

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 92 (2001)

**Heft:** 11

**Artikel:** Die Qualität der Stromversorgung

**Autor:** Racciatti, Ludovico

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-855717>

### **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:** 14.01.2026

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

# Die Qualität der Stromversorgung

## Lösungen bei Stromversorgungsproblemen

Eine kürzlich vom National Computing Centre erstellte Studie schätzt die durch einen Stromausfall verursachten Kosten auf durchschnittlich 18 000 bis 60 000 Franken. Dies liegt höher als die durch Blitzschlag oder Diebstahl entstehenden Schäden.

Andere Studien belegen, dass sich jede zweite Firma nie von einem ernsthaften EDV-Zusammenbruch erholt.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, bestehende Einrichtungen zu schützen bzw. weniger empfindlich zu machen.

*Ludovico Racciatti*

Die gebräuchlichste ist der Einsatz von unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlagen (USV-Anlagen). Entsprechend weisen diese stark wachsende Umsatzzahlen auf – mit steigender Tendenz (Tabelle I). Während das Wachstum in den Jahren 1997–1999 bei rund 9% lag, wird für die Zeitspanne 2000–2004 mit einem Anstieg von rund 18% gerechnet. Mit 26% nehmen dabei die USV-Anlagen unter 10 kVA am meisten zu (+12% bei Anlagen über 10 kVA). Die Serviceleistungen steigen in derselben Zeit um etwa 18%.

Interessant ist auch die Tatsache, dass 1999 rund 38% des Welt-Strombedarfs zu Lasten der Kommunikationstechnik (Telecom) und des Internets gehen – Anwendungen, die typischerweise USV-Anla-

gen verwenden. Für das Jahr 2005 dürfte der Anteil auf 54% angewachsen sein.

Der Anwender muss seine Wahl nach verschiedenen Parametern treffen. Zu beurteilen sind beispielsweise Störungsart, Kosten, Eigenschaften der Ausrüstungen, Stromverteilung vor Ort sowie die Frage, wie kritisch die Anwendung ist. Im nachfolgenden Artikel soll gezeigt werden, welche Schutzmassnahme in welchem Fehlerfall angewendet werden kann.

### Systeme werden immer anfälliger

IT-Ausrüstungen, Telekommunikationssysteme und Industrieanlagen werden immer komplexer. Die Datenverarbeitung erfolgt immer schneller und der Bedarf nach Verbindungen in Echtzeit und Dauerbetrieb von Industrieprozessen und Kommunikationsanlagen wächst kontinuierlich. Damit steigt aber nicht nur die Leistungsfähigkeit, sondern gleichzeitig auch die Empfindlichkeit der Systeme gegenüber Störungen im Versorgungsnetz wie etwa Transienten, Spannungseinbrüchen und -verzerrungen, Frequenzschwankungen oder Unterbrüchen bis hin zu Ausfällen. Diese Störungen hängen sowohl mit der Stromübertragung und -verteilung selber, aber auch mit atmosphärischen Einflüssen wie etwa Stürmen, Blitzschlägen, Frost und Wind oder mit industriellen Umgebungseinflüssen wie beispielsweise Fehlfunktionen bei Maschinen oder durch Verbraucher verursachten Transienten zusammen. Eine vollständige Eliminierung dieser Störungen seitens der Elektrizitätswerke wäre weder wirtschaftlich sinnvoll noch technisch machbar.

Den Herstellern ist es gelungen, ihre Geräte und Anlagen gegen Stromversorgungsstörungen weniger empfindlich zu machen (besseres Verhalten bei Span-

Fileserver und die dazugehörigen Komponenten sollten an eine USV-Anlage angeschlossen sein:

- Bei den meisten Netzwerksystemen wird das Fileserver-Verzeichnis des leichteren Zugriffs wegen im RAM-Speicher gehalten. Bei einem Stromausfall von bloss einem Sekundenbruchteil kann es vollständig gelöscht werden.
- In der Unix-Umgebung müssen sämtliche Dateien dauernd im RAM-Speicher offen bleiben. Nach einem noch so kurzen Stromausfall kann es notwendig werden, das ganze Betriebssystem samt Anwendungssoftware neu zu installieren. Der Serverschutz stellt nur die erste Schutzmassnahme dar, Workstations benötigen ebenfalls einen USV-Schutz gegen Stromausfälle.

