

Zurück
für die
Zukunft!

BATT-INFO-SET

Batterien als Thema im Unterricht und in der Projektarbeit



STIFTUNG GEMEINSAMES RÜCKNAHMESYSTEM BATTERIEN

Heidenkampsweg 44 · 20097 Hamburg · Telefon (0 18 05) 80 50 30 · Fax (0 18 05) 80 50 31 · www.grs-batterien.de

INHALTSVERZEICHNIS

Batterien als Thema im Unterricht und in der Projektarbeit.....	2
Lernziele, die sich mit der Behandlung der Themen Batterien und Batterierecycling verbinden lassen.....	3
Info-Bausteine zur Gestaltung einer Unterrichtseinheit zu den Themen Batterien und Batterierecycling.....	4
1. Wissenswertes zu Batterien.....	5
1.1 Wie alles angefangen hat... ..	5
1.2 Aufbau und Funktionsweise einer Batterie.....	5, 6
1.3 Die wichtigsten Bauformen bei Gerätebatterien.....	7, 8
1.4 Die verschiedenen Batteriesysteme und ihre Vor- und Nachteile.....	9, 10
1.5 Projektierungshinweise.....	11–17
2. Batterien und Umwelt.....	18
2.1 Warum Batterien nicht in den Hausmüll gehören.....	18
2.2 Das Gemeinsame Rücknahmesystem Batterien.....	18
2.3 Das Sortieren.....	19
2.4 Das Recycling.....	20, 21, 22
3. Das Verbraucherverhalten bei der Rückgabe von Altbatterien als Ausgangsthema der (fächerübergreifenden) Projektarbeit.....	23, 24, 25
Kontaktadressen und Tipps für weiterführende Informationen.....	26
Übersicht zu den begleitenden Unterrichtsmaterialien.....	27
Impressum.....	28



BATTERIEN ALS THEMA IM UNTERRICHT UND IN DER PROJEKTARBEIT

LIEBE LEHRERINNEN UND LEHRER,

Batterien sind aus unserem Leben nicht wegzudenken. Sie sorgen heute beileibe nicht mehr nur dafür, dass Wecker, Armbanduhren oder Taschenlampen ihren Dienst leisten, sondern begleiten und helfen uns in fast allen Lebensbereichen. Batterien und Akkus machen uns beweglicher, flexibler und unabhängiger. Schnurlose Telefone, Handys, Notebooks, Personenrufgeräte, Hörhilfen, Akku-Bohrschrauber, tragbare Audiogeräte vom klassischen Walkman bis zum Minidisc-Rekorder – sie alle funktionieren nur dank einer mobilen Stromversorgung durch Batterien. Bei der Herstellung und Entsorgung der Batterien und Akkus hat sich in den letzten Jahren viel getan: Um den enorm gestiegenen Anforderungen und der Fülle neuartiger Anwendungsbereiche gerecht zu werden, wurden kontinuierlich neue Systeme entwickelt. Die Batterien von heute sind nicht nur umweltverträglich, sondern werden je nach eingesetzter Technologie auch immer leistungsfähiger, kompakter und leichter. Ein vielseitiges und unter technischen wie ökologischen Gesichtspunkten interessantes Thema also.



DR. JÜRGEN FRICKE

Batterien haben einen unmittelbaren Bezug zum Alltagsleben und zur Erfahrungswelt der Schüler. Deshalb eignen sie sich als Gegenstand sowohl für den regulären Unterricht als auch für Vertretungsstunden. Darüber hinaus sind sie ein Ansatzpunkt für die fächerübergreifende Projektarbeit. Am Beispiel Batterien lassen sich Grundkenntnisse der Elektrizitätslehre und von Elektronenübertragungsreaktionen vermitteln, wie sie der Physik- und Chemieunterricht in Sekundarstufe I vorsehen. Ausgehend von der Frage, was mit den Batterien nach ihrem Gebrauch geschieht, können aber auch Probleme der Mülltrennung, der Abfallentsorgung und des Recyclings aufgegriffen werden mit dem Ziel, das Umweltbewusstsein der Schüler zu fördern. Eine Einführung hierzu ist in Sekundarstufe I Gegenstand des Biologie- bzw. Chemieunterrichts, intensiver werden Recyclingverfahren dann im Chemie- und Technikunterricht der Sekundarstufe II behandelt.

Diese Broschüre bietet Ihnen knapp skizzierte Informationen als Bausteine für die Gestaltung einer Unterrichtseinheit und praktische Hinweise zur Organisation unterrichtsbegleitender Aktivitäten rund um das Themenfeld Batterien, Batterierückgabe und -recycling. Arbeitsmaterialien (Overheadfolien bzw. Kopiervorlagen) für den Einsatz im Unterricht ergänzen die Broschüre. Die Materialien können Sie sich aus dem Internet unter <http://www.grs-batterien.de> herunterladen.

Wir hoffen, dass Ihnen das BATT-Info-Set interessante Informationen und Anregungen liefert, und freuen uns über Ihre Anmerkungen und Vorschläge zur Weiterentwicklung der Unterlagen. Gern können Sie und Ihre Schüler/innen uns konkrete Arbeitsbeispiele und -ergebnisse aus einzelnen Unterrichtsprojekten zusenden. Die interessantesten Projekte werden, selbstverständlich mit Nennung der Schule, auf unserer Website vorgestellt.



*Dr. Jürgen Fricke, Vorstandsvorsitzender GRS Batterien
Hamburg, im Juni 2003*

LERNZIELE, DIE SICH MIT DER BEHANDLUNG DER THEMEN BATTERIEN UND BATTERIERECYCLING VERBINDEN LASSEN

Schüler/innen in den UNTEREN KLASSEN DER SEKUNDARSTUFE I sollen

- Stromkreise aus elektrischer Quelle, Glühlampen und Verbindungskabeln aufbauen können und einfache Parallel- und Reihenschaltungen kennen,
- wissen, dass elektrische Quellen und Verbraucher zusammenpassen müssen und dass dies mit Hilfe der angegebenen Nennspannung überprüft werden kann,
- wissen, welchen Stellenwert Batterien in unserem Alltagsleben haben,
- wissen, dass verbrauchte Batterien aus ökologischen Gründen nicht in den Hausmüll gehören, sondern zurückgegeben werden müssen,
- wissen, dass für die Rückgabe von Altbatterien spezielle Behälter (grüne BATT-Boxen) in allen Geschäften stehen, wo es Batterien zu kaufen gibt,
- wissen, dass auch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger Batterien zurücknehmen.



In den OBEREN KLASSEN DER SEKUNDARSTUFE I sollen Schüler/innen darüber hinaus

- elektrischen Strom als Bewegung von Ladungen und in metallischen Leitern als Elektronenfluss deuten können,
- wissen, dass die Stromstärke im Stromkreis einerseits von der elektrischen Quelle und andererseits vom Verbraucher bestimmt wird,
- der elektrischen Quelle die Spannung als kennzeichnende Größe zuordnen können und wissen, warum man sie zusätzlich zur Stromstärke einführt,
- elektrische Quellen als Energiewandler deuten können,
- wissen, wie Batterien und Akkus funktionieren und worin die Vorzüge bzw. Nachteile der beiden Batterieformen bestehen,
- wissen, wie Batterien entsorgt bzw. recycelt werden (Wertstoffkreislauf).



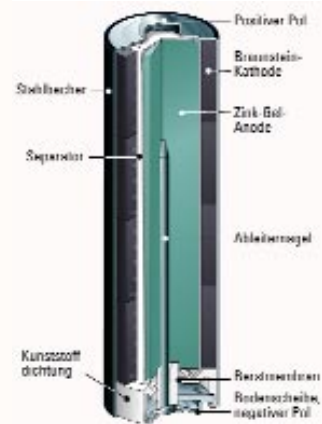
In SEKUNDARSTUFE II sollen Schüler/innen darüber hinaus

- verschiedene elektrochemische Batteriesysteme, ihre Funktionsweise und Vor- und Nachteile kennen,
- die Grundsätze der Abfallwirtschaft und die Voraussetzungen für das Recycling von Rohstoffen kennen,
- verschiedene Recyclingverfahren für Primärbatterien und Akkus kennen.

INFO-BAUSTEINE ZUR GESTALTUNG EINER UNTERRICHTSEINHEIT ZU DEN THEMEN BATTERIEN UND BATTERIERECYCLING

DIE UNTERRICHTSEINHEIT ZU DEN THEMEN BATTERIEN UND BATTERIERECYCLING SETZT SICH AUS DREI THEMATISCHEN INFO-BAUSTEINEN ZUSAMMEN.

