



## **WHITEPAPER**

---

### **Redundanz-Effizienz-Schere: Welche USV-Architektur löst den Zielkonflikt zwischen Redundanz und Effizienz?**

---

#### **1. Einleitung**

#### **2. Bestandsaufnahme: aktuelle Versorgungsstrukturen im IT-Umfeld**

- a) Die PCA: ein chaotisches Gebilde
- b) Der Versorgungskonflikt zwischen PCA und PSA

#### **3. Effizienter und zukunftsstabiler Ausbau der IT- Versorgungsinfrastruktur**

- a) Konsolidierung der IT-Versorgungsumgebung
- b) Flexible Auslastungsszenarien zulassen
- c) Standort- und systemübergreifende Vorteile konsequent nutzen

#### **4. Effizienz: mehr als nur Wirkungsgrad**

- a) Maßnahmen zur Erreichung eines hohen Wirkungsgrades
- b) Ökonomische Produktion
- c) Logistische Effizienz / effiziente Logistik
- d) Ökonomischer Service

#### **5. Das Konzept**

- a) Single Cube Technology
- b) Modulares Batteriesystem

#### **6. Redundanz-Effizienz-Schere**



## 1. Einleitung

Verfügbarkeit und Kontinuität der Stromversorgung ist für mehr und mehr Bereiche eines Unternehmens heutzutage wichtiger denn je, vor allem im Bereich IT, Kommunikation und Produktion – die Unterbrechungsfreie Stromversorgung ist dabei die Schlüsselkomponente für eine kontinuierliche Stromversorgung.

Experten gehen von einer weiteren Verschlechterung der Stromqualität in Deutschland in den nächsten Jahren aus. Ursachen sind geringere Investitionen in den Netzausbau, die weitere Öffnung der Märkte in Osteuropa und die Abhängigkeit von Schalt-handlungen im europäischen Verbundnetz. Auch bleiben wir leider immer häufiger von Naturkatastrophen – wie in jüngster Vergangenheit – nicht mehr verschont.

Durch Einsatz einer USV werden schädliche Spannungsstörungen von versorgten Verbrauchern ferngehalten, Spannungsabfälle kompensiert und Stromausfälle überbrückt. Die USV dient dabei zusammen mit einem Energiespeicher als Energielieferant, der die Stromversorgung bei Netzausfall solange gewährleistet, bis die Netzversorgung die Versorgung der Verbraucher wieder verfügbar ist. Der sichere Geschäftsbetrieb kann dadurch unabhängig von der Netzwiederkehr beliebig lange aufrechterhalten werden.

Die Mehrzahl aller USV-Anbieter legt bei der Konzeption von USV-Anlagen den Focus auf Optimierung des Wirkungsgrades. Sicherlich ist das ein wichtiger Punkt für einen ökonomischen Betrieb der Anlage am Aufstellort und auch der offensichtlichste, aber andere Punkte verdienen ebenso der Aufmerksamkeit beim Produktdesign. Dies wird nachstehend näher beleuchtet.

## 2. Bestandsaufnahme: aktuelle Versorgungsstrukturen im IT-Umfeld

### a) Die PCA: ein chaotisches Gebilde

Kommerziell zu erwerbendes IT-Equipment stützt sich heutzutage fast ausnahmslos auf eine einphasige Niederspannungswechselstromversorgung. Dies ergibt sich zwangsläufig aus der gewachsenen vorhandenen Energieinfrastruktur. Die Wandlung der Wechselspannung auf die für die IT-Elektronik notwendigen Gleichspannungen erfolgt im zu versorgenden Gerät selbst mit Hilfe eines integrierten speziellen Netzteils (Switch Mode Power Supply).

Die Summe aller 1phasigen IT-Verbraucher definieren wir als **PCA (Power Consumption Area)**. Die **PCA** bildet ein mehr oder weniger chaotisches Gebilde in Anzahl und Aufteilung in räumlicher Aufteilung als auch in Ihrer Verteilung Ihrer Leistungs-Bedürfnisse.

