

Batteriebezeichnungen und –kapazitäten

Dipl.-Ing. Hartwig Harm – DH2MIC

Beim Kauf wieder aufladbarer Akkus kann man sich an der Nennkapazität und am Preis orientieren. Bei Primärbatterien fehlen Kapazitätsangaben völlig. Statt dessen stößt man auf „Phantasiebezeichnungen“ wie Extra, Plus, Ultra, Special Power, Super Power, High Energy, Xtralife, Longlife, Superlife oder Max Tech und außerdem auf kryptische alphanumerische Kennzeichen, deren Bedeutung weithin unbekannt ist. Der Beitrag möchte diese Wissenslücken schließen und Hilfe für den nächsten Einkauf geben.

Primärbatterien werden neben wieder aufladbaren Akkus in jedem Haushalt eingesetzt. Sie sind immer dann vorzuziehen, wenn die vorgesehene Nutzungsdauer größer ist als die Selbstentladungszeit von Akkus (1-2 Monate), also bei Fernbedienung, Rauchmelder, Taschenlampe, Uhren, Multimeter, Funk-Wetterstation, Badezimmerwaage, manchem Kinderspielzeug, Stützbatterien in PC und Funkgerät aber auch seltener genutzten Digitalfotoapparaten. Man bekommt sie beim Fachhändler, im Kaufhaus oder Baumarkt, im Elektroversandhandel oder beim Lebensmitteldiscounter und zwar zu sehr unterschiedlichen Preisen, wie man auch einer Untersuchung der Stiftung Warentest entnehmen kann [1].

Leider hat sich die Stiftung Warentest bei der Erklärung der Bezeichnungen genau so zurückgehalten wie bei Zahlenangaben zur Kapazität, weshalb ich dazu eigene, allerdings nicht repräsentative Untersuchungen angestellt habe. Bei der Fahndung nach Informationen zu den zahllosen Bezeichnungen, die auch noch je nach Hersteller variieren, stieß ich bei Tengermann auf die in Bild 1 gezeigten Zellen. Auch wenn sie inzwischen nicht mehr angeboten werden, lieferten sie doch den entscheidenden Hinweis auf die zutreffende Norm.



Bild 1: Primärbatterien mit normgemäßer Bezeichnung

Die 5-teilige IEC 60086 erschien erstmalig im Jahre 1982, wurde bald darauf als Europäische Norm (EN) übernommen und in Deutschland als DIN EN 60086 veröffentlicht [3]. Diese Norm sollte dem weltweiten nationalen Regulierungschaos bei Batterien ein Ende machen. Aber - wie jeder leicht feststellen kann - viele der alten nationalen Kürzel stehen nach wie vor auf den Erzeugnissen (und auch in den technischen Unterlagen!), obwohl die IEC-Norm in praktisch allen Ländern als alleinige Norm Gültigkeit besitzt. Die Norm wird laufend aktualisiert und ist inzwischen 5-mal novelliert worden. Sie enthält im Teil 1 - Allgemeines - die Nenn- und/oder Maximalabmessungen aller gängigen Batteriegrößen und das Kennzeichnungssystem, das 1990 abgewandelt wurde. Alle ab diesem Jahr neu auf den Markt gekommenen Batteriebezeichnungen folgen also dem neuen System. Alle den Endnutzer interessierenden Angaben stehen im Teil 2 – Physikalische und elektrische Spezifikationen. Das sind zum einen die verschiedenen Technologien mit Nennspannungen und Selbstentladungsverhalten und andererseits die für jede Batteriegröße zu garantierenden Betriebsdauern bei unterschiedlichen Anwendungsarten.

Aus den letztgenannten Angaben kann man sich Mindestkapazitäten errechnen, die allerdings vom Einsatzfall abhängig sind: je größer der Entladestrom, desto geringer ist die effektive Kapazität.

Für Akkumulatoren ist diese Abhängigkeit gut dokumentiert, wie die aus [2] entnommene Grafik in Bild 2 zeigt. Darin ist die Nennkapazität C diejenige Amperestundenzahl, die sich für eine Entladung über 5 Stunden ergibt.

