

NiMH – Akkumulatoren das Wichtigste ganz kurz

Steckbrief NiMH Zellen:

Leerlaufspannung 1,25 V ... 1,35 V

Leerlaufspannung unmittelbar nach der Ladung bis zu 1,45 V

Ladeschlußspannung:

Entladeschlußspannung: 0,85 V

Optimaler Lade- u. Entladestrom (Entladerate): 0,25 C ... 0,5 C

Betriebstemperatur: 5 C° ... 30 C°

Zyklenzahl: 500 ... 1000

Selbstentladung pro Monat: 10 % bis 30 % der Nennkapazität im ersten Monat

Laden und Entladen:

1. Nur jedes 3. bis 5. Mal „ganz“ entladen (niemals Tiefentladen s. 7.), weil:

Jeder Lade- und Entladezyklus stresst übliche Akkumulatoren, da der Ladungsaustausch das Volumen der Elektroden verändert. Sie sind im Normalfall nicht für den Betrieb mit vielen Zyklen und tiefer Entladung geeignet. Es gibt für industrielle Zwecke Batterieanlagen mit flüssigen Elektroden, die Volumenänderungen ohne Stress verkraften können. Deshalb sollte man NiMH nicht jedes Mal ganz entladen /1/.

2. Jedes 3. – 5. Mal trotzdem ganz entladen (niemals Tiefentladen s. 7.)

Die Gebrauchsanweisung für den Schachner Akku meines E-Bikes empfiehlt jedes 3. – 5. Mal den Akku ganz leerzufahren. Angesichts der Entladegrafik in Abb.1 ist das plausibel. Dabei sagt der Index 1 ... 7 etwas über die zeitliche Reihenfolge. Das heißt, K1 ist eine vollständige Entladung, dann folgen K2.. K4 mit einer teilweisen Entladung und einer geringen Degeneration. K5 ist wieder eine vollständige Entladung nach mehreren Teilentladungen. K6 und K7 zeigen die Regeneration der Zellen nach vollständigen Entladungen. Die Grafik ist nur eine Prinzipskizze (nicht maßstabsgetreu).

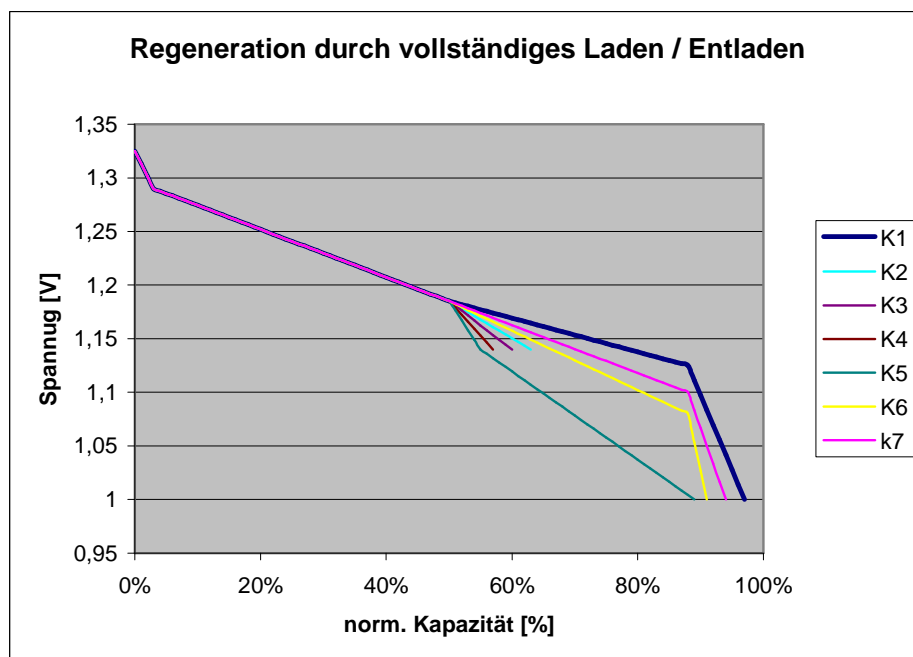


Abb. 1 Qualitativer Spannungsverlauf beim Entladen eines NiMH Akkus

Tiefentladen zu vermeiden ist bei einer einzelnen Zelle einfach. Man darf die Entladeschlußspannung nicht unterschreiten. Bei einem Akkupack (Reihenschaltung) aus z. B. 10 Zellen streuen die einzelnen Zellen untereinander. Da auch intelligente Verbraucher (wie z. B. ein E-Bike) nur die Gesamtspannung überwachen, könnten eine oder mehrere Zellen bereits ihre individuelle Entladeschlußspannung schon vor Erreichen der theoretischen Grenze des Gesamtpakets unterschritten haben.

Beispiel:

Die untere theoretische Entladeschlußspannung des Akkupakets für 10 NiMH Zellen in Reihe geschaltet beträgt $10 \cdot 0,85 \text{ V} = 8,5 \text{ V}$. Weichen z. B. 5 Zellen um 5 % nach oben und die anderen 5 Zellen um 5 % nach unten ab [Gesamtspannung = $5 \cdot (1,05 + 0,95) / 10$], befinden sich bei einer Entladeschlußspannung von 8,5 V fünf Zellen bereits darunter.

