

Nickel-Metallhydrid-Akku (NiMH)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Nickel-Metallhydrid-Akku>

Ein **Nickel-Metallhydrid-Akkumulator** (NiMH) ist ein **Akkumulator**, der baugleich zu handelsüblichen **Batterien** hergestellt wird. Die meisten elektrischen Geräte sind so ausgelegt, dass sie auch mit fast leeren Batterien (1V unter Last) funktionieren. Sie lassen sich deswegen mit nahezu allen 1,2 bzw. 1,5 V Batterietypen betreiben, da der Spannungsverlauf unter Last (= tatsächliche Spannung, wenn Gerät in Betrieb!) im Schnitt bei 1,2 V (+/- 0,3 V) liegt (siehe Weblink "Direktvergleich"). Nur bei sehr wenigen Anwendungen (Beispiel: Luxeon5 LED direkt betrieben mit 6 x 1,2 V NiMH) müssen die Herstellerempfehlungen unbedingt eingehalten werden. Grund hierfür ist der Innenwiderstand, der im Vergleich zu Alkaline- und Kohle-Zink-Batterien deutlich kleiner ist. Niedrigohmige NiMHs können im Gegensatz zu **Zink-Kohle-Batterien** ihre gespeicherte Energie innerhalb kurzer Zeit ohne großen Spannungseinbruch abgeben.

NiMH-Akkus bieten im Vergleich zu **NiCd-Akkus** bei gleicher Spannung ungefähr die doppelte Energiedichte. Zudem kommt noch, dass sie im Vergleich zu den NiCd-Akkus haltbarer sind und der **Memory-Effekt** aufgrund der anderen Verarbeitung fast wegfällt.

NiMH-Akkus werden mittelfristig Nickel-Cadmium-Akkus verdrängen, da sie ohne das giftige **Schwermetall Cadmium** auskommen. Die EU erlässt möglicherweise in den nächsten Jahren (Stand 2005) europaweite Verbote / **RoHS** (davon ausgenommen sind Modelle zur Verwendung in schnurlosen Elektrowerkzeugen, in medizinischen Geräten und für industrielle und motorgetriebene Anwendungen, denn NiCd Akkus bieten auch Vorteile gegenüber NiMH-Akkus: Höhere Zyklenfestigkeit, höherer maximaler Lade- und Entladestrom, größerer Temperaturbereich und größere Robustheit gegen minderwertige Ladeverfahren sowie **Tiefentladung** und eine leichtere Ladeschlusserkennung).

Inhaltsverzeichnis

- [1 Aufbau](#)
- [2 Elektrochemie](#)
- [3 Eigenschaften](#)
- [4 Aufladung](#)
- [5 Verwendung](#)
- [6 Literatur](#)
- [7 Quellen](#)
- [8 Weblinks](#)

Aufbau

Aufbau eines NiMH-Akkus.

Das Bild rechts zeigt die Komponenten eines geöffneten NiMH-Akkus. Die Lochfolie (links) dient als Träger für das Metallhydrid-Pulver, das die negative **Elektrode** bildet. Der Separator (Mitte) nimmt den Elektrolyten auf und verhindert den unmittelbaren Kontakt zur positiven Elektrode. Diese besteht aus einem Blech aus schwarzem Nickeloxid-Hydrat (rechts).

Die Folien werden mit außen liegender negativer Elektrode aufgewickelt und mit einem Metallzylinder ummantelt (aufgesägt, unten links). Das Gehäuse ist elektrisch leitend mit der negativen Elektrode verbunden und bildet den Minuspol des Akkus. Eine elektrische Zuleitung vom Nickeloxid-Blech (rechts, blausolierter Metallstreifen) führt zum Kopf der Zelle und bildet den Pluspol.

Elektrochemie

Die Anode besteht aus einer [Metall-Legierung](#), die [reversibel](#) Wasserstoff speichern kann (siehe auch [Metallhydrid](#)). Als Metall-Legierung wird zum Beispiel $\text{La}_{0,8}\text{Nd}_{0,2}\text{Ni}_{2,5}\text{Co}_{2,4}\text{Si}_{0,1}$ verwendet. Der Elektrolyt enthält 20%ige [Kalilauge](#) mit einem [pH-Wert](#) von 14. Nickelhydroxid bildet die Kathode.

Beim Entladen wird der Wasserstoff [oxidiert](#). Die dadurch entstehenden H^+ -Ionen (Wasserstoffionen) reagieren mit den OH^- -Ionen der Kalilauge zu Wasser. Das [Redox-Potential](#) bei pH 14 beträgt ca. -0,83 V (1). An der Kathode wird Nickel von Ni(III)O(OH) zu Ni(II)(OH)_2 reduziert. Die Redox-Spannung beträgt ca. +0,49 V (2). Die Gesamtspannung der Summen-Reaktion beträgt 1,32 V (3).



Damit gegen Ende der Entladung nicht das Metall statt des Wasserstoffs oxidiert wird, verbaut man eine negative Elektrode, die viel größer ist als die positive Elektrode, die damit die Kapazität des Akkumulators bestimmt.