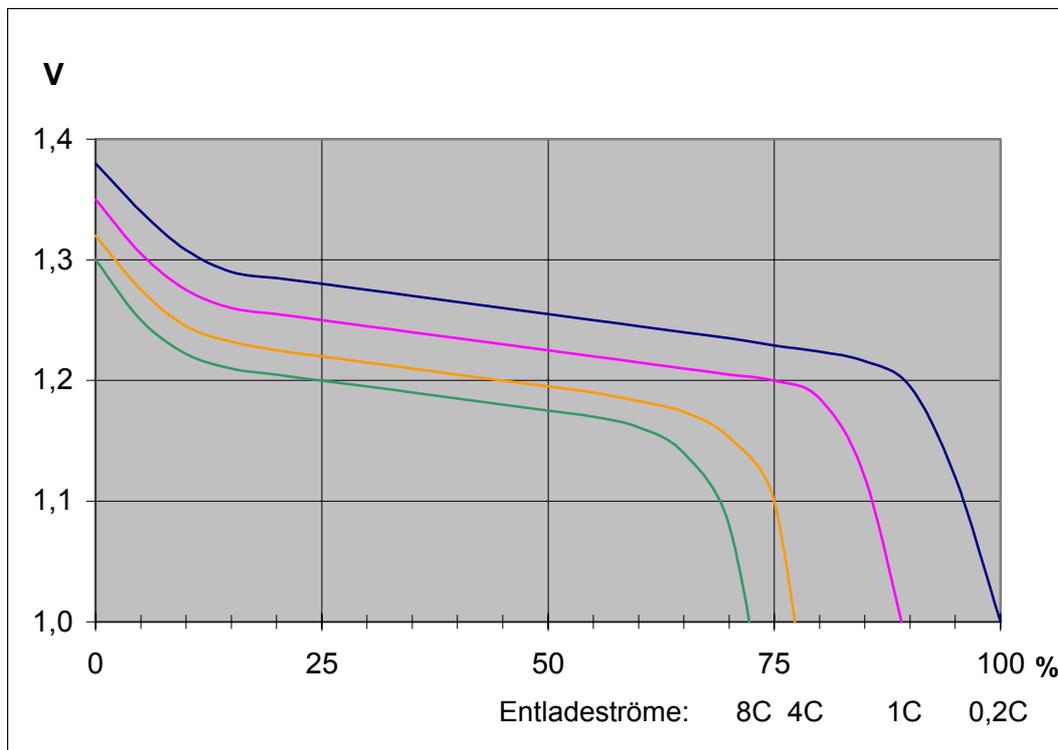


Bild 2: Batteriekapazität von NiCd-Akkus bei verschiedenen Entladeströmen

Folglich hat ein 1000-mAh-Akku eine Nennkapazität von $C = C_5 = 1 \text{ Ah}$, wenn sich nach einer 5-stündigen Entladung mit $I = 200 \text{ mA} (= 1000 \text{ mAh} / 5 \text{ h})$ genau die Entladeschlussspannung von 1,0 Volt einstellt, der Entladestrom also $1 \text{ Ah} / 5 \text{ h} = 0,2 \text{ A}$ beträgt. Bei $I = 1 \text{ A}$ erreicht derselbe Akku statt 1000 mAh nur noch

890 mAh und ist daher in deutlich weniger als einer Stunde leer. Bei $I = 8 \text{ A}$ sind es nur noch 720 mAh, was 5,4 Minuten Entladezeit entspricht. Wie dieses Verhalten bei Primärbatterien aussieht, erfahren Sie weiter unten.

IEC-Batteriekennzeichen

Bei Erstellung der Norm nummerierte man alle damals bekannten Batterietypen einfach der Reihe nach durch und ergänzte diese Nummer mit Kennbuchstaben zur Technologie, Bauform und ggf. Anwendungsbereich. Dieses relativ einfache System (Bild 3, oben) wird für alle damals bekannten Typen bis heute angewendet.

Mit der Novellierung im Jahre 1990 trat für neu auf den Markt kommende Typen an Stelle der laufenden Nummer eine ebenfalls aus Ziffern bestehende Bezeichnung, die sich aus der geometrischen Größe ableitet. Bei Rundzellen bis 99,9 mm Länge folgt auf die Kennbuchstaben für Technologie und Bauform zunächst der auf ganze mm abgerundete Durchmesser und danach ohne Abstand die Länge in Zehntelmillimeter (Bild 3, unten). Beispiele dafür finden sich auch am Ende von Tabelle 2.

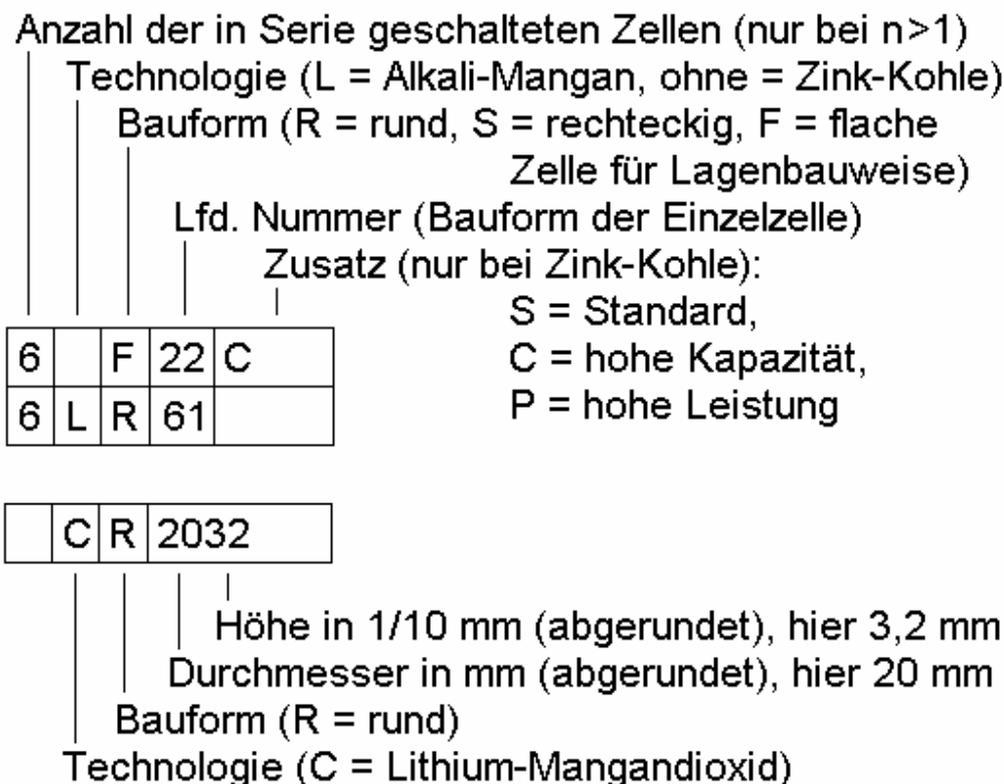


Bild 3: Batteriekennzeichnung gemäß IEC 60086. Oben: 9-Volt-Block nach dem alten System (vor 1990). Unten: Knopfzelle nach dem neuen System

