

Mobile Energiespender

Grundlagen von Primärzellen

Für viele mobile Anwendungen sind Primärzellen (umgangssprachlich „Batterien“) die am besten geeignete Energiequelle. Doch worauf muss man bei der Auswahl dieser Energiespender achten? Ist jeder Typ für jede Anwendung gleich gut geeignet? Wir beleuchten in unserem Grundlagenbeitrag die Eigenschaften dieser Energiespeicher, vergleichen die Entladecharakteristiken der unterschiedlichen Batterietypen in Bezug auf Chemie, Strombelastung und Umgebungstemperatur und gehen auf die Problematik von Leckagen ein.



Allgemeines

Primärzellen versorgen eine Vielzahl an Elektrogeräten mit Energie, wobei die Lebensdauer abhängig vom Einsatzfall sehr unterschiedlich sein kann. Dabei sind sie als Energiequelle gerade für mobile Anwendungen sehr gefragt. Mit etwa 72 % liegt der Anteil der Primärzellen deutlich über der Menge der in Verkehr gebrachten Akkus mit einem Anteil von ca. 28 % (Zahlen von 2018 für Deutschland, Quelle: Umweltbundesamt).

Im Nachfolgenden betrachten wir Aspekte wie Technologie, allgemeine Eigenschaften, Spannungslage, Strombelastbarkeit unter unterschiedlichen Lastbedingungen und welcher Zellentyp für welche Anwendung am besten geeignet ist. Wir beleuchten des Weiteren den Aufbau der Zellen, die unterschiedlichen Materialien (maßgeblich für die Qualität verantwortlich), den Produktionsprozess und die wesentlichen Ursachen, die zur Verringerung der Lebensdauer oder Leckage führen.



Qualität versus Preis

Insbesondere bei den gängigen Rundzellen (Bauform LR6/Mignon/AA, Bauform LR03/Micro/AAA) gibt es einen hohen Marktanteil an sogenannten „Private-Label-Batterien“, d. h. Marken, von denen diese Batterien verkauft werden, die aber nicht selber Hersteller der Zellen sind. Bei vertrauensvollen Marken handelt es sich oft um namhafte Zellenhersteller. Die ELV Batterien gehören auch in diese Kategorie und wurden bis zur Freigabe ausgiebig getestet.

Vorsichtig sollte man sein, wenn der Preis unschlagbar günstig erscheint, da dann abgesehen von geringer Leistung ein hohes Schadensrisiko durch mangelhafte Dichtigkeit besteht. Namhafte Hersteller wie Varta, Energizer oder Panasonic mit jahrzehntelanger Erfahrung bieten für spezielle Anwendungen optimierte Batterien und haben aufgrund von Testergebnissen ein sehr gutes Preis-/Leistungs-Verhältnis.

Die führenden Markenhersteller haben in den letzten Jahren insbesondere die Selbstentladung und somit auch die Lagerfähigkeit deutlich verbessert. Bei Langzeitanwendungen, d. h., die Batterien bleiben jahrelang im zu versorgenden Gerät, ist die Auslaufsicherheit ebenfalls ein wichtiges Thema. Wenn ein wertvolles Gerät durch den Einsatz von minderwertigen Batterien im Ergebnis zerstört wird, steht der Schaden im Vergleich zur Einsparung bei den Batterien in keinem Verhältnis. Neben der Batteriequalität kann natürlich auch eine falsche Behandlung der Energiespender zu Leckagen und Schäden führen.

Technologie

Die meisten Hersteller bieten Batterien unter Verwendung verschiedener chemischer Substanzen bei der Herstellung an, die unterschiedliche Eigenschaften haben und jeweils für bestimmte Einsatzgebiete geeignet sind.

Zink-Kohle-Zelle

Zink-Kohle-Batterien (ZnC) sind aufgrund der verwendeten Materialien zwar besonders günstig, haben aber nur eine geringe Energiedichte. Dieser Batterietyp hat mittlerweile aus technischer Sicht weitestgehend seine Daseinsberechtigung verloren. Bei sehr preissensiblen Anwendungen mit geringem Energieverbrauch (wie z. B. Fernbedienungen) kommt dieser Batterietyp noch zum Einsatz oder wenn es um vermeintlich unschlagbar günstige Angebote geht.

Alkali-Mangan-Zelle

Die Alkali-Mangan-Zelle (AlMn, Rund- und Knopfzelle) ist der gebräuchlichste Typ in den üblichen Anwendungen von elektronischen Geräten mit Batteriebetrieb. Der Temperaturbereich ist mit typisch -20 °C bis $+55\text{ °C}$ für nahezu alle Anwendungsbereiche geeignet und die Energiedichte ist signifikant größer als die von Zink-Kohle und vergleichbar mit Zink-Silberoxid.

Für die Alkali-Mangan-Batterie werden als Hauptkomponenten Zinkpulver (Anode) und Mangandioxid (Kathode) benötigt. Beide Rohstoffe sind auf dem Weltmarkt in ausreichender Menge und zu günstigen Preisen verfügbar. Die Rohstoffe für Alkali-Mangan-Zellen sind des Weiteren umweltfreundlich und gut zu recyceln. Die Leistung der Batterien kann durch Auswahl der Rohstoffe und Veränderung der Rezeptur an unterschiedliche Einsatzbereiche angepasst werden. Leistungsfähige Markenbatterien verwenden spezi-

ell entwickelte Materialien, die auch im Hochstrombereich (Kameras mit Blitz, Leistungselektronik usw.) für sehr gute Laufzeiten sorgen.

Ein wichtiger Vorteil der primären Alkali-Mangan-Zellen ist der lange Kapazitätserhalt bei mehrjähriger Lagerung. Markenhersteller bieten mittlerweile Alkaline-Batterien mit 10 oder sogar 12 Jahren Lagerfähigkeit an. Speziell entwickelte Dichtungskomponenten zwischen Becher/Dichtung und Ableiter/Dichtung sorgen im Gegensatz zu einfachen alkalischen Zellen für die hohe Sicherheit gegen Leckagen. Moderne Batterien von Markenherstellern auf Alkali-Mangan-Basis sind langlebig und leistungsstark. Verwendung finden sie zum Beispiel in der Unterhaltungselektronik sowie Beleuchtungen und sie sind für langjährige Einsätze im Smart Home Bereich geeignet. Für diesen Batterietyp ist im Handel „Alkaline“ eine geläufige Bezeichnung.

