



Informationsschrift

# Batterie- Einzelblocküberwachung

Lebensversicherung für Ihre Sicherheitsbeleuchtung



### **Batterie-Einzelblocküberwachung**

### **Lebensversicherung für Ihre Sicherheitsbeleuchtung**

Herausgeber:

ZVEI e.V.

Fachverband Licht

Lyoner Str. 9

60528 Frankfurt am Main

Verantwortlich:

Sohéil Moghtader

Telefon: +49 69 6302-201

E-Mail: [soheil.moghtader@zvei.org](mailto:soheil.moghtader@zvei.org)

[www.zvei.org](http://www.zvei.org)

1. Auflage, Februar 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzung, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.



BHE Bundesverband Sicherheitstechnik e.V.

Feldstrasse 28

66904 Brücken

Telefon: 06386 - 92 14-0

Telefax: 06386 - 92 14-99

E-Mail: [info@bhe.de](mailto:info@bhe.de)

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Aufbau und möglicher Betriebszustand einer Bleibatterie</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Ursachen für typische Batterieausfälle</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Brauchbarkeitsdauer von Batterien</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Ausfallrate von Batterien</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Auswirkung von Batterieschäden</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Aufbau eines Einzelblock-Überwachungssystems</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Resümee</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>11</b>
<b>10</b>	<b>Bildverzeichnis</b>	<b>11</b>

# 1 Einleitung

Wiederaufladbare Batterien dienen als Stromquellen für Sicherheitsbeleuchtungs- und Sicherheitsstromversorgungssysteme. Es ist unerlässlich, dass sie zuverlässig funktionieren. Wenn die Stromquelle nicht oder nur eingeschränkt verfügbar ist, können Sicherheitsbeleuchtung oder Sicherheitsstromversorgung ihre Aufgaben im Notfall nicht erfüllen. Das gefährdet die Sicherheit der Menschen im Gebäude.

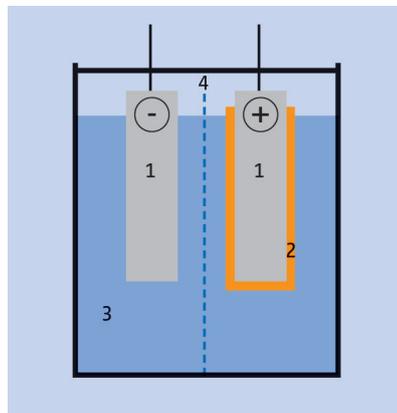
Für die regelmäßige Kontrolle der Funktionstüchtigkeit einer Batterieanlage sind in DIN EN 50171 und DIN VDE V 0108-100-1 seit vielen Jahren Überwachungskriterien festgelegt, die sich nur auf die Batterieanlage in ihrer Gesamtheit beziehen. Erfahrungen im Einsatz von Batterien zeigen jedoch, dass eine Überwachung jedes einzelnen Batterieblocks wertvolle zusätzliche Informationen liefert, um rechtzeitig und angemessen auf drohende Schäden und Ausfälle reagieren zu können.

Deshalb werden im aktuellen Entwurf prEN 50171:2019 Batterieüberwachungssysteme empfohlen, die einzelne Blöcke überwachen können.

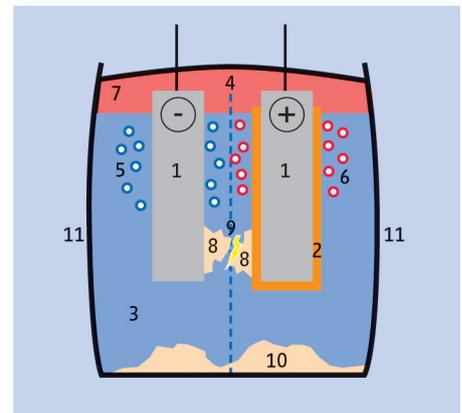
## 2 Aufbau und möglicher Betriebszustand einer Bleibatterie

Bei einer Bleibatterie bestehen die Elektroden aus Blei bzw. Bleidioxid (Minus- und Pluspol) und der Elektrolyt aus verdünnter Schwefelsäure. Umschlossen wird die Batterie von einem säurefesten Gehäuse.

