



**INTELLIGENTE
PARALLELSCHALTUNG UND
ZYKLISCHE REDUNDANZ:
ZWEI TECHNOLOGIEN FÜR
ERHÖHTE USV-EFFIZIENZ**

Zusammenfassung

Zur Optimierung des Energieverbrauchs in einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) hat Vertiv™ proprietäre Technologien entwickelt: **Intelligente Parallelschaltung** für monolithische USVs und **Zyklische Redundanz** für modulare, skalierbare USVs. Mit beiden Technologien lässt sich eine höhere Effizienz des Betriebssystems erzielen, ohne dass das zu Lasten von Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit geht.

Dieses Whitepaper befasst sich gezielt mit diesen konkreten Technologien zur Verbesserung der USV-Betriebseffizienz, wenn das Gerät mit einer verringerten Systemkapazität arbeitet – was dem typischen Zustand in einem Rechenzentrum entspricht.

Durch die Modi „Intelligente Parallelschaltung“ und „Zyklische Redundanz“ justiert und optimiert die USV den Energieverbrauch automatisch, wodurch sich der Wirkungsgrad des Systems entsprechend der tatsächlichen Last verbessert.

Intelligente Parallelschaltung

Die Technologie der Intelligenten Parallelschaltung ermöglicht der USV die Verdopplung der Umwandlungseffizienz bei Betrieb im Teillastbereich bis hin zu sehr niedrigen Lastprozentensätzen. So lassen sich überdurchschnittliche Kosteneinsparungen und eine Senkung der Gesamtbetriebskosten (TCO) erzielen.

Durch Aktivierung des Modus „Intelligente Parallelschaltung“ kann das System automatisch seine Kapazität an die unmittelbaren Lastanforderungen anpassen. Dazu werden der Systemausgangsstrom und die von der nachgeordneten Last tatsächlich benötigte Leistung gemessen, und überschüssige Anlagen werden in den Standby-Modus versetzt, während die kontinuierliche Systemverfügbarkeit gewährleistet bleibt. Wenn Anlagen im Standby-Modus betrieben werden, bedeutet das nicht, dass sie vollständig abgeschaltet sind. Vielmehr bleibt ihre Wechselrichtersteuerung aktiv und synchronisiert, und der DC-Bus bleibt geladen, um bei Lastanstieg sofort starten zu können. Die Aktivierungszeit der im Standby befindlichen Anlagen beträgt <5 ms, und während dieser kurzen

Übergangsphase versorgen die verbleibenden aktiven Anlagen die Last weiterhin unterbrechungsfrei und arbeiten in einem temporären Überlastzustand. Natürlich können die konkreten Lastschwellenwerte und Toleranzen für den Algorithmus der Intelligenten Parallelschaltung angepasst werden, um den spezifischen Kundenanforderungen in Bezug auf verfügbare Leistung, Redundanz und Zuverlässigkeit gerecht zu werden.

Zudem können im Modus „Intelligente Parallelschaltung“ die einzelnen USVs jeweils für die gleiche Dauer in den Standby-Modus geschaltet werden, wodurch eine einheitliche Lebensdauer der Modulkomponenten sichergestellt wird.

Die folgenden Abb. 1 und Abb. 2 zeigen ein Beispiel für den aktivierten Modus „Intelligente Parallelschaltung“ beim Modell Liebert® EXL mit 400-kVA-Blöcken. Wir können beobachten, dass durch den Modus „Intelligente Parallelschaltung“ der Unterschied in Bezug auf die durchschnittliche Betriebseffizienz über das erste Jahr eine Kostenersparnis von mehr als 2.700 €* erbringt (*bei Energiekosten von 0,1 €/kWh und einem Koeffizienten in Höhe von 20 %).

