



**STATISCHE USV:
DIE ZUKUNFTSSICHERE WAHL
FÜR EINE SICH WANDELNDE
ENERGIELANDSCHAFT**

Zusammenfassung

Die Hauptaufgabe einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) besteht darin, die Verfügbarkeit der von ihr unterstützten kritischen Infrastruktur sicherzustellen. Verschiedene USV-Designs sind entstanden und die Technologie wird ständig verbessert und weiterentwickelt.

In diesem Whitepaper wird untersucht, wie die statische USV – die in den meisten Regionen vorherrschende Technologie – vor dem Hintergrund sich ändernder Geschäftsanforderungen der Kunden sowie neuer Energieversorgungs- und Umweltvorschriften mit dynamischen Systemen verglichen werden kann.

Wesentliche Erkenntnisse:

- Die statische USV-Technologie ist aufgrund ihrer Effizienz und Flexibilität bei großen (>500 kW) USV-Systemen (dreiphasig) mit Abstand am weitesten verbreitet.
- Statische USV-Systeme ermöglichen auch den modularen Aufbau eines vollständig redundanten Stromversorgungs- und Kontrollsystems, das auf die Kapazität der geschützten Geräte abgestimmt ist.
- Das Design dynamischer USV-Anlagen bedeutet, dass die Ausrüstung in der Regel eine festere Investition als Anlagen mit modularer statischer Technologie ist, und sie muss im Hinblick auf ein mögliches zukünftiges Wachstum oft überdimensioniert werden.
- Statische USVen mit Lithium-Ionen-Batterien (LIB) bieten mehrere Vorteile gegenüber herkömmlichen ventilgeregelten Blei-Säure-Batterien (VRLA). Sie sind 70 % kleiner und deutlich leichter. Lithium-Ionen-Batterien bewältigen höhere Betriebstemperaturen zudem besser als VRLA, wodurch ggf. auch die Kosten für die Batteriekühlung gesenkt werden können.
- Da sich die Stromnetze weiterentwickeln, kann das statische USV-System gut geeignet sein, um neue Energiespeicheranwendungen vor dem Messpunkt (Front-of-meter, FtM) und hinter dem Messpunkt (behind-the-meter, BtM) bereitzustellen.
- Große dynamische USVen werden häufig installiert, bevor die Wände des Gebäudes fertiggestellt werden. Das Gewicht der dynamischen Anlage erfordert eine stärkere Gebäudestruktur und es könnte auch äußerst strenge Auflagen aufgrund von Vibrationen durch Schwungräder geben.
- Die elektronische Ausrüstung erfordert normalerweise im Durchschnitt weniger Wartung als bei einer mechanischen Ausrüstung. Zum Beispiel muss ein statisches USV-System innerhalb von 12 Monaten häufig nur einmal einer Wartungsinspektion unterzogen werden.

Einleitung

Energienetze entwickeln sich stetig weiter. Der Ausbau der Kapazitäten aus erneuerbaren Energien trägt dazu bei, dass die Länder ihre CO₂-Reduktionsziele erreichen. Doch Sonne und Wind stehen als natürliche Energiequellen nicht ununterbrochen zur Verfügung, was Herausforderungen für Energieerzeuger, Netzbetreiber und Endkunden mit sich bringt. Diese Herausforderungen verschärfen sich noch dadurch, dass große, zentralisierte Erzeugungskapazitäten für fossile Brennstoffe und Kernenergie schrittweise stillgelegt werden. Gleichzeitig entstehen so genannte „Smart Grid“-Technologien, die eine intelligente Vernetzung und Steuerung im Bereich der Elektrizitätsversorgung und ein verbessertes Monitoring und Management ermöglichen. Diese intelligente Vernetzung eröffnet Netzbetreibern, aber auch den Energieverbrauchern ganz neue Möglichkeiten, mit dem Netz umzugehen und zu interagieren. Batteriespeicherung dürfte auch in dieser sich abzeichnenden Zukunft der Energieversorgung eine Schlüsselrolle spielen, denn damit lassen sich Schwankungen bei der Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen ausgleichen und die Technologie kann in Smart Grid-Kontrollsysteme integriert werden.

Vor diesem Hintergrund eines sich entwickelnden und potenziell intelligenteren Stromnetzes müssen die Betreiber kritischer Infrastrukturen unbedingt sicherstellen, dass ihre Dienste auch weiterhin ausfallsicher und unterbrechungsfrei sind. Für Rechenzentren, Krankenhäuser und andere große Einrichtungen geht es weiterhin in erster Linie darum, eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu haben.

Allerdings sind nicht alle USVen gleich und es gibt heute eine Vielzahl unterschiedlicher Technologien. Es ist davon auszugehen, dass die so genannte statische USV – meist auf Basis von Batterien – gegenüber anderen Technologien wie dynamischen USV-Systemen weiter an Bedeutung gewinnen wird. Batterien, einschließlich neuer Lithium-Ionen-Technologien, werden in Zukunft ein nicht mehr wegzudenkender und zentraler Bestandteil der Funktion von Stromnetzen werden. Gleichzeitig werden bei Technologien, die mehr auf Diesel oder andere fossile Brennstoffe angewiesen sind, häufigere Umweltprüfungen stattfinden und strengere Auflagen gelten.

