

# Batterieüberwachung

## Testen von Standby-Batterien und Batteriespeichern.

In 5 Sekunden den Zustand der Stationären Batterie ermitteln

Von Michael Jäger, Elektronik Kontor Messtechnik GmbH



**Die bewährte Innenwiderstandsmessung von Bleibatterien kann auch für die Beurteilung von neuartigen Batteriespeichern mit Li-Io-Akkus genutzt werden. Um Veränderungen an der Batterie rechtzeitig zu erkennen, kann mit Hilfe der richtigen Innenwiderstandsmessung schnell und sicher der aktuelle Zustand der Batterieanlage erfasst werden. Ergebnis: Serviceeinsätze können deutlich effektiver durchgeführt werden. Batterien werden dann ausgetauscht, wenn es notwendig ist.**

Von außen betrachtet stellen sich Batterien als starre und schwere Energiespeicher dar. Die Vorgänge im Inneren sind aber enorm dynamisch und hängen von vielen Einflussfaktoren ab. Dazu gehören unter anderem die Temperatur, die Ladeerhaltungsspannung und die Restwelligkeit. Dazu kommen immer ungünstigere Umgebungsbedingungen und Einbausituationen. Diese führen zu einer teilweise deutlich reduzierten Lebensdauer.

Preiswerte Batterien sparen zwar zunächst Investitionskosten, aber langfristig keine Wartungskosten, da noch aufmerksamer auf Zustandsänderungen geachtet werden muss. Nur so kann die Einsatzfähigkeit der Netzersatz- und Energiespeicheranlage sichergestellt bleiben.

Zur Beurteilung und Inspektion einer Batterieanlage, egal für welchen Einsatz, gehört eine Vielzahl von Maßnahmen. Dazu zählen die optische Inspektion der Batteriegehäuse und Pole, der Anschlüsse und Verbinder, die Temperaturmessung, die Kontrolle der Ladeeinrichtung und Belüftungsanlage und die Kapazitätsprüfung bzw. eine Innenwiderstands-

messung, um schwache und defekte Batterien zu erkennen.

Um den Zustand einer Batterie zuverlässig zu erfassen wird ein aufwändiger Kapazitätstest durchgeführt (Bild 1). Die tatsächliche, momentane verfügbare Kapazität des Strangs wird dabei durch die **vollständige Entladung** bestimmt. Dies ist heute in vielen Fällen aus Kostengründen nicht mehr möglich oder wird von den meisten Anwendern nur noch in reduzierter Form durchgeführt. Dabei sinkt die Zuverlässigkeit des Entladetests aber erheblich (Bild 2).

### Die Spannungsmessung allein hat wenig Aussagekraft

Viele Servicetechniker haben sich zu „Spannungsexperten“ entwickelt. Sie glauben, durch Messung der Blockspannung über einzelne Probleme der Batterie eine Aussage treffen zu können. Das funktioniert aber nur bei Batterien mit flüssigem Elektrolyten und genauer Säuredichtemessung. Die alleinige **Spannungsmessung** gibt bestenfalls zuverlässigen Aufschluss über den Ladezustand, aber nicht über die Restkapazität der Batterie! Erst recht ergibt die Spannungsmessung keine Aussage über die noch zu erwartende

Lebensdauer. Eine geladene, schlechte Batteriezelle weist die gleiche Ruhespannung von ca. 2,09V auf, wie eine geladene, gute Batterie. Um eine Information über



**Bild 1:** Beispiel für den Aufwand eines Entladeaufbaus

die momentane Kapazität zu erhalten, muss ein Entladetest mit entsprechender, konstanter, Stromentnahme bis zum Erreichen der Grenzspannung von z.B. 1,8V/Zelle erfolgen (abhängig vom Batterietyp). Diese Entladeschlussspannung darf keinesfalls unterschritten werden, um eine Schädigung der Zelle zu vermeiden.

### Begriffe rund um die Batterietechnik:

**Batterie/Akkumulator:** Wieder aufladbarer, elektrochemischer Energiespeicher.

**Zelle:** Kleinste elektrochemische Einheit. Eine Batterie hat im Normalfall mehrere Zellen, damit ausreichend hohe Spannungen erreicht werden.

**Block:** Ein Gehäuse mit einer oder mehreren Zellen die in Reihe geschaltet sind und an den Polen 2V, 4V, 6V oder 12V zur Verfügung stellen, wird häufig als Batterie bezeichnet und ist als Einheit transportabel.

**Strang:** Mehrere, in Reihe geschaltete Blöcke, die wiederum die Strangspannung zur Verfügung stellen (z.B. 12V, oder 48V, oder 230V).

