

# Nickel-Cadmium-Akku

von "<http://de.wikipedia.org/wiki/Nickel-Cadmium-Akku>"

Der [Nickel-Cadmium-Akkumulator](#) (**NiCd**) ist eine wiederaufladbare [Batterie](#) (so genannte Sekundärzelle).

Von der grundsätzlichen Bauart ist zwischen offenen und gasdichten Zellen zu unterscheiden.

Gasdichte Zellen sind häufig baugleich zu handelsüblichen [Batterien](#) und können daher als Ersatz für diese sogenannten Primärzellen verwendet werden.

Offene Zellen werden für stationäre Anwendungen verwendet.

## Inhaltsverzeichnis

[1 Geschichte](#)

[1.1 EU-Verbot soll kommen](#)

[2 Eigenschaften](#)

[3 Aufbau](#)

[4 Elektrochemie](#)

[5 Probleme](#)

[6 Memory Effekt](#)

[6.1 Bedeutung](#)

[7 Anwendung](#)

[7.1 Offene Zellen](#)

[7.2 Gasdichte Zellen](#)

[8 Weblinks](#)

## Geschichte

Der [Nickel-Cadmium-Akkumulator](#) wurde [1899](#) von dem Schweden Waldemar Jungner entwickelt. Der NiCd-Akkumulator gehört zu den [alkalischen](#) Batteriesystemen, an denen auch [Thomas Alva Edison](#) zu der Zeit parallel gearbeitet hat. Ein wesentlicher Unterschied zu dem bis dahin bekannten [Bleiakkumulator](#) ist, dass das [Elektrolyt](#) während der [Ladung](#) und [Entladung](#) unverändert bleibt. [1910](#) begann die industrielle Fertigung des NiCd Akkumulators in Schweden. Diese ersten NiCd-Akkumulatoren hatten sogenannte "Taschenelektroden", die auch heute noch üblich sind. Ungefähr 1930 wurden in Deutschland sogenannte "Sinterelektroden" entwickelt. Das Prinzip der gasdichten Zellen wurde 1933 von Dassler veröffentlicht. Serienreife gasdichte Zellen waren in den 50er Jahren verfügbar. Bis in die 90er Jahre hat sich der NiCd-Akkumulator zu der meistgebräuchlichen wiederaufladbaren Batterie im Consumerbereich entwickelt. Zukünftig werden [Nickel-Metallhydrid-Akkus](#) (NiMH) und [Lithium](#)-Systeme mehr Bedeutung bekommen.

Gründe hierfür sind: Die neueren Systeme haben höhere [Energiedichten](#) und NiCd-Akkus enthalten das giftige [Schwermetall Cadmium](#).

## EU-Verbot soll kommen

Im Dezember 2004 hat der [EU-Ministerrat](#) eine Richtlinie verabschiedet, deren Ziel es ist die technische Nutzung von Cadmium zu reduzieren. Vorbehaltlich der Zustimmung des [EU-Parlaments](#) sollen die Mitgliedsstaaten innerhalb von zwei Jahren durch nationale Gesetze zunächst Nickel-Cadmium-Akkus verbieten. Auf Wunsch einiger Mitgliedsstaaten - darunter auch Deutschland - sollen jedoch, unter anderem,

schnurlose [Elektrowerkzeuge](#), so genannte Power Tools, von dem Verbot zunächst ausgenommen werden, weil "für Power Tools nicht sicher gestellt ist, dass gleichwertiger Ersatz aktuell verfügbar ist". Vier Jahre nach Inkrafttreten der Richtlinie soll diese Ausnahme jedoch überprüft werden, um das Cadmium-Verbot dann möglicherweise auszudehnen.

