



Typen

Nickel

- Nickel-Cadmium NiCd
- Nickel-Metallhydrid NiMH
- LSD-NiMH (Eneloop)

Lithium

- Lithium-Ionen LiIon
- Lithium-Polymer LiPo
- Lithium-Eisen LiFe

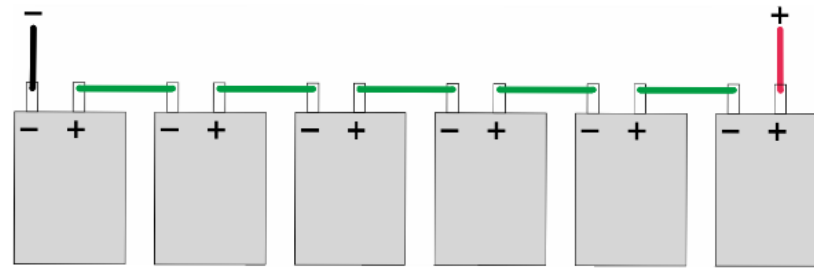
Akku-Spannung

NiCd/NiMH: $1,2 \text{ V} \times 6 \text{ Zellen} = 7,2 \text{ V}$

$1,2 \text{ V} \times 10 \text{ Zellen} = 12,0 \text{ V}$

Kapazität

3500 mAh
=> 1/2 Stunde
7 Ampere



C-Rate

1C Laderate
bei 3500 mAh
=> 3,5 Ampere



Strom

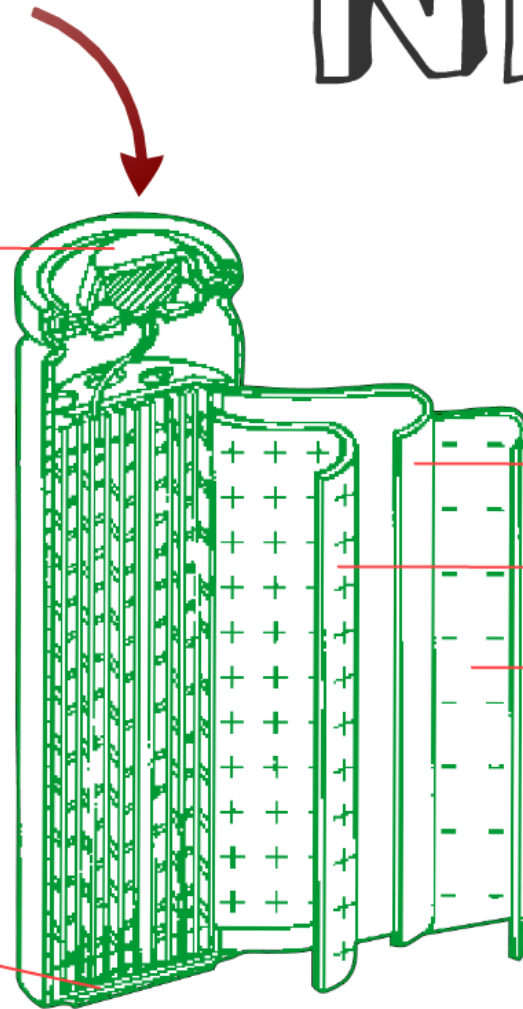
Immer in allen Zellen gleich

NiMH

weiße Ablagerungen oder Flüssigkeit: Sicherheitsventil!

oberer Kontakt (+)

unterer Kontakt (-)



Trennmembran

Positive Nickel Elektrode (+)

Negative Metallhydrid Elektrode (-)

