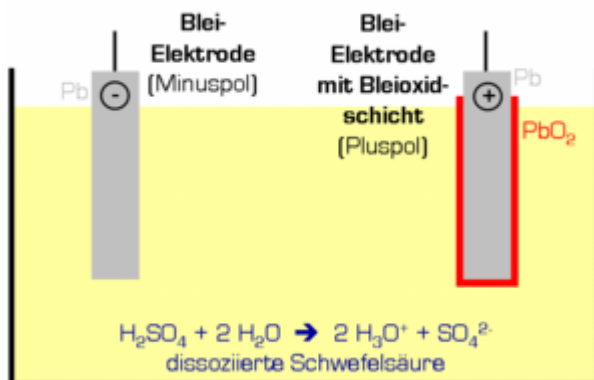


Bleiakkumulator / Blei (Pb) - Akku

(aufbereitet aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Bleiakkumulator>)



Schematische Darstellung vom Aufbau des Bleiakkumulators

Bei einem **Bleiakkumulator** (kurz **Bleiakku**) handelt es sich um eine Ausführung des **Akkumulators**, bei der die Elektroden im geladenen Zustand aus **Blei** und **Bleioxid** und der Elektrolyt aus verdünnter **Schwefelsäure** besteht.

Bleiakkumulatoren gelten als zuverlässig und preisgünstig, im Vergleich mit anderen Akkumulatortechnologien sind sie jedoch schwer und weisen nur eine geringe Energiedichte auf.

Die wohl bekannteste Anwendung ist die **Starterbatterie** für Kraftfahrzeuge. Sie werden jedoch unter anderem auch als Energiespeicher für **Elektrofahrzeuge** eingesetzt. *Siehe auch:* **Batterie**

Inhaltsverzeichnis

- [1 Geschichte](#)
- [2 Aufbau](#)
- [3 Chemische Prozesse](#)
- [4 Verschlussene Bleiakkumulatoren](#)
- [5 Verwendung](#)
- [6 Literatur](#)
- [7 Weblinks](#)

Geschichte

Die ersten Versuche, einen auf **Blei** basierenden **Akkumulator** zu entwickeln, wurden Mitte des 19. Jahrhunderts von dem deutschen Arzt **Josef Sinsteden** gemacht. Er stellte zwei große **Bleiplatten** in ein Gefäß mit verdünnter **Schwefelsäure**. Durch Laden des **Akkus** entstand an einer der Platten Bleioxid (**Blei(IV)-oxid**) und an der anderen Blei.

1859 verbesserte **Gaston Planté** die Anordnung der Bleiplatten, die auch heute noch verwendet wird.

Industriell wurde der Bleiakku interessant, als **Emile Alphonse Faure** um 1880 ein Verfahren entwickelte, bei dem der Bleiakku bereits nach wenigen Ladezyklen (dem Formieren), eine hohe Kapazität erreicht. Den ersten technisch einsetzbaren Bleiakкумуляtor entwickelte **Henri Tudor** 1886.

Aufbau

Bleiakkumulatoren bestehen im aufgeladenen Zustand am positiven Pol aus **Blei(IV)-oxid** (PbO_2), am negativen aus fein verteiltem, porösem **Blei** (Bleischwamm). Als **Elektrolyt** wird 37-prozentige **Schwefelsäure** (H_2SO_4) verwendet. Sie zeichnen sich durch das kurzzeitige Zulassen hoher Stromstärken, die zum Beispiel für Fahrzeug- bzw. Starterbatterien notwendig sind, aus.

Im entladenen Zustand bestehen beide Pole aus **Blei(II)-sulfat** (PbSO_4).

Die **Nennspannung** einer Zelle beträgt 2 Volt, die Spannung schwankt jedoch je nach Ladezustand und Lade-/Entladestrom zwischen ca. 1,75 und 2,4 Volt.

Die **Säuredichte** stellt gleichzeitig ein Maß für den **Ladezustand** dar. Sie beträgt bei vollem Akku ca. $1,28 \text{ g/cm}^3$ und bei entladenem Akku $1,10 \text{ g/cm}^3$ (Quelle: Varta-Batterielexikon).

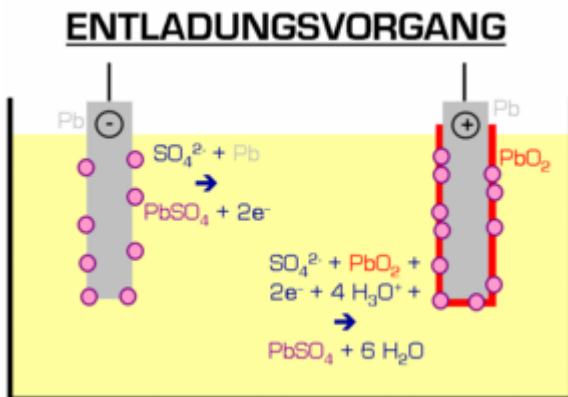
Bleiakkumulatoren sollten nicht tiefentladen werden, da dies zu irreparablen Schäden führt und den Akkumulatur unbrauchbar machen kann. Zum Aufladen sollte ein passender **Laderegler** verwendet werden, um Überladung zu vermeiden und die **Gasung** zu beschränken.

