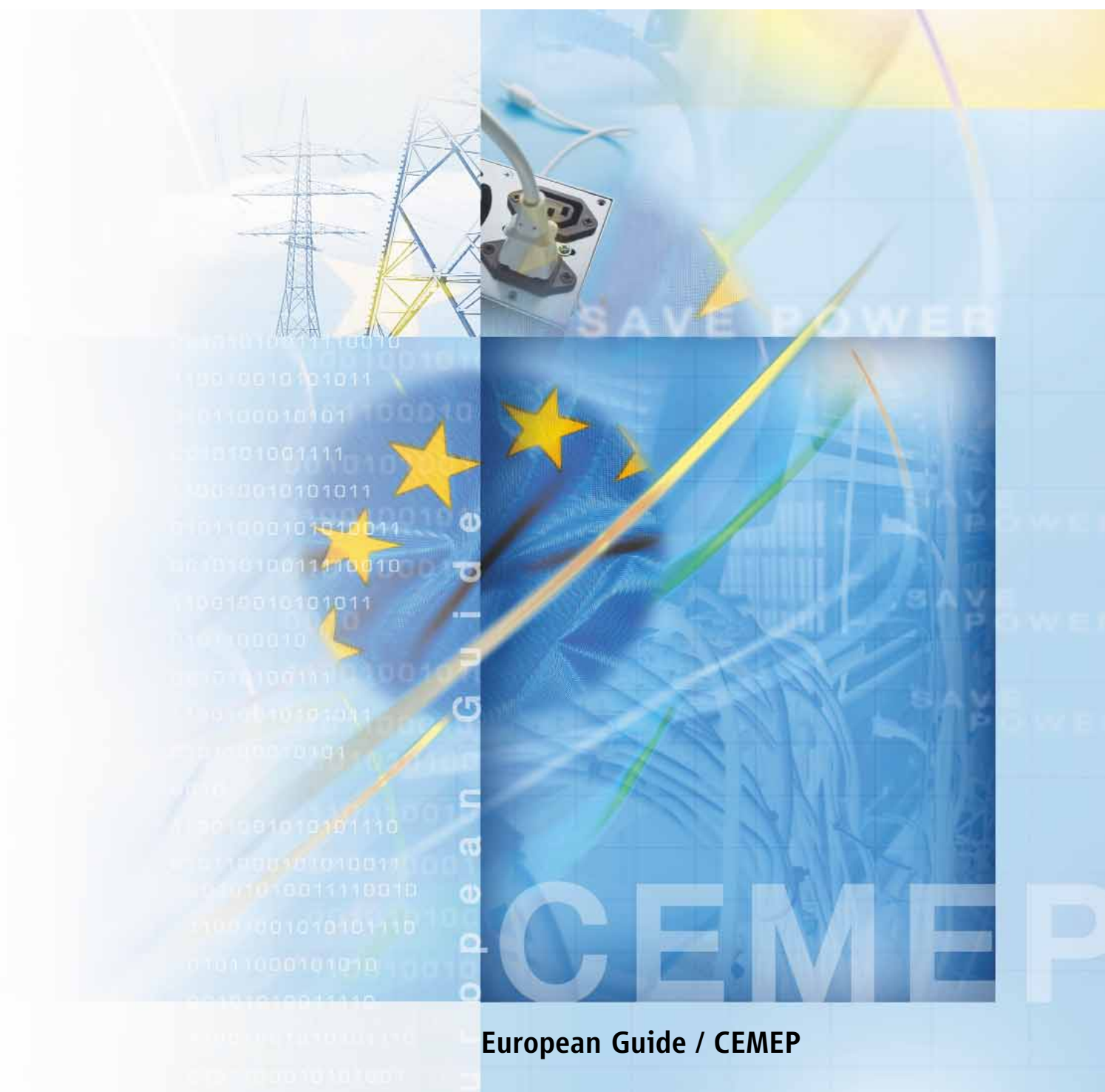


Unterbrechungsfreie Stromversorgung



INHALT

Die CEMEP USV-Gruppe	4
<i>Was ist die CEMEP?</i>	4
Wozu einen USV-Leitfaden?	5
NETZPROBLEME UND LÖSUNGEN	
1 Netzqualität: die Probleme	6
1.1 <i>Die Situation heute</i>	6
1.2 <i>Auswirkungen der Netzprobleme</i>	7
2 Netzqualität: Die Lösungen	9
2.1 <i>Eingebauter Schutz</i>	9
2.2 <i>Filter, Trenntransformatoren, Spannungsregler</i>	10
2.3 <i>Gleichstromversorgungen</i>	11
2.4 <i>Dynamische USV-Anlagen</i>	11
2.5 <i>Statische USV-Anlagen</i>	12
EUROPÄISCHE RICHTLINIEN, TECHNISCHE NORMEN, KONFIGURATIONEN, BEWERTUNGSGRÖSSEN UND ZUSATZEINRICHTUNGEN	
3 Europäische Richtlinien	15
4 Technische Normen	15
4.1 <i>Sicherheit</i>	15
4.2 <i>Elektromagnetische Verträglichkeit</i>	15
4.3 <i>Leistungen</i>	15
4.4 <i>Weitere Normen</i>	16
4.5 <i>Zertifizierung des Qualitätssicherungssystems</i>	16
5 Konfigurationen	16
5.1 <i>Double-Conversion USV (VFI)</i>	18
5.2 <i>Double-Conversion USV mit Bypass (VFI)</i>	18
5.3 <i>Line-Interactive USV (VI)</i>	19
5.4 <i>Passiver Standbybetrieb der USV (VFD)</i>	19
6 Bewertungsgrößen	20
6.1 <i>Elektrische Dimensionierung der USV</i>	20
6.2 <i>Wirkungsgrad</i>	22
6.3 <i>Netzurückwirkungen</i>	22
6.4 <i>Lärmpegel</i>	22
6.5 <i>Abmessungen und Wartungsfreundlichkeit</i>	22
6.6 <i>Schutzgrad</i>	23
6.7 <i>Zuverlässigkeitsparameter</i>	23
6.8 <i>Batterie-Technologie</i>	23
6.9 <i>Allgemeine Überlegungen zum Begriff „Computer Power“</i>	25
6.10 <i>Spezifikationen für eine USV-Anlage</i>	25
6.11 <i>Kommunikation</i>	25

7	Zusatzeinrichtungen (Optionen)	27
7.1	<i>Transformator für galvanische Trennung</i>	27
7.2	<i>Zusätzlicher Autotransformator</i>	27
7.3	<i>Lösungen zur Verringerung der Netzurückwirkungen</i>	27
INSTALLATIONSRICHTLINIEN, WARTUNG UND DIENSTLEISTUNGEN		
8	Installationsrichtlinien für USV-Anlagen mittlerer und großer Leistung	27
8.1	<i>Netzsysteme</i>	27
8.2	<i>Schutzgeräte</i>	28
8.3	<i>Selektivität beim Leitungsschutz</i>	28
8.4	<i>USV-Ausgangsstrombegrenzung</i>	28
8.5	<i>Dimensionierung des Nullleiters</i>	28
8.6	<i>Nullleiter-Trennung</i>	28
8.7	<i>Netzersatzanlagen (NEA)</i>	28
8.8	<i>Installation der Batterie-Anlagen</i>	29
8.9	<i>USV-Fernabschaltung</i>	29
8.10	<i>USV-Kommunikationsschnittstellen</i>	29
8.11	<i>Nichtlineare Lasten</i>	30
<hr/>		
9	Wartung und Dienstleistungen	31
9.1	<i>Bedeutung des Supports</i>	31
9.2	<i>Support vor dem Verkauf (Planungsunterstützung)</i>	31
9.3	<i>Installation</i>	31
9.4	<i>Erstinbetriebsetzung</i>	32
9.5	<i>Wartungsverträge</i>	32
9.6	<i>Support nach dem Verkauf</i>	33
9.7	<i>Fernwartung</i>	33
9.8	<i>Kundenschulung</i>	33
<hr/>		
	Glossar	34



Die CEMEP USV-Gruppe

Was ist die CEMEP?

CEMEP (Comité Européen de Constructeurs de Machines Électriques et d'Électronique de Puissance) ist das Europäische Komitee der nationalen Fachverbände im Bereich der Elektrischen Antriebe und der Leistungselektronik.

Diese Organisation ermöglicht es, die Leistungselektronik-Hersteller und ihre Tätigkeiten auf europäischer Ebene zu koordinieren. Hauptthemen sind: Marktentwicklung, Standardisierung, Verkaufsförderung, Zusammenarbeit mit anderen Gremien.

Die Hersteller können so als eine einzige Organisation gegenüber den EU-Gremien in industriepolitischen Angelegenheiten auftreten und eine Gesamtstimme abgeben.

Die CEMEP-Organisation selbst umfasst fünf Bereiche:

- Niederspannungsmotoren
- Mittelspannungsmotoren
- Drehzahlgesteuerte Antriebe
- USV-Anlagen
- Gleichstromversorgungen.

In CEMEP sind die folgenden nationalen Verbände vertreten:

- Belgien : AGORIA
- Dänemark : DANSK INDUSTRI
- Deutschland : ZVEI
- England : GAMBICA, REMA
- Finnland : SET
- Frankreich : GIMELEC
- Italien : ANIE/AMES
- Niederlande : HOLTRAM/FME
- Österreich : FEEI
- Portugal : ANIMEE
- Schweden : VI
- Spanien : AFME, SERCOBE



Kontakt: Dr. Reiner Korthauer
Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V.
Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main

Telefon: 069 6302 - 232
Fax: 069 6302 - 279
E-Mail: zvei@zvei.org
Internet: www.zvei.org

Wozu einen USV-Leitfaden?

Vorwort zur englischsprachigen Ausgabe des Leitfadens

Personalcomputer (PC) und Netzserver (NS) sowie die damit verbundene Software nehmen einen wichtigen Stellenwert in einer immer größeren Vielzahl von Anwendungen ein.

Gleichzeitig müssen deren Anwender diese strategischen Betriebsmittel vor möglichen und unterschiedlichen Netzausfällen schützen. Oft sind damit hohe Kosten und bedeutsame Verluste für die Anwender verbunden. Die Anwender müssen über die Leistungsfähigkeiten der Sicherheitsanlagen, die sie einzusetzen gedenken, informiert sein: *Diese Informationen zu geben ist das erste Ziel dieses Leitfadens.*

Welches Einsatzgebiet man auch betrachtet, ob Industrie, Banken, Telekommunikation, Transport, Verkehrssteuerung oder Krankenhäuser, Unterbrechungsfreie Stromversorgungs-Anlagen (USV-Anlagen) sind die geeignete Lösung für sichere Stromversorgung.

Einerseits haben die meisten USV-Hersteller ein breites Produkt-Angebot, andererseits haben USV-Anlagen heute Netzwerk-Interfaces, wodurch sie in die Netzwerkverwaltung eingebunden werden können und mit einem Gebäudeüberwachungssystem für Fernsteuerung und -wartung verbunden werden können: *Diese technischen Möglichkeiten zu erläutern ist das zweite Ziel dieses Leitfadens.*

USV-Anlagen haben mehrere Eigenschaften, die ein hohes Gütemaß der Spannungsqualität sowie Zuverlässigkeit sichern, und bieten heutzutage Wartungsmöglichkeiten, die den gestiegenen Bedürfnissen der Anwender entsprechen.

Dieses europäische Dokument, das sich auf die wichtigsten europäischen Hersteller und die gemeinsamen Europäischen Normen und Kenndaten bezieht, soll vielen Menschen bei ihren Aufgaben behilflich sein.

Unser Dank geht an die Mitglieder der CEMEP USV-ad-hoc-Arbeitsgruppe,

Mr. BEAUDET (Frankreich),
Sig. CAPELLARI (Italien),
Mr. COLLINS (England) und
Sig. MORIA (Italien),

deren Aufgabe es war, dieses Dokument, das sich mit USV-Anlagen beschäftigt, im Namen aller europäischen Hersteller zu erarbeiten.

Jean-Marc MOLINA
Generalsekretär der CEMEP

1 Netzqualität: die Probleme

1.1 Die Situation heute

Die zunehmende Komplexität von Informationstechnologie (IT)-Systemen und automatisierten Industrieanlagen und deren Leistungsfähigkeit, wie z.B. Verarbeitungsgeschwindigkeit, Echtzeitanbindung an Kommunikationssysteme, automatisierter Dauerbetrieb, hat eine immer empfindlichere und abhängigere Reaktion auf die Stromversorgung zur Folge.

Die elektrische Energie wird dem Verbraucher über ein- oder dreiphasige Sinuswechselspannungs-Systeme zur Verfügung gestellt. Sie sind gekennzeichnet durch:

- Frequenz
- Amplitude
- Kurvenform (Verzerrung)
- Phasensymmetrie.

Während beim EVU die Spannungsform noch perfekt ist, gilt dies nicht mehr für die Spannung, die beim Verbraucher ankommt. Dort können folgende Störungen beobachtet werden:

- Transienten
- Spannungsschwankungen
- Frequenzschwankungen und Phasensprünge
- Spannungsausfälle (Blackout).

Eine Übersicht der auftretenden Netzstörungen und der passenden USV-Lösung entsprechend der drei USV-Klassifikationen VFI, VI und VFD gibt die Tabelle 2 (Seite 17).

Die Störungen hängen mit dem Transport und der Verteilung der Energie zusammen. Die Ursachen liegen in der atmosphärischen Umwelt (Stürme, Kälte/Hitze usw.) und in der industriellen Umgebung (Anlagenbesonderheiten, Netzzrückwirkungen durch Stromverbraucher, Netzzwischenfälle usw.).

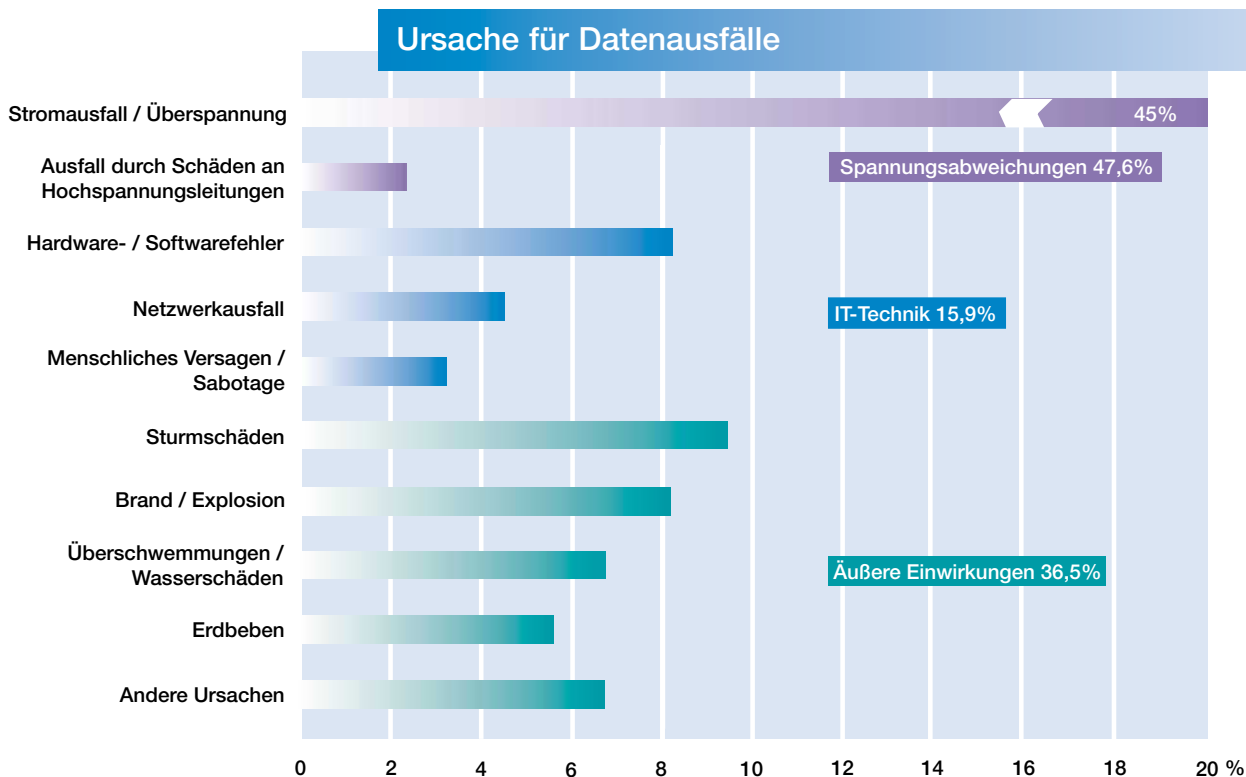


Abb. 1

Die Ursache für Datenausfälle können in drei große Bereiche aufgeteilt werden, Abb. 1. Spannungsabweichungen sind für 47,6 %, Probleme in der IT-Technik sind für 15,9 % und äußere Einwirkungen sind für 36,5 % der Ausfälle lt. einer Studie der Contingency Planning verantwortlich.

Trotz fortlaufender Verbesserungen am Verteilnetz und an der Qualität des Produktes „Elektrizität“ bleiben häufig Störungen bestehen. Es ist weder ökonomisch verantwortbar noch technisch machbar, diese vollständig zu beseitigen.

1.2 Auswirkungen der Netzprobleme

In den letzten Jahren haben die Hersteller sehr große Fortschritte gemacht, Geräte gegen all diese Störungen zu schützen (bessere Immunität gegen Spannungstöße, größere Verträglichkeit gegenüber Schwankungen von bis zu 10 oder 20 % gegenüber der Nennspannung oder Ausfallüberbrückung von 5 bis 20 ms).

Demgegenüber steht aber, dass die zunehmende Komplexität vieler Rechner- und Industrie-Anwendungen, der Einsatz von Hochleistungs-PLC, der Dauerbetrieb industrieller Prozesse und Telekommunikationsanwendungen die Folgen dieser Störungen zunehmend ernster gestalten.

Die Folgen für die Unternehmen sind Produktionsausfälle, Einbußen der Produktqualität, ernste Gefährdung für Mensch und Eigentum oder sogar für die Existenz der Firma. Studien zeigen, dass eine von zwei Firmen einen ernsten Zusammenbruch des IT-Systems nicht überleben würde.

Laut der MERIT-Studie (1997) liegt die Überlebensfähigkeit der Versicherung bei 5,5, einer durchschnittlichen Fertigungsstätte bei 5, im Handelsbereich bei 2,5 und der Banken bei 2 Tagen.

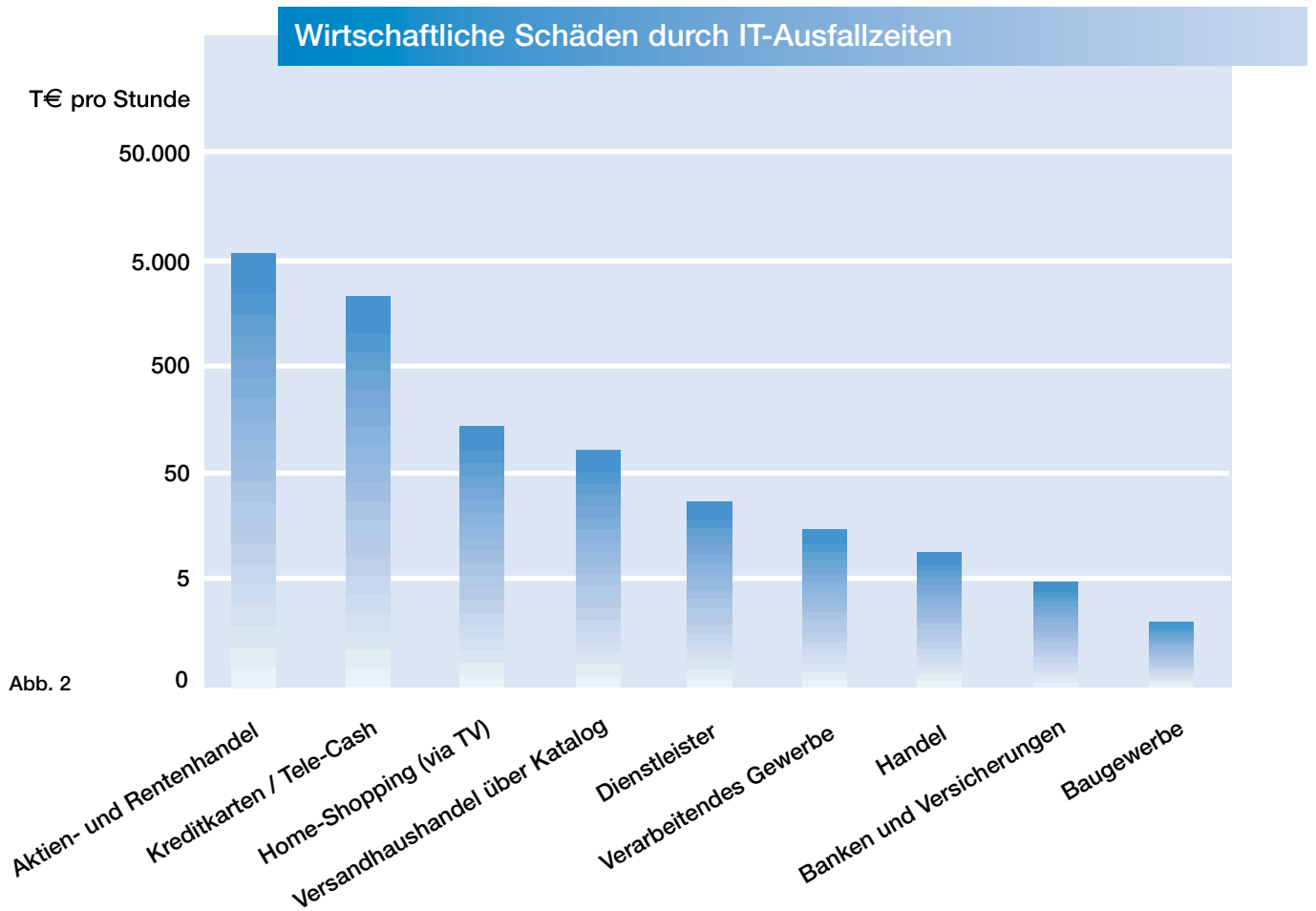
Eine kürzliche Untersuchung im Bereich der IT in England durch das National Computing Center schätzt, dass die mittleren Kosten eines Netzausfalles zwischen € 15.000 und € 50.000 betragen; oder mit anderen Worten, höhere Kosten bewirken, als sie durch Gewitter oder Diebstahl verursacht werden.

Typische Kosten pro Ausfallstunde zeigt die Abb. 2, die auf den Daten einer Umfrage von Infratest und Information Week beruht.

Wie wichtig die Absicherung der Daten ist, zeigt auch ein Urteil des Landgerichtes Konstanz (LSD-Nr. 100), in dem es heißt:

„In einem Betrieb, der auf eine funktionierende EDV-Anlage und den Zugriff auf gespeicherte Daten angewiesen ist, sollte die regelmäßige Datensicherung und im Einzelfall der Anschluss eines Spannungspuffergerätes selbstverständlich sein; wer diese gebotene Sorgfalt in eigenen Angelegenheiten nicht beachtet, nimmt etwaige Datenverluste billigend in Kauf und handelt grob fahrlässig.“

Soweit das Urteil des Landgerichtes bei einer Schadensersatzklage wegen Datenverlust aufgrund eines Stromausfalles, der durch Baggarbeiten verursacht wurde.



Es sollte jeder Server und dessen Massenspeicher durch eine USV versorgt werden:

- Das Server-Dateiverzeichnis wird bei den meisten Netzwerksystemen für den schnelleren Zugriff im RAM abgelegt. Ein Spannungsausfall während eines Sekundenbruchteils kann zur vollständigen Löschung führen.
- In der UNIX-Umgebung sind alle Systemaufrufe dauernd im RAM geöffnet. Nach einem Netzausfall, auch nur kurzzeitig, muss das gesamte System samt Anwendungen vielleicht neu installiert werden. Serverschutz ist nur der erste Schutz; auch Arbeitsplätze (WS) brauchen USV-Schutz vor Netzausfällen.

Weniger offensichtlich und deshalb um so schädlicher sind die Folgen vorzeitigen Alterns der IT-Anlagen sowie eine Verschlechterung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Viele IT-Hersteller gewähren für Wartungsverträge einen Preisnachlass, wenn USV-Anlagen vorgesehen sind. Wie wir sehen werden, gibt es mehrere Möglichkeiten, bestehende Anlagen zu schützen oder unempfindlich gegen Störungen zu machen.



2 Netzqualität: die Lösungen

2.1 Eingebauter Schutz

Es existieren zahlreiche technische Lösungen; letztlich muss der Anwender mehrere Parameter berücksichtigen (Ausfallkosten, Störungsart, Eigenschaften der zu schützenden Anlage, die Installation vor Ort, die Empfindlichkeit der zu schützenden Anwendung usw.). Dieses Dokument behandelt alle mögliche Lösungen, von der einfachsten bis zur leistungsfähigsten oder vielseitigsten.

Einige Anlagen sind mit eingebautem Schutz ausgerüstet, aber dieser beschränkt sich meistens auf den Schutz vor Transienten, Schwankungen oder kurzen Ausfällen (Einsatz von Batterien oder Kondensatoren) der Netzspannung.

Außerdem sind die in gewöhnlichen Anlagen vorgesehenen Lösungen relativ unwirksam und stellen auch nur einen Geräteschutz durch eine „saubere“ Abschaltung oder die Speicherung der wesentlichen Daten dar. Selten gestatten sie den weiteren normalen Einsatz der Anlage.

Bei einem Netzausfall von mehr als 10 bis 20 ms Dauer normal weiterarbeiten zu können, erfordert die augenblickliche Zuschaltung einer Ersatzversorgung unter Verwendung der gespeicherten Energie eines Schwungrades oder einer Batterie-Anlage.

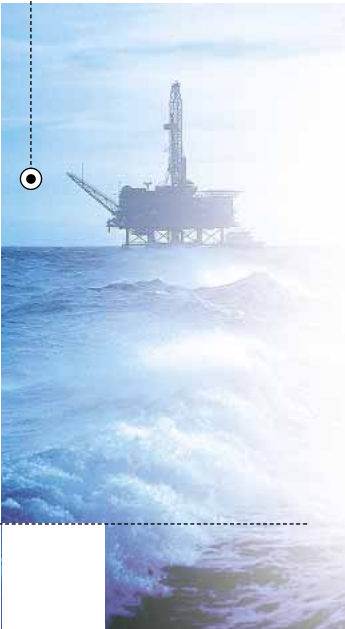
Es sollte beachtet werden, dass diese zwei Mittel heutzutage die einzige Möglichkeit einfacher Energiespeicherung als Ersatz einer Energiequelle mit mehr als einige hundert Watt Leistung darstellen. Wir werden deren Funktionen und Eigenschaften im Abschnitt USV-Schnittstellen betrachten.

Natürlich gibt es auch Softwaretools, die in digitalen Datenverarbeitungsanlagen (Großrechner, PLC, Telekommunikation und Prozesssteuerungen) eingesetzt werden. Deren Einsatz beschränkt sich hauptsächlich auf die Beschränkung oder Beseitigung der Folgen einer Störung in der Anlage oder in der Anwendung durch:

- systematisches und regelmäßiges Erstellen von Sicherheitskopien auf einem permanenten Datenträger, der gegen Störungen unempfindlich ist,
- automatische Abschalt- und Hochlauf-Prozeduren,
- automatische Überwachung der eigenen Stromversorgung zur Erfassung jeglicher, für den eigenen Betrieb schädlichen Störung sowie Warnung des Anwenders und/oder Wiederholung einer unterbrochenen Sequenz. Teilweise kann sogar eine Entscheidung über die Weiterverarbeitung des Produkts, das gerade in einem Prozess hergestellt wird, (reject/Ausschuss oder restart/Wiederholung) getroffen werden.

Software-Methoden sind nur beschränkt einsetzbar bei Anlagen im Echtzeitbetrieb, die im Datenaustausch vernetzt sind, oder bei kontinuierlichen Prozessen, bei denen ein Anhalten der Anlage während des Prozesses gefährlich sein könnte (z.B. in der chemischen oder petrochemischen Industrie) oder einen großen Produktionsausfall mit unwiderruflichem Datenverlust verursachen würde.

Es sollte auch beachtet werden, dass diese Methoden Zusatzprogramme und Speicherressourcen benötigen und trotzdem zu einem längeren Stillstand der Anwendung führen können. Ein Netzausfall kann eine (in diesem Falle geregelte) Abschaltung der Produktionseinheit oder eines Computers über mehrere Minuten bis zu Stunden verursachen.



2.2 Filter, Trenntransformatoren, Spannungsregler

Sind implizite Lösungen nicht durch den Hersteller vorgesehen oder erweisen sie sich als zu teuer, um in die Anlage eingebaut zu werden, so besteht die Lösung oft aus einem Zusatzgerät, das zwischen dem Versorgungsnetz und der Anwendung platziert ist, Tab.1.

a) Filter

Das Filter ist die einfachste Lösung. Es schützt vor elektromagnetischer Störung sowie atmosphärischen Einflüssen (kann mit einem Blitz- oder Überspannungsableiter kombiniert werden). Es hat keinen Einfluss auf Spannungs- oder Frequenzschwankungen und schützt nicht vor einem Netzausfall.

b) Trenntransformatoren

Ein Trenntransformator mit einer elektrostatischen Abschirmung ermöglicht die Dämpfung der Hochfrequenz-Störungen. Die erreichte Dämpfung ist von der Ausführung des Transformators abhängig. Auch hier gibt es keinen Schutz vor anderen Störarten.

Ein Trenntransformator ermöglicht in einer Elektroinstallation die Begrenzung der Leckströme gegen Erde dadurch, dass sie auf die durch die Sekundärwicklung versorgten Lastkreise beschränkt werden. Die Verwendung gewisser Schaltkombinationen bei dreiphasigen Transformatoren gestattet ebenfalls die Reduktion von Oberschwingungsströmen im Primärkreis (3. Harmonische und Vielfache davon).

c) Spannungsregler und Netzaufbereiter

Ein Spannungsregler sorgt für konstante Ausgangsspannung trotz Schwankungen der Eingangsspannung. Es existieren schwerpunktmäßig zwei Typen:

- Ferro-resonante Regler,
- Elektromechanische Regler.

Die zu berücksichtigenden Kriterien bei der Leistungsbewertung von Reglern sind der Regelbereich, die Ausregelung von Laständerungen sowie die Geschwindigkeit und Flexibilität der Regelung.

Während Regler das Problem der Spannungsschwankungen lösen, sind sie oft unwirksam gegen transiente Störungen und Frequenzschwankungen. Die Lösung dieses Problems ist eine Kombination aus Trenntransformator und Spannungsregler, der sogenannte Netz- oder Spannungsaufbereiter. Entsprechend der zwei oben beschriebenen Reglertechnologien existieren zwei Haupt-Aufbereitertypen, Ferro-resonante Aufbereiter und Aufbereiter mit statischem Anzapfungsumschalter.

Während sie eine gute Lösung für größere Spannungsschwankungen und transiente Störungen darstellen, sind diese Aufbereiter vollkommen unwirksam gegen Netzausfälle (> 10 ms) und Frequenzschwankungen, die nur durch Systeme mit gespeicherter Energie (Batterie-Anlage) bewältigt werden können.



Hardwaremaßnahmen zur Störungsbeseitigung

Störungen	Lösung			
	Trenn-Transformator	Spannungsregler	Netzaufbereiter	Synchron-Generator-Satz
Transienten	X		X	X
Spannungsabweichungen		X	X	X
Frequenzabweichungen				
Spannungseinbrüche				X
Spannungsausfälle				X

Tab. 2

2.3 Gleichstromversorgungen

Diese Lösung wird hauptsächlich für Sicherheitssysteme, aber auch für Telekommunikationssysteme und die Versorgung von Relais und Schützen verwendet. Sie besteht aus einem Gleichrichter sowie einem Energiespeicher:

- Kondensatoren für eine Versorgungszeit von weniger als 1 Sekunde,
- Batteriesätze für längere Zeiten.

Das System ist einfach und kosteneffektiv, bedingt aber die Versorgung der Anwendung mit Gleichspannung zwischen 12 und 220 V. Wenn diese Lösung als zentrales System eingesetzt wird, muss auch ein getrenntes Gleichspannungs-Verteilnetz vorgesehen werden.

2.4 Dynamische USV-Anlagen

Es gibt mehrere Varianten von dynamischen USV-Anlagen; aber alle verwenden Motor-Generatorgruppen, wobei der Generatorausgang die kritische Last versorgt.

Eine Variante kombiniert einen Motor-Generator mit einem sehr einfachen statischen Wechselrichter. Der Wechselrichter filtert die Netzstörungen und regelt nur die Frequenz des Ausganges (im allgemeinen eine Rechteckschwingung), der den Eingang einer geregelten Motor-Generatorgruppe darstellt. Diese erzeugt eine zuverlässige sinusförmige Ausgangsspannung, wobei die Wechselrichter-Ausgangsfrequenz als Referenz dient. Eine weitere Variante kombiniert eine Synchronmaschine (Regler-Generator), eine Induktionskopplung sowie einen Dieselmotor mit einer freilaufenden Kupplung.

Dynamische Lösungen werden für große Anlagen (über 1.000 kVA) sowie für Anwendungen im industriellen Bereich eingesetzt.

Die Argumente zugunsten dieser „dynamischen“ Lösungen sind der hohe Kurzschlussstrom sowie ein niedriger Innenwiderstand. Sie gewähren gute Verträglichkeit bei nichtlinearen Belastungen. Die Hauptnachteile rotierender USV-Anlagen sind der hohe Lärmpegel (70 bis 95 dBA), ein längerer Betriebsausfall im Wartungsfall sowie die großen Abmessungen und das hohe Gewicht.

2.5 Statische USV-Anlagen

Mehr als 25 Jahre, nachdem sie erstmals angeboten wurden, stellen statische USV-Anlagen heute über 95 % der verkauften Netzsicherungssysteme und über 98 % der Absicherungen für IT- und elektronischen Einsatz dar.

Wir werden hier kurz zusammenfassen, wie sie funktionieren, wie sie eingesetzt werden und welche technischen Möglichkeiten dem Anwender geboten werden.

a) Übersicht über die Funktionen

Zwischen Netzversorgung und Anwendungen geschaltet, versorgen USV-Anlagen die Verbraucher mit unterbrechungsfreier elektrischer Energie hoher Qualität, unabhängig vom Zustand des Versorgungsnetzes. Weiterhin liefern sie eine völlig störungsfreie, zuverlässige Ausgangsspannung, deren Toleranz den Anforderungen empfindlicher elektronischer Geräte vollständig entspricht. USV-Anlagen liefern eine konstante Ausgangsspannung, die unabhängig von der Eingangsspannung mittels eines eigenen Energiespeichers (Batterie) ist. Diese Energiequelle genügt im allgemeinen zur Gewähr der Sicherheit von Personen und der Verbraucheranlage.

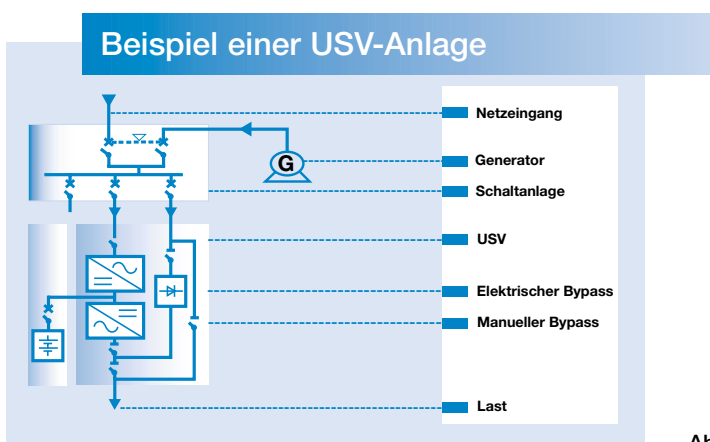
Statische Stromversorgungen bestehen normalerweise aus drei Hauptbaugruppen:

- einem Gleichrichter für die Umwandlung der Wechselspannung in Gleichspannung und zur Ladung der Batterie,
- einer Batterieanlage (meistens Bleibatterien) zur Energiespeicherung und unmittelbarer bedarfsentsprechender Energieabgabe während einer Zeit von 5 bis 30 min oder mehr,
- einem statischen Inverter für die Umwandlung der Gleichspannung in eine perfekt spannungs- und frequenzgeregelt saubere Wechselspannung.

Diese drei Funktionen können mit zusätzlichen Eigenschaften ergänzt werden: einem elektronischen Bypass bei Überlast oder USV-Ausfall, einem mechanischen Bypass für Wartungszwecke, der eine vollständige Freischaltung der USV erlaubt, sowie mehreren Zusatzeinrichtungen für Anzeige, Wartung und sogar Fernwartung.

b) Einsatz der USV-Anlagen

Mit den Jahren wurde für Anwender die USV zu einem integrierten Bestandteil qualitativ hochstehender Stromversorgungen, sei dies nun eine 250-VA-Versorgung eines Büro-PC oder eine 2000-kVA-Anlage für ein großes Rechenzentrum oder für den Einsatz in einer ganzen Produktionseinheit.



Die folgende Abb. 3 zeigt ein Beispiel einer USV-Anlage in einer Niederspannungs-Installation. Beachten Sie den Einbezug einer Netzersatzanlage (NEA). Sie kann als Ergänzung einer USV-Anlage, hier in Form eines Generators, betrachtet werden.

Abb. 3

In der Tat wird dadurch bei einem langen Netzausfall die durch die Batterie vorgegebene Standby-Zeit stark erweitert; die Batterie stellt die Versorgung während des Hochlaufens der Generatorgruppe sowie weitere 10 min (Minimum) für die Kompensation eines eventuellen Fehlstarts oder für die kundenseitigen Abschaltsequenzen der Anwendung sicher.

Wie man sich leicht vorstellen kann, sind diese Technologien komplementär; tatsächlich arbeiten USV- und NEA-Hersteller zur Planung von Großanlagen bei der Bestimmung der Anlagendaten (Leistungen, Betriebssequenzen usw.) eng zusammen.

c) Parallelschaltung

Bei USV-Anlagen mittlerer und hoher Leistung können mehrere Einheiten parallelgeschaltet werden. Dies dient der

- Vergrößerung der Leistung (größer als die max. Leistung einer Einheit),
- Steigerung der Zuverlässigkeit der Versorgung durch eine oder mehrere redundante Einheiten.

Zur Verbesserung der Zuverlässigkeit oder zum einfacheren Betrieb oder zur bequemerer Wartung werden auch sehr komplexe Anordnungen eingesetzt.

d) Vorteile für den Anwender

- Besserer Wirkungsgrad

Der Anwender ist immer daran interessiert, die Betriebskosten seiner Anlagen zu senken. Er beobachtet den Energieverbrauch und damit die Verluste der USV-Anlage, die fast immer in Betrieb ist. Außerdem müssen die Verluste zweimal bezahlt werden: sowohl die durch die USV verbrauchten als auch die durch die Kühlung entstandenen Kilowattstunden.

Dies führte die USV-Hersteller zu einem Rennen gegen die Verluste, wobei bei jeder Technologieverbesserung wenige Prozentpunkte Wirkungsgrad gewonnen werden konnten.

- Gute Versorgung nichtlinearer Verbraucher

Seit der Einführung der Schaltnetzteiltechnologie vor einigen Jahren produziert die Mehrzahl der PC- und Server-Systeme Netzurückwirkungen. Dies bedeutet eine nicht sinusförmige Form der Stromaufnahme und einen hohen Gehalt an Oberschwingungen (3., 5., 7., usw.). Die Ströme sind durch einen hohen Crestfaktor C_F (2 bis 3,5) sowie einen Leistungsfaktor $\cos \varphi$ von 0,8 ind. bis 0,95 kap. gekennzeichnet.

Schnell trugen die Hersteller diesen Fakten bei der Entwicklung heutiger USV-Anlagen Rechnung, auch durch den Einsatz pulsbreiten-modulierter Wechselrichter (PWM-Wechselrichter). Die Ausgangsimpedanz verschiedener Quellen als Funktion der Oberschwingungen zeigt, dass der PWM-Wechselrichter die beste Lösung darstellt. Die Ausgangsimpedanz bleibt bis zu hohen Frequenzen sehr niedrig und die Verzerrung der Ausgangsspannung durch stark nichtlineare Ströme ist vernachlässigbar.

Somit kann festgestellt werden, dass das Problem nichtlinearer Verbraucher bei den heutigen PWM-basierten USV-Anlagen gelöst ist und dass keine Überdimensionierung mehr notwendig ist.

- Integration mit Kommunikations- und Datenverwaltungssystemen

USV-Betriebsparameter, Daten und Alarmer werden digitalisiert und auf einem USV-Display angezeigt bzw. gespeichert. Sie können einfach fernübertragen werden, z.B. zu einer simplen Fernanzeige oder zu einem komplexen Gebäudeüberwachungssystem. Ein solches System kann sowohl Daten zur Energieverteilung (Mittelspannungs-Verteilung, Niederspannungs-Verteilung) wie auch Daten betreffend den Schutz von Energieverteilanlagen verwalten.

Die USV hat eine Schlüsselstellung im Rahmen einer elektrischen Leistungsinstallation hoher Qualität inne. Der Betreiber kann kontinuierlich über die Anzahl Mikro-Unterbrechungen, die verbrauchte Leistung, die Anzahl in Betrieb stehender USV-Anlagen sowie deren einzelne Phasenbelastung informiert werden.

Dank Mikroprozessoren können Kommunikationsverbindungen zwischen der USV und dem versorgten Rechner aufgebaut werden. Außer der Leistungsverbindung zwischen der USV und dem versorgten Rechner muss hierzu zwischen beiden eine Datenverbindung vorhanden sein. Mit den durch die USV übermittelten Informationen (Dauer der Unterbrechung, Belastungsgrad, Batterieautonomie, Rückkehr zu Normalbetrieb usw.) kann der Rechner automatisierte Vorgänge auslösen (Dateien schließen, periphere Geräte anhalten, Neustart durchführen), und zwar ohne Eingriff oder Assistenz des Operators. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Hersteller von USV-Anlagen und Rechnersystemen war notwendig, um kompatible Softwareprogramme für diese Standards zu erstellen.

Oft befindet sich die USV näher zu dem Rechnersystem als die eigentliche Elektroverteilung; teilweise steht sie in den Büroräumen selbst oder in den Räumlichkeiten, die direkt an den geschützten Verbraucher angrenzen.

- Verbesserungen der Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlichkeit

Die Anlagenzuverlässigkeit hat während der letzten Jahre dank besserer Qualität und größerer Leistungen der aktiven Komponenten (Transistoren, Thyristoren usw.) und dank starker Reduktion der Anzahl der Logik-Komponenten (integrierte Schaltungen mit Mikroprozessor-Core, ASICs usw.) sowie ausgefeilter Schaltungstechnik enorm zugenommen.

Dennoch treten Ausfälle auf!

Wenn eine USV-Anlage ausfällt, sind präzise Fehlerdiagnose und schnelle Reparatur außerordentlich wichtig. Auch hier bieten mikroprozessorgestützte Systeme große Vorteile bei den einzelnen Schritten der Diagnose und der Identifizierung der fehlerhaften Baugruppe. Der Betreiber erhält eine klare Beschreibung notwendiger Handlungen direkt über Telefon, Internet oder von einem speziellen mikroprozessorgestützten internen Diagnosesystem.

Nach erfolgter Ferndiagnose ist schnelle Reparatur wichtig. Kritische Funktionen können einfach ausgetauscht werden und eine Baugruppe ist in wenigen Minuten ersetzt.

3 Europäische Richtlinien

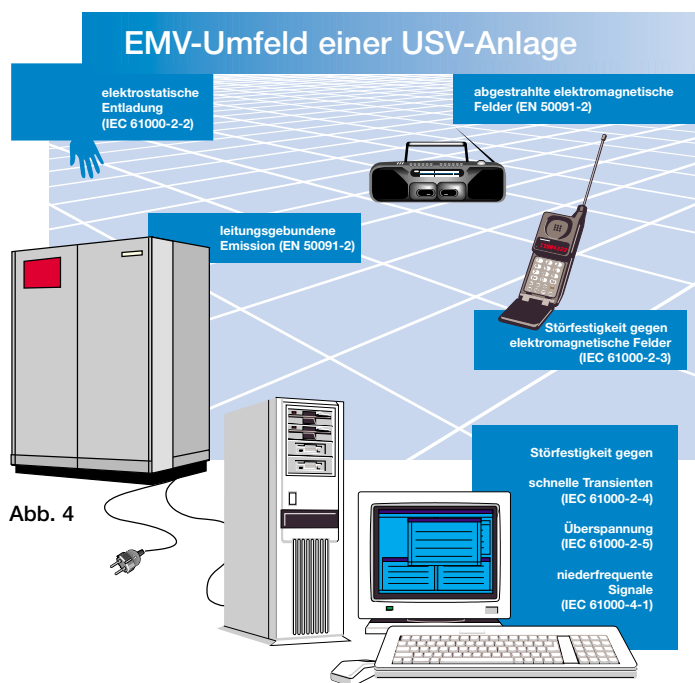
Alle auf dem Markt vorhandenen USV-Anlagen müssen seit dem 1. Januar 1997 die CE-Kennzeichnung tragen und den Anforderungen der beiden Richtlinien „Niederspannungsanlagen 73/23/EEC“ und „Elektromagnetische Verträglichkeit 89/336/EEC“ samt entsprechender Ergänzungen genügen.

Die USV braucht keine weiteren Richtlinien (Maschinen- und Bauprodukte-Richtlinie) zu erfüllen, es sei denn, dies wird vertraglich vereinbart.

4 Technische Normen

CENELEC und IEC sind die anerkannten Normen-Organisationen für die Elektrotechnik im europäischen und internationalen Bereich.

Europäische USV-Produkt-Normen sind vorhanden und werden auch national wie international anerkannt; die Anwendung entsprechender Normen garantiert dafür, dass den EU-Richtlinien Genüge getan wird.



4.1 Sicherheit

Die Bezugsnorm ist die EN 62040-1-x; sie beschreibt die grundlegenden Sicherheitsanforderungen.

4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit

Dies ist die Fähigkeit der USV, gegen vorhandene Störungen unempfindlich zu sein (Immunität) sowie andere Anlagen nicht durch leitungsgebundene und abgestrahlte elektromagnetische Felder zu stören (Emission) (