



Ausgabe 09/2004

Strom aus der Konserve

Auch nach mehr als einem Jahrhundert seit der Erfindung der Batterie ist die alles könnende „eierlegende Wollmilchsau“ noch nicht in Sicht. Aber für einige Anwendungsgebiete kristallisierten sich recht brauchbare Technologien mit guter Zukunftsaussicht heraus.



Bei Neuentwicklungen von Batterien und Akkus in den verschiedensten Bauformen wird meist Lithium verwendet.

Da würde heute so mancher engagierte Tierschützer auszucken, wenn jemand mit Elektroden Froschschenkel zum Zucken brächte. Ende des 18. Jahrhunderts war das jedoch eine sensationelle Entdeckung, die da Luigi Galvani machte: Er fand auf diese Weise den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Muskeltätigkeit, der den Weg zum elektrochemischen Energiespeicher wies. 1799 baute Alessandro Cont di Volta die erste funktionierende Primärbatterie, die „Voltasche Säule“: Er schichtete Kupfer- und Zinkscheiben abwechselnd übereinander und legte zwischen die Scheiben ein in Salzlösung getränktes Stück Pappe.

Die Geburtsstunde des Akkumulators oder „Sammlers“ schlug im Jahr 1802, als Johann Wilhelm Ritter eine ähnliche Säule bastelte, die jedoch aus Kupferfolien mit dazwischen liegenden salzgetränkten Pappscheiben bestand. Diese Anordnung konnte mit elektrischem Strom geladen werden und gab beim Anschluss eines Verbrauchers Strom ab. Rund 50 Jahre später erfanden die Herren Sinstedden und Planté den Bleiakкумуляator, der jedoch für die industrielle Fertigung noch nicht geeignet war. Erst 1880 war es so weit, als Fauré ein Patent zur Herstellung pastierter Platten für Bleiakkus anmeldete. Und zur Wende zum 20. Jahrhundert war es kein Geringerer als das Erfindergenie Edison, der den ersten Nickel-Cadmium-Akkumulatoren konstruierte. Damit waren sozusagen die wichtigsten Basisinnovationen auf dem Batteriesektor in die Welt gesetzt. Die Entwicklungen der nächsten Jahre und Jahrzehnte hatten zum Ziel, neue Elektrodenmaterialien und Chemikalien für Elektrolyten zu finden, mit denen Batterien mit möglichst geringen Volumina und Gewichten gefertigt werden können, die ein Maximum an elektrischer Energie liefern.



Hohe Energiedichte und Impulsbelastbarkeit: PulsePlus von Sonnenschein in Li-SOCl₂ Technologie

Wasserstoff aktiv. Nickel-Metallhydrid-Batterien arbeiten ähnlich wie NiCd-Zellen, nur wird an Stelle von Cadmium Wasserstoff als aktives Material für die negative Elektrode verwendet. Die NiMH-Batterie hat zwei Urväter: In den 1970er Jahren wurde die Nickel-Wasserstoff-Batterie für die Raumfahrttechnik entwickelt. Das aktive Material der negativen Elektrode ist hier im geladenen Zustand gasförmiger Wasserstoff. Die chemische Reaktion erfordert Edelstahl-Elektroden. NiH-Batterien haben eine hohe Speicherfähigkeit und eine große Zyklenfestigkeit und sind unempfindlich gegen wiederholte Tiefentladungen. Nachteil: Sie sind sehr teuer, werden aber trotzdem nach wie vor häufig in Satelliten verwendet. Wasserstoff-Hydridspeicher absorbieren Wasserstoff als Hydrid und ermöglichen Wasserstoffspeicherung bei geringem Druck. Die dabei erreichten Speicherkapazitäten sind hoch. In derartigen Batterien werden Legierungen aus Lanthan und seltenen Erden verwendet. Die Nickel-Metallhydrid-Batterie ist eine Kombination aus den beiden Systemen. Auch im geladenen Zustand ist hier der Innendruck gering, weil der gasförmige Wasserstoff von der Legierung aufgenommen wird, die zugleich negative Elektrode und Wasserstoffspeicher ist. In NiMH-Akkus lassen sich 50 bis 60 Wh/kg, in größeren Zellen mit mehr als 10 Amperestunden Kapazität sogar mehr als 80 Wh/kg, speichern – ein Wert, der mehr als 50 Prozent über dem von NiCd-Batterien liegt. Obwohl NiMH-Batterien erst seit etwa zehn Jahren industriell gefertigt werden, haben sie wegen der (umwelt-)technischen Vorteile gegenüber den Nickel-Cadmium-Akkus hohe Verbreitung gefunden.