Weniger sichtbar, dafür aber umso schädlicher sind die Auswirkungen in Form vorzeitiger Alterung der Einrichtungen sowie Verschlechterung ihrer Betriebssicherheit.

nungsspitzen, erhöhte Toleranz gegenüber Spannungseinbrüchen bis zu 20% und kurzzeitigen Stromausfällen von 5 bis 10 ms), doch werden die Auswirkungen von Störungen immer schwerwiegender: Sie reichen von Produktionsausfällen, Verschlechterung der Produktqualität bis zu ernsthaften Personen- und Sachrisiken oder gar der Gefährdung der Existenz von Unternehmen.

Auf Grund des Wachstums beim E-Commerce wird eine ständige Erhöhung der Web-Verfügbarkeit verlangt. Die akzeptierte «Downtime» (Ausfallzeit) liegt bei 5 Minuten pro Jahr, was einer Verfügbarkeit von 99,999% entspricht, wobei für solche Applikationen bald 99,99999% – bzw. maximal 3 Sekunden pro Jahr – erforderlich sein werden. Dabei ist zu beachten, dass rund 15% der Netzwerkausfälle und Hardwareschäden durch Strompannen verursacht werden (Tabelle II): Die weitaus häufigste Ursache sind Laufwerk- und Softwareprobleme.

Jahr	Anlagen		Service	Total
	< 10 kVA	> 10 kVA		
1997	4,00	2,00	1,00	7,00
1998	4,30	2,18	1,10	7,58
1999	4,70	2,64	1,14	8,48
2000	5,43	3,43	1,44	10,30
2001	5,80	4,14	1,66	11,60
2002	6,50	5,10	2,00	13,60
2003	7,30	6,50	2,28	16,08
2004	8,14	8,14	2,74	19,02

Tabelle I Marktwachstum von USV-Anlagen in den Jahren 1997–2004 in Mrd. Franken



Störungsart	Häufigkeit [%]
Laufwerke	22
Software	21
Netzwerkstörungen	15
I/C und Karten	14
Routers	11
Erhitzung	8
Personal	6
Kabel	3

Tabelle II Lösungsübersicht für verschiedene Störfaktoren

Die Systeme sind daher immer dringender auf zuverlässige Stromqualität angewiesen. Die Zunahme der USV-Anwendungen hängt eng mit der Höhe der Investitionen in komplexe Techniken zusammen. Tabelle III zeigt die weltweiten Investitionen in die Infrastruktur für 1999 und die geschätzte Entwicklung für das Jahr 2005, jeweils in Mrd. Franken.

## Schutzarten

### Integrierter Schutz

Einige Einrichtungen sind mit einem eingebauten Schutzsystem ausgerüstet, doch beschränkt sich dieses oft auf die am häufigsten auftretenden Störungen wie Transienten, Spannungseinbrüche oder kurzzeitige Stromausfälle (Einsatz von Batterien bzw. Kondensatoren).

In den übrigen Fällen sind die in herkömmlichen Geräten vorhandenen Schutzeinrichtungen verhältnismässig unwirksam und beschränken sich häufig auf den blossen Schutz des Gerätes, das «saubere» Herunterfahren bzw. Ausschalten oder die Datensicherung. Selten ermöglichen sie die Aufrechterhaltung des normalen Betriebs empfindlicher Einrichtungen.

Um eine Weiterführung des Normalbetriebs nach einem Unterbruch von mehr als 10 ms aufrechtzuerhalten, ist die Anwendung von USV-Anlagen unerlässlich,

Infrastruktur	1999	2005
Daten/Netzwerke	27	100
Mobile Telefonie	75	200
XDLS	0,3	8
Data Centers	7	120
WLL	0,5	29
Glasfaser	5	20

Tabelle III Weltweite Investitionen in die Infrastruktur 1999–2005

welche mittels Schwungrad oder Batterien – die einzigen Möglichkeiten, Energie auf einfache Art zu speichern, um bei deren Ausfall unterbrechungsfrei die geforderte Energiemenge zu liefern – die gespeicherte Energie unterbrechungsfrei abgeben.

### Softwareansätze

Diese Methoden werden in Anlagen mit digitaler Datenverarbeitung (Computer, Mainframes, SPS, Kommunikations- und Prozesssteuerungsanlagen) verwendet.