## Eigenschaften

NiCd-Akkumulatoren haben eine nominale Spannung von 1,2 [Volt](#), die somit 20 % unter den 1,5 Volt normaler Batterien liegt. Dies stellt jedoch kein Problem dar, da die meisten Geräte auf niedrige Spannungen von 0,9–1,0 Volt entladener Batterien ausgelegt sind. Durch den geringen [Innenwiderstand](#) von NiCd-Akkumulatoren können diese hohe [Ströme](#) liefern. NiCd-Akkus werden (auch deshalb) vor allem im [Modellbau](#) und bei anderen Hochstromanwendungen genutzt. NiCd-Akkus müssen bei einer Restspannung ([Entladeschlussspannung](#)) von 0,85 - 0,9V wieder aufgeladen werden, eine weitergehende Entladung führt zu [Tiefentladung](#), die in ihren Auswirkungen mit dem (bei mit modernen Ladegeräten aufgeladenen, handelsüblichen NiCd-Akkus kaum vorhandenen) [Memory-Effekt](#) verwechselt wird. Eine bei anderen Technologien selten anzutreffende Eigenschaft ist das hervorragende Tieftemperaturverhalten von NiCd-Akkumulatoren. Selbst bei -40 °C besitzt ein Akku mit Faserstrukturplatten-Technik noch über 50 % seiner nominellen Kapazität bei Raumtemperatur. Mittlerweile werden NiCd-Akkumulatoren zunehmend durch [Nickel-Metallhydrid-Akkus](#) ersetzt.

## Aufbau

Die Elektrode des NiCd-Akkumulators bestehen in geladenem Zustand aus Platten, die am Minuspol mit fein verteiltem [Cadmium](#) und am Pluspol mit [Nickel\(III\)-oxidhydroxid](#) beladen sind. Als [Elektrolyt](#) wird 20%-ige [Kaliumhydroxid](#)-Lösung verwendet. Diese Kombination liefert eine [Spannung](#) von 1,3 [V](#). Bei Überladung des Akkumulators wird an der negativen [Elektrode Wasserstoff](#) und an der positiven Elektrode [Sauerstoff](#) produziert. Man sagt der Akku "gast".

Bei Überladung des Akkumulators wird an der negativen [Elektrode Wasserstoff](#) und an der positiven Elektrode [Sauerstoff](#) produziert; man sagt der Akku „gast“. In geschlossenen, also gasdichten Zellen muss dies wegen der Explosionsgefahr unbedingt verhindert werden. Aus diesem Grund wird die negative Cadmiumelektrode überdimensioniert und dient als negative Entladereserve. Die positive Nickelelektrode enthält etwas Cadmiumhydroxid als „antipolare Masse“. Bei Überladung mit geringeren Laderaten (ca. 0,1 C), stellt sich so ein Gleichgewicht zwischen Sauerstofffreisetzung und -verbrauch ein, es wird kein Wasserstoff entwickelt.

In gasdichten Faserstruktur-NiCd-Zellen wird der entstehende Sauerstoff an einer katalytisch wirksamen Oberfläche der Faserstruktur-Rekombinationselektrode so schnell rekombiniert, dass im Betrieb sogar ein leichter Unterdruck entsteht.

## Elektrochemie

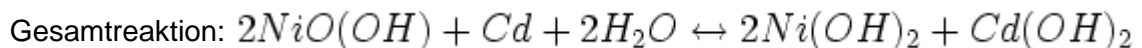
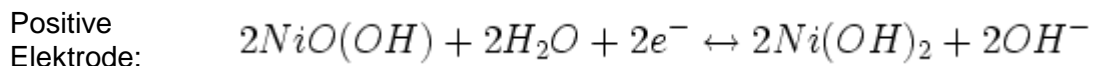
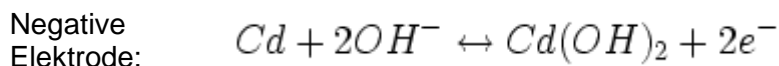
NiCd-Akkumulatoren enthalten im geladenen Zustand:

- eine positive Elektrode: NiOOH

- eine negative Elektrode: Cd
- einen Separator
- ein [Elektrolyt](#), meist 20%ige KOH

Entladevorgang: An der [Anode](#)/negativen Elektrode wird Cadmium zum Cadmiumhydroxid ( $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ) [oxidiert](#). Die freiwerdenden [Elektronen](#) fließen dann über den Verbraucher zur [Kathode](#)/positiven Elektrode. Dort wird das Nickel(III)-oxidhydroxid  $\text{NiOOH}$  zu Nickel(II)hydroxid  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  reduziert.

Reaktionen:

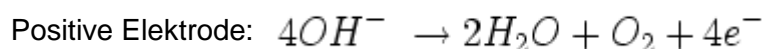
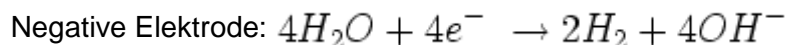


→: Entladung

←: Ladung

Ladevorgang: die Reaktionen laufen in umgekehrter Richtung ab, die Cadmium-Elektrode ist dann ebenfalls Minuspol, aber Kathode, da hier reduziert wird, die Nিকেlelektrode ist entsprechend Pluspol/Anode, an dem eine Oxidation abläuft.

