

**Merkblätter aus der FEEI-Sparte „Traktionsbatterien“
(Branchenrunde der Hersteller/Importeure von Traktionsbatterien)
zum Thema**

„Lebensdauerbetrachtungen bei Batterien“

Inhalt:

- Merkblatt: Definition verschiedener Lebensdauer-Begriffe für Batterien
- Merkblatt: Brauchbarkeitsdauer (service life) bei Antriebsbatterien
- Merkblatt: Brauchbarkeitsdauer – Betrachtungen bei stationären Bleibatterien

Allgemeines:

Die Frage, wie lange Produkte haltbar sind, ist immer wieder Thema und erstreckt sich über alle Warenkategorien. Auch für Anwender von Antriebsbatterien und stationären Bleibatterien spielt die Brauchbarkeitsdauer eine große Rolle, denn diese ist eine von vielen Kriterien, um Batterien vergleichbar zu machen.

Da die Beantwortung dieser Frage technische Hintergründe hat und sich diese nicht regional unterscheiden, erlaubt sich der FEEI, Ihnen die vom deutschen ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) autorisierten Merkblätter zur Kenntnis zu bringen.

Der FEEI - Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie vertritt in Österreich die Interessen von knapp 300 Unternehmen der österreichischen Elektro- und Elektronikindustrie mit mehr als 60.000 Beschäftigten und einem Produktionswert von 12,4 Milliarden Euro (Stand 2013). Gemeinsam mit seinen Netzwerkpartnern - dazu gehören u. a. die Fachhochschule Technikum Wien, das Forum Mobil-kommunikation (FMK), das UFH, das Umweltforum Starterbatterien (UFS), der Verband Alternativer Telekom-Netzbetreiber (VAT) und der Verband der Bahnindustrie ist es das oberste Ziel, die maßgeblichen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen mitzugestalten, um die Position der österreichischen Elektro- und Elektronikindustrie im weltweit geführten Standortwettbewerb zu stärken.

ZVEI Merkblatt Nr. 23

Ausgabe August 2013

Definition verschiedener Lebensdauer-Begriffe für Batterien

1. Allgemeines

In Normen, ZVEI Merkblättern, technischen Unterlagen und Prospekten sind zu Aussagen bezüglich der Lebensdauer von Batterien die verschiedensten Begriffe zu finden. Ohne Kenntnis der Definitionen können diese fachspezifischen Begriffe leicht zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen führen.

Für Anwender ist es wichtig zu wissen, wie lange eine Batterie in der jeweiligen Anwendung genutzt werden kann, oder wie viele Zyklen (Entladungen / Ladungen) erreicht werden können. Angaben zur Haltbarkeit und zur Brauchbarkeitsdauer sind aber erforderlich, um Produktvergleiche bzw. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vornehmen zu können.

Bei allen Lebensdauerangaben ist darauf zu achten, dass nur vergleichbare Angaben bewertet werden.

Die auf der Folgeseite abgebildete Übersicht soll dazu dienen, das Arbeiten mit diesen Begriffen zu erleichtern, die Vielzahl der verwendeten Begriffe zu definieren und eine konsistente Nutzung zu erreichen.

Diese Definitionen werden zukünftig bei neuen und überarbeiteten ZVEI Merkblättern berücksichtigt und genutzt.

Oberbegriff

Lebensdauer
Life time

Gebrauch in der Theorie

Design-Lebensdauer
design life

unter Berücksichtigung der Auslegung und Ausführung der einzelnen Komponenten und den lebensdauerbegrenzenden Parametern aus den Haltbarkeitstests abgeleiteter Wert

Prüfnorm/-spezifikation ist anzugeben

Gebrauch im Labor

Haltbarkeit
endurance

unter definierten, teilweise genormten und teilweise beschleunigenden Bedingungen ermittelte Werte

Prüfnorm/-spezifikation ist anzugeben

Unterbegriffe

Haltbarkeit in Zyklen
endurance in cycles

Haltbarkeit bei Überladung
endurance in overcharge

Haltbarkeit im Erhaltungsladebetrieb
endurance in float service

Gebrauch in der Praxis

Brauchbarkeitsdauer
service life

auf Basis von Felderfahrungen unter optimalen Bedingungen ermittelte Werte; beschreibt den Zeitraum in dem eine bestimmte spezifizierte Kapazität oder Leistung genutzt werden kann

optimale Anwendungs- und Einsatzbedingungen sind anzugeben

Unterbegriff

erwartete Brauchbarkeitsdauer
expected service life

auf Basis von Felderfahrungen und unter Berücksichtigung von Haltbarkeitstests berechnete Werte

spezifische Anwendungs- und Einsatzbedingungen, sowie zusätzliche Einflussgrößen (z. B. Lagerung) sind anzugeben

