

Unterbrechungsfreie Stromversorgung effizient betreiben

Hintergrund

Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (USV) werden eingesetzt, um bei Störungen im öffentlichen Stromnetz die Stromversorgung der IT-Komponenten in Rechenzentren kurzzeitig aufrecht zu erhalten und die Hardware vor Beschädigung infolge von Netzschwankungen oder Spannungsspitzen zu schützen. Die Überbrückung erfolgt bis zur Wiederherstellung der Netzstromversorgung oder bis zum Anlaufen von Netzersatzanlagen (s. Steckbrief „Netzersatzanlagen auf Basis erneuerbarer Energien“). In Rechenzentren sind sie für rund 10 Prozent des gesamten Strombedarfs verantwortlich¹.

Konventionelle USV-Anlagen enthalten leistungsstarke elektrochemische Stromspeicher (Blei- oder Lithium-Ionen-Akkumulatoren), die Energie kann aber auch mechanisch mit Hilfe eines Schwungrads gespeichert werden (s. Steckbrief „Schwungradspeicher zur unterbrechungsfreien Stromversorgung“). In den Batterie-USV-Anlagen sind weiterhin Stromrichter enthalten, die zum einen den Wechselstrom aus dem Primärnetz in Gleichstrom zur Akkuaufladung umwandeln und zum anderen die gespeicherte Energie in Form von Wechselstrom wieder an die IT-Komponenten abgeben. Dieser gestaffelte Stromumwandlungsprozess sowie die elektrochemische Speicherung im Akku haben eine Verlustleistung der USV-Anlage zur Folge, die Potenziale zur Energieeffizienzsteigerung bietet.

USV-Anlagen befinden sich aus Gründen der Funktionssicherheit in konstantem Dauerbetrieb. Sie sind selbst dann immer zugeschaltet, wenn die Netzstromversorgung stabil ist und die USV keine Spannungsschwankung kompensieren muss. Zwar kommen moderne USV-Anlagen bei Vollastbetrieb heute auf Wirkungsgrade von über 90 Prozent. Im Teillastbetrieb von unter 50 Prozent hingegen, der für redundant ausgelegte Serveranlagen typisch ist, nimmt der Wirkungsgrad von USV-Anlagen stark ab.

USV-Anlagen lassen sich nach der Norm IEC 62040-3 in drei verschiedene Klassen einteilen². Absolut unterbrechungsfreie USV-Anlagen der Schutzklasse 1 (Voltage and Frequency Independent – VFI oder auch Dauerwandler-USVs) werden vor allem in großen Rechenzentren für geschäftskritische Anwendungen eingesetzt. Diese

¹ Bitkom (2015). Energieeffizienz in Rechenzentren - Leitfaden. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/150911-LF-Energieeffizienz-in-RZ.pdf>

² Abschlussbericht Nachhaltige Rechenzentren (EcoRZ), 2020, <https://pd.lubw.de/10357> (S. 90)

USV-Anlagen haben meist eine Nennleistung von mehr als 5 kVA. Kleinere Servereinrichtungen benötigen USV-Anlagen der Klasse 2 (Voltage Independent – VI), die eine Spannungsaufbereitung für Systeme ohne zentrale Bedeutung (z. B. Büroumgebungen, Speichersysteme und Netzwerkkomponenten) gewährleisten. Für kleine Computeranlagen ohne geschäftskritische Bedeutung reichen Offline-USV mit kostengünstigen Bauteilen (Klasse 3, Voltage and Frequency dependent – VFD) aus.

Ebenfalls ist zu beachten, dass USV mit Leistungen über 5 kW aufgrund der Umwandlung der zu speichernden Energie eine nennenswerte Wärmemenge entwickeln, die von der Klimaanlage abgeführt werden muss, um die Batterien in einer Betriebstemperatur zu halten³. Dies geschieht meist durch aktive Kühlung, die zusätzlich zum Energieverbrauch des gesamten Rechenzentrums beiträgt.

Energiesparpotenzial und Wirtschaftlichkeit

Eine möglichst modulare, skalierbare und bedarfsgerechte Dimensionierung der USV-Anlage mit der passenden Schutzklasse hat einen positiven Einfluss auf die Energieeffizienz des Gesamtsystems, weil höher ausgelastete USV-Anlagen eine geringere Verlustleistung aufweisen. Da USV-Anlagen aus Gründen der Verfügbarkeit oft redundant ausgelegt sind, sollte hier die Erstellung eines Redundanzkonzepts erfolgen. Weiterhin sollten USV-Anlagen ein aktives Managementsystem aufweisen, bestenfalls in Kombination mit einer „intelligenten“ Stromverteilereinheit (Power Distribution Unit, PDU) auf Rack-Ebene⁴. Dann kann auch eine automatisierte Anpassung der USV-Leistung an die tatsächliche IT-Last erfolgen⁵.