Lithium-Primärzelle

Die Lithium-Primärzelle, umgangssprachlich auch Lithium-Batterie genannt, hat üblicherweise eine Nennspannung von 3 V und ist mit ihrer 1,5-V-Nennspannung in den Bauformen AA und AAA ein noch relativ junger Batterietyp. Vorteile dieser Zellen sind eine sehr flache Entladekurve, eine lange Lagerfähigkeit von bis zu 20 Jahren sowie eine hohe Strombelastbarkeit bei recht hoher Kapazität. Dieser Batterietyp ist zudem für extreme Umgebungstemperaturen gut geeignet. Den Vorteilen der Lithium-Batterie steht ein deutlich höherer Preis entgegen.

NiMH-Akku

Der Vollständigkeit halber soll in diesem Zusammenhang auch der wieder aufladbare NiMH-Akku betrachtet werden. Aufgrund der deutlich höheren Selbstentladung sind wieder aufladbare NiMH-Akkus allerdings für Langzeitanwendungen nur begrenzt einsetzbar. Des Weiteren ist unter gleichen Entladebedingungen die niedrigere Spannungslage bei einigen Anwendungen problematisch. Bild 1 zeigt den Vergleich einer Alkaline-Batterie, einer Lithium-Batterie (1,5-V-Variante) und eines NiMH-Akkus bei einer 50-mA-Konstantstrom-Entladung.

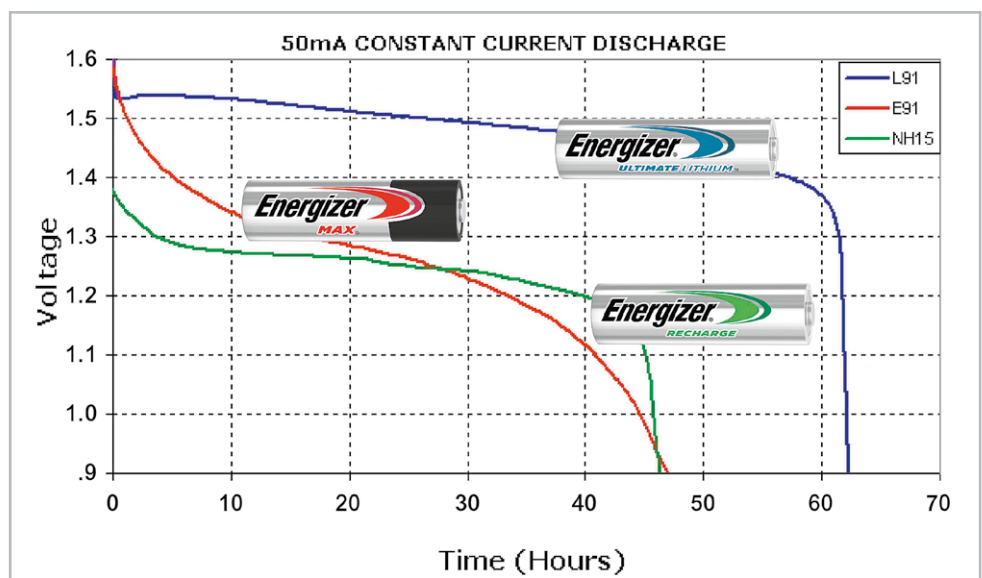


Bild 1: Entladecharakteristik von Lithium-Batterie, Alkaline-Batterie und NiMH-Akku im Vergleich (Quelle: Energizer)

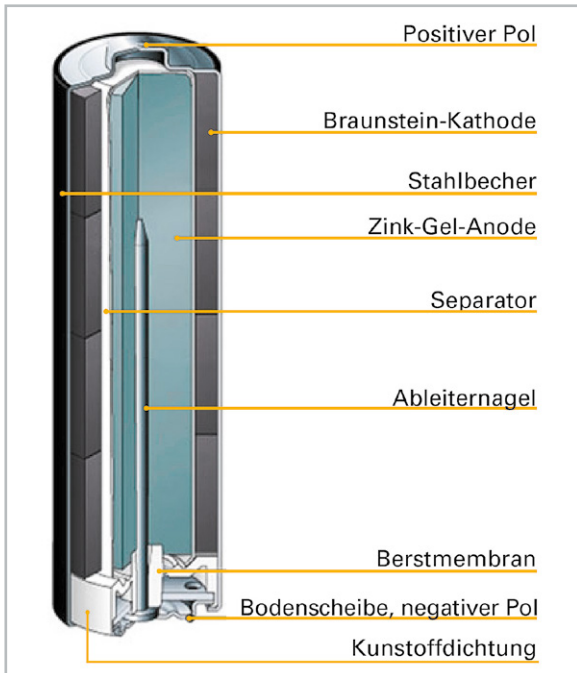


Bild 2: Aufbau der Alkali-Mangan-Rundzelle (Quelle: Varta)

Vorteile von Markenbatterien

Da die Alkali-Mangan-Technik die gebräuchlichste für Batterien in den üblichen Geräten für Endverbraucher ist, wollen wir uns nachfolgend hauptsächlich auf diesen Batterietyp konzentrieren. Moderne Alkali-Mangan-Batterien werden immer langlebiger und zuverlässiger bei hoher Kapazität und relativ geringen Kosten.

In den Alkali-Mangan-Zellen der jüngsten Generation sind dank dünnwandiger Kunststofftechnik die Volumina für Aktivmaterialien größer geworden, d. h. mehr Kapazität bzw. Laufzeit der Batterien. Darüber hinaus gewährleistet die Dünnwandtechnik eine präzisere Druckentlastung der Batterie für den Fall, dass durch Aufladung oder sonstige Fehlbehandlung ein Gasüberdruck in der Zelle entsteht.