Zu ersetzender Begriff

erwartete Lebensdauer

Zu ersetzende Begriffe

Haltbarkeitsdauer
Zykluslebensdauer
Floatlebensdauer

Zu ersetzende Begriffe

Gebrauchsdauer
Gebrauchsdauererwartung
Praxisgebrauchsdauer



Die Elektroindustrie

Herausgeber:

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Batterien
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt

Fon.: +49 69 6302-283
Fax: +49 69 6302-362
Mail: batterien@zvei.org
www.zvei.org

© ZVEI 2013

Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann keine Haftung für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernommen werden

ZVEI Merkblatt Nr. 8

Ausgabe Dezember 2013

Brauchbarkeitsdauer (service life) von Antriebsbatterien

1. Allgemeines

Die Wirtschaftlichkeit von elektrischen Flurförderzeugen wird wesentlich durch die Antriebsbatterien und deren Nutzung geprägt.

Antriebsbatterien sind so konstruiert, dass sie ein Flurförderzeug über einen Arbeitseinsatz, im Regelfall eine Schicht, mit der nötigen elektrischen Energie versorgen können.

Die Brauchbarkeitsdauer bzw. Haltbarkeit in Zyklen wird durch die Bauart, die Auswahl geeigneter Materialien und durch die Fertigungsqualität bestimmt.

In der Norm EN 60254-1 sind Laborprüfungen und Prüfbedingungen festgelegt, um einen vergleichenden und neutralen Wertmaßstab für die wichtigsten Eigenschaften von Antriebsbatterien zu haben.

Dies gilt zum Beispiel für:

- Vergleichbarkeit von Produkten
- Prüfung der Fertigungsqualität
- Vorgaben für Entwicklungsaufgaben

Bei labormäßigen Messungen nach dieser Norm wird für Antriebsbatterien mit positiven Panzerplatten (PzS-Zellen gem. EN 60254-2) üblicherweise eine Haltbarkeit von 1500 Zyklen und für Antriebsbatterien mit Panzerplatten und festgelegtem Elektrolyt (PzV-Zellen) von 900 Zyklen festgestellt.

Eine Zyklenprüfung besteht aus vorgeschriebenen Lade- und Entladefolgen.

Diese Haltbarkeitsprüfung gilt als beendet, wenn die gemessene Kapazität kleiner 80% der Nennkapazität ist.

Diese so ermittelte Haltbarkeit^{*)} ist jedoch nicht ohne weiteres auf den praktischen Einsatz übertragbar, da bei der Laborprüfung nicht alle in der Praxis auftretenden Betriebsbedingungen abgebildet werden können.

Bei der Abschätzung der Brauchbarkeitsdauer^{*)} der Batterie in der praktischen Anwendung sind die jeweiligen Einsatzparameter zu berücksichtigen.

^{*)} Begriffsdefinitionen siehe ZVEI-Merkblatt Nr. 23

2. Belastungen im praktischen Betrieb

Mechanisch

Anders als bei Laborprüfungen ist die Batterie im praktischen Einsatz zusätzlich mechanischen Belastungen ausgesetzt, die auf alle Batterie- und Zellen-Komponenten wirken. Einen signifikanten Einfluss haben die mechanischen Belastungen auf die Haftung und den elektrischen Kontakt der aktiven Massen in den Gittern.

Entladen

Die Entladung während des Haltbarkeitstestes im Labor wird mit konstantem Strom durchgeführt. Im Gegensatz dazu liegen in der Praxis dynamisch variierende Stromprofile vor.

Während bei den Laborprüfungen definiert entladen wird, ist in der Praxis nicht immer sichergestellt, dass die zulässigen Entladetiefen mit max. 80% der Nennkapazität eingehalten werden.

Entladungen >80% sind Tiefentladungen mit stark negativen Auswirkungen auf die Brauchbarkeitsdauer.

Laden

Einen weiteren Einfluss auf die Brauchbarkeitsdauer hat die Ladetechnik bzw. Betriebsweise.