**Abb. 1a:**  
Schematischer Aufbau einer geladenen Batterie



**Abb. 1b:**  
Betrieb und möglicher Betriebszustand einer geladenen Batterie



- 1 Bleielektrode: Plus- und Minuspol
- 2 Bleidioxid: Durch die Bleidioxid-Beschichtung wird eine Elektrode zum Pluspol der Batterie.
- 3 Schwefelsäure: Elektrolyt, der chemisch mit den Elektroden reagiert.
- 4 Separator: Verhindert direkten Kontakt zwischen Elektroden bei großer Packungsdichte.
- 5 Wasserstoffgas bildet sich bei Überladung durch Elektrolyse <sup>(1)</sup>
- 6 Sauerstoffgas bildet sich bei Überladung durch Elektrolyse sowie bei Selbstentladung.
- 7 Knallgas: Explosive Mischung aus Wasserstoff- und Sauerstoffgas.
- 8 Gebildete Blei-Dendrite an beiden Elektroden.
- 9 Möglicher Kurzschluss durch gebildete Blei-Dendriten.
- 10 Sulfatsumpf: herabgefallenes Bleisulfat (nur bei geschlossenen Batterien)
- 11 Verformung durch Hitze- und Druckeinwirkung.

<sup>(1)</sup> Elektrolyse = Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff- und Sauerstoffgas, wenn elektrischer Strom hindurchfließt.

# 3 Ursachen für typische Batterieausfälle

Externe Faktoren, die einen Batterieausfall nach sich ziehen können:



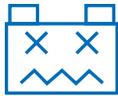
## I. Transport / Lagerung

- Transportschaden der Batterieblöcke
- Unterlassene Nachladung bei unzulässig langer Lagerung
- Zu hohe Lagerungstemperatur



## II. Montage / Unterbringung

- Korrodierte Poloberfläche (erhöhte Übergangswiderstände)
- Lose Batterieverbinder (erhöhte Übergangswiderstände)
- Verschmutzte Batterieoberfläche (Kriechströme, Erdschluss, Kurzschluss)
- Überhitzung am Aufstellungsort (Sonneneinstrahlung o. a.)
- Klimatisierung / Luftzirkulation der Batterieumgebung (Temperatur der Batterie, ungleichmäßige Temperaturverteilung, Batterieblockabstände)
- Verpolte Montage
- Falsche Einbaulage der Batterieblöcke (horizontal / vertikal)



## III. Inbetriebnahme

- Falsche Einstellung der Ladespannung/Temperaturkompensation
- Falsche Kommissionierungsladung
- Stand oder Dichte des Elektrolyten falsch eingestellt oder nicht geprüft