Ein besonderer Schwerpunkt bei den Markenherstellern ist die Minimierung des Innenwiderstands in den Rundzellen. Durch dünne Separatoren und Verbesserung des Übergangswiderstandes zwischen Becher und Kathode ist der alterungsbedingte Verlust an Lastspannung kleiner. Die Entladekurven (Zellenspannung vs. Zeit) fallen mit fortschreitender Entladung kontinuierlich ab, was durch die Erhöhung des Innenwiderstands erklärbar ist. Die Optimierung von Materialien und die Verwendung ausreichender Elektrolytmengen führen zu einer Abflachung der Kurve und zu längeren Entladezeiten.

Aufbau der Alkali-Mangan-Zelle

Der grundsätzliche Aufbau der Alkali-Mangan-Zelle ist in Bild 2 dargestellt, wobei die verwendeten Materialien und die Präzision der Werkzeuge einen entscheidenden Einfluss auf die Qualität haben. Durch unterschiedliche Rezepturen werden die Batterien für unterschiedliche Einsatzbereiche optimiert und moderne chemische Zusammensetzungen sorgen für eine lange Lebensdauer.

Funktionsweise der Alkali-Mangan Rundzelle

Die grundsätzliche chemische Funktionsweise und die zusammengefasste Zellreaktion der Alkali-Mangan-Rundzelle ist in Bild 3 dargestellt.

Bei der Alkali-Mangan-Batterie besteht die negative Elektrode aus Zinkpulver und die positive Elektrode aus Mangandioxid (innere Beschichtung des Metallbeckers). Als Elektrolyt dient konzentrierte Kalilauge (Kaliumhydroxyd). Die elektrische Energie entsteht – vereinfacht erklärt – durch Oxidation von Zink (negative Elektrode) und die Reduktion von Mangandioxid.

Batterien für verschiedene Anwendungen

Grundsätzlich kann man jede Alkali-Mangan-Batterie in jeder Anwendung einsetzen. Jedoch sind Markenbatterien oft für bestimmte Anwendungen optimiert, was durch Gerätesymbole auf der Verpackung angezeigt wird.

Man unterscheidet zum Beispiel:

- Niederstromanwendungen:
z. B. Fernbedienung, Uhr, viele Smart Home Geräte, u.s.w.
- mittlere bis hohe Ströme: z. B. Taschenlampe, Spielzeug
- hohe Ströme und hohe Abschalt- bzw. Low-Bat-Spannung:
z. B. Digitalkamera, Fotoblitz

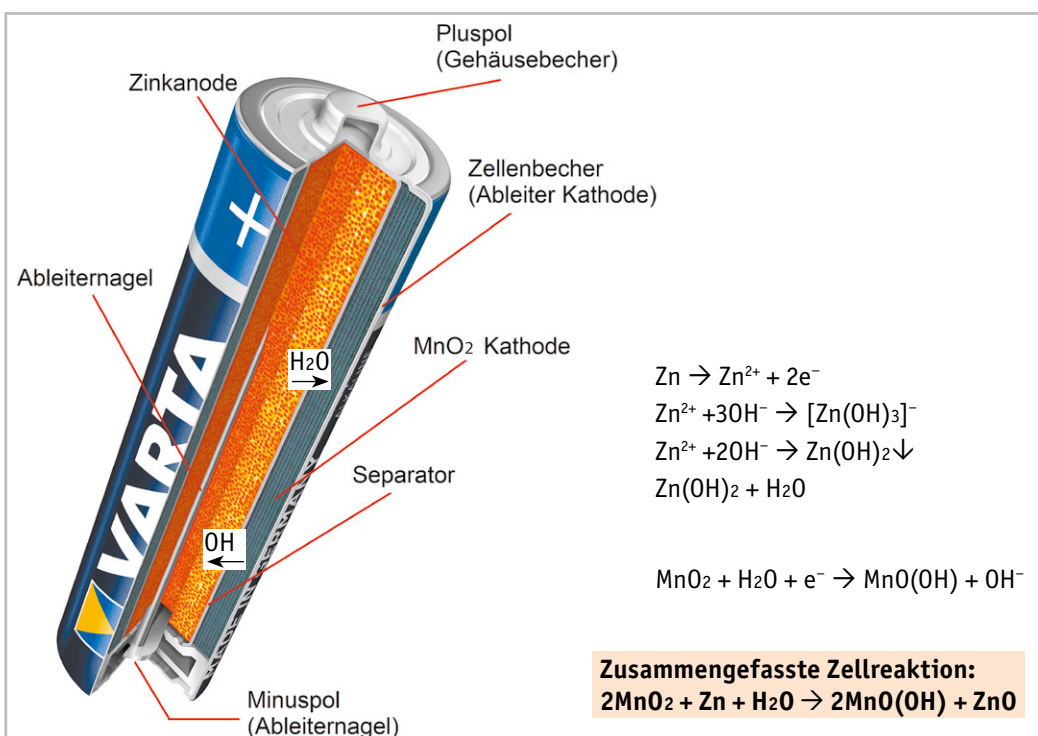


Bild 3: Chemische Funktionsweise der Alkali-Mangan-Zelle (Quelle: Varta)



Typische Kapazitäten und Laufzeiten für LR6 (AA)

Anwendung	Belastungsprofil	Strom mA	cut off V	typische Laufzeit		Kapazität mAh
				pulse	h	
Digital Camera	2s 1500 mW/28s 650 mW (10x wiederholt, 55 min Pause)	ca. 1300	1,05	106	0,88	480
Foto Blitz	1000 mA 10 sec/min 1h/d	1000	1	579	1,61	1608
Spielzeug	250 mA 1h/d	250	0,9		8,9	2225
Taschenlampe	3,9 Ohm 4min/h 8h/d	ca. 300	0,9		7,8	2380
Digital Audio	100 mA 1h/d	100	0,9		26,1	2610
Fernbedienung, Uhr, Radio	50 mA 1h/8d	50	1		53,5	2675

Tabelle 1: Typische Kapazitäten und Laufzeiten einer Batterie LR6/Mignon/AA (Quelle: Varta)

Die Optimierung für die verschiedenen Anwendungsfelder wird durch spezielle Rohstoffe und Rezepturen erreicht. So kommt es bei einer Niederstromentladung (z. B. Wanduhr) nur auf eine möglichst hohe Kapazität an, dazu muss möglichst viel von den Aktivkomponenten (Zink, Mangandioxid) in der Batterie enthalten sein. Bei den Hochstromentladungen sind jedoch die Übergangswiderstände wichtig, da dadurch die Spannungslage unter Last weniger absinkt.

