen Ladung mit weniger als $\frac{1}{4}$ der 5-stündigen Entladestromstärke unter Einschaltung von Ruhepausen wieder erreichen.

Bei ***fortgeschrittener Sulfatation*** ist die Batterie mit möglichst geringer Stromstärke, die unbedingt unter $\frac{1}{4}$ des 5stündigen Entladestromes liegen muss, solange zu laden, bis die Säuredichte während mehrerer Stunden nicht mehr steigt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Temperatur in den Zellen 55°C nicht überschreitet.

Die Sulfatation einer Batterie kann auch durch Anschluss an ein Konstantspannungs-Ladegerät beseitigt werden, ohne dass die Batterie hierbei Schaden nimmt. Infolge des hohen inneren Widerstandes sulfatierter Zellen stellt sich sofort nach Einschalten des Ladegerätes die Gasungsspannung von $2,4\text{V}/\text{Zelle}$ – also die zweite Ladestufe – ein. Die kranke Batterie nimmt daher zunächst nur einen verhältnismäßig niedrigen Strom auf, wie er ihrem augenblicklichen „kranken Zustand“ entspricht. Mit abnehmender Sulfatation geht die Gegenspannung der Batterie langsam zurück und der Strom beginnt allmählich zu steigen. Sobald die

Sulfatation beseitigt ist, verläuft der Ladestrom normal. Häufig steigt die Säuredichte bei diesen Ladungen weit über den zulässigen Wert an. In diesem Falle muss die Säure der Zellen evtl. mehrmals herabgesetzt werden indem Säure abgezogen und die Zellen mit gereinigtem Wasser wieder aufgefüllt werden, oder die Säure wird aus den Zellen gekippt und durch spezifisch leichtere Säure ersetzt.

Bei sehr starker Sulfatation des Plattenmaterials empfiehlt es sich, die Säure vollkommen aus den Zellen zu entfernen, die Zellen mit gereinigtem Wasser füllen und anschließend mit einem Strom, der unter $\frac{1}{4}$ des 5stündigen Entladestromes liegen muss, zu laden.

Nach der Entsulfatierungs-Ladung und nach dem Säureausgleich ist es zweckmäßig, eine Tiefentladung mit geringem Strom – möglichst mit dem 20stündigen Strom – mit anschließender guter Aufladung vorzunehmen.

Störungen an Batterien

Kapitel 1

Beseitigung									
Ursache									
Batterie ist zu schnell erschöpft	Fahrzeug zu langsam	Elektrolyt wird zu warm	Säuredichte ungleich	Säuredichte geladen zu niedrig	Ladespannung zu hoch	Ladespannung zu niedrig	zu lange Ladezeit	zu kurze Lebensdauer der Zellen	Körperschluss großer Wasserverbrauch
X	X X	X					X		Fahrpersonal anweisen
									Lager nachsehen-Oben, bei Kälte nicht unbenutzt im Freien stehen lassen
									Belastung kontrollieren u. U. größere Batterie einbauen
			X					X	Isolationsfehler an Fahrzeug oder Batterie z.B. durch gefüllte Zellenkästen oder verschmutzte Zellen, defekte Kunststoffauskleidungen der Stahltröge
									Isolationszustand des Fahrzeuges nachprüfen, Batterieträge und Zellen säubern, defekte Kästen ersetzen, Kunststoffteile erneuern lassen.
X X									Elektrische Ausrüstung des Fahrzeuges nachprüfen, Kabel austauschen bzw. ersetzen oder verstärken.
									Fahrschalter nachprüfen, Kontakte in Ordnung bringen oder erneuern.
X		X			X			X	Nebenverbraucher gleichmäßig auf Batteriehilfen verteilen bzw. unter Vorschalten eines Widerstandes an Gesamtspeisung legen.
X X								X	Zellen umstellen. Beim Entladen überprüfen und beim Laden wieder zuschalten, bis vorschriftsmäßige Säuredichte wieder erreicht ist.
X									Fahrzeug nur auf leichten Touren einsetzen bzw. Zellen erneuern
			X				X	X	Fahrzeug nicht überlasten. Entladezustand überwachen, z.B. durch Entladanzeige.
X X					X				Batterie im Winter nicht unbenutzt im Freien stehen lassen.
X X		X X	X	X	X			X	Kurzschluss schnellstens beseitigen. Kundendienst des Batterieherstellers zu Rate ziehen
X X		X X	X X	X X				X	Sulfatation schnellstens beseitigen und Ladeverhältnis nachprüfen.
X		X	X	X					Ladegerät nachprüfen. Zwischenladungen ausführen bzw. Ladezeiten verlegen.
X				X					Falls Säuredichte ihren Sollwert bei Ausgleichsladung nicht erreicht, Säuredichte erhöhen.
X		X						X	Regelmäßig Elektrolytspiegel kontrollieren und rechtzeitig gereinigtes Wasser nachfüllen.
								X	Nur einwandfreie Nachfüllflüssigkeiten nach VDE 0510 verwenden.
X X					X				Polschrauben regelmäßig nachziehen und sauber halten.
X X									Zellenkasten defekt
		X						X	Zellen auf Plattenkurzschluss nachprüfen Ladeanlage untersuchen.
							X		Batterie auf Sulfatation untersuchen. Ladeanlage überprüfen.
								X	Nachladezeiten beim Laden nach VDE Kennlinie. GbS-Batterien 4 Stc/PzS-Batterien 4,5 Stc
X		X							Beim Ladezeit nach VDE-Kennlinie 1/2 Stc länger.

