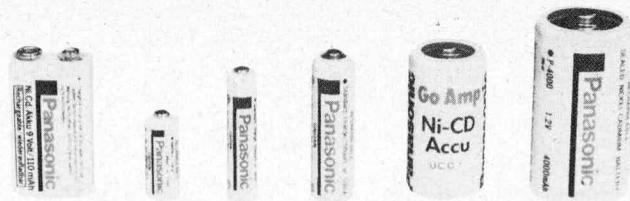


# NC-Akkus



Ein Bericht über Einsatzmöglichkeit und Wirtschaftlichkeit von NC-Akkus mit wichtigen Behandlungshinweisen

**Nickel-Cadmium-Akkumulatoren, auch kurz NC-Akkus genannt, erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. In diesem Artikel soll beschrieben werden, wann diese Akkus, die hoch in der Verbrauchergunst stehen, sinnvoll und wirtschaftlich einzusetzen sind. Es werden auch wichtige Hinweise zur Pflege und Wartung gegeben.**

Obwohl es NC-Akkus bereits seit vielen, vielen Jahren gibt, wurden noch vor nicht allzu langer Zeit die meisten batteriebetriebenen Geräte auf die bis dahin üblichen Primärzellen (Trockenbatterien) mit einer Spannung von 1,5 V zugeschnitten. Inzwischen wird von den Geräteherstellern vermehrt die Einsatzmöglichkeit von NC-Akkus berücksichtigt. Diese weisen nämlich eine um ca. 20 % niedrigere Entladespannung von 1,22 V auf. Für die Bereitstellung einer 6 V Betriebsspannung sind beim Einsatz von Trockenbatterien 4 Zellen und beim Einsatz von NC-Akkus 5 Zellen erforderlich.

In vielen Geräten, die für den Einsatz von Trockenbatterien vorgesehen wurden, reicht der Platz für NC-Akkus nicht aus, da bei einer Betriebsspannung von 6 V eine Zelle und bei einer Betriebsspannung von 12 V sogar zwei Zellen zusätzlich untergebracht werden müßten. Trotzdem ist auch hier in einem Großteil der Fälle der Einsatz von NC-Akkus möglich. Um dies zu verstehen, muß man das Verhalten von Trockenbatterien und NC-Akkus etwas näher beleuchten.

Die Leerlaufspannung einer vollen Trockenbatterie liegt ungefähr zwischen 1,5 und 1,7 V, je nach Typ und Lagerzustand. Im Verlauf ihrer Entladung sinkt diese Spannung ungefähr linear kontinuierlich auf eine Entladeschlussspannung von ca. 1,0 V ab. Die mittlere Betriebsspannung bewegt sich also bei ca. 1,3 bis 1,4 V. Dies gilt allerdings nur dann, wenn der entnommene Strom verhältnismäßig klein ist (weniger als 10 % der Nennkapazität).

Werden Verbraucher mit größerem Strombedarf angeschlossen, so sinkt die Entladespannung aufgrund des verhältnismäßig großen Innenwiderstandes von Trockenbatterien um beträchtliche Werte ab. So kommt man schnell auf Versorgungsspannungswerte, die im Mittel sogar unterhalb der Werte von NC-Akkus liegen. Letztere zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie in weiten Bereichen ihres Entladevorganges eine recht konstante Spannung aufweisen. Der Innenwiderstand von NC-Akkus ist extrem gering, so daß auch größere Belastungen lediglich eine geringfügige Spannungsreduzierung zur Folge haben.

Als besonders markantes Beispiel sei hier die Stromversorgung des im „ELV journal“ Nr. 30 vorgestellten RC-BMW M 1 genannt. Dieses schnell fahrende Elektromodell wird mit 6 NC-Baby-Akkus betrieben, die in Reihe geschaltet eine Spannung von 10 V abgeben. Eine Versorgung mit Trockenbatterien ist nicht möglich, da die große Stromaufnahme des leistungsfähigen Elektro-Antriebsmotors die Spannung auf unzulässig niedrige Werte zusammenbrechen ließe. Die Leerlaufspannung von 6 in Reihe geschalteten Trockenbatterien liegt zwar höher ( $6 \times 1,5 \text{ V} = 12 \text{ V}$ ) als bei einer gleichen Anzahl von NC-Akkus (10 V), jedoch ist die während des Betriebes tatsächlich zur Verfügung stehende Spannung bei entsprechender Strombelastbarkeit deutlich niedriger als bei NC-Akkus. So unglaublich es auf den ersten Blick auch erscheinen mag, daß die Versorgungsspannung von Trockenbatterien in vorstehend beschriebenen Einsatzfall nicht ausreichend ist, so einleuchtend ist dies bei näherer Betrachtung.