Der Innenwiderstand verhält sich wie ein in Reihe zur Zelle geschalteter Widerstand. Bei Strombelastung fällt an diesem Widerstand eine zum Strom proportionale Spannung ab und am Verbraucher wird bei höherem Innenwiderstand die Low-Bat.-Schwelle (Abschaltspannung) früher erreicht. Daher kann man die Hochstromentladung verbessern, indem man Aktivkomponenten durch Leitmittel (z. B. Grafit) ersetzt. Der Grafit-Anteil reduziert den Innenwiderstand der Zelle und somit den proportionalen Spannungsabfall unter Last.

Die Größe und Form der Zinkkörner in der Anode spielen eine besondere Rolle. Runde Körner können maximal dicht gepackt werden (hohe Kapazität), während platte oder unregelmäßig geformte Körner eine hohe Oberfläche haben (hoher Strom, geringer Widerstand).

Varta-Batterien für Hochstromanwendungen, wie beispielsweise die „Longlife Max Power“, enthalten besondere technische Maßnahmen zur Reduzierung der Übergangswiderstände, wie besondere hochleitfähige Grafite oder eine spezielle Beschichtung der Becherinnenseite zur Verringerung des Übergangswiderstands zur Kathode. Bild 4 zeigt für unterschiedliche Anwendungen optimierte Alkali-Mangan-Batterien von Varta.

Für den Einsatz in einer Wanduhr oder in einem Taschenrechner könnte man die Vorteile der hochstromfähigen „Longlife Max Power“-Batterie nicht ausnutzen, da hier die Strombelastbarkeit und somit der Innenwiderstand eine untergeordnete Rolle spielen. Im Gegensatz dazu würde eine Longlife-Batterie (mit gelbem Kopf), eingesetzt in einer Digitalkamera, die Abschaltswelle zu früh erreichen. Dadurch wäre nur ein Teil der Kapazität nutzbar.



Bild 4: Primärzellen für unterschiedliche Anwendungen (Quelle: Varta)

Batteriekapazitäten

Im Gegensatz zu Akkus erfolgt bei Batterien üblicherweise keine Angabe der Kapazität. Das hat einen Grund, denn die verfügbare Kapazität ist sehr stark abhängig von den Lastbedingungen. Dauerstrom, Impulsbelastungen und Erholungsphasen haben bei Primärbatterien einen entscheidenden Einfluss auf die zur Verfügung stehende Kapazität. Dazu ein Beispiel: Dieselbe Batterie, die beispielsweise in einer Digitalkamera 500 mAh liefern kann, könnte – in einer Fernbedienung eingesetzt – 2700 mAh abgeben.

Darum werden für Kapazitätsangaben Batterien in standardisierten Anwendungstests nach IEC 60086 entladen. Die Tests sind dem Anforderungsprofil typischer Batterieanwendungen nachempfunden. Wie bereits erwähnt hängt die erreichte Laufzeit und somit die Kapazität stark vom Entladeprofil (Strom, Abschaltspannung und Pausen) ab. Bei mittleren Strömen zwischen 1300–50 mA kann man, wie in Tabelle 1 zu sehen, für dieselbe Batterie Kapazitäten zwischen ca. 480 mAh und 2675 mAh erreichen.

Typische Entladecharakteristiken in Abhängigkeit vom Lastprofil

Die Entladecharakteristiken, d. h. Entladekurven von Batterien, sind stark abhängig vom Lastprofil. Der Auszug aus dem Datenblatt der Varta-Batterie „Longlife Max Power“ (Bild 5) verdeutlicht diese Zusammenhänge. Neben dem Lastprofil ist für die nutzbare Kapazität auch die Low-Bat.-Schwelle wichtig, die im Datenblattauszug mit 0,9 V und 1,05 V angegeben ist.

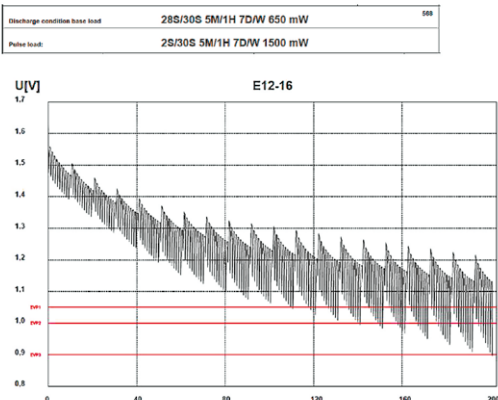
- Bei der oberen Lastangabe bedeutet 1H/D, 7D/W, dass die Last von 250 mA jeweils für eine Stunde am Tag an 7 Tagen in der Woche aktiviert wird, bis die Schwelle von 0,9 V unterschritten wird. Bis zu dieser Schwelle steht nur unter diesen Lastbedingungen eine Kapazität von 2280 mAh zur Verfügung.
- Bei der mittleren Angabe (2S/28S, 5M/H und 1500 mW/650 mW) wird die Batterie abwechselnd 2 Sekunden mit 1500 mW und 28 Sekunden mit 650 mW jeweils für 5 Minuten in der Stunde belastet, bis die Abschaltswelle von 1,05 V erreicht wird.
- Die dritte Angabe (4M/H, 8H/D, 7D/W und 3,9 Ω) bedeutet, dass ein Lastwiderstand von 3,9 Ω jeweils 4 Minuten in der Stunde, 8 Stunden am Tag und 7 Tage in der Woche zugeschaltet wird, bis die Zellenspannung unter 0,9 V absinkt.