Ihr Einsatz beschränkt sich im Wesentlichen auf die Verringerung oder Eliminierung der Auswirkungen einer Versorgungsstörung auf die Einrichtungen bzw. die Anwendung z.B. mit folgenden Mitteln:

- systematische, regelmässige Datensicherung auf einem permanenten, störungsunempfindlichen Träger
- automatischer Shut-down und automatisches Aufstarten der Anlage
- eigenständige Überwachung durch die Anlage mit dem Zweck, allfällige für den Betrieb gefährliche Zustände zu erfassen und dem Benutzer zu melden bzw. einen Neustart unterbrochener Betriebsabläufe zu veranlassen oder sogar Entscheidungen in Bezug auf das gerade in Produktion befindliche Produkt (Ausschluss oder Neustart) zu treffen

Dem Einsatz von Softwaremethoden sind bei Maschinen gewisse Grenzen gesetzt. Vor allem wenn diese in Echtzeit arbeiten, fest miteinander verbunden sind und Daten austauschen sowie bei kontinuierlichen Prozessen, bei welchen ein Stopp im Betrieb riskant wäre (z.B. in der chemischen und petrochemischen Industrie) bzw. grössere Produktionsausfälle oder einen irreversiblen Datenverlust verursachen würde.

Nachteilig ist ferner, dass solche Methoden zusätzliche Programme und Speicherressourcen notwendig machen und auch längere Anwendungsstopps verursachen können: Stromausfälle könnten zu einem Herunterfahren einer Produktionseinheit oder eines Rechners für einige Minuten oder mehr führen.

### Filter, Trenntransformatoren, Spannungsregler

Falls integrierte Schutzmassnahmen entweder vom Hersteller nicht vorgesehen wurden oder deren Einbau in jede Einheit zu kostspielig wäre, besteht die Lösung häufig darin, zwischen dem Stromnetz und der zu schützenden Anwendung bzw. Anwendungsgruppe (zen-

traler Schutz) eine USV-Anlage einzusetzen.

### Filter

Filter stellen die einfachste Lösung dar. Sie schützen vor magnetischen und elektromagnetischen Interferenzen sowie vor atmosphärischen Störungen und lassen sich auch mit Überspannungsableitern kombinieren. Bei Spannungseinbrüchen, Frequenzschwankungen und Stromausfällen sind sie jedoch wirkungslos.

### Trenntransformatoren

Ein mit elektrostatischer Abschirmung ausgestatteter Trenntrafo verringert Gleichtakt- und Gegentaktstörungen durch HF-Felder. Die erzielbare Dämpfung hängt vom jeweiligen Trafotyp und -fabrikat ab. Auch diese Lösung bietet keinen kompletten Schutz vor Netzstörungen.

Allerdings erlaubt ein Trenntrafo innerhalb der Anlage die Verringerung von Erdschlussströmen, da sich diese im Sekundärkreis des Trafos eingrenzen lassen. Bei Dreiphasentransformatoren gestatten gewisse Kopplungsarten die Verringerung bestimmter Oberwellen im Primärkreis (3. Harmonische und Mehrfache davon).

### Spannungsregler und Konstanthalter

Ein Spannungsregler hält die Ausgangsspannung unabhängig von Schwankungen der Eingangsspannung konstant.

Im Wesentlichen sind zwei Typen anzutreffen:

- ferroresonante Regler
- elektromechanische Regler

Die bei der Wahl des geeigneten Spannungsreglers zu berücksichtigenden Parameter sind der Regelbereich, das Lastschwankungsverhalten und die Geschwindigkeit bzw. die Flexibilität (also das Ansprechverhalten) der Regelung.

Spannungsregler lösen zwar das Problem von Spannungsschwankungen, sind aber bei Transienten und Frequenzschwankungen wirkungslos.

Die Lösung liegt im kombinierten Einsatz eines Trenntrafos und eines Spannungsreglers: es handelt sich dabei um den so genannten Netz- oder Spannungs-konstanthalter.

Es gibt je nachdem, ob ferroresonante oder elektromechanische Spannungsreglertechnologie angewendet wird, zwei verschiedene Konstanthaltertypen: solche, die nach dem Prinzip der Ferroresonanz arbeiten, und solche mit statischer Umschaltung.

