

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	93 (2002)
<b>Heft:</b>	7
<b>Artikel:</b>	Die unterbrechungsfreie Stromversorgung und ihr Umfeld
<b>Autor:</b>	Gehrig, Markus
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-855395">https://doi.org/10.5169/seals-855395</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Die unterbrechungsfreie Stromversorgung und ihr Umfeld

Die Optimierung von unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlagen (USV-Anlagen) beschränkt sich nicht auf die Wahl des optimalen Produktes. Häufig geht in Vergessenheit, dass das geschickte Auslegen des Umfelds der USV-Anlage für einen hohen Gesamtnutzen mindestens so wichtig ist wie die Produktewahl. Allerdings sind Kriterien wie Zuverlässigkeit, Wirkungsgrad oder Netzbeeinflussung vielschichtig miteinander verstrickt. Es bedarf daher eines ausgereiften Konzepts, soll die USV-Anlage optimal für die zu versorgenden Lasten ausgelegt werden.

Bis vor etwa einem Jahr – in der Zeit der Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes – bauten immer mehr Firmen, oft mit Hauptsitz in England oder den USA, in der Schweiz ihre eigenen Telekommunikationsnetze auf. Etwa zur gleichen Zeit fand der Boom im Internet-

nicht ausgeschaltet werden, sondern muss ebenfalls im Teillastbetrieb betrieben werden. Aber auch die Zinskosten des gebundenen Kapitals – die mit sinkenden Börsenkursen zunehmend an Bedeutung gewinnen – stellen erhebliche Opportunitätskosten<sup>1</sup> dar. Im Gegensatz zu normalen Stromkosten, die meistens variable Kosten sind, führen Verluste zu Fixkosten, welche eine Unternehmung unabhängig vom Umsatz belasten. Gefragt ist daher eine radikale Gesundschrumpfung mit dem Fokus: Kapitalentbindung, Konsolidierung von Rechenzentren, Betriebskostensenkung bei gleichzeitiger Erhaltung der geforderten Zuverlässigkeit. Eine anspruchsvolle und interessante Aufgabe.

## Bestimmung der notwendigen Anforderungen

### Anforderungen an die Verfügbarkeit

Wenn eine USV-Anlage installiert und betrieben wird, sollten die durch sie verursachten Kosten in einem adäquaten Verhältnis zum Risiko stehen. Grundsätzlich sollten Investition und Betriebskosten zur Minderung des Risikos zusammen nicht grösser sein, als das Risiko selbst, nämlich das Produkt aus Schadensausmass und Eintretenswahrscheinlichkeit (siehe Formel).

Die stark vereinfachte Relation lautet:

$$I + B \leq S \cdot (E_1 - E_2)$$

Dabei bedeuten  $I$  die Investition,  $B$  die Betriebskosten,  $S$  das Schadensausmass sowie  $E_1$  die Eintretenswahrscheinlichkeit ohne USV,  $E_2$  diejenige mit USV.

Normalerweise wird nur die linke Seite der vorangehenden Formel ausgewertet und danach entschieden, ob die Investition sinnvoll ist: Da die rechte Seite selten oder nur ungenügend bekannt ist, wird das durch sie beschriebene Risiko meist nur gefühlsmässig abgeschätzt. Um aber eine sinnvolle Lösung finden zu können, muss auch die rechte Seite bestimmt werden. Die Eintretenswahrscheinlichkeiten (z.B. Netzausfälle) sind dabei u.a. vom Standort abhängig<sup>2</sup>. Das Schadensausmass setzt sich aus direkten physischen Schäden, Opportunitätskosten – verursacht durch den Ausfall –, aber auch aus Imageschäden zusammen. Die Schadensabschätzung ist ein wichtiger Bestandteil des Risikomanagements einer Unternehmung und ist ausserordentlich schwierig zu bestimmen, weshalb häufig keine Abschätzungen von Schäden aus Netzausfällen gemacht werden, oder aber viel zu hohe Risiken angenommen werden. Ein externer Berater kann da oft wertvolle Unterstützung bieten.