Es gibt jedoch große Herausforderungen. Der lange Kaufzyklus – in dem bei USVen eine Betriebsdauer von mehr als 15 Jahre möglich ist – bedeutet, dass das Fachwissen und die Erfahrung beim Kauf neuer Systeme je nach Kunde sehr unterschiedlich sind. Berater und andere Drittparteien spielen ebenfalls eine wesentliche Rolle. Andere Faktoren, die über Effizienz und Nachhaltigkeit hinausgehen, könnten ebenfalls von Bedeutung sein, darunter Vorbehalte von Lieferanten.

Dieses Whitepaper soll einen besseren Einblick in den Einsatz und den Betrieb von USV in großen kritischen Infrastrukturen geben, indem die verschiedenen Technologien im Detail beschrieben werden und erläutert wird, warum insbesondere die statische Technologie vermutlich eine zukunftssicherere Technologie ist. Es wird auch mit einigen Mythen um statische Technologien im Vergleich zu anderen Technologien aufgeräumt.

Die Entwicklung der statischen USV

Die statische unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) entwickelt sich seit einigen Jahrzehnten. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie im Gegensatz zur dynamischen USV in der Regel keine großen beweglichen Teile hat.

In der Vergangenheit war die statische USV nur in relativ kleinen oder mittelgroßen Einheiten verfügbar. Im Laufe der Zeit hat sich die Technologie jedoch erheblich weiterentwickelt, was zum Teil auf die schnelle Entwicklung von Halbleitern zurückzuführen ist. Statische USV gibt es mittlerweile mit verschiedenen Kapazitäten und die Technologie kann somit für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden. Mit dem Fokus auf statische USV in großen Anlagen tragen diese Systeme dazu bei, die Verfügbarkeit zu sichern und empfindliche Elektronik in der gesamten Anlage zu schützen. Sie verfügen über redundante Konfigurationen und Dual-Bus-Fähigkeiten, um sicherzustellen, dass kritische Systeme auch bei Stromunterbrechungen wie Stromausfällen, Spannungsabfällen, Teilausfällen, Überspannungen oder Interferenzen weiterlaufen.

Diese statischen USV-Systeme ermöglichen auch den modularen Aufbau eines vollständig redundanten Stromversorgungs- und Kontrollsystems, das auf die Kapazität der geschützten Geräte abgestimmt ist. Wenn sich der Anschlusswert ändert, lässt sich die Leistung leicht – in Bausteinen von 30 bis 50 kW – durch bei laufendem Betrieb skalierbare Konstruktionen ohne Risiko für kritische Lasten erhöhen.

Lithium-Ionen: Der nächste Schritt für statische USV

Eine der jüngsten Entwicklungen im Bereich der statischen USV-Technologie ist der Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien (LIB), die entscheidende Vorteile gegenüber herkömmlichen ventilgeregelten Blei-Säure-Batterien (VRLAs) bieten.

LIB werden schon seit Jahrzehnten in der Unterhaltungselektronik verwendet und bieten eine kompakte, leichte und langlebige Energiespeicherung für Mobiltelefone, Laptops und Tablets. Diese Eigenschaften haben in jüngster Zeit zur verstärkten Anwendung der Technologie in Autos, Flugzeugen und zunehmend auch in Rechenzentren geführt. LIB sind für neue oder modulare Konstruktionen sowie für Nachrüstungen erhältlich und bieten beträchtliche Vorteile. Sie sind 70 % kleiner und wesentlich leichter als VRLAs, was den Platzbedarf der Batterieschränke deutlich verringert und in einigen Fällen einen Einsatz in Reihen ermöglicht. Darüber hinaus können Lithium-Ionen-Batterien auch höhere Betriebstemperaturen besser als VRLA bewältigen, wodurch auch die Kosten für die Batteriekühlung gesenkt werden können.

Am wichtigsten ist vielleicht, dass LIB je nach chemischer Zusammensetzung und Auslastung bis zu dreimal so lange halten wie VRLAs. In den meisten Fällen müssen VRLA-Batterien mehrfach ausgetauscht werden, bevor eine LIB zum ersten Mal ersetzt werden muss. Dies ist von

großer Bedeutung, wenn man bedenkt, dass der größte Kosten- und Störfaktor bei USV-Batterien der Austausch ist. Bei einer Lebensdauer von zehn Jahren können die Ausgaben durch den Einsatz von LIB anstelle von VRLA-Batterien um bis zu 40 % gesenkt werden.

Sofort nutzbar: Verwendung zur Speicherung von Netzstrom

Es zeichnet sich eine neue Anwendungsmöglichkeit für die USV-Technologie ab. USV-Systeme werden nicht nur zur Gewährleistung von Ausfallsicherheit und Kontinuität der Dienste eingesetzt, sondern verfügen auch über die Flexibilität und Kapazität zur Energiespeicherung. Das statische USV-System eignet sich für die Bereitstellung von

Energiespeicheranwendungen sowohl vor dem Messpunkt (front-of-meter, FtM) als auch hinter dem Messpunkt (Behind the Meter, BtM) und es gibt oft keinen Grund, warum der Kunde keinen Unterschied im täglichen Betrieb feststellen sollte.

Die statische USV bietet im Hinblick auf Netzdienstleistungen auch Vorteile gegenüber dynamischen Systemen. Eine statische USV hat stets vollen Online-Schutz für die Last, kann aber auch intelligent entscheiden, wie viel Strom aus dem Netz oder den Batterien entnommen werden soll.

Dynamische Netzstützungsdienste sind weniger ausgefeilt und in der Regel von Dieselgeneratoren abhängig, was zu zusätzlichen Emissionen führen kann.