### b) Der Versorgungskonflikt zwischen PCA und PSA

Durch das kontinuierliche Hinzufügen und Entfernen von IT-Equipment durch den Betreiber – als Reaktion auf den aktuellen Bedarf als auch durch den technologischen Wandel bestimmt - bahnt sich der Versorgungskonflikt zur **PSA Power Supply Area** an. Das Auseinandergleiten der Bedürfnisse der



PCA und der Möglichkeiten der PSA wird durch folgende Faktoren maßgeblich bestimmt:

- *die PSA ist 3phasig, die PCA ist 1phasig*
- *der Betreiber reagiert auf die Bedürfnisse des Unternehmen*
- *der Betreiber reagiert auf technologischen Wandel des IT-Equipment*
- *Umplatzierung von IT-Komponenten innerhalb der PCA*
- *im Gegensatz zu den meisten anderen IT-Hardware-Komponenten haben USV-Systeme einen wesentlich längeren Lebenszyklus. Nicht selten überdauern sie mehrere Generationen des IT-Equipments, das sie schützen sollen.*

Innerhalb dem möglichen kalkulatorischen Endausbau ist die PCA ein Gebilde, das in der Versorgungsstruktur und Leistungsaufnahme kontinuierlichen Änderungen unterworfen ist. Es erweist sich demnach als sinnvoll zwischen der PSA und der PCA ein USV-System zu integrieren, das die o.g. Punkte technologisch ausgleichen kann und dabei effizient, flexibel und ökonomisch sinnvoll ist.

### **3. Effizienter und zukunftsstabiler Ausbau der IT-Versorgungsinfrastruktur**

#### **a) Konsolidierung der IT-Versorgungsumgebung**

Die Konsolidierung und die Bestandsaufnahme der aktuellen PCA inklusive deren Versorgungsstrukturen bis hin zur PSA stehen am Anfang eines effizienten und zukunftsstabilen Aufbaus einer Versorgungsinfrastruktur. Hierbei ist eine möglichst genau Anpassung der PCA an die PSA in der Ausgangssituation und möglicher Endscenarien zu erreichen. Gegebenenfalls ist die PSA zu modifizieren bzw. anzupassen. Die PSA ist von Ihrem physikalischen Aufbau unflexibler als die mögliche Struktur zwischen dieser und der PCA. Alle Komponenten zwischen diesen beiden Bereichen sind nach ökonomischen und flexiblen Grundsätzen innerhalb zweier Grenzen ausulegen:

- *Gesamtleistungsaufnahme*
- *mögliche Leistung im Endausbau*

Die Spannbreite zwischen geplanter Gesamt- und möglicher Endausbauleistung wird durch das flexible modulare USV-System gewährleistet. Die Berücksichtigung einer gleichmäßigen Phasenauslastung ist bei einem USV-System nur insoweit relevant, sofern im Leistungsgrenzbereich der USV-Anlage kalkuliert werden muss. Eine Ausnutzung der Gesamtnennleistung eines 3phasigen USV-System ist nur dann möglich, sofern jede verfügbare Einzelphase bis zu ihrer maximalen Nennleistung ausgenutzt wird. Hier wäre ein USV-System hilfreich, dass dieses Szenario flexibler handhabt.

#### **b) Flexible Auslastungsszenarien zulassen**

In einem gewissen Rahmen werden Schwankungen in der Versorgungsstruktur vom USV-System automatisch abgefangen, ohne dass nennenswerte Verluste am effizienten und ökonomischen Betriebsverhalten der Anlage in Kauf genommen werden müssen. Jedoch hat der Betreiber darauf zu achten, dass das USV-System in einem optimalen

Versorgungsfenster betrieben wird. Dies betrifft einerseits den Wirkungsgrad - und damit die Verlustleistung - als auch die Betreuungskosten des USV-Systems so gering wie möglich zu halten. Um dies zu erreichen stehen dem Betreiber zahlreiche Messgrößen des USV-Systems sowie zusätzliche Energiemess- und Verwaltungssysteme als Hilfsmittel zur Verfügung. Hilfreich hierbei ist, dass das USV-System auch eine Anpassung der Leistungsbaugruppen je Einzelphase zulässt, da eine phasengleiche Auf- bzw. Abrüstung von IT-Equipment versorgungsseitig nahezu nicht möglich ist.

### **c) Standort- und Systemübergreifende Vorteile konsequent nutzen**

Durch einen 1phasigen modularen Aufbau des Systems sind notwendige Leistungseinheiten des USV-Systems innerhalb des Geräts zwischen den Phasen tauschbar, sowie unterschiedliche Leistungsbestückungen je Phase möglich. Dies berücksichtigt die aktuelle Leistungsabgabe der Einzelphasen der PCA inkl. des individuellen Redundanzgrades. Mit modularen USV-Systemen ist darüber hinaus standortübergreifende Bauteilgruppenverwaltung möglich wodurch sich weitere ökonomische Optimierungsansätze ergeben und Planungsunsicherheiten im Vorfeld abgedeckt werden können.