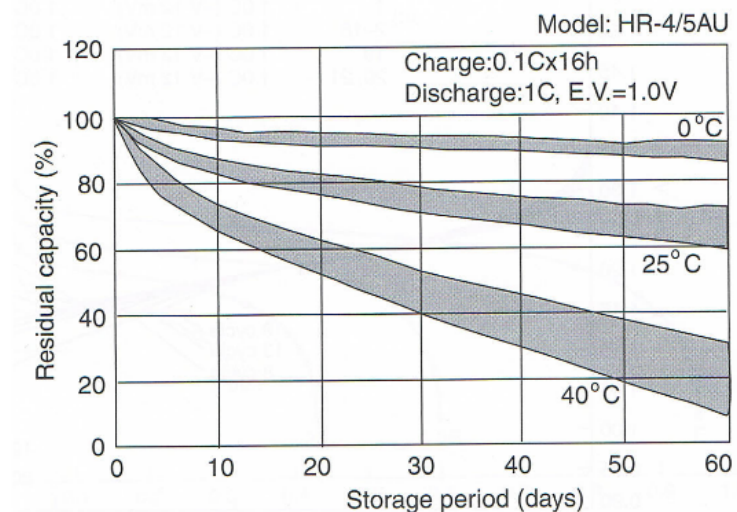
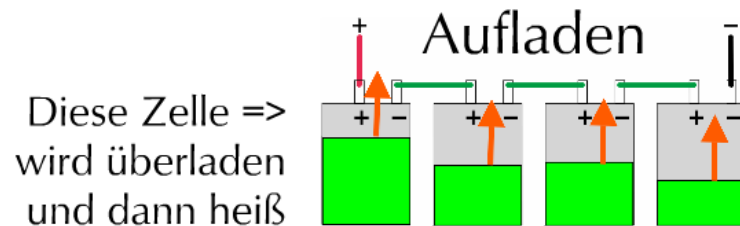
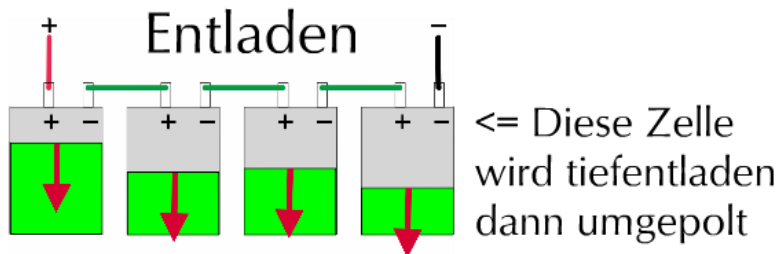


... nicht direkt an den Zellen löten
... Kalilauge ist ätzend

... Zellen selbst brennen nicht
... Vorsicht Wasserstoff

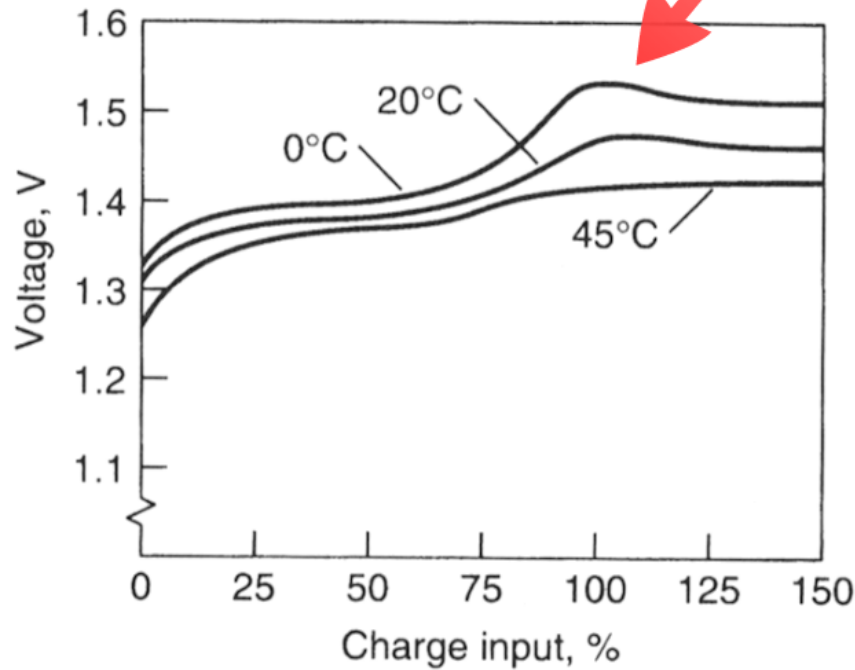
Unser Problem:

- Selbstentladung
- Kapazitäts - Unterschiede

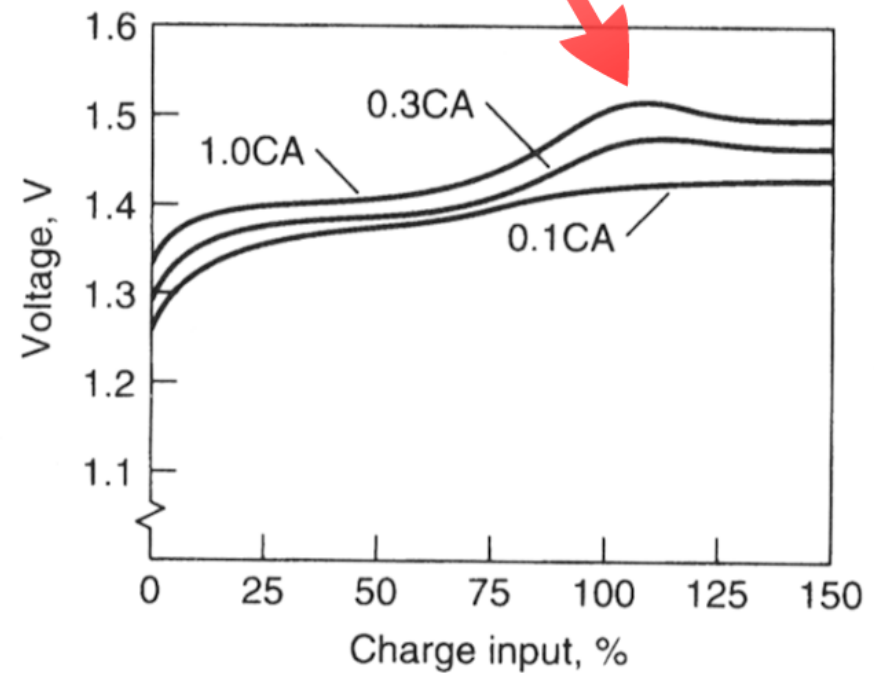


- ... Akkus kühl und trocken lagern, vor allem in der Winterpause
- ... Akkus mit unbekanntem Ladezustand immer zunächst "über Nacht" laden
- ... defekte Zellen austauschen keine Lösung
- ... nur Akkus gleichen Typs + Alters kombinieren

Delta-Peak / Schnell-Ladung



Hitze vermeiden



Ladestrom korrekt
einstellen

- ... niemals warme oder heiße Akku-Packs aufladen
- ... nicht in der prallen Sonne oder bei hoher Umgebungstemperatur laden

Aufladen



C - Rate	Ladestrom bei 3000 mAh	Ladezeit	
2 C	6,00 A	40 min	Schnell - Ladung
1 C	3,00 A	70 min	
1 / 2 C	1,50 A	140 min	
1 / 3 C	1,00 A	4 h	
1 / 4 C	0,75 A	5,5 h	„Tabuzone“
1 / 5 C	0,60 A	7 h	
1 / 7 C	0,43 A	10 h	
1 / 10 C	0,30 A	> 14 h	Standard - bzw. Normal - Ladung
1 / 20 C	0,15 A	> 30 h	

- ... Ladewirkungsgrad max. 90%, bei "Übernacht"-Ladung unter 70%
- ... Anzeige des Ladegeräts sagt deshalb wenig aus (bei Nixx)
- ... immer "voll" laden, Nachladen vermeiden
- ... letzte Instanz: Anleitung vom Ladegerät

“Über-Nacht-Laden”



$$\begin{aligned} & (\text{Kapazität} \times 1,5) / \text{Ladestrom} \Rightarrow \text{Ladezeit} \\ & (2200\text{mAh} \times 1,5) / 150\text{mA} \Rightarrow 22\text{h} \end{aligned}$$



... Akku wird grundsätzlich überladen
... nicht vorzeitig abbrechen
... NIEMALS Lixx so laden

Entladen

- bis 8 Zellen: nicht unter 1V je Zelle
- 8 Zellen und mehr: 1,1V je Zelle



Akkus prüfen

1. aufladen (geladene Kapazität sagt wenig aus)
2. mind. 24 h lagern (defekte Zellen = hohe Selbstentladung)
3. entladen mit 0,2 C (jetzt zuverlässige Kapazitätsmessung)

... Entladekapazität immer auch vom Strom abhängig
... Nennspannung 1,2 V, aber: Spannungsmessung sagt wenig aus
... NiCd/NiMH in Abständen vollständig laden/entladen
... Tiefentladungen vermeiden

LSD-NiMH

(Low Self Discharge)