Wie wir an vorstehendem praktischen Beispiel gesehen haben, kann im Extremfall sogar die Spannung von Trockenbatterien für bestimmte Einsatzfälle, in denen hohe Ströme entnommen werden, geringer sein als die Spannung bei NC-Akkus, da diese auch bei größeren Belastungen nur geringfügig absinkt. Für die Mehrzahl der im Alltag vorkommenden Stromversorgungsaufgaben, in denen Trockenbatterien eingesetzt werden, kann ohne Probleme der NC-Akku gleicher Baugröße Anwendung finden, und zwar ohne, daß die Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen erhöht werden müßte. Um absolut sicher zu gehen, daß die betriebenen Geräte keinen Schaden nehmen, empfiehlt es sich, in der Bedienungsanleitung nachzulesen, bzw. den Hersteller zu befragen.

Die Betriebszeit vollgeladener NC-Akkus liegt in der gleichen Größenordnung wie die vergleichbarer Trockenbatterien herkömmlicher Bauart. Die Kapazitätswerte von Alkali-Mangan-Trockenbatterien hingegen sind ca. 4mal so groß.

## Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Eine Alkali-Mangan-Baby-Zelle kostet ca. DM 3,00. Sie weist eine Kapazität von ca. 5000 mAh auf. Wird der dritte Batteriesatz benötigt, so hätte sich die Anschaffung eines NC-Akkus bereits gelohnt, der z. B. für DM 7,30 zu haben ist (ELV Nr. 39, Seite 4). Die Kosten des eigentlichen Ladevorganges kann man praktisch vernachlässigen, da diese sich im Bereich von wenigen Pfennigen bewegen.

Berücksichtigen sollte man allerdings die Kosten für die Anschaffung eines Ladegerätes. Für Anwender, die nur ein ein-

ziges Gerät mit NC-Akkus betreiben wollen, sind diese Kosten daher bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit in Ansatz zu bringen. Als Richtwert kann gesagt werden, daß der Anschaffungspreis des Ladegerätes zuzüglich des Anschaffungspreises der NC-Akkus kleiner sein sollte als die Kosten für Trockenbatterien innerhalb von 1 bis maximal 2 Jahren.

Werden hingegen mehrere Geräte mit NC-Akkus betrieben, so kann man die Kosten für das Ladegerät, sofern dieses universell einsetzbar ist, auf alle zu betreibenden Geräte umlegen, wodurch ein wirtschaftlicher Einsatz von NC-Akkus schnell erreicht wird. Für den Betrieb einer Taschenlampe, die u. U. nur alle zwei Jahre einmal für 10 Minuten benötigt wird, wäre allerdings der Einsatz von NC-Akkus auch bei bereits vorhandenem Ladegerät wenig sinnvoll.

Bei den besonders günstig erhältlichen Mignon-NC-Akkus (DM 2,75) ist der Einsatz schon fast zur Pflicht geworden, da Alkali-Mangan-Mignonzellen preislich im Bereich von DM 2,00 liegen. Dieser Akkutyp zählt daher auch zu Recht zu den meist gefragten.

## Lebensdauer

Die Lebensdauer von NC-Akkus liegt bei sachgemäßem Einsatz in der Größenordnung von 1000 Lade-/Entladezyklen. Auch nach dieser verhältnismäßig langen Betriebszeit muß ein NC-Akku keineswegs unbrauchbar sein. Vielmehr sinkt seine speicherbare Kapazität langsam immer weiter ab, bis sich schließlich die Verwendung nicht mehr lohnt. Die im allgemeinen gebräuchlichen Rundzellen (Mignon, Baby, Mono-Zelle) sind weitgehend problemlos in der Handhabung, d. h. weder große Lade- noch Entladeströme führen zu einem Defekt noch führt eine Dauerladung mit 10 % des Kapazitätswertes zu Schäden. Selbst eine Tiefentladung kann diesen Akkus nichts anhaben. Schützen sollte man NC-Akkus allerdings vor Überladung mit Strömen, die größer als 10 % des Kapazitätswertes sind.