Schlecht angepasste Ladekennlinien, überalterte Gerätetechnik und unzureichende Kennliniensteuerung führt zu Mangel- und Überladung.

Zwischenladungen der Batterie ohne Elektrolytumwälzung oder ohne regelmäßige Ausgleichsladungen führen zu Säureschichtung mit erhöhter Korrosion und Masseschädigung.

Schnellladebetrieb mit erhöhtem Energiedurchsatz pro Tag und sehr hohen Ladeströmen führt zu hohen Temperaturen und damit zu verstärkter Korrosion.

Bei Zwischen- und Schnellladung müssen die betrieblichen Vorteile gegen die Reduzierung der Brauchbarkeitsdauer abgewogen werden.

Flurförderzeuge mit Energierückspeisung bei Bremsvorgängen und Lastabsenkungen führen zu einem höheren Energiedurchsatz der Batterie pro Arbeitsschicht.

Einfluss hoher Lade- und Entladeströme

Hohe Entladeströme und kurzzeitige hohe Ladeströme aus Energierückspeisung durch Nutzbremsen und -senken des Flurförderzeuges führen zu inhomogenen und überproportionalen Masseausnutzungen. Daraus resultierende Verluste von aktiver Masse beschleunigen die Alterung der Batterie.

Temperatur

Bei den Laborprüfungen werden die Temperaturen in engen Grenzen gehalten. In der Praxis weicht die mittlere Temperatur stark von der Nenntemperatur 30°C ab. Darüber hinaus gibt es zwischen den Zellen der Batterie Temperaturunterschiede.

Höhere Temperaturen haben einen stark negativen Einfluss auf die Brauchbarkeitsdauer, weil sie Nebenreaktionen wie z.B. Korrosion und Alterung beschleunigen.

3. Hinweise für wartungsfreie verschlossene Batterien

Bei verschlossenen (VRLA) Antriebsbatterien der Baureihe PzV mit festgelegtem Gel-Elektrolyt wird bei einer Entladetiefe von 60% der Nennkapazität eine vergleichbare Brauchbarkeitsdauer erreicht, wie bei einer PzS-Batterie mit 80% Entladetiefe (je nach Anwendung und Batteriegröße können nach Angaben der Hersteller auch Entladungen bis 80% Entladetiefe zulässig sein).

4. Umrechnung der Brauchbarkeitsdauer einer Batterie in FFZ-Betriebsstunden

Die nach diesem Merkblatt aus den betrieblichen Bedingungen für die Batterie ermittelte Brauchbarkeitsdauer kann wie folgt in Betriebsstunden für eine Batterie umgerechnet werden.

Die Berechnung der betrieblich üblichen Fahrzeugnutzung erfolgt gemäß der VDI-Richtlinie VDI 3960. Dort sind folgende Anteile der Nutzungszeit definiert:

Nutzungszeit (ges.)	100,0 %
Fahrer abwesend	20,0 %
Fahrer belädt	8,5 %
Fahrer sitzt	7,0 %
Lastlaufzeit	64,5 %

Bei der Erfassung der Nutzungszeit eines Flurförderzeuges (FFZ) wird angestrebt, die wirklichen Betriebszeiten möglichst genau und zuverlässig zu erfassen, da das Fahrzeug nur dann Energie verbraucht und einem Verschleiß unterliegt.

Üblicherweise werden dazu Betriebsstundenzähler verwendet, die allerdings unterschiedlich geschaltet sein können.

Bei Elektro-Flurförderzeugen sind **drei Schaltungsarten** für die Betriebsstundenzähler üblich:

- (1) Betriebsstunden werden erfasst, wenn der Schüsselschalter eingeschaltet ist und mindestens ein Motor läuft. Es werden nur die effektive Lastlaufzeit und somit die effektiven Batterie-Betriebsstunden erfasst. Betriebsstundenzähler zeigt 100% der Lastlaufzeit.
- (2) Betriebsstunden werden erfasst, wenn der Schüsselschalter und der Sitzschalter eingeschaltet sind, d. h. Betriebsstunden werden auch im Stillstand erfasst.

Erfahrungswert: Die angezeigten Betriebsstunden entsprechen ca. 110% der effektiven Lastlaufzeit

- (3) Betriebsstunden werden erfasst, wenn der Schüsselschalter eingeschaltet ist, d. h. Betriebsstunden werden auch im Stillstand erfasst.