Diese Systeme bieten zwar einen ausreichenden Schutz vor grösseren Span-



nungsschwankungen und Störeinflüssen, sind allerdings bei Stromausfällen (>10 ms) und Frequenzschwankungen völlig wirkungslos. Hier können nur «Backup»-Lösungen Abhilfe schaffen.

## Gleichstromversorgungen

Diese Lösung findet vorwiegend in Sicherheitssystemen, aber auch in Kommunikationsanlagen und der Versorgung von Relais und Schützen Anwendung.

Gleichstrom-Versorgungssysteme bestehen aus einem Gleichrichter und einem Energiespeicher, nämlich

- Kondensatoren bei einer Überbrückungszeit von weniger als 1 s
- Batterien bei längeren Überbrückungszeiten

Ein solches System ist einfach aufgebaut und kostengünstig, braucht jedoch eine permanente Gleichstromversorgung mit einer Spannung von 12 bis 220 V. Bei zentralisierten Lösungen ist auch die Erstellung eines separaten Gleichstromkreises zur Energieverteilung nötig.

## Rotierende Umformer

Mechanische oder rotierende USV-Anlagen gibt es in verschiedenen Ausführungen, die jedoch alle eine Motor-Generator-Kombination einsetzen, wobei der Generatorausgang auf den kritischen Verbraucher geführt wird.

Eine mögliche Ausführung ist die Kombination eines Motors und eines Generators mit einem sehr vereinfachten, statischen Wechselrichter. Durch diesen werden Netztransienten ausgefiltert und nur die Frequenz des Ausgangssignals (meist eine Rechteckwellenform) geregelt, das dann einen regulierten Motor-Generator-Block speist. Dieser liefert seinerseits eine zuverlässige, sinusförmige Spannung, wobei die Wechselrichter-Ausgangsfrequenz als Referenz dient.

Bei einer anderen Ausführung wird eine Kombination aus einer Synchronmaschine (Regler-Generator), einer induktiven Kopplung und einer Freilaufkuppelung eingesetzt. Diese dynamischen Lösungen werden in grösseren Anlagen (über 300 kVA oder 500 kVA) – insbesondere bei Anwendungen in industrieller Umgebung – eingesetzt.

Die Argumente, welche zu Gunsten dieser Lösungen oft erwähnt werden, sind etwa der hohe Kurzschlussstrom, die galvanische Trennung sowie der niedrige Innenwiderstand und daher das günstige Verhalten bei nicht linearen Lasten.

Die Hauptnachteile rotierender USV-Anlagen stellen jedoch der hohe Lärmpegel (75–95 dBA), die langen Betriebs-

unterbrechungen bei Lagerwechsel, der Platzbedarf und das Gewicht dar.

## Statische USV-Anlagen

Über 35 Jahre nach ihrem Erscheinen stellen USV-Anlagen mehr als 95% aller verkauften Notstromsysteme dar – bei empfindlichen Informatik- und Elektronik Anwendungen sind es sogar über 98%.

### Funktionsweise

Eine als Schnittstelle zwischen dem Stromnetz und empfindlichen Anwendungen eingesetzte USV-Anlage sichert den Verbrauchern eine netzunabhängige, stabile und qualitativ hoch stehende Stromversorgung.

Diese liefert zuverlässig eine absolut störungsfreie Spannung innerhalb der bei empfindlichen elektronischen Geräten zulässigen Toleranzgrenzen.

Statische Stromversorgungen setzen sich in der Regel aus drei Hauptkomponenten zusammen:

- einem Gleichrichter zur Umwandlung des Wechselstromes in Gleichstrom sowie zur Ladung der Batterie
- einem Satz Batterien (normalerweise vom Blei/Säure-Typ) zur Energiespeicherung; die Energie steht dann bei Bedarf sofort für eine Überbrückungszeit von wenigen Minuten bis mehreren Stunden zur Verfügung
- einem statischen Wechselrichter zur Umwandlung der Gleich- in Wechselspannung mit konstanter geregelter Spannung und Frequenz

Diese drei Funktionen lassen sich auch durch weitere ergänzen, wie z.B. Bypasskreis bei allfälliger Überlastung bzw. Störung der USV-Anlage, mechanischen Wartungsbypass zur vollständigen Trennung der USV-Anlage sowie verschiedene Signalisations-, Wartungs- und sogar Fernwartungsoptionen.

