

Hybrid USV für Hochstrombelastbare Langzeitpufferung nach VDE-AR-N 4110





Effektive Realisierung einer hochstrombelastbaren Langzeitpufferung

Eine Gleichspannungs-USV Anlage muss über eine lange Zeit eine sichere Stromversorgung zur Verfügung stellen, um Verbraucher in Bereichen von kritischen Infrastrukturen wie zum Beispiel Brandmeldeanlagen, Gaswarnanlagen, Positionsleuchten (Befeuerungen), Netzübergabe Stationen (VDE-AR-N 4110) usw. zu versorgen.

Bei solchen Langzeitpufferungen tritt in der Praxis häufig das Problem auf, dass nach einer langen Entladezeit der Batterie mit einer sehr kleinen Belastung am Ende noch ein kurzzeitiger hoher Strom benötigt wird. Eine bereits stark entladene oder gealterte Batterie kann diesen Strom jedoch nicht mehr sicher liefern und bricht mit der Spannung zu tief ein. Eine neue „Hybrid USV“ kann hier Abhilfe schaffen und für die benötigten hohen Ströme sorgen.

„Im Anlagenzertifikat ist das Konzept der Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung in der Übergabestation nach 6.3.3 auszuweisen und zu bewerten.

Erfolgt die Versorgung des Eigenbedarfs aus Wandlern, so ist deren Anschaltung entsprechend 6.3.3 zu bewerten.

Wenn die Hilfsenergieversorgung mit einer Batterieanlage erfolgt, muss deren Dimensionierung so erfolgen, dass alle Schutz-, Sekundär- und Hilfseinrichtungen für den Betrieb der Übergabestation inklusive der Zähl- und Messeinrichtungen mindestens 8 h bei Ausfall der Netzspannung weiter betrieben werden können. Innerhalb dieser Zeit müssen drei komplette Schaltfolgen möglich sein.“

Quelle: VDE-AR-N 4110 11.4.21 Eigenbedarfs- und Hilfsenergieversorgung Übergabestation

Batterien als Dauerläufer für Langzeitpufferung

Grundsätzlich ist bei Langzeitpufferungen die Bleibatterie als Energieträger das Mittel der Wahl, solange es sich um reine Backup Prozesse und nicht um eine zyklische Anwendung handelt. Wenn die Belastung der Batterie während des gesamten Pufferzeitraums konstant ist, lässt sich die benötigte Kapazität leicht berechnen. Problematisch wird es allerdings, wenn ein Alterungsfaktor und eventuelle Belastungen der Batterien durch hohe oder tiefe Temperaturen berücksichtigt werden müssen. Diese Faktoren beeinflussen die Kapazität der Batterien wesentlich. So benötigen wir zum Beispiel bei einer Grundlast von 1,5 A / 24 V für 8 Stunden Pufferzeit rein rechnerisch 2 Blöcke à 12 V / 12 Ah Batterien. Gehen wir von einem Alterungsfaktor der Batterie von 20%, so sind 2 Blöcke à 12 Volt / 17 Ah notwendig, um die 8 Stunden Pufferzeit zu erreichen. Die Alterung einer Bleibatterie ist gekennzeichnet durch die Verringerung der Kapazität und der Erhöhung des Innenwiderstandes (kurz RI). Regelmäßige automatische Belastungstests können eine zuverlässige Funktion über lange Zeiträume gewährleisten. Die gängigen Batterien sind von den Herstellern nach EUROBATT (Verband der europäischen Hersteller von Automobil- und Industriebatterien) hinsichtlich ihrer kalendarischen Lebensdauer. So steht EUROBAT 5 für 5 Jahre Nutzung, EUROBAT 10 bis 10 Jahre Nutzung und EUROBAT 10+ für 10 – 12 Jahre Nutzung. Bei einem entsprechenden Ladegerät mit I/U Kennlinie, temperaturregelter Ladung und geringer Welligkeit (um die Erwärmung des Akkus bei der Ladung bzw. Erhaltungsladung so gering wie möglich zu halten) ist diese Lebensdauer recht zuverlässig zu erreichen.