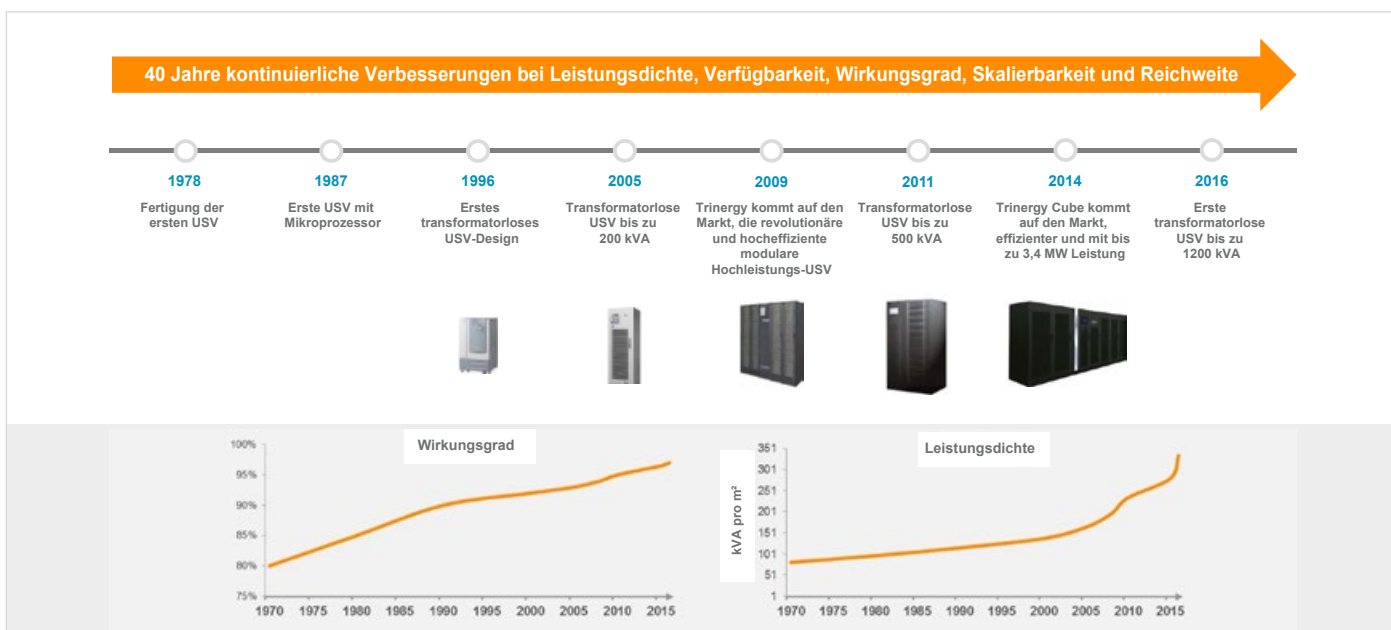


Abbildung 1

Statisch im Vergleich zu dynamisch

Die statische USV-Technologie ist die mit Abstand am weitesten verbreitete Art der großen (>500 kW) USV-Technologien (dreiphasig) aufgrund ihrer Effizienz und Flexibilität. In einigen Regionen – auch in Deutschland – gibt es jedoch nach wie vor eine leichte Tendenz zur dynamischen Technologie. Es gibt mehrere Gründe für den weiterhin häufigeren Einsatz der dynamischen Technologie in einigen Regionen, u. a., dass die dynamische Technologie schön länger existiert und anfangs eher für Anlagen mit größerem Energiebedarf geeignet war. Weltweit gesehen ist die statische Technologie jedoch aus Gründen, die in diesem Beitrag näher erläutert werden, zur bevorzugten Technologie geworden.

Überblick über die dynamische Technologie

Der Begriff „dynamische USV“ bezeichnet eine Reihe verschiedener Technologien, darunter auch die Verwendung eines Schwungrads oder von Batterien. Eines haben sie allerdings gemeinsam: Die Verteilung der Energie auf die Last erfolgt durch eine Art Drehvorrichtung. Zum Beispiel kann dies über einen Motor-/Generatorblock

geschehen. Die Technologie wurde zu einer Zeit entwickelt, als Probleme mit dem Leistungsfaktor in großen kritischen Infrastrukturen auftraten. Diese Leistungsfaktorprobleme wurden jedoch inzwischen weitestgehend in kritischen Anlagen angegangen, sodass einer der Hauptvorteile der dynamischen USV nicht mehr so ausgeprägt ist.

Ansonsten gibt es unter anderem folgende Probleme bei dynamischen USVen:

- Im Normalbetrieb fungiert die Synchron-Maschine als Motor zum Antrieb der kinetischen Energiequelle.
- Wenn der Diesel nicht innerhalb von 3 bis 5 Sekunden startet, muss die kritische Last ausfallen, wenn keine redundante USV zur Verfügung steht, da die kinetische Backup-Energie auf Sekunden begrenzt ist.
- Neben außergewöhnlich hohen Wartungskosten für diese Anlagen können die USV-Investitionskosten außerdem fast 30 % höher sein als bei einer ähnlichen statischen USV.

Die spezifischen Vorteile des statischen Systems im Vergleich zum dynamischen System erfordern eine tiefere Analyse der zwei Technologien und ihrer Unterschiede.