### Einsatz von USV-Anlagen

Im Laufe der Jahre wurde die USV-Anlage zu einem festen Bestandteil einer qualitativ hoch stehenden Stromversorgung für kritische und empfindliche Verbraucher. Jeder Anlagenteil wurde vom Hersteller sorgfältig auf die jeweilige Anwendung abgestimmt, ob nun ein 300-VA-USV-Gerät für einen PC im Büro oder eine komplexe 4800-kVA-USV-Anlage für die Datenzentrale eines Dienstleistungsunternehmens oder für eine Produktionseinheit benötigt wird.

Bei längeren Stromausfällen wird die Überbrückungszeit der Batterien mittels Dieseldgeneratoren verlängert, wobei die Batterie selbstverständlich die Stromversorgung in der Startphase des Generators

und bei Startschwierigkeiten noch während 10 Minuten oder länger sichert; in dieser Zeit können sämtliche Anwendungen sicher heruntergefahren werden.

Die Hersteller von USV-Anlagen und Notstromaggregaten arbeiten bei der Planung umfangreicher Anlagen oft eng zusammen, um gemeinsam die nötigen Daten zu ermitteln, damit dem Kunden eine optimal abgestimmte Anlage übergeben werden kann (Dimensionierung, Betriebsabläufe usw.).

### Parallelbetrieb

Bei Anlagen mittlerer bis höherer Leistung lassen sich mehrere USV-Anlagen parallel schalten. Damit erreicht man

- eine – gegenüber einer einzigen Einheit – höhere Gesamtleistung
- eine Redundanz zweier oder mehrerer Kreise zur Erhöhung der Betriebssicherheit

Zur Erhöhung der Betriebssicherheit oder zur Vereinfachung des Betriebs und der Wartung lassen sich auch sehr umfangreiche Systeme verwirklichen.

### Vorteile für den Anwender

*Verbesserter Wirkungsgrad:* Jeder Anwender sucht nach Mitteln und Wegen, um die Betriebskosten seiner Anlage zu reduzieren. Dazu ist die Kenntnis des Stromverbrauchs und der Verlustleistung der im Dauerbetrieb stehenden USV-Anlagen nötig. Die Verlustleistung verursacht sogar doppelte Kosten, nämlich für die Energie, welche die USV-Anlage verbraucht, und diejenigen für die Klimaanlage, welche die Verlustleistung abführen muss.

*Zuverlässige Versorgung nicht linearer Verbraucher:* Mit dem Aufkommen neuer Schaltnetzteile verursachen die meisten elektrischen Verbraucher, insbesondere Computer, nicht lineare Lasten, d.h. sie erzeugen Oberwellen. Dies bedeutet, dass die Stromkurve nicht mehr sinusförmig ist und daher einen hohen Oberwellenanteil (3., 5., 7., 9. Harmonische usw.) aufweisen kann.

Eine solche Stromkurve weist ferner einen hohen Scheitel- oder Crestfaktor (2–3,5:1) sowie einen Leistungsfaktor ( $\cos \phi$ ) von 0,65 bis 0,8 auf.

All dies wurde durch die Hersteller bei der Entwicklung moderner USV-Anlagen sehr früh berücksichtigt, insbesondere durch den Einsatz von Online-Umformern (Dauerbetriebstechnik) auf der Grundlage des Pulsweitenmodulations-Verfahrens (PWM).

Ein Vergleich der Ausgangsimpedanz verschiedener Quellen in Abhängigkeit des Oberwelleninhalts zeigt, dass der



Lösung	Trenntrafo	Regler	Konstanthalter	Synchrongruppe	USV-Anlage
Störung					
Transienten	x		x	x	x
Spannungseinbrüche		x	x	x	x
Frequenzschwankungen					x
Kurze Stromausfälle				x	x
Netzzusammenbrüche				x	x

Tabelle IV Störungen und mögliche Massnahmen

PWM-Umformer die beste Lösung darstellt: Die Ausgangsimpedanz liegt bis in hohe Frequenzbereiche sehr tief und die durch nicht lineare Ströme verursachten Verzerrungen der Ausgangsspannung sind vernachlässigbar.

Man kann davon ausgehen, dass das Problem nicht linearer Lasten bei neuen USV-Anlagen mit PWM-Technologie gelöst ist und dass keine Überdimensionierung mehr notwendig ist.