Belastungssprünge und Temperaturen als Stressfaktor für Batterien

Problematisch wird es allerdings, wenn zumindest zeitweise höhere Ströme benötigt werden. Dies kann der Fall sein, wenn z.B. Schalthandlungen, Anlaufströme eines Motors usw. über den Akkumulator getätigt werden sollen.

Die Problemstellung liegt hier insbesondere an der Erhöhung des Innenwiderstands (RI). Eine Erhöhung des RI erfolgt durch Alterung oder durch Entladung.

Erhöhung des RI durch Alterung: Mit zunehmender Lebensdauer erhöht sich der Innenwiderstand der Batterie. Dieser kann im Laufe der Jahre den dreifachen Wert des Neuzustandes erreichen. Bei hohen Temperaturen wird dieser Vorgang beschleunigt.

Erhöhung des RI durch Entladung: Je tiefer die Batterie bei einer Pufferung entladen wird, desto mehr erhöht sich der Innenwiderstand.

Bei erhöhten Temperaturen beschleunigen sich die Alterungsprozesse erheblich. Als Faustformel kann hier angenommen werden, dass sich die kalendarische Lebensdauer eines Akkus, welche sich auf eine Umgebungstemperatur von ca. 20°C bezieht, je 10°C Temperaturerhöhung halbiert. Bei niedrigen Temperaturen (deutlich unter 20°C) nimmt die Geschwindigkeit der internen chemischen Prozesse deutlich ab, so dass die Batterie weder ihre volle Kapazität noch besonders hohe Entladeströme liefern kann.

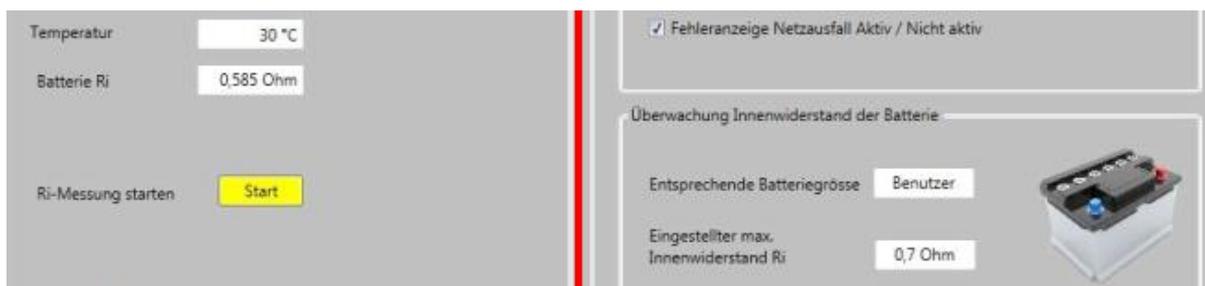
Wie kann hier über einen langen Zeitraum eine zuverlässige Funktion sichergestellt werden?

Es gibt natürlich die Möglichkeit, die rechnerisch benötigte Batteriekapazität zu überdimensionieren. Der genaue Überdimensionierungsfaktor ist jedoch schwer vorherzusagen. Aufgrund der Temperaturabhängigkeit könnte der Faktor 2 (30°C) oder der Faktor 4 (40°C) gewählt werden.