1. Wissenswertes zu Batterien



2. Batterien und Umwelt



3. Das Verbraucherverhalten bei der Rückgabe von Altbatterien als Ausgangsthema der (fächerübergreifenden) Projektarbeit



1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

ALS EINSTIEG IN DIE BEHANDLUNG DES THEMAS BIETET ES SICH AN, DIE SCHÜLER ZUNÄCHST EINMAL RESÜMIEREN ZU LASSEN, IN WELCHEN BEREICHEN (BERUF, FREIZEIT, KOMMUNIKATION ETC.) HEUTE BATTERIEN ZUM EINSATZ KOMMEN, UM BEWUSST ZU MACHEN, WELCHEN STELLENWERT DIE MOBILE STROMVERSORGUNG IN UNSEREM ALLTAGSLEBEN HAT.

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN



1.1 Wie alles angefangen hat...

Die Geschichte der Batterien begann mit der naturwissenschaftlichen Untersuchung der Elektrizität. Die Entstehung elektrischer Energie bei chemischen Vorgängen wurde zuerst 1789 von dem italienischen Mediziner Luigi Galvani (1737–1798) beobachtet. Zehn Jahre später baute der Physiker Alessandro Volta (1745–827) die ersten stromliefernden galvanischen Elemente und vereinigte sie auch schon zu Batterien. Die Urform des Akkus, die so genannte Rittersche Säule, wurde 1802 von Johann Wilhelm Ritter entwickelt.

Luigi Galvani

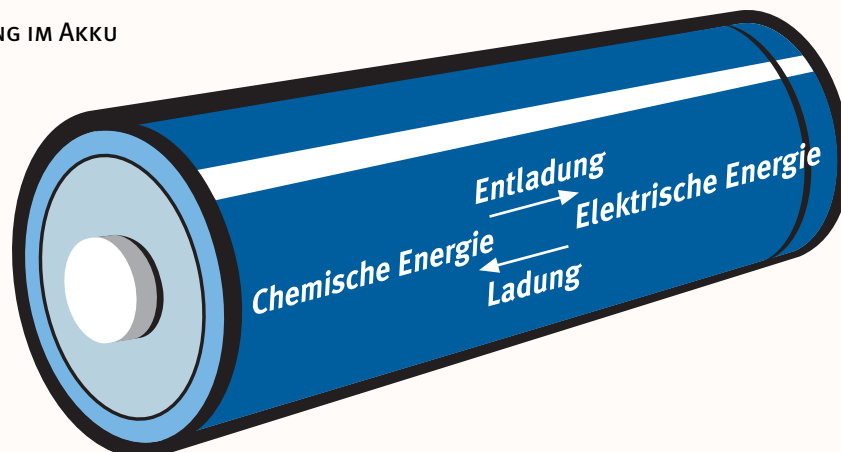
Einige Schlüsseldaten zu den Anfängen der mobilen Stromversorgung bietet **FOLIE 1** der Unterrichtsmaterialien.

1

1.2 Aufbau und Funktionsweise einer Batterie

Batterien enthalten chemisch gespeicherte Energie, die bei der Entladung in elektrischen Strom umgewandelt wird. Primärbatterien kann man nur einmal entladen. Sekundärbatterien, auch Akkumulatoren oder kurz Akkus genannt, können nach Gebrauch in einem Ladegerät viele Male wieder aufgeladen werden. Bei diesem Ladevorgang wird von außen zugeführte elektrische Energie erneut als chemische Energie gespeichert.

ENERGIEUMWANDLUNG IM AKKU



1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

Die kleinste Einheit einer Batterie heißt (galvanische) Zelle. In der Regel besteht eine Batterie aus mehreren Zellen, die elektrisch zu einer Einheit zusammengeschaltet sind. Für die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie werden zwei Elektroden gebraucht, die im Inneren der Zelle durch eine den elektrischen Strom leitende Lösung (den Elektrolyt) miteinander in Verbindung stehen. Die eine Elektrode besteht aus einem Metall (zum Beispiel Zink oder Lithium). Sie baut innerhalb des Elektrolyts ein negatives Potenzial auf und bildet somit den negativen Pol der Zelle. Die zweite Elektrode besteht aus einer elektronenleitenden und sauerstoffreichen Verbindung (zum Beispiel Braunstein, Silberoxid, Nickelhydroxid). Sie baut innerhalb des Elektrolyts ein positives Potenzial auf und bildet dementsprechend den positiven Pol der Zelle.

FOLIE 2:

Die Batterie im elektrischen Stromkreis (Quelle: Kiehne)

2

FOLIE 3:

Die chemischen Vorgänge in einer Batterie (Quelle: Kiehne)

3

FOLIE 4:

Montage und Aufbau einer Alkali-Mangan-Batterie
(Quelle: Varta)

4



1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

1.3 Die wichtigsten Bauformen bei Gerätebatterien



Batterien werden in den verschiedensten Anwendungsbereichen eingesetzt, was eine Vielzahl von unterschiedlichen Bauformen und -größen erfordert. Man unterscheidet:

- Rundzellen (als Primärbatterien und Akkus) sind nach wie vor die meistverkaufte Bauform. In den von ihrer zylindrischen Form her gleich aussehenden Gehäusen verbergen sich unterschiedliche Konstruktionen, beispielsweise mit gepressten oder gewickelten Elektroden. Werden die Elektroden aufgewickelt, kann eine größtmögliche Elektrodenoberfläche auf kleinstem Raum untergebracht und eine hohe Energiedichte erzielt werden.

- Knopfzellen (als Primärbatterien und Akkus) sind Batterien, deren Durchmesser gleich groß oder größer ist als ihre Höhe. Sie werden vor allem eingesetzt für Geräte, die einen Energiespender brauchen, der klein, leicht und trotzdem leistungsstark ist.



Systeme und Anwendungsbereiche von Knopfzellen zeigt Folie 5.

- Prismatische Zellen (als Primärbatterien und Akkus)
Eine der bekanntesten prismatischen Batterien ist die so genannte 9-Volt-Block-Batterie.



- Power Packs (als Akkus) haben Elektroden, die aus flachen Platten bestehen. Man findet sie fast ausschließlich in für bestimmte Geräte (beispielsweise Notebooks) hergestellten Akku-Packs. Da Packs sehr flach gebaut werden können, eignen sie sich für Geräte, die selbst so flach sind, dass man keine Rundzellen in sie einsetzen kann (beispielsweise Palmtops oder Handys).



1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

5

FOLIE 5:

Knopfzellen (Primärbatterien und Akkus) und ihre typischen Einsatzbereiche

Batteriesystem	Nennspannung (Volt)	Anwendungsbeispiel
Lithium-Mangan	3,0	Taschenrechner, Uhren, Fernbedienungen
Silberoxid-Zink	1,55	Uhren, Fotoapparate, Taschenrechner
Alkali-Mangan-Zink	1,5	Taschenrechner
Zink-Luft-Knopfzelle	1,4	Hörgeräte, Personrufgeräte
Quecksilberoxid-Zink*	1,35	Fotoapparate, Hörgeräte, Uhren
Nickel-Cadmium (aufladbar)	1,2	Speichersicherung Computer
Nickel-Metallhydrid (aufladbar)	1,2	Pager

Quellen: Kiehne/Varta

*Seit 2001 ist das In-Verkehr-Bringen von Quecksilberoxid-Batterien und anderen quecksilberhaltigen Batterien (außer Knopfzellen) in Deutschland verboten.

1980 entstand eine Knopfzelle mit einem Durchmesser von 6,8 mm und 0,7 mm Höhe. Sie wird für Damenarmbanduhren verwendet.

FOLIE 6:

Primärbatterien: die meistverkauften Baugrößen, ihre Bezeichnungen und typischen Einsatzbereiche

6

Handels-Bezeichnung	Maße (mm)	International (IEC)		USA-Bezeichnung	Spannung (Volt)	Anwendungsbeispiel
		Alkali-Mangan	Zink-Kohle			
Micro	10,5 x 44,5	LR 3	R 3	AAA	1,5	Fernbedienungen, Fotoapparate
Mignon	14,5 x 50,5	LR 6	R 6	AA	1,5	Tragbare CD-Player
Baby	26,2 x 50,0	LR 14	R 14	C	1,5	Kofferradio
Mono	34,2 x 61,5	LR 20	R 20	D	1,5	Tragbare Hifi-Anlagen
E-Block	26,5 x 17,5 x 48,5	6 LR 61	6 F 22	9 V	6 x 1,5 = 9	Fernbedienungen

Quellen: Kiehne/Duracell

Jede Batterie ist mit Angaben zum Hersteller, zum Batterietyp und zur Spannung versehen. Alle Baugrößen werden auch als wieder aufladbare Batterien angeboten (Spannung 1,2 Volt). Damit sie vom Verbraucher nicht mit Primärbatterien verwechselt werden, tragen sie in der Regel den Hinweis Akku / wieder aufladbar (rechargeable).



1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

1.4 Die verschiedenen Batteriesysteme und ihre Vor- und Nachteile

Je nachdem, welche Stoffe als Elektroden und Elektrolyte verwendet werden, spricht man von verschiedenen elektrochemischen Systemen. Sie unterscheiden sich in ihrer Spannung, Kapazität und Leistung und kommen infolgedessen für jeweils andere Anwendungen bzw. Geräte in Frage.