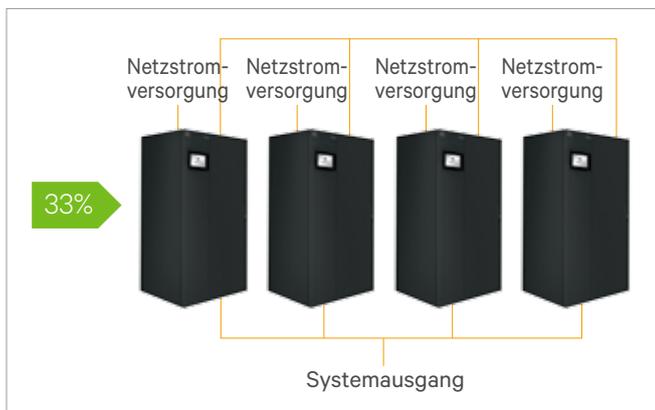


Abbildung 1: Liebert EXL mit Intelligenter Parallelschaltung: verteilte parallele USV-Konfiguration mit vier 400-kVA-Blöcken bei jeweils 33 % Last erzielt eine Gesamtsystemeffizienz von ca. 95,8 %.



Abbildung 2: Liebert EXL mit Intelligenter Parallelschaltung: zwei 400-kVA-Blöcke bei jeweils 65% Last, Systemeffizienz ca. 96,7 %.

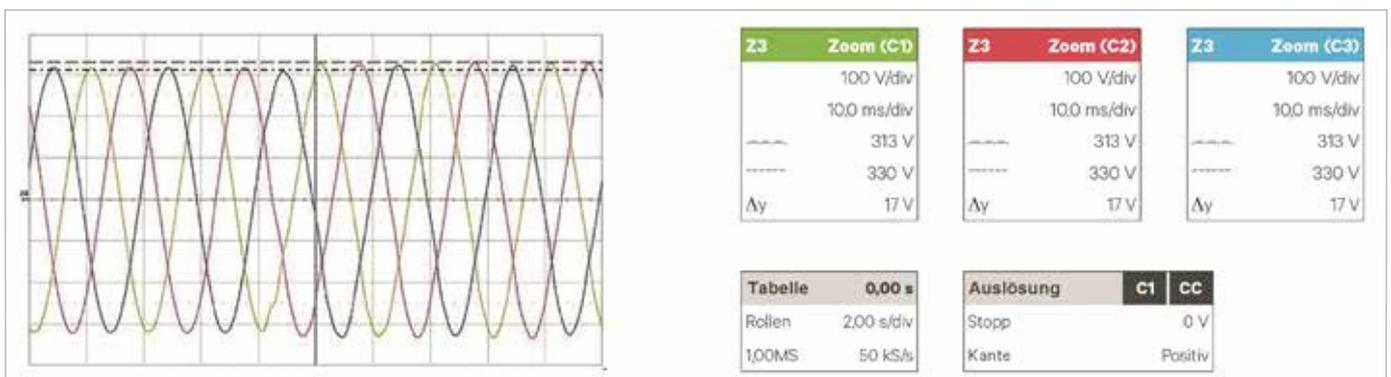


Abbildung 3: Kurve für ein System aus drei (3) Liebert EXL 500 kW, nachdem zwei (2) inaktivierte Anlagen aktiviert werden.

Zyklische Redundanz

Bei modularen, skalierbaren USVs wie Trinergy™ und die neueste Liebert® Trinergy™ Cube von Vertiv™ arbeitet der Modus „Zyklische Redundanz“ nach dem gleichen Prinzip wie die Technologie der Intelligenten Parallelschaltung für monolithische Anlagen.

Unter Nutzung ihrer modularen Architektur definiert die USV-Anlage die zur Versorgung der Last erforderliche Anzahl von Modulen (Cores) und versetzt die verbleibenden Cores in einem speziellen Ruhezustand, wobei gleichzeitig das geforderte Maß an Redundanz aufrechterhalten wird.