Kapitel 1

Leitfaden zur Handhabung, Wartung und Pflege von Batterien für Elektrofahrzeuge

Batterien die vorübergehend außer Betrieb genommen werden, auf Erhaltungsladung stellen oder alle 4 Wochen nachladen. Behandlungsvorschriften für Fahrzeuge, Ladegeräte und Batterien beachten.		Neu angelieferte Batterien vor Inbetriebnahme nachladen. Batterie sauber, trocken halten und nicht in entladenen Zustand stehen lassen. Für ausreichend Belüftung des Batterieladeraumes während der Ladung sorgen.					
		täglich	wöchentlich	monatlich	vierteljährlich	halbjährlich	jährlich
1.) Laden: Fahrzeug oder Batterie am Ladeplatz abstellen. Batterieraumabdeckung des Fahrzeuges bzw. Trogdeckel öffnen. Abdeckmatte entfernen. Ladestecker einkuppeln. (ggf. autom. Wassernachfüll-Anschluss einkuppeln) Ladegerät einschalten. (Zellenstopfen bleiben geschlossen)							
2.) Elektrolytstandskontrolle: Vorgeschriebenen Füllstand an einigen Zellen prüfen. Dabei beachten, dass während des Ladevorganges der Elektrolytstand ansteigt. Falls erforderlich, gereinigtes Wasser am Ende der Ladung nachfüllen.							
3.) Batterie zum Einsatz vorbereiten: Ladestecker (ggf. Wasseranschluss) auskuppeln. Trogdeckel bzw. Batterieraumabdeckung etwa ½ Std. nach beendeter Ladung schließen. (ggf. Abdeckmatte auflegen)							
4a.) Ausgleichsladung vornehmen: Die Ausgleichsladung ist beendet, wenn sich Säuredichte und Spannung innerhalb von 2 Stunden nicht mehr ändern. (Entfällt bei Ladegeräten mit entsprechender Ladesteuerung)							
4b.) Bei Verwendung des IU Ladeverfahrens wöchentlich eine Ausgleichsladung z.B. übers Wochenende durchführen.							
5.) Sichten aller Zellen auf gleichmäßiges Gasen gegen Ende der Ladung							
6.) Inspektion: Säuredichte und Temperatur stichprobenartig nach beendeter Ladung messen. Abweichungen von den Sollwerten schriftlich fixieren z.B. in Batterieüberwachungskarte. Ggf. Füllstandsanzeiger und Batterieoberfläche reinigen.							
7.) Messung: Einzelspannungen. Temperatur und Säuredichte aller Zellen kurz vor Ende der Ladung bzw. Ausgleichsladung. Abweichungen von den Sollwerten schriftlich fixieren. Bei Störungen oder großen Abweichungen Verbindung mit dem Kundendienst des Herstellers aufnehmen.							
8.) Kontrolle: Polschrauben und Zellverbinder auf festen Sitz prüfen ggf. schadhafte Teile sofort austauschen. z.B. schadhafte Polschrauben, Zellverbinder, Steckverbindungen, Anschlussleitungen.							
9.) Funktionsprüfung des Ladegerätes: Betriebsanleitung des Ladegerätes beachten Bei Störungen Verbindung mit dem Kundendienst des Herstellers aufnehmen.							
10. Service: Batterieprüfung. Ladegerät einschl. Ladesteuerung prüfen Ausführung von Kleinreparaturen. Ausführliche Kundenberatung durch den Kundendienst. Bei Störungen an Batterie und/oder Ladegerät Verbindung mit dem Hersteller aufnehmen.							

Ladegerätezuordnung für geschlossene Antriebsbatterien

Kapitel

2

Das Laden von Antriebsbatterien stellt eine wichtige, oft sogar die wichtigste Aufgabe beim Betrieb von Bleiakkumulatoren dar. Durch ungeeignete Ladeverfahren kann die erzielbare Lebensdauer drastisch verkürzt werden. Im ungünstigsten Fall kann es zu einem Sofortausfall kommen. Andererseits kann mit „optimalen“ Ladeverfahren eine hohe Zyklenlebensdauer erzielt werden. Die Palette von Antriebsbatterien ist heute breit gefächert. Viele Traktionsbatterien sind für spezielle Anforderungen konzipiert und bilden **gemeinsam mit dem Ladegerät ein System**. Die richtige Zuordnung von Batterie und Ladegerät ist aus unterschiedlichen Gründen wichtig. Die zur Verfügung stehende Ladezeit und die Batterieausführung bestimmen im wesentlichen die Größe und Art des Ladegerätes.



Zuordnung

bei Ladegerät sind nachfolgende Kriterien zu beachten:

- Batterie (Nennspannung, Nennkapazität)
- Batteriebauart (z.B. PzS, PzV)
- Batterieperipherie (z.B. BFS, EUW, usw.)
- Pausen bzw. Batteriestandzeit
- Ladezeit
- Zwischenladen
- Ausgleichsladen

Diese Faktoren bestimmen:

- Ladetyp bzw. Ladekennlinie
- Ladegerätenennspannung
- Ladegerätenennstrom
- Ladegeräteperipherie

Die Zuordnung des Ladegerätes zur Batterie muss unbedingt nach den Angaben der Batteriehersteller erfolgen. Eine falsche Zuordnung mit nicht angepassten Ladeströmen kann folgende Nachteile bewirken.

- abweichende Ladezeit
- zu hohe Batterietemperatur
- zu starke Gasung
- Abschlammung der aktiven Masse

- hoher Wasserverbrauch
- verstärkte Korrosion
- Mangelladung
- Überladung

Alle genannten negativen Auswirkungen beeinträchtigen wesentlich die Brauchbarkeitsdauer von Antriebsbatterien.



Modernes primärgetaktetes HF-Batterieladegerät speziell für Antriebsbatterien. Diese Geräte arbeiten nicht mit konventionellen Thyristoren, sondern mit wesentlich kleineren und leichteren Leistungselektronik-Komponenten.

Ladebetrieb und Ladeverfahren

Kapitel

2

Beim Ladevorgang wird elektrische Energie innerhalb der Batterie in chemische Energie umgewandelt. Die Ladung ist die Rückführung der abgegebenen Energie an den Akkumulator durch eine Gleichstromquelle.

Die Ladung

Die zur Ladung notwendige Elektrizitätsmenge ist immer größer als die entnommene. Das Verhältnis zwischen eingeladener und entnommener Energie bezeichnet man als Ladefaktor. Der **Ladefaktor** beträgt bei Bleiakkumulatoren je nach Bauart zwischen 1.05 und 1.20.