**Kommunikation, Netzwerkintegration und Datenmanagement:** Betriebsparameter wie Daten, Messwerte, Alarime usw. werden in digitale Form umgewandelt, gespeichert oder am USV-Anlagendisplay angezeigt. Sie lassen sich auch bequem auf abgesetzte Einheiten, z.B. eine einfache Fernanzeigeeinheit oder auf komplexe zentrale Hausleitsysteme übertragen und dort verwalten.

Die USV-Anlage ist ein Schlüsselement qualitativ hochstehender Stromversorgung. Der Benutzer erhält laufend Informationen über die Anzahl kurzzeitiger Unterbrüche, den Stromverbrauch, die effektiv verfügbare Autonomiezeit und die restliche Lebensdauer der Batterien.

Dank der Mikroprozessortechnik ist es möglich, Kommunikationsverbindungen zwischen der USV-Anlage und dem versorgten Computer zu erstellen. Anhand der von der USV-Anlage gesendeten Information (Dauer der Unterbrechung, Last, Batterieüberbrückungszeit, Wiederherstellung des normalen Betriebs usw.) kann der Rechner automatische Abläufe (Schliessen von Dateien, Ausschalten und Neustart von Peripherie-Einheiten)

einleiten, ohne dass der Bediener eingreifen muss.

Im Gegensatz zu früher werden die USV-Anlagen heute immer öfter unmittelbar neben dem zu schützenden System im Büro bzw. Computerraum platziert.

Dank enger Zusammenarbeit zwischen USV- und Computerherstellern konnte eine mit den zahlreichen Normen kompatible Kommunikationssoftware entwickelt werden, wie z.B. die selbsttätige Softwareinstallation und Konfigurierung für alle gängigen Betriebssysteme. Die USV-Anlage wird automatisch erkannt und der Informationsaustausch zwischen ihr und dem Rechner ist dauernd gewährleistet.

*Verbesserungen bezüglich Betriebssicherheit und Wartungsfreundlichkeit:* In den letzten Jahren konnte dank verbesserten Leistungskomponenten (IGBT-Transistoren, Wasserkühlung), höherer Integration (IC, Mikroprozessoren, Asic usw.) die Anzahl Bauteile verringert und die Schaltungstechnik weiterentwickelt werden, was sich positiv auf die Betriebssicherheit auswirkt.

Ausfälle sind jedoch immer noch möglich. Beim Ausfall einer USV-Anlage ist es von ausschlaggebender Bedeutung, dass ein genauer Bericht erstellt und die Reparatur rasch ausgeführt wird. Auch hier bieten mikroprozessorgesteuerte Systeme bedeutende Vorteile durch genaue Diagnosemöglichkeiten und Eingrenzen der defekten Subeinheit. Der Betreiber erhält eine klare Beschreibung möglicher Abhilfemassnahmen, direkt oder über Telefon, Teleservice oder ein spezielles, mikrocomputerunterstütztes Diagnosesystem.

Zusammenfassend zeigt Tabelle IV die verschiedenen Netzstörungen und die möglichen Massnahmen.

## Adresse des Autors

MGE UPS Systems AG, 8953 Dietikon: El.-Ing. Ludovico Racciatti, Tel. 01 745 40 80, [www.mgeups.ch](http://www.mgeups.ch)

## La qualité de l'alimentation électrique Solutions aux problèmes d'alimentation électrique

Une étude établie récemment par le National Computing Centre estime que les coûts provoqués par une panne de courant sont en moyenne de 18 000 à 60 000 francs. Ces coûts sont supérieurs aux dommages dus à la foudre ou au vol. D'autres études font apparaître qu'une société sur deux ne se remet jamais d'une panne grave de l'informatique.

Il y a diverses possibilités de protéger les dispositifs ou de les rendre moins sensibles. La plus courante consiste à utiliser des installations d'alimentation sans coupure (ASC). L'utilisateur doit faire son choix en fonction de divers paramètres. Il convient en effet de tenir compte par exemple du type de perturbation, des coûts, des caractéristiques des équipements, de la distribution électrique sur place et de la question de savoir dans quelle mesure l'application est critique. L'article montre quelle mesure de protection peut être appliquée dans tel ou tel cas de perturbation.