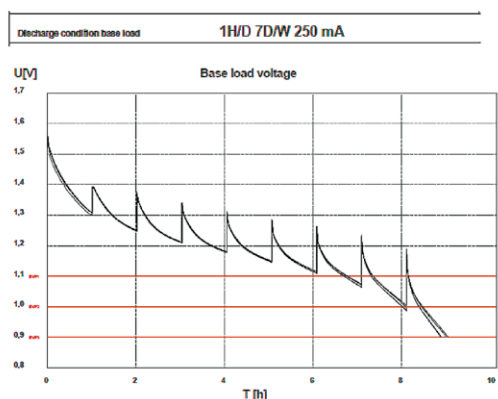
Bild 5: Verfügbare Kapazitäten der Varta Longlife Max Power in Abhängigkeit vom Entladeprofil

Typical Capacities (at 20°C):			
Discharge Type	Load	End Voltage [V]	0.9
1H/D, 7D/W	250 mA	Time [h]	9,1
Toy, non motorized		Capacity [Ah]	2,28
		Energy [Wh]	2,73
Discharge Type	Load	End Voltage [V]	1.05
2S/28S, 5M/H	1500 mW/650mW	Pulse [n]	118
Digital Still Camera		Capacity [mAh]	545
		Energy [mWh]	709
Discharge Type	Load	End Voltage [V]	0.9
4M/H, 8H/D, 7D/W	3,9 Ω	Time [min]	479
Portable Lighting		Capacity [Ah]	2,45
		Energy [Wh]	2,96

Digital Camera



Spielzeug



Taschenlampe

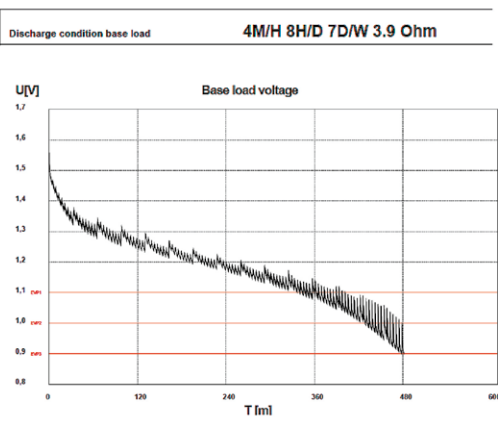


Bild 6: Entladeverläufe für Digitalkamera, Spielzeug und Taschenlampe (Quelle: Varta)

Die Grafiken (Bild 6) zeigen die zu Bild 5 zugehörigen Entladeverläufe. Gut zu erkennen ist, dass mit fortschreitender Entladung die Spannungseinbrüche unter Last immer größer werden, was wiederum mit einem Anstieg des Innenwiderstandes erklärlich ist.

Ein Kapazitätsvergleich von Batterien ist nur möglich, wenn das gleiche Lastprofil und die gleiche Low-Bat.-Schwelle zugrunde gelegt werden. Das gilt auch bei Konstantstrom-Entladungen, wie die nachfolgenden Grafiken am Beispiel der Energizer-Batterie in der Bauform AA zeigen (Bild 7).

Typische Entladecharakteristik in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur hat einen starken Einfluss auf die Spannungslage während der Entladung. Je niedriger die Temperatur, desto stärker kommt es zum Spannungseinbruch, d. h., die Batterie kann dann weniger Energie zur Verfügung stellen und der Innenwiderstand steigt deutlich an (Bild 8). Hingegen haben niedrige Temperaturen einen positiven Einfluss auf die Selbstentladung. Besonders wichtig ist auch eine trockene Lagerung, da Feuchtigkeit auch Selbstentladungen verursachen kann.

Einsatzdauer und Lagerfähigkeit von Batterien

Batterien sind im Grunde genommen „verderbliche Waren“ und darum wird nicht nur auf Alkaline-Batterien ein sogenanntes „best before use“-Datum angegeben. Dieses Datum ist kein direktes Mindesthaltbarkeitsdatum, da verschiedene Einflussfaktoren eine wichtige Rolle spielen, dennoch sollte das aufgedruckte Datum möglichst weit in der Zukunft liegen.

Üblicherweise bezieht sich das angegebene Datum auf eine mittlere Umgebungstemperatur von 21 °C. Grundsätzlich kann man von einer Halbierung der Lebensdauer je 10 °C Temperaturerhöhung ausgehen. Nicht nur die Selbstentladung nimmt mit Temperaturerhöhung zu, sondern auch die chemischen Prozesse innerhalb der Batterien spielen dabei eine wichtige Rolle, d. h., bei höherer Temperatur kommt es zu einer beschleunigten allgemeinen Alterung der Zelle. Für Testzwecke kann durch eine Erhöhung der Umgebungstemperatur eine künstliche Alterung von Batterien erfolgen.

Für eine lange Lebensdauer sollten Batterien möglichst kühl und trocken, jedoch frostfrei gelagert werden. Erfolgt der Einsatz und die Lagerung bei einer mittleren Umgebungstemperatur von weniger als 21 °C, ist von einer erhöhten Lebensdauer auszugehen.

Kapazitätsverluste durch Lagerung machen sich besonders bei Hochstromanwendungen bemerkbar, während bei geringen und moderaten Lastanforderungen selbst nach 10 Jahren Lagerung beispielsweise die „Longlife Power“ von Varta noch über 80 % der Kapazität im Vergleich zu einer frischen Batterie zur Verfügung stellen kann, wie Bild 9 zeigt. Sowohl auf die Spannungslage als auch auf die Selbstentladung hat die Umgebungstemperatur einen Einfluss.



