

Energieeffizienz als Herausforderung



Der steigende Energiebedarf und Energiepreiserhöhungen gehören zu den heute weltweit am meisten diskutierten Themen. Hinzu kommt ein Umweltbewusstsein hinsichtlich der Auswirkungen des Energieverbrauchs und die Tatsache, dass die fossilen Brennstoffe in absehbarer Zeit erschöpft sein werden. Dadurch werden Energieeinsparbemühungen und die umfangreiche Förderung von regenerativen Energieträgern sowie die Entwicklung und der Fortschritt bei energieeffizienten Standards, Prozessen und Technologien vorangetrieben.

Eine starke Unsicherheit in Bezug auf die zukünftige Energieversorgung verspüren Unternehmen, die einen hohen Energiebedarf haben und eine konstante Versorgung entscheidend für die Geschäftstätigkeit ist. Die Abhängigkeit der modernen Industrie von einer zuverlässigen Stromversorgung bringt die Herausforderung mit sich, nach neuen Ansätzen für die Reduzierung des Energieverbrauchs zu suchen und gleichzeitig um jeden Preis die realen Gefährdungen für die unterbrechungsfreie Versorgung ihrer kritischen Stromverbraucher abzuwenden.

Die maximale verfügbare Betriebszeit steht bei vielen der weltweit führenden Unternehmen an erster Stelle – damit ist eine USV-Anlage, die ein Höchstmaß an Sicherheit und Schutz für die Verbraucher gewährleistet, eine unerlässliche Voraussetzung für eine funktionierende Infrastruktur.

USV-Systeme liefern die störungsfreie Stromversorgung für elektronische Systeme wie beispielsweise Computernetzwerke und Server, Gebäudemanagement- und Sicherheitssysteme und schützen darüber hinaus vor Stromausfällen, die zu Betriebsausfällen, den Verlust von Informationen sowie Produktivitäts- und damit Ertragseinbußen führen können. USV-Systeme garantieren auf diese Weise, dass eine mangelhafte Qualität der Netzspannung deutlich verbessert und so optimiert wird, dass Störungen aus dem vorgeschalteten Netz vermieden werden.

Demzufolge werden eine abnehmende Spannungsqualität und eine optimale Energieeffizienz zum Maßstab für eine neue, zukunftsweisende USV-Generation: **herausragende Zuverlässigkeit in Kombination mit einem Höchstmaß an Energieeffizienz für 100% Betriebszeit.**

Die Energieeffizienz¹ eines USV-Systems ist das Verhältnis zwischen der Eingangsleistung und der Ausgangsleistung des Systems, mit der der Verbraucher versorgt wird. Wenn Strom durch die internen Bauteile eines USV-Systems fließt, wird eine gewisse Menge Energie als Wärme abgegeben, was Energieverlust bedeutet. Durch die Wärmeabgabe wird zusätzliche Energie von Klimaanlage verbraucht, die notwendig sind, um eine optimale Umgebungstemperatur für die Anlage zu gewährleisten.

Ein gewisser Energieverlust lässt sich zwar nicht vermeiden, aber reduzierter Stromverbrauch durch die USV und die hieraus folgende höhere Effizienz des Systems verringert die Energieverluste und senkt gleichzeitig die allgemein anfallenden Stromkosten. Die Einsparungen rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr gleichen nicht nur die Kosten für die Anschaffung einer USV-Anlage aus, sondern tragen auch zur Senkung von CO₂ und anderen Emissionen bei und reduzieren damit die Umweltbelastung der gewählten USV-Anlage auf ein Minimum.

¹Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass stets eine gewisse Menge Energie als Wärme abgestrahlt wird, wenn eine Form der Energie in eine andere Form umgewandelt wird. Einfach gesagt: Automotoren werden beim Fahren heiß, Batterien von Mobiltelefonen erwärmen sich beim Aufladen und Atomreaktoren müssen kontinuierlich gekühlt werden.