Jedes Jahr werden in Deutschland über 1,1 Milliarden Gerätebatterien in Verkehr gebracht. Etwa 85 Prozent davon sind Primärbatterien, etwa 15 Prozent Akkus.

FOLIE 7:

Batterien (gesamt), die 2001/2002 von den Nutzern des GRS Batterien in Verkehr gebracht wurden (prozentuale Anteile der verschiedenen elektrochemischen Systeme). Quelle: GRS Batterien

7

Primärbatterien (einmal entladbar)

Über 80 Prozent der verkauften Primärbatterien sind Zink-Kohle- und Alkali-Mangan-Batterien. Die Zink-Kohle-Batterie geht zurück auf die Erfindung des französischen Ingenieurs Georges Leclanché (1860). Dieses klassische Batteriesystem ist nach wie vor eine günstige Alternative, vor allem für den Betrieb von Geräten im unteren Leistungsbereich oder bei unregelmäßigem Einsatz (z. B. in Taschenlampen). Seit den 1980er Jahren wird es zunehmend verdrängt durch die leistungsstärkeren Alkali-Mangan-Batterien.

Schon seit der ersten Hälfte der 1990er Jahre verwenden alle namhaften europäischen Hersteller bei der Produktion von Alkali-Mangan- und Zink-Kohle-Batterien kein Quecksilber mehr. Auch die früher vor allem für Hörgeräte eingesetzten Quecksilberoxid-Knopfzellen werden von umweltfreundlicheren Systemen, beispielsweise Zink-Luft-Knopfzellen, abgelöst. Seit 2001 ist es in Deutschland verboten, Quecksilberoxid-Batterien und quecksilberhaltige Zink-Kohle- und Alkali-Mangan-Batterien in Verkehr zu bringen. Ausgenommen sind lediglich Knopfzellen.

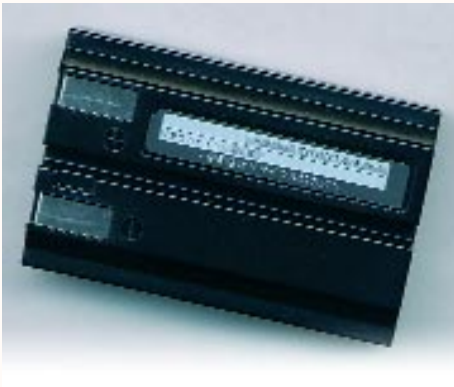
An Bedeutung gewinnen Lithium-Primärbatterien, denn dieses Leichtmetall liefert eine drei- bis viermal höhere Spannung als andere Materialien.

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

Sekundärbatterien (Akkus, wieder aufladbar)

Nickel-Cadmium-, Nickel-Metallhydrid- und Lithium-Ionen-Batterien/Akkus sind bei den Gerätebatterien die gängigsten wieder aufladbaren Systeme. Am weitesten verbreitet sind derzeit Nickel-Cadmium-Akkus, denn das System ist preiswert und eignet sich sehr gut für Geräte mit hohem Stromverbrauch und den Einsatz bei niedrigen Temperaturen. Verglichen mit anderen Systemen hat es jedoch eine relativ geringe Kapazität. Zudem enthält es Cadmium. Mit der Cadmium-Elektrode hängt es auch zusammen, dass bei Nickel-Cadmium-Akkus der so genannte Memory-Effekt auftreten kann. Akkus diesen Typs müssen deshalb immer erst richtig entladen werden, bevor man sie neu auflädt. Aus diesen Gründen haben Nickel-Metallhydrid-Akkus inzwischen an Bedeutung gewonnen. Sie enthalten anstelle des Cadmiums eine Metalllegierung, die Wasserstoff speichern kann. Dadurch verfügen sie über ein großes elektrochemisches Speichervermögen bei geringem Platzbedarf. Ihre Kapazität ist doppelt so hoch wie die der Nickel-Cadmium-Systeme. Nickel-Metallhydrid- und Lithium-Ionen-Akkus kennen keinen Memory-Effekt. Ein geringfügiges Absinken der Ladespannung lässt sich bei ihnen

ausgleichen, indem man die Akkus von Zeit zu Zeit komplett entlädt und dann wieder auflädt. Lithium-Ionen-Akkus, die jüngste Technologie bei den wieder aufladbaren Batterien, bieten die größte Kapazität. Ein weiterer Vorzug: Im Gegensatz zu anderen Akkus findet bei Lithium-Ionen-Systemen auch bei einer mehrmonatigen Lagerzeit nur eine äußerst geringe Selbstentladung statt.



FOLIE 8 UND 9:

Übersicht über die bei Primärbatterien und Akkus eingesetzten elektrochemischen Systeme und Benennung ihrer Vor- und Nachteile sowie typischer Anwendungsbereiche.

*Lithium-Polymer
(Quelle: Varta)*

8

9

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

1.5 Projektierungshinweise: die Auswahl der richtigen Batterie bei der Projektierung eines Gerätes

Immer ist anzustreben:

„Optimale Gerätefunktion bei möglichst geringer Leistungsaufnahme.“

Bevor der Anwender, Entwickler oder Konstrukteur sich für einen bestimmten Batterietyp entscheidet, sollte er alle Möglichkeiten ausschöpfen, um mit Hilfe der Elektronik und moderner Werkstoffe den Wirkungsgrad des Gerätes zu verbessern. Hierdurch ist die Einsparung erheblicher Energiemengen für die Steuerung und Funktion des Gerätes möglich. Hierzu gehört auch eine automatische Abschaltung nach Gebrauch.

Wenn die Konstruktion des Gerätes fertig gestellt und optimiert ist, liegen Belastungsprofil und Leistungsbedarf des Gerätes fest. Die Aufgabenstellung lautet dann:

„Wahl einer Batterie so klein und wirtschaftlich wie möglich, aber so groß wie nötig.“

Batteriegeladene elektrische Geräte arbeiten, von wenigen Ausnahmen abgesehen, mit Gleichstrom, so dass die im Versuch oder rechnerisch ermittelte Leistungsaufnahme nach der Gleichung

$$N = U \times I$$

definiert wird. Hierin sind:

U = Arbeitsspannung des Gerätes = Entladespannung der Batterie,
oder für die Rechnung = mittlere Entladespannung der Batterie

I = Stromaufnahme des Gerätes = Entladestrom der Batterie

Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades (η) ergibt sich als Nennleistung des Gerätes:

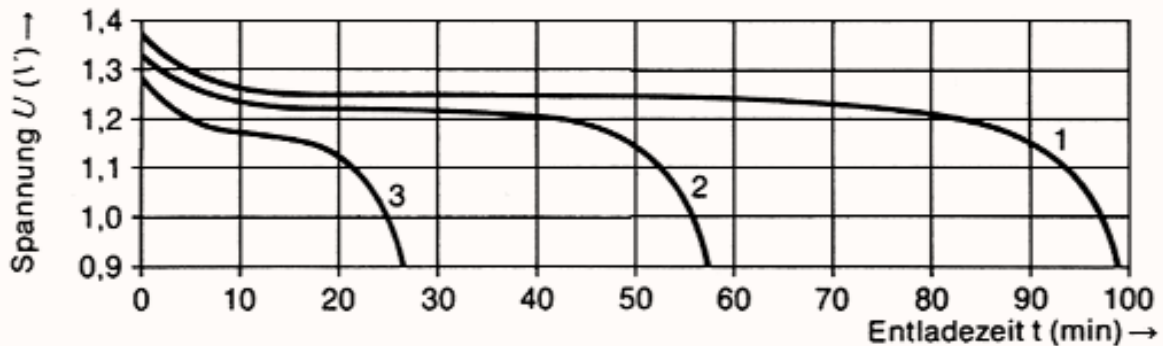
$$N = U \times I \times \eta$$

Die errechenbare Nennleistung ist nur als Mittelwert anzusehen, mit einer Streuung von ca. $\pm 20\%$. Die Ursachen dafür sind:

- Batterien zeigen kein konstantes Leistungsverhalten
- die Batteriespannung nimmt während der Entladung kontinuierlich ab
- der Entladestrom verändert sich aufgrund sinkender Batteriespannung und des sich ändernden Belastungsprofils des Gerätes.

Die verschiedenen Batteriesysteme haben ein unterschiedliches Niveau der Entladespannung bei spezifisch gleicher Belastung. Bei von der Raumtemperatur von ca. $20\text{ }^\circ\text{C}$ abweichenden Temperaturen hin zu tiefen Temperaturen wird das Niveau der Entladespannung niedriger. Je höher der Entladestrom, desto niedriger ist das Niveau der Entladespannung bei verkürzter Entladezeit. Dieses Verhalten einer Batterie zeigt im Prinzip Folie 10.