Entladene Batterien sollen, damit sie nicht sulfatieren, möglichst bald wieder aufgeladen werden, vor allem im Winter. Bei wenig entladenen Batterien genügen Volladungen in Abständen von etwa 2-3 Tagen oder tägliche Teilladungen bis zum Beginn der Gasentwicklung mit wöchentlicher Ausgleichladung. Als Richtlinie für vorzunehmende Ladungen kann Folgendes angegeben werden:

Bei Batteriebeanspruchung von täglich

- a) **unter 40%** der Nennkapazität:
täglich nur bis zur Gasungsspannung laden und einmal wöchentlich eine Ausgleichladung, oder alle 2-3 Tage volladen. Bei Säuretemperaturen unter 10° C jedoch täglich volladen.
- b) **40-60%** der Nennkapazität:
täglich nur bis zur Gasungsspannung laden und einmal wöchentlich eine Ausgleichladung. Bei Säuretemperaturen unter 10° C jedoch täglich volladen.
- c) **60-80%** der Nennkapazität:
täglich volladen.
- d) **über 80%** der Nennkapazität:
zusätzliches Nachladen in den Ruhepausen.

Überladung

Eine Überladung der Batterie über die durch den Ladefaktor gegebene Strommenge führt zur Zerstörung der

Batterie. Die Überladung kann durch eine verfrühte Ladung der Batterie, eine falsche Einstellung oder falsche Zuordnung des Ladegerätes erfolgen. Die Überladung erhöht nicht die Kapazität. Erhöhter Wasserverbrauch und hohe Batterietemperaturen können ein Zeichen für Überladung sein. 1 Ah Überladung verbraucht 0,33g Wasser.

Gasentwicklung

Mit fortschreitendem Aufladen nimmt die Aufnahmefähigkeit der Batterie ab und die Batteriespannung steigt an. Sobald die zugeführte Strommenge für die chemische Umwandlung nicht mehr voll ausgenutzt werden kann, tritt durch den überschüssigen Stromanteil eine Wasserzersetzung, (Elektrolyse von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff) d.h. Knallgasbildung, ein. Hierbei wird die Gasungsspannung von 2.4V/Zelle erreicht und überschritten. Das Gasen bedeutet Stromverlust. Außerdem werden durch eine starke Gasentwicklung Masseilchen der positiven Platten beim Aufsteigen der Gasblasen abgerissen, so dass deren Lebensdauer verkürzt wird. Infolge chemischer Nebenprozesse in den negativen Platten wird ferner bei starkem Gasen zusätzliche Wärme entwickelt. Durch Herabsetzen des Ladestroms kann man die Gasentwicklung weitgehend einschränken. Hierdurch ergeben sich jedoch für die Volladung entsprechend längere Ladezeiten. Eine geringe Gasentwicklung ist für das Durchmischen der Säure erforderlich. Bei den meisten gebräuchlichen Lademethoden nimmt man eine etwas lebhaftere Gasentwicklung in Kauf, weil sonst die Regeleinrichtungen der Ladegeräte zu kostspielig werden und die Volladung der Batterie innerhalb einer praktisch tragbaren Zeit nicht möglich ist.

Kapitel 2

Ladeverfahren

Je nach Betriebsverhältnissen verwendet man verschiedene Lademethoden. Die hierzu erforderlichen Ladegeräte müssen entsprechend angepasste Strom- und Spannungskennlinien aufweisen und auf die Batterie abgestimmt sein. Um die Bezeichnung der Kennlinien zu vereinfachen, sind Kennbuchstaben festgelegt, durch die gleichzeitig auch die Lademethode als solche gekennzeichnet wird.

- I** = Konstantstrom-Kennlinie
- U** = Konstantspannungs-Kennlinie
- W** = fallende Kennlinie bei denen der Strom bei steigender Spannung abfällt.
- o** = autom. Umschalten von einer zur anderen Kennlinie
- a** = selbsttätige Ausschaltung

Hat ein Gerät mehrere Kennlinien, welche nacheinander ohne Umschaltvorgang durchlaufen werden, so stellt man die entsprechenden Buchstaben nebeneinander (z.B. **IU**). Findet ein Umschaltvorgang beim Übergang von der einen auf die andere Kennlinie statt, so wird ein „o“ zwischengeschaltet (z.B. **WoWa**). Wird am Schluss automatisch abgeschaltet, so wird ein „a“ angehängt (z.B. **Wa**).

Laden mit **I** bzw. **Ia-Kennlinie**

Während der gesamten Ladezeit wird der Strom konstant gehalten und am Schluss des Ladens von Hand (**I-Kennlinie**) oder automatisch (**Ia-Kennlinie**) abgeschaltet. Da die Stromstärken die für das Laden in der Gasphase festgelegten Werte nicht übersteigen dürfen, erfordert dieses Verfahren zur Vollaftung längere Ladezeiten. Es findet Anwendung bei Inbetriebsetzungs-ladungen.

Laden mit **W**-bzw. **Wa-Kennlinie**

Durch die beim Laden ansteigende Batteriespannung fällt der Ladestrom bis auf einen Beharrungswert, der zu Ende des

Ladens erreicht wird, ab. Das Abschalten erfolgt von Hand (**W-Kennlinie**) oder automatisch (**Wa-Kennlinie**). Der höchstzulässige Ladestrom bei Gasungsbeginn ist bis zu 3 Tagen 2A/100Ah Kapazität. Die Nennstromstärke des Ladegerätes wird zweckmäßigerweise etwa doppelt so hoch gewählt. Anwendung bei der Einzelladung von Fahrzeugbatterien aller Art. Ladezeit ca. 10 bis 12 Stunden.

Laden mit **WoW**-bzw. **WoWa-Kennlinie**

Im ersten Teilabschnitt wird mit erhöhtem Strom geladen. Bei Erreichen der Gasungsspannung wird automatisch auf niedrigere Stromwerte geschaltet. Durch diese Ladeart wird die Ladezeit verkürzt. Die Ströme im zweiten W-Teil dürfen die zulässigen Werte nicht überschreiten. Anwendung bei der Einzelladung von Fahrzeugbatterien aller Art, jedoch mit verkürzter Ladezeit von ca. 7 bis 9 Stunden.