Die optimale USV-Lösung für effizienten Energieeinsatz

Angesichts der Forderung nach Energiesparmaßnahmen in bislang unbekanntem Ausmaß und der heute verfügbaren USV-Technologie ist ein ideales USV-System wünschenswert, das in der Lage ist, den Umfang der Störungen und Fehler im Netz vorherzusehen und in Echtzeit die beste und energiesparendste Betriebslösung zu wählen, um die Verbraucher mit einer hochwertigen Spannung zu versorgen.

Masterguard hat dieses Ideal in eine reale und konkrete Lösung umgesetzt und das erste ganzheitlich energieeffiziente USV-System entwickelt.

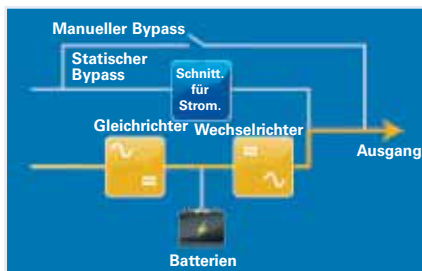
Trinergy ist das neue, revolutionäre USV-System, das das elektrische Umfeld der Stromversorgung kontinuierlich überwacht und durch Analyse der Eingangsbedingungen und der Eigenschaften der Verbraucher die jeweils

effizienteste Betriebsart in Bezug auf eine lückenlose Stromversorgung und Energieeinsparung wählt.

Bei diesem neuartigen System wurden die drei sowohl von der USV-Expertengemeinschaft als auch von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) definierten USV-Ausführungen zum ersten Mal in einer einzigen Einheit kombiniert:

Optimale Leistungsregelung (VFI)

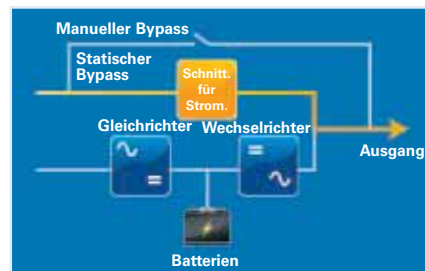
gewährleistet stets eine optimale Stromversorgung für die Verbraucher, wenn das System feststellt, dass die elektrische Umgebung den Einsatz der USV erfordert.



Im Falle einer Verschlechterung der Netzbedingungen und wenn die überwachten Parameter außerhalb des Toleranzbereichs liegen, wird dank des Doppelwandler-Modus beim VFI-Betrieb die ununterbrochene Stromversorgung der Verbraucher mit einem Wirkungsgrad von 95% ermöglicht.

Maximale Energieeinsparung (VFD)

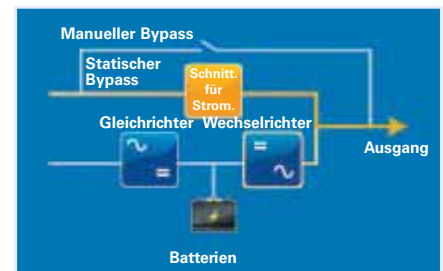
erkennt, wenn die Netzversorgung der USV-Einheit eine hervorragende Qualität besitzt und die USV nicht eingreifen muss.



Bei stabilen Netzbedingungen wählt das USV-System das VFD-Betriebsverhalten zur maximalen Energieeinsparung. Dabei wird der Strom über die Bypassleitung geliefert und ein Wirkungsgrad von 99% erreicht.

Hohe Effizienz und unterbrechungsfreie Stromversorgung (VI)

sorgt für eine Spannungsconditionierung für die Lastversorgung, ohne auf das VFI-Betriebsverhalten umschalten zu müssen.



Bei Anschluss einer nicht-linearen Last an die USV, oder wenn Oberwellen vorhanden sind, arbeitet **Trinergy** als aktives Filter und verbraucht dabei nur den Strom, der notwendig ist, um die Netzstörungen auszugleichen, womit diese Lösung je nach Art der Störungen einen höchstmöglichen Wirkungsgrad – zwischen 96% und 98% – gewährleistet.