Wesentliche Ursachen für Leckagen

Ursachen für das Auslaufen von Batterien sind zum einen in der Konstruktion der Zelle begründet und zum anderen in der Qualität der Werkzeuge. Auslaufende Batterien sind ein weit verbreitetes Problem und laut dem Batteriehersteller Energizer haben 73 % der Konsumenten Erfahrungen mit ausgelaufenen Batterien. Da laut Energizer für jeden zweiten Konsumenten der Auslaufschutz ein elementarer Kaufgrund ist, hat das Unternehmen den Auslaufschutz wesentlich verbessert und wirbt mit der Aussage: „Energizer Max Batterien laufen nicht aus!“

Energizer hat durch eine neue Konstruktion ein Anti-Auslauf-System entwickelt. Dadurch kommt es zu weniger Verunreinigungen in der Batterie und es entstehen weniger Gase im Inneren der Batterie. Des Weiteren hat der Batteriehersteller die Dichtung so verändert, dass keine Feuchtigkeit von außen eindringen kann. Während der Lagerfähigkeit (10 Jahre Energizer Max, 12 Jahre Energizer Max Plus (Bild 10, Quelle: Energizer) wird das Auslaufen verhindert. Selbst bei entladenen Batterien im Gerät kommt es nach 2 Jahren bei <0,1 % der Batterien zum Auslaufen.

Leckagen durch falsche Behandlung

Häufig sind Leckagen bei Batterien nicht auf Qualitätsprobleme bei den Batterien zurückzuführen, sondern auf falschen Umgang. Ganz wichtig ist, dass entladene Batterien möglichst umgehend aus dem Gerät entfernt werden, da diese grundsätzlich zu Leckagen neigen. Die Tiefentladung von Batterien sollte immer vermieden werden, da sich dann in der Zelle mehr Gase bilden, die zu einem Überdruck führen.

Man sollte auch niemals bei einer Reihenschaltung unterschiedliche Batterien in einem Gerät verwenden. Das betrifft sowohl Batterien von unterschiedlichen Herstellern als auch Batterien mit unterschiedlichen Ladezuständen. In beiden Fällen kann es bei der Batterie mit der geringsten Kapazität zur Tiefentladung kommen. Im Extremfall kommt es bei weiterem Stromfluss sogar zum Umpolen von einzelnen Zellen, wodurch dann Leckagen kaum noch zu vermeiden sind.

Was passiert bei Leckagen?

Leckagen von Batterien können hohe Schäden beim zu versorgenden Gerät verursachen. Die meisten Leckagen von Alkaline-Batterien bleiben anfangs unentdeckt, da die Batterien üblicherweise auch nach dem Austreten von Flüssigkeit noch eine längere Zeit funktionieren. Anfangs kommt es weder zum Abfall der Leerlaufspannung noch zu deutlich erhöhten Spannungseinbrüchen bei Strombelastungen.

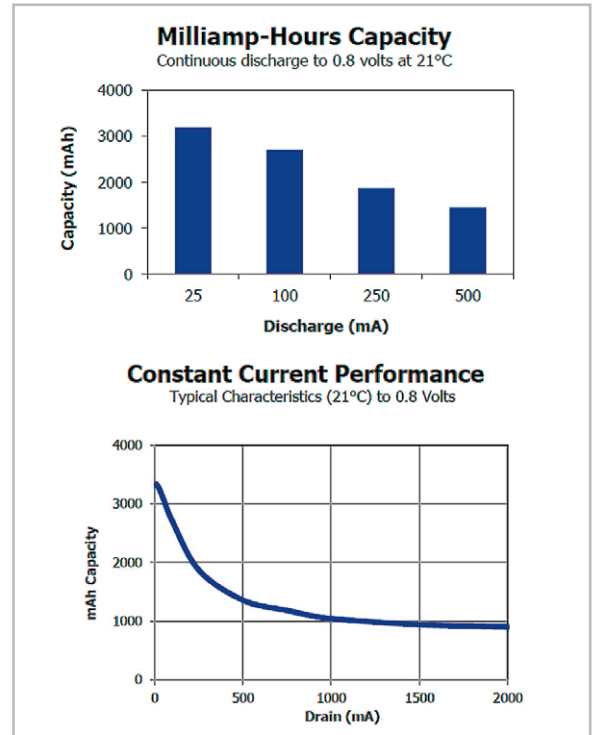


Bild 7: Nutzbare Kapazität in Abhängigkeit vom Entladestrom ...

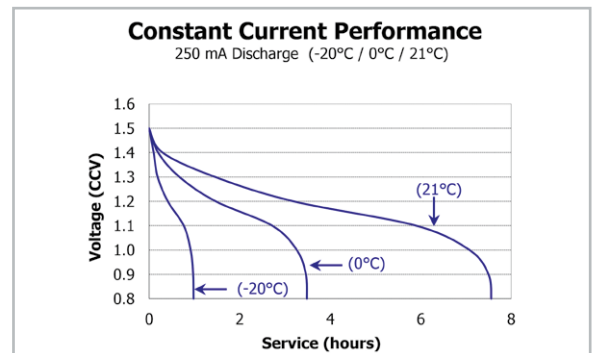


Bild 8: ... und temperaturabhängige Entladecharakteristik

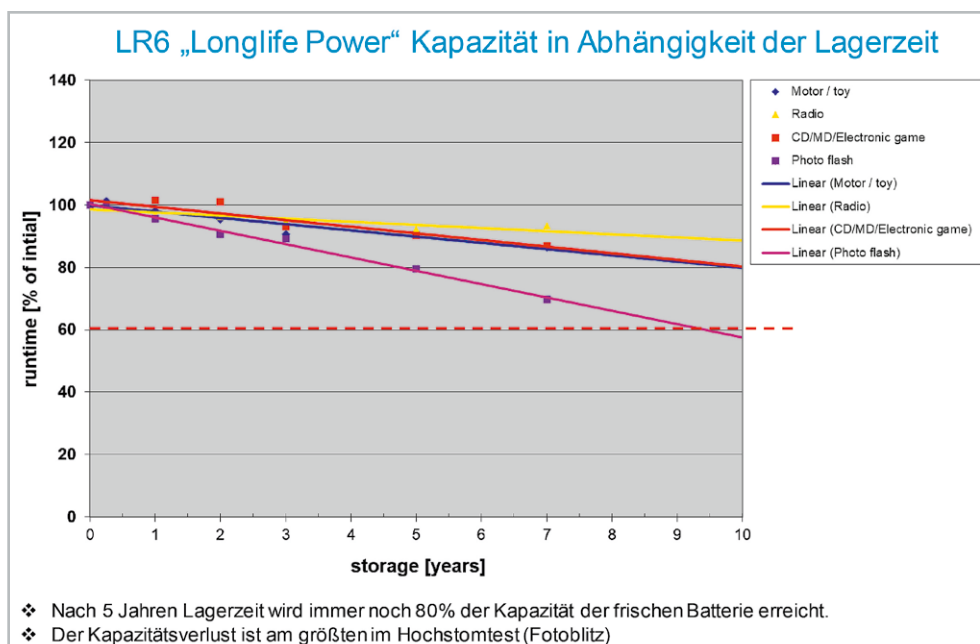


Bild 9: Je nach Anwendung variieren die Kapazitätsverluste abhängig von der Lagerzeit (Quelle: Varta)