**Batterieanlage:** Aus einem oder mehreren Strängen bestehender Energiespeicher.

**Kapazität:** Die aus einer Batterie bis zur Entladegrenze entnehmbare Strom- oder Ladungsmenge in Amperestunden (Ah).

**Tiefentladung:** Entladung über die Spannungsgrenze hinaus, die der Batteriehersteller unter Berücksichtigung von Temperatur und Entladestrom zulässt. Eine Schädigung der Batterie ist zu erwarten.

**Leitwert, Leitfähigkeit, Innenwiderstand, Konduktanz** sind Begriffe für das gleiche physikalische Verfahren, um den Zustand eines Batterie-Blocks zu beschreiben.

### Die Problematik der Entladetests

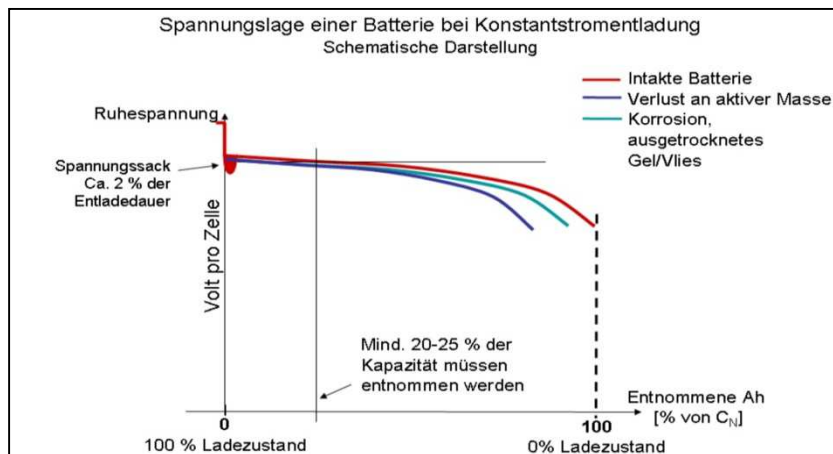
Es gibt bei allen Kapazitätstests (bei Teilentladung und vollständiger Entladung) zusätzlich zu Zeit- und Kostenaufwand noch ein weiteres Problem: Der Entladetest gibt nur Auskunft über die Batterie-Kapazität vor der Entladung. Der Kapazitätstest sagt nichts über den Zustand der Batterie nach der erneuten Aufladung. Es hat sich immer wieder gezeigt, dass problembehaftete Zellen/Blöcke nach Kapazitätstests und der folgenden Wiederaufladung ausfallen. Die Unsicherheit des Verfahrens ist groß, insbesondere dann, wenn nur Teilentladungen durchgeführt wurden und bestimmte Zellenfehler noch nicht auffällig wurden, oder keine Einzelzellenspannung gemessen wurde (Bild 2).

### Leitwert/Innenwiderstandsmessung zur Bestimmung der Kapazität

Abhilfe liefert eine spezielle Messung des Innenwiderstands:

Mit Hilfe der Leitwert-, bzw Innenwiderstandsmessung kann eine schnelle und zuverlässige Aussage über die Restkapazität und der Leistungsfähigkeit einer Zelle getroffen werden (Einzelblockmessung).

Vorteil dieser Verfahren: Die Anzahl zeitaufwändiger Entladetests wird deutlich reduziert. Dadurch wird auch der Forderung nach



**Bild 2:** Probleme des Blocks sind erst nach frühestens 20-25% entnommener Kapazität erkennbar

Verringerung der Wartungskosten Rechnung getragen.

Der Leitfähigkeitstest ist ein indirektes Verfahren, um die Kapazität einer Zelle/eines Blocks zu beurteilen. Dabei ist nicht nur der absolute Wert der Leitfähigkeit maßgebend, sondern der auf den Referenzwert bezogene Leitwert und seine Veränderung während der Betriebszeit.

Messströme, Anregungsverlauf und Auswertungsfirmware wurden über lange Messreihen optimiert, um eine gute Korrelation zwischen Leitfähigkeit und der Batteriekapazität zu erhalten. Bei Anwendung dieses praktischen Messverfahrens und der Einhaltung einiger Rahmenbedingungen lässt ein **über die Zeit abnehmender**

**Leitwert auf eine abnehmende Kapazität schließen** (Bild 3).

Besonders dann, wenn die Alterung auf Korrosion und Austrocknung beruht. Die Leitwertmessung ist somit ein **vergleichendes** Verfahren bei dem die **Entwicklung** des Innenwiderstandes beobachtet wird. Nur durch dieses Verfahren ist es möglich, schnell und zuverlässig Informationen aus dem Inneren des einzelnen Blocks zu erhalten.