Laden mit **IU-Kennlinie**

Im ersten Abschnitt des Ladens wird die Stromstärke konstant gehalten, wobei die Klemmenspannung ansteigt. Wird die Gasungsspannung von 2.4 V erreicht, so findet automatisch eine kontaktlose Umschaltung auf konstante Spannung statt. Der Ladestrom sinkt danach stetig ab und erreicht einen Beharrungswert bei dem die Batterien ohne Schaden über drei Tage unter Ladung bleiben können. Zur Vollaftung einer Batterie ist eine lange Ladezeit erforderlich. Schnelle Teilladungen sind möglich, ebenso Parallelladen mehrerer Batterien gleicher Zellenzahl, auch unterschiedlicher Kapazität und mit unterschiedlichem Entladezustand. Anwendung beim Parallelladen in Sammelladestationen. Die Ladezeit hängt vom Anfangsladestrom ab.

Laden mit **IUIa-Kennlinie**

Mit dieser Kennlinie wird die kürzeste Ladezeit bis zur Vollaftung erreicht. Im ersten Abschnitt wird mit konstantem

Strom bis zum Erreichen der Gasungsspannung von 2,4V geladen. Danach findet eine kontaktlose Umschaltung auf konstante Spannung statt, bei welcher im zweiten Ladeabschnitt die Stromstärke abfällt. Nach Erreichen eines bestimmten Wertes, der die zulässigen Stromstärken nicht überschreiten darf, wird wieder auf konstante Stromstärke geschaltet, die bis zur Volladung beibehalten wird. Die Abschaltung nach Volladung findet automatisch statt. Anwendung wie unter WoWa beschrieben, mit einer Ladezeit von ca. 7 bis 8 Stunde.

Entladung

Die Entladung ist die Abgabe der gespeicherten Energie an einen Verbraucher.

Tiefentladung:

- hat eine frühzeitige Beschädigung der Zellen,
- extrem starke Sulfatierung,
- Umpolung der schwachen Zellen und
- das Risiko einer Beschädigung der Kontakte, Wicklungen der E-Motoren oder Leiterplatten, da die Batteriespannung ab 80% Entladetiefe schnell „abstürzt“

zur Folge.

Störungen an Ladegeräten

Kapitel 2

Beseitigung									
Ursache									
Ladegerät liefert keine bzw. ungenügende Spannung									Träge Sicherungen verwenden, nötigenfalls höher absichern.
Sicherungen durch Einschlagen beim	X								Träge Sicherungen verwenden, nötigenfalls höher absichern.
Einschalten durch		X							Fehler aufsuchen und durch Fachmann beseitigen lassen.
Ladestrom am Anfang zu hoch									Ladeschalter richtig einstellen bzw. von Herstellerfirma überholen lassen.
Ladestrom am Ende zu hoch									Umschalten durch Fachmann. Schlussstrom darf für Batterie vorgeschriebene Wert nicht überschreiten.
Ladestrom zu niedrig	X	X	X						Vor Einschalten des Ladestromes Batterie fest anschliessen.
Teil des Ladegerätes werden zu warm									Polarität überprüfen und Seitenrichtigkeit wieder herstellen. +auf + -auf -.
Ladeschalter spricht zu früh an (u.U. direkt nach dem Einschalten)									Bei Gleichrichter vorübergehend 1 Phase unterbrechen oder Widerstand in Batteriekreis. Entladestrom überwachen z.B. durch Entladeanzeiger.
Automatische Abschalteneinrichtungen sprechen nicht an.									Zellen ausbauen und Kurzschluss schnellstens beseitigen. Überwachen ob Ladeschalter anspricht. Nötigenfalls Ladestrom herabsetzen.
Elektr. Schlag bei Berührung der Batterie durch Einschaltung v. Gleichrichter.									Sulfatation schnellstens beseitigen.
									Polschrauben regelmässig nachziehen und sauber halten.
									Zelle austauschen, ausgelaufene Säure sorgfältig absaugen bzw. beseitigen.
									Falls dauernde Unterspannung oder Überspannung. Gleichrichter durch Fachmann umstellen lassen.
									Falls dauernde Unterspannung oder Überspannung. Gleichrichter durch Fachmann umstellen lassen.
									durch Fachmann
									durch Fachmann der Herstellerfirma
									durch Fachmann
									durch Fachmann
									durch Fachmann
									Ventile erneuern lassen.

Steckvorrichtungen und Anschlussleitungen Für Antriebsbatterien und Ladegeräte

Kapitel 2

Bei der Festlegung von Steckvorrichtungen und Anschlussleitungen im System ist auf die richtige und einheitliche Steckerzuordnung, die Leiterquerschnittsauswahl und auf die Leitungslängen zu achten. Dies ist notwendig, da nicht ordnungsgemäße Stecker- und Leiterquerschnittszuordnungen zu hohen Spannungsverlusten und unzulässig hohen Temperaturen an Leitungen und Geräten führen können. Die Leiterquerschnitte bei Antriebsbatterien und Ladegeräten werden z. T. nach unterschiedlichen Voraussetzungen festgelegt. Der Leiterquerschnitt wird bei Antriebsbatterien der Nennkapazität C_5 zugeordnet. Bei Ladegeräten erfolgt die Festlegung in Abhängigkeit vom Ladegerätenennstrom. Uneinheitliche Steckvorrichtungen im System führen zu Anschluss und Funktionsproblemen, die durch kostenintensive Nacharbeiten behoben werden müssen.

Dimensionierung der Leitungsquerschnitte und -längen. Für Antriebsbatterien werden vorzugsweise Zellenverbinder mit Leitungsquerschnitten von 25-95 mm² eingesetzt.

Die Querschnittsdimensionierung erfolgt herstellerspezifisch in Abhängigkeit der Batteriekapazität und des Einsatzfalles. Dabei wird berücksichtigt, dass keine unzulässige Erwärmung der Zellenverbinder auftritt.