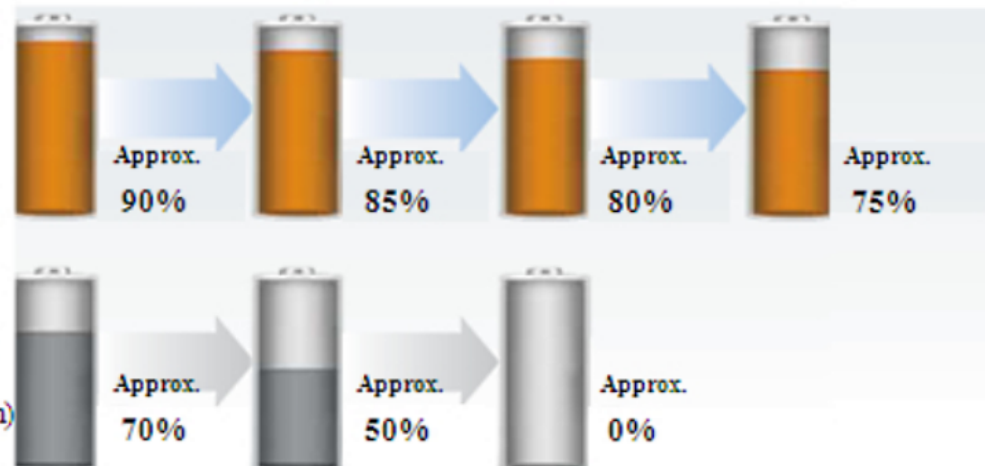
... für Sender, Empfänger, Anhänger,
Auflieger, 12V - Trucks, Digi-Cams,
alles bis ca. 7A max., kein Sub-C

Remaining power of "eneloop" (AA)*9



New eneloop
HR-3 UTGA
(Min.1900mAh)

After 6 months After 1 year After 2 years After 3 years



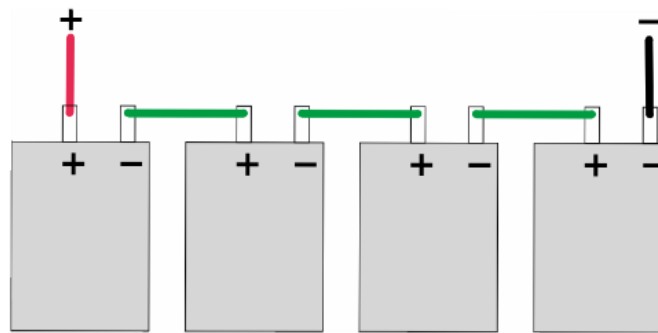
SANYO's high capacity
rechargeable battery
(HR-3 UG:Min.2500mAh)

- ... auch Varta Ready2Use, Panasonic Infinium uvam., kein Sub-C
- ... können beim Schnell-Laden sehr warm werden (bis 50°), Standard-Ladung unnötig
- sehr pflegeleicht, keine Zyklen nötig, kein Memory-Effekt

Akku-Spannung

Lithium

LiFe: 3,3 V x 4 Zellen = 13,2 V



Kapazität

2000 mAh
=> 1/2 Stunde
4 Ampere



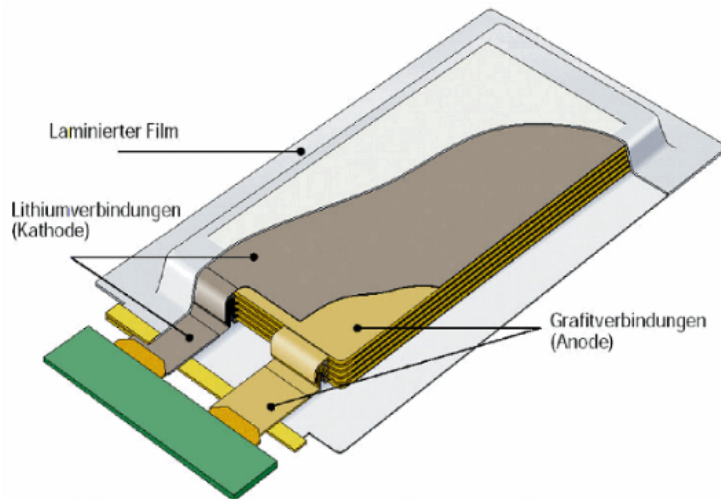
C-Rate

35C Entladerate
bei 2000 mAh
=> 70 A !