## **4. Effizienz: mehr als nur durch Wirkungsgrad bestimmt**

Bei der Realisierung eines USV-Systems ist eine hohe energetische Effizienz als grundlegende Eigenschaft vorauszusetzen. Hierauf bauen alle weiteren Strukturen des USV-Gesamtkonzepts auf. Ein hoher Wirkungsgrad des USV-Systems hat einen direkt messbaren Einfluss auf die Betriebskosten, da die zusätzlich anfallende Abwärme des USV-Systems nicht nur die laufenden direkten Stromkosten erhöht sondern auch indirekt zur Abführung der Abwärme notwendige Energiekosten für Klimatisierungsmaßnahmen. Dies kann die zusätzlich notwendigen Stromkosten um weitere Faktoren erhöhen.

### **a) Maßnahmen zur Erreichung eines hohen Wirkungsgrades**

Um ein hoch effizientes AC/AC USV-System zu realisieren sind vielfältige Ansätze in allen System-Komponenten eines solchen Systems möglich. Hier die wichtigsten Ansätze:

#### **- Transformerless Inverter Technology**

Ein Übertrager/ Transformator mit klassischem Primär/Sekundäraufbau kommt hier nicht mehr zum Einsatz. Dies erspart nicht unerhebliche Übertragerverluste und erhöht den Wirkungsgrad der Wechselrichterbaugruppe erheblich. Hinzu kommen aus ökonomischer Sicht eine erhebliche Gewichtseinsparung und ein deutlich geringerer Platzbedarf des Systems bei gleicher Leistung.

#### **- Third Level Inverter Technology:**

Gegenüber der klassischen Wechselrichterbrücke kommen hier in Reihe geschaltete Transistoren zum Einsatz. Durch Reihenschaltung von 2 Transistorstrecken können Transistoren mit geringerer Spannungsfestigkeit zum Einsatz kommen. Durch den geringeren dynamischen Durchlasswiderstand dieser Transistoren ergibt sich bei heutiger üblicher PWM-Frequenz von 10kHz und höher eine nicht unerhebliche Reduzierung

des Verlustleistung und damit eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrads der Wechselrichterbaugruppe.

#### **- Transistor Rectifier with PFC (Power Factor Correction)**

Diese Technologie ermöglicht die sinusförmige Stromaufnahme aus dem Netz, die gleichzeitig phasengleich zur Eingangsspannung verläuft. Hieraus folgt, dass keine Blindstromaufnahme und damit keine Aufnahme von Blindstromleistung im Eingang stattfindet. Die Gesamtstromaufnahme des USV-Systems sinkt hierbei und sorgt für geringere Leistungsverluste in der gesamten vorgeschalteten Versorgungskette. Fehlende Oberschwingungsströme machen zusätzliche Filtermaßnahmen überflüssig, die ihrerseits weitere Verluste zutragen würden. Eventuell zusätzliche, das USV-System schützende Komponenten - z.B. Generatorsysteme - können kleiner und damit ökonomischer dimensioniert werden.

### **b) Ökonomisch Produzieren**

#### **- on PCB Technologie**

Die Fokussierung auf Bauteilgrößen, die es erlauben, Leistungsbauteile direkt auf einem einzigen Platinenträger zu montieren, ermöglicht weitestgehend automatisierte Produktionsprozesse. Dies reduziert den menschlichen Faktor auf ein Minimum. Zusätzlich werden nahezu alle mechanischen Geräusche unterdrückt und damit die Geräuschemissionen, die störenden hochfrequenten Wechselrichtergeräusche, nahezu vollständig eliminiert. Durch die enge räumliche Platzierung aller Leistungsbauteile und damit reduzierte oder nicht vorhandene Leistungs- oder Signalleitungen heben sich magnetische Felder nahezu auf. EMV-Emissionen lassen sich räumlich gut begrenzen.

#### **- Standardisierte Bauteilgruppen und Bauteile**

Eine Standardisierung der eingesetzten Bauteilgruppen erhöht deren Stückzahl und damit die Produktionseffizienz in allen Bereichen und trägt zur Senkung der Produktkosten bei. Da sich jede Anlage, egal welcher Ausbaugröße, innerhalb der gleichen Produktserie aus gleichen Baugruppen zusammensetzt ist eine Aktualisierung des Systems über den gesamten Produktlebenszyklus einfach möglich. Dies betrifft auch die notwendigen Prüf- und Qualitätskontrollen.