Die Querschnitte der Endableitungen werden normalerweise analog den Zellenverbinderquerschnitten ausgelegt.

Dies gilt für Standardlängen bis 1,5 m. Bei längeren Endableitungen sind größere Querschnitte erforderlich.

Die Leitungslängen können für Plus- und Minus-Endableitungen unterschiedlich sein, und sind getrennt anzugeben. Auch bei unterschiedlichen Leitungslängen darf nur ein Leitungsquerschnitt, und zwar der rechnerisch Größte, verwendet werden.

Für Ladegeräte werden vorzugsweise Ladeleitungen mit Leiterquerschnitten von 10-95mm² eingesetzt. Die Querschnittsdimensionierung erfolgt herstellerspezifisch in Abhängigkeit des Gerätestromes. Die Ladeleitungen haben normalerweise eine Standardlänge von ca. 3 m.

Sind längere Ladekabel erforderlich, so sind die Querschnitte entsprechend anzupassen um den erhöhten Spannungsverlust zu kompensieren.

Dies kann zu einer Änderung der Steckvorrichtungsgröße führen. Diese Maßnahme ist erforderlich um eine einwandfreie Ladung der Antriebsbatterie zu gewährleisten. Die Querschnittsanpassung hat entsprechend der Leitungsberechnung für Gleichstrom zu erfolgen.

$$A = \frac{2 * l * I}{\kappa * U_a}$$

- A = Leiterquerschnitt in mm²
- L = einfache Leitungslänge in m
- i = Leiterstrom in A (LG Nenn)
- U_a = Spannungsabfall in V
- K = Leitfähigkeit (f. Kupfer=56)

Vereinfacht abgeleitet kann die Empfehlung gegeben werden, den Leitungsquerschnitt im entsprechenden Verhältnis der Leitungslänge ($L_{neu} / L_{standard}$) zu vergrößern

$$A_{neu} (mm^2) = A_{standard} * \frac{L_{neu} (m)}{L_{standard} (m)}$$

A_{neu} = erforderlicher Mindestquerschnitt
bei verlängertem Ladekabel

Beispiel:

$$A_{neu} = 25 * \frac{5}{3} = 41,66 mm^2$$

Das Zubehör für Antriebsbatterien

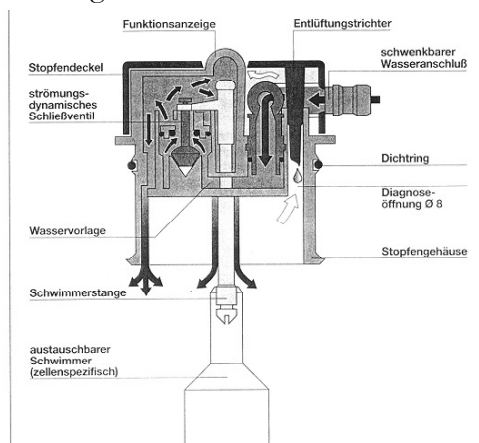
Das hier vorgestellte Zubehör ist passend für alle Traktionsbatterien mit flüssigem Elektrolyten. Die Übersicht zeigt einen Ausschnitt des Zubehörs-Sortiments, das für den Anwender zur Wartung und Instandhaltung seiner Antriebsbatterie von Bedeutung ist. Für eine Reihe weiterer hier nicht aufgeführter Zubehör-Produkte wird der Einsatz eines Service-Mitarbeiters empfohlen.

Kapitel 3

Batteriefüllsystem

Die regelmäßige Versorgung der Batteriezellen mit gereinigtem Wasser zum Ausgleich des Wasserverlustes beim Ladevorgang ist Voraussetzung für eine lange Lebensdauer und maximale Ausnutzung der Speicherkapazität der Batterie.

Das wartungsfreundliche Batteriefüllsystem mit einem patentierten Wassernachfüllstopfen ist besonders sicher und zuverlässig.



Die wichtigsten Merkmale sind:

Hydronamik statt Hebelmechanik

Der Schwimmer hebt Schwimmertange und Ventil an. Das angehobene Ventil wird dann automatisch durch den Wasserdruck geschlossen.

Einfache Säuredichtemessung

Der Stopfendeckel lässt sich leicht abnehmen, oder verdrehen. Es gibt die Diagnoseöffnung frei. Die Säuredichtemessung kann ohne zusätzliches Werkzeug leicht durchgeführt werden.

Steckstopfen und Renkstopfen

Der Funktionsbereich ist bei den Ausführungen Steck – und Bajonettverschluss völlig identisch.

Arbeitsweise des Wassernachfüllstopfens

Der Stopfen der Batterie ist über das Schlauchleitungssystem mit dem Nachfüllwasserreservoir verbunden. Das Nachfüllwasser strömt mit dem eingestellten Druck über das T-Stück in den Stopfen. Über die Wasservorlage strömt das Wasser in die Ventilkammern, am Ventil vorbei in die Wasserkammer und von dort über zwei Bohrungen in die Zelle.

Der Elektrolytspiegel steigt und hebt den Schwimmer mit der Schwimmertange und dem Ventil an. Das strömungsdynamische Schließventil, die Schwimmertange und der Schwimmer sind allein als Einheit geradlinig vertikal beweglich.

Der sich hebende Schwimmer gibt für das Schließen des Ventils nur einen Auslöseimpuls. Das Ventil selbst wird bis zum Andrücken an den O-Ring von dem nachströmenden Wasser geschlossen. Der anstehende Wasserdruck entwickelt die eigentliche Schließkraft und stellt die Ventilabdichtung sicher.

Bei jedem Nachfüllvorgang reinigt das nachströmende Wasser die für die Schließfunktion wichtigen Bauteile und sorgt damit für eine störungsfreie Funktion.