Die möglichen Zusatzbezeichnungen C (hohe Kapazität), P (hohe Leistung) und S (Standard) findet man nur bei Zink-Kohle-Typen. Der Kennbuchstabe S darf auch weggelassen werden, so dass man ihn selten sieht.

Technologien

Die Norm umfasst 10 Technologien, die in Tabelle 1 mit ihren kennzeichnenden Eigenschaften aufgelistet sind. Zusätzlich sind die beiden wichtigsten Technologien für Akkumulatoren aus den dafür geltenden Normen [4] mit aufgeführt.

Praktische Bedeutung haben insbesondere

- Zink-Kohle (Kennzeichen: **keines**)
Älteste Technologie, zunehmend durch Alkali-Mangan ersetzt.
- Alkali-Mangan (Kennzeichen **L**)
Allgemeine Anwendungen, Rund- und Knopfzellen, etwa 3-fache Kapazität gegenüber Zink-Kohle, kleinerer Innenwiderstand, höhere Auslaufsicherheit, bestes Preis/Leistungsverhältnis.
- Lithium (Kennzeichen **B** und **C**)
Kleine flache Rundzellen z. B. für Fahrradtachos, Autoschlüssel, CMOS-RAM und Uhrenbaustein-Batterien in PCs und Funkgeräten.
- Silberoxid (Kennzeichen **S**)
Knopfzellen für Armbanduhren und Hörgeräte.

Kennzeichen	Negative Elektrode	Elektrolyt	Positive Elektrode	U_{Nenn}	Höchste Leerlaufspannung	Selbstentladung p.a. auf
Ohne	Zink (Zn)	Ammoniumchlorid, Zinkchlorid	Mangandioxid	1,5 V	1,725 V	80%
A	Zink (Zn)	Ammoniumchlorid, Zinkchlorid	Sauerstoff	1,4 V	1,55 V	
B	Lithium (Li)	organischer Elektrolyt	Kohlenstoffmonofluorid	3 V	3,7 V	98%
C	Lithium (Li)	organischer Elektrolyt	Mangandioxid	3 V	3,7 V	98%
E	Lithium (Li)	Nichtwässriger anorganischer Elektrolyt	Thionylchlorid (SOCl ₂)	3,6 V	3,9 V	
F	Lithium (Li)	organischer Elektrolyt	Eisendisulfid (FeS ₂)	1,5 V	1,83 V	
G	Lithium (Li)	organischer Elektrolyt	Kupfer(II)-oxid (CuO)	1,5 V	2,3 V	
L	Zink (Zn)	Alkalimetallhydroxid	Mangandioxid	1,5 V	1,65 V	90%
P	Zink (Zn)	Alkalimetallhydroxid	Sauerstoff	1,4 V	1,68 V	(95%)
S	Zink (Zn)	Alkalimetallhydroxid	Silberoxid (Ag ₂ O)	1,55 V	1,63 V	90%
Z	Zink (Zn)	Alkalimetallhydroxid	Nickeloxyhydroxid	1,5 V	1,78 V	
H	Nickelhydroxidverbindung (Ni)	(nicht genormt)	Wasserstoff absorbierende Verbindung (Metallhydrid)	1,2 V	ca. 1,4 V	Akku
K	Nickel	(nicht genormt, meist Kaliumhydroxid)	Cadmium	1,2 V	ca. 1,4 V	Akku

Tabelle 1: Kennbuchstaben der Technologien von Primärbatterien (aus IEC 60086) und NiCd- und NiMH-Akkus (aus IEC 61951-1 und -2)

Bauformen

In Tabelle 2 sind die üblichen Batterien mit ihrer IEC-Bezeichnung, den Abmessungen und den in Deutschland und anderen Ländern üblichen Bezeichnungen für die Batteriegröße (engl. size) angegeben.

Auch 25 Jahre nach der Normung sind diese alten Bezeichnungen der Batteriegröße immer noch in Gerätebeschreibungen und auf den Geräten selbst zu finden. Sie gelten sowohl für Batterien wie auch für Akkus, da sie ja keinerlei Aussage zur Technologie oder Kapazität enthalten.