Die Lebenserwartung ist selbstverständlich am größten, sofern NC-Akkus schonend behandelt werden. Dies bedeutet, daß im Falle einer vollständigen Entladung der Aufladevorgang mit einem Strom erfolgt, dessen Größe 10 % vom Kapazitätswert beträgt, bei einer Gesamtladedauer von 14 Stunden. Wurden die Akkus nur teilweise entladen, ist der Ladevorgang entsprechend kürzer zu bemessen. Die Entladeströme sollten möglichst nicht den doppelten Wert des Kapazitätswertes überschreiten. Dies bedeutet, daß bei einem Baby-NC-Akku mit einer Kapazität von 1800 mA der maximal fließende Strom einen Wert von 3,6 A nicht überschreiten sollte, was einer halbstündigen Entladung entspricht. Grundsätzlich sind auch größere Ströme entnehmbar, ohne dem Akku Schaden zuzufügen, jedoch verkürzt dies die Lebensdauer.

Vorstehende Behandlungshinweise gelten gleichermaßen für den inzwischen sehr weit verbreiteten 9 V-Blockakku, der die 9 V-Transistorbatterie zunehmend ersetzt. Da der 9 V-Blockakku in seinem Inneren Knopfzellen enthält, die auf falsche Behandlung „sauer“ reagieren, sollten folgende Hinweise sorgfältig beachtet werden, um eine lange Lebensdauer auch dieser Akkus zu gewährleisten.

Im Gegensatz zu zylindrischen (runden) Zellen mit Sinter-Elektroden, vertragen Knopfzellen mit Masse-Elektroden keine Überladungen, auch nicht mit einem Ladestrom der 10 % des Kapazitätswertes entspricht. Der Ladevorgang ist daher mit korrektem Strom zeitlich entsprechend zu begrenzen.

Für die gebräuchlichen, die 9 V-Transistorbatterie ersetzenden 9 V-Blockakkus mit einer Kapazität von 110 mAh, bedeutet dies eine 14stündige Aufladung mit 11 mA. Ist der Akku noch nicht ganz entladen, sollte die Zeitspanne entsprechend kürzer bemessen werden. Eine geringfügige Überladung mit dem angegebenen Strom schadet auch hier nicht, wohl aber eine Dauerladung über mehrere Tage. Ebenfalls ist eine Tiefentladung mit anschließender Lagerung zu vermeiden. Sobald Knopfzellen mit Masse-Elektroden vollständig entladen wurden, sollten diese unmittelbar danach wieder aufgeladen werden, um eine frühzeitige Alterung bzw. einen Defekt zu vermeiden.

Beachtet man vorstehende Hinweise, so sind auch hier Lebenserwartungen in der Größenordnung von 1000 Lade-/Entladezyklen realistisch, ohne daß ein Defekt des Akkus eintritt. Eine falsche Behandlung hingegen kann bereits nach kurzer Zeit das Leben eines aus Knopfzellen bestehenden Akkus frühzeitig beenden.

## Leistung von NC-Akkus

Um die tatsächliche Speicherkapazität der handelsüblichen NC-Akkus zu überprüfen, haben wir im ELV-Labor einen umfangreichen Test vorgenommen. Wir haben hierbei die

von ELV vertriebenen Panasonic-NC-Akkus der Bauformen „Baby“ und „Mono“ überprüft. Die Messungen wurden mit dem von ELV entwickelten und im „ELV journal“ Nr. 32 ausführlich vorgestellten „Akku-Kapazitätsmeß- und Ladeautomat AK 7000“ durchgeführt. Dieses neuartige Gerät hat sich seit seiner Vorstellung vor gut einem Jahr bereits in vielfältigem Einsatz, u. a. auch im professionellen Bereich, bewährt.

Unter realistischen Bedingungen wird ein angeschlossener Akku zunächst vollständig entladen, wobei die Akkuspannung auf einer Skala eingestellt wird und das Gerät dadurch die Information erhält, bei welcher zugehörigen Entladeschlussspannung der Entladevorgang beendet werden soll. Anschließend erfolgte eine kurze Ruhepause mit Erhaltungsladung, um danach den angeschlossenen Akku innerhalb von 14 Stunden aufzuladen, und zwar mit einem Strom der 10 % des Kapazitätswertes des Akkus entspricht. Der fließende Strom kann mit zwei Einstellreglern (grob und fein) reguliert und auf einer vierstelligen Anzeige abgelesen werden (mit einer Auflösung von 1 mA).