Der hier betrachtete Leitwert ist nicht der Kehrwert des ohmschen Widerstandes, sondern der durch Pulsströme gemessene, **komplexe Leitwert**. Die Messwerte sind somit nicht vergleichbar mit Innenwiderstandsmessungen des Herstellers.

## Anerkennung durch verschiedene Organisationen

Die technische Entwicklung der Leitwertmessung wird in über 150 Patenten beschrieben. Weltweit wird das Verfahren in erster Linie von Telekommunikationsunternehmen eingesetzt. Für die Umsetzung und praktische Anwendung wurde eine Vielzahl von Verfahrensanweisungen von verschiedenen Unternehmen entwickelt. Das Verfahren wird in anerkannten, technischen Standards beschrieben (s. Tabelle 2).

Mit entsprechenden Handtestern bekannter Hersteller werden die oben genannten Anforderungen erfüllt. Während der Prüfung eines Strangs braucht das Gerät nicht weiter bedient zu werden. Alle Messwerte werden im Gerät gespeichert.

## Häufige Fragen zur Leitwertmessung

### Woher bekomme ich den Referenzwert?

Gibt der Hersteller keinen Referenzwert an und ist dieser in entsprechenden Tabellen nicht zu finden, muss der Ausgangswert selbst ermittelt werden (diese Methode wird empfohlen). Dabei ist wichtig, dass der Leitwert mit der gleichen Gerätetechnologie ermittelt wird wie auch später im Feld. Nur so lassen sich vergleichbare Ergebnisse erzielen.

### Warum Temperaturmessung vor der Leitfähigkeitsmessung?

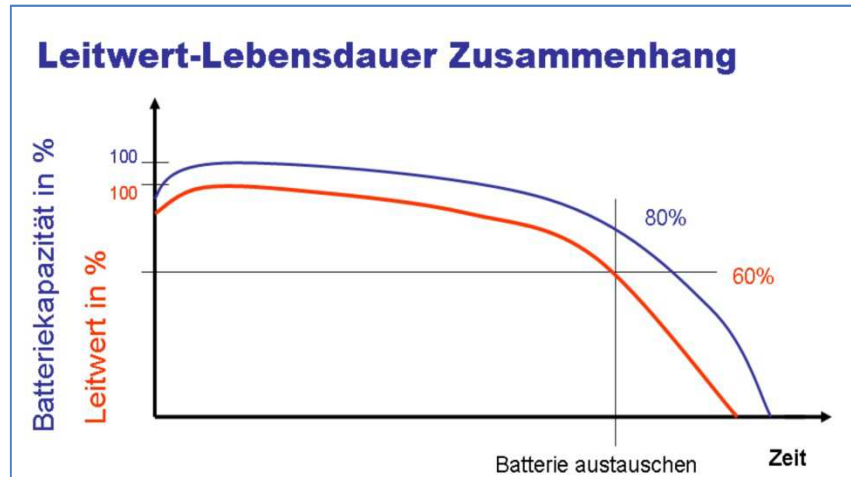
Die Leitfähigkeit einer Zelle/eines Blocks ist erheblich von der Temperatur abhängig. Um Messungen miteinander vergleichen zu können, müssen diese unabhängig von der Temperatur, bzw. alle auf dieselbe Temperatur von 20°C bezogen sein. Es ist also eine Temperaturkompensation der gemessenen Leitwerte notwendig, die vom Messgerät selbst ausgeführt wird. Durch einen integrierten Infrarot-Temperaturfühler wird vor der eigentlichen Leitwertmessung die aktuelle Blocktemperatur erfasst.

### Warum ist eine gute Polverbindung bei der Leitfähigkeitsmessung notwendig?

Die Leitfähigkeit einer Zelle/eines Blocks ist sehr hoch. Sie liegt im Allgemeinen zwischen einigen 100S (Siemens oder auch Mhos) und einigen 1000S. Die gemessenen Innenwiderstände liegen also im mΩ-Bereich. Die Zuleitungs-

erhalten, ist es wichtig die einmal gefundene Kontaktfläche bei jeder Messung immer wieder zu verwenden.

Falls der Übergangswiderstand von Pol zum Verbinder selbst gemessen werden soll, z. B. um eine



**Bild 3:** Der über die Zeit abnehmende Leitwert korreliert mit der abnehmenden Restkapazität des Blocks. Daher Leitwert als Messgröße

widerstände bis zu den Prüfspitzen werden zwar durch die angewendete 4-Pol-Messung kompensiert (Bild 4), ein schlechter Übergangswiderstand zwischen Prüfspitzen und Pol kann sich dennoch zu einem gewissen Grad im Messergebnis niederschlagen.