### **c) Logistische Effizienz / effiziente Logistik**

Für die Effizienz eines langlebigen Produkts spielen Transportgewicht und Größe für die Instandsetzung benötigter Baugruppen eine weitaus wichtigere Rolle als beim IT-Equipment mit seinen kurzen Produktlebenszyklen. Sind zur Instandsetzung des USV-Systems die Bauteile groß und schwer, können zum Transport keine kosten- und energieeffizienten Transportarten und -wege genutzt werden. Verfügbarkeit von einer geringen Anzahl standardisierter Baugruppen reduziert Investitionskosten für die notwendige Vorhaltung für den Service und den Verkauf.

### **d) Ökonomischer Service**

Je länger der Lebenszyklus eines Produkts ist, desto mehr Bedeutung hat dies für das Produktdesign. Alle relevanten Bauteile, die für die kontinuierliche Instandhaltung und Wartung des Systems wichtig werden, sind hier betroffen. Folgende Überlegungen sind hierbei im Vorfeld maßgeblich:



- Maße und Gewicht der Baugruppen inkl. Batteriesystem
- alle Verschleißteile in tauschbare Baugruppen integrieren
- Firmware Update/Downgrade der Baugruppe über System ohne Einsatz von externen Hilfsmittel
- justagefreier Tausch von Baugruppen
- Steckverbindungen, die einen werkzeuglosen Anschluss aller notwendigen elektrischen und Steuerungsverbindungen ermöglichen
- Berührungssicherer Tausch aller Baugruppen

Oberstes Ziel ist es alle tauschbaren Baugruppen so auszulegen, damit sie alle Sicherheitsauflagen nach geltenden Richtlinien erfüllen und das Handling auf Grund von Gewicht und Abmaßen der Baugruppe von einer einzigen fachlich nicht unterwiesenen Person nach geltenden Arbeitsschutzrichtlinien leistbar ist. Dies senkt nicht nur im Einzelfall die Instandsetzungsgesamtheit, sondern erspart in der Regel erhebliche finanzielle Aufwendungen, die durch die Entsendung von qualifiziertem Servicepersonal zu leisten sind; darüber hinaus ist dies unökonomisch. Besondere Bedeutung erlangt dies, wenn solche Systeme in infrastrukturschwachen Regionen zur Aufstellung kommen, wo die Entsendung von Personal in einem realistischen Zeitfenster unmöglich und finanziell nicht tragbar ist.

## 5. Das Konzept

### a) Single Cube Technology

Die Single Cube Technology vereint alle Punkte zur Erreichung eines energieeffizienten, nach ökonomischen Gesichtspunkten langlebigen USV-Systems mit allen Vorteilen eines modularen skalierbaren und redundanten Aufbaus eines Dauerwandler-USV-Systems unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Anforderungen von PSA und PCA. Im Cube-Konzept sind

- alle Funktionseinheiten wie Gleichrichter, Wechselrichter, Batterieladegerät und automatischer Statischer Bypass in einer Baugruppe (Cube) räumlich und funktional zusammengefasst
- jeder Cube ist in seinen Funktionseinheiten redundant zu anderen Cubes
- alle Verschleißteile, wie z.B. der Lüfter sind ebenfalls integraler Bestandteil des Cubes und wiederum redundant zu anderen Cubes
- Jeder Cube ist 1phasig aufgebaut und ergänzt sich zu einer 1 oder 3phasigen Funktionseinheit
- eine flexible Aufteilung der Cubes zwischen PSA und PCA ermöglicht die Reaktion auf unterschiedliche Auslastung der Phasen als auch den Aufbau von unabhängigen 1phasigen Versorgungslinien oder von redundanten Konfigurationen
- Tausch von Cubes innerhalb des Systems bei Auslastungsverschiebung
- Leistungsauf- und -abrüstung sind „on demand“ phasenbezogen möglich
- automatische Sternpunktbildung, da alle Cubes gegen ein Potential arbeiten (zusätzliche Bauteile zur Sternpunktbildung entfallen)
- kleine Baugruppen, da 1phasig

### b) Modulares Batteriesystem

Das hier gezeigte modulare Konzept setzt sich konsequent im Batteriesystem fort. Dies ist redundant mit einer bewusst niedrigen Zellenzahl entwickelt. Eine geringe Zellenzahl macht das System zur Anpassung an eine gewünschte Überbrückungszeit zum einen flexibler und

zum anderen kostengünstiger in der Anschaffung. Zugleich ist es deutlich stabiler und damit in die Verfügbarkeit höher, als vergleichbare Batteriesystem mit höherer Zellenzahl. Verständlicherweise sinkt in der Regel der Wirkungsgrad des USV-Systems im Batteriebetrieb/Netzausfall je größer die Spannungsdifferenz zwischen Batteriesystem und notwendiger Eingangsgleichspannung des Wechselrichters ist. Dieser Betriebszustand nimmt aber nur einen Bruchteil der Gesamtbetriebszeit in Anspruch und spielt somit in der Gesamtbetrachtung des Wirkungsgrads keine Rolle. Daher überwiegen eindeutig die Vorteile eines Batteriesystems mit geringer Zellenzahl.