IEC und DIN/EN	Deutschland	Andere Länder	Ø x L (max)	Anwendung z. B.
R1	Lady	N	12,0 x 30,2	(alte) Hörgeräte
R03 (nicht R3 !)	Micro	AAA	10,5 x 44,5	Fernbedienung
R6 (nicht R06 !)	Mignon	AA	14,5 x 50,5	Universal
R14	Baby	C	26,2 x 50,0	Spielzeug
R20	Mono	D	34,2 x 61,5	Große Stablampe
2R10	Duplex		je 21,8 x 37,3	3-V-Stabbatterie 2R10
3R12	Flachbatterie	J	je 21,5 x 60	4,5-V-Flachbatterie 3R12
R61		AAAA	7,8 x 39 *)	Zellen für 9-Volt-Block
F22			24 x 13,5 x 6,0 *)	*) Maße = Nennwerte
6F22 und 6LR61	9-Volt-Block	E	48(49) x 26 x 17	Personenwaage et. al.
CR123			16,5 x 34	3-V-Li-Fotobatterie
SR44			11,6 x 5,4	1,55-V-Ag ₂ O-Knopfzelle
LR44		AG13	11,6 x 5,4	Häufigste Knopfzelle
L1154 **)	**) Bezeichnung nach neuen IEC-Regeln		11,6 x 5,4	Wie LR44 (R unterdrückt)
CR2032 **)			20 x 3,2	Lithium-Knopfzelle

Tabelle 2: IEC-Kennzeichnung und wichtige Daten handelsüblicher Batterien

Obwohl nach diesen Ausführungen keine Zweifel an einer korrekten Bezeichnung mehr bestehen dürften, findet man in der Praxis sowohl irreführende Angaben (vor allem auf Akkus) als auch Zellen, die gar keine IEC-Bezeichnung tragen. Letzteres könnte darauf hindeuten, dass diese Zelle die Mindestanforderungen der Norm nicht einhält. Die Bezeichnung kann aber auch völlig zu Recht fehlen, wie folgendes Beispiel einer 9-Volt-Alkali-Mangan-Batterie von Varta zeigt.

Varta baut diese Alkali-Mangan-Batterie seit vielen Jahren aus 6 Zellen der Größe F22, weil sich dabei eine höhere Packungsdichte ergibt als mit 6 Zellen der Bauform R61. Früher verwendete man die (falsche) Bezeichnung 6LR61. Heute verzichtet der Hersteller auf eine IEC-Bezeichnung obwohl die Kapazitätsforderungen einer 6LR61 vermutlich leicht erfüllt werden. Der Grund: Testbedingungen für die Bauform F22 in Alkali-Mangan-Technologie (LF22) sind in der Norm nicht aufgeführt. Dazu wären mindestens zwei unabhängige Hersteller erforderlich, die diese Kombination aus Bauweise und Technologie verwenden und die Batterie auf mehreren Märkten anbieten. Das hindert allerdings Aldi/Niederlande nicht, seine Hausmarke TOP mit eben dieser Bezeichnung 6LF22 zu kennzeichnen.

IEC-Kennzeichen für Primärbatterien findet man häufig auch auf Akkumulatoren, obwohl es für diese Produktgruppe eigene Normen und Kennzeichnungssysteme gibt. Daher ist ein kleiner Ausflug in dieses Segment durchaus angebracht.

Für 9-Volt-Akkus habe ich bislang überhaupt noch keine IEC-, EN- oder DIN-Norm gefunden. Als Folge davon findet man in der Praxis die abenteuerlichsten Angaben.

So steht z. B. auf einem 9-Volt-NiCd-Akku von Varta „**IEC (6F22)**“, was akzeptabel ist, da damit nur auf die mechanische Austauschbarkeit mit der 6F22-Primärbatterie hingewiesen werden soll. Der 9-Volt-NiMH-Akku Marke FIF (Medion AG, Vertrieb Aldi-Süd) dagegen trägt die Bezeichnung „**6LR61 140 mAh 9 Volt, Größe: 9 Volt**“, was in mehrfacher Hinsicht falsch ist. 9-Volt-Akkus bestehen meist aus 7 Einzelzellen und so viele der Größe R61 passen nicht ins Gehäuse. Außerdem ist L das Kennzeichen von Alkali-Mangan und nicht das von Nickel-Metallhydrid. Doch es geht auch anders, wie ein kürzlich von Aldi-Süd unter der Marke ACTIV ENERGY angebotener Akku dieser Bauform zeigt (Bild 4). Er trägt die Bezeichnung **NiMH Akku 200mAh 9V 7HR10153**. Legt man die Systematik der (für Akkus nicht zutreffenden!) Primärbatterienorm nach Bild 3 und Tabelle 1 zu Grunde wären das 7 NiMH-Rundzellen mit 10 mm Durchmesser und 15,3 mm Höhe. Sie würden ins Gehäuse passen, es aber nur unzureichend ausfüllen. Also fiel ein Exemplar meiner Neugier zum Opfer und förderte 7 Zellen mit 6,9 mm Durchmesser und 42 mm Länge zu Tage. Die korrekte Bezeichnung nach IEC 61951 (Bild 5) wäre 7HR 7/42.