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN



FOLIE 10:

Spannungsverhalten einer wieder aufladbaren NiCd-Zelle mit Sinter-Elektroden bei unterschiedlichen Belastungen

1 → 6 x Nennstrom, 2 → 10 x Nennstrom, 3 → 20 x Nennstrom.

Für eine detaillierte Projektierung sind die Produktspezifikationen der Hersteller heranzuziehen.

Die Anzahl der in ein Gerät einzubauenden Zellen ergibt sich aus:

$$\text{Zellenzahl} = \frac{\text{Nennspannung des Gerätes}}{\text{Nennspannung des gewählten Systems}}$$

Hierbei ist die Nennspannung des Gerätes gleichzeitig die Nennspannung der Batterie (Nennwerte sind normenmäßig festgelegte Kennwerte).

In die Leistungsberechnung wird nicht die Nennspannung, sondern die mittlere Entladespannung, die von der Belastung der Batterie abhängig ist, eingesetzt.

Bei elektrischen Geräten unterscheidet man folgende unterschiedliche Belastungsprofile:

1. Gleichmäßige Strombelastung

Diese Belastungsart liegt vor, wenn der Laststrom völlig kontinuierlich ist oder kurzzeitig impulsartig bis max. 100 % vom Dauerwert abweicht. Der Laststrom, multipliziert mit der gewünschten Betriebszeit pro Batterie, ergibt die erforderliche Batteriekapazität; für kurzzeitig auftretende Stromspitzen wird ein Zuschlag von 5 bis 10 % auf den errechneten Kapazitätswert vorgenommen.

Ist beispielsweise ein elektronischer Speicher, der einen Dauerstrom von 7 μA aufnimmt, mindestens drei Monate abzusichern, so ist eine Batterie mit einer Kapazität von $2.200 \text{ h} \times 7 \mu\text{A} = 15.400 \mu\text{Ah} = 15,4 \text{ mAh}$ erforderlich.

Während der Betriebszeit darf dabei die Spannung nicht unter den vorgeschriebenen Wert, z. B. 1,5 V, absinken: Hierfür sind zwei Primärknopfzellen oder auch zwei Nickel-Cadmium-Zellen vorzusehen. Auch eine Lithium-Zelle ist ausreichend.

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

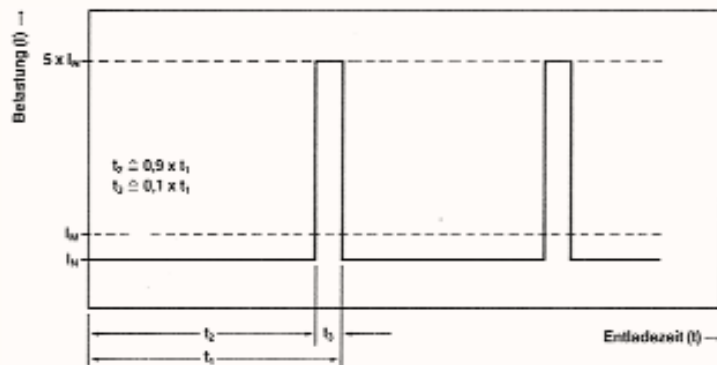
2. Ungleichmäßige Strombelastung

Ergibt sich ein Belastungsprofil, bei dem die auftretenden Laststromveränderungen bis zum Fünffachen über dem Nennwert liegen (siehe Folie 11), kann mit genügender Genauigkeit die erforderliche Batteriekapazität mit dem mittleren Belastungsstrom festgelegt werden. Bei dem gezeigten Beispiel, das der Belastung bei einigen Messgeräten entspricht, liegt der mittlere Belastungsstrom etwa bei $1,4 \times I_N$. Je länger die Stromspitzen dauern, desto größer wird der mittlere Belastungsstrom, der, multipliziert mit der erforderlichen Betriebsdauer, die Batteriekapazität ergibt. Dabei ist aber zu prüfen, ob bei der höheren Belastung die Spannungslage der Batterie ausreichend ist. Die festgelegte Entladeschlussspannung darf auch bei Auftreten der Belastungsspitzen nicht unterschritten werden.

3. Stark wechselnde (intermittierende) Belastung

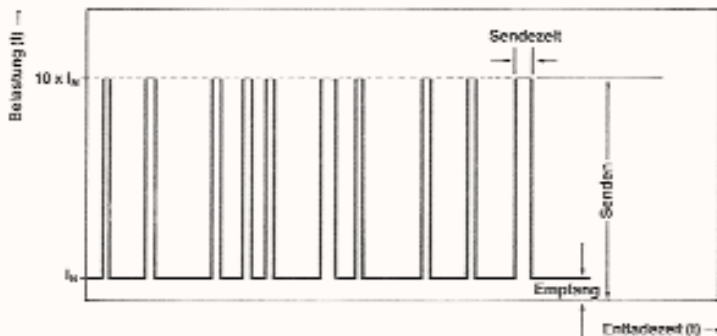
Treten Stromschwankungen auf, die mehr als das Fünffache des Nennwertes, z. B. das Zehnfache, betragen (siehe Folie 12), müssen für die Dimensionierung der Batterie diese hohen Belastungswerte zugrunde gelegt werden, da sonst dem zu erwartenden Kapazitätsrückgang der Batterie zu wenig Rechnung getragen würde. Die Belastung durch den Nennstrom ist als Strommenge zusätzlich zu berücksichtigen.

FOLIE 11:
Stark intermittierende Belastung



11

FOLIE 12:
Vereinfachtes Belastungsprofil
eines Funksprechgerätes, Sendezeit ca. 10 % der Empfangszeit



12

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

Ein verständliches Beispiel für diese Belastungsart zeigt das vereinfachte Belastungsprofil eines Funk-sprechgerätes. Bei diesem fließt in der Betriebsstellung „Empfang“ der Nennstrom I_N , in der Stellung „Senden“ ein Strom von etwa $10 \times I_N$, Letzterer mindestens 10 % der Betriebsdauer. Es ist also eine Batterie auszuwählen, die verlässlich für die Belastung „Senden“ geeignet ist; sie muss während der ganzen vorgesehenen Belastungsdauer auch bei der hohen Belastung oberhalb der unteren Spannungsgrenze bleiben. Es folgt ein Beispiel:

Funksprechgerät, Nennspannung 12 V

Gerätenennstrom:	10 mA (Empfang)
Max. Last:	300 mA (Senden)
Erforderliche Betriebszeit:	10 h
Empfang:	90 %
Senden:	10 %
Arbeitsspannung:	7,5 ... 12 V
Erforderliche Kapazität:	$1 \times 300 = 300 \text{ mAh}$ $+ 9 \times 10 = 90 \text{ mAh}$
	<hr/>
	390 mAh

Es ist also eine Batterie mit einer Kapazität von ca. 400 mAh erforderlich, die als 1-stündige Kapazität auszuliegen ist. Die Spannung bei 1-stündiger Belastung mit 400 mAh darf nicht unter die vom Hersteller der Batterie festgelegte zulässige Entladeschlussspannung sinken.

Infrage kommen acht Primärzellen Alkali-Mangan oder zehn NiCd-Akkumulatoren.

4. Kurzzeitige Stromspitzen

Wesentlich einfacher ist die Batteriedimensionierung, wenn eine relativ gleichmäßige Belastung (siehe Abschnitt 1) vorliegt, aber gelegentlich kurzzeitige hohe Stromspitzen im Bereich bis maximal zwei Sekunden, beispielsweise zur Betätigung eines Signals, auftreten. Bestimmend für die Größe der Batterie ist dann der Dauerstrom, da die kurzzeitigen Stromspitzen für den Kapazitätshaushalt keine große Bedeutung haben. Es muss aber geprüft werden, ob bei den Stromspitzen nicht etwa die zulässige Entladeschlussspannung unterschritten wird. Ist dies der Fall, muss eine größere Batterie als eigentlich erforderlich gewählt werden.

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

Weiter zu beachten sind bei der Batterieauswahl die Einflüsse der Selbstentladung und der Temperatur.

Die Selbstentladung

Jede Batterie unterliegt bei Lagerung der Selbstentladung. Die Selbstentladung von Primärbatterien moderner Konstruktion ist sehr gering; sie kann in den meisten Anwendungsfällen vernachlässigt werden, auch wenn Geräte nur in größeren zeitlichen Abständen benutzt und zwischenzeitlich außer Betrieb genommen werden. Die Lagerfähigkeit normaler Primärzellen beträgt im Durchschnitt zwei Jahre. Für Batterien mit einer vorgesehenen Betriebszeit von etwa zwei Jahren genügt ein Zuschlag von 5–10 % auf die für den Betrieb erforderliche Kapazität, um die Selbstentladeverluste ausreichend zu berücksichtigen.