	STATISCHE USV	DYNAMISCHE USV
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Die Last wird direkt von einem statischen Wechselrichter gespeist. Sowohl Batterien als auch Schwungräder können als Energiespeicher verwendet werden, aber in der Regel werden Batterien verwendet. Online-Doppelwandler-Technologie (VFI) 	<ul style="list-style-type: none"> Die Last wird direkt von einem synchronen Generator gespeist. Sowohl Batterien als auch Schwungräder können als Energiespeicher verwendet werden, aber in der Regel werden Schwungräder verwendet. Line-Interactive-Technologie (häufigere Verwendung von Schwungrädern und Generatoren auch bei einer Frequenzabweichung).
Investition	<ul style="list-style-type: none"> Modulare, flexible Investition (viele Bausteine) 	<ul style="list-style-type: none"> Nicht modulare, feste Investition (wenige große Bausteine)
Wirkungsgrad	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 99,5 % im ECO-Modus Bis zu 98,5 % durchschnittlicher Betriebswirkungsgrad 96,8 % im VFI-Modus bei 50 % Last; 96,5 % im VFI-Modus bei 30 % Last 	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 97 % im Line-Interactive-Modus Fällt unter 90 % bei 50 % Last mit verbundenem Schwungrad Fällt unter 85 % bei 30 % Last mit verbundenem Schwungrad
Wartung	<ul style="list-style-type: none"> Elektrische Komponenten, weniger Wartung, längere Lebensdauer Statische USV erfordern in der Regel einen Wartungsbesuch pro Jahr Schneller Austausch von Komponenten vor Ort 	<ul style="list-style-type: none"> Mechanische Komponenten, komplexere Wartung, kürzere Lebensdauer Wartungspläne für dynamische USV schließen auch monatliche Inspektionen ein
Überbrückungszeit	<ul style="list-style-type: none"> Batterie-Überbrückungszeit: 60 s bis 30 min und mehr 	<ul style="list-style-type: none"> Schwungrad-Überbrückungszeit: 8 bis 20 s (häufiges Einschalten des Generators)
Nennleistung	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 3,4 MW in einer Einzelanlage, bis zu 27 MW in einem Parallelsystem mit vielen Bausteinen 	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 3 MW in einer Einzelanlage, bis zu 20 MW in einem Parallelsystem mit weniger Flexibilität
Ausgangsleistungsfaktor	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 1, alle induktiven und kapazitiven Lasten ohne Leistungsminderung 	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 0,9, alle induktiven und kapazitiven Lasten ohne Leistungsminderung (weniger flexibel)
Kurzschlussstrom	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 3-facher Nennstrom am Wechselrichterausgang (nur, wenn kein Bypass verfügbar ist) Bis zu 100 kA der Kurzschlussfestigkeit am Bypass 	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 17-facher Nennstrom (aber noch nicht ausreichend, um einen Leitungsschutzschalter zu unterbrechen)
Gesamte Stellfläche und Gewicht	<ul style="list-style-type: none"> Geringer mit Lithium-Ionen-Batterien und Generator. Kleinere Bausteine, daher ist die Installation einfacher. 	<ul style="list-style-type: none"> Größer mit Schwungrad und Generator. Große dynamische USVen müssen oft installiert werden, bevor die Wände des Gebäudes fertiggestellt sind. Das Gewicht der dynamischen Anlage erfordert eine stärkere Gebäudestruktur; für Schwungräder könnte es äußerst strenge Auflagen aufgrund der Vibrationen geben.

Tabelle 1

Einige dieser Vergleichsfaktoren erfordern eine ausführlichere Analyse:

Kapitalkosten

Eine dynamische USV ist in der Regel eine festere Investition als die modulare statische Technologie. Anstatt mit steigender Last erweitert werden zu können, müssen dynamische Systeme in der Regel zunächst überdimensioniert werden, um ein mögliches zukünftiges Wachstum bewältigen zu können. Daher gibt es häufig

einen erheblichen Prozentsatz an ungenutzter Kapazität, die unter Umständen nie effizient genutzt werden kann.

Es gibt auch zusätzliche Kosten, die es im Hinblick auf dynamische Systeme zu beachten gilt. Während beispielsweise manuelle Bypass-Schalter in den meisten statischen USV eingebaut sind, um die USV bei Wartungsarbeiten abzuschalten, sind diese bei dynamischen USV oft vom System getrennt.

Wirkungsgrad

Diskussionen rund um den Wirkungsgrad von USV können relativ subjektiv sein. Beispiel:

- USVen arbeiten selten bei 100 Prozent Maximallast.
- Die typische Last für eine USV liegt im Bereich von 30 bis 70 Prozent.
- USVen in einem Rechenzentrum (Dual-Bus-Architektur) laufen in der Regel mit einer Last von maximal 50 Prozent.

Die Wirkungsgradkurven in der Abbildung unten (Abb. 2) zeigen allerdings, dass Wirkungsgrade unter Volllast zwar ähnlich sind, statische USVen aber einen sehr wichtigen Vorteil bei Teillast haben, wogegen bei dynamischen USVen der Wirkungsgrad geringer ist.

Außerdem ist das Schwungrad in einem dynamischen System ein rotierender Energiespeicher, dessen Rotation aufrechterhalten werden muss. Dadurch sinken der Wirkungsgrad und die Effizienz im laufenden Betrieb ständig.

