Die unterbrechungsfreie Stromversorgung und ihr Umfeld

Autor(en): **Gehrig, Markus**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **93 (2002)**

Heft 7

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855395

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://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-

Markus Gehrig

Hosting sowie im E-Commerce statt. Beides zusammen führte zu einer verstärkten Nachfrage nach immer leistungsfähigeren Stromversorgungen.

In diesen rasant wachsenden Märkten für Telekommunikation und Internetanwendungen sind Zuverlässigkeit und Time-to-market die wichtigsten Erfolgskriterien. Entsprechend werden an die Stromversorgungen hohe Anforderungen bezüglich Leistung und Verfügbarkeit gestellt. Häufig resultieren daraus massive Überdimensionierungen. So stehen heute viele Anlagen in Betrieb, welche in ungünstigen Teillastbereichen (zwischen 5 und 30% Last) arbeiten. Auch wenn heutige Anlagen Ecomod oder Off-line-Modus als Betriebsart haben, werden die Anlagen für Rechencenteranwendung nicht im Off-line-Modus betrieben. Der schlechte Wirkungsgrad im Teillastbetrieb mit nicht linearen Lasten erhöht den Energiekostenanteil für in Wärme umgewandelte Verluste und das Abführen der Wärme massiv.

Das Abschalten einzelner USV-Anlagen bringt hier keine Abhilfe, denn die Batterien müssen zur Werterhaltung unter Schwebespannung gehalten werden. Demzufolge kann auch die Klimaanlage 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[1] 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[2]. 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 Zuverlässigkeits-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[3]-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^2 in Rechenzentren sind heute State-of-the-art: noch vor wenigen Jahren reichten Leistungen von 300 bis 500 W/m^2.

Grosse Zuwachsraten 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 W/m^2 erreicht werden. Die Leistungsanforderungen, von Internet-Hotelbetreiber[4] oft empirisch ermittelt und linear hochgerechnet, sind meistens zu hoch angesetzt [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 (redundante 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.

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.

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

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

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

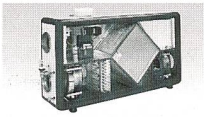
[2] Vorgaben international tätiger Firmen beispielsweise, die auf Qualitäts- und Standardisierungsüberlegungen für Filialen in anderen Ländern basieren, machen unter Umständen in der Schweiz nicht unbedingt Sinn.

[3] MTBF: Mean Time Between Failure

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

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

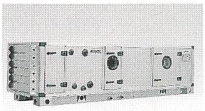
ANSON WRG Ventilatoren für Aussenwand – Einbau 230 V 50–1200 m³/h. Für tadellose Raumluft in Bad/WC, kleinen Büros und Sitzungszimmern. Rasch und preisgünstig von:



ANSOVENT Ventilatoren mit WRG **mit automatischer Sommer/Winter-Bypass-Umstellung.** Modernste Technik mit 24 V DC-Motoren. 400 m³/h. Von ANSON

Modernste ABB Ventilatoren mit WRG 4 Rohranschlüsse 80 mm Ø. 400 m³/h. Für Bad/WC und Küchen-Entlüftung im STWE und EFH. Von ANSON.

ANSOVENT Flachgeräte für Deckenmontage Besonders flache WRG-Ventilatoren für 500–3600 m³/h. Hervorragend bewährt. Kurzfristig und rasch von ANSON AG ZÜRICH.



Grosse WRG Ventilatoren modernster Bauart von 3000–10000 m³/h für Läden, Restaurants, Fabrikräume. Wir haben Erfahrung und liefern rasch und preisgünstig.

WRG Ventilatoren energiesparend betreiben mit modernsten Steuerungen 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

ISO 9001