Für ein ebenso einfaches Handling des Batteriesystems ist das Batteriesystem ebenfalls aus Modulen aufgebaut. Beim Design wurde auf folgende Punkte Rücksicht genommen:

- *Gewicht und Maße erlauben den einfachen Transport sowie das Handling nach geltenden Richtlinien durch eine Person*
- *Die Gesamtspannung des Moduls überschreitet nicht die geltenden Transportrichtlinien*
- *Die Berührungsspannung überschreitet nicht die gesetzlichen Bestimmungen und kann von jeder Person ohne fachliche Unterweisung bedient werden*
- *Die Zusammenschaltung aller Einzelmodule zur Batterienennspannung erfolgt erst bei vollständigem Einschub des Batteriemoduls*

## 6. Redundanz-Effizienz-Schere

Gerade bei IT-Produkten mit einem kurzen Lebenszyklus in Kombination mit Produkten mit langen Lebenszyklen - hier das USV-System - verlieren viele Unternehmen den Aspekt der Gesamtbetriebskosten aus dem Fokus. Die Gesamtbetriebskosten eines USV-Systems setzen sich nicht nur aus Wirkungsgrad und Anschaffungskosten, sondern wie gezeigt, auch aus vielen anderen Komponenten zusammen, die wenig oder gar keine Beachtung aus ökonomischer Sicht finden. Wie gezeigt spielen vielmehr eine Reihe von designspezifischen Faktoren eine Rolle je länger der Lebenszyklus eines USV-Systems definiert ist. Dies hat direkten Einfluss in der Gesamtbetrachtung eines solchen Systems in ökonomischer Hinsicht und niedriger TCO. Bei Betrachtung der heutigen Versorgungsanforderungen der IT ist mit Hilfe der 1phasigen Cube-Technologie möglich eine ökonomisch sinnvolle USV-Versorgung zu gewährleisten und Effizienz und Redundanz in Einklang zu bringen. Das System bietet, wie jedes vergleichbare modulare Konzept, ein hohes MTBF (Mean Time between Failure) und eine sehr hohe Verfügbarkeit in der Versorgung der Last LOPL (Loss of Load Probability), mit allen ökonomischen Vorteilen.

Die Meta System Deutschland GmbH mit Sitz in München ist als deutsche Niederlassung der italienischen Meta System S.p.A., dem Marktführer im Segment modularer, einphasiger USV-Lösungen (MEGALINE) und modularer, dreiphasiger USV-Lösungen in Single Cube Technologie (TRIMOD und ARCHIMOD) zuständig für den deutschsprachigen Raum (DACH) Deutschland, Österreich und Schweiz. Die 1973 gegründete und zur Unternehmensgruppe Meta System Group gehörende Meta System S.p.A. mit Stammsitz im italienischen Reggio Emilia, ist seit 1974 im USV-Sektor



aktiv. Als erstes Unternehmen weltweit hat Meta System bereits 1993 die modularen und redundanten USV-Anlagen der Serie HF / MEGALINE auf den Markt gebracht. Der durch die Redundanz gewährleistete unterbrechungsfreie Betrieb und die modulare Erweiterungsfähigkeit haben dem Einsatz von USV-Anlagen in kritischen Anwendungen neue Horizonte eröffnet. Heute zählt Meta System zu den Pionieren und Branchenführern im Marktsegment modularer und redundanter USV-Anlagen. Triebfedern für die Entwicklung der USV-Lösungen von Meta System sind Innovation, Qualität, einfache und kostengünstige Bedienbarkeit und Umweltschutz. Kernprodukte im USV-Sektor sind die modularen USV-Serien MEGALINE, TRIMOD und ARCHIMOD, die sich durch Design, Zuverlässigkeit, einfache Installation, einfaches Handling, Modularität, Redundanz, Skalierbarkeit, Flexibilität, einen hohen Wirkungsgrad und geringe TCO auszeichnen. Meta System ist heute ein global operierendes Unternehmen und weltweit mit eigenen Niederlassungen und Partnern präsent und Inhaber von mehr als 150 nationalen und internationalen Patenten. Der Vertrieb aller Meta System Produkte erfolgt in Deutschland über autorisierte Power Partner. Weitere Informationen unter [www.metasystem-deutschland.de](http://www.metasystem-deutschland.de).