Erfahrungswert: Die angezeigten Betriebsstunden entsprechen ca. 125% der effektiven Lastlaufzeit

Je nach Betriebsstundenzählerschaltung werden z. B. bei 240 Schichten pro Jahr und einer Lastlaufzeit von 5 Stunden¹ pro Schicht die folgenden Zeiten vom Betriebsstundenzähler angezeigt:

- (1) 1200 Stunden,
- (2) 1320 Stunden,
- (3) 1500 Stunden

¹ Die realen Zeiten der Energieentnahme liegen üblicherweise bei 4 bis 5 Stunden. Die Nennkapazität K_N einer Antriebsbatterie für FFZ wird auf eine fünfständige Entladung bezogen und als K_5 angegeben.

5. Beispiel zur Ermittlung der Brauchbarkeitsdauer für PzS und PzV Batterien

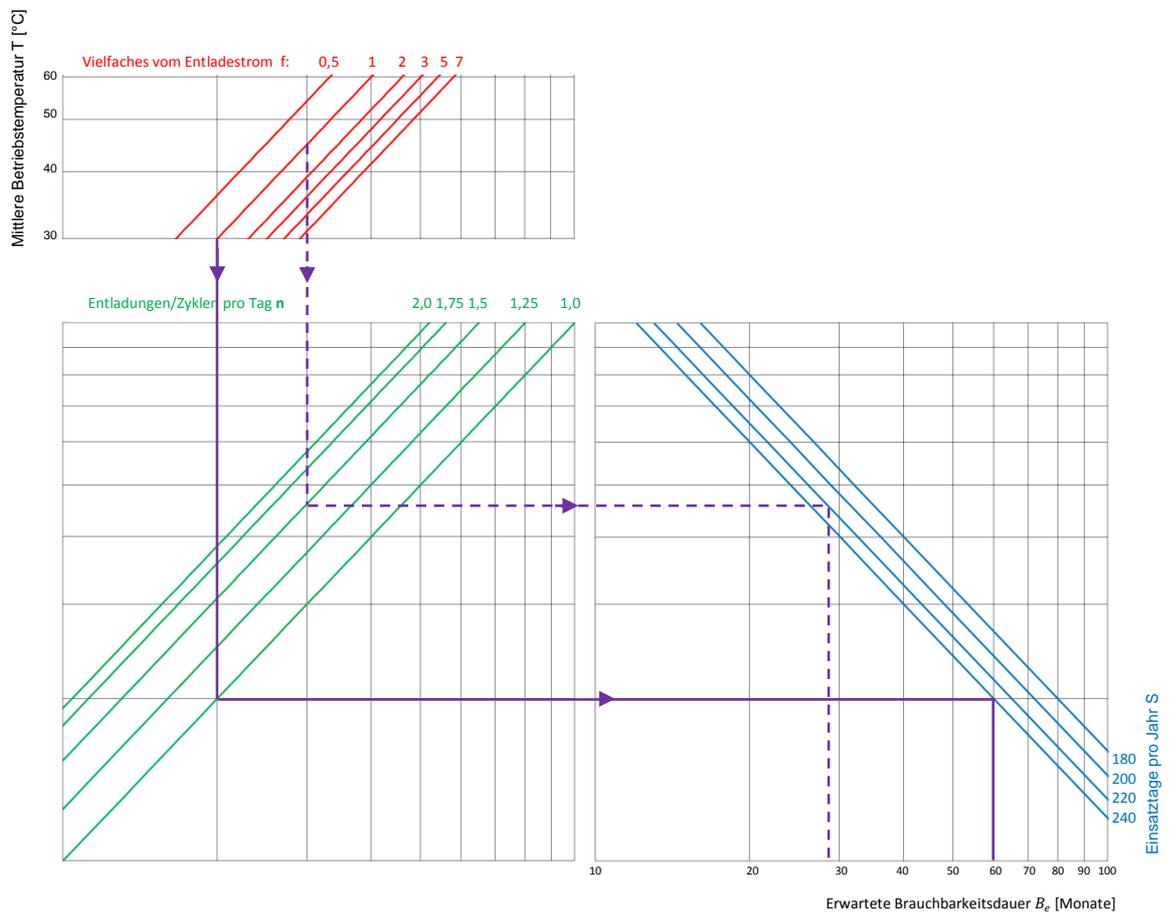
Zwei Beispiele in nachstehender Abbildung zeigen, wie das Diagramm anzuwenden ist