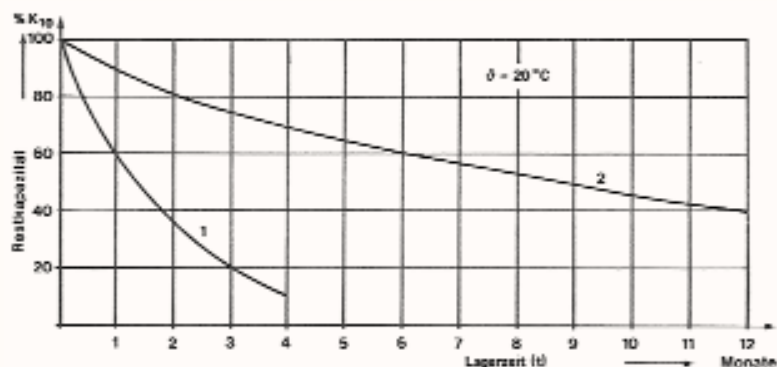
Lithium-Batterien haben eine noch wesentlich längere zulässige Lagerzeit. Die Selbstentladerate ist geringer als bei elektrochemischen Systemen auf Zink-Basis und beträgt $< 1 \%$ pro Jahr. Wenn Langzeitversuche dieses Ergebnis absichern, ist eine Lagerzeit von zehn Jahren möglich.

Wieder aufladbare Batterien dagegen, also z. B. Nickel-Cadmium-Akkumulatoren oder Blei-Akkumulatoren, haben eine höhere Selbstentladung als Primärbatterien. Dies ist bei der Projektierung zu berücksichtigen. Die Selbstentladung von Nickel-Cadmium-Akkumulatoren mit Masseelektroden ist relativ gering, bei den Ausführungen mit Sinterelektroden kann sie bis zu 1 % pro Tag betragen (siehe Folie 13).

Die Selbstentladung kann allerdings unberücksichtigt bleiben, wenn Akkumulatoren innerhalb weniger Tage nach der Ladung wieder entladen werden. Ist dies nicht der Fall, muss beim Einsatz mit entsprechend weniger Kapazität gerechnet oder unmittelbar vor Gebrauch geladen werden. Akkumulatoren haben aber gegenüber Primärzellen den Vorteil viele hundert Mal wieder aufladbar zu sein.

FOLIE 13:

Selbstentladung von NiCd-Akkumulatoren mit Sinter-Elektroden (1) und mit Masse-Elektroden (2)



Einfluss der Temperatur

Normale elektrochemische Systeme arbeiten bei Temperaturen zwischen 15 und 25 °C optimal. Bei höheren Temperaturen ändern sich typische Eigenschaften; es verbessert sich z. B. das Entladeverhalten. Andere Eigenschaften verschlechtern sich, wie z. B. die Wiederaufladbarkeit oder die Selbstentladung. Die Grenze für einen wirtschaftlichen (Dauer-)Betrieb liegt etwa bei 65 °C. Selbstverständlich können Batterien auch bei höheren Temperaturen eingesetzt werden, wenn akzeptiert wird, dass sich die Lebensdauer überproportional reduziert.

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

Bei Temperaturen unter 15 °C nimmt die Kapazität langsam ab, bei Temperaturen unter –10 °C ist die wirtschaftliche Verwendung von Primärzellen auf Zink-Basis nicht mehr gegeben, es sei denn es genügt ein Bruchteil der Normkapazität. Lithium-Batterien sind auch noch bei –20 °C gut belastbar.

Bei Akkumulatoren lässt zwar auch die entnehmbare Kapazität nach; einzelne Baureihen aber, wie NiCd-Batterien mit Sinterelektroden, sind noch bis – 45 °C verwendbar. Die Wiederaufladbarkeit dagegen ist bei dieser Temperatur nicht mehr gegeben, es sei denn, seitens der Ladetechnik wird ein erheblicher technischer Aufwand betrieben.

Folie 14 zeigt die entnehmbare Kapazität von NiCd-Zellen verschiedener Konstruktion in Abhängigkeit von der Temperatur.

Temperaturgrenzen

Zusammengefasst und vereinfacht dargestellt ergeben sich für die Verwendung von Gerätebatterien folgende Temperaturgrenzen:

Primärzellen

Primärzellen auf Zink-Basis	– 10 °C bis + 50 °C
Mit alkalischem Elektrolyt	– 20 °C bis + 50 °C

Primärzellen auf Lithium-Basis	– 30 °C bis + 80 °C
Spezielle Typen	– 40 °C bis + 150 °C

Akkumulatoren

Blei-Batterien – bei Entladung	– 20 °C bis + 50 °C
– Ladung	nur oberhalb 0 °C

NiCd-Batterien – bei Entladung	– 45 °C bis + 60 °C
– Ladung	nur oberhalb 0 °C

NiMH-Batterien – bei Entladung	– 45 °C bis + 60 °C
– Ladung	nur oberhalb 0 °C

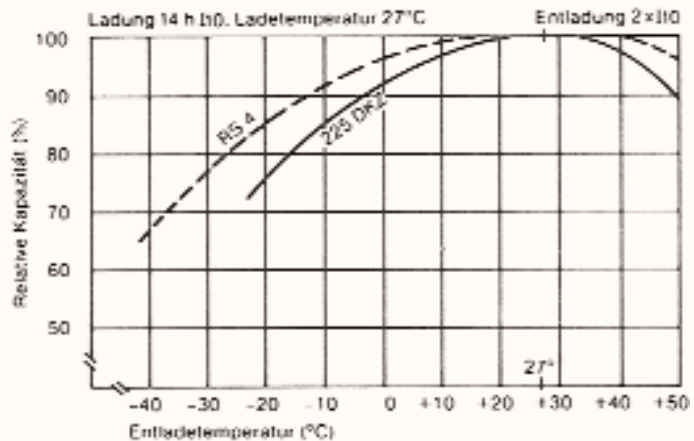
Lithium-Ion – bei Entladung	– 30 °C bis + 80 °C
– Ladung	nur oberhalb 0 °C

In jedem Fall müssen die vom Batteriehersteller angegebenen Temperaturgrenzen beachtet werden. Diese können von den hier angegebenen Richtwerten abweichen!

1. WISSENSWERTES ZU BATTERIEN

FOLIE 14:

Entnehmbare Kapazitäten von NiCd-Zellen bei Entladung mit 2 x Nennstrom über den gesamten Temperaturbereich (RS 4 = Zelle mit Sinter-Elektroden, 225 DKZ = Zelle mit Masse-Elektroden)



14

FOLIE 15:

Das Schema der Ermittlung der erforderlichen Kapazität

Schätzung der erforderlichen Leistung (Erfahrungswerte)

Festlegung der Nennspannung

Laststrom ermitteln:

durch Berechnung oder Versuch

Belastungsprofil erstellen:

I_N und I_{Max} ermitteln

Notwendige Betriebszeiten pro Batteriesatz festlegen (h)

Kapazität errechnen:

$K = I \times t$ (Ah)

Lagerungs- und Temperaturbedingungen berücksichtigen

Passendes elektrochemisches System auswählen

Belastbarkeit und Kennlinienform beachten

Zellenzahl festlegen

Praktische Versuche durchführen, insbesondere kontrollieren, ob bei sämtlichen Belastungsfällen während der vorgesehenen Benutzungsdauer die Batteriespannung ausreichend ist.

15

2. BATTERIEN UND UMWELT

2. BATTERIEN UND UMWELT

2.1 Warum Batterien nicht in den Hausmüll gehören

Gemäß Batterieverordnung dürfen seit Oktober 1998 verbrauchte Gerätebatterien nicht mehr mit dem Hausmüll entsorgt werden. Diese Bestimmung gilt für jede Batterie, unabhängig davon, um welches elektrochemische System es sich handelt, denn Batterien enthalten wichtige Rohstoffe (Metalle), die wiedergewonnen und dann wieder verwertet werden können. Zudem enthält heute noch ein geringer Prozentsatz der Gerätebatterien die Schadstoffe Quecksilber, Cadmium oder Blei und gehört schon deshalb nicht in den normalen Hausmüll. Batterien, die einen dieser drei Stoffe enthalten, müssen mit dem Symbol der durchgestrichenen Mülltonne sowie dem chemischen Symbol für Cadmium (Cd), Blei (Pb) bzw. Quecksilber (Hg) gekennzeichnet werden.

Die Batterieverordnung nimmt sowohl die Verbraucher in die Pflicht als auch den Handel, die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (Kreise und kreisfreie Städte) sowie die Batteriehersteller.

- Die Verbraucher müssen leere Batterien an den Handel oder einen öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (z. B. Wertstoffhöfe, Umweltmobil etc.) zurückgeben.
- Alle Geschäfte, die Batterien verkaufen, und die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger sind verpflichtet Altbatterien unentgeltlich zurückzunehmen.
- Batteriehersteller und -importeure müssen den Handel, die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger sowie Gewerbe- und Industriebetriebe unentgeltlich mit Sammelbehältern für Altbatterien ausstatten und die gesammelten Batterien – ebenso unentgeltlich – von ihnen abholen.