Daher die Empfehlung:

Nicht immer bis zur unteren Grenze entladen. Je mehr Zellen der Akkupack hat, desto höher sollte der Sicherheitsabstand zur theoretischen Grenze sein.

Nach der Entladung und wenn die Zellen Normaltemperatur haben sofort wieder aufladen.

3. Memory- und Batterieträgheitseffekt

NiMH – Akkus reagieren auf totale Entladung und teilweise Entladung negativ. Es gibt zwar keinen Memoryeffekt wie bei NiCd aber NiMH-Akkus reagieren mit Batterieträgheit. Zitat aus Wikipedia:

Der Begriff Batterieträgheitseffekt (auch: Lazy-Battery-Effekt) bezeichnet einen Abfall der erzielbaren Entladespannung durch unvollständige Entladung vor dem Wiederaufladen des Akkus (Teilentladung). Allerdings sackt dabei die Akkuspannung nicht wie beim Memory-Effekt weit vor Erreichen der Nennlademenge plötzlich stark ab, sondern bleibt über den gesamten Entladevorgang etwas geringer als bei einer nicht unter dem Effekt leidenden NiMH-Zelle.

Der Batterieträgheitseffekt verändert also nicht die Ladungsmenge (abgegebene Stromstärke mal Zeit) des Akkus, sondern verringert durch die herabgesetzte Spannung während des Entladens geringfügig seine abgegebene Leistung, was in der praktischen Anwendung häufig vernachlässigbar ist.

Der Batterieträgheitseffekt ist reversibel: er kann durch etwa fünf vollständige Lade- und Entladezyklen mit einem geeigneten Ladegerät wieder beseitigt werden /2/.

4. Laderate C: Der Lade- und Entladestrom wird oft relativ zur Kapazität des Akkus in Form der sogenannten Laderate C angegeben. Dabei bezeichnet ein Entladestrom von 1C bei einem Akku von 2,5 Ah den Entladestrom von 2,5 A. Ein Lade- bzw. Entladestrom von 1 C berechnet sich aus der Akkukapazität durch:

$$\text{Lade- bzw. Entladestrom von 1 C} = \text{Akkukapazität/h}$$

Günstig für die Lebensdauer ist ein Entladestrom von ca. 0,25 C ... 0,5 C.

5. Selbstentladung

Die Selbstentladung bei NiMH ist sehr hoch. Auch hier ist der Vorgang selbst nur skizziert. Die Hersteller arbeiten intensiv daran, diesen Effekt zu verringern. Die absoluten Zahlen hängen von sehr vielen Faktoren (Temperatur, Zellkapazität, Technologie, ...) ab und verbessern sich also ständig.