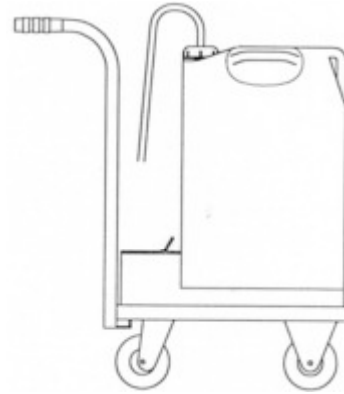
Der zuverlässige Abbruch der Wasserzufuhr, wenn Elektrolytspiegel seinen Sollwert wieder erreicht hat, ist die Hauptaufgabe des Stopfens.

Anschlussdruck vor Wasserfreigabe

- minimaler Druck: 0,15 bar
- maximaler Druck: 2,00 bar

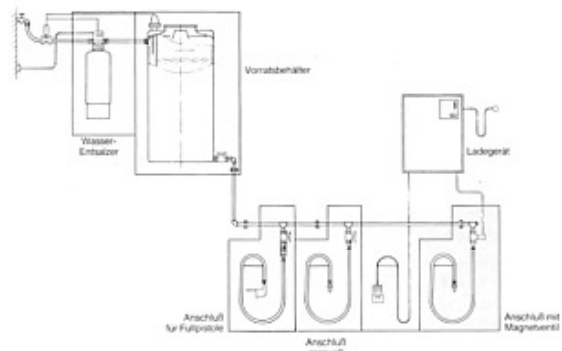
Der richtige Wasserdruck wird erreicht, durch hochheben, oder Montage des Wasserbehälters auf 2mtr. über Batterieoberkante.

Füllstände

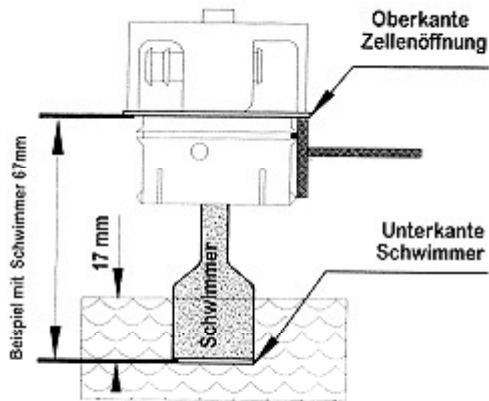


Druckwassersystem

Es besteht aus einem Ionenaustauscher mit Leitwertmesser (Wasserentsalzer) und Vorratsbehälter. Die Dimensionierung des Ionenaustauschers hängt von der benötigten Wassermenge ab. Die Anschlüsse sind individuell möglich; z.B. Anschluss für Füllpistole, Anschluss manuell und Anschluss mit Magnetventil (vollautomatisch). Das Ladegerät schaltet das Magnetventil - nach beendeter Ladung - ein, und Wasser fließt in die Batterie.



Die Füllstände der einzelnen Schwimmer sollten bei einem Anschlussdruck von 0,5 bar und 12 Zellen festgelegt werden. Bei geringerem Druck sind die Füllstände höher und bei höherem Druck niedriger. Bei erhöhter Zellenzahl verringert sich der Leitungsdruck während des Füllvorganges und die Füllstände erhöhen sich.



Um den Elektrolyt-Stand nach dem Befüllen zu ermitteln, werden ca 17mm von der Schwimmerhöhe abgezogen.

Beispiel: Elektrolytstand mit dem Schwimmer 67mm

$67\text{mm} - 17\text{mm} = 50\text{mm}$ ab Oberkante Zellenöffnung

Fallwassersystem

Besteht aus einem in entsprechender Höhe (2 mtr. über Batterieoberkante) installierten Vorratsbehälter und einem zugeordneten Feinfilter. Der Vorratsbehälter kann sowohl manuell mit handelsüblichen Wassergebinden als auch automatisch über einen Ionenaustauscher aufgefüllt werden.

Mobiles Füllsystem

Ein mobiler Wassernachfülltank, kombiniert mit einer batteriebetriebenen Pumpe, bildet die Basiseinheit des bfs-Wassernachfüllwagens. Das System zeichnet sich durch hohe Wendigkeit, gut zu bewegendem Wagen mit stabilem Führungshandgriff und Unabhängigkeit vom 230V Netz aus. Die Füllung der Batterien erfolgt durch eine robuste Tauchpumpe mit speziell abgestimmten Förderdruck. Eine Schlauchkupplung stellt die Verbindung mit der Antriebsbatterie oder auch einer Füllpistole her. Ein integriertes, elektronisch geregeltes Ladegerät dient der Aufladung der Betriebsbatterie an jeder 230 V Steckdose.

Die Elektrolytumwälzung (EUW)

Kapitel

3

Die Anforderungen an die Traktionsbatterien sind in den letzten Jahren ständig gestiegen. Rationalisierung der Fahrzeugeinsätze bedeutet auch eine Verringerung der Stillstandszeiten und somit höhere Belastungen für die Batterien. Höhere Belastungen mit kürzeren Entladezeiten haben höhere Batterietemperaturen mit reduzierter Brauchbarkeitsdauer zur Folge. Die Batterietemperaturen werden jedoch auch durch die Ladetechnik, insbesondere durch die Ladezeiten beeinflusst. Jahrzehntlang galt ein Ladefaktor von 1,2. Das heißt, dass während der Volladung 20% mehr an Kapazität zugeführt wird als bei der vorausgegangenen Entladung entnommen wurde. Durch Einhaltung der engen Fertigungstoleranzen, Ladetechniken mit variablen Nachladezeiten und zuverlässig arbeitenden Entladezustandsanzeiger konnten in den letzten Jahren die Ladefaktoren bis auf 1,15 gesenkt werden. Eine wesentlich stärkere Verringerung des Ladefaktors bis auf 1,05 bei normalen Antriebsbatterien ermöglicht nun zusätzlich die EUW. Die EUW während der Wiederaufladung bewirkt eine gleichmäßige Elektrolytdichte zwischen den Platten über die gesamte Plattenhöhe und damit eine gleichmäßigere Aufladung aller Plattenbereiche. Da gerade die üblicherweise hierfür notwendigen Ausgleichsvorgänge bei unterschiedlichen Elektrolytdichten über die Zellenhöhe während der Ladeschlussphase längere Zeit benötigen, kann durch den erzwungenen Ausgleich der Elektrolytdichten die Nachladezeit bis auf 1/3 der bisherigen Zeit gekürzt werden mit folgenden Vorteilen:

Geringere Batterietemperaturen

In der Nachladephase wird in den Batteriezellen im Vergleich zur Hauptladephase die 4fache Wärmemenge je eingeladener Amperestunde freigesetzt. Durch Reduzierung der Nachladezeit auf ein Drittel kann die Batterieendtemperatur je nach Umgebungstemperatur um 2-6 °C gesenkt werden.

