

Zink-Luft-Zellen als alternative Energiespeicher

Das Prinzip ist alt. Bereits dem amerikanischen Erfinder Thomas Alva Edison (1874-1931) war bekannt, dass sich aus Zink und Luftsauerstoff ein elektrischer Strom erzeugen lässt. Diese mit der Zeit in Vergessenheit geratene Methode dient heute als Basis für die Entwicklung eines alternativen elektrisch wiederaufladbaren Energiespeichers.

Metall-Luft-Batterien

Neben Zink können auch andere Metalle verwendet werden, z. B. Magnesium und Aluminium. An der positiven Elektrode wird Luftsauerstoff reduziert. Das aktive Material ist nicht in der Elektrode enthalten. Es wird bei Bedarf der Atmosphäre entnommen. Unter Energiegewinnung wird das Zink zu Zinkoxyd umgewandelt. Die Einrichtung ist entladen, wenn kein Zink mehr zur Verfügung steht.

Anwendung und Forschung

Wer sich heutzutage eine Minibatterie für Hörgeräte kauft, ist sich selten bewusst, dass die eingesetzte Primärbatterie ein Zink-Luft-Element ist. Durch den hohen Energieinhalt pro Volumen und Masse hat sich diese Anwendung durchgesetzt. Weltweit bieten mehrere Hersteller solche Batterien an. Im größeren Leistungsbereich gab es in Deutschland ab Dezember 1995 den Großversuch „Mobile elektrische Energieversorgung mit großer Reichweite und hoher Beschleunigung (EFRB)“ mit Zink-Luft-Batterien als Energiequelle für Elektrofahrzeuge der Deutschen Post. Die Zink-Luft-Elemente wur-

den jeweils am Ende ihrer Arbeitsfähigkeit am Elektrofahrzeug ausgetauscht und in einer stationären Anlage regeneriert. Das Verfahren basierte auf Batterien der israelischen Firma Electric Fuel.

Die Fahrer der Fahrzeuge waren mit dem Betriebsverhalten zufrieden. Trotzdem wurde der Test nach über zwei Jahren Betriebserfahrung mit 15 Fahrzeugen abgebrochen, weil in der getesteten Ausführung keine Wirtschaftlichkeit erreichbar war [1]. Die Electric Fuel Corp. in den USA hat unter dem Dach der Arotech Corp. die Arbeiten intensiviert und zwischenzeitlich die Phase III des Null-Emissions-Zink-Luft-Busprojektes im Oktober 2002 verkündet. Zielstellung ist der „Nullemissions-transport“ mit „angemessenen“ Kosten.

Die eVionyx Inc. (USA mit Niederlassung in Taiwan) bietet „Revolutionary Power Cells“ (RPM) als Zink-Luft-Batterien an, die elektrisch wieder aufladbar sein sollen. Offensichtlich handelt es sich hierbei um ein zweistufiges Verfahren, bei dem ein Zinkband stetig in Zinkoxyd umgewandelt, weitertransportiert und wieder aufgeladen werden kann.

Die genannten Entwicklungen können auf beachtliche Testphasen, vorrangig in der Automobil-Anwen-

dung, zurückblicken. Dabei wurden immer wieder Reichweiten-Rekorde aufgestellt.

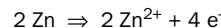
Stadium der Marktreife

Auf einer Roadshow wurde kürzlich die Batterieserie „Triathlonz“ der Fa. Zoxy Energie Systems vorgestellt. Mit dieser Zink-Luft-Batterie erfolgt der Übergang von der zyklisch wieder aufladbaren Feststoff-Brennstoffzelle zur elektrisch wieder aufladbaren Batterie. Als nach eigenen Aussagen weltweit einziger Anbieter stellt das Unternehmen in Serienproduktion elektrisch wieder aufladbare Zink-Luft-Batterien her. Die nachstehenden Aussagen, Bilder und Diagramme beruhen auf Firmeninformationen [2].

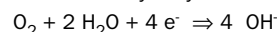
Arbeitsprinzip

Eine Zoxy-Zelle besteht aus einer hochporösen Anode aus mechanisch gepreßtem Zinkschwamm und einer katalytisch aktiven Kathode aus Kohlenstoff-Materialien, die mechanisch miteinander verbunden werden. Als Elektrolyt dient wässrige Kalilauge.