2.2 Das Gemeinsame Rücknahmesystem Batterien

Um der Verpflichtung der Batterieverordnung nachzukommen, haben die Firmen Duracell, Energizer, Panasonic, Philips, Saft, Sanyo, Sony, Varta und der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) im Mai 1998 die Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien (GRS Batterien) als Non-Profit-Unternehmen gegründet. GRS Batterien organisiert bundesweit die Rücknahme verbrauchter Batterien und Akkus, stellt die dafür erforderlichen Sammel- und Transportbehälter bereit und sorgt für deren Abholung. Anschließend übernimmt die Stiftung GRS Batterien mit Hilfe von ihr beauftragter Dienstleistungspartner auch das Sortieren und umweltverträgliche Beseitigen bzw. Verwerten der Altbatterien. Die Arbeit finanziert sich aus den Beiträgen der aktuell über 560 Batteriehersteller und -importeure, die die Entsorgungsleistungen des GRS Batterien nutzen. Die Beitragshöhe ist abhängig von der Stückzahl, dem Gewicht und dem Typ der Batterien, die das Unternehmen in Deutschland in Verkehr bringt.

- Den genauen Wortlaut der Verordnung über die Rücknahme und Entsorgung verbrauchter Batterien und Akkumulatoren (BattV) vom 27. März 1998 (geändert am 9. September 2001) und weitere Informationen zu GRS Batterien finden Sie im Internet unter:



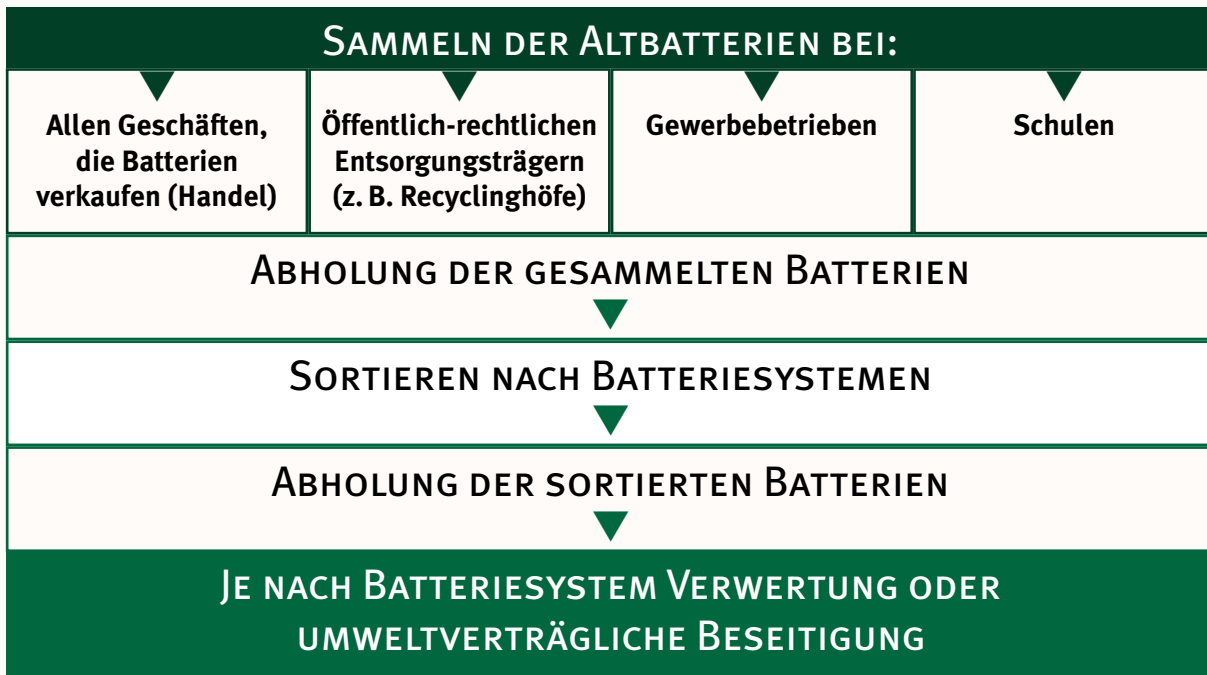
<http://www.grs-batterien.de>

2. BATTERIEN UND UMWELT

Der Weg vom Sammeln bis zum Recycling

FOLIE 16: Was passiert mit verbrauchten Batterien?

16



2.3 Das Sortieren

Voraussetzung für das Recycling bzw. eine umweltverträgliche Entsorgung ist, dass die Altbatterien nach den verschiedenen elektrochemischen Systemen sortiert werden. Dieses Sortieren erfolgt in den von GRS Batterien beauftragten Sortierzentren. Zuerst werden bei einer Größensortierung Knopfzellen, Akku-Packs und andere prismatische Zellen aussortiert. Die zurückbleibende, umfangreichste Gruppe, nämlich die Rundzellen, wird anschließend elektrodynamischen Sensoren zugeführt. Je nachdem, welches elektrochemische System den Sensor passiert, verändert sich das Magnetfeld des Sensors. Anhand dieser Veränderung wird mit einer Geschwindigkeit von bis zu acht Batterien pro Sekunde das jeweilige Batteriesystem erkannt. Neben diesem etablierten elektromagnetischen Verfahren werden zum Sortieren inzwischen auch Röntgensensoren eingesetzt, die die Batteriesysteme anhand der Graustufen des Röntgenbildes erkennen. Sobald der elektrochemische Batterietyp identifiziert wurde, fällt die betreffende Batterie vom Sortierband und wird im freien Fall durch seitliche oder von oben kommende Druckluftstöße aus ihrer Flugbahn ausgelenkt. Diese Form des Sortierens erreicht eine Geschwindigkeit von bis zu zehn Batterien pro Sekunde. Die Auswertung erfolgt über einen Rechner, der die Batterietypen ebenfalls anhand der Graustufen des Röntgenbildes erkennt. Unabhängig davon, ob die Fraktionen elektromagnetisch oder mit Hilfe des Röntgenverfahrens sortiert wurden, durchlaufen alle Alkali-Mangan- und Zink-Kohle-Batterien anschließend einen weiteren Sortierschritt: Ein UV-Sensor sorgt dafür, dass quecksilberfreie von quecksilberhaltigen Batterien getrennt werden. Der Sensor erkennt die quecksilberfreien Batterien anhand eines UV-sensiblen Pigments, das alle europäischen Hersteller auf ihren quecksilberfreien Alkali-Mangan- und einem großen Teil der Zink-Kohle-Batterien aufgebracht haben. Dieser Sortierschritt ist entscheidend für die nachfolgende Verwertung, denn quecksilberfreie Alkali-Mangan- und Zink-Kohle-Batterien lassen sich problemlos recyceln.



Sortierung von Altbatterien durch Sensoren.

2. BATTERIEN UND UMWELT

2.4 Das Recycling

Erst seitdem Altbatterien getrennt vom Hausmüll gesammelt werden, können sie einer Verwertung zugeführt werden. Akkus, Rund- und Knopfzellen enthalten Metalle, die sich als Rohstoffe zurückgewinnen und erneut verwerten lassen. Gegenwärtig werden aus Altbatterien insbesondere Zink, Blei, Stahl, Nickel und Cadmium wiedergewonnen.

Im Jahr 2002 lag der Anteil der Batterien, die nach dem Sortieren

recycelt wurden, bei 66 Prozent (2001: 54 Prozent). Die Stiftung GRS Batterien will die Recyclingquote 2003 auf 70 Prozent steigern. Ausschlaggebend für die Verwertungsquote ist der verbliebene Quecksilbergehalt bei den Alkali-Mangan- und Zink-Kohle-Batterien, der mit einem Anteil von ca. 78 Prozent größten Fraktion unter den aussortierten Batteriesystemen. Obwohl alle namhaften europäischen Hersteller seit der ersten Hälfte der 1990er Jahre bei der Produktion dieser Batterien kein Quecksilber mehr verwenden, sind noch immer zu viele ältere quecksilberhaltige Batterien in Umlauf. Erst wenn der Quecksilbergehalt der aussortierten Zink-Kohle- und Alkali-Mangan-Batterien auf 5 ppm (parts per million),

also fünf Gramm pro Tonne, gesunken ist, ist ein Recycling ökologisch und ökonomisch sinnvoll. Die Voraussetzung dafür schafft die Batterieverordnung, die ausgehend von der Ende 1998 geänderten EU-Richtlinie vorsieht, dass seit 2001 keine quecksilberhaltigen Batterien (außer Knopfzellen und aus Knopfzellen aufgebaute Batterien) mehr vermarktet werden dürfen. Eine Reihe von Herstellern haben ihre quecksilberfreien Alkali-Mangan- und einen Teil der Zink-Kohle-Batterien mit einer Markierung versehen, so dass sie mit Hilfe eines UV-Sensors erkannt und aus-

sortiert werden können, denn diese quecksilberfreien Batterien lassen sich – wie alle anderen elektrochemischen Batteriesysteme – bereits heute ohne Probleme recyceln.