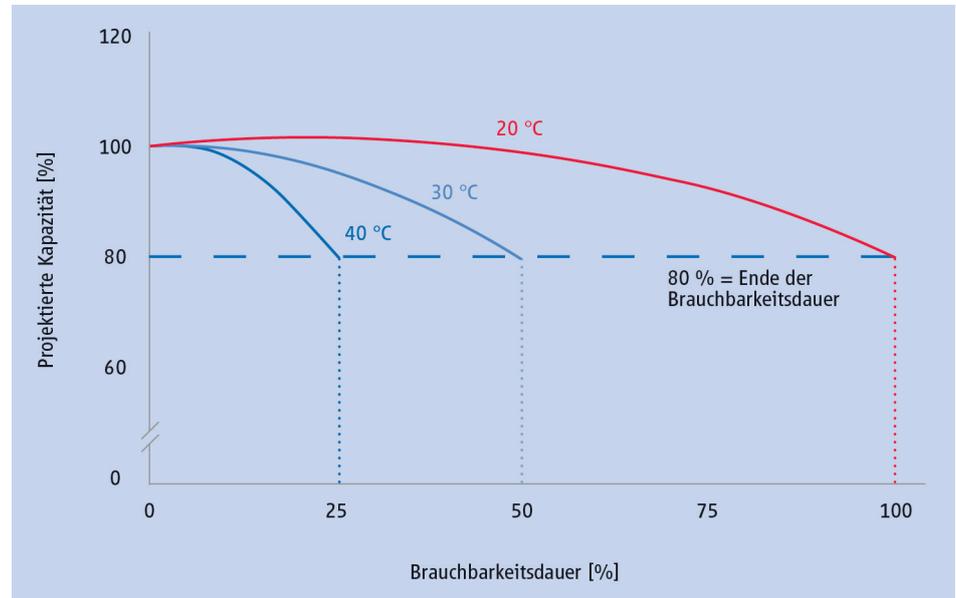
## IV. Betrieb

- unzureichende Wartung
- Fehlfunktionen der Ladetechnik
- AC-Welligkeit des Ladestroms
- Betriebsparameter ändern sich durch externe Einflüsse (Temperatur, Strom, Spannung, Ladekennlinie, Ladezeit, Tiefentladung)
- Betrieb entspricht nicht der ursprünglichen Auslegung (häufige Lade-/Entladezyklen durch hohe Netzausfallraten)
- Klimatisierung / Lüftung fällt aus
- Unterlassene Kapazitätsprüfung normativer und herstelllerspezifischer Vorgaben

## 4 Brauchbarkeitsdauer von Batterien

Angaben in Datenblättern gelten typischerweise für eine Nenntemperatur von 20 °C. Der ideale Betriebstemperaturbereich beträgt  $20\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ . Höhere Temperaturen verkürzen die Brauchbarkeitsdauer (siehe Abb. 2), niedrigere Temperaturen verringern die verfügbare Kapazität. (Quelle: ZVEI-FV Batterien, Merkblatt Nr. 19, August 2019)

**Abb. 2: Schematische Darstellung der Abhängigkeit der Brauchbarkeitsdauer von Batterien von der Umgebungstemperatur**

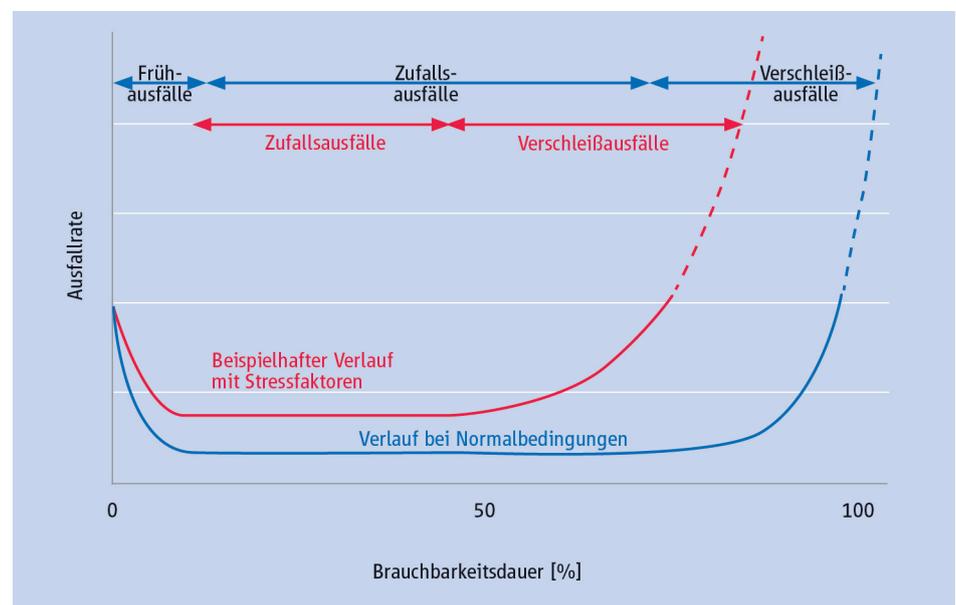


Zum Beispiel reduziert sich bereits bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C die Brauchbarkeitsdauer um die Hälfte.

## 5 Ausfallrate von Batterien

Die Ausfallrate bzw. Ausfallwahrscheinlichkeit von Batterien hat den in Abb. 3 gezeigten typischen Verlauf (sogenannte „Badewannen-Kurve“). Zu unterscheiden sind hier drei Ausfallkategorien:

**Abb. 3: Ausfallverlauf von Batterien**



**Frühausfälle:** Die Ausfallrate in diesem Abschnitt wird im Wesentlichen durch Fertigungsfehler des Produkts oder durch eine fehlerhafte Installation / Inbetriebnahme bestimmt.