Überladen: Gegen Ende des Ladezyklus steigt die Zellspannung an, ab ca. 1,55–1,6 V wird die [Zersetzungsspannung](#) des Wassers unter den Bedingungen der Zelle überschritten, es kommt zum Gasen:



In gasdichten NiCd-Akkus wird ein Überschuss von Cadmium(II)-hydroxid verwendet. Am Pluspol entsteht beim Überladen Sauerstoff, während am Minuspol noch  $\text{Cd}^{2+}$  reduziert wird. Der Sauerstoff reagiert dann mit Cadmium weiter zu Cadmium(II)-hydroxid und wird so gleich wieder verbraucht.

## Probleme

NiCd-Akkus enthalten das giftige Schwermetall [Cadmium](#) und müssen von daher über besondere Rücknahmesysteme gesondert entsorgt werden.

Beim Überladen von NiCd-Akkumulatoren können diese beschädigt werden:

- Ausgasen durch Überhitzung/Überladung (irreversibel)
- Entstehen von  $\gamma$ -NiOOH und dadurch Spannungsabfall (44-50 mV)
- Entstehen von intermetallischer Verbindung  $\text{Ni}\square\text{Cd}\square\square$  und dadurch Spannungsabfall (120 mv)
- Entstehen von Kristallen, siehe **Memory-Effekt**

Auch Falschladung beschädigt eine Zelle durch Ausgasen an der [Anode](#). Dadurch entsteht auch hochentzündlicher [Wasserstoff](#). Falschladung einer Zelle kann sehr schnell passieren wenn sich diese in einem Akkupack befindet, welches tiefentladen wird. Da die Zellen in ihrer Kapazität differieren, wird vor der vollständigen Entladung des Akkupacks die schwächste Zelle - da sie schon leer ist - durch die anderen falsch geladen.

## Memory Effekt

Der **Memory-Effekt** äußert sich in einem frühen Spannungsabfall. Das führt effektiv zu einer Verringerung der [Kapazität](#) des Akkumulators, da Endverbraucher eine Minimalspannung benötigen.

Beim Aufladen eines NiCd-Akkus bilden sich [Cadmium-Mikrokristalle](#). Wurde der Akku mehrfach nur bis zu einem bestimmten, gleichbleibenden Grad entladen, begünstigt das die Bildung grösserer [Kristalle](#). Diese reagieren durch ihre reduzierte Oberfläche im Vergleich zu kleineren Kristallen beim Entladen schlechter und das bewirkt den Spannungseinbruch. Beobachtet wurde dieser Effekt in Satelliten.

Durch vollständiges Entladen/Laden ist der Prozess umkehrbar. Dabei besteht allerdings die Gefahr den Akkumulator zu beschädigen, daher sollte das nicht ständig geschehen.

### Bedeutung

Die Bedeutung des Memory-Effekts ist umstritten, da eine Zelle schon mehrfach bis zur selben Entladestufe entladen werden müsste, damit der Memory-Effekt auftaucht. In der Praxis kommt das aber nur bei wenigen Geräten vor, beispielsweise bei schnurlosen [Telefonen](#), die mehrmals nach einem kurzen Gespräch gleich wieder auf die [Ladestation](#) gelegt werden.

Spannungseinbrüche können auch durch andere Nebenwirkungen von Überladung entstehen.

## Anwendung

### Offene Zellen

- [Unterbrechungsfreie Stromversorgung](#) (USV) (Notstromversorgung)
- Zentrale Stromversorgungssysteme für [Notbeleuchtung](#)

### Gasdichte Zellen

- Consumerbereich allgemein
  - Spielzeug
  - Fotoapparate
  - Elektrische Werkzeuge
  - Fernbedienungen
  - usw.
- [Notbeleuchtung](#) Einzelbatterieleuchten

## Literatur

- Lucien F. Trueb, Paul Rüetschi: *Batterien und Akkumulatoren - Mobile Energiequellen für heute und morgen*. Springer, Berlin 1998 [ISBN 3-540-62997-1](#)
- 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](#)