Bild 4: 9-Volt-Akku mit irreführender IEC-Bezeichnung. Die richtige Bezeichnung wäre 7HR 7/42

Bei den Mignon-Akkus halten sich die etablierten Hersteller mit aussagekräftigen Bezeichnungen eher zurück. Anders die für Aldi-Süd tätigen Hersteller. Ein älterer 600-mAh-NiMH-Mignon-Akku der Marke FIF trug die etwas irreführende Bezeichnung HR06. Dazu muss man wissen, dass es in der Primärbatterienorm sowohl die Zelle R06 als auch R6 gibt. Die Bauform R06 ist aber viel kleiner als die R6 (Mignon). Wäre also HR6 die korrekte Bezeichnung? Klingt logisch, aber die einschlägige IEC-Norm für Akkumulatoren ließ das damals noch nicht zu, sondern verwendet ein abweichendes Bezeichnungssystem. Und das hat man bei Medion

offenbar auch festgestellt, denn eine neuere Mignon-NiMH-Akku-Serie mit 2100 mAh trägt die korrekte Bezeichnung HR 15/51 (aufgerundeter Durchmesser und Länge, getrennt durch einen Schrägstrich). Zusätzlich ist noch das Merkmal R6 vorhanden, was auf die mechanische Austauschbarkeit mit der R6 hinweist und was in der Norm auch so vorgesehen ist. Bei der letzten Novellierung der Norm wurde nun als alternative Bezeichnung für Zellen, die für den Endverbraucher vorgesehen sind, auch die Bezeichnung HR6 zugelassen.

Technologie: K = NiCd, H = NiMH

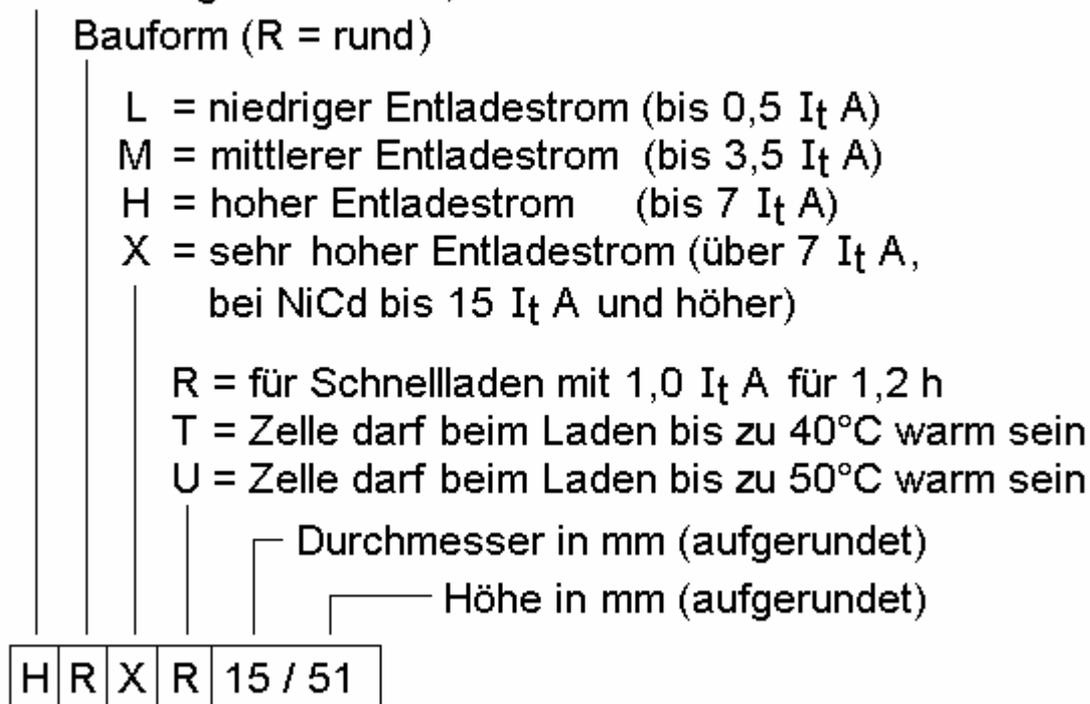


Bild 5: Kennzeichnung von Akku-Rundzellen nach IEC 61951 (Auszug). Das Beispiel beschreibt eine NiMH-Mignonzelle, wie sie in Elektrowerkzeugen einsetzbar wäre. Die Angaben zum Entladestrom und zur Ladetechnik können bei Standardzellen fehlen. Der Strom I_t ist der Wert, der sich bei Division der auf der Zelle angegebenen Kapazität (in Ah) durch 1h ergibt.

In Bild 5 ist der Aufbau der Akkubezeichnung von kleinen Rundzellen (ohne Knopfzellen) nach IEC 61951 ohne Sonderfälle dargestellt. Diese Bezeichnungen sagen übrigens – ganz im Gegensatz zu den der Primärzellen nach IEC 60086 – nichts über die Kapazität aus. Diese muss der Hersteller – wie schon bei den Ausführungen zu Bild 2 erläutert - für eine 5-stündige Entladedauer auf dem Akku angeben. Nach diesem kleinen Exkurs nun wieder zurück zum eigentlichen Thema des Beitrages, den Primärzellen.

Batteriekapazität

Wenn Batterien eine IEC-Bezeichnung tragen, müssen sie alle in der Norm dafür angegebenen Tests erfüllen. Diese Tests finden meist bei Raumtemperatur und mit festem Entladewiderstand oder mit Konstantstromsenken bis zum Erreichen der vom Test abhängigen Entladeschlussspannung U_{End} statt. Da sich bei festem Entladewiderstand der Entladestrom mit geringer werdender Batteriespannung auch verringert, kann man die Kapazität nur über einen typischen Verlauf der Klemmenspannung näherungsweise ermitteln. Die vom Verfasser errechneten

Kapazitätswerte in den Tabellen 3 und 4 sind also nur als relative Vergleichsgröße brauchbar und stellen keine garantierte Kapazität im Sinne einer Norm dar. Um den Rahmen dieses Beitrags nicht zu sprengen, wird die ausführliche Betrachtung in Tabelle 3 auf die Batteriegröße „Mignon“ (L)R6(S|C|P) beschränkt und für die anderen Größen in Tabelle 4 nur eine einzige rechnerische Kapazität angegeben.