Im Normalfall wird der Akku nach erfolgter Aufladung für 4 Wochen mit einer Erhaltungsladung beaufschlagt, die lediglich die Selbstentladung ausgleichen soll. Nach insgesamt 28 Tagen nimmt das ELV AK 7000 automatisch einen Entladevorgang vor, und zwar ebenfalls mit einem Strom, der 10 % des Kapazitätswertes entspricht. Am Ende des Entladevorganges erscheint dann auf der Anzeige der tatsächlich dem Akku entnommene Kapazitätswert. Dieser Wert entspricht der Praxis, da dem auf die Akkus aufgedruckten Kapazitätswert eine 10stündige Entladung zugrunde liegt. Kürzere Entladezeiten mit größeren Entladeströmen verringern die entnehmbare Kapazität. Wird eine Entladung mit einem Strom vorgenommen, der die gleiche Größe wie der Kapazitätswert aufweist (bei einem Baby-NC-Akku mit einer Kapazität von 1800 mAh wären dies 1800 mA), sinkt die entnehmbare Kapazität um ca. 10 %.

Nach dem Entladevorgang schließt sich eine kurze Erhaltungsladungsphase an. Danach wird der Akku wieder innerhalb von 14 Stunden voll aufgeladen. Dieser Zyklus wiederholt sich alle 28 Tage. Besonders günstig ist dieser Ablauf für die Überwinterung von Blei-Akkus, obwohl auch NC-Akkus auf diese Weise vorteilhaft „gelagert“ werden können.

Zusätzlich besitzt das ELV AK 7000 eine Taste „Schnelltest“, die die lange Erhaltungsladungsphase entfallen läßt und unmittelbar nach dem Aufladevorgang einen Entladevorgang zur Messung der Akku-Kapazität einleitet.

Durch die exakte quartzgenaue Ablaufsteuerung in Verbindung mit hochwertigen digitalen Meßverfahren, wird eine bis dahin kaum gekannte Genauigkeit bei der Messung von Akku-Kapazitäten erreicht. Als nennenswerter Unsicherheitsfaktor geht lediglich die Einstellung der Akkuspannung ein, aus der das Gerät die Entladeschlussspannung ableitet. Wesentliche Meßwertverfälschungen sind hierdurch jedoch nicht zu erwarten, da der Kurvenverlauf der Entladespannung im „Erschöpfungsbereich“ des NC-Akkus eine verhältnismäßig ausgeprägten Knick aufweist. Sicherheits halber sollte man daher den auf der Skala eingestellten Spannungswert 10 % niedriger wählen, um zuverlässig in den Knickbereich der Entladeschlussspannung zu gelangen. Auf diese Weise hat man zuverlässig die Gesamtkapazität des Akkus erfaßt. Selbst wenn man die Spannung auf den halben Wert einstellen würde, ergäbe sich nur ein geringfügig abweichendes Ergebnis.

Die von uns getesteten Panasonic-NC-Akkus lieferten folgende Ergebnisse:

Sowohl die Baby- als auch die Mono-NC-Akkus lagen in ihren Kapazitätswerten gleich gut.

Der erste Lade-/Entladezyklus brachte Ergebnisse von ca. 110 %, die innerhalb von 3 bis 5 Zyklen bis zu 120 % anstiegen.

Weitere Lade-/Entladezyklen brachten eine Stabilisierung der gemessenen Kapazitätswerte, die alle im Bereich zwischen 110 und 120 % angesiedelt waren.

Da die Akkus unter den Testbedingungen eine optimale Behandlung erfahren, konnte innerhalb der zur Verfügung stehenden Testphase kein Absinken der Nennkapazität festgestellt werden.

Abschließend kann zu den von ELV getesteten Panasonic-NC-Akkus gesagt werden, daß diese ihre Daten mit sehr guter Gleichmäßigkeit um 10 bis 20 % übertreffen. Dies entspricht einer Kapazität bei Baby-NC-Akkus von ca. 2000 mAh und bei Mono-NC-Akkus von 4500 mAh. Mit den angegebenen Daten hat sich die Firma Panasonic offensichtlich auf die sichere Seite gelegt.