**Zufallsausfälle:** Die Ausfallrate in diesem Bereich wird wesentlich durch die Betriebsbedingungen bestimmt (siehe Abschnitt 3).

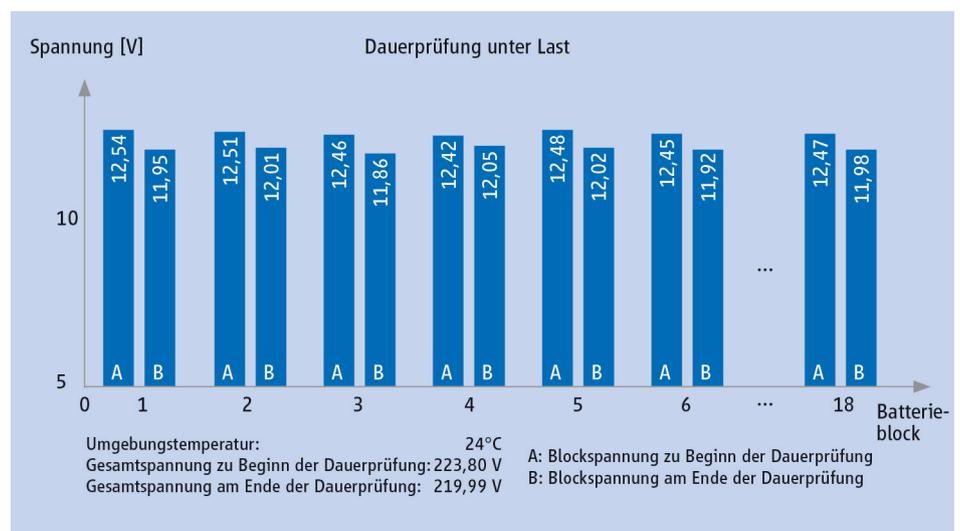
**Verschleißausfälle:** In diesem Zeitabschnitt treten die ersten Verschleißausfälle auf, d. h. das Ende der Brauchbarkeitsdauer ist für einen Teil der Batterien erreicht. Beginn und Rate der Verschleißausfälle sind stark abhängig von Pflege und Wartung.

## 6 Auswirkung von Batterieschäden

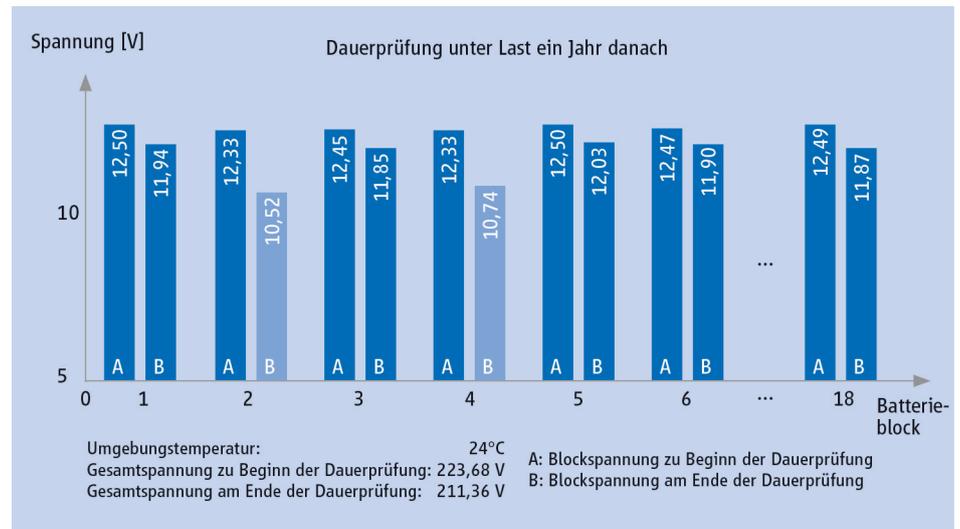
Eine intakte Batterieanlage und das Vorhalten der im Notfall benötigten Energie sind Voraussetzungen für ein funktionierendes Sicherheitsbeleuchtungs- und Sicherheitsstromversorgungssystem. Daher hat der Betreiber die Verpflichtung, diese zu prüfen, zu warten und instand zu halten.