Radios, $R = 43 \Omega$, $U_{\text{end}} = 0,9 \text{ Volt}$, *) = Schätzwert

Typ	t/Tag	t _{ges.} (>=)	C / mAh (ca)
R6S und R6	4 h	22 h	610
R6C **)	4 h	k. A.	650 *)
R6P	4 h	27 h	750
LR6	4 h	60 h	1650

Kassettenrecorder und Tonbandgeräte, $R = 10 \Omega$, $U_{\text{end}} = 0,9 \text{ Volt}$

Typ	t/Tag	t _{ges.} (>=)	C / mAh (ca)
R6C **)	1 h	3,5h	420
R6P	1 h	4 h	480
LR6	1 h	11 h	1300

Spielzeuge (Motoren), $R = 3,9 \Omega$, $U_{\text{end}} = 0,8 \text{ Volt}$

Typ	t/Tag	t _{ges.} (>=)	C / mAh (ca)
R6C **)	1 h	40 min	200
R6P	1 h	60 min	300
LR6	1 h	240 min	1200

Impulsprüfung, $R = 1,8 \Omega$, $U_{\text{end}} = 0,9 \text{ Volt}$

Typ	t _{Ein}	t _{ges.} (>=)	C / mAh (ca)
R6C **)	15 sek. / Minute	46 Impulse	120
R6P	15 sek. / Minute	75 Impulse	200
LR6 ***)	15 sek. / Minute	320 Impulse	880

**) Die Technologie C ist in der neuesten Ausgabe der Norm nicht mehr enthalten

***) Der Prüfpunkt wurde in der neuesten Ausgabe der Norm für die LR6 gestrichen.

Tabelle 3: Ausgewählte Testverfahren und rechnerische Kapazitäten für Mignon-Zellen (L)R6(S|C|P).

Aus den Daten in Tabelle 3 sieht man, dass die Kapazität der verschiedenen Zink-Kohle Zellen (Kennzeichen S, C und P) bei geringem Entladestrom sehr ähnlich ist. Bei höherem Strom hat P gegenüber C den etwas längeren „Atem“ während die Standardzelle für höhere Ströme ungeeignet ist und es daher auch keine passenden Testbedingungen gibt. Alkali-Mangan zeichnet sich durch eine nur mäßige Kapazitätsabnahme bei höheren Entladeströmen aus. Diese Technologie hat gegenüber Zink-Kohle (je nach Anwendungsbereich) die 2,5 bis 6-fache Kapazität, stellt also immer die erste Wahl dar.

Bei den errechneten Mindestkapazitäten der anderer Batteriegrößen in Tabelle 4 wurde jeweils die Betriebsart herausgegriffen, bei der für möglichst viele Technologien identische Testbedingungen festgelegt sind. An Stelle des Entladewiderstandes enthält die Tabelle den Strom, der sich bei einer mittleren Entladespannung von 1,2 Volt ergibt.

Größe	mittlerer Strom	Technologie			
		Standard z. B. R6S	hohe Kapazität z. B. R6C	hohe Leistung z. B. R6P	Alkali-Mangan (LR...), Ag ₂ O oder Li
Micro (L)R03(..)	16 mA	320 mAh			700 mAh
Mignon (L)R6(..)	28 mA	610 mAh	650 mAh	750 mAh	1650 mAh
	120 mA		420 mAh	480 mAh	1300 mAh
Baby (L)R14(..)	176 mA	530 mAh	1230 mAh	1590 mAh	4060 mAh
Mono (L)R20(..)	545 mA	1090 mAh		2730 mAh	8180 mAh
E-Block 6F22 / 6LR61	26,6 mA	185 mAh			320 mAh
Flachbatterie 3(L)R12(..)	16,4 mA	1570 mAh	1570 mAh	1570 mAh	4900 mAh
	180 mA	630 mAh	810 mAh	990 mAh	2160 mAh
LR44	0,18 mA				60 mAh
SR44 (Ag ₂ O)	0,18 mA				110 mAh
CR2016 (Lithium)	0,08 mA				56 mAh
CR2032 (Lithium)	0,17 mA				156 mAh

Tabelle 4: Berechnete Mindestkapazität von gängigen Batterien

Wie man sieht, hat die Alkali-Mangan-Technologie gegenüber Zink-Kohle eine um den Faktor 2 bis 4 höhere Energieausbeute. Die einzige Ausnahme bildet die 6F22, die durch ihre höhere Packungsdichte gegenüber der 6LR61 „nur“ noch um den Faktor 1,7 schlechter ist. Durch die höhere Selbstentladung der 6F22 liegt die 6LR61 aber nach einem Jahr schon wieder um den Faktor 2 vorn.