So wäre es denkbar, an Stelle einer benötigten 17 Ah Batterie eine 40 Ah oder sogar eine 65 Ah Batterie einzusetzen. Nicht unter Kontrolle hat man damit das Problem der niedrigen Temperaturbereiche und die Erhöhung des Innenwiderstandes auf Grund der „normalen“ Alterung. Zu dem steigen die Anschaffungskosten und der Platzbedarf ohne eine zwingende Sicherheit zu bekommen, ob das System ordnungsgemäß dimensioniert ist. Gewöhnlich rechnet man bei der Kapazitätsberechnung mit einer Alterungsreserve von 20 – 25 %

Alternativ ist es auch möglich, eine regelmäßige Wartung und Tests durchzuführen. Je mehr Kapazität jedoch eine Anlage hat, desto aufwändiger werden die Entladungstest mit entsprechenden Widerständen und RI-Messungen vor Ort an der Batterie. Dadurch steigen Zeitaufwand und Personalkosten.

Eine Lösungsmöglichkeit für dieses Problem ist die Verwendung einer USV mit integrierter RI-Messung. Beim Einsatz von Brandmeldeanlagen ist dies nach EN 54-4 bereits Pflicht. Diese speziellen USV-Geräte messen regelmäßig den RI des angeschlossenen Systems und melden, wenn ein voreingestellter Grenzwert überschritten wurde.



Grafik 5: Beispiel einer Messung mit einem AKKUTEC bei einer Einstellung max. RI 700 mOhm und einem gemessenen Wert von 585 mOhm



Hier wird sehr zuverlässig vorausgesagt, zu welchem Zeitpunkt eine Batterie spätestens ausgetauscht werden muss, um die nötige Sicherheit im Prozess zu haben.

Hybrid USV als Lösung

Für die beschriebenen Problemstellungen hat J. Schneider Elektrotechnik GmbH eine spezielle Hybrid USV entwickelt. Sie gewährleistet eine sehr lange Nutzung der Batterien und eine maximal Zuverlässigkeit (ohne extrem hohen Personalaufwand für Prüfung). Bei der Hybrid USV handelt sich um eine Kombination aus einem Batterie-Ladegerät (**AKKUTEK 2403**) mit Batterieüberwachung (RI Messung und Batteriekreistest) und einer DC-USV (**C-TEC 2425 P**) mit Ultrakondensatoren (kurz UC). Die beiden Geräte wurden speziell auf einander abgestimmt, um eine optimal Versorgung der Verbraucher zu gewährleisten.

Die Kombination der beiden Geräte spielt ihre Stärke bei Anwendungen mit folgenden kritischen Situationen aus:

- Die Anwendung ist bereits kurz vor dem Entladungsende.
- Die Batterien sind bereits gealtert und der RI-Wert ist entsprechend angestiegen.
- Im Einsatzgebiet herrschen niedrige Temperaturen unter 10°C.
- Eine Kombination aus mehreren obigen Faktoren.



Grafik 6 Hybrid USV J. Schneider Elektrotechnik GmbH



Hybrid USV in der Praxis

In einer eigens aufgelegten Prüfreihe wurden drei verschiedene Batteriekapazitäten (18 Ah, 24 Ah, 40 Ah) mit einer Grundlast von 3 A und einem zusätzlichen Peakstrom von 20 A für 100 ms belastet. Bei diesen Prüfungen wurden die folgende Parameter protokolliert.