Eine andere Quantifizierung der notwendigen Betriebssicherheit ist die Formulierung einer Verfügbarkeitsanforderung in Prozenten der Betriebszeit. Garantiert beispielsweise eine Firma ihren Kunden eine Mindestverfügbarkeit, muss auch die Stromversorgung entsprechend ausgelegt sein. Je nach Betrieb muss daher von einer unterschiedlich hohen Zuverlässigkeit der Stromversorgung und der dafür benötigten Kälteanlagen ausgegangen werden. Mit Hilfe von Zuverlässigkeit-Blockdiagrammen kann diese abgeschätzt werden. Dazu wird die Stromversorgung wie ein Widerstandsnetzwerk dargestellt, worin die Widerstände jeweils einzelne, in sich abgeschlossene Bestandteile der gesamten Stromversorgung darstellen. In Analogie zum elektrischen Stromkreis gehen die MTBF<sup>3</sup>-Werte als Leitwerte in die Berechnung ein [1].

### Anforderungen an die Leistung

Auch die Leistungsanforderungen sind häufig üppig bemessen. Angenommene Leistungsdichten von 600 bis 1500 W/m<sup>2</sup> in Rechenzentren sind heute State-of-the-art: noch vor wenigen Jahren reichten Leistungen von 300 bis 500 W/m<sup>2</sup>.

Grosse Zuwachsrate durch neue Technologien und Anwendungen im Be-

reich Mobiltelefonie und Internet verursachen einerseits grössere Strombedarfswerte, und andererseits führen neuere Technologien zu besserer Energieeffizienz. Aus diesen Gründen rechtfertigen sich nur moderat grössere spezifische Leistungen. Erfahrungen im Betrieb von Rechenzentren zeigen, dass keine spezifischen Leistungen über  $800 \text{ W/m}^2$  erreicht werden. Die Leistungsanforderungen, von Internet-Hotelbetreiber<sup>4</sup> oft empirisch ermittelt und linear hochgerechnet, sind meistens zu hoch ange setzt [2].

### Optimierung nach verschiedenen Kriterien erfordert anspruchsvolle Denkarbeit

Die Qualität eines Rechenzentrums wird durch eine Vielzahl von Kriterien bestimmt, wie etwa Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, Wirkungsgrad, Energieverbrauch, Leistungsdimensionierung, Ausbaufähigkeit oder Modularität. Eine Optimierung nach mehreren – meist komplex zusammenhängenden – Kriterien erfordert neben Fachwissen und Methodik auch spezielle Computertools.

Das Rechenzentrum sollte stets als Gesamtsystem betrachtet werden. Die

Stromversorgung beispielsweise hat Einfluss auf die Klimaanlage und diese wiederum auf die Verfügbarkeit der Stromversorgung. Darum ist gut beraten, wer bereits in der Vorprojektphase ein Konzept erstellt, welches alle systemübergreifenden relevanten Kriterien berücksichtigt. Sensitivitätsanalysen oder grafische und statistische Methoden bieten hierzu hilfreiche Unterstützung.

Es sollte – z.B. mittels Simulationsprogrammen – abgeklärt werden, welche Anlagen wie stark gekühlt werden müssen und wie gross die thermischen Zeitkonstanten der geplanten Räume sind, denn diese haben sowohl auf die Kühlung als auch auf deren Stromversorgung Einfluss. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch, dass sich ein in Leichtbauweise erstelltes Rechenzentrum bei einem Netzausfall wesentlich schneller erwärmt als ein gleiches in einem mit Beton umgebenen Untergeschoss. Überlange Batterieautonomiezeiten machen wenig Sinn, wenn die Kühlung der Systemräume selber nicht über eine USV-Anlage versorgt ist.

Auch die Bestimmung der Abwärme durch die angeschlossenen Lasten, die notwendigen Leistungsvorhalte (redu-

dante Anlagen), die Umgehungsschaltungen für spätere modulare Erweiterungen und Revisionen der USV, aber auch betriebsrelevante Planungskriterien wie Bedienungs-, Wartungs-, Steuerungs- und Signalisierungskonzepte sind Betätigungsfelder, auf welchen planende Ingenieure noch viel Optimierungspotenzial finden können, vorausgesetzt, sie verfügen über genügend Kreativität.

Ein gut konzipiertes Gesamtsystem profitiert von der Wahl einer effizienten USV-Anlage, während selbst das beste Produkt eine schlechte Konzeption nicht wettmachen kann.