Bei den Knopfzellen zeigt sich, dass die Silberoxyd-Zellen der Alkali-Mangan-Technologie noch einmal um fast den Faktor 2 überlegen sind.

Selbstentladung

Alle Primärbatterien besitzen – genau so wie Akkus – eine von der Technologie abhängige Selbstentladung, für die in der Norm festgelegt ist, wie viel % der Anfangskapazität nach einem Jahr Lagerzeit noch mindestens vorhanden sein muss. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 1 für einige elektro-chemische Systeme aufgeführt. Dabei schneidet Lithium am besten ab (98%) gefolgt von der noch nicht aktivierten Luftsauerstoff-Zelle (95%). Es folgen Alkali-Mangan und Silberoxid (jeweils 90%) und am Ende der Skala die alte Zink-Kohle-Batterie (80%). Diese Technologie ist also praktisch nicht lagerfähig, was auch darin zum Ausdruck kommt, dass oft ein Mindesthaltbarkeitsdatum fehlt. Die Lagerfähigkeit von Alkaline-Batterien beträgt beim Einkauf üblicherweise noch 4,5 bis 5,5 Jahre. Falls sie kürzer sein sollte, könnten Sie einen Ladehüter erwischt haben!

Aus den Tabellen lassen sich zwei wichtige Erkenntnisse zusammen fassen:

- Die Kapazität von Zink-Kohle-Zellen liegt im Vergleich zu Alkali-Mangan bei nur 30% (bei hohen Strömen sogar nur 15%). Die Zellen sind daher für Anwendungen mit höheren Strömen (Handfunkgerät) vollkommen ungeeignet

und auch bei geringerem Strombedarf nicht zu empfehlen, da sie fast das gleiche kosten wie Alkali-Mangan-Zellen [1].

- Die garantierte Kapazität von Alkali-Mangan-Batterien wird von NiMH-Akkus hoher Kapazität - abgesehen vom Spannungsunterschied - nicht nur erreicht, sondern sogar überschritten und zwar auch dann noch, wenn man berücksichtigt, dass frische Batterien die garantierten Kapazitäten um rund 50% überschreiten. Den Beweis dazu liefert der nächste Abschnitt.

Damit bleibt als wichtigster Vorteil der Primärbatterie die geringe Selbstentladung, die für die einleitend bereits beschriebenen Anwendungen unabdingbar ist.

Aber welches Angebot soll man denn nun kaufen? Gibt es Unterschiede zwischen den Herstellern und wie groß sind sie?

Herstellervergleich

Um mir selbst einen Überblick zu verschaffen, in wie weit die LR6-Zellen verschiedener Hersteller und unterschiedlich langer Lagerzeit die Vorgaben der Norm einhalten und ob sich die teilweise astronomischen Preise überhaupt lohnen, habe ich zweimal jeweils 6 Zellen unterschiedlichen Alters und von verschiedenen Herstellern und Preisgruppen in Serie geschaltet (wie es z. B. im praktischen Betrieb in einem Funkgerät auch ist) und über 53 Ohm entladen. Dieser Entlademodus entspricht nahezu der Testbedingung „Kassettenrekorder und Tonbandgeräte“ (6 x 10 Ohm, siehe Tabelle 3) bei dem eine Entladezeit von >11 h eingehalten und eine Kapazität von 1300 mAh erreicht werden muss. Infolge des kleineren Entladewiderstandes und der Erschwernis, dass die Zellen nicht mit 1 h/Tag sondern in einem Durchgang entladen wurden, sollten 10 Stunden zur Erfüllung der Normbedingung sicher ausreichend sein. Den Verlauf der gemessenen Zellenspannungen über der Zeit zeigt Bild 6.

