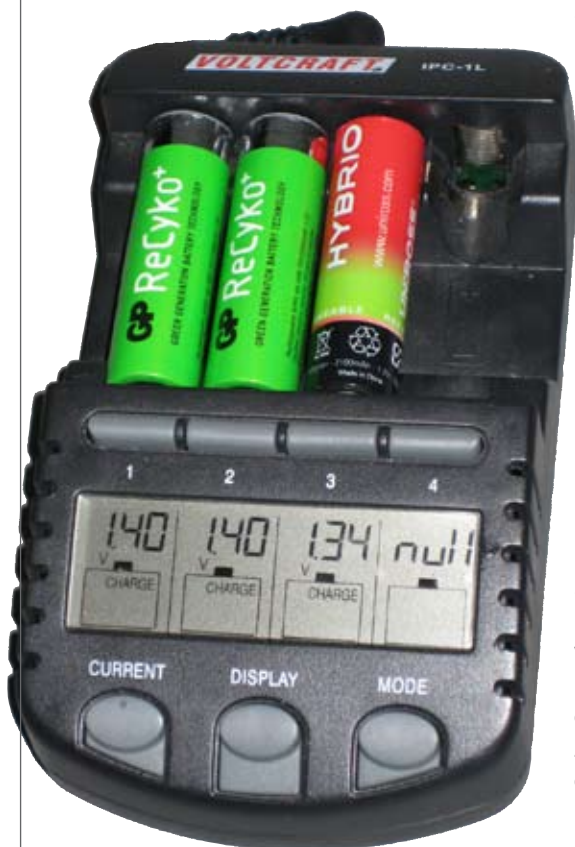


# Alles über Akkusysteme

*Was Sie über die Kraftpakete wissen sollten!*

**Fragt man die Lampenbauer, was sie sich von den Akkuherstellern wünschen, so ist die Antwort klar. In möglichst kleiner und leichter Bauform soll er produziert werden, eine riesige Kapazität soll er besitzen und dabei noch schnell zu laden sein. Seine Leistung soll sich unbeeindruckt von der Umgebungstemperatur entfalten, nicht umweltschädlich sein und sich problemlos in einem geschlossenen Gehäuse betreiben lassen. Dazu noch ein günstiger Preis und fertig ist der Wunschzettel!**

Auch, wenn das zum jetzigen Zeitpunkt noch unerfüllbar erscheint - die Entwick-

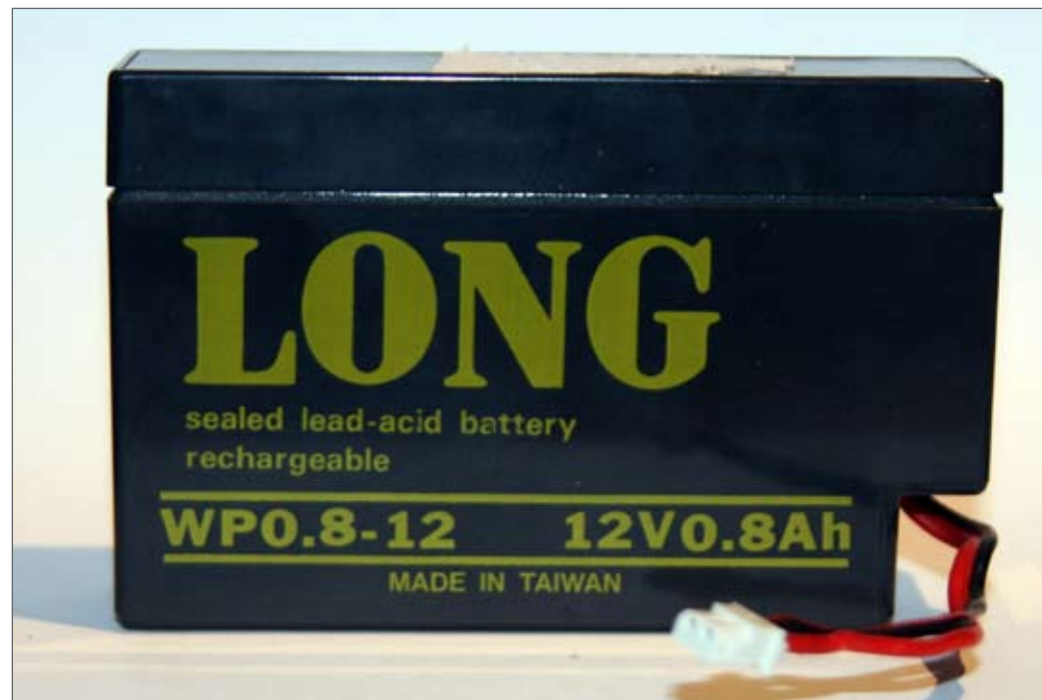


lung schreitet mit Riesenschritten voran! Immer leistungsfähigere Akkumodelle kommen in immer kürzeren Abständen auf den Markt: Zeit für DiveInside, über die aktuell verfügbaren Systeme zu informieren.