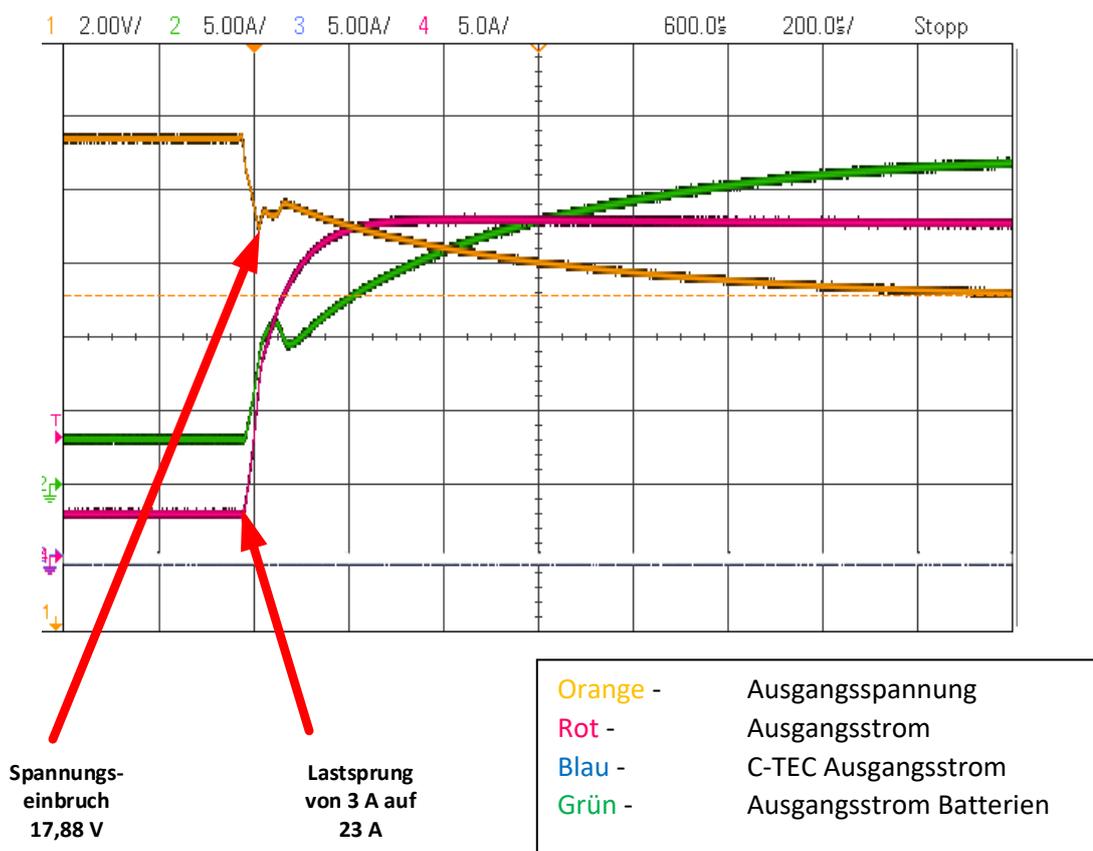
- Ausgangsspannung und Ausgangsstrom der Hybrid USV
- Ausgangsstrom der Batterie
- Ausgangsstrom der DC-USV mit UCs

Dieser Test wurde jeweils mit vollgeladenen und zu 80 % entladenen neuen Batterien durchgeführt. Anschließend wurde der Test mit einer gealterten Batterie wiederholt.

Zum Vergleich wurden die Prüfungen zuerst mit einer reinen Batterie-USV und anschließend mit der Hybrid USV durchgeführt.