Neben der Kombination dieser drei Betriebsverhalten bietet **Trinergy** auch die Standardfunktionen eines Hochleistungs-USV-Systems.

Die Kombination von Energieeffizienz, lückenloser Stromversorgung und herausragender Performance, die in der **Trinergy** zum ersten Mal in einem einzigen Produkt vereint sind, unterscheiden diese **Trinergy**-Lösung von allen anderen USV-Systemen:

- Maximale Verfügbarkeit der Laststromversorgung;
- Optimaler Betriebswirkungsgrad;
- Optimale Spannungsqualität für die Verbraucher;
- Kompatibilität mit allen vorgeschalteten Quellen
 - d. h. niedriger Gesamtklirrfaktor am Eingang
 - d. h. hoher Eingangs-Leistungsfaktor
- Maximale Anpassungsfähigkeit zur Versorgung aller Arten Verbraucher
- Nachgewiesene Übereinstimmung mit anlagen- und ausrüstungsspezifischen Richtlinien



Fallstudie: Rechenzentrum

Rechenzentren benötigen eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, so dass durch ein System die vorübergehenden Stromausfälle, Spannungsabfälle, Spannungstöße und andere Abweichungen vermieden werden und eine saubere Spannungsversorgung die Kontinuität und Sicherheit der Betriebsumgebung garantiert.

Der Eigenstromverbrauch in der Versorgungskette der Rechenzentrums macht einen wesentlichen Anteil der insgesamt für den Betrieb benötigten Energie aus.

In einem typischen Rechenzentrum variieren die Netzbedingungen und die elektrischen Eigenschaften der Last mit der Intensität des Datenverkehrs, was zu Schwankungen der Stromversorgung und somit unterschiedlichen Bedingungen für die elektrische Last führt.

In diesem elektrischen Umfeld beeinflusst die USV die vorgeschaltete Verteilung über den Eingangs-Leistungsfaktor (PF) und den Gesamtklirrfaktor am Eingang THDi (Total Harmonic Current Distortion). Diese elektrischen Eigenschaften variieren in der Regel zwischen 0,8 und 0,9 bzw. zwischen 6% und 20% für den PF bzw. THDi. Dadurch werden Probleme in Form von Oberwellen und Blindstrom erzeugt, was wiederum einen differenzierten Einsatz der USV-Anlage notwendig macht.

Die USV-Anlage kann auch beim Stromversorgungsanschluß eine entscheidende Rolle spielen, da sie Blindstrom und Oberwellen an die Stromquellen und damit potenzielle Probleme an die vorgeschaltete Ausrüstung und das gesamte elektrische Netz zurückgibt. Dies kann beispielsweise die

Überhitzung von Transformatoren, frühzeitigen Verschleiß von Komponenten, die Notwendigkeit zur Überdimensionierung von Kabeln bedeuten und folglich höhere Installations- und Betriebskosten verursachen.

In Rechenzentren eingesetzte, standardmäßige USV-Systeme garantieren dank des Doppelwandler-Betriebs eine hohe Spannungsqualität und unterbrechungsfreie Stromversorgung. Dabei wird Eingangswchelspannung in Gleichspannung umgewandelt und diese Gleichspannung in die Ausgangswchelspannung umgewandelt und auf diese Weise unabhängig von der Qualität der Eingangsversorgung eine perfekte Spannung am Ausgang erzielt. Ein Nachteil des kontinuierlichen Doppelwandlerbetriebs, auch wenn nahezu keine Störungen vorliegen, ist der Energieeigenverbrauch durch die doppelte Spannungswandlung.

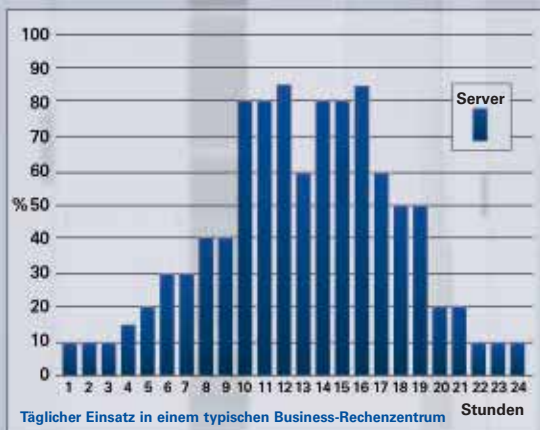
Die ideale Lösung für die unterbrechungsfreie Stromversorgung in Rechenzentren wäre daher ein System, das in der Lage ist, die für die jeweiligen Bedingungen in Bezug auf Strom und Oberwellen passende Versorgung bei gleichzeitigem Verbrauch von möglichst wenig Energie zu wählen.

Die **Trinergy**-Lösung nutzt den spezifischen „Digital Interactive“-Modus, bei dem der

Wechselrichter als paralleles aktives Filter funktioniert und den THDi und PF der Last ausgleicht. Gleichzeitig kann die **Trinergy** - Lösung als serielles aktives Filter eingesetzt werden, um die Toleranzbereiche der Eingangsspannung im Falle von Spannungsabfällen oder Überspannungen zu verbessern, womit ein bemerkenswerter Gesamtwirkungsgrad von bis zu 98% erreicht wird.

Werden sehr hohe Ansprüche an die Leistung der USV-Anlage gestellt oder liegen besonders schwierige Netzbedingungen vor, ist die **Trinergy**-Lösung im Doppelwandler-Modus in der Lage, sofort auf die betreffenden Anforderungen zu reagieren und eine konditionierte Ausgangsversorgung zu garantieren.

Im Gegensatz zu den standardmäßigen USV-Systemen, die unabhängig von den Netzbedingungen im Doppelwandler-Modus arbeiten, überwacht und analysiert die **Trinergy** -Lösung die Betriebsbedingungen des Netzes, bevor sie gezielt das effizienteste Betriebsverhalten für den Ausgleich der Störungen wählt und auf diese Weise einen um 4% bis 7 % höheren Wirkungsgrad als eine bisher übliche USV-Anlage erreicht.



Ein Rechenbeispiel

Um die Vorzüge dieser revolutionären USV-Architektur besser zu verstehen und die tatsächliche Energieeinsparung zu berechnen, die mit der Trinergy-Lösung erreicht werden kann, wurde eine Simulation der verschiedenen gängigen USV-Technologien durchgeführt.

Die Glaubwürdigkeit von Simulationen hängt davon ab, ob hierbei reale Netzbedingungen berücksichtigt werden. Aus diesem Grund wurde zunächst eine Analyse der Netzdaten vorgenommen, die mit dem Ferndiagnose- und Fernüberwachungssystem LIFE.net gemessen wurden. Hierbei handelt es sich um ein bidirektionales Kommunikationssystem, das für die Ferndiagnose, -überwachung und -steuerung des Betriebsstatus von USVen und Stromverteilungssystemen rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr über das weltweite Netzwerk entwickelt wurde.

Die Daten in Bezug auf den Betrieb der USV unter realen Netzbedingungen entstammen einer Auswahl von 2.374 USVen überein, die rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr in

Großbritannien überwacht wurden. Während der im Jahre 2008 über 12 Monate ausgeführten LIFE.net Analyse boten die USVen Schutz bei:

- 2.709 Schwankungen außerhalb des Toleranzbereichs pro USV
- Durchschnittliche Dauer der Schwankungen außerhalb des Toleranzbereichs: 8 s
- 11 Netzausfällen pro USV
- Durchschnittliche Dauer der Netzausfälle: 120 s

Alle diese Ereignisse hätten schädliche Auswirkungen auf die Verbraucher haben können.

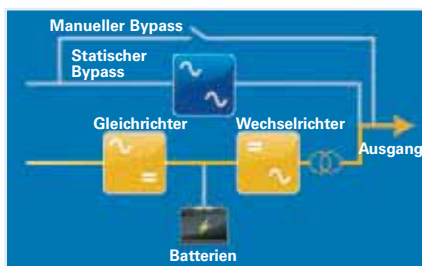
Die Simulation wurde auf der Grundlage dieser realen Netzdaten und der betreffenden

USV-Architektur ausgeführt. Der durchschnittliche Betriebswirkungsgrad der USVen in den einzelnen Betriebsarten wurde unter Berücksichtigung der Eingangsleistung berechnet, woraus sich die gesamten Energieverluste über ein ganzes Jahr ergaben. Die hieraus resultierende durchschnittliche Effizienz ist in der nachstehenden Tabelle angegeben und wird für die Berechnung und den Vergleich der Energieeinsparung für die drei verschiedenen Technologien verwendet.

Die Tabelle enthält eine Übersicht über die Ergebnisse des Vergleichs zwischen den USVen, die mit jeder der verfügbaren Technologien arbeiten:

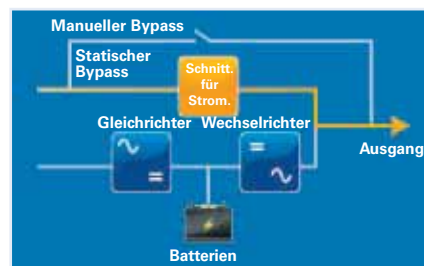
	Scheinleist. kVA	Wirkleist. kW	Durchschnitt. Betriebs- wirkungsgrad	Eingangs. kW	Kühl koeffizient	Energieverluste kWh	Stromkosten £/KWh	Energieein- sparung kWh	Kostenein- sparungen pro Jahr £
Standardtechnologie (Doppelwandlung)	600	540	92,5	584	1,7	8693708	0,09		
Best-in-class-Technologie mit Eco-Mode (Doppelwandlung mit Eco-Mode)	600	540	94,9	569	1,7	8473846	0,09	219862	19788
Revolutionäre Technologie Trinergy	600	540	97,9	552	1,7	8214178	0,09	479530	43158

*Das Berechnungsmodell und das Berechnungsinstrument sind im Anhang detailliert beschrieben.



Standardtechnologie

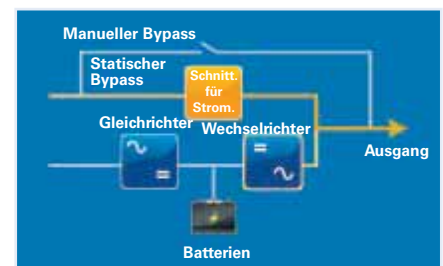
Diese Art USV mit Wechselrichter-Transformator-Technologie hat bei Vollast einen Wirkungsgrad von ca. 92,5%. In einer Anlage mit klimatisierter Umgebung betragen die Energieverluste bei Vollast im Jahr 8.694 MWh.



Best-in-class-Technologie mit Eco-Mode

Diese Art USV mit Eco-Mode und intelligenter Doppelwandlung verbessert den Betriebswirkungsgrad des Systems deutlich und steigert sie bis auf 97%.

Eine im Modus der intelligenten Doppelwandlung arbeitende USV-Anlage besitzt eine durchschnittliche Betriebseffizienz von 95%, was eine Energieeinsparung von 220 MWh im Vergleich zur Standardtechnologie und damit bedeutende Kosteneinsparungen bedeutet.



Technologie Trinergy

Die jüngste revolutionäre Technologiearchitektur von Chloride zeichnet sich durch außerordentliche Vorzüge aus.

Angesichts der unterschiedlichen Bedingungen, die auf die Last einwirken, wählt die **Trinergy**-Lösung das jeweils effizienteste Betriebsverhalten, um bei möglichst geringem Energieverbrauch eine perfekte Spannungsqualität zu garantieren und einen durchschnittlichen Betriebswirkungsgrad von bis zu 98 % zu erreichen – mit anderen Worten: Energie- und Kosteneinsparungen und geringere Umweltbelastung.

Schlussfolgerung

Hinsichtlich des Schutzes von aufgabenkritischen Geräten und Prozessen besteht bis dato die Auswahl zwischen zwei übergeordneten Technologieprinzipien – der Standardtechnologie und der Best-in-class-Technologie mit Eco-Mode. Beide Technologien weisen Vor- und Nachteile in Bezug auf die Energieeffizienz auf.

Wenn eine USV-Anlage mit Standardtechnologie auf Doppelwandlerbetrieb geschaltet ist, liefert sie in allen Situationen einen optimalen Schutz der Last, sei es bei einer geringfügigen Spannungsschwankung oder bei einem kompletten Netzausfall. In beiden Fällen geht die gleiche Menge Energie durch den USV-Einsatz verloren. Nun stellt sich folgende Frage: Ist ein USV-System denkbar, das individuell auf die beiden unterschiedlichen Netzbedingungen reagiert, und dabei weniger Energie verbraucht, d.h. die Energieverluste bei kleinen Spannungsschwankungen auf ein Minimum reduziert?

Die größte Einschränkung eines USV-Systems mit Best-in-class-Technologie und Eco-Mode ist, dass die USV im Eco-Mode zu keiner Art Konditionierung in der Lage ist, auch nicht bei kleineren Störungen. Der Wechselrichter ist nicht in der Lage Oberwellen zu konditionieren oder Spannungsschwankungen auszugleichen und muss dazu auf den Doppelwandler-Modus (intelligente Doppelwandlung) umschalten, um die ununterbrochene Stromversorgung zu gewährleisten, was gleichzeitig größere Energieverluste bedeutet.

Die LIFE.net-Überwachung und -Diagnose zeigt eindeutig, dass komplette Netzausfälle nicht zu den häufigsten Netzstörungen gehören, sondern vor allem kleinere Schwankungen außerhalb der Toleranzbereiche auftreten, daher müssen USVen mit Best-in-class-Technologie und Eco-Mode häufig auf den Doppelwandler-Modus umschalten, um eine optimale Ausgangsversorgung zu ermöglichen.

Die revolutionäre Zukunftstechnologie der vorgestellten Trinergy-Lösung bietet außerordentliche Vorteile:

Mit diesem System wurde nicht nur die Effizienz der einzelnen Betriebsverhalten optimiert, sondern die USV ist in der Lage, die Betriebsumgebung zu überwachen und gezielt das jeweils effizienteste Betriebsverhalten zu wählen, damit ein Höchstmaß an Schutz für die Verbraucher und Energieeinsparung einerseits und eine optimale Performance der USV andererseits möglich ist.

Ihr einzigartiger, nachgewiesener Wirkungsgrad ist jedoch nicht der einzige Vorzug der **Trinergy** - Lösung: Dank der einzigartigen Kombination der in ihr vereinten Technologien ist sie auch die optimale Lösung am Markt, um die Betriebskosten auf ein Minimum zu reduzieren.

Wie in unserer Analyse erläutert, bietet eine USV-Anlage mit Standardtechnologie praktisch keinen Spielraum für Energie- oder Kosteneinsparungen,

da sie ständig im Doppelwandler-Modus arbeitet. Ein Vergleich von USVen mit Standardtechnologie gegenüber USVen mit Best-in-class-Technologie und Eco-Mode ergab bereits beachtliche Energie- und Kosteneinsparungen. USVen mit der neu entwickelten revolutionären Zukunftstechnologie, die alle gängigen Technologien in sich vereinen, bieten nachgewiesenermaßen die doppelten Einsparungen im Vergleich zu USVen mit Best-in-class-Technologie.

Die Trinergy-Lösung stellt somit eine wahrhafte Revolution für die weltweite USV-Branche dar.

Anhang: Berechnungsmethode zum Energiesparen

Um die Energieeinsparung einer USV-Anlage zu berechnen, müssen zunächst die Energieverluste der einzelnen Geräte ermittelt werden.

Heute steht auf dem Markt ein umfangreiches Spektrum an USVen zur Verfügung, die durch unterschiedliche Technologien und damit auch durch unterschiedliche Energieverluste gekennzeichnet sind.

Um die Energieverluste einer USV zu berechnen, muss zunächst der Gesamtwirkungsgrad berücksichtigt werden.

Formel: 1

$$\eta = \frac{P_u}{P_i}$$

USV-Wirkungsgrad ist gleich Ausgangswirkleistung geteilt durch Eingangswirkleistung.

Die Energieeinsparung ergibt sich nun aus der Differenz der Energieverluste der einzelnen USVen.

Die von einer USV-Anlage in einem ganzen Jahr aufgenommene Energie (kWh) wird anhand der folgenden Formel berechnet:

Formel: 2

$$E \text{ (kWh)} = P_i \text{ (kW)} \times 365 \text{ (Tage im Jahr)} \times 24 \text{ (Stunden pro Tag)} \times 1,7 \text{ (Klimatisierungskoeffizient)}$$

Mit dieser Formel wird die Eingangswirkleistung (Pi) berechnet, indem die Ausgangswirkleistung durch den Wirkungsgrad geteilt wird. Darüber hinaus wird der Klimatisierungskoeffizient 1,7 für alle Systeme berücksichtigt, um ein möglichst realistisches Ergebnis zu erhalten.

Um bei einer realen Anlage eine bestimmte Temperatur beizubehalten, ist eine Klimaanlage normalerweise unerlässlich. Dabei gilt: Je größer die Energieverluste der USV, desto mehr Wärme gibt die Anlage ab und umso größer sind folglich auch die Energieverluste der Klimaanlage.

Für die Berechnung der Energieverluste in dieser Beispielsimulation gehen wir von einer 600 kVA USV mit 540 kW Ausgangswirkleistung aus. Um die Eingangsleistung der USV zu erhalten und die Energieeinsparung zu berechnen, muss zunächst der Wirkungsgrad der verschiedenen zu vergleichenden Technologien bekannt sein.

Eine USV-Anlage mit Standardtechnologie, die im Doppelwandler-Modus arbeitet und an eine ohmsche Last von 540 kW angeschlossen ist, besitzt einen festen Wirkungsgrad von 92,5%.

Um den Wirkungsgrad der Best-in-class-Technologie und der revolutionären Zukunftstechnologie zu erhalten, verwenden wir einen dedizierten Simulator, da diese Technologien unterschiedliche Betriebsverhalten verwenden, die je nach vorliegenden Netzbedingungen unterschiedliche Werte ergeben würden.

Bei der Simulation mit der Best-in-class-Technologie berechnete der Simulator die durchschnittliche Betriebseffizienz der USV anhand der Analyse der Eingangsbedingungen und der Berechnung, wie lange die USV über das ganze Jahr im Doppelwandler-Modus und im Eco-Mode arbeitet.

Bei der Simulation mit der revolutionären Zukunftstechnologie berechneten wir auf der Grundlage der eingegebenen realen Netzbedingungen, wie lange die USV in den einzelnen Betriebsarten arbeiten würde, und ermittelten auf diese Weise die durchschnittliche Gesamtbetriebseffizienz.

Abschließend wurde die Energieeinsparung als Differenz zwischen den Energieverlusten jeder USV (die anhand der Ausgangswirkleistung der Last ermittelt wurde) und der durchschnittlichen, mithilfe des dedizierten Simulators ermittelten Betriebseffizienz berechnet.