Kürzere Ladezeit

Bei einer Gesamtladezeit von 8h mit einem Ladefaktor von 1,17 (ohne EUW) beträgt z.B. die Nachladezeit 4-5h. Mit EUW, einem Ladefaktor von 1,05 und gleichem Ladestromverlauf wird die Nachladezeit auf 1,5-2h gesenkt, so dass die Gesamtladezeit nicht mehr 8h, sondern nur noch 6-6,5h beträgt.

Geringere Ladeströme

Steht jedoch weiterhin die Vollladezeit von 8h zur Verfügung, können wesentlich geringere Ladeströme gewählt werden. Dies sind in der Regel die Ströme, die erforderlich sind, um Batterien ohne EUW innerhalb von 10h mit einem Ladefaktor von 1,17 Vollzuladen.

Reduzierter Wasserverbrauch

Bei Erreichen der Gasungsspannung setzt die verstärkte Gasbildung ein, die bisher

allein die EUW bewirkt hat. Die Gasung ist die Wasserzersetzung aus dem Elektrolyten in Wasserstoff und Sauerstoff. Durch die verkürzte Nachladezeit und die verringerten Batterietemperaturen sinkt auch der Wasserverbrauch um 60-70%

Verringerung der Gasung

Neben der Reduzierung des Wasserverbrauches verringert sich die mechanische Belastung der Elektroden durch den aufsteigenden Gasstrom und die damit zusammenhängenden Abschlämungen.

Energieeinsparung

Bezogen auf die üblichen Ladeverfahren betragen die Energieeinsparungen ca. 10-15%.

Weniger Wartung

Der größte Anteil der Wartungsarbeiten entfällt bei den geschlossenen Batterien auf das Nachfüllen von Wasser. Die beträchtliche Reduzierung des Wasserverbrauches senkt somit auch die Wartungskosten.

Längere Brauchbarkeitsdauer

Die verringerten Batterietemperaturen und Belastungen der Elektroden durch reduzierte Gasung verlängern die Batteriebrauchbarkeitsdauer um ca. 10-15%

Wirkungsweise

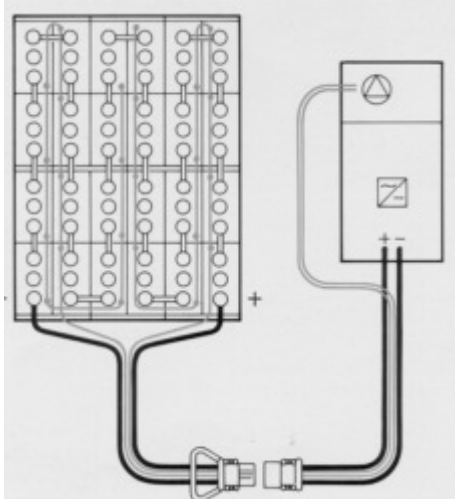
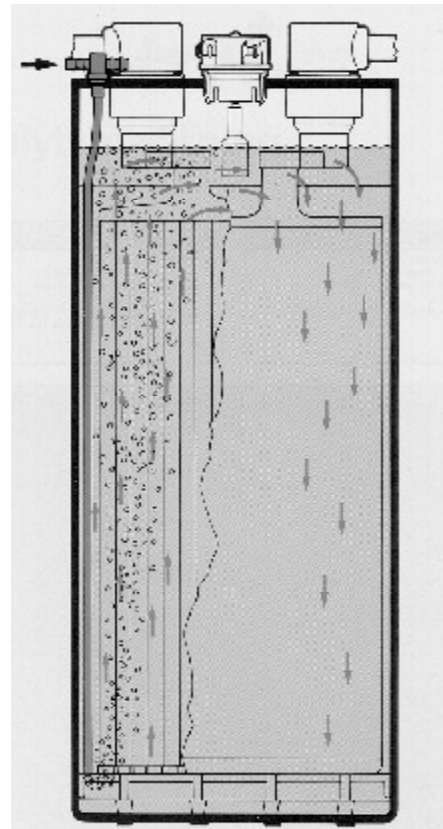
Während der Batterieladung wird in jede Zelle staubfreie Luft über ein Blasrohr in die Zellen eingebracht. Die Umwälzung des Elektrolyten geschieht durch eine „Flüssigkeitspumpe“ nach dem Mammutpumpenprinzip. Kurz nach Beginn der Ladung stellen sich gleiche Werte der Elektrolytdichte an der gesamten Länge der Elektroden ein.

Aufbau

Eine elektrisch angetriebene und innerhalb oder außerhalb des Ladegerätes installierte Luftpumpe (mit Steuerung und Drucküberwachung) erzeugt die erforderliche Druckluft.

Je nach Anzahl und Höhe der Batteriezellen wird die Luft über ein oder zwei Schlauchsysteme über die in den Zellendeckeln integrierten T-Anschlüsse mit den Blasrohren in die Zellen geleitet.

Zum sicheren Ankuppeln ist nur ein spezieller Ladestecker notwendig, der den elektrischen Anschluss von Batterie und Ladegerät und den Luftanschluss besorgt.



BICaT II

(Battery Information Controller and Transmitter)



BICaT II ist ein Datenerfassungs- und Übertragungssystem für Antriebsbatterien. Seine Aufgabe ist es, die Batterie zu identifizieren sowie elektrische Daten von Ladung, Entladung und Batteriezustände zu erfassen. Diese Daten können beispielsweise über Handterminals ausgelesen oder an weitere Peripherie, z.B. an Ladegeräte, weitergegeben werden. Weiterhin werden Batteriefehler erfasst und angezeigt.