### Referenzen

- [1] A. Birolini: Zuverlässigkeit und Energieverbrauch von elektronischen Geräten und Systemen, Ravel-Publikation, EDMZ, Bern, Mai 1992
- [2] H.-P. Guggenbühl: Strombedarf des Internets. Tages-Anzeiger, 28.03.2001; Seite 42
- [3] J.-P. Thommen: Managementorientierte Betriebswirtschaftslehre. Versus-Verlag, Zürich, 1996; Seite 166 und 383

### Links

[www.power-engineering.ch](http://www.power-engineering.ch)

### Adresse des Autors

Markus Gehrig, Dipl. El. Ing. TS/REG B, MG Power Engineering AG, 8600 Dübendorf, Tel. 01 882 17 18, m.gehrig@power-engineering.ch

<sup>1</sup> Unter Opportunitätskosten werden die Kosten verstanden, die aus einer falsch oder nicht optimal gewählten Alternative entstehen [3]

<sup>2</sup> Vorgaben international tätiger Firmen beispielsweise, die auf Qualitäts- und Standardisierungsüberlegungen für Filialen in anderen Ländern basieren, machen unter Umständen in der Schweiz nicht unbedingt Sinn.

<sup>3</sup> MTBF: Mean Time Between Failure

<sup>4</sup> Internet-Hotels sind Gebäude, in denen Telekommunikationsunternehmen oder Provider Anlagen für Internetdienste konzentrieren. Für geplante Einrichtungen werden Anschlussleistungen von 20 bis 40 MW beantragt.

## L'alimentation sans coupure et son environnement

L'optimisation des alimentations sans coupure (installations ASC) ne se limite pas au choix du produit le mieux adapté. On oublie souvent que la conception judicieuse de l'environnement de l'ASC est, pour assurer une haute utilité globale, au moins aussi important que le choix du produit. Néanmoins, il faut dire que les critères tels que fiabilité, rendement ou influence du réseau sont interdépendants à différents niveaux. Un concept bien mûri est donc nécessaire pour qu'une installation ASC puisse être dimensionnée de manière optimale pour les charges à alimenter.

## Von ANSON die Ventilatoren mit Wärmerückgewinnung (WRG) und Frischluftzufuhr:



**ANSON WRG**  
Ventilatoren für  
Aussenwand –  
Einbau 230 V 50–1200  
 $\text{m}^3/\text{h}$ . Für tadellose  
Raumluft in Bad/WC,  
kleinen Büros und Sit-  
zungszimmern. Rasch  
und preisgünstig von:  
400  $\text{m}^3/\text{h}$ . Von ANSON



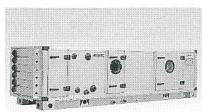
**ANSOVENT**  
Ventilatoren mit  
WRG  
mit automatischer  
Sommer/Winter-  
Bypass-Umstellung.  
Moderne Technik mit  
24 V DC-Motoren.  
400  $\text{m}^3/\text{h}$ . Von ANSON



**Modernste**  
**ABB Ventilato-  
ren mit WRG**  
4 Rohrschlüsse 80  
mm Ø. 400  $\text{m}^3/\text{h}$ . Für  
Bad/WC und Küchen-  
Entlüftung im STWE  
und EFH. Von ANSON.



**ANSOVENT**  
Flachgeräte für  
Deckenmontage  
Besonders flache WRG-  
Ventilatoren für 500–  
3600  $\text{m}^3/\text{h}$ . Hervor-  
ragend bewährt. Kurzfri-  
stig und rasch von  
ANSON AG ZÜRICH.



**Grosse WRG**  
Ventilatoren  
modernster Bauart von  
3000–10000  $\text{m}^3/\text{h}$  für  
Läden, Restaurants,  
Fabrikräume. Wir haben  
Erfahrung und liefern  
rasch und preisgünstig.  
Wir sind Spezialisten.



**WRG Ventilato-  
ren energiespa-  
rend betreiben**  
mit modernsten Steue-  
rungen von **ANSON**.  
Manuell oder zeit- und  
temperaturabhängig.  
Wir sind Spezialisten.

Beratung/Offerte überzeugen: **ANSON 01/461 11 11**

Friesenbergstrasse 108  
8055 Zürich Fax 01/461 31 11