2. BATTERIEN UND UMWELT

Beispiele für Verwertungsverfahren

Quecksilberfreie **Alkali-Mangan- und Zink-Kohle-Batterien** brauchen keine besonderen Recyclinganlagen, sondern können in Anlagen verarbeitet werden, die in der Metallindustrie ohnehin z. B. zur Gewinnung von Zink und Stahl eingesetzt werden, beispielsweise in Wälzöfen, Zinkhütten, Elektrostahl- oder Blasstahlöfen. Je nach Verfahren kann der Anteil der Batterien an der Beschickung bei zwei bis 20 oder sogar bis zu 100 Prozent liegen. Beim Recycling im Elektrostahlöfen wird Stahl oder zinkhaltiger Stahlwerksstaub gewonnen, der dann im Wälzofen zu Zinkoxid weiterverarbeitet wird, das wieder zur Herstellung von Batterien eingesetzt werden kann. Im Wälzofen wird Zinkoxid gewonnen, anfallende Schlacke wird im Wegebau verwendet.

FOLIE 17:

Recyclingbeispiel Stahl- und Ferromangan-Herstellung

Im Elektrostahlöfen lässt sich das Zink als Zinkstaub zurückgewinnen. Im Wälzofen erfolgt die Weiterverarbeitung zu reinem Zink. Eventuell anfallende Schlacke kommt im Wegebau zum Einsatz. Die elektrische Beheizung erfolgt durch einen zwischen zwei Kohleelektroden gebildeten Lichtbogen oder durch Widerstandsheizung. Verunreinigungen durch Brennstoffe und Feuerungsgase können nicht auftreten. Deshalb zeichnet sich der aus Elektroöfen gewonnene flüssige Stahl, Flussstahl genannt, durch große Reinheit aus.

17

FOLIE 18:

Recyclingbeispiel: Gewinnung von Stahl und Zink

Mit dem Imperial-Smelting-Verfahren lässt sich aus zinkhaltigen Vorstoffen Zink zurückgewinnen. Die unzerkleinerten Batterien gelangen direkt in den Schachtofen. Hier werden aus den unterschiedlichsten in den Prozess eingebrachten Materialien in einem Schritt gleichzeitig Zink und Blei (nicht aus Batterien) als Metalle erzeugt. Während das Blei und die bei dem Prozess anfallende Schlacke gemeinsam flüssig abgestochen und erst später getrennt werden, ist das Zink im Ofenschacht dampfförmig und wird mit dem Gichtgas ausgetragen. Im anschließenden Kondensator wird das zinkbeladene Gichtgas durch fein versprühtes Blei abgekühlt. Das Zink kondensiert an den Bleitropfchen. Dieses Blei wird aus dem Kondensator gepumpt und in einer Kühlrinne abgekühlt. Am Ende dieser Kühlstrecke liegen beide Metalle, Zink und Blei, flüssig nebeneinander vor. Anschließend fließt das Blei zurück in den Kondensator und kann erneut Zink aufnehmen. Das Zink wird flüssig abgestochen und der Raffination zugeführt.

18

2. BATTERIEN UND UMWELT

Blei ist das Metall mit der längsten Recyclingtradition. Schon Anfang des 20. Jahrhunderts entstanden Sekundärhütten, die statt Erz Altbatterien und Fabrikationsabfälle als Ausgangsmaterial nutzten. Heute gibt es in ganz Europa Sekundärhütten zur Rückgewinnung von Blei aus verbrauchten Bleibatterien (Fahrzeugbatterien und Kleinbleibatterien für Geräte). Das zurückgewonnene Blei wird zum größten Teil wieder für die Produktion von Bleibatterien eingesetzt.

- Weitere Informationen zum Bleirecycling finden Sie unter <http://www.varta.com>.

Quecksilberhaltige Knopfzellen werden in speziellen, hermetisch abgeschlossenen Anlagen vakuo-thermisch behandelt. Bei Temperaturen zwischen 350 und 650 °C und Drücken von 0,1 bis 700 mbar verdampft das Quecksilber. Anschließend kondensiert es bei niedrigen Temperaturen und kann dann wieder industriell genutzt werden.

Nickel-Cadmium-Akkus werden mit Hilfe thermischer Verfahren recycelt. Cadmium wird unter Vakuum oder einer Inertatmosphäre abdestilliert. Das zurückbleibende Stahl-Nickel-Gemisch wird zur Stahlerzeugung weitergegeben. Das zurückgewonnene Cadmium wird in der Regel wieder für die Herstellung von Nickel-Cadmium-Batterien eingesetzt.

Nickel-Metallhydrid-Akkus werden über eine Vakuumschleuse einer Schneidkammer zugeführt, in der das Gehäuse geöffnet und der gespeicherte Wasserstoff freigegeben wird. Nach einer sensorüberwachten Beruhigungszeit und anschließender Belüftung mit Inertgas kann das Material ausgefahren werden. Wenn die enthaltenen Kunststoffe separiert sind, ist ein hoch-nickelhaltiges Produkt entstanden, das als wichtiger Legierungsbestandteil für die Edelstahlindustrie weiter verwendet werden kann.

Lithiumbatterien: Bei Lithiumbatterien erfolgt das Recycling durch Vakuumdestillation. Für Lithium-Ionen-Akkus ist ein neues Verfahren in der Erprobungsphase, bei dem die Elektrodenträger (Aluminium und Kupfer) und der kobalthaltige Feinanteil mechanisch voneinander getrennt werden und dann in der Metallindustrie verwertet werden können.

Wie die elektrochemischen Systeme selbst werden auch die Sortier- und Recyclingtechniken kontinuierlich weiterentwickelt. Damit die bestehenden Verfahren unter ökologischen und ökonomischen Aspekten weiter verbessert und neuartige Verwertungsverfahren etabliert werden können, führen GRS Batterien und der europäische Batterieverband (EPBA) entsprechende Forschungs- und Entwicklungsprojekte durch.



3. DAS VERBRAUCHERVERHALTEN BEI DER RÜCKGABE VON ALTBATTERIEN ALS AUSGANGSTHEMA DER (FÄCHERÜBERGREIFENDEN) PROJEKTARBEIT

3. DAS VERBRAUCHERVERHALTEN BEI DER RÜCKGABE VON ALTBATTERIEN ALS AUSGANGSTHEMA DER (FÄCHERÜBERGREIFENDEN) PROJEKTARBEIT

Die grundlegenden Informationen zur Funktionsweise von Batterien und zu ihrem Recycling werden sinnvollerweise in erster Linie im Physik-, Chemie- und Biologieunterricht erarbeitet. Doch im Rahmen einer fächerübergreifenden Projektarbeit lassen sich auch andere Unterrichtsfächer einbinden, wenn man das Thema, wie im Folgenden beispielhaft ausgeführt, in einen größeren Kontext stellt.



Ausgangsthema Verbraucherverhalten

HINTERGRUNDINFORMATION:

Wie eine repräsentative Befragung von GRS Batterien ergab, sind die Bundesbürger zwar über die Verpflichtung zur Batterierückgabe und die Rückgabemöglichkeiten informiert. Doch bislang setzen nur relativ wenige dieses Wissen auch in Taten um: Rund 70 Prozent der befragten Verbraucher geben an, Altbatterien über einen langen Zeitraum im Haushalt aufzubewahren, anstatt sie zu den Sammelstellen zu bringen. Die Folge: es wird verhindert, dass ein noch wesentlich größerer Teil der in Umlauf gebrachten Batterien nach dem Gebrauch recycelt werden kann.

Die Ergebnisse der Befragung (Folie 19) können als Diskussionsmaterial für den Einstieg in die Problematik dienen. Ausgehend davon sollten die Schüler Ideen (bei einer auf mehrere Tage angelegten Projektarbeit eventuell sogar eine ganze Kampagne) entwickeln, wie man die Verbraucher dazu bewegen könnte ihr Verhalten zu ändern oder wie die Batterierückgabe anders gestaltet werden könnte.

FOLIE 19:

Nachgefragt: Wie Verbraucher zur Batterierückgabe stehen *

100 %	der befragten Verbraucher geben an zu wissen, dass verbrauchte Batterien nicht in den Hausmüll gehören
96 %	<i>geben an, Batterien nicht in den Hausmüll zu werfen</i>
94 %	geben an, die Sammelbehälter für Altbatterien zu kennen
79 %	<i>wissen, dass z. B. in Supermärkten Sammelboxen für die Batterierückgabe stehen</i>
47 %	haben zumindest einen Teil der in ihrem Haushalt angefallenen Altbatterien zurückgebracht
71 %	<i>haben die in ihrem Haushalt angefallenen Altbatterien (zumindest teilweise) noch nicht zurückgebracht</i>
32 %	<i>der befragten Verbraucher sagen, dass Batterien im Haushalt so selten anfallen und deshalb die Rückgabe vergessen wird</i>
25 %	<i>bekennen, sie seien schlicht zu faul, nur wegen Batterien und Akkus jedes Mal zu irgendwelchen Sammelstellen zu gehen</i>
78 %	<i>halten die Erreichbarkeit der Batteriesammelbehälter für gut/sehr gut</i>

* Ergebnisse repräsentativer Befragungen 2000/2001.

