

Müllwelten

Fakten, Hintergründe, Beispiele

Materialien für Schule und Unterricht

Text 3.6

Batterien

Friederike Farsen

Autorin:
Friederike Farsen, Verbraucherzentrale NRW
Redaktion:
Dr. Herbert Bretz
Ursula Wrobel
Herausgeber:
Umwelt- und Verbraucherschutzamt Köln

Batterien und Umwelt

Hintergrundinformationen

Mengen

Der Einsatz von Batterien beziehungsweise Akkus wird immer vielfältiger und umfangreicher, so dass sich der Verbrauch in den letzten 10 Jahren in Deutschland fast verdoppelt hat.

Der Trend zu batteriebetriebenen Geräten hält an: derzeit werden in Deutschland jährlich 1,47 Milliarden Batterien verkauft (33.225 Tonnen 2007), das entspricht 17 Batterien pro Einwohnerin beziehungsweise pro Einwohner und Jahr.

1996 lag die Menge noch bei 870 Millionen Stück, also 11 Batterien. Heute werden 92 Prozent verwertet, 2000 waren es nur 33 Prozent. Rund 14.000 Tonnen gehen jährlich in das Rücknahmesystem (171 Gramm pro Bundesbürger) (1).

Zwar werden heute weniger schadstoffhaltige Batterien und Akkus angeboten, aber nach wie vor enthalten bestimmte Batterien die Schwermetalle Cadmium, Quecksilber oder Blei. Aber auch Nickel oder andere schädliche Inhaltstoffe sind in diesen Produkten zu finden, die die Umwelt und letztendlich über die Nahrungs-kette die menschliche Gesundheit belas-ten.

Definition

Batterien sind „Energieumwandler oder – speicher“: Sie enthalten chemisch gespeicherte Energie, die sich in elektrischen Strom umwandeln lässt, wenn ein elektrischer Verbraucher (Gerät) angeschlossen wird (2). So wird Strom unabhängig vom Stromnetz erzeugt. Die chemische Energie ist je nach Batterietyp und angeschlossenem Gerät früher oder später erschöpft, die Batterie ist „leer“.

Batterieklassen (3)

In der Fachwelt wird der Begriff „Batterien“ als übergeordneter Begriff für chemische Energiespeichersysteme genutzt. Man unterscheidet zwei Klassen, allerdings gibt es mittlerweile auch einen „Zwischentyp“ auf dem Markt:

Primärbatterien

Ist die chemische Energie von Primärbatterien komplett in elektrische Energie umgewandelt worden, ist die Batterie „entladen“ und nicht mehr einsatzfähig. Eine Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie - als Aufladen bezeichneter Vorgang - ist nicht möglich. Primärbatterien machen nach verkauften Stückzahlen rund 91 Prozent des Marktes aus; nach Masse 80 Prozent. Die Alkali-Mangan-Batterie ist die Primärbatterie, die am häufigsten eingesetzt wird, über 62 Prozent der im Jahr 2005 verkauften Menge.

Sekundärbatterien

Sie werden in der Umgangssprache auch als Akkus (Akku-mulatoren) bezeichnet.

Sekundärbatterien sind so konzipiert, dass sie wieder aufgeladen werden können, das heißt elektrische Energie wird über ein Ladegerät zugeführt und in chemische Form wieder gespeichert. Dieser Prozess kann laut Herstellerangaben 500 bis 1000-mal wiederholt werden. Sekundärbatterien machen nach verkauften Stückzahlen rund 8 Prozent des Marktes aus; nach Masse 20 Prozent. Jahrelang waren Nickel-Cadmium-Akkus die häufigsten Akkus, die verwendet wurden, heute sind es Nickel-Metallhydrid-Akkus mit über 5 Prozent der 2005 verkauften Batteriemenge.

RAM: wiederaufladbare Alkali-Mangan-Batterien

Seit einigen Jahren gibt es auch wieder-aufladbare („rechargeable“) Alkali-Mangan-Batterien zu kaufen. Diese tragen im Gegensatz zu den Alkali-Mangan-Primärbatterien den Aufdruck „rechargeable“, „wiederaufladbar“ oder „wiederauffrischbar“. Nur die so gekennzeichneten Alkali-Mangan-Batterien sind so konzipiert, dass sie mit einem auf diesen Batterietyp abgestimmten Ladegerät mindestens 25 Mal wieder aufladbar sind. Dieser Batterietyp macht derzeit nur rund 0,2 Prozent der verkauften Batterien aus.