### NiCd (Nickel Cadmium)

Jeder kennt sie noch: NiCd-Akkumulatoren. Diese waren die ersten kompakt verfügbaren und wieder aufladbaren Zellen, und so wurden sie bevorzugt in Tauchlampen verbaut. Die Nominalspannung von 1,2V pro Zelle ist zwar geringer als bei herkömmlichen Alkali-Batterien, durch das schalten in Reihe konnte man jedoch fast jede beliebige Spannung erzeugen. Der Vorteil von NiCd Akkus ist auch heute noch das gute Tieftemperaturverhalten. Selbst bei -40 Grad besitzt ein Akku dieser Bauart noch über 50% seiner nominellen Kapazität bei Raumtemperatur. NiCd-Akkus können durch ihren geringen Innenwiderstand sehr hohe Ströme liefern; bei Tauchlampen ist das mittlerweile nicht mehr so wichtig.

Der große Nachteil dieses Akkus liegt im Namen versteckt, das verwendete und giftige Schwermetall Cadmium. Im Dezember 2004 hat der EU-Ministerrat eine Richtlinie verabschiedet, deren Ziel es ist, die technische Nutzung von Cadmium zu reduzieren. Das Europäische Parlament hat im Jahr 2006 eine veränderte Version dieser Richtlinie angenommen, die Batterien und Akkumulatoren mit mehr als 0,002 Gewichtsprozent Cadmium verbietet. Alle Mitgliedsstaaten der EU sind verpflichtet, diese Richtlinie in nationales Recht umzusetzen. Momentan spricht alles dafür, dass 2008 diese Bestimmungen auch in Deutschland Gesetz werden. Manche



Tauchlampenbauer werden diesem Akku sicher nachtrauern, da er mittlerweile so ausgereift ist, dass Betriebszeiten von bis zu 8 Jahren oder mehr erreicht werden. Ein Wert, von dem ein Großteil moderner Akkus nur träumen können. NiCd ist robust, langlebig und verzeiht auch mal eine schlechte Behandlung.

### Bleigel

Bei Bleiakkumulatoren - jeder kennt sie als Starterbatterie im Auto - handelt es sich um einen Akkutyp, bei dem die Elektroden im geladenen Zustand aus Blei und Bleidioxid und der Elektrolyt aus verdünnter Schwefelsäure bestehen. Für den Tauchbereich werden natürlich geschlossene Systeme benötigt, so dass bei Bleigel Akkus, durch den Zusatz von Kieselsäure, die Elektrolyte zu einem Gel erstarren. Bleigel-Akkus können durch

ihren höheren Innenwiderstand keine großen Ströme liefern. Häufig werden Bleigel-Akkus in größeren Akkutank-Systemen verbaut und sind durch ihren relativ niedrigen Anschaffungspreis beliebt. Technisch bilden sie von allen Akkutypen das Schlusslicht, was ihr Handling, die Energiespeicherfähigkeit und natürlich das Gewicht anbetrifft.

### NiMh

Der Ablöser der NiCd-Akkus ist der Nickel-Metallhydrid-Akku. Die Energiedichte einer Zelle beträgt etwa 80 Wh/kg, ist damit fast so groß wie die einer Alkali-Batterie und mehr als doppelt so stark wie die eines Akkus auf NiCd-Basis. NiMH-Akkus reagieren sehr empfindlich auf Überladung, Überhitzung, falsche Polung und Tiefenentladung, so dass bei den Ladegeräten mehr Intelligenz ver-



Intelligente Ladegeräte für diese Akkus können aber die Kapazität beim Laden messen und geben dann Auskunft über den letzten Kauf. Das Minimum, was ein Ladegerät für NiMH können sollte ist die Delta-U Abschaltung, damit beim Erreichen des Ladeschlusses

keine weitere Energie mehr in den Akku gepumpt wird. Sonst leidet die Kapazität und es entsteht Knallgas.

Das tückische Knallgas kann ebenfalls beim Entladen entstehen, wenn der Akku für seine Bauart überlastet wird oder bereits stark gealtert ist. Das merkt man eventuell beim Öffnen der Lampe, wenn dann ein Überdruck entweicht. In dem Moment sind die Akkus dieser Lampe nicht mehr einsatzfähig und sollten gegen neue, hochwertige Ersatzakkus getauscht werden.