	Beispiel 1 →	Beispiel 2 - - - →
Einsatzparameter	für PzS und PzV	für PzS
Mittlerer Entladestrom	$1 \times I_5$ (A)	$1 \times I_5$ (A)
Mittlere Betriebstemperatur	30°C	45°C
Entladungen/Zyklen pro Tag	1	1,5
Einsatztage pro Jahr	240	220
Entladetiefe PzS	80%	80%
Entladetiefe PzV	60%	

Aus dem Diagramm ablesbar
ist eine zu erwartende

Brauchbarkeitsdauer in Monaten	60	29
--------------------------------	----	----

Analog zu diesen Beispielen lassen sich mit anderen betrieblich vorkommenden Parametern die für diesen Einsatz zu erwartenden Brauchbarkeitsdauern ablesen.



Für PzV Batterien mit Entladetiefe von 80% sind 2/3 der abgelesenen Werte als zu erwartende Brauchbarkeitsdauer anzunehmen.

6. Vorlage zur Ermittlung der Brauchbarkeitsdauer für PzS und PzV Batterien

Hinweis:

Die Formel gilt nur für Betriebstemperaturen T oberhalb der Nenntemperatur $T_N \geq 30^\circ\text{C}$

Als max. zulässige Betriebstemperatur gilt für PzS 55°C und für PzV 45°C

$$B_e = \frac{E_N \times T_N \times M}{T \times \left[1 + \frac{7}{T_N} \times \ln f\right] \times n \times S}$$

B_e = Erwartete Brauchbarkeitsdauer
(mit M=1 in Jahren oder mit M=12 in Monaten)

T = mittlere Betriebstemperatur

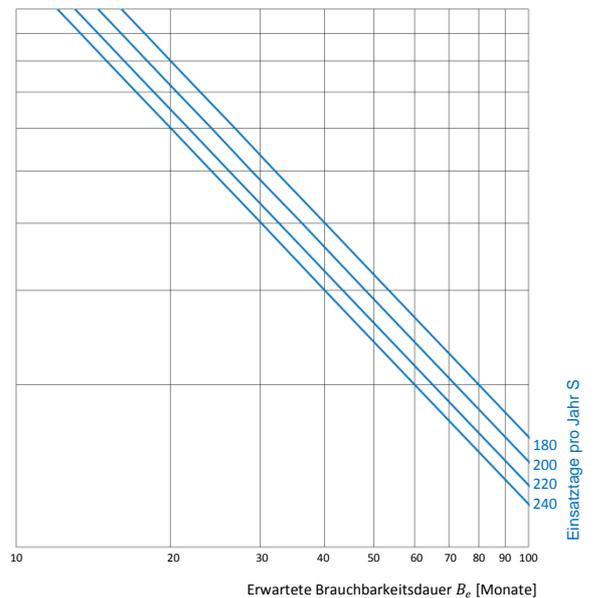
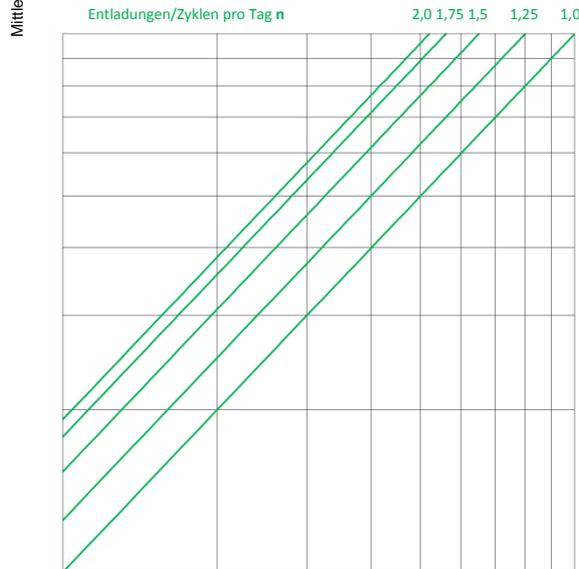
T_N = Nenntemperatur (30°C)

E_N = Nennenergiedurchsatz
(1200) für PzS bei 80% Entladetiefe
(1200) für PzV bei 60% Entladetiefe
(800) für PzV bei 80% Entladetiefe

f = Vielfaches vom Entladestrom I_5

n = Entladungen/Zyklen pro Tag

S = Einsatztage pro Jahr



Für PzV Batterien mit Entladetiefe von 80% sind 2/3 der abgelesenen Werte als zu erwartende Brauchbarkeitsdauer anzunehmen.