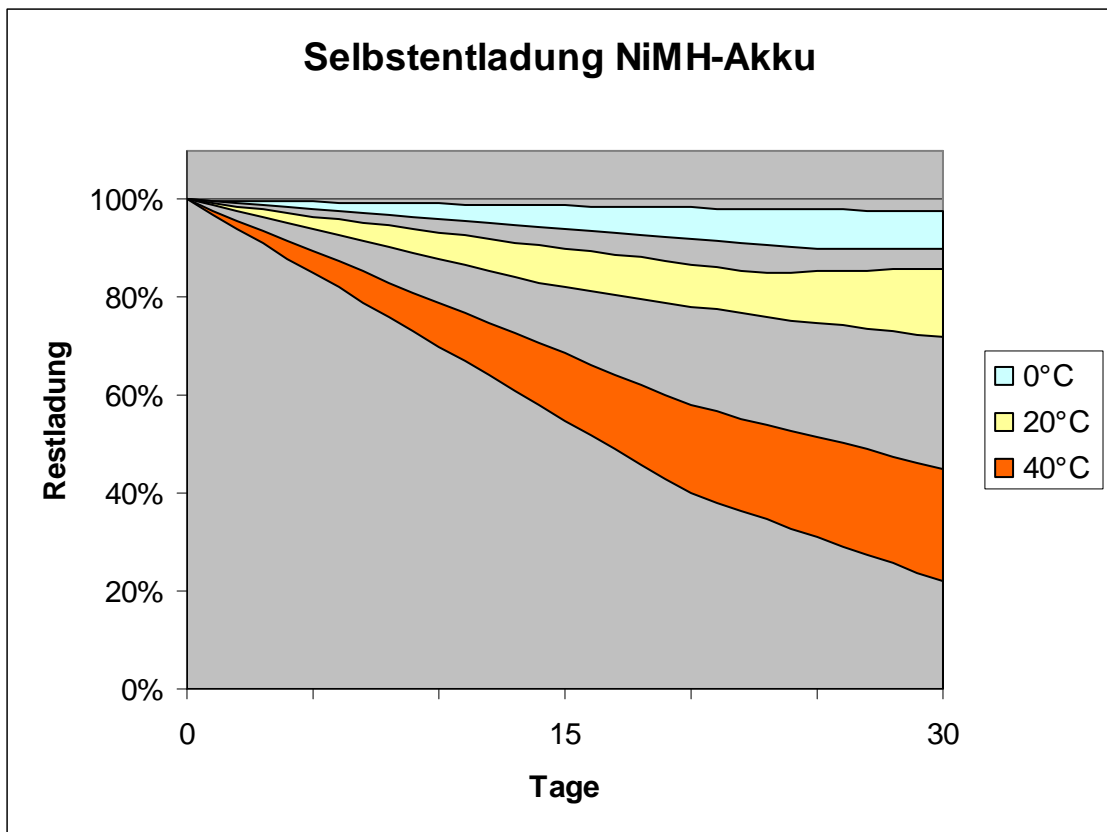


Abb. 2 Selbstentladung NiMH abhängig von der Umgebungstemperatur

NiMH hat eine Selbstentladerate von 10 % bis 30 % im ersten Monat und stabilisiert sich dann bei einem halben bis einem Prozent pro Tag bei Raumtemperatur. Die Umgebungstemperatur hat einen starken Einfluss auf die Höhe der Entladerate, niedrigere Umgebungstemperaturen haben eine niedrigere Selbstentladungsrate, höhere Umgebungstemperaturen eine höhere Selbstentladungsrate zur Folge. Ebenso hat die Kapazität einen Einfluss auf die Selbstentladungsrate: Höchstkapazitive Zellen (> 2700 mAh) haben die höchste Selbstentladungsrate. Der Daumenwert zur Entladung liegt bei ca. 15% pro Monat.

6. 2006 wurde ein neuer Typ von NiMH-Akkus vorgestellt, NiMH mit geringer Selbstentladung, die durch Verwendung neuer Separatoren eine deutlich niedrigere Selbstentladungsrate vorweisen. Dadurch können sie vorgeladen verkauft werden und brauchen nicht vor dem ersten Gebrauch geladen zu werden wie herkömmliche Akkus. Ihre Selbstentladungsrate soll bei Raumtemperlagerung nur 15 Prozent pro Jahr betragen. Sie können in herkömmlichen Ladegeräten geladen werden und haben ähnliche Ladezyklenzahlen (500 bis 1000) wie bisherige NiMH-Akkus. Sanyo war als erster mit solchen Akkus (Eneloop) auf dem Markt, bald darauf folgten jedoch auch andere Hersteller.
7. Was bedeutet Tiefentladen bei NiMH?
Unter Tiefentladung versteht man das Entladen unter die Entladeschlussspannung. Die liegt bei NiCd bei fast 0 V bei NiMH dagegen bei ca. 0,85 V. Unterhalb dieser Spannung wird die Zelle irreversibel geschädigt.
8. Verpolen und Umpolen der Zellspannung
Verpolung ist natürlich noch schlimmer als Tiefentladung. Bei der Entladung von Akkupacks, die aus mehreren Zellen bestehen, kann es aufgrund von Fertigungstoleranzen zum Umpolen einzelner Zellen kommen. Das entspricht einer Verpolung und ist für die einzelne Zelle tödlich.
9. Zyklenzahl
Die Angaben gehen von 500 ... 1000, die Randbedingungen spielen eine große Rolle. Es gibt eine Messung nach Norm. Realistischerweise sollte man von 500 Zyklen ausgehen, weil man die Normbedingungen (z.B. Strom = 0,2 C) im täglichen Gebrauch nicht einhalten kann.

10. Betriebstemperatur

5 C° ... 30 C°

Wenn z. B. der Laptop am Netz hängt, Akku rausnehmen, weil ständiges Aufladen von 95 % auf 100 % die Zyklenzahl verkleinert. Außerdem hat der Laptop eine für die „Lagerung“ des Akkus ungünstige Umgebungstemperatur. Am Netz läuft er unter Vollast, das heißt, er wird auch besonders warm.

Lagern

11. Akkus nicht bei hohen Temperaturen lagern, z. B. nicht in die Sonne legen.

12. Vor der Nutzung nach längerer Lagerung noch mal Aufladen? Wird empfohlen und ist bestimmt nützlich. Die Lebensdauer des Akkus verlängert es vermutlich aber nicht. Eine Aussage dazu ist mir allerdings nicht bekannt

13. Lagerbedingungen

Bei voller Ladung? Im Gegensatz zu Li-Ionen Akkus ist mir keine Aussagen dazu bekannt.

Sicher ist nur, dass es durch Selbstentladung nicht zur Tiefentladung kommen darf. Bei in Reihe geschalteten Zellen ist zu beachten, dass es bei keiner Zelle zur Tiefentladung kommen darf. Das muss bei der Beobachtung der Gesamtspannung durch „Angstzuschläge“ berücksichtigt werden.

Wegen der Temperaturabhängigkeit der Selbstentladung sollten Akku's kühl gelagert und nicht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden.

Der Akku sollte nicht im Verbrauchsgerät gelagert werden, um eine schleichende Entladung durch parasitäre Ströme sicher zu vermeiden.

/1/ Dr. Adam H.Whitehead:

Akku mit Tank

Elektronik, Heft 22/2008 S. 62ff

/2/ Wikipedia