

ZVEI Merkblatt Nr. 19

Ausgabe Januar 2013

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

Auch im nicht-zyklischen Betrieb findet eine Alterung der Batterie statt. Diese Alterung wirkt sich auf die Brauchbarkeitsdauer bei Entladungen mit hohen Strömen stärker als bei Entladungen mit kleineren Strömen aus.

Die üblichen Gebrauchsdauerangaben beziehen sich auf den

Nennstrom einer 10-stündigen Entladung. Das Kriterium für das Lebensdauerende (80 % der projektierten Überbrückungszeit) wird bei Auslegungen mit deutlich höheren Strömen (Entladungen <1h) früher erreicht.

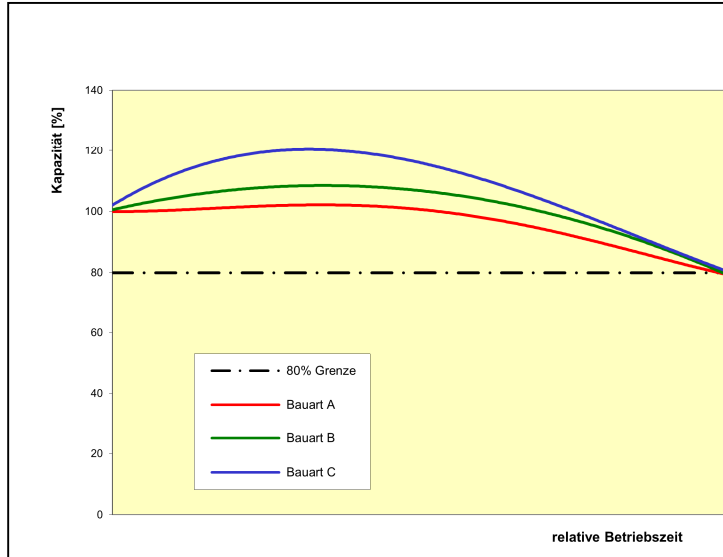


Bild 1: Typische Verläufe der Batteriekapazität über die Brauchbarkeitsdauer

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% C_{Nenn}
- **Erhaltungsladespannung** batteriebauartabhängig, nach Herstellerangabe
- **Betriebstemperatur** 20 °C ± 2 K
- **Überlagerter Wechselstrom I_{eff}** sollte 2A/100 Ah C_{10} bei geschlossenen Batterien und 1A/100 Ah C_{10} 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.

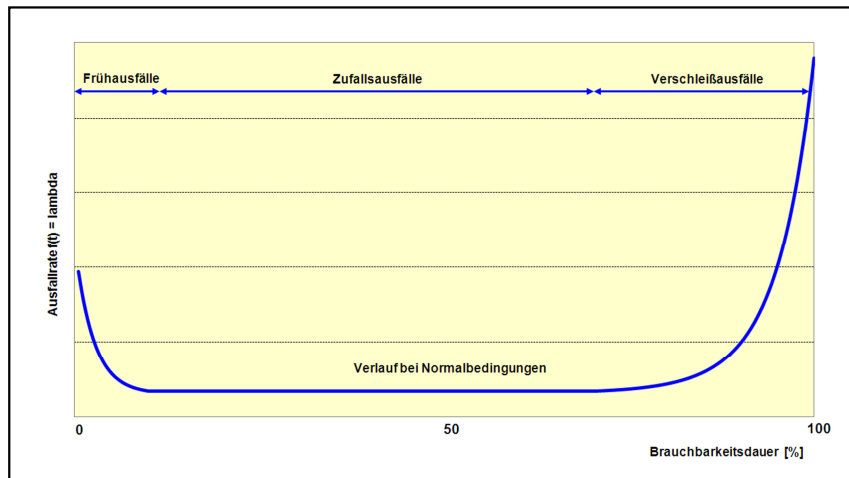


Bild 2: Ausfallverlauf von Batterien („Badewannenkurve“)

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, Streubreite der Einzelkomponenten) nimmt zum Ende dieser Phase exponentiell ab. Der Austausch der Batterie sollte vor dem Steilanstieg der Ausfallrate erfolgen.

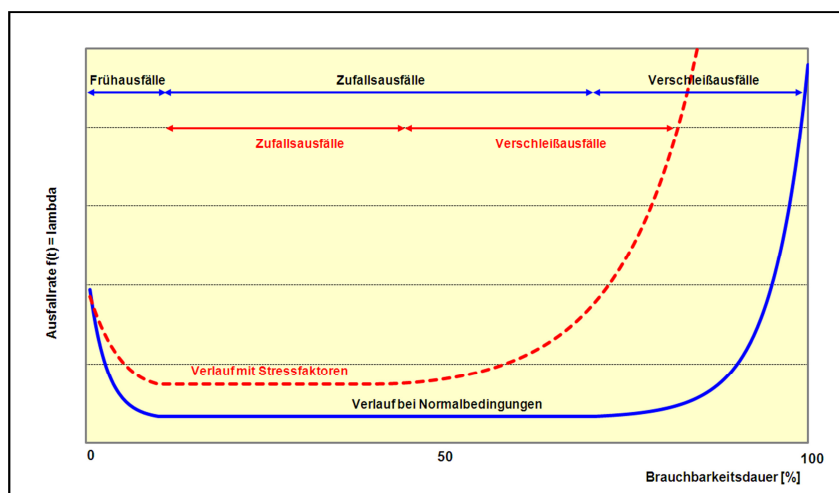


Bild 3: Ausfallverlauf unter Stressbedingungen

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 2013
Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann keine Haftung für
Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernommen werden