Um eine möglichst gute Wiederholgenauigkeit zu erreichen, sind die Prüfspitzen federnd gelagert (konstanter Anpressdruck). Die sicherste Kontaktierung ergibt sich an weichen Polmaterialien (Blei) und geputzten, nicht korrodierten Polen. Die Verbinder zwischen den Zellen/Blöcken sowie Edelstahlschrauben auf den Polen eignen sich wegen der resultierenden geringen Kontaktfläche nicht so gut wie die Bleipole.

Um vergleichbare Messwerte zu

lockere Verschraubung aufzuspüren, besteht die Möglichkeit, dieses durch Doppelmessung pro Zelle/Block simultan durchzuführen.

### Berührungsschutz und Kontaktmöglichkeit

Alle modernen Batterieanlagen sind inzwischen mit einem Berührungsschutz ausgestattet. Dieser erlaubt häufig nur noch die Kontaktierung mit einer einzelnen Messspitze eines Multimeters. Die Leitwertmessung benötigt aber eine Kontaktfläche von ca. 6mm. Verschiedene Batteriehersteller bieten daher spezielle „Servicekappen“ (BAE), oder Polschrauben mit größerer Kontaktfläche an (Hoppecke).



**Bild 4:** Duraprobe-4 Pol-Kontakt zur Widerstands-kompensation – links beleuchtete Messspitzen der neuen Gerätegeneration eines Herstellers

## Können auch alte Batteriestränge getestet werden?

Je größer die Anzahl der Blöcke in einem Strang ist, desto größer wird die Aussagekraft einer ersten Messreihe. Durch Vergleich von möglichst vielen Messergebnissen, werden die Blöcke auffallen, die nicht im oberen Mittel aller anderen Blöcke liegen.

Mit einer entsprechenden Vorgehensweise ist es möglich, auch alte Batterieanlagen mittels Leitwertmessung zu beurteilen. In Verbindung mit einem Kapazitätstest wird der ursprüngliche Startleitwert ermittelt, daraus ergibt sich der Grenzleitwert, der den Hinweis auf den Austausch der Batterie gibt. Besonders interessant ist, dass dann zielsicher Batterien gleicher Qualität, aufgrund des ermittelten, gleichen Innenwiderstands, zusammengestellt werden können, ohne pauschal alle Blöcke entsorgen zu müssen.

Entsprechend kann die Leitwertmessung als Qualitätskontrolle für neue Batterien eingesetzt werden.

## Werden auch Notlicht- und Sicherheitsanlagen abgedeckt?

Die DIN VDE 0100 Teil 718 (früher DIN VDE 108/10:89) *Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen*, bzw. DIN/EN 50172, *Sicherheitsbeleuchtungsanlagen*, schreibt für die Batterien vor: „Jährlicher Betriebsdauertest außerhalb der Betriebszeit“. Dies ist praktisch ein Entladetest, und genau genommen in der Praxis nicht immer durchführbar. Hotels oder

Krankenhäuser z.B., haben immer Betriebszeit.

Hier kann die Leitwertmessung ergänzend eingesetzt werden um zusätzliche Informationen über die Batterieanlage zu erfassen. Schwache Batterien können in der Garantiezeit zielsicher identifiziert werden. Für bestimmte Anlagen wie z.B. kerntechnische Anlagen, ist u.a. die Prüfung der Übergangswiderstände der Verbinder vorgeschrieben. Dies ist mit einem Leitwerttester sehr einfach und zuverlässig möglich.

## Können auch neuartige Batteriespeicher erfasst werden?

Energiespeicher werden häufig mit Bleibatterien ausgestattet, da die Bleibatterie ein nach wie vor unerreichtes Preis/Leistungsverhältnis besitzt und noch lange kein Auslaufmodell ist. Der ständige Teillastbetrieb stellt allerdings eine besondere Herausforderung an diese Batterien, denn Teilladung ist ungünstiger für die Lebensdauer als der Ladeerhaltungsbetrieb. Bei den Batteriespeichern, die mehr und mehr gerade im Solarbereich verwendet werden, kommen oft sowohl Flüssig- als auch GEL-Batterien und zum Einsatz. Gerade hier ist die Leitwertmessung die einzige Möglichkeit, eine Aussage über die einzelnen Zellen zu bekommen. Ein Belastungstest ist aufgrund der geringen Lasten gerade im privaten Haushalt praktisch gar nicht möglich.

Die einzige Voraussetzung für die korrekte Leitwertmessung ist die vorherige **Vollladung** um reproduzierbare Ergebnisse zu bekommen.