Vorteile

Die einem Zellenverbinder entsprechende Bauform erlaubt eine kompakte und sichere Montage ohne aufwendige Verkabelung. Eine externe Montage des Strommessshunts entfällt. Die Zellentemperatur wird über den Zellenpol sicher erfasst. Durch die Anordnung in der Batteriemitte werden Teilspannungen gemessen und damit Spannungsdifferenzen im Zellenverband erkannt. Weiterhin wird ein zu niedriger Elektrolytstand erfasst. Fahrzeugkennungen können von „BATTERIEBUS“ fähigen Geräten gelesen und einem Managementsystem mitgeteilt werden. Dies ist bei Fahrzeugen mit Wechselbatterien interessant. Eine hohe Datensicherheit ist durch die Verwendung nichtflüchtiger Speicher gewährleistet. Durch die im *BICaT II* eingebauten LED's werden die Fehler angezeigt.

Aufbau

Im *BICaT II* sind eine mikroprozessorgesteuerte Datenerfassung und ein Messshunt integriert. *BICaT II* wird als Zellenverbinder in der Batteriemitte

montiert und erfasst den Lade- bzw. Entladestrom, Gesamt- und Teilspannungen, Zellentemperatur und Zeit. Aus diesen

Kapitel

4

Basisdaten werden abgeleitete Größen wie z.B. Amperestunden gebildet und dauerhaft gespeichert. Zur Stromversorgung und zur Kommunikation mit peripheren Geräten ist *BICaT II* mit Kabeln an die Batterieendpole angeschlossen. Die Daten werden über die beider Anschlussleitungen mittels definierten Übertragungsprotokolls „BATTERIEBUS“ übermittelt. Es sind keine zusätzlichen Anschlüsse notwendig. „BATTERIEBUS“ definiert eine amplitudenmodulierte Signalübertragung über die Batterieleitungen bis zu einer Entfernung von 50m.

Anwendernutzen

BICaT II erlaubt dem Anwender die Kontrolle über den Einsatz der Batterien, insbesondere bei Serviceauswertungen. Es ist somit ein wichtiges Hilfsmittel für einen wirtschaftlichen Betrieb im Fuhrpark.

Batteriemonitoring

Als Batteriemonitor liefert *BICaT II* Daten, die über weitere angeschlossene Geräte, wie Handterminals oder Ladezustandsanzeiger jederzeit abgerufen werden können. Die Alterung der Batterie wird ermittelt und damit die Ladezustandsanzeige entsprechend korrigiert. Dadurch ist es möglich, frühzeitig die Notwendigkeit einer Ersatzbeschaffung zu erkennen.

Kapitel 4

Service

Beim Batterieservice können die Batterie und ihr Einsatz schnell bewertet und mögliche Fehler diagnostiziert werden. Der Anwender kann Standzeiten und Überlastungen einzelner Batterien minimieren und Zuordnungen zwischen Batterie und Fahrzeug oder Betriebsfehlern ermitteln.

Ladegerätesteuerung

Bei Verwendung geeigneter Ladegeräte wird die richtige Ladekennlinie automatisch eingestellt und an verschiedenen Batterieparameter angepasst. Damit sind schonende Ladungen unterschiedlicher Batterien an einem Ladegerät möglich, wodurch die Wirtschaftlichkeit eines Fuhrparks erhöht wird.

Leasing/Rental

BICaT II stellt zur Vertragsabwicklung Rechnungsgrößen wie Amperestunden, Kilowattstunden und Temperatur zur Verfügung

Fuhrparkmanagementsystem

Bei Verwendung mehrerer *BICaT II* in einem Fuhrpark können die erfassten Daten über die Ladegeräte zentral in einem übergeordneten Rechner abgelegt und zu Statistikzwecken aufbereitet werden. *BICaT II* dient hier der Betriebsdatenerfassung und ermöglicht so die Optimierung der einzelnen Einsätze.



Technische Merkmale

Anwendungsbereich

Nennspannungsbereich	24 V bis 144 V
Kapazitätsbereich	bis 1600 Ah K ₅
Strommeßbereich	0,002 x I _{Short} bis 4 x I _{Short}
Spannungmeßbereich	bis 150% U _{nom}
Temperaturmeßbereich	-20°C bis +70°C
Zeitmessung	quarzgenau
Leistungsaufnahme	max. 1,5 W

Mechanischer Aufbau

Gehäuseabmessungen	
L x B	135 mm x 62 mm
Höhe ohne Poladapter	32 mm
Höhe mit Poladapter	48 mm
Gehäusematerial	säurefestes ABS

Datenübertragung

über Batteriekabel Schnittstelle und Protokoll gemäß "BATTERIEBUS" des ZVEI

Kenndaten

Batteriestammdaten (Typschild)

Meßdaten

Basisdaten	• Spannung • Strom • Temperatur • Elektrolytstand (Option)
------------	---

abgeleitete Daten (aktueller Zyklus und die letzten 20 Zyklen)

• Strommenge Ladung • Strommenge Entladung (inkl. Verteilung), Strommenge Zwischenladung, Energie Ladung • Energie Entladung (Aktuell: inkl. Verteilung) • Teilspannung • Ladeschlußspannung • Einsatzzeiten • Ladezeiten • Stillstandzeiten • Temperaturbereiche Ladung und Einsatz • Zyklusbeginn • Fahrzeugnummer • Anzahl Zwischenladungen • Verteilung der Entladezeiten

abgeleitete Daten (kumuliert über alle Zyklen)

• Strommenge Ladung • Entladung • Zwischenladung • Energie Ladung • Energie Entladung • Temperaturverweilzeiten • Anzahl Vollladungen • Anzahl der Tiefentladungen • Ladezeit • Stillstandzeit • Entladezeit • Verteilung der: - Entladezeiten - Entladekapazitäten - Temperaturen
--

sonstige Daten

• Batterieservice anfordern • Fahrzeugkennung, • Fahrzeugbetriebsstundenzähler
--