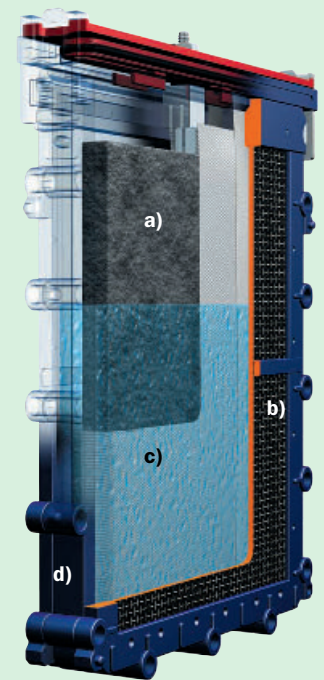
Die Zinkanode gibt Elektronen ab. Es entstehen Zinkionen:



Die Elektronen wandern über den Verbraucher zur Kathode. Sauerstoff aus der Umgebungsluft diffundiert in die Kathode. Dort nimmt der Sauerstoff die Elektronen auf und reagiert mit Wasser zu Hydroxyd-Ionen:

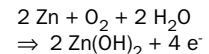


Die Hydroxyd-Ionen wandern durch den Elektrolyten zur Zinkanode. Hier verbinden sie sich mit den Zinkionen zu Zinkhydroxyd. Die Gesamtreaktion lautet damit:



1 Querschnitt einer Zelle

a) Zinkanode; b) Luftkathode; c) Elektrolyt; d) Gehäuse



In der wässrigen Kalilauge wandelt sich das Zinkhydroxyd letztendlich in Zinkoxyd um:

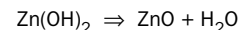
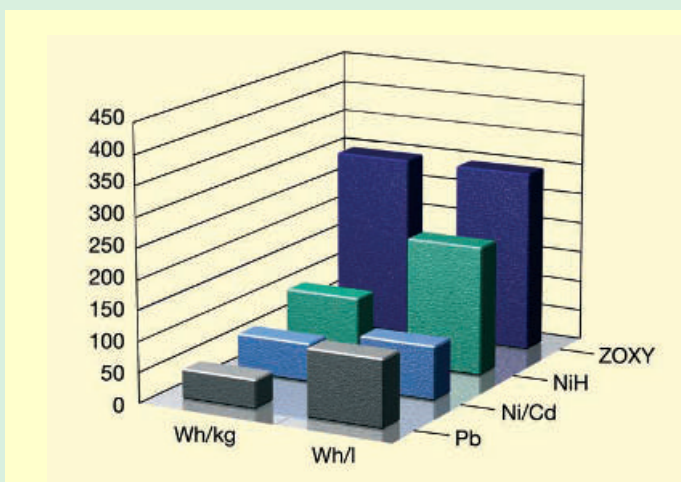
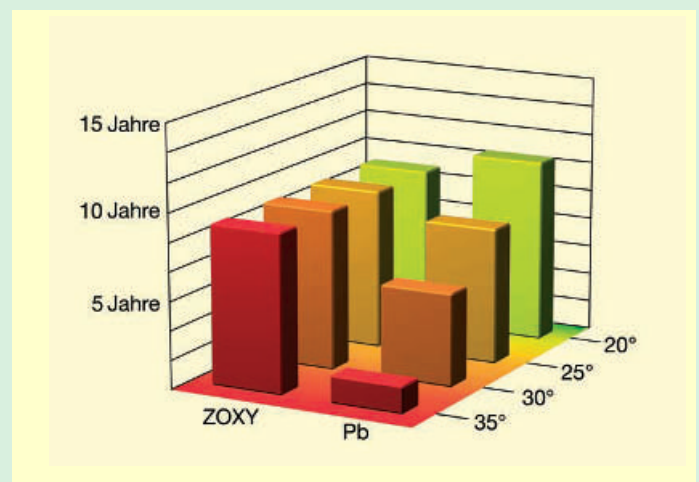


Bild 1 zeigt den Querschnitt einer solchen Zelle.

Sobald das Zink an der Anode aufgebraucht, d. h. in Zinkoxyd umgewandelt ist, ist die Zelle entladen. Bei bisherigen Technologien musste die verbrauchte Zinkanode für den weiteren Betrieb ersetzt werden. Zoxy-Zellen können durch Anlegen einer Spannungsquelle wieder aufgeladen werden und die beschriebene Reaktion wird umgekehrt.