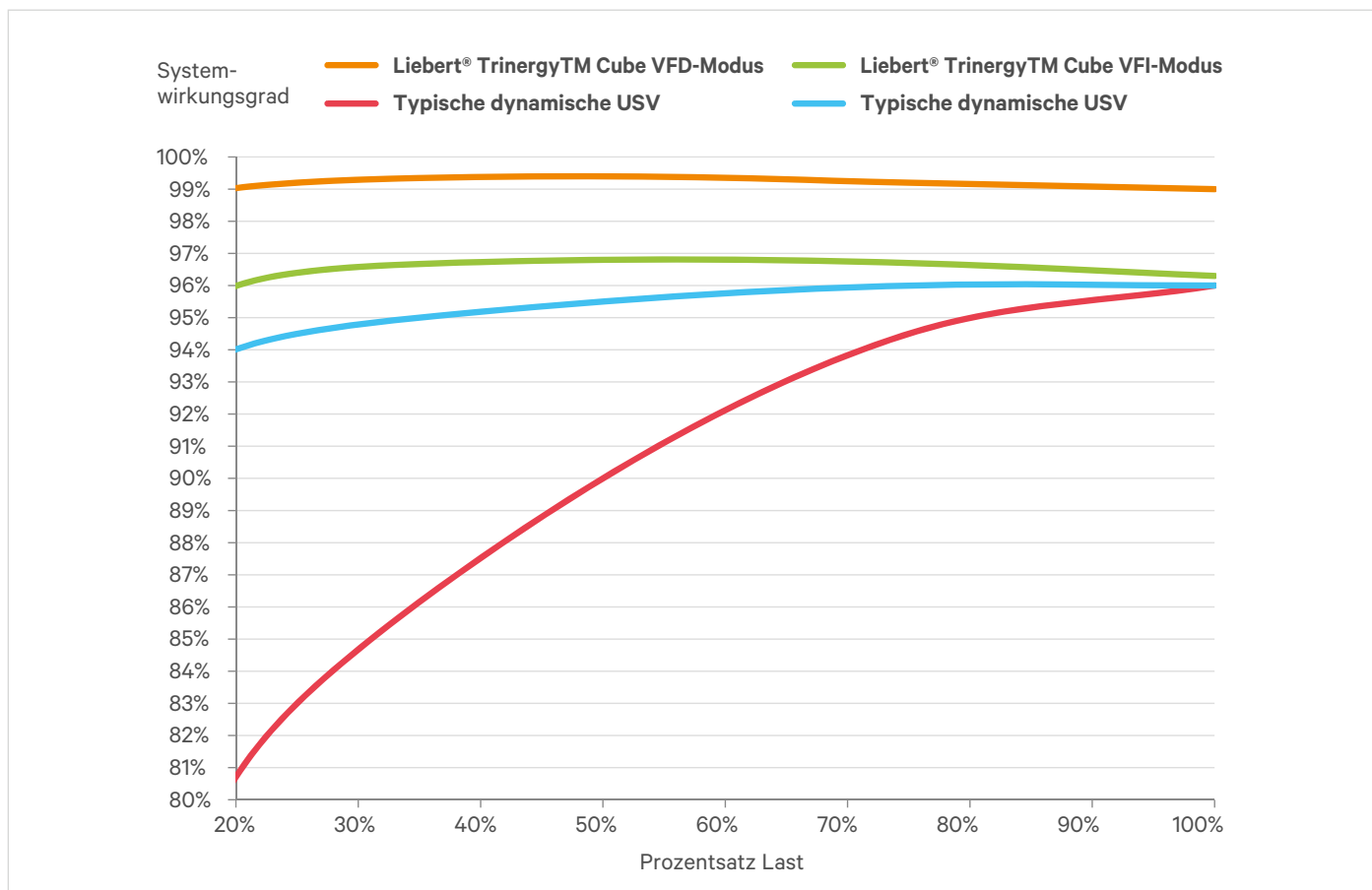


Abbildung 2

Der höhere Wirkungsgrad einer statischen USV beschert den Kunden einen enormen Vorteil, da sie deutlich geringere Leistungsverluste aufweisen und dadurch hohe Energieeinsparungen möglich sind.

Beispiel mit einer 2000-kW-Last:

STATISCHE USV	DYNAMISCHE USV
<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittlicher Wirkungsgrad: 97 % (oder bis zu 98 % im dynamischen VI-Modus mit Liebert® Trinergy™ Cube) • Energieverluste: 61,85 kW • Stromverluste: 541,8 MWh/Jahr 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittlicher Wirkungsgrad: 94 % • Energieverluste: 127,65 kW • Stromverluste: 1118,2 MWh/Jahr

*Reservekonstruktionen können einen höheren Auslastungsgrad von 75 % erreichen.