Am folgenden Beispiel wird sichtbar, welche Auswirkung eine leichte Vorschädigung einzelner Batterieblöcke haben kann. In der ersten Betriebsdauerprüfung (auch Kapazitätsprüfung genannt) sind noch alle Messwerte unauffällig. Eine zu hohe Umgebungstemperatur lässt jedoch die leichte Vorschädigung kontinuierlich anwachsen. Erste Folgen werden bei einer manuellen Überprüfung der Blockspannungen erst ein Jahr später bei der nächsten Betriebsdauerprüfung erkannt. Eine sofortige Instandsetzung der Batterieanlage wäre jetzt unumgänglich, um weiteren Schäden vorzubeugen. Veränderte elektrische Messwerte (hier: niedrigere Blockspannungen) sind ein Hinweis für einen zu erwartenden Defekt. Tritt eine solche Veränderung auf, führt dieses zum Beispiel dazu, dass sich die Ladespannung an den restlichen Blöcken erhöht und dort wiederum zu einem Anstieg der Temperatur führt. Wird dies ignoriert, wie im vorliegenden Beispiel beschrieben, kann ein Totalausfall der Batterieanlage bis hin zu einer Explosion die Folge sein.

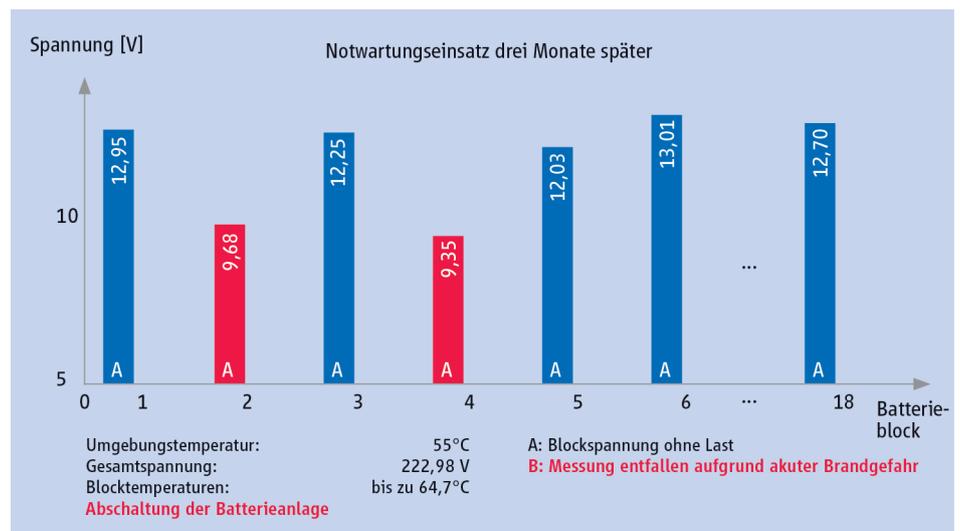
**Abb. 4a: Überprüfung unter Last am Beginn und Ende der Dauerprüfung**