Batterien lassen sich nach äußerer Form (Art), nach Format (Größe, Durchmesser) und chemischen System (Typ) unter-

scheiden, so dass es auf dem Batterie-markt über 100 verschiedene Batterien gibt.

Umweltbelastungen durch Batterien (4)

Die Energiebilanz ist laut Umweltbundesamt bei Batterien sehr schlecht. Primär-batterien verbrauchen zu ihrer Herstellung circa 40 - 500-mal mehr Energie, als sie bei der Nutzung zur Verfügung stellen.

Batterien gehören zu einer der bedeutendsten Produktgruppen für die Schwermetallbelastung des Hausmülls. So enthielten die im Jahr 2004 in Verkehr gebrachten Batterien circa 700 Tonnen Cadmium, 3 Tonnen Quecksilber, 7 Tonnen Silber, 1.500 Tonnen Nickel und 4.700 Tonnen Zink. Da aber nur ein gutes Drittel der verbrauchten Batterien wieder zurückgegeben und damit sachgerecht entsorgt oder recycelt werden, gelangen zwei Drittel der verbrauchten Batterien (und damit deren gefährliche Inhaltsstoffe) in den Hausmüll oder unkontrolliert in die Umwelt.

Alle Batterien enthalten mehr oder weniger schädliche Stoffe für die Umwelt und letztendlich für unsere Gesundheit. Dazu zählen insbesondere die Schwermetalle, aber auch Säuren und Laugen, die in Batterien zu finden sind.

Schwer-Metalle sind chemische Elemente, das heißt Grundbausteine der Materie, die im chemischen Periodensystem zusammengestellt sind: Sie sind deshalb nicht zerstörbar oder abbaubar. Ihre Menge kann nicht verringert werden: deshalb ist es wichtig, ihren Verbleib zu kennen (in Erzen gebunden, in Batterien genutzt oder unkontrollierbar in Staub und Wasser freigesetzt).

Blei (Pb) und seine Verbindungen sind krebserregend und führen zu akuten und chronischen Vergiftungen. Es wird in den Knochen angereichert und schädigt das Nerven-System.

Cadmium (Cd) ist giftig und krebserregend. Über die Umweltauswirkungen von Cadmium aus Batterien gibt eine Studie

im Auftrag des Umweltbundesamtes gute Auskunft. Das weltweite Haupteinsatzgebiet für Cadmium sind Batterien, denn 72 Prozent der gesamten Produktion wird dafür eingesetzt. Bis zum Jahr 2000 stieg der Einsatz von Cadmium in Nickel-Cadmium-Akkus kontinuierlich an. Danach stagnierte der Markt. Die Nickel-Cadmium-Akkus werden zunehmend von Nickel-Metallhydrid-Akkus und Lithium-Ionen Akkus verdrängt. Lediglich im Bereich der Elektrowerkzeuge wird weiteres Wachstum erwartet. Zukünftig wird der Einsatz von Cadmium in Batterien weiter zurückgehen, da auf EU-Ebene (Europäische Union) ein Verbot erwirkt wurde. In der Studie von 2001 werden vor allem folgende Umweltwirkungen von Cadmium beschrieben (5):

- Cadmium zählt zu den giftigsten Schwermetallen. Es weist eine starke Tendenz zur Anreicherung im menschlichen und tierischen Organismus (insbesondere Niere und Leber) auf.
- Die Produktion hat im 20. Jahrhundert von etwa 100 Tonnen auf 20.000 Tonnen pro Jahr erheblich zugenommen. Entsprechend wuchs der Eintrag durch Abfälle, Abwässer oder Emissionen.
- Die hohe Flüchtigkeit von Cadmium führt zur Anreicherung in Filterstäuben. Die Abscheidung feinstter Staubpartikel stellt erhebliche Anforderungen an die eingesetzte Filtertechnik.
- Durch Klärschlamm und Düngemittel kommt es zu großen Cadmiumeinträgen auf landwirtschaftliche Nutzflächen. Die relativ leichte Aufnahme von Cadmium über Wurzeln in Pflanzen führt zum Eindringen von Cadmium in die Nahrungskette.