Energieverluste über 10 Jahre

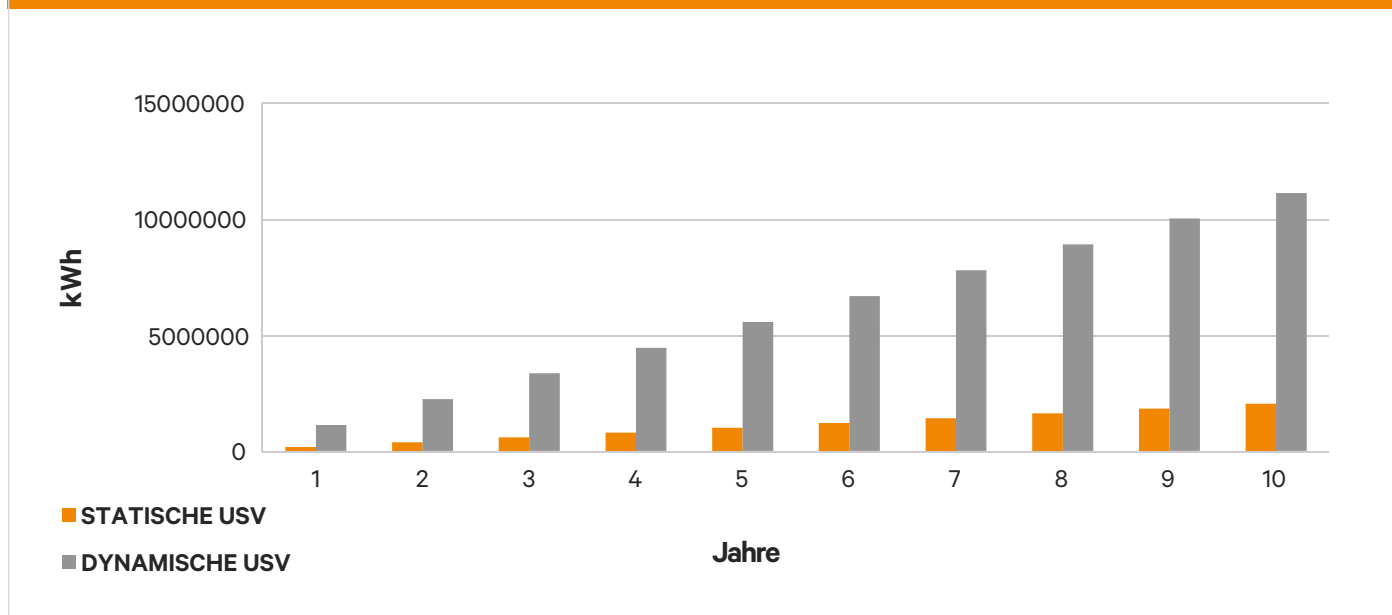


Abbildung 3

Wartung

Es ist allgemein bekannt, dass elektronische Geräte im Durchschnitt weniger Wartung benötigen als mechanische Geräte. Zum Beispiel erfordert ein statisches USV-System häufig nur eine einzige Wartungsinspektion innerhalb eines Zeitraums von 12 Monaten. Im Vergleich dazu könnte ein dynamisches System häufige Kontrollen in bestimmten Bereichen, wie z. B. beim Dieselmotorstarter oder bei den Kühlsystemen, erfordern; bei einigen Anbietern könnte dies sogar wöchentliche oder monatliche Inspektionen bedeuten.

Andere Wartungsprobleme für dynamische Systeme sind folgende:

- Am Standort muss für eine geeignete Hubvorrichtung gesorgt werden, um den erforderlichen regelmäßigen Austausch des Lagers am Schwungrad zu bewerkstelligen.
- Zur Schmierung der Lager wird Fett benötigt, was eine regelmäßige Reinigung notwendig macht.
- Alle 5 bis 7 Jahre ist eine Überprüfung erforderlich, wobei sämtliche Ausrüstungsteile einiger Lieferanten wieder zum Werk transportiert werden müssen. Dies führt zu einer längeren Reparaturdauer, einer komplizierteren Wartung und höheren Kosten sowie zusätzlich zu langen Ausfallzeiten, wenn keine redundante Anlage vorhanden ist.

Laufzeit und Abhängigkeit von Diesel

Eines der Merkmale einiger dynamischer Systeme ist eine deutlich kürzere Laufzeit im Vergleich zu einer statischen USV. Wenn ein Netzausfall die kürzere Überbrückungszeit

der dynamischen USV überschreitet, erfolgt die Lastunterstützung über Generatoren. Zum Beispiel gibt es in Großbritannien pro Monat durchschnittlich 7,7 Netzausfälle oder Spannungsabfälle, bei denen ein Dieselgenerator eingeschaltet werden muss, wenn eine dynamische USV mit Schwungrad verwendet wird.

Obwohl viele Anlagenbetreiber es vorziehen, die Last nicht auf die Generatoren umzuschalten, wenn dies vermieden werden kann – damit sind Risiken verbunden – war dies in der Vergangenheit kein großes Problem. Eine genauere Untersuchung des Beitrags der Dieselemissionen zur Luftverschmutzung – mit der Aussicht auf Verbote für einige Dieselfahrzeuge in Teilen Deutschlands – könnte jedoch eine genauere Prüfung aller Arten von Dieselemissionen zur Folge haben. Daher könnte die Fähigkeit einer statischen USV, mehr geringfügige Netzunterbrechungen ohne Rückgriff auf Generatoren bewältigen zu können, in Zukunft zu einem noch wichtigeren Merkmal der Technologie werden.

Kurzschluss

Im Falle eines Ausgangskurzschlusses ist die Konditionierung mit nachgeschalteten Schutzeinrichtungen entscheidend, um eine rechtzeitige Fehlerbeseitigung zu gewährleisten. Es stimmt, dass dynamische USVen einen guten Kurzschlussschutz bieten, dies erfordert jedoch in der Regel teure Geräte, die den hohen Stromspitzen standhalten können. Der Ansatz der statischen USV-Technologie ist bei Kurzschlüssen einfacher und kostengünstiger, bietet aber dennoch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung im Störfall.