**Abb. 4b: Überprüfung unter Last am Beginn und Ende der Dauerprüfung ein Jahr danach**



**Abb. 4c: Notwartungseinsatz drei Monate später, bei der die Messung B aufgrund akuter Brandgefahr entfallen musste**



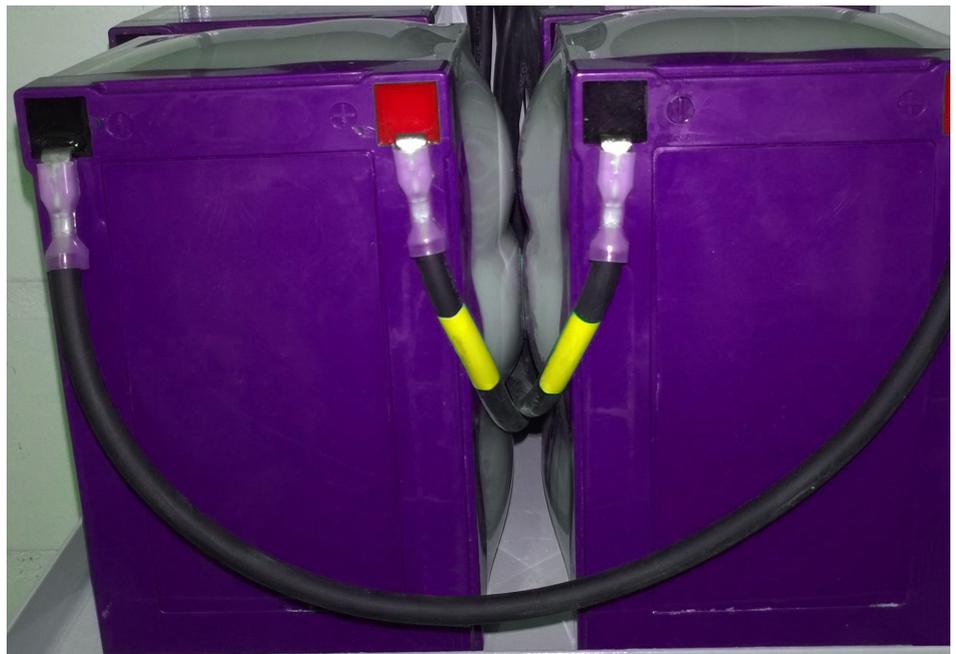
Im konkreten Fallbeispiel wurde schon bei der ersten vorstehend gezeigten Betriebsdauerprüfung unter Last eine verringerte Blockspannung an zwei Blöcken dokumentiert. Eine sofortige Instandsetzung der Batterieanlage erfolgte nicht. Dadurch erhöhte sich die Temperatur der Batterieblöcke, wodurch angrenzende Blöcke in Mitleidenschaft gezogen wurden. Innerhalb von wenigen Wochen erhöhte sich die Batterietemperatur auf über 60 °C, der Wärmeeintrag in den Batterieraum führte zu einem Anstieg der Raumtemperatur auf 55 °C (selbstverstärkender Effekt).

Letztendlich führte dies zur Abschaltung der kompletten Batterieanlage und ein Austausch aller Batterieblöcke wurde nötig.

**Abb. 5: Manuelle Temperaturmessung an einer Batterie (hier: 64,7 °C)**

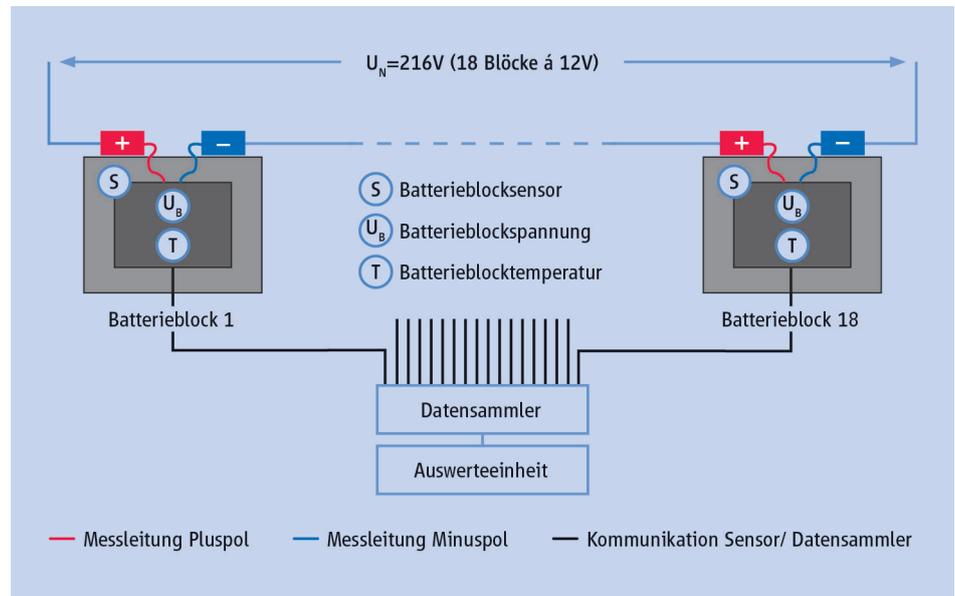


**Abb. 6: Beispiel einer geschädigten Batterie**



# 7 Aufbau eines Einzelblock-Überwachungssystems

Abb. 7: Schematischer Aufbau Einzelblock-Überwachungssystem mit Batterieblocksensoren, Datensammler und Auswerteeinheit