3. DAS VERBRAUCHERVERHALTEN BEI DER RÜCKGABE VON ALTBATTERIEN ALS AUSGANGSTHEMA DER (FÄCHERÜBERGREIFENDEN) PROJEKTARBEIT

Vorschläge zum weiteren Vorgehen:

	<h3>EINSTIEG:</h3> <p>Stellenwert der mobilen Stromversorgung in unserem Alltagsleben Schüler resümieren lassen, in welchen Bereichen (Beruf, Freizeit, Kommunikation, Gesundheitswesen etc.) heute Primärbatterien und Akkus zum Einsatz kommen, mit dem Ziel den Stellenwert der mobilen Stromversorgung im Alltagsleben bewusst zu machen.</p>		<h3>ENTWICKLUNG EINES SZENARIOS:</h3> <p>Was wäre ein Leben ohne Batterien? (Hier ergeben sich auch Ansatzpunkte für die Einbindung anderer Fächer, etwa des Deutsch- oder des Kunstunterrichts)</p>
---	---	---	--

ERSTER SCHRITT: **„Feldforschung“ durch die Schüler**
(eigene Datenerhebung, Überprüfung der Umfrageergebnisse von GRS Batterien)

Mögliche Ansätze:



Jeder Schüler bringt die bei ihm zu Hause gelagerten Altbatterien mit (Auswiegen der Menge, gleichzeitig auch Möglichkeit zum Erfassen und Vorstellen der Batterietypen und elektrochemischen Systeme, Messen der Spannung, Bedarfsermittlung für verschiedene Geräte (zum Vorgehen siehe Folie 15), Prüfen der Batterieentladung).



Schüler starten eine Umfrage (in der Schule, im Familien- und Bekanntenkreis etc.) und machen eine eigene Erhebung zu Fragen wie: Ist bekannt, dass Batterien zurückgegeben werden müssen und wo die Sammelbehälter stehen? Werden die Batterien zurückgegeben und wenn nicht, warum?



Schüler erfassen, wo die Sammelboxen im Handel aufgestellt sind und überprüfen, wie gut sie für die Kunden auffindbar sind.

ZWEITER SCHRITT: Auswertung der Ergebnisse/Analyse der Ursachen des Verbraucherverhaltens

DRITTER SCHRITT: Anhand der Analyseergebnisse Ableitung von Ideen, was getan werden könnte, um eine Verhaltensänderung zu bewirken

VIERTER SCHRITT: Umsetzung und Erprobung ausgewählter (praktikabler) Vorschläge durch die Schüler

Als Rahmen, in dem der Erfolg der von den Schülern entwickelten Maßnahmen überprüft werden kann, eignet sich beispielsweise eine **Batteriesammelaktion** oder auch ein **Sammelwettbewerb** an der Schule. Die Aktion bzw. der Projekttag kann sowohl schulintern als auch unter Einbeziehung der Öffentlichkeit stattfinden. Sie wird, wenn gewünscht, durch GRS Batterien unterstützt.

3. DAS VERBRAUCHERVERHALTEN BEI DER RÜCKGABE VON ALTBATTERIEN ALS AUSGANGSTHEMA DER (FÄCHERÜBERGREIFENDEN) PROJEKTARBEIT

Die Einbindung nicht naturwissenschaftlicher Unterrichtsfächer

Im Rahmen der Projektarbeit ist ein fächerübergreifendes Arbeiten möglich. Neben Physik, Chemie und Biologie lassen sich dabei auch andere Fächer beteiligen, wie zum Beispiel:

- SOZIAL-
WISSENSCHAFTEN** Entwicklung eines Fragebogens zum Thema Batterierückgabe, Durchführung einer Verbraucherbefragung und Auswertung der Ergebnisse.
- DEUTSCH** Initiieren einer Presseberichterstattung zur Schülerinitiative Batterierückgabe, Einladung der lokalen Medien zum Projekttag, Erstellen einer Pressemeldung (in dem Zusammenhang Einführung in journalistische Textformen, in die lokale Medienlandschaft, in das Zusammenwirken von Öffentlichkeitsarbeit und Journalismus oder auch eine Einführung in Strategien und Sprache der Werbung in den Schülerzeitungen etc.).
- KUNST** Ausarbeitung von Plakaten (o. Ä.), die auf die Sammelaktion aufmerksam machen und Hintergrundinformationen allgemein verständlich aufarbeiten (intern für die anderen Schüler oder auch extern für eine breitere Öffentlichkeit), eventuell Entwicklung eines Kampagnenlogos etc.
- MUSIK** Komposition eines Songs (ein Battery Rap?), der die Informations- und Sammelaktion der Schüler unterstützt.



KONTAKTADRESSEN UND TIPPS FÜR WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Bei der Organisation der Projektarbeit kann die Kontaktaufnahme zum örtlichen Amt für Stadtreinigung und Abfallwirtschaft hilfreich sein. Dort erfahren Sie beispielsweise, wo sich der nächstgelegene Recyclinghof befindet, der für eine Besichtigung in Frage kommt. Eventuell besteht die Möglichkeit, einen Abfallberater der Stadt als Experten für die Mitarbeit am Projekt zu gewinnen und in Ihre Schule einzuladen. In der Regel haben die Städte heute eigene Websites im Internet, die Ihnen die erste Recherche und die Kontaktaufnahme erleichtern.

Weitere Informationen zu Batterien finden Sie im Internet unter:

<http://www.grs-batterien.de>

<http://www.Duracell.com>

<http://www.Energizer.com>

<http://www.Panasonic.de>

<http://www.Philips.de>

<http://www.saftbatteries.com>

<http://www.Sanyo.de>

<http://www.Sony.de>

<http://www.varta.com>

<http://www.zvei.de>

FALLS AN IHRER SCHULE ALTBATTERIEN GESAMMELT WERDEN SOLLEN, KÖNNEN SIE ENTSPRECHENDE SAMMELBEHÄLTER **unentgeltlich bestellen**, UND ZWAR TELEFONISCH UNTER DER GRS-SERVICENUMMER 01805/80 50 30 ODER PER FAX UNTER 01805/80 50 31. EIN BESTELLFORMULAR FÜR SCHULEN FINDEN SIE IN DIESEM BATT-INFO-SET.

ÜBERSICHT ÜBER DIE BEGLEITENDEN UNTERRICHTSMATERIALIEN

Die Broschüre wird ergänzt durch folgende Materialien, die als Folien bzw. Kopiervorlagen im Unterricht eingesetzt werden können.

- FOLIE 1:** Batterien und Akkus: Wie alles angefangen hat
- FOLIE 2:** Die Batterie im elektrischen Stromkreis
- FOLIE 3:** Die chemischen Vorgänge in einer Batterie
- FOLIE 4:** Montage und Aufbau einer Alkali-Mangan-Batterie
- FOLIE 5:** Knopfzellen und ihre Anwendungsbereiche
- FOLIE 6:** Die meistverkauften Baugrößen und ihre Anwendungsbereiche
- FOLIE 7:** In Verkehr gebrachte Batterien
- FOLIE 8:** Elektrochemische Systeme bei Primärbatterien
(Vorzüge und Nachteile, typische Anwendungsbereiche)
- FOLIE 9:** Elektrochemische Systeme bei Akkus
(Vorzüge und Nachteile, typische Anwendungsbereiche)
- FOLIE 10:** Spannungsverhalten einer NiCd-Zelle
- FOLIE 11:** Stark intermittierende Belastung
- FOLIE 12:** Vereinfachtes Belastungsprofil
- FOLIE 13:** Selbstentladung von NiCd-Akkus
- FOLIE 14:** Entnehmbare Kapazitäten
- FOLIE 15:** Schematische Darstellung der Bedarfsermittlung für ein Gerät
- FOLIE 16:** Was passiert mit verbrauchten Batterien? Der Weg von der Sammlung bis zum Recycling
- FOLIE 17:** Recyclingbeispiel: Stahl- und Ferromangan-Herstellung
- FOLIE 18:** Recyclingbeispiel: Gewinnung von Stahl und Zink
- FOLIE 19:** Ergebnisse einer Verbraucherbefragung zur Rückgabe von Altbatterien

IMPRESSUM

Redaktion:

Heide Schwarzweller/Segmenta PR
Feldbrunnenstraße 52
20148 Hamburg
Telefon: 040/441130-0
Telefax: 040/459722
E-Mail: info@segmenta.de

Herausgeber:

Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien
Heidenkampsweg 44
20097 Hamburg
Telefon: 01805/805030
Telefax: 01805/805031
E-Mail: info@grs-batterien.de

Im Juli 2003