Wie beim Modus „Intelligente Parallelschaltung“ stellt auch die Technologie „Zyklische Redundanz“ sicher, dass bei den Modulen im Standby-Modus die Wechselrichtersteuerung aktiv und synchronisiert bleibt und der DC-Bus geladen bleibt, um bei einem Lastanstieg sofort startbereit zu sein. In diesem Zustand beträgt die Zeit, die zur Aktivierung eines Moduls benötigt wird, während sich die Anlage im Modus „Zyklische Redundanz“ befindet, <5 ms. Wie bereits im Hinblick auf die Intelligente Parallelschaltung für monolithische USVs erwähnt wurde, versorgen die verbleibenden

Cores weiterhin die Last – ohne Unterbrechung beim Starten der im Standby befindlichen Module. Gleichzeitig werden die spezifischen Kapazitäts-, Redundanz- und Zuverlässigkeitsanforderungen an die kritische Infrastruktur erfüllt.

Es muss erwähnt werden, dass bei der Zyklischen Redundanz nur die minimale Anzahl von Wechselrichtern aktiviert wird, die für die jeweilige Laststufe erforderlich sind und stellt dabei ein regelmäßiges Umschalten zwischen allen verfügbaren Cores sicher. Dazu werden, durch eine automatische Erkennung zur Überwachung der Betriebszeit der einzelnen Module, die in den USV-Algorithmus integriert ist, die im Standby befindlichen Cores rotiert. Damit wird die gleiche Alterung für aller Modulkomponenten des Systems gewährleistet.

Zum Beispiel zeigt Abb. 3 die Anwendung der Technologie „Zyklische Redundanz“ in einer USV vom Typ Liebert Trinergy Cube 1,6 MVA. Im Vergleich zu einer Konfiguration, bei der alle Cores arbeiten, bewirkt der Unterschied in Bezug auf die durchschnittliche Betriebseffizienz über das erste Jahr eine Kostenersparnis von mehr als 3.200 €*(*bei Energiekosten von 0,1 €/kWh und einem Kühlungskoeffizienten in Höhe von 20 %*).