Ein Bleiakкумуляtor kann gasen, wenn er, vor allem durch **Edelmetalle**, verunreinigt wird. Dabei lagern sich Teile des Edelmetalls an der **Bleielektrode** an und verringern so die **Überspannung** des **Wasserstoffs**, so kann Knallgas entstehen, das sich durch Funken beim Abklemmen der Batterieanschlüsse oder **elektrostatischer Aufladung** z.B. des Kunststoffgehäuses durch Reiben, entzünden kann.

Mittlerweile haben Bleiakkus durch weitergehenden Fortschritt eine sehr hohe Lebensdauer. Trotzdem altern die Bleiakkus. Das liegt in erster Linie an der **Korrosion** (*siehe auch: Polfett*) der Bleigerüste der Elektroden, an der Entstehung von feinen Kurzschlüssen und an der **Sulfatierung** des **Bleis**. Diese Sulfatierung bewirkt, dass sich die PbSO_4 -Kristalle zu immer größeren Verbänden zusammenschließen. So verringert sich die elektrochemisch aktive Oberfläche des PbSO_4 . Durch diese kleinere Oberfläche löst sich das PbSO_4 immer schlechter, so dauert es sehr lange bis eine hinreichend hohe Konzentration an Pb^{2+} vorliegt. Außerdem ist die elektrische Leitfähigkeit des Sulfats geringer als diejenige von Blei. Der dadurch erhöhte Innenwiderstand der Zelle führt im Lastfall zu einem stärkeren Spannungsabfall. Im Allgemeinen definiert sich das Lebensdauerende einer Batterie, wenn deren Kapazität weniger als 80% der Nominalkapazität erreicht hat.

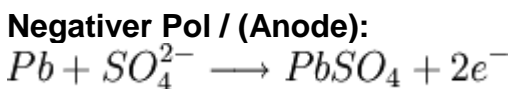
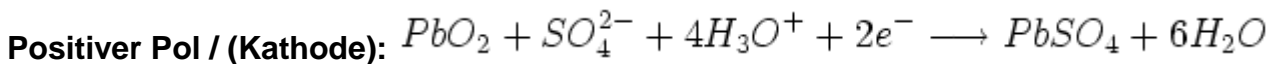
Siehe auch: [Akkumulatur](#), [Galvanische Zelle](#)

Chemische Prozesse

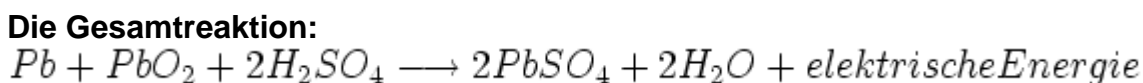


Schematische Darstellung der Entladungsreaktionen

Bei der Entladung laufen folgende chemische Vorgänge ab:

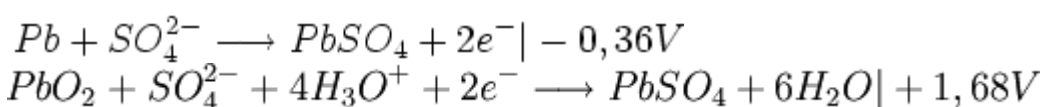


(Beim Laden laufen die Vorgänge in Gegenrichtung ab.)



Nach rechts findet die Entladung des Bleiakkus statt, nach links die Aufladung.

Aus der [Elektrochemische Spannungsreihe](#) kann man nun die Potentialdifferenz, also letztlich die elektrische Spannung, die entsteht, berechnen.



$$E_{Ges}^0 = 1,68\text{V} - (-0,36\text{V}) = 2,04\text{V}$$



Blei-(II)-Oxid ist in schwefelsaurer Lösung unbeständig.

Die Überspannung des Sauerstoffs, die das Laden eines Bleiakkumulators überhaupt erst möglich macht, verlangsamt diesen Vorgang.

Reinheitsansprüche:

Gewisse Verunreinigungen wie Fe^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Cu^+ , oder Ag^+ -Ionen setzen die Überspannung des Wasser- und Sauerstoffs herab, sodass die Selbstentladung beschleunigt wird.

Verschlossene Bleiakkumulatoren



Blei-Gel-Akkumulator

Bleiakkus können auch in einer verschlossenen Bauform hergestellt werden. Diese wird im Englischen als *VRLA* (valve regulated lead acid, sinngemäss übersetzt: Bleibatterie mit Überdruckventil) genannt.

Verschlossene Bleiakkus sind wie folgt aufgebaut:

- Die Zellen sind zugeschweißt, es existiert lediglich ein Überdruckventil.
- Der Elektrolyt ist festgelegt, also nicht mehr flüssig.