Strom

Immer in allen Zellen gleich

Lithium-Akkus



	1 S	2 S	3 S	4 S
Lilon	3,6 V	7,2 V	10,8 V	14,4 V
LiPo	3,7 V	7,4 V	11,1 V	14,8 V
LiFe(Po4)	3,3 V	6,6 V	9,9 V	13,2 V



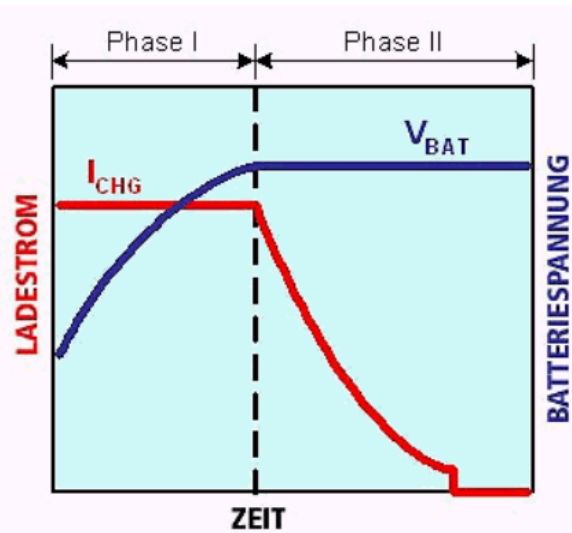
Aufladen



- Ladestrom 0,5C bis 1C
- Einstellung 3x kontrollieren
- immer mit Balancer-Anschluss



CC - CV



12,6V



- ... Laden ruhig früher abbrechen, nicht voll lagern
- ... in Abständen voll laden mit 0.2C, wg. Balancer
- sehr pflegeleicht, keine Zyklen fahren, nicht tiefentladen

- ... Balancer/Equalizer - ev. Adapter nötig
- ... nie unbeaufsichtigt laden
- Akku bläht sich auf - sofort abbrechen

Entladen

- niemals tiefentladen, entladen zur Pflege unnötig
- nur geeignete Fahrtregler verwenden



Li-Akkus
prüfen



... versehentlich völlig entladene Akkus gleich wieder aufladen
... nicht gut geeignet für Anhänger/Auflieger

Überwintern

NiCd entladen

NiMH entladen, in Abständen auf/entladen
oder: volladen, danach Normalladen

LSD-NiMH nicht entladen lagern, sonst unkritisch

Lithium zwischen 20% und 60%, unkritisch

... Pflegetipp Laptop-Akkus: Aus dem Gerät nehmen
... immer kühl lagern

NiMH

Probleme

1. überladen = Hitze = Überdruck
2. tiefentladen = Spannungsumkehr = Überdruck
3. Ladeendspannung bis zu 1,7 V pro Zelle
4. hochkapazitive Typen = hohe Selbstentladung

Tipps

1. Akkus nicht "nachladen"
2. Ladevorgang nicht abbrechen
3. nicht tiefentladen (< 1 V pro Zelle)
4. neue oder lange gelagerte Akkus nicht schnell laden
5. frisch geladene Akkus nicht sofort verwenden
6. hohe Temperaturen meiden

Lithium

Probleme

1. überladen = Überdruck = Brandgefahr
2. tiefentladen = defekt
3. Ladeendspannungen unbedingt einhalten (Ladeprogramm)
4. altert auch bei Nicht-Benutzen

Tipps

1. nie ganz entladen
2. nicht voll oder entladen lagern
3. voll laden nur kurz vor dem Gebrauch
4. neue Akkus nicht schnell laden
5. immer Balancer oder Equalizer verwenden
6. kühl lagern, Hitze generell vermeiden

Einkaufstipps

- ... Vorsicht bei Akku-Restposten und Ladenhütern
- ... Qualität ist entscheidend für Sicherheit
- ... neue Ladegeräte sollten LiFe(Po) unterstützen
- ... eingebauter Balancer ist praktisch
- ... Bedienungsanleitung einsehen
- ... Adapter und Ladekabel nicht vergessen
- ... vom Händler beraten lassen!

Quellen

- "Handbook of Batteries", Third Edition, McGraw-Hill
- "Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen", Reichardt-Verlag
- Sanyo "HR-3UTGA Data-Sheet" (Eneloop)
- Sanyo "HR-3UWX Data-Sheet"
- GP "Nickel Metal Hydride Technical Hand Book"
- Panasonic "Precautions for designing devices with NiMH batteries"
- Panasonic "Nickel Metal Hydride Batteries Technical Handbook"
- FMA "Managing A123 Cells"
- FMA "The Kokam USA Lithium Polymer Battery System"

Links

- wiki.rc-network.de
- www.elektromodellflug.de

Servonaut