2 Energiedichte und Volumenleistung verschiedener Batterien



3 Lebensdauern von Zoxy- und Blei-Batterie

Vorkonfektionierte 19-Zoll-Einschübe

Die einzelnen Zellen können nahezu beliebig in Reihe und parallel geschaltet werden. Je nach Anforderung lassen sich durch eine entsprechende Anzahl von Zellen spezifische Anpassungen an Serieneinsätze erreichen.

Gegenwärtig werden als Standardvarianten vorkonfektionierte 19“-Einschübe auf Basis von 3 Blöcken à 18 Zellen hergestellt. Die Zellen und auch die Blöcke sind in Reihe geschaltet. In diesen Einschüben ist die forcierte Luft-(Sauerstoff-) Zufuhr integriert. Der Anschluss erfolgt über Steckverbindungen (Anderson-Connector).

Als Standardeinschub wird ein Einschub für 48 V/12,5 A maximal und 3,5 h Autonomie bei 600 W Last angeboten. Durch Parallelschaltung von zwei Einschüben erhöht sich bei gleicher Last die Autonomiedauer auf 6,5 h. Mit dem Ausbau von 15 Einschüben parallel geschaltet werden maximal 187,5 A erreicht. Bei einem System mit 480 W bei 48 V wird eine Autonomie von 63 h erreicht, oder bei 1440 W bei 48 V eine Dauer von 21 h usw.

Den Vergleich zu einem 12-V-Akkublock ermöglichen folgende technischen Daten :

- Nennkapazität bis 70 % DOD zyklisierbar (C_{10}): 60 Ah
- Nominalspannung bei 8 A und Raumtemperatur: 12 V
- Ruhespannung: 16,8 V
- Entladeschlussspannung: 7,2 V
- Energieinhalt (C_{10}): 720 Wh
- Datenprotokoll: RS232/485
- Volumen: 8442 cm³
- Gesamtgewicht Block: 7,8 kg
- Betriebstemperatur: -20...60 °C

Für die Aufladung, Anzeige über den Ladezustand, die Temperatur, die erwartete Lebensdauer und die verfügbare Kapazität steht ein spezielles Batterie-Management-System (BMS) zur Verfügung.

Bild 4 zeigt einen 19“-Schrank bestückt mit Ladegerät (2 HE), Überwachungseinheit (3 HE) und zwei Zoxy-Einschüben (je 6 HE) für den Einsatz als DC-USV. Daraus ergibt sich eine Anlage mit DC 48 V/12,5 A bzw. 600 W für 6,5 h oder 1200 W für 3,5 h.

Literatur

- [1] D. Naunin: Technologie-Innovation. Vortrag 6. Symposium Elektrische Straßenfahrzeuge, TAE Ostfildern, Mai 2000.
- [2] ZOXY-Energy Systems AG, Carl-Benz-Str. 2, 75015 Bretten, www.zoxy.net

W.-D. Sieberth



4 DC-USV mit Zoxy-Zellen

Energiedichte und Gebrauchsdauer

Mit einer Energiedichte von bis zu 300 Wh/kg übertrifft die Zoxy-Zelle bisher bekannte Batterien und Akkumulatoren. Gleichmaßen ist die Volumenleistung in Wh/l überdurchschnittlich. Bild 2 gibt ein Vergleichsdiagramm für handelsübliche Batterien an.

Wesentlichen Einfluss auf die Gebrauchsdauer bekannter Batterien hat die Batterietemperatur. Die weitgehende Temperaturunabhängigkeit der Zoxy-Zellen spart Aufwendungen für die Klimatisierung. Als Temperaturbereich wird für diese Zellen -20 bis +60 °C angegeben. Bild 3 zeigt das Diagramm für Temperatur und Gebrauchsdauer für verschiedene Batterietypen.

Die für die Produktion benötigten Rohstoffe sind überall gut verfügbar und alle Bestandteile für die Umwelt unbedenklich.

Damit sind die Zellen prädestiniert für batteriegestützte DC-Versorgungen, sowohl für den Einsatz mit kleinen Leistungen und hohen Autonomiezeiten – z. B. bei IT- und Anwendungen für die Telekommunikation – als auch für höhere Leistungen, z. B. für Sicherheitsbeleuchtungen und USV.

Anwendungserweiterungen werden erwartet, wenn die Bedingungen für den Fahrzeugeinsatz erfüllt werden.