Anthropogene Quellen für Cadmiumeinträge sind zusammengefasst: Müllverbrennungsanlagen, Nichteisen-Metallerzeugung, Eisenproduktion, Zementherstellung, Feste Abfälle (wie Batterien, PVC-Abfälle), Klärschlamm, Dünger, Bodenverbesserer.

Quecksilber (Hg) Quecksilber ist giftig: Bei chronischer Vergiftung treten vor allem Nerven- und Hirn-Schäden mit Hör-, Seh- und Bewegungsstörungen, Lähmungen, Immun- sowie Embryonal-Schäden sowie schwere Nierenschäden auf.

Lithium (Li) Vergiftungssymptome sind Müdigkeit, verlangsame Motorik, diffuse Sprache, Verwirrtheit, Zittern, Muskelzucken, Erbrechen und Durchfall.

Mangan-Dioxid (MnO₂, Braunstein) Die Einatmung eines Staub-Wasser-Gemisches (Aerosol) reizt die Atemwege. Die Inhalation des Staues kann zu Bronchitis beziehungsweise Pneumonitis führen. Da es wasserunlöslich ist, führt es zu keiner Wassergefährdung. Im Vergleich zu Blei, Quecksilber und Cadmium ist es aber relativ ungefährlich.

Nickel (Ni) Bei akuter Nickel-Vergiftung über den Magen-Darm-Trakt kommt es zu Brech-Durchfällen; allergische Wirkung.

Silber-1-Oxid (AgO) Silber ist sehr schwer löslich, so dass es nicht ins Fluss- oder Grundwasser gelangt. Vergiftungen sind nicht bekannt.

Säuren und Laugen, die in Batterien verwendet werden, sind in wenig Wasser gelöste Feststoffe (Salze: Ammonium-Chlorid, Kalium-Hydroxid). Wenn Batterien aufplatzen, verdunstet das Wasser und die Salze kristallisieren aus. Da sie aber wasserlöslich sind, können sie durch die Haut-Feuchtigkeit wieder gelöst werden und führen dort zu Verätzungen. Im Straßengraben lösen sie sich im Regenwasser und gelangen in verdünnter Form in Kanalisation, Boden und Grundwasser.

Schwefelsäure aus Blei-Akkus ist eine starke, ätzende Säure, die organisches Material (Haut, Kleidung) zerstört. Sie darf auch unter keinen Umständen mit Wasser verdünnt werden, da sie dann augenblicklich heiß wird und spritzt!

Lithium-Batterien enthalten organische **Lösemittel-Gemische**, die krebsfördernd sein können (zum Beispiel Benzidin).

Gesetzliche Bestimmungen

Batterieverordnung (BattV) von 1998, novelliert 2001

Die Batterie-Verordnung hat zum Ziel, den Eintrag von Schadstoffen in Abfällen durch Batterien einzuschränken. Dieses Ziel soll unter anderem durch das Verbot bestimmter schadstoffhaltiger Batterien erreicht werden sowie durch die Rücknahme, der Verwertung oder sachgerechte Entsorgung von Altbatterien. Die Verordnung unterscheidet Batterien in:

Schadstoffhaltige Batterien

Dazu zählen Batterien:

- die mehr als einen bestimmten Grenzwert an Quecksilber, Cadmium oder Blei enthalten
- Batterien, die mehr als 0,0005 Gewichtsprozent Quecksilber enthalten
- Batterien, die je Zelle mehr als 25 Milligramm Quecksilber enthalten, ausgenommen Alkali-Mangan-Batterien
- Alkali-Mangan-Batterien, die mehr als 0,025 Gewichtsprozent Quecksilber enthalten
- Batterien, die mehr als 0,025 Gewichtsprozent Cadmium enthalten
- Batterien, die mehr als 0,4 Gewichtsprozent Blei enthalten.