Der Elektrolyt kann auf zwei Arten festgelegt werden:

- Durch Zusatz von [Kieselsäure](#) zur Schwefelsäure erstarrt der Elektrolyt zu einem Gel. Dieser Typ wird als **Gelakku** bezeichnet.
- Zwischen die Elektroden wird ein [Glasfasergewebe](#) eingebracht, das den Elektrolyten vollkommen aufsaugt. Dieser Typ wird **Vliesakku** genannt.

Durch den festgelegten Elektrolyt ist es möglich, verschlossene Bleiakkus lageunabhängig zu betreiben.

Bei Gelakkus tritt praktisch keine **Säureschichtung** auf, in Vliesakkus ist sie gegenüber geschlossenen Akkumulatoren vermindert.

Der Innenwiderstand von Gel-Bleiakkus ist höher als bei vergleichbaren nicht verschlossenen Bleiakkus. Sie sind daher weniger geeignet hohe Ströme zu liefern, wie sie bei der Anwendung als [Starterbatterie](#) erforderlich sind. Vlies-Akkus können gleich hohe Ströme wie die offenen Versionen liefern (z.B. SSB/Effekta 100AH Akkus kann 5 sec. lang 800A liefern) und eignen sich daher besonders für Elektrofahrzeuge (z.B. [CityEL](#))

Da die Zellen verschweißt sind, ist es nicht möglich, die Batterie zu öffnen, um beispielsweise Wasser nachzufüllen. Dies ist auch nicht erforderlich, da verschlossene Bleibatterien deutlich weniger gasen als herkömmliche Bleibatterien. Durch den festgelegten Elektrolyten hindurch bilden sich Gaskanäle aus. Der durch die Nebenreaktion an der positiven Elektrode gebildete Sauerstoff kann daher direkt zur negativen Elektrode wandern und dort zu Wasser rekombinieren.

Bei Überladung der verschlossenen Bleibatterie (d.h. wenn die Spannung zu hoch ist) wird ein Überschuss an Sauerstoff erzeugt, der nicht mehr rekombinieren kann. Im gleichen Maße wird an der negativen Elektrode Wasserstoff erzeugt. In diesem Fall entweichen die Gase durch das Überdruckventil und die Batterie kann mit der Zeit austrocknen. Da ein Nachfüllen des Elektrolyten nicht möglich ist, erfordern verschlossene Bleibatterien ein

angepasstes Ladeverfahren. Es muss vermieden werden, dass die Batterie über längere Zeit bei einer zu hohen Spannung geladen wird, die mit starker Gasung verbunden ist.

Eine andere Möglichkeit ist, ein wenig eines katalytisch aktiven Materials beizufügen, an dem der Wasser- und der Sauerstoff zurück zu Wasser reagieren können.

Zusätzlich besteht bei der Ladung mit einer überhöhten Spannung bei verschlossenen Bleibatterien die Gefahr des **Thermal Runaway**. Der interne Sauerstoffkreislauf erwärmt die Batterie. Eine Erhöhung der Batterietemperatur führt bei konstanter Spannung zu einem erhöhten Ladestrom. Dieser führt zu einer vermehrten Gasentwicklung und der Sauerstoffkreislauf wird verstärkt. Dieser selbstverstärkende Prozess kann die Batterie überhitzen und zerstören.

Verwendung

Allgemein werden [Pufferbatterien](#) und [Traktionsbatterien](#) unterschieden. Während Pufferbatterien eine vorhandene Energieversorgung unterstützen, kommen Traktionsbatterien als eigenständige Energiequelle zum Einsatz.

- Anwendungsbeispiele für Pufferbatterien
 - [Starterbatterien](#)
 - [Unterbrechungsfreie Stromversorgung \(USV\) \(Notstromversorgung, Alarmanlagen\)](#)
 - [Zentrale Stromversorgungssysteme für Notbeleuchtung](#)
 - [Solarbatterien in Fotovoltaikanlagen \(Insulanlagen\)](#)
- Beispiele für Traktionsbatterien
 - [Elektrofahrzeuge](#)
 - § elektrische [Gabelstapler](#)
 - § elektrische [Rollstühle](#)
 - [U-Boote](#)

Literatur

- Heinz Wenzl: *Batterietechnik / Optimierung der Anwendung - Betriebsführung - Systemintegration*. Expert-Verlag, Renningen-Malmsheim 2002, [ISBN 3-8169-1691-0](#)
- Andreas Jossen, Wolfgang Weydanz: *Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen*, Printyourbook 2006, [ISBN 9783939359111](#)
- D.A.J. Rand, P.T. Moseley, J. Garche, C.D.Parker: *Valve-regulated Lead-Acid Batteries*, Elsevier 2004, [ISBN 0-444-50746-9](#)

Weblinks

- [Die Bleibatterie - Grundlagen, verschlossene Bauart, Alterung](#)
- [Der Blei-Akkumulator im Chemie-Unterricht](#)
- [Batteryuniversity - Übersicht zur Akkupflege](#)
- [Zur Polarität von Anode und Kathode](#)