Elektromobile Fortschritte. Die Geschichte des Automobils wird begleitet von ständigen Bemühungen, brauchbare elektrisch angetriebene Kraftfahrzeuge zu entwickeln. Bisher ist es jedoch nicht gelungen, den Autos mit „Verbrennungskraftmaschinen“ Paroli zu bieten. Die Gründe: Der Mangel an wirklich leistungsfähigen Batterien und der unzureichende Wirkungsgrad der Antriebssysteme. Für die Batteriehersteller ist dieses Anwendungsgebiet dennoch interessant. Die Ölkrise Anfang der 1970er Jahre hat jedenfalls die Entwicklung von Elektrofahrzeugen deutlich angekurbelt. Beim Batterieproduzenten Varta meint man, dass für Anwendungen dieser Art insbesondere NiMH- und Lithium-Ionen-Akkus geeignet sind. Nickel-Metallhydrid zeichnet sich durch hohe Entladeleistung und schnelle Ladbarkeit aus. Für Vollelektro- und Hybridfahrzeuge hat Varta drei NiMH-Akkutypen entwickelt. Hochenergie-, Hochleistungs- und Höchstleistungszellen. Die spezifische Energie von Hochenergiezellen liegt bei 80 Wh/kg, bei Höchstleistungszellen werden immerhin 1kW/kg erreicht. Die Entwicklungen wurden vom United States Battery Consortium im Rahmen der „Initiative Partnership for a New Generation of Vehicles“ (PNGV) unterstützt und von der EU gefördert. Für den Einsatz in Fahrzeugantrieben ist auch die Zink-Brom-Batterie gedacht. Hier lagert das aktive Material der positiven Elektrode und der negativen Zink-Elektrode gelöst in einem separaten Tank. Die Energiewerte erreichen 65 bis 70 Wh/kg. Die Ölkrise der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts beflügelte auch die Entwicklung einer weiteren Batterietechnologie: Das Natrium-Schwefel-System, an dem die englische Firma Chloride und BBC (jetzt ABB) arbeiteten. Obwohl Energiewerte über 100 Wh/kg erreicht wurden, stellten die beiden Firmen die Entwicklungen ein. Lediglich die Japaner arbeiten daran weiter.

Luftikus. Für elektrische Antriebe, aber auch für Sicherheitsleuchten und elektrische Zäune werden auch Primärbatterien wie die Zink-Luft-Zelle eingesetzt. Diese Batterie nutzt den Sauerstoffgehalt der Luft als positives „aktives Material“. Die positive Elektrode ist ein poröser Körper aus Kohlenstoff mit Luftzugang. An dieser Elektrode wird der Sauerstoff der Luft reduziert, das aktive Material wird also bei Bedarf der Umgebungsluft entnommen. Die negative Elektrode besteht aus Zink, als Elektrolyt dient eine wässrige Lösung aus Kaliumhydroxid. Vorteil: Das „verbrauchte“ Zink kann extern aufbereitet und wieder verwendet werden. Die Leistungsdaten sind mit etwa 170 Wh/kg sehr gut.

Zukunftsträchtiges Lithium. Getrieben durch Massenwendungen in Handys, Digitalkameras und elektronischem Spielzeug erleben Lithium-Ionen-Akkus derzeit einen regelrechten Boom. Im Vorjahr wurden weltweit mehr als 1,2 Milliarden Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkumulatoren verkauft und verdrängen allmählich die bisher verwendeten NiMH-Batterien. Marktforscher meinen, dass sich in Europa der Anteil der Lithium-Ionen-Packs bis zum Jahr 2007 auf nahezu 70 Prozent erhöhen wird. Das Alkalimetall Lithium als negatives Elektrodenmaterial erlaubt eine besonders hohe Speicherkapazität. Für die Entwicklung wiederaufladbarer Batterien war die Entdeckung entscheidend, dass Lithium mit bestimmten Grafitarten so genannte Interkalationsverbindungen bildet. Das sind Einlagerungen von Ionen in ein Schichtengitter aus Kohlenstoff oder Graphit bei gleichzeitiger Elektronenaufnahme oder -abgabe. Der Vorteil von Lithium-Ionen-Batterien ist die hohe Zellenspannung von rund 3,6 Volt, das ist dreimal so viel wie die von NiCd- oder Nickel-Hydrid-Zellen. Herausragend sind auch die Leistungsdaten mit Werten von 120 Wh/kg bis 270 Wh/kg.