Abbildung 4 zeigt die verschiedenen Kurzschlusszenarien:

Eine ordnungsgemäße Koordination der Schutzeinrichtungen in im USV-Verteilungssystem bedeutet, dass nur die Sicherung (bzw. der Leitungsschutzschalter), die bzw. der einer Störung unmittelbar vorgeschaltet ist, ausgelöst wird, um die Störung zu beseitigen.

Wenn die Koordinierung ordnungsgemäß konzipiert wurde, muss die der USV nachgeschaltete Schutzeinrichtung (Sicherung/Leitungsschutzschalter) nur eingreifen, wenn sowohl die Schutzeinrichtung der Last als auch die Schutzeinrichtung der USV-Ausgangsverteilung ausfallen, was ein seltenes Szenario ist.

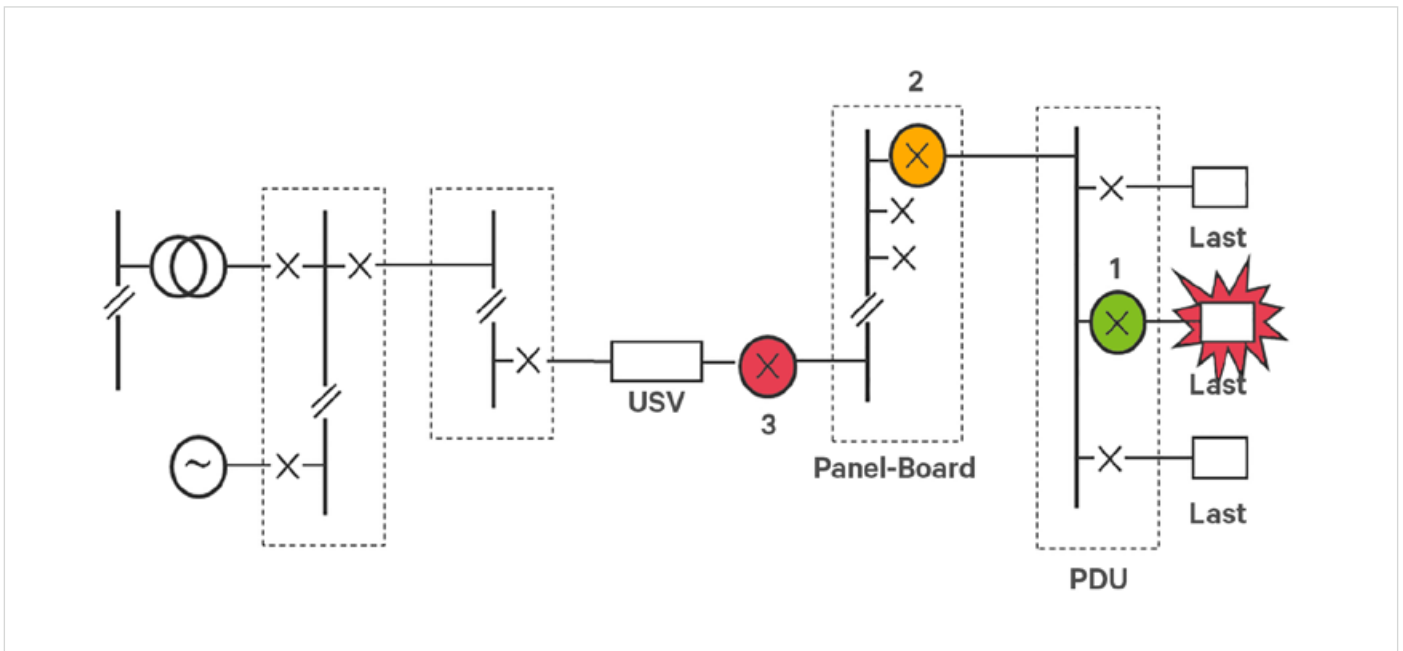


Abbildung 4

Störung 1 und 2:

Störung bei der USV-Ausgangsverteilung oder PDU: Sowohl dynamische als auch statische USV sind – bei ordnungsgemäßer Selektivitätskoordination – ausreichend, um den Fehler durch die Schutzeinrichtungen unterbrechen zu können.

Störung 3:

Störung hinter der USV: Es gibt drei Unterfälle:

- Wenn die Netzversorgung verfügbar ist, sind sowohl statische als auch dynamische USV ausreichend.
- Wenn die Netzversorgung nicht verfügbar ist, befindet sich die statische USV im Batteriebetrieb und es werden Leitungsschutzschalter verwendet. In diesem Fall können weder dynamische noch statische USV den Fehler unterbrechen.
- Ist die Netzversorgung nicht verfügbar, befindet sich die statische USV im Batteriebetrieb. Wenn die Sicherungen verwendet werden, kann die Last sowohl bei statischen als auch dynamischen Systemen unterbrochen werden, auch wenn sie für die Fehlerunterbrechung ausreichend sind.

Statisch im Vergleich zu dynamisch Mythen und Fakten

Wie bei jeder Kaufentscheidung für eine Technologie sind die Käufer auf eine Kombination aus fachlicher Recherche, Meinungen und anderen subjektiven Informationen angewiesen. Es gibt weiterhin eine Reihe von „Mythen“, die sich um den Vergleich zwischen statischen und dynamischen USVen ranken. Die meisten davon halten einer Faktenprüfung jedoch nicht stand.