NiMH-Akkus haben für den Tauchbetrieb noch einen weiteren Nachteil - sie sind für extrem tiefe Temperaturen ungeeignet. Bereits beim Annähern an den Gefrierpunkt weisen sie einen deutlichen Kapazitätsverlust auf. Beim Tauchen in kalten Gewässern macht sich der Effekt durch starke Verringerung der Brennzeit bemerkbar.

Zur Pflege: Ni-MH weisen immer noch einen schwach ausgeprägten Memory-Effekt auf, wenn sie nur teilentladen

werden. Dies kann jedoch durch eine vollständige Entladung alle 10-20 Ladezyklen problemlos ausgeglichen werden. Ni-MH Akkus sollten immer voll gelagert werden, da sie sich sonst durch ihre relativ hohe Selbstentladung in den schädlichen Tiefentladebereich gelangen können.

**Li-Co (Lithium-Kobalt, auch Li-Ion genannt)**

Diese Akkus sind auf der Basis von Lithium aufgebaut. Sie besitzen eine noch höhere Energiedichte als NiMH-Akkus. Die Zellen dieses Typs liefern eine Nennspannung von 3,6 Volt, durch Kombination kann auch hier jede im Tauchbereich benötigte Spannung aufgebaut werden. Wie schon beim NiMH Akku, muss man etwas mehr Elektronik um den Akku herum einbauen. Schon Tiefentladungen unter 2,4V lassen den Akku dauerhaft an Kapazität verlieren, Entladungen unter 40% sollten generell vermieden werden.



Für Tauchlampenkäufer interessant ist die Möglichkeit einer unproblematischen geschlossenen Ladung dieser Zellen, da sie nicht gasen dürfen. Sie haben meist nur noch ein Sicherheitsventil, welches - einmal

angesprochen - den Akku für alle Zeiten still legt. Schutzschaltungen müssen die Ladung und Entladung penibel überwachen, da beide Vorgänge in Extremsituationen den Akku zum Explodieren bringen können. Bei Li-Co kommt verschärfend hinzu, dass dieser Akkutyp auf keinen Fall heißer als 130 Grad werden darf: er haucht dann sein Leben mit einem letzten „Knall“ aus. Letztendlich entscheidet aber der Hersteller, wie anfällig seine Zelle wird, indem zum Beispiel Mangan beigemischt wird. Das

baut werden muss. Dies ist besonders wichtig für die zyklische Ladung, denn an Stelle eines Memory-Effekt wie bei NiCd-Akkus kommt es bei NiMH-Akkus bei häufigen Teilentladungen zum Batterieträgheitseffekt: ein starker Abfall der gespeicherten Ladung.


Die NiMH Akkus sind deutlich problematischer in der Erkennung des Ladeschluß-Punktes im Vergleich zu NiCd - eine Ladung in einem geschlossenen Tauchlampengehäuse ohne Überdruckventil ist unmöglich. NiCd als auch NiMH neigen zum Ausstoß von Knallgas, wenn sie überladen werden. Diese Eigenschaft findet man verstärkt bei schlechter Akkuqualität und nimmt in jedem Fall mit hohem Alter zu. Daher gilt gerade beim NiMH Akku: Wer billig kauft, kauft zweimal! Dies gilt sowohl für den Akku als auch dem Ladegerät. Mignon AA Zellen sind vor allem in Backuplampen beliebt, die damit die Wahl zwischen Akku und Batterie lassen. Beim Kauf auf Markenware achten! Nicht selten wird die aufgedruckte Kapazität bei Billigware um bis zu 50% unterschritten.

**Dive THE BEST of both worlds**

<p>Award-winning reefs of Bunaken</p>  <p>TASKIA RIA RESORT, Manado</p>	<p>The capital of muck-diving, Lembeh</p>  <p>KUNGKUNGAN BAY RESORT, Lembeh Strait</p>
---	--

*TWO amazing dive destinations  
TWO fine resorts  
ONE dive operator*

North Sulawesi only PADI 5 Star Gold Palm IDC Resorts



info@eco-divers.com  
**eco-divers.com**

Ergebnis ist ein Kompromiss aus Kapazität und Sicherheit, bei Markenherstellern liegt man erwartungsgemäß mehr Wert auf Letzteres.

Wie bei NiMh-Akkumulatoren sind die Lilon-Zellen sehr temperaturempfindlich, der optimale Verwendungsbereich dieser Typen liegt bei 17-25 Grad. Bei Temperaturen unter 5 Grad erhöht sich der Innenwiderstand derart stark, dass kein vernünftiger Betrieb möglich ist. Lilon-Akkus dürfen nur mit speziellen intelligenten Ladegeräten geladen werden. Diese Ladeelektronik steuert den Ladestrom und überwacht den Akku während des Vorgangs. Meist werden die Akkus direkt mit einer Schutzelektronik in der Zelle verbaut, so dass größere Probleme wie Akkubrände oder Explosionen durch falsche Ladung nicht vorkommen dürften.