Sonstige Batterien: alle Batterien, die die oben genannten Kriterien nicht erfüllen

Starterbatterien: Akkumulatoren, die üblicherweise in Kraftfahrzeugen benutzt werden. Grundsätzlich unterscheidet die Batterieverordnung also Gerätebatterien und Autobatterien; Industriebatterien werden nicht erfasst.

Die wichtigsten Rechte und Pflichten aus Verbrauchersicht

Die Rücknahme müssen Hersteller dadurch sicherstellen, dass sie sich an einem gemeinsamen Rücknahmesystem der Hersteller beteiligen oder ein eigenes Rücknahmesystem einrichten (dies muss nachgewiesen werden).

Hersteller sind durch die Batterie-Verordnung verpflichtet, alle anfallenden Batte-

rien zurückzunehmen, zu verwerten oder sachgerecht zu entsorgen.

Vertreiber und öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger müssen Altbatterien unentgeltlich zurücknehmen. Vertreiber müssen die Batterietypen zurücknehmen, die sie verkaufen, unabhängig von der Marke (wer Knopfzellen verkauft, muss diese zurücknehmen, egal von welcher Marke; wer keine Knopfzellen verkauft, muss auch keine zurücknehmen).

Verbraucherinnen und Verbraucher sind verpflichtet, alle alten Batterien zurückzugeben. Batterien dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden.

Kennzeichnungspflicht: Kennzeichnungspflichtige Batterien sind mit einer durchgestrichenen Mülltonne und dem chemischen Symbol des für die Einstufung als schadstoffhaltig ausschlaggebenden Schwermetalls zu versehen.

Hinweispflicht: Vertreiber, die gewerbsmäßig Batterien an Endverbraucher abgeben, haben (nach Paragraf 12 Batterieverordnung) an für Verbraucherinnen und Verbraucher gut sichtbaren Stellen durch leicht erkennbare und lesbare Schrifttafeln auf folgende Punkte hinzuweisen:

- Batterien können in der Verkaufsstelle oder unmittelbaren Nähe unentgeltlich zurückgegeben werden
- Endverbraucher sind gesetzlich verpflichtet, Altbatterien zurückzugeben
- Bedeutung der Kennzeichen (durchgestrichenen Mülltonne, chemischen Symbole).

Verbot: Batterien oder Geräte mit fest eingebauten Batterien mit mehr als 5 Milligramm pro Kilogramm Quecksilber dürfen nicht mehr in Verkehr gebracht werden. Knopfzellen dürfen maximal 2 Gewichtsprozente Quecksilber enthalten (20 Gramm pro Kilogramm).

Starterbatterien: müssen ebenfalls kostenlos vom Vertreiber zurückgenommen werden. Verbraucherinnen und Verbraucher sind verpflichtet, diese zurückzugeben. Wird beim Kauf einer neuen Starterbatterie keine alte abgegeben, sind Ver-

treiber verpflichtet, ein Pfand in Höhe von 7,50 Euro zu erheben. Das Pfand wird bei Abgabe der alten Starterbatterie erstattet. Die Erhebung des Pfandes unterbleibt also, wenn direkt eine alte Starterbatterie beim Neukauf abgegeben wird.

Europäische Richtlinie 2006

Am 26. September 2006 ist die neue EU-Batterierichtlinie 2006/66/EG in Kraft getreten und muss nun innerhalb der kommenden zwei Jahre durch eine Anpassung der deutschen Batterieverordnung in nationales Recht umgesetzt werden. Bislang sammeln nur sechs Staaten der Europäische Union (EU) Altbatterien ein. Die Sammelquoten liegen bislang zwischen 16 bis 59 Prozent. In der Praxis bedeutet das, dass sechs Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie 25 Prozent und nach 10 Jahren 45 Prozent der Altbatterien und -akkus "möglichst weitgehend getrennt gesammelt" werden müssen. Als Mindestziele für das Recycling wurden Quoten zwischen 50 und 75 Prozent des Gewichts der Sammelmenge festgelegt.