MYTHOS	FAKT
Dynamische Anlagen haben einen hohen Wirkungsgrad unter Volllast – bis zu 97 %.	Die für Rechenzentren typische Last beträgt 30 bis 40 % und die dynamischen USV haben einen mangelhaften Wirkungsgrad bei Teillast/niedrigen Lasten . Höhere Standby-Verluste, höhere Betriebskosten.
Dynamische USVen erfordern weniger Kühlung und daher weniger Batterien	Dynamische USVen weisen höhere Verluste auf und benötigen aufgrund der PDUs im gleichen Raum oft eine zusätzliche Kühlung. Statische USVen haben intrinsisch geringere Verluste , was zu geringeren Anforderungen an die Klimatisierung führt.
Weniger oder keine Batterien führen dazu, dass die dynamische USV weniger Wartung benötigt.	Dynamische USVen beinhalten mechanische Komponenten: kürzere MTBF, längere MTTR und höherer Wartungsbedarf. Die Wartungskosten sind in der Regel >30 % höher bei dynamischen Diesel-USVen. Schwungräder sind komplexe mechanische und elektronische Ausrüstungsteile , die beim Lagertausch teure Wartungsarbeiten erfordern.
Weniger Batterien führen dazu, dass die dynamische USV weniger Platz benötigt.	Die Batterie-Überbrückungszeit beträgt 30 s bis 30 min (und höher), während die Schwungrad-Überbrückungszeit nur 8 bis 20 s beträgt .
Dynamische Systeme haben insgesamt eine geringere Stellfläche.	Unter Berücksichtigung der Stellfläche der gesamten Installation für sowohl statische als auch dynamische USV lautet das Ergebnis, dass die Stellfläche des statischen USV-Systems kleiner ist oder – schlimmstenfalls – nur geringfügig größer.
Keine Batterien führen dazu, dass die Wartung entfällt.	Mit Lithium-Ionen-Batterien, die deutlich weniger Wartung benötigen und eine wesentlich längere Lebensdauer haben , lassen sich Einsparungen erzielen, die über Wartungs- und Austauschkosten hinausgehen. Sogar Kühlungskosten lassen sich verringern, weil die Batterien in einem breiten Temperaturbereich einsatzfähig sind.
Dynamische USVen können nichtlineare Lasten besser verarbeiten.	Schnelle PWM-gesteuerte Wechselrichter sind die Quelle, die bei Weitem die niedrigste Ausgangsimpedanz bei Oberschwingungen bietet. Sie sind die beste am Markt verfügbare Quelle in Bezug auf ihre Fähigkeit, die von nichtlinearen Lasten verursachten Spannungsverzerrungen zu minimieren. Lichtmaschinen werden immer überdimensioniert , um für niedrige Impedanz zu sorgen.
Höheres Kurzschlusschaltvermögen	In dem in der Praxis typischen Fall der nachgelagerten Verteilung mit mehreren Lastabgängen ermöglichen statische USVs – bei ordnungsgemäßer Koordinierung des Selektivschutzes – die Beseitigung des Fehlers durch die Schutzeinrichtungen.
Dynamische USVen haben niedrigere Gesamtbetriebskosten.	Unter Berücksichtigung der für dynamische USV üblichen höheren anfänglichen Kapitalkosten, ihres geringeren Wirkungsgrads bei typischen Lasten im Rechenzentrum und der höheren Wartungskosten wird dieses Argument durch die Berechnungsergebnisse der Gesamtbetriebskosten stark entkräftet .
Möglichkeit der IP-Bus-Parallelkonfiguration	Statische USV können Reserve-Parallelsysteme (auch als „Catcher-Bus-Architektur“ bezeichnet) aufweisen. Diese sind in der Regel preiswerter und garantieren eine ähnlich berechnete MTBF, eine vollständige Trennung sowie eine noch höhere in der Praxis gemessene MTBF.

Tabelle 2

Fazit

Statische und dynamische USVen haben eine wichtige Rolle bei der Sicherstellung der Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit in kritischen Infrastrukturen gespielt. Wie in diesem Whitepaper ausführlich beschrieben, gibt es jedoch klare und überzeugende Gründe dafür, warum eine statische USV eine zukunftssichere Wahl ist. Sie bietet ein hohes Maß an Backup-Fähigkeit und gleichzeitig die Effizienz und die Flexibilität für eine sich schnell verändernde Energielandschaft. Die wichtigsten Vorteile der statischen USV sind folgende:

- **Modularität.** Statische USV wachsen mit den Anforderungen an die Anlagen. Dies hat erhebliche Kosten- und Effizienzvorteile, da es die anfänglichen Kapitalkosten senkt und die Wahrscheinlichkeit für ungenutzte USV-Kapazitäten während der gesamten Lebensdauer der Anlage verringert.
- **Geringere Abhängigkeit von Diesel** Der Einsatz von Diesel im Verkehrssektor wird immer häufiger unter die Lupe genommen (einige deutsche Städte erwägen Fahrverbote für Dieselfahrzeuge) und es ist möglich, dass dies auch Diesel für nicht verkehrsbedingte Anwendungen einschließt. Statische USV werden häufig in Verbindung mit Dieselgeneratoren eingesetzt, sind aber nicht so eng gekoppelt wie einige dynamische Konstruktionen. Wichtig ist, dass sie mehr geringfügige Netzprobleme bewältigen können, ohne dass Generatoren zugeschaltet werden müssen.
- **Energiespeicherung im Netz und neue Einnahmequellen.** Statische USV basieren üblicherweise auf der Batterietechnologie (darunter auch die zunehmende Verbreitung findenden Lithium-Ionen-Batterien), die nun für die Energiespeicherung im Netz genutzt werden.