### LiMn

Die Lithium-Mangan Zelle ist eine konsequente Weiterentwicklung der Li-Co Zelle in Richtung Betriebssicherheit. Chemisch ist der Akku eine so genannte „Spinell-Struktur“ aus Manganoxid, jedoch ohne das problematische Kobalt. Dies führt zu einer deutlichen Anhe-

bung der Problemtemperatur auf 250 Grad und macht den LiMn Akku gerade für Tauchlampen extrem sicher. Trotzdem dürfen auch bei diesem Akku die Schutzschaltungen nicht vernachlässigt werden, auch wenn die Betriebstoleranzen gestiegen sind. Erkauft wird dieses Sicherheitsplus mit einer geringeren Kapazität, die lediglich 50-70% eines vergleichbaren Li-Co Akkus beträgt.

Die beste Pflege dieses Typs besteht in einer optimalen Lagerung bei der Hälfte seiner Kapazität. Der Grund hierfür erklärt sich daraus, dass ein Li-Ion Akku schneller altert, je höher er geladen gelagert wird. Jeder Li-Mn oder Li-Co Akku beginnt mit dem Tag seiner Herstellung unaufhaltsam zu altern – egal ob er benutzt wird oder nicht. Die Ladezyklen spielen daher eine untergeordnete Rolle. Die Lagerung bei halber Kapazität stellt also einen Kompromiss aus Selbstentladungsgefahr und Langlebigkeit dar. Die Selbstentladung ist allerdings bei frischen Geräten sehr gering.

### LiFePo4 (Lithium-Eisen)

Der Lithium-Eisen-Phosphat Akku, kurz Lithium-Eisen, ist ein Kind der modernen Nanotechnologie. Chemisch basierend auf einer Eisen-Phosphor Verbindung, ist der Akku unempfindlich gegenüber thermischen Problemen. Wird die Chemie zu heiß, deaktiviert sie sich quasi von alleine. Außerdem ist nur die halbe Menge an Lithium für die Produktion notwendig, was den Akkutyp mittel-

fristig preiswerter werden lässt. Die Stärken des LiFe Akkus liegen in seiner extremen Robustheit und der sehr hohen Lade- und Entladeströme. Ein LiFe Akku kann in nur 15min zu 80% geladen werden, entsprechend starke Ladegeräte vorausgesetzt. Bezogen auf seine Energiefähigkeit ist es der leichteste Akku den es gibt. Seine Kapazität in Hinblick auf die Größe liegt in etwa gleichauf mit Li-Mn Akkus, wird sich aber in naher Zukunft noch deutlich steigern lassen. Verwendung findet er im Moment primär in der Elektroautoindustrie.

Die Pflege dieses Akkutyps, der bislang leider in keiner Tauchlampe auf dem Markt zu finden ist, ist denkbar einfach. Der Ladezustand ist unerheblich für die Lagerung, die Selbstentladung ist ähnlich von Li-Co Akkus und Tiefentladung schadet ihm nur minimal. Damit kann man ihn einfach geladen in den Schrank legen, bis der nächste Tauchgang wieder ansteht. Freuen wir uns also auf die ersten Lampen die diesen Akkutyp verwenden!

### LiTi (Lithium-Titanat)

Eine Weiterentwicklung des Lilon-Akkus ist der Lithium-Titanat-Akku. Dieser hat zwar noch nicht die hohe Energiedichte wie der Lilon-Akku, ist aber sehr unempfindlich gegen niedrige Tempera-



turen. Und ein weiteres Highlight kommt hinzu: der Akku soll in ca. einer Minute auf über 80% seiner Kapazität geladen werden können. Sobald geeignete Zellen vorliegen, werden diese bestimmt den Einzug in den Tauchlampen-Bereich halten.

Im Moment befindet sie diese Akkutechnik noch in der Erprobungsphase, meist in Elektroautos, für deren Einsatz sie primär entwickelt wurden. Hier erwarten wir einen fast perfekten Akku für Lampensysteme!

Der eingangs beschriebene Wunschzettel ist noch Utopie. Die aktuellen Akkusysteme sind jedoch in der Lage, die meisten Wünsche der Lampenhersteller und Kunden zu befriedigen. Man muss nur wissen, wie man sie richtig einsetzt, pflegt und wo die spezifischen Grenzen liegen – dann klappt es auch mit der Erleuchtung! **ML, AS**