- IEEE Standards
- ANSI T1-330 (American National Standards Institute)
- EPRI (Electrical Power Research Group) - Guide for Testing Stationary Batteries
- Telecommunications Energy Conference, seit 1992
- Battery Council International
- Beschreibung im Entwurf der IEC 21/455/CD von 1998

**Tabelle 2:** Technische Organisationen, die die Leitwertmessung beschreiben

## Wie werden die Daten verwaltet?

Die im Lieferumfang der Hersteller enthaltene Software ist eine Datenbank, die alle relevanten Batteriedaten wie Leitwert, Spannung und Temperatur verwaltet. Die Organisation der Daten nach Kunde, Standort, Anlage, Strang und Batterie ist einfach und übersichtlich. Durch diese Datenbank werden die selbst geführten Excel-Tabellen und Spannungsgrafiken überflüssig.

## Zusammenfassung

Durch den Einsatz eines Leitwerttesters wird der Aufwand bei der Batteriewartung erheblich vereinfacht. Die Anzahl und der Umfang von Kapazitätstests kann reduziert werden. Der Zeitraum für den regelmäßigen Austausch von ganzen Strängen kann verlängert werden, bzw. kritische Blöcke werden gezielt identifiziert und ausgetauscht. Die Vorgehensweise entspricht dem Wunsch vieler Anwender, einen Messwert an die Hand zu bekommen, der schnell, mit geringem Aufwand und zuverlässig eine Aussage über die „Gesundheit“ der Batterie liefert. Der längere Einsatz von Batterien führt zu Kostenreduzierungen und auch wichtigen Umweltaspekten wird Rechnung getragen.

## Hilfestellung bei der Einführung

Eine Unterstützung und Einweisung für diese Meßmethode wird durch den Distributor Elektronik Kontor Messtechnik GmbH gewährleistet.

### Der Leitfähigkeitstest hat im Vergleich zum Kapazitätstest folgende Vorteile:

**Schnell** (wenige Sekunden pro Zelle/Block).

**Sicher** (Batterie bleibt für den Störfall voll funktionsfähig).

**Kostengünstig** (Austausch nur der kritischen Blöcke).

**Messung im Online Betrieb** (bei angeschlossener Ladung) durchführbar.

**Rückwirkungsfrei** (keine Reduzierung der Lebensdauer).

Das **Messergebnis** entspricht dem **tatsächlichen Zustand** der Batterie.

**Keine Erwärmung** des Batterieraums.

**Keine Gefahr** einer **Explosion** durch Funkenbildung oder durch hohe Entladeströme.

**Kein Transport** von schweren **Lastwiderständen**.

**Keine Energie-Kosten** und Zeitverlust für die Wiederaufladung.

Einsatz eines **handlichen**, batteriebetriebenen Messgerätes mit Datenspeicher.

---

Regelmäßige **Seminare** bieten Fachleuten Gelegenheit sich intensiv über das Thema zu informieren. In unserem **Batterieseminar** wird der Hintergrund der Innenwiderstandsmesstechnik erläutert, welche Rahmenbedingungen für eine reproduzierbare Messung wichtig sind und welche Grenzwerte bei der Leitwert- und Innenwiderstandsbetrachtung maßgeblich sind.

Eine „**Batteriefachmann Schulung**“ vermittelt alle relevanten Aspekte, die ein Servicetechniker bei Industriekunden, aber auch im wachsenden Bereich der Privatkunden (Kelleranlagen für Solarspeicher) wissen muss. Diese Schulung wird auch als Inhouse-Veranstaltung angeboten.

***Elektronik-Kontor Messtechnik GmbH arbeitet seit 30 Jahren als herstellerunabhängiger Distributor für elektrische Messgeräte. Hochqualifizierte Mitarbeiter sichern die persönliche Beratung der Kunden vor Ort. Stammsitz ist in Heilbronn***

Weitere Unterlagen, ein Angebot oder einen Vorführtermin erhalten Sie unter der Fax-Nr.: 07131/89 829-13

Datenblätter finden Sie auch unter:

Elektronik-Kontor Meßtechnik GmbH

Tel.: 07131/89 829-0

e-mail: [mess@ekomess.de](mailto:mess@ekomess.de)

[www.ekomess.de](http://www.ekomess.de)

**Autorenvita:**

Michael Jäger, Jahrgang 1960, ist seit 2002 bei Elektronik-Kontor Messtechnik GmbH in Heilbronn für den Vertrieb von elektrischen Messgeräten tätig. Der staatlich geprüfte Elektro-Techniker ist Produktspezialist für die Batterietester verschiedener Hersteller.