ZVEI:
Die Elektroindustrie

Herausgeber:

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Batterien
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt

Fon.: +49 69 6302-283
Fax: +49 69 6302-362
Mail: batterien@zvei.org
www.zvei.org

© ZVEI 2013

Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann keine Haftung für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernommen werden

ZVEI Merkblatt Nr. 19

Ausgabe Dezember 2011

Brauchbarkeitsdauer – Betrachtungen bei stationären Bleibatterien

1. Allgemeines

Stationäre Batterien übernehmen im täglichen Leben unzählige Funktionen im Bereich der Stromversorgung, die in allen Fällen der Sicherheit von Menschen, Fertigungsprozessen oder Datenspeichern dienen. Zur dauerhaften und zuverlässigen Sicherstellung dieser Funktionen ist die Kenntnis der Brauchbarkeitsdauer sehr wichtig. Gemäß der DIN-Norm 40729 (Galvanische Sekundärelemente: Grundbegriffe), Pkt. 9.2, ist die Brauchbarkeitsdauer von stationären Batterien wie folgt definiert:

Zeitspanne, während der bei vorgegebener Beanspruchung und unter Einhaltung der Wartungsvorschriften die festgelegten Grenzwerte von Zuverlässigkeitskenngrößen in der Gesamtheit der Betrachtungseinheiten gleicher Art (z.B. gleiche Batteriearten) eingehalten werden.

Die Brauchbarkeitsdauer stationärer Batterien wird hauptsächlich bestimmt:

- durch die Bauart
- die Güte der verwendeten Materialien
- die Fertigungsqualität
- die Anwendungsbedingungen
- die Wartung

Während die ersten Faktoren durch den Hersteller von Batterien beeinflusst werden können, werden die Anwendungsbedingungen und die Wartung durch den Nutzer bestimmt.

Entscheidende Betriebsfaktoren, welche die Brauchbarkeitsdauer beeinflussen und stark verringern können, sind zum Beispiel:

- **Erhöhte Betriebstemperatur**
Die Brauchbarkeitsdauer wird je Anstieg der Batterietemperatur um 10K über die Nominaltemperatur von 20°C in etwa halbiert.
- **Temperaturgradienten innerhalb einer Batterie**
Die Temperaturdifferenz zwischen der Zelle mit höchster und niedrigster Temperatur sollte 3K nicht überschreiten.
- **Erhaltungsladespannung und deren Anpassung an Temperatur und Entladeregime**
Zu geringe Erhaltungsladespannungen führen zu einem schnellen Kapazitätsverlust, der durch Sulfatierung irreversibel ist; zu hohe Erhaltungsladespannungen führen zu verstärkter Korrosion, Gasung und Wasserzersetzung der Batterie.

- **Wechselstrombelastung**
Wechselströme mit Frequenzen > 30 Hz führen hauptsächlich zu einer Erhöhung der Batterietemperatur und in Folge dessen zu einer erhöhten Wasserzersetzung und zu beschleunigter Korrosion. Wechselströme mit Frequenzen < 30Hz führen hauptsächlich zu Mangelladung und Zyklenbelastung.
- **Art des Betriebs (Puffer- oder Bereitschaftsparallelbetrieb)**
Bei Pufferbetrieb tritt immer eine Zyklenbelastung auf; Zyklen beschleunigen das Altern der Batterie im Vergleich zum Bereitschaftsparallelbetrieb
- **Anzahl der Entladungen**
Häufige Entladungen (zyklische Belastung) führen zu beschleunigter Alterung.
- **Entladetiefe**
Tiefe Entladungen führen zu beschleunigter Alterung.

Ergebnisse von beschleunigten Lebensdauertests in Laboren können nur bedingt auf zu erwartende Brauchbarkeitsdauern übertragen werden. Angegebene Richtwerte basieren deswegen auf den Ergebnissen der beschleunigten Lebensdauertests und auf den

Praxiserfahrungen unter vergleichbaren Bedingungen

Die entnehmbare Kapazität von stationären Batterien ändert sich im Laufe der Betriebszeit (Bild 1). Üblicherweise ist die

Brauchbarkeitsdauer beendet, wenn 80 % der projektierten Kapazität unterschritten werden.