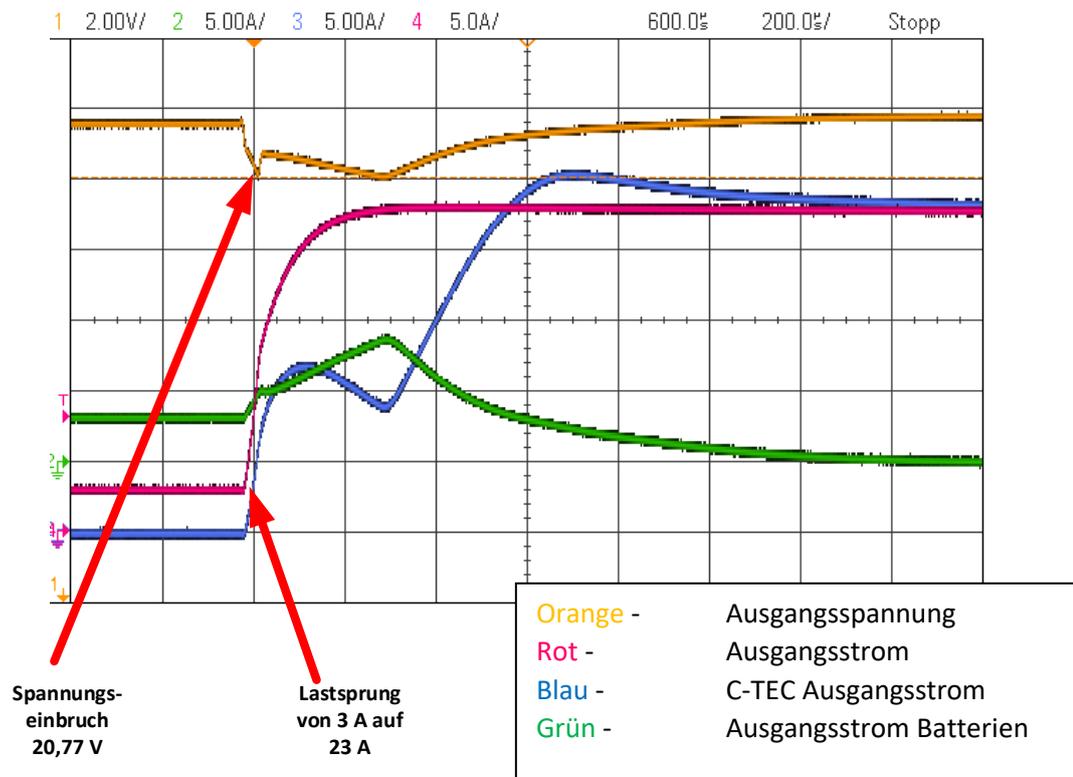
Prüfbeispiel: stark gealterte 18 Ah Batterien entladen auf 22,9 V DC

Spannungseinbruch bei Lastsprung bei einer reinen Batterie USV





Spannungseinbruch bei Lastsprung bei einer Hybrid USV



Anhand der blauen (C-TEC) und grünen (Batterie) Kurve ist zu erkennen, dass die Ultrakondensatoren die Batterien entlasten und somit die Spannung nicht so stark einbricht. Dies ist bei allen Batteriezuständen (neu, gealtert, geladen oder zu 80% entladen) der Fall allerdings in unterschiedlicher Ausprägung. Die Ergebnisse der gesamten Messreihe können bei J. Schneider Elektrotechnik angefordert werden.



**J. Schneider
Elektrotechnik**

Fazit

Der Test zeigt, dass die Batterien ohne Unterstützung des **C-TECs** gerade gegen Ende der Entladung und gegen Ende der Lebensdauer deutlich einbrechen.

Bei der Anwendung nach VDE-AR-N-4110 lassen sich während bzw. am Ende der 8 Stunden Pufferzeit der Grundlast noch mehrere sichere Schaltvorgänge mit Einschaltstromspitzen bis 25 A realisieren. Wird durch das **AKKUTEK** die extreme Erhöhung des RI gemeldet, müssen die Batterien ausgetauscht werden.

Was passiert nach den 8 Stunden Pufferzeit?

Hier bleiben im Prinzip zwei Möglichkeiten:

1. Das System puffert bis zum Erreichen der Tiefentladegrenze der Batterien und schaltet die Last dann ab (diese sollte bei Langzeitentladungen mit niedriger Last nicht unter 1,8 V/Zelle liegen), da sonst die Batterien zerstört werden.
2. Alternativ kann nach der normativ geforderten Zeit von 8 Stunden eine automatische Abschaltung über das **AKKUTEK** Gerät erfolgen. In diesem Fall bleibt noch eine Restenergie in den Batterien. Die Hybrid USV kann händisch mittels Taster aktiviert werden, die Restenergie der Batterien reicht aus, um das Ultrakondensatormodul innerhalb weniger Sekunden wieder aufzuladen. Es sind dann nochmal Schaltungen über die USV möglich.