In den meisten Sicherheitsbeleuchtungsinstallationen ist eine Einzelleuchten-Überwachung schon lange Standard und die Zweckmäßigkeit dieser Funktion unumstritten. Aber was ist mit den einzelnen Batterieblöcken einer Sicherheitsstromversorgung? Wenn diese nicht funktioniert, dann wird die komplette Sicherheitsbeleuchtung bei einem Netzausfall nicht funktionieren. Somit ist es wichtig, die Spannung und sogar die Temperatur jedes einzelnen Batterieblocks zu überwachen. Denn bereits ein defekter Batterieblock kann - im schlimmsten Fall - den Ausfall der gesamten Stromquelle verursachen.

Ein Batterieblock ist ein Verschleißteil mit einer begrenzten Lebensdauer, welche stark abhängig von den Umgebungseinflüssen ist. Wie in jeder sicherheitsrelevanten Installation sind solche Verschleißteile regelmäßig zu überwachen.

Tabelle 1: Übersicht möglicher Folgen bei nichtbeachteten Batterieschäden

	Kapazitätsverlust	Ausfall der Batterieanlage	Brand oder Explosion der Batterieanlage
Im Schadensfall haftet der Betreiber und kann persönlich zur Rechenschaft gezogen werden	+	+	+
Eingeschränkte Gebäudeverfügbarkeit	(+)	+	+
Schädigung des Gebäudes	-	-	+

Die uneingeschränkte Verfügbarkeit einer Sicherheitsstromversorgung liegt somit im besonderen Interesse des Gebäudebetreibers und sollte jederzeit seine volle Aufmerksamkeit haben.

## 8 Resümee

Ein nicht funktionsfähiges Sicherheitsbeleuchtungssystem kann weitreichende Folgen für den Gebäudebetreiber haben. So können zum Beispiel durch eine kurzfristige Schließung des Gebäudes finanzielle Verluste durch Betriebsunterbrechungen und Schadenersatz entstehen bis hin zu Reputationsschäden und rechtlichen Schritten bei Personenschäden und eventuellen tödlichen Unfällen.

Eine konsequente und kontinuierliche Batterieüberwachung trägt wesentlich zur Zuverlässigkeit von Sicherheitsbeleuchtungs- und Sicherheitsstromversorgungssystemen bei. Durch die Erkennung möglicher Frühausfälle einzelner Batterieblöcke können diese rechtzeitig ausgetauscht werden, ohne dass dies den kostenintensiven Austausch des gesamten Batteriesatzes erfordert.

## 9 Literaturverzeichnis

ZVEI Merkblatt Nr. 19, Brauchbarkeitsdauer – Betrachtungen bei stationären Bleibatterien im Bereitschaftsparallelbetrieb, herausgegeben durch den Fachverband Batterien, August 2019

DIN EN 50171:2001 (VDE 0558-508), Zentrale Stromversorgungssysteme; Deutsche Fassung EN 50171:2001 + Corrigendum: 2001-08

Entwurf DIN EN 50171:2013 (VDE 0558-508), Zentrale Sicherheitsstromversorgungssysteme

## 10 Bildverzeichnis

Seite 4: RP-Technik GmbH  
Seite 6: ZVEI FV Batterien Merkblatt Nr. 19  
Seite 7/8: Fischer Akkumulatorentechnik GmbH  
Seite 9: Fischer Akkumulatorentechnik GmbH / CEAG Notlichtsysteme GmbH  
Seite 10: CEAG Notlichtsysteme GmbH



ZVEI e.V.  
Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main  
Telefon: +49 69 6302-0  
Fax: +49 69 6302-317  
E-Mail: [zvei@zvei.org](mailto:zvei@zvei.org)  
[www.zvei.org](http://www.zvei.org)