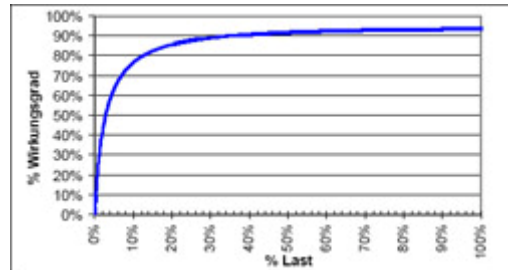


Steigerung der Effizienz großer USV-Systeme - Teil 2

Nur allzu leicht werden bei der Spezifizierung von USVen die unterschiedlichen Wirkungsgrade der Systeme außer Acht gelassen. Tabelle 2 listet die Gründe hierfür auf und erläutert die Nachteile einer derartigen Vorgehensweise.

Leerlaufverlust

Wie der Name schon sagt, wird bei einer Last von 0 % die gesamte Eingangsleistung von der USV genutzt. Dies wird auch als Tara-, konstanter, fester, Shunt- oder paralleler Verlust bezeichnet. Er ist unabhängig von der Last und resultiert aus der Stromversorgung von Transformatoren, Kondensatoren, Hauptplatinen und Kommunikationskarten. Der Leerlaufverlust kann mehr als 40 % aller USV-Verluste ausmachen und bietet somit das größte Potenzial für eine Steigerung des Wirkungsgrads. Einzelheiten hierzu sind im Anhang beschrieben.



Proportionaler Verlust

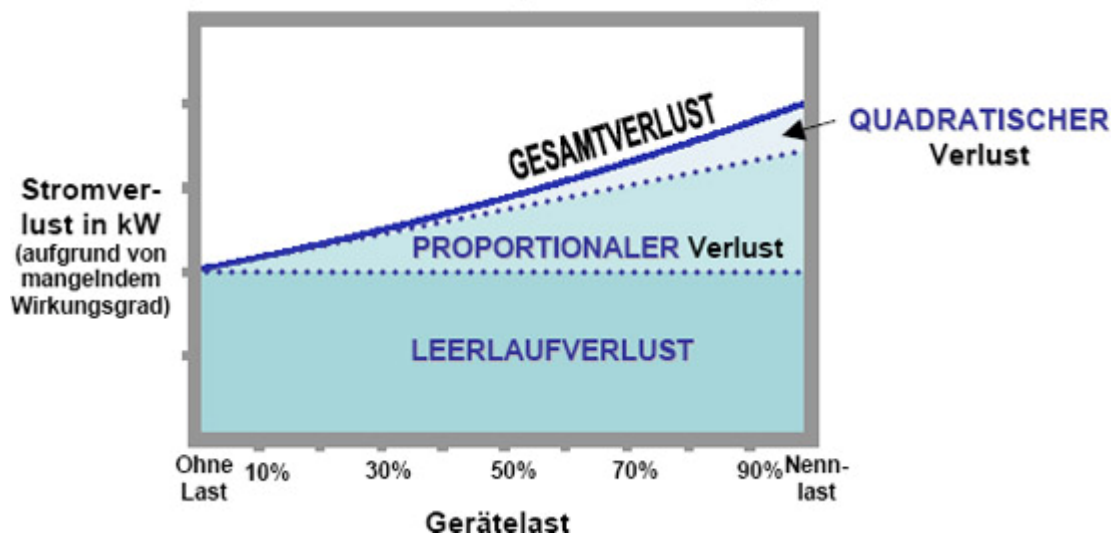
Bei zunehmendem Lastpegel wird ein größerer Anteil der Eingangsleistung für die verschiedenen Komponenten des Strompfads benötigt. So tragen Schaltverluste von Transistoren und Widerstandsverluste von Kondensatoren und Induktoren z. B. zum proportionalen Verlust bei.

Quadratischer Verlust

Mit steigender Last fließt auch mehr Strom durch die Komponenten der USV. Dies führt ebenfalls zu Verlusten, wobei das Quadrat des Stroms mitunter als „I-Quadrat R“-Verlust bezeichnet wird. Dabei ist die Verlustleistung in Form von Abwärme proportional zum Quadrat des Stroms. Der quadratische Verlust wird mit 1 bis 4 % erst bei höheren USV-Lasten relevant.

Für einen Vergleich des Wirkungsgrads zweier USVen werden nur die USV-Verluste berücksichtigt. Aus der Wirkungsgradkurve alleine lässt sich schon sehr viel über ein USV-System ablesen. Dazu zählen beispielsweise ihr Leerlauf-, proportionaler und quadratischer Verlust bei den verschiedenen Lastpegeln. Wenn diese drei Verlustarten relativ zur prozentualen USV-Last abgetragen werden, ergibt sich ein Diagramm der Verlustleistung ähnlich dem aus **Abbildung 3**. Dabei ist zu beachten, dass der Leerlaufverlust über das gesamte Lastspektrum hinweg gleich bleibt, während der proportionale Verlust ansteigt, wenn mehr IT-Geräte an die USV angeschlossen werden.

Abb. 3 – Entwicklung der Verlustleistung



Häufige Fehler bei der Spezifikation von USV-Systemen

Nur allzu leicht werden bei der Spezifizierung von USVen die unterschiedlichen Wirkungsgrade der Systeme außer Acht gelassen. Tabelle 2 listet die Gründe hierfür auf und erläutert die Nachteile einer derartigen Vorgehensweise.

Grund	Nachteil
Der vom Hersteller angegebene Wirkungsgrad bezieht sich fast immer auf eine Last von 100 % unter optimalen Bedingungen. Daraus ergeben sich für die verschiedenen USVen quasi identische Wirkungsgrade.	Die Herstellerangaben sind nur dann von Wert, wenn die USV bei ihrer Inbetriebnahme mit einer Last von über 80 % gefahren wird. Andernfalls sollte bei der Spezifizierung die jeweils niedrigere Last herangezogen werden. Dazu kommt, dass die Hersteller häufig auf Eingangsfilter verzichten, die den angegebenen Wirkungsgrad noch einmal um 0,5 bis 1 % drücken.
Bei einer USV-Last von über 80 % machen die Stromkosten aufgrund der Verlustleistung nur einen kleinen Prozentsatz der Kosten aus, die für die IT-Stromversorgung insgesamt anfallen.	Trotz dieser Tatsache können von USV zu USV erhebliche Kostenunterschiede bestehen.
Die vom Hersteller angegebenen Wirkungsgrade der USVen dienen zur Berechnung der Verlustleistung für alle Lastszenarien. Daraus ergeben sich ähnliche Kosten für die einzelnen Systeme.	Obwohl der Wirkungsgrad bei einer Last von über 30 % konstant ist, kommt es unter diesem Wert zu einem zunächst schwachen und zwischen 20 und 30 % sogar steilen Abfall des Wirkungsgrads. Dazu kommt, dass bereits ein kleiner Unterschied beim Wirkungsgrad überraschend große Unterschiede bei den Stromkosten nach sich zieht.
Die Kosten werden auf einer jährlichen Basis berechnet, wodurch sich geringere Beträge ergeben.	Die auf den ersten Blick gering erscheinenden Jahreskosten müssen mit dem Faktor 10 multipliziert werden, da von einer Nutzungsdauer des Datacenters von 10 Jahren auszugehen ist.

Tabelle 2 – Gründe für die mangelnde Berücksichtigung des Wirkungsgrads

Unternehmen zahlen für den Strom, den sie laut Verbrauchszähler benötigt haben. Dies ist die ultimative Benchmark für die Spezifizierung eines jeden Geräts. Aus diesem Grund sollten die Angaben der Hersteller zum Wirkungsgrad auf realistischen Kundeninstallationen basieren. Außerdem sollte bei der Konzeption der Datacenter-Stromversorgung der Wirkungsgrad unter Berücksichtigung aller Stromverbraucher und nicht nur der installierten USVen zugrunde gelegt werden. In diesen Zusammenhang gehört z. B. der Verzicht auf Eingangsfilter, um den Wirkungsgrad einer USV zu erhöhen. USVen erzeugen aufgrund ihrer Bauweise Oberwellen bzw. unerwünschte Ströme, die Wärmeverluste in netzaufwärts befindlichen Leitungen und Transformatoren erhöhen und damit den Wirkungsgrad beeinträchtigen. USV-Eingangsfilter minimieren diese nachteiligen Effekte, indem sie den Oberwellenanteil des Wechselstroms dämpfen. Indem er auf Eingangsfilter verzichtet, um einen höheren Wirkungsgrad zu erzielen, verlagert ein Hersteller also die Wärmeverluste und die daraus resultierenden Leistungsverluste lediglich weiter netzaufwärts. Für den Kunden bedeutet dies letztlich die Reduktion des Wirkungsgrads, der über die 0,5 bis 1 % bei Volllast hinausgeht, da eine USV meistens mit einer Last von rund 30 % betrieben wird, bei der der feste Verlust durch den Filter stärker ins Gewicht fällt. Zur Verdeutlichung soll eine 1-MW-USV dienen, die bei 0,10 USD/kWh und einer Last von 30 % einen Best-case-Wirkungsgrad von 89 % aufweist. Wenn der Wirkungsgrad durch einen Filter um 3 % gedrückt wird, steigen die jährlichen Stromkosten von 32.481 auf 42.781 USD. Dies entspricht einer Steigerung von annähernd 32 %.

Die vielleicht effizienteste Methode für die Spezifikation einer USV mit Blick auf ihren Wirkungsgrad besteht darin, vom Hersteller eine Wirkungsgradkurve zu verlangen, die die Stromkosten der USV detailliert auflistet und so einen fundierten Vergleich ermöglicht. Dabei sollte die Kurve sowohl die Eingangs- als auch die Ausgangsleistung angeben, so dass mit einem einfachen Spreadsheet die Stromeinsparungen für beliebige Lastpegel zwischen 0 und 100 % berechnet werden können. **Dabei muss die vom Hersteller bereitgestellte Kurve auf einer Konfiguration basieren, die mit der spezifizierten Konfiguration vergleichbar ist.** Im Anhang zu diesem White Paper finden Sie eine ausführliche Erörterung zum Vergleich der USV-Wirkungsgrade unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien. Im Folgenden wird beschrieben, wie USV-Hersteller den Wirkungsgrad ihrer Produkte durch verschiedene Designmerkmale erhöhen können.