Global Hawk. Auf dem Gebiet der Lithium-Ionen-Technologie arbeitet Varta seit fast zehn Jahren in dem oben erwähnten US-Batteriekonsortium mit. Ziel ist die Entwicklung einer 40-kWh-Batterie für Elektro-Straßenfahrzeuge mit größtmöglicher Zyklen-Lebensdauer und höchster Energie- und Leistungsdichte. Die Aktivkomponenten sind Manganspinell und Kohlenstoff. Der multinationale Konzern Saft, einer der weltweit führenden Batteriehersteller, meldet den ersten Einsatz seiner Lithium-Ionen-Batterien in den unbemannten Luftfahrzeugen „Global Hawk“. Ein Sprecher von Saft America berichtet, dass eine Gewichtseinsparung von 50 Prozent sowie eine Verringerung des Volumens um 20 Prozent im Vergleich zu anderen Batterietechnologien für die Auftragsvergabe entscheidend waren. Li-Ionen-Akkus von Saft wurden auch in den Mars-Rovern „Spirit“ und „Opportunity“ eingesetzt. Auch der Wiener Hersteller von Medizinelektronik, Biegler, vertraut der Li-Ionen-Technologie. Bei den neuesten Infusionswärmern für die Anwendung in Notfällen arbeiten Saft-Batterien der Reihe „Medium Prismatic“ als elektrische Energiequellen. Die Gründe für die Auswahl der Batterien waren auch hier das geringe Gewicht, die hohe Leistung und nicht zuletzt die Zuverlässigkeit in rauen Umgebungsbedingungen.

Neue Anwendungen. Sonnenschein Lithium brachte mit der Bezeichnung „PulsesPlus“ einen neuen Primär-Batterietyp mit hoher Energie und Leistungsdichte heraus, der auf der 3,6-V-Lithiumtechnologie basiert. Hier wird die Li/SOCl₂-Technologie mit einem neuen Speicherelement, dem „Hybrid Layer Capacitor“, kombiniert. Batterien dieser Art zeichnen sich vor allem durch eine hohe Impulsbelastbarkeit aus. Lithiumbatterien von Sonnenschein bewähren sich auch in einem neuen Anwendungsgebiet, das stark im Kommen ist: der automatische Fernablesung von Verbrauchszählern. Der englische Fachausdruck dafür lautet „Automatic Meter Reading – AMR“. Hier werden die Verbrauchsdaten von Strom-, Gas-, Wärme- oder Wasserzähler erfasst und über Funk, Telefon- oder Stromkabel sowie über GSM-Netze oder Satellitenfunk übertragen. Hohe Lebensdauer bis zu 20 Jahren ist dabei gefordert. Der Strombedarf reicht von einigen Milliampere bei Handablesegeräten bis zu 1 bis 2 A in ortsfesten GSM-Modems. Sonnenschein verwendet hierfür Batterien mit der Lithium-Thionylchlorid (LTC)-Technologie. Panasonic Batteries setzt weiter auf Nickel-Metallhydrid-Akkus. Dem Hersteller ist es mit der Serie P6P gelungen, die Leistung dieses Batterietyps um 5 Prozent bis auf 2,1 Ah zu steigern. Tests ergaben, dass mehr als 1.000 Lade- und Entladevorgänge pro Akku möglich sind. Lagert man einen solchen Akku bei Raumtemperatur, so verfügt er nach einem Jahr noch über mehr als 65 Prozent der ursprünglichen Vollladung. Auch weniger bekannte Hersteller wie Ultralife (vertreten durch Beck Elektronik Bauelemente) setzen auf Lithium. So wurde eine neue prismatische Lithium-Ionen-Zelle mit einer Kapazität von 1,8 Ah angekündigt. Das Besondere an dieser Zelle ist eine integrierte Sicherheitsbeschaltung. Akkus haben durchaus ihre Vorteile, aber oft ist es lästig, auf Ladegeräte und Ladezeit angewiesen zu sein, sagt Duracell und bietet als Alternative neue, preiswerte prismatische Primärlithium-Zellen an. Die Serie CP1 ist auf den Einsatz in Digitalkameras zugeschnitten, LP1 soll in tragbaren Audiogeräten wie MP3-Playern seine guten Dienste leisten.

Es geht auch ohne Li. Aber die Batteriewelt besteht nicht nur aus Lithiumzellen. Für photovoltaische und Windkraftwerke empfiehlt beispielsweise Saft eine neue, verbesserte NiCd-Batterie mit der Bezeichnung Sunica.plus. Diese Akkus enthalten ein Alkaline-Elektrolyt, das sich während des Lade- und Entladevorgangs nicht verändert. Sie arbeiten in einem Temperaturbereich von –20 °C bis + 50 °C, sind jedoch noch im Bereich –50 °C bis + 70 °C funktionsfähig. Tests zeigten, dass bei einer 120 Stunden dauernden Entladung bei –40 °C die Kapazität noch mehr als 80 Prozent beträgt. Sunica.plus-Batterien sind beinahe wartungsfrei. Es muss, abhängig von der Applikation, nur in Abständen von ein bis vier Jahren Wasser nachgefüllt werden. Die Lebensdauer wird mit 20 Jahren angegeben. Innovationen gibt es aber weiterhin auch bei Primärbatterien. OxyRide heißt ein neuer Batterietyp aus dem Material Oxy Nickel Hydroxid von Panasonic. „Diese Batterie wurde speziell für die digitale Nutzung und für Geräte mit hohem Stromverbrauch entwickelt und punktet auf dem Markt für Primärzellen vor allem durch Leistungsstärke“, sagt Oliver Zeh, Leiter Handelsbatterien Deutschland und Österreich.