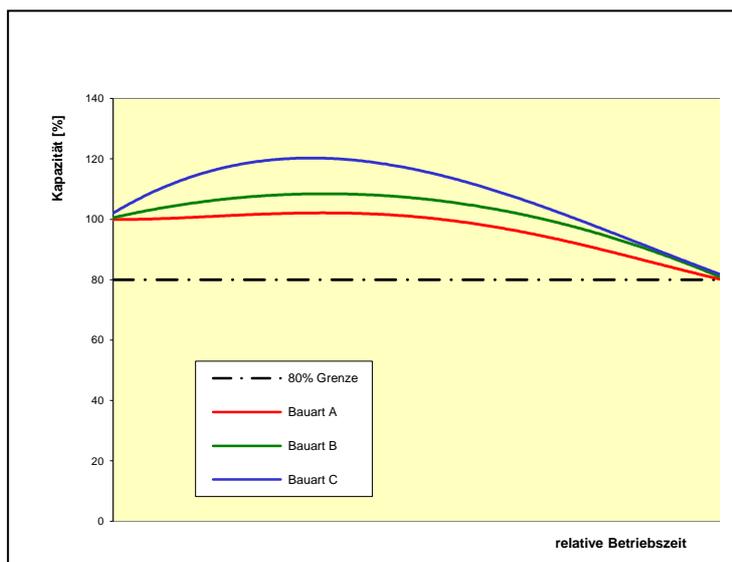


Bild 1: Typische Verläufe der Batteriekapazität über die Brauchbarkeitsdauer

2. Erfahrungswerte für die Brauchbarkeitsdauer genormter Batterien

Die Brauchbarkeitsdauern der unterschiedlichen Batterietypen werden jeweils von den Herstellern angegeben, spezifiziert nach Anwendung und Umgebung. Für einige genormte Batterietypen stehen Erfahrungswerte der Brauchbarkeitsdauer zur Verfügung, die unter optimalen Einsatzbedingungen erreicht werden:

OPzS-Zellen	DIN 40736	15 Jahre
OPzS-Blockbatterien	DIN 40737	13 Jahre
GroE-Zellen	DIN 40738	18 Jahre
OGi-Blockbatterien	DIN 40739	12 Jahre
OGi-Zellen	DIN 40734	14 Jahre
OGiV-Blockbatterien	DIN 40741, T1	12 Jahre
OPzV-Zellen	DIN 40742	14 Jahre
OPzV-Blockbatterien	DIN 40744	13 Jahre

Optimale Einsatzbedingungen

- **Betriebsart** Bereitschaftsparallelbetrieb
- **Entladungen** maximal 1 mal pro Monat
- **Entladestrom** Nennstrom
- **Entladetiefe** maximal 80% CNenn

- **Erhaltungsladespannung** batteriebauartabhängig, nach Herstellerangabe

- **Betriebstemperatur** 20°C ± 2 K

- **Überlagerter Wechselstrom I_{eff}** sollte 2A/100 Ah C₁₀ bei geschlossenen Batterien und 1A/100 Ah C₁₀ bei verschlossenen Batterien nicht überschreiten

- **Einhaltung der jeweiligen technischen Gebrauchs- und Bedienungsanweisungen**

3. Prinzipieller Ausfallverlauf

Den Ausfallverlauf von Bauelementen stellt man üblicherweise durch die sogenannte Badewannenkurve (Bild 2) dar. Der Kurvenverlauf ist auch für Batterien typisch.

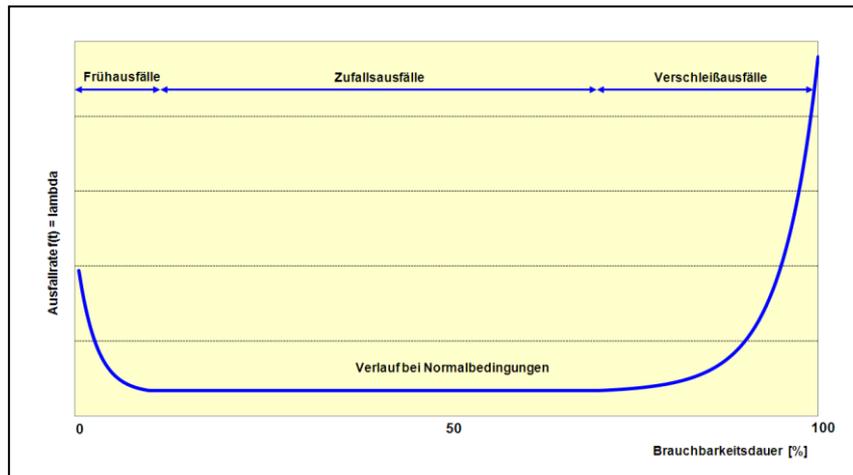


Bild 2: Ausfallverlauf von Batterien („Badewannenkurve“)