Eigenschaften

Die [Energiedichte](#) einer NiMH-Zelle beträgt ca. 80 Wh/kg und ist damit fast so groß wie die einer [Alkali-Mangan-Batterie](#) und mehr als doppelt so groß wie die eines Akkus auf NiCd-Basis. Kapazitäten von 1300 bis 2700 [mAh](#) ^[1] sind für die Baugröße [AA](#) erhältlich, für die Größe [AAA](#) gibt es Akkus mit bis zu 1500 mAh (Stand 2006). Es werden zum Teil auch NiMH-Zellen mit Kapazitäten von 2900, 3200 oder mehr mAh angeboten, durch die fehlenden Angaben der Messmethode kann jedoch die [Validität](#) dieser Angaben nicht überprüft werden. Besonders bei Kapazitäten von 3200 mAh oder mehr ist von Etikettenschwindel auszugehen. Mittlerweile (Stand Februar 2007) werden in den Größen Sub C Kapazität von bis zu 4600 mAh erreicht. Diese Zellen zeichnen sich zudem durch eine sehr gute Hochstromfähigkeit aus und finden vor allem im Modellbaubereich Anwendung.

NiMH-Akkus sind für den Betrieb bei Temperaturen unterhalb von 0 °C ungeeignet. Bereits beim Annähern an den Gefrierpunkt weisen sie einen deutlichen Kapazitätsverlust auf, bei ca. -20 °C werden sie vollkommen unbrauchbar.

NiMH-Akkus reagieren empfindlich auf Überladung, Überhitzung, falsche Polung und Tiefentladung mit Umpolung (u. a. schon möglich bei in Reihe geschalteten Zellen ≥ 2). Dadurch altern sie überdurchschnittlich schnell. Dies hat nichts mit dem [Memory-Effekt](#) zu tun und lässt sich auch nicht durch besondere Maßnahmen rückgängig machen. Vollständiges Entladen (bis auf 1 V gemessen unter Last) oder gar wiederholtes Laden und Entladen verringert lediglich die Lebensdauer wegen der beschränkten Zahl möglicher Ladezyklen. Erhöht werden kann die Lebensdauer (engl. „life cycle“), indem beim Aufladen bzw. Entladen nicht die Grenzen der chemischen Reaktion erreicht werden, siehe Elektroauto Prius & Duracell TechBull.

Hohe, sowie ungleiche Restkapazität erklärt vielfach auch die kurze Laufzeit.

Seit 2006 sind auch robustere NiHM-Akkus mit etwas geringerer Kapazität und deutlich geringerer Selbstentladung auf dem Markt, siehe [Eneloop](#).

Aufladung

Siehe [Ladeverfahren](#).

Verwendung[]]

Im PKW des Typs [Toyota Prius](#) wird die bislang größte serienmäßig hergestellte Nickel-Metallhydrid-Batterie zum Antrieb eines 33-kW-Elektromotors eingesetzt (Stand 2005). Sie besteht aus 228 in Reihe geschalteten Zellen mit einer Kapazität von je 6,5 Ah.

Die Zellen stellen eine Spannung von $228 \cdot 1,2 \text{ V} = 273,6 \text{ Volt}$ bereit. Die Entladung ist auf 40 % der Gesamt-Energie von $273,6 \text{ V} \cdot 6,5 \text{ Ah} = 1750 \text{ Wh}$ begrenzt.

Einschließlich Ladeelektronik weist die Batterie eine Masse von 53,3 kg auf.

Im Wesentlichen ist die Verwendung des NiMH-Akkumulators vergleichbar mit den Verwendungen für den [NiCd-Akku](#). Akkus kommen vor allem dort zum Zug, wo hoher Strombedarf besteht. Dazu will man besonders im Freizeitbereich teure Käufe von herkömmlichen Batterien vermeiden. Strom aus normalen Batterien kostet etwa 400 bis 800 mal so viel wie solcher aus Akkus, wo fast nur die Kosten des Haushaltsstroms anfallen.

- Spielzeug: besonders Modellrennautos, Modellmotorboote, auch ferngesteuerte Modelle.
- Fotoapparate und Videokameras
- Elektrische Werkzeuge wie Bohrmaschinen

NiMH-Akkus sind auch gebräuchlich als Energiespeicher in [Notbeleuchtungsanlagen](#).

Literatur[]]

- David Linden, Thomas B. Reddy (Hrsg.): *Handbook of Batteries*. 3. Auflage. McGraw-Hill, New York 2002 [ISBN 0-071-35978-8](#)
- Andreas Jossen, Wolfgang Weydanz: *Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen*, Printyourbook 2006, [ISBN 9783939359111](#)

Quellen[]]

- Presseerklärung: [SANYO Announces the Sale of World's Highest Capacity Level AA & AAA Size Nickel - Metal Hydride Battery](#)

Weblinks

- [Beschreibung der NiMH-Technik](#) vom Fraunhofer-Institut für chemische Technologie
- [Beschreibung der NiMH-Technik](#) von Panasonic (Englisch)
- [Battery Usage \(...\) of Toyota Prius](#); National Renewable Energy Laboratory, US Department of Energy; 2001 (Englisch)
- [Empfohlene Lademethoden](#) von Panasonic (Englisch)
- [Empfohlene Lademethoden & Beschreibung des Memory-Effektes bei NiMH](#) von Duracell (Englisch)
- [Empfohlene Lademethoden & Beschreibung des Memory-Effektes sowie Auswirkungen niedriger Umgebungstemperaturen \(Ambient Temperature\) bei NiMH](#) von Sanyo (Englisch)
- [typ. Spannungsverlauf: NiMH-Akkus im Direktvergleich mit Alkaline-, Kohle-Zink-, Lithium-1,5V-Primärbatterien](#) erstellt von Rolf Zinniker
- [2005: Marktreife einer weiterentwickelten NiMH-Technologie mit drastisch verringerter Selbstentladung](#). Sanyo Modell: HR-3UTG (Produktname: [Eneloop/\[1\]](#)) und Panasonic HHR-3MPS entwickelt für den "Wenignutzer" (Englisch)