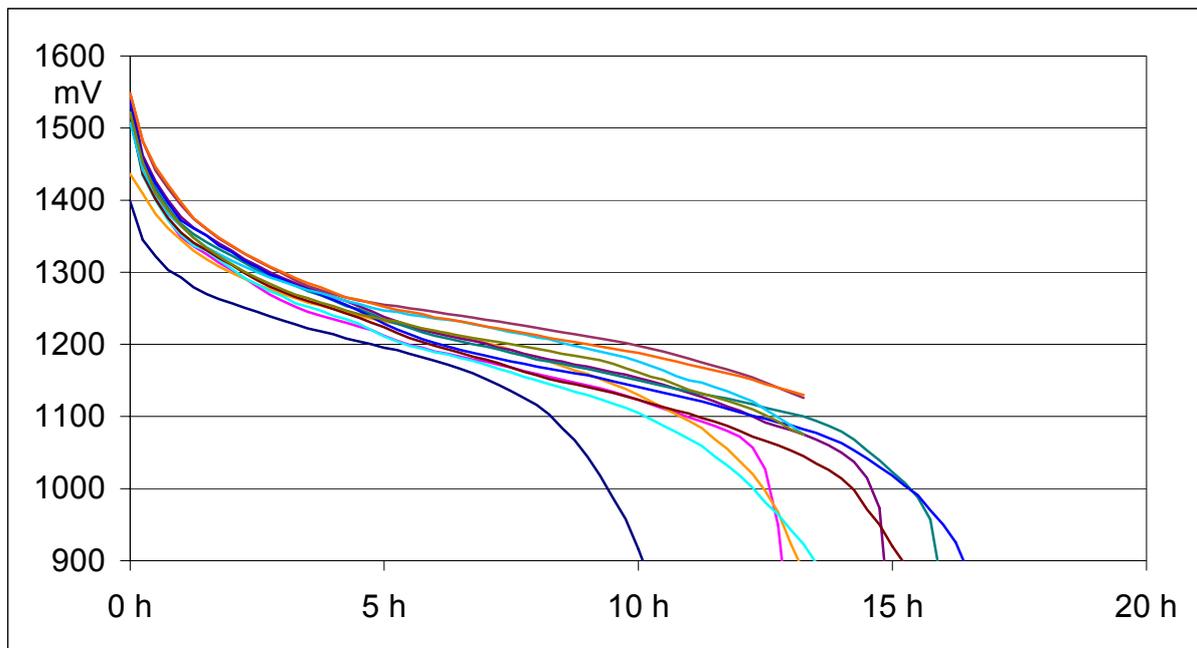


Bild 6: Entladekurven von zwölf LR6-Zellen verschiedener Hersteller und unterschiedlichen Alters (z. T. nicht bis 0,9 V entladen)

Auffällig ist zunächst, dass Zellen mit hoher Anfangsspannung auch insgesamt am längsten durchhielten. Die Spannung unter Last korreliert übrigens auch gut mit der vor Testbeginn gemessenen Leerlaufspannung. Damit ist die Leerlaufspannung als Indikator für den Frischegrad oder die noch verfügbare Kapazität einer Zelle durchaus verwendbar.

Überrascht hat auch, dass außer einer Zelle, deren Haltbarkeitsdatum bereits 1,5 Jahre abgelaufen war, fast alle Batterien die erwartete Entladezeit von 10 Stunden um 30 bis 60% überschritten. Ältere Zellen mit einer verbliebenen Brauchbarkeitsdauer von 1,5 bis 2,7 Jahren lagen bei rund 13h, mit 15h glänzten zwei Zellen mit Restgarantien von 1,5 und 4 Jahren und 16h hielten zwei Zellen durch, die noch 4,3 bis 5,3 Jahre brauchbar sein sollten. Dabei fielen weder die Markenbatterien erkennbar positiv noch die der Lebensmitteldiscounter gar negativ auf, was wegen der geringen Stückzahl aber keine generelle Aussage ist. Die aus den Entladekurven durch Integration ermittelten Kapazitäten liegen zwischen 1350 und 2200 mAh, was mit dem in Tabelle 3 errechneten Mindestwert von 1300 mAh gut übereinstimmt. Die mittlere Entladespannung beträgt bei allen bis 0,9 Volt entladenen Zellen 1188 ± 12 mV.

Die Selbstentladung (Restkapazität per anno) kann aus dieser Stichprobe nur näherungsweise abgeschätzt werden. Sie ist aber auf jeden Fall geringer als von der Norm verlangt und liegt etwa bei 94% pro Jahr; zulässig wäre ein Abfall auf 90%.

Überrascht hat weiter das Verhalten der Zellen nach Unterschreitung der 900-mV-Grenze. Innerhalb weniger Minuten sank die Spannung nicht nur auf Null ab, sondern durch den Entladestrom der übrigen Zellen der Reihenschaltung wurde die Zelle auf Spannungen zwischen -3 und -4 Volt umgepolt. Damit ging auch der Entladestrom fast auf Null zurück. Im Versuch mussten diese Zellen sofort durch andere – bereits weitgehend entladene - Zellen ersetzt werden, um die Entladung der übrigen Zellen fortsetzen zu können.

In der Praxis heißt das aber, dass durch eine einzige schwache Zelle ein ganzes Batteriepack schlagartig „unbrauchbar“ wird. Wie von den Akkus gewohnt, sollte man also tunlichst nur Zellen des gleichen Herstellers und der gleichen Charge in Reihe schalten, um die Zellen optimal auszunutzen! Bei Akkus ist das Umpolen noch kritischer, denn es führt zur sofortigen Schädigung bzw. Zerstörung der Zelle (Kurzschluss).

Augen auf beim Batteriekauf

Achten Sie bei Ihrem nächsten Einkauf unbedingt auf den Buchstaben L in der IEC-Bezeichnung und auf das Haltbarkeitsdatum. Fehlt das Wort Alkaline auf der Batterie? Dann müssen Sie genauer hinschauen, ob die IEC-Bezeichnung nicht eventuell missbräuchlich verwendet wird. Der Kauf von Markenbatterien sollte gut überlegt sein, wenn man zum Preis einer Zelle beim Discounter vier oder fünf Stück mit ähnlich hoher Energie bekommt [1]. Der Umwelt und dem Geldbeutel zu Liebe wohl die bessere Wahl.

Hartwig Harm, DH2MIC

[1] Stiftung Warentest: Batterien – Positiv und negativ , test (2006), H. 2, S. 64-69

- [2] Halaczek / Radecke, Batterien und Ladekonzepte, 2. verbesserte Auflage, Franzis Verlag 1998
- [3] IEC und DIN EN 60086 - Primärbatterien, Beuth-Verlag, Berlin
- [4] IEC und DIN EN 61951 - Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Tragbare wieder aufladbare gasdichte Einzelzellen. Teil 1: Nickel-Cadmium, Teil 2: Nickel-Metallhydrid, Beuth-Verlag, Berlin