Rücknahme und Recycling

Rücknahme und Sammelquoten

Um die Rücknahme der Geräte-Altbatterien nach Batterie-Verrodung zu gewährleisten, sind Rücknahmesysteme entstanden. Die meisten Hersteller haben sich dem „**Gemeinsamen Rücknahmesystem Batterien**“ (**GRS**) angeschlossen. Darüber hinaus haben andere Hersteller eigene Rücknahmesysteme gegründet. Die bekanntesten betreiben die Firma Bosch und die Vereinigung für Wertstoff-Recycling.

Daten zum Batterierücknahmesystem der GRS 20007

Mengenangaben	Batterien/Akkus
Menge in 1.000	1.471.616
Masse in Tonnen	33.225
Rückgabemenge in Tonnen	14.132
Rückgabequote in Prozent	35,4
Recyclingquote in Prozent	92

Recycling von Altbatterien

Zur Gewährleistung einer umwelt- und kostenverträglichen Verwertung werden alle Gerätebatterien nach der Sammlung in die elektrochemischen Systeme getrennt. Dies erfolgt mittels Röntgenverfahren oder durch ein elektromagnetisches Verfahren. Alle Alkali-Mangan und Zink-Kohle-Batterien durchlaufen nach der Sortierung einen UV-Sensor. Dieser erkennt quecksilberfreie Alkali-Mangan und Zink-Kohle-Batterien. Quecksilberfrei Batterien können kostengünstiger verwertet werden. Die Reinheit der Fraktionen hängt stark von der Sauberkeit der Batterie-Gemische ab, da stark korrodierte Batterien nur schlecht erkannt werden. Das Recycling konzentriert sich auf die Rückgewinnung von Metallen wie Silber, Eisen, Nickel, Kupfer, Blei, Quecksilber und Cadmium.

Entsorgung

GRS (Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien) kann derzeit 18 Prozent der eingesammelten Altbatterien nicht verwerten, dabei handelt es sich hauptsächlich um Batteriegemische und quecksilberhaltige Alkali-Mangan-Batterien. Diese werden laut GRS (Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien) derzeit auf Sonderabfalldeponien entsorgt. Da allerdings nur ein Drittel der Altbatterien zurückgegeben wird, wird ein Großteil der Batterien und Akkus entweder über den Hausmüll und andere ungeklärte Entsorgungswegen entsorgt. Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass durch die mangelhafte Rückgabe so rund 400 Tonnen Cadmium pro Jahr unkontrolliert in die Umwelt gelangen. Laut GRS (Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien) gibt es aber in den Haushalten wahrscheinlich noch ein großes Potenzial von ausgedienten Batterien, die „nur“ gesammelt, aber nicht zu den Rückgabestellen im Handel gebracht werden.

Umgang mit Batterien und Akkus

Das sollte man beachten:

- Prüfen, ob Batteriebetrieb wirklich notwendig ist, auf mechanische, netz- oder solarabhängige Alternative zurückgreifen:
- Strom aus der Steckdose ist viel billiger als aus der Batterie. Sich im Badezimmer "schnurlos" zu rasieren, wäre unsinnig.
- Prüfen, ob Primärbatterie oder Sekundärbatterie eingesetzt werden sollen.

Empfehlungen zu Primärbatterien:

- Zink-Kohle-Batterien sollten nur bei ganz geringen Ansprüchen an die Batterie gekauft werden; sie sind zwar preiswert, aber auch sehr schnell leer, so dass vergleichbar viel Abfall entsteht.
- Alkali-Batterien sind drei- bis fünfmal leistungsfähiger als die billigeren Zn-Kohle-Batterien. Dadurch braucht man seltener neue und spart Geld und Abfall.
- Lithium-Batterien für höchste Ansprüche verwenden, zum Beispiel Fotoapparate.
- Mit den 1.5 Volt-Lithium-Batterien steht eine (fast) ideale Energiequelle zur Verfügung. Für Digital-Kameras (2 Mignon-Zellen) ist dies die beste Lösung trotz des höheren Preises.

Bei häufigem Bedarf Akkus bevorzugen:

- Wenn Batterien mehr als einmal im Monat ersetzt werden müssen, so lohnt es sich, Akkus zu verwenden. Akkus können bis zu 1000-mal wieder aufgeladen werden, wenn das Lade-Gerät gut ist, aber das hat auch seinen Preis.
- Nickel-Metall-Hydrid- oder Lithium-Ionen-Akkus bevorzugen
- Nickel-Cadmium-Akkus vermeiden
- RAM-Batterien sind speziell für die Regeneration entwickelte „rechargeable“ Alkali-Mangan-Batterien. Da sie sich im Vergleich zu normalen Akkus kaum

selbst entladen und eine höhere Netzspannung aufweisen (1,5 Volt statt 1,2 Volt), eignen sie sich für Geräte, die nicht so oft in Betrieb sind oder die eine höhere Spannung benötigen.
Dazu zählen: Taschenlampen, Spielzeug, Discman, Walkman.

Benutzte Literatur

- (1) GRS (2008): Erfolgskontrolle 2007, Seite 13-14; Anmerkung: Die Menge der von GRS-Nutzern in Verkehr gebrachten Batterien entspricht circa 90 Prozent des Marktes.
- (2) Varta AG
- (3) GRS (2005): Die Welt der Batterien und Erfolgskontrolle 2005
- (4) Umweltbundesamt (2006): Batterien und Akkus
- (5) Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (2001): Untersuchung von Batterieverwertungsverfahren und –anlagen hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Relevanz unter besonderer Berücksichtigung des Cadmiumproblems; im Auftrag des UBA, Juli 2001

Fach-Literatur

Baumann, W; Muth A (1997): „Batterien – Daten und Fakten zum Umweltschutz“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1997

Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (2001): Untersuchung von Batterieverwertungsverfahren und –anlagen hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Relevanz unter besonderer Berücksichtigung des Cadmiumproblems; im Auftrag des UBA; Juli 2001

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-infodaten/daten/batterien.htm>

Elektro-Chemie:

http://www.ife.ee.ethz.ch/~zinniker/batak/BatAk_Chemie.pdf

Informationen zur Batterie-Verordnung:
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/batteriev_info.pdf

http://www.umwelt-online.de/regelwerk/abfall/bat_ges.htm

GRS (2008): Erfolgskontrolle 2007,
http://www.grs-batterien.de/fileadmin/user_upload/Download/Wissenswertes/erfolgskontrolle_2007.pdf

Bild der Wissenschaft (2004): Kraftvolle Zwergen, Seite 100ff; 2/2004

Material für Schulen und Verbraucher

Umweltbundesamt (2006): „Batterien und Akkus – das wollten Sie wissen!“
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/pdf/I/3057.pdf>

Merkblatt zu Batterien:

http://www.ife.ee.ethz.ch/~zinniker/batak/Merkblatt_Batterien_und_Akkus.pdf

Broschüre „Die Welt der Batterien, Funktion, Systeme, Entsorgung“:
http://www.grs-batterien.de/umwelt/download/welt_bat.pdf

Energizer (2001): Die Batterien von A –Z

Lernmodule Batterien und Akkus:

<http://www.inobat.ch.index.php?d=148&L=0>

Materialien für Grundschüler

Die kleine Welt der Batterien. Ich bin ein Batterie-Experte!

http://www.grs-batterien.de/fileadmin/user_upload/Download/Wissenswertes/GRS_Lehrmaterial_final.pdf

Poster „Montage und Aufbau einer Alkali-Mangan Batterie“ von Varta:

http://www.ife.ee.ethz.ch/~zinniker/batak/fabrik/var_alk.jpg

Poster „So funktioniert die Batterie-Rücknahme“: <http://www.grs-batterien.de/ger/informationen/download/ruecknah.pdf>

Poster „Batterie-Typen-Kunde“:
<http://www.grs-batterien.de/ger/informationen/download/typenkun.pdf>

Poster „Umweltschutz“: <http://www.grs-batterien.de/ger/informationen/download/umweltsc.pdf>

Produkt-Tests

„Positiv und negativ“, Alkali- und Zink-Kohle-Batterien im Test, StiWa 2/2006

„Nicht alle leben lange“ NiMH-Akkus, StiWa 1/2005, Seite 55f

„Strom für den Strand“ Akkuladegeräte, StiWa 672003, Seite 60ff

„Voll geladen“ NiMH-Akkus, Ökotest 4/2000, Seite 72ff