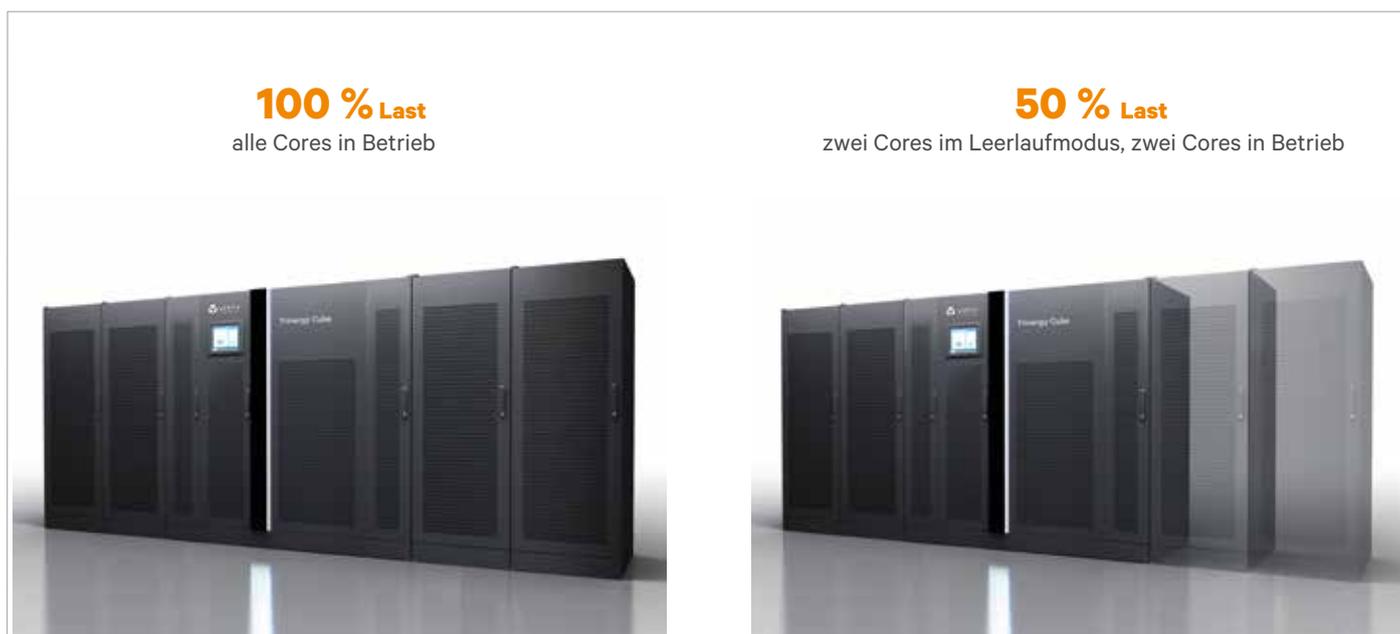


Abbildung 4: Beispiel für Zyklische Redundanz bei Liebert Trinergy Cube für eine 1,6-MVA-USV-Anlage.

Fazit

Die Vertiv-Technologien „Intelligente Parallelschaltung“ und „Zyklische Redundanz“ verbessern die Betriebseffizienz des USV-Systems unter typischen Lastbedingungen, ohne Abstriche bei der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Systems.

Andere Methoden zur Maximierung der Systemeffizienz, zum Beispiel der USV-Betrieb im ECO-Modus, finden nur sehr begrenzte Anwendung bei modernen missionskritischen Lastarten und bieten keinerlei Power Conditioning für die nachgeordnete Last. Im Gegensatz dazu liefern Energiesparttechnologien wie „Intelligente Parallelschaltung“ und „Zyklische Redundanz“ ein Höchstmaß an Lastschutz und Power Conditioning und sind damit eine echte Alternative zum standardmäßigen Doppelwandler-Modus

(VFI) oder Line-Interactive-Modus (VI). Gleichzeitig bleiben die finanziellen und ökologischen Kosten für den Energieverbrauch auf einem minimalen Optimalwert, der sich immer an den Bedarf der tatsächlichen Last anpasst.

In seinem Produktportfolio bei mittleren und großen USV-Produkten bietet Vertiv™ verschiedene USV-Plattformen an, die spezielle Kunden- und Installationsanforderungen erfüllen. Dazu zählen sowohl monolithische Transformatorlose als auch Transformator-basierte Modelle sowie modulare, skalierbare Transformatorlose USVs bis zu 3,4 MW (siehe die folgende Abb. 4 für Produktdetails).

Alle diese Produkte verfügen über Energiesparfunktionen wie Intelligente Parallelschaltung oder Zyklische Redundanz zur Maximierung der Effizienz im Teillastbetrieb, um die Gesamtbetriebskosten (TCO) zu senken.



	Liebert® EXL	Liebert® NXL	Liebert® Trinegy™ Cube
Produktarchitektur	Monolithisch, Transformatorlos	Monolithisch, Transformatorbasiert	Modular, skalierbar, Transformatorbasiert
Leistungsbereich	100-1200 kW	400-800 kVA	150-3400 kW
Modulares Energiesparsystem	Intelligente Parallelschaltung	Intelligente Parallelschaltung	Zyklische Redundanz
VFI-Wirkungsgrad	Bis zu 96,8 %	Bis zu 94 %	Durchschn. 98,5 % ⁽¹⁾
Einsparung in 1 Jahr⁽²⁾ bei Verwendung des modularen Energiesparsystems	>2.700 €	>2.000 €	>3.200 €
Vorteile des Energiesparmodus	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Systembetriebseffizienz unter Teillast • Automatische Anpassung der Systemkapazität an die tatsächliche Last • Senkung der Betriebsausgaben und geringere Gesamtbetriebskosten 		

(1) Durchschnittliche Betriebseffizienz im Ergebnis der drei Betriebsarten (VFI, VFD, VI) von Liebert Trinegy Cube.

(2) Vier Anlagen/Module parallel mit zwei im Leerlaufmodus, Energiekosten 0,1 €/kWh, Kühlungskoeffizient 20 %.

Abbildung 5: Das Vertiv-Produktangebot bietet standardmäßig die Energiesparttechnologien „Intelligente Parallelschaltung“ und „Zyklische Redundanz“.