Bild 10: Batterien mit langer Lagerfähigkeit und hohem Auslaufschutz



Bei Leckagen tritt üblicherweise im Bereich der Dichtung am Minuspol Kaliumhydroxid als Batterieflüssigkeit aus. Im weiteren Betrieb verteilt sich die auslaufende Batterieflüssigkeit (Kaliumhydroxid) im Gerät und evtl. auch auf der Leiterplatte und reagiert mit dem Kohlenstoffdioxid der Luft. Es bildet sich dann Kaliumcarbonat in Form von kristallinen, weißen Ablagerungen. Das sorgt für das typische Erscheinungsbild bei ausgelaufenen Batterien, wie es in Bild 11 zu sehen ist.

Diese hygroskopischen Ablagerungen können Leiterbahnen und Bauteile beschädigen oder unerwünschte Übergangswiderstände verursachen, z. B. zwischen Batterie-Minuskontakt und Batterie-Minuspol. Ein hoher Übergangswiderstand zwischen der Kontaktfläche der Batterie und dem Batteriekontakt kann sich nur bilden, wenn die ausgelaufene Batterieflüssigkeit zwischen die Kontaktflächen gelangt. Solange die „defekte“ Batterie nicht bewegt wird, besteht die Chance, dass aufgrund des Anpressdrucks des Batterie-

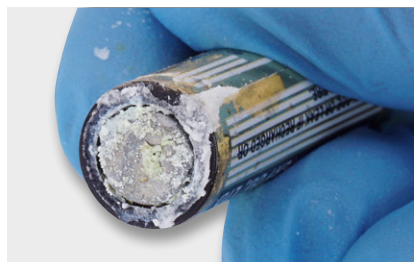


Bild 11: Ausgelaufene Batterie



Bild 12: Kaliumcarbonat-Ablagerungen am Batteriekontakt



Bild 13: Typische Gehäusekorrosion von Zink-Kohle-Batterien

kontaktes keine Flüssigkeit zwischen die direkten Kontaktflächen läuft und das Gerät noch eine Weile weiter funktioniert.

Dieses recht typische Schadensbild (Bild 12) tritt nur dann ein, wenn die Minus-Kontaktfläche der Batterie und der Batteriekontakt des Gerätes eine gewisse Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Sobald aber eine auslaufende Batterie bewegt wird, verteilt sich die Flüssigkeit unweigerlich über die gesamten Kontaktflächen und hohe Übergangswiderstände verhindern dann nach kurzer Zeit die weitere Funktion.

Es ist nicht auszuschließen, dass Batterieflüssigkeit aus dem Gerät austritt und zusätzlich noch Schäden an Möbeln usw. entstehen. Ein hinreichender Auslaufschutz ist also ein sehr wichtiges Kriterium bei Batterien. Während bei Zink-Kohle-Batterien die Korrosion des Gehäuses die typische Schwachstelle ist (Bild 13), ist bei Alkaline-Batterien die Dichtung am Minuskontakt normalerweise für Leckagen verantwortlich.

Auslaufende Batterien – Gesundheitsgefahr?

Bei Zink-Kohle-Batterien tritt als Elektrolyt Ammoniumchlorid aus und bei Alkaline-Batterien tritt Kalilauge aus, wobei sich an der Auslaufstelle als Reaktion mit dem Kohlenstoffdioxid aus der Luft Kaliumcarbonat (Pottasche) bildet. Diese in haushaltsübliche Batterien verwendeten Stoffe sind ungiftig und recht harmlos. Deutlich kritischer sind einige Knopfzellen, die auch heute noch Quecksilber enthalten können.

Montage und Aufbau einer Alkali-Mangan-Batterie

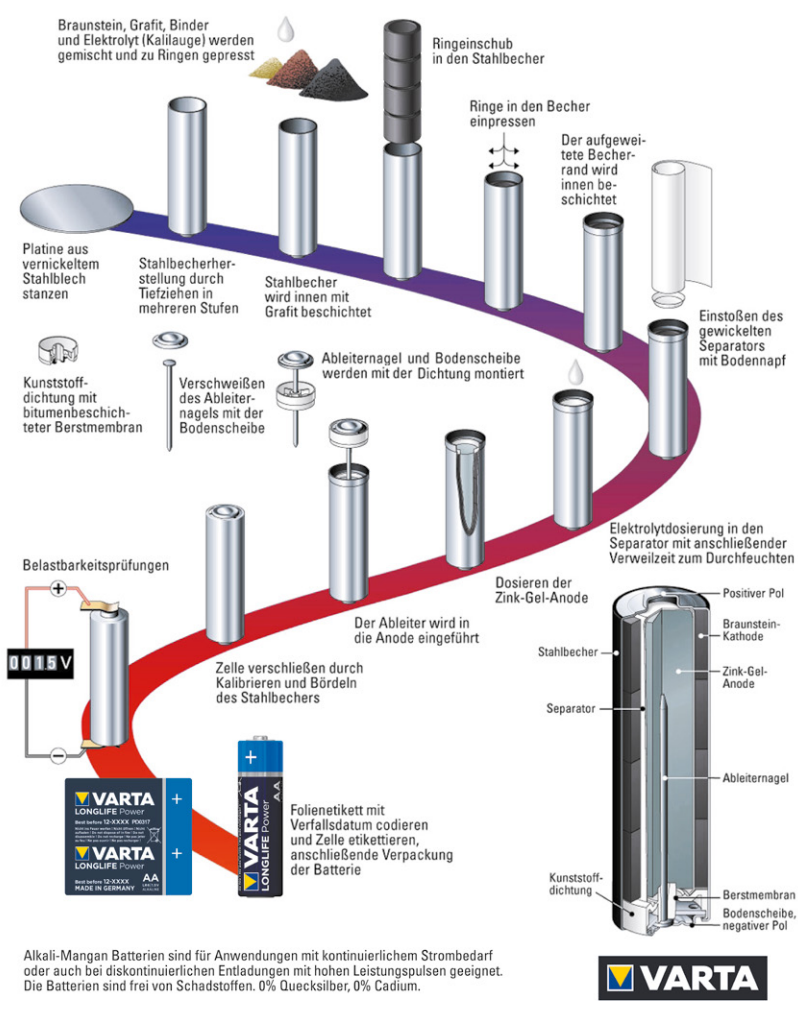


Bild 14: Produktionsprozess einer Alkali-Mangan-Zelle (Quelle: Varta)



Kann und darf man Alkaline-Batterien laden?

Der Aufdruck, dass man Batterien nicht aufladen darf, ist von den Herstellern ernst gemeint. Vor einigen Jahren wurde der Unfug vermehrt verbreitet und daher ganz klar und eindeutig: Das ist nicht zulässig und ergibt auch keinen Sinn, da ein Versuch häufig zum Auslaufen der Zelle führt.

Produktionsprozess

Der Produktionsprozess einer Alkali-Mangan-Zelle ist in Bild 14 schrittweise dargestellt. Bei den Markenherstellern sind die Produktionsanlagen für primäre Alkali-Mangan-Zellen hochautomatisiert, was sich unter anderem in den niedrigen Fehlerraten positiv widerspiegelt. Primäre Markenbatterien (z. B. von Varta) werden ausschließlich an einem Standort von gut ausgebildeten Fachkräften bei gleichzeitig hohem Automatisierungsgrad hergestellt. Nur durch eine sichere Überwachung des Fertigungsprozesses kann eine gleichbleibende Qualität sichergestellt werden.

Produktionstechnik und Qualität

Hochwertige, den Anforderungen angepasste Materialien und Präzisionswerkzeuge, sind für Markenhersteller wie z. B. Varta und Energizer ein Garant der Produktzuverlässigkeit. Neben der Kapazität und somit die Einsatzdauer ist die Dichtigkeit der Zellen ein besonders wichtiges Kriterium der Kundenzufriedenheit. Übrigens werden die Produkte von ELV/eQ-3 mit auslaufsicheren Batterien von Energizer ausgestattet (sofern diese zum Lieferumfang eines Bausatzes oder Fertigeräts gehören und es sich um die Typen AA und AAA handelt).

Prinzipiell kann zwischen Becher und Dichtung, Dichtung und Nagel und durch eine offene Berstmembran Flüssigkeit austreten. Die engmaschige Kontrolle der Zellendichtheit in Lagertests ist Voraussetzung für die Beurteilung der Produktlebensdauer. Lagertests bei erhöhten Temperaturen und/oder Feuchtigkeit sowie wechselnden Temperaturbedingungen simulieren nahezu alle weltweit auftretenden Klimabedingungen.

Verlässliche Alkali-Mangan-Batterien zeichnen sich durch intensive Überwachung und Steuerung der

Dichtigkeitstests aus und natürlich durch funktionierende Reaktionspläne bei Abweichungen.

Die Bilder 15–17 zeigen, wie beispielsweise der Hersteller Varta durch einen hohen Automatisierungsgrad eine geringe Fehlerquote erreicht. Wobei moderne Prozesskontrollen, Qualitätswerkzeuge und Stichproben-tests die gleichbleibende Qualität sicherstellen. **ELV**

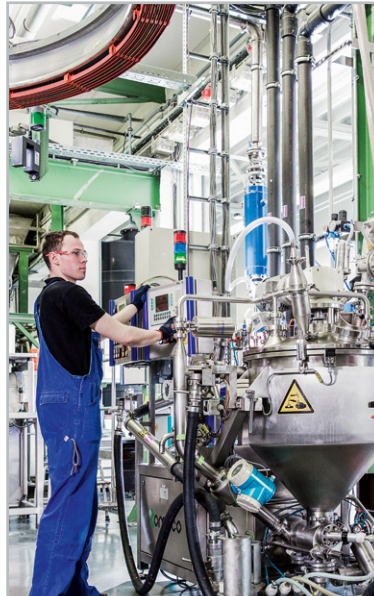


Bild 15: Anodenfertigung (Quelle: Varta)



Bild 16: Batteriefertigstellung (Quelle: Varta)



Bild 17: Ein hoher Automatisierungsgrad sorgt für Stückzahlen und eine gleichbleibende Qualität (Quelle Varta).

Ihr Feedback zählt!

Das ELVjournal steht seit 40 Jahren für selbst entwickelte, qualitativ hochwertige Bausätze und Hintergrundartikel zu verschiedenen Technik-Themen. Aus den Elektronik-Entwicklungen des ELVjournals sind auch viele Geräte aus dem Smart Home Bereich hervorgegangen.

Wir möchten uns für Sie, liebe Leser, ständig weiterentwickeln und benötigen daher Ihre Rückmeldung: Was gefällt Ihnen besonders gut am ELVjournal? Welche Themen lesen Sie gerne? Welche Wünsche bezüglich Bausätzen und Technik-Wissen haben Sie? Was können wir in Zukunft für Sie besser machen?

Senden Sie Ihr Feedback per E-Mail an:

redaktion@elvjournal.com

oder per Post an:

ELV Elektronik AG, Redaktion ELVjournal
Maiburger Str. 29–36, 26789 Leer, Deutschland

Vorab schon einmal vielen Dank vom Team des ELVjournals.