Moderne USV > 5 kW verfügen neben dem Doppelwandlerbetrieb auch über einen „effizienzoptimierenden“ Modus („Eco-Modus“), der den Gesamtwirkungsgrad der Anlage herauf- und somit die Höhe der Verlustleistung stark herabsetzt⁶. Um sicher zu gehen, dass die USV auch tatsächlich ihren Zweck erfüllt, und sensible Geräte mit konstanten Bedingungen ansteuert, sollte auch die Einhaltung der „Information Technology Industry Council (ITIC)-Kurve“ mit in die Planung der USV aufgenommen werden. Diese Kurve zeigt auf, welche Spannungsabweichungen im Verhältnis zur Dauer dieser Abweichung von Netzteilen noch toleriert werden können, ohne zu ei-

³ VanGeet, O. (2011): Best Practices Guide for Energy-Efficient Data Center Design, <https://www.nrel.gov/docs/fy11osti/47201.pdf>

⁴ Abschlussbericht Nachhaltige Rechenzentren (EcoRZ), 2020, <https://pd.lubw.de/10357> (S. 173)

⁵ Breiter, S., Osteler, U. (2014): Energie-Effizienz versus Verfügbarkeit - PUE in der USV, <https://www.datacenter-insider.de/energie-effizienz-versus-verfuegbarkeit--pue-in-der-usv-a-435527/>

⁶ Keil, S. (2021): Was ist eigentlich der ECO-Modus bei unterbrechungsfreien Stromversorgungen?, <https://www.sysbus.eu/?p=19335>

ner Fehlfunktion zu führen. Außerdem sollte jede Server-, Storage- und Netzwerkeinheit jeweils nur von einem USV-Netzteil aktiv mit Strom versorgt werden. Im Falle einer redundanten Stromversorgung mit zwei USV-Anlagen sollte die Zweit-USV so installiert sein, dass sie in Zeiten geringer Serverauslastung von der Stromversorgung getrennt ist und nur beim Ausfall der Haupt-USV zugeschaltet wird.

USV-Geräte bieten über digitale Regelung und den statischen Bypass-Schalter die Möglichkeit eines „Digital Interactive Mode“ für Klimageräte. Dabei werden die Klimageräte unter Umgehung der verlustbehafteten USV-Leistungselektronik direkt über das Netz versorgt. Durch die USV-Überwachung wird bei Problemen mit dem Stromversorgungsnetz unterbrechungsfrei auf den bereitstehenden sicheren USV-Pfad umgeschaltet.

Um Effizienzverluste zu vermeiden, sollten USV-Geräte nicht hintereinandergeschaltet werden. Die Elektronik der USV-Anlage sollte örtlich und thermisch getrennt von der Batterieaufstellung erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit, den Wirkungsgrad einer USV-Anlage zu erhöhen, ist der Ersatz durch effizientere Anlagen. So führte der Austausch einer Bestands-USV-Anlage mit einer neueren Anlage gleicher Leistungsklasse zu einer 80-prozentigen Verringerung der Verlustleistung⁷. Auch können bestehende Blei-Säure-Batterien gegen Li-Ionen-Batterien ausgetauscht werden. Zwar sind die Investitionskosten für die Ausstattung einer USV-Anlage mit Li-Ionen Batterien derzeit noch höher als die einer Anlage mit herkömmlichen Bleibatterien, über die gesamte Lebensdauer betrachtet bieten Li-Ionen-Lösungen je nach Anwendung jedoch eine deutliche Betriebskostensparnis. Wie hoch diese ausfällt, hängt jedoch stark von der Anwendung und vom Alter der jeweiligen USV-Anlage ab. Die wesentlichen Vorteile von Li-Ionen-Batterien gegenüber Blei-Säure-Batterien sind folgende⁸:

- etwa ein Drittel weniger Gewicht bei gleichem Platzbedarf,
- deutlich längere Lebensdauer und reduzierter Wartungsbedarf gegenüber marktgängigen Bleibatterien,
- Bis zu 10 Mal mehr Entladezyklen,
- Bis zu vier Mal geringere Selbstentladung,
- 4-5 Mal schnellere Ladezyklen.

⁷ BMWK (2022). Energieeffiziente USV-Anlagen in Rechenzentrum (Dienstleistungssektor), <https://www.wettbewerb-energieeffizienz.de/WENEFF/Redaktion/DE/Artikel/Projekte/Gefoerderte-Projekte/energieeffiziente-usv-anlagen-in-rechenzentrum.html>

⁸ Avelar, V., Zacho, M. (2018): Battery Technology for Data Centers: VRLA vs. Li-ion. Schneider Electric, White Paper 229. http://www.apc.com/salestools/VAVR-A5AJXY/VAVR-A5AJXY_R0_EN.pdf

Empfehlungen

Anlagen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung bieten oft noch Optimierungspotenziale zur Energie- und Kosteneinsparung. Gerade bei älteren Bestandsanlagen, aber auch bei Neuplanungen lohnt es sich, die tatsächlich benötigten Bedarfe und Überbrückungszeiten zu ermitteln, um eine Überdimensionierung zu vermeiden, die passende Funktionalität (Schutzklasse) zu wählen und damit höhere Wirkungsgrade zu erzielen. Aktive Managementsysteme können bei USV-Anlagen dazu beitragen, ihren Stromverbrauch automatisch an die momentane IT-Last anzupassen. Li-Ionen-Akkumulatoren haben gegenüber Blei-Säure-Batterien mehrere Vorteile, etwa den der längeren Lebensdauer. Da davon ausgegangen werden kann, dass die Preise für Li-Ionen-Akkumulatoren weiterhin fallen und die aktuellen Systeme weiterhin verbessert werden, werden diese für den Einsatz in USV-Anlagen somit immer attraktiver.