Bild 2 zeigt die Ausfallrate eines Bauteils/Batterie in Abhängigkeit von der Betriebszeit und wird in drei typische Zeitabschnitte eingeteilt.

– Abschnitt 1 - Frühhausfälle

Die Ausfallrate in diesem Abschnitt wird im Wesentlichen durch Fertigungsfehler des Produktes und dessen Installation / Inbetriebnahme bestimmt.

– Abschnitt 2 - Zufallsausfälle

Die Ausfallrate in diesem Bereich wird wesentlich durch die Betriebsbedingungen und die damit verbundenen Stress-Faktoren (siehe Kapitel 4) bestimmt.

– Abschnitt 3 - Verschleißausfälle

In diesem Zeitabschnitt treten die ersten Verschleißausfälle auf, d. h., das Ende der Brauchbarkeitsdauer ist für einen Teil der Gesamtheit (Batterie) erreicht. Beginn und Rate der Verschleißausfälle sind stark abhängig von der Pflege und Wartung und liegen daher außerhalb der Beeinflussung des Batterieherstellers, es sei denn, es besteht ein entsprechender Service-Vertrag. Die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems (Gesamtbatterieleistung, Streubereite der Einzelkomponenten) nimmt zum Ende dieser Phase exponentiell ab. Der Austausch der Batterie sollte vor dem Steilanstieg der Ausfallrate erfolgen.

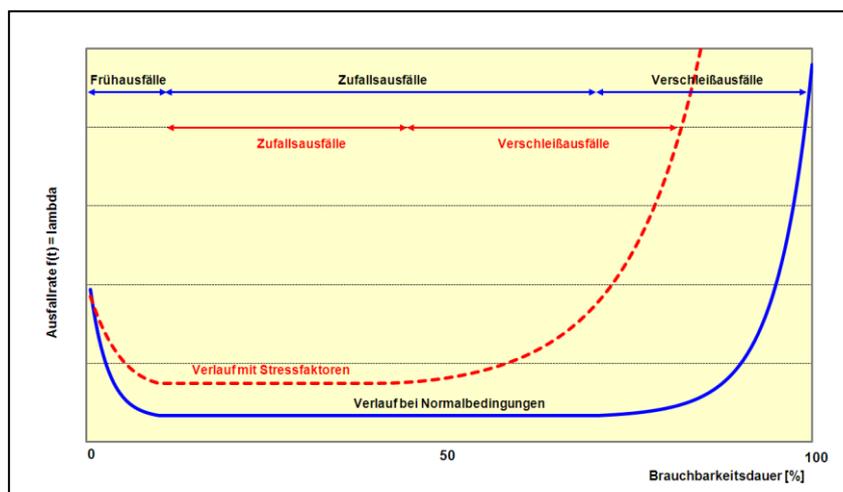


Bild 3: Ausfallverlauf unter Stressbedingungen

4. Einfluss von Stressfaktoren und Wartung auf den Ausfallverlauf

Anwendungsbedingte Stressfaktoren und die Qualität der Wartung haben sowohl einen erheblichen Einfluss auf die zeitliche Abfolge der oben beschriebenen 3 Abschnitte als auch auf den Absolutwert der Ausfallrate. Typische Stressfaktoren wurden bereits in Kapitel 1 beschrieben.

Die Ausfallkurve verschiebt sich (Bild 3) zum Beispiel durch erhöhte Temperaturen, schlechte Wartung, übermäßige Wechselstrombelastung oder mangelhafte Einhaltung der Erhaltungsladespannung.



Herausgeber:

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Batterien
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt

Fon.: +49 69 6302-283
Fax: +49 69 6302-362
Mail: batterien@zvei.org
www.zvei.org

© ZVEI 2011
Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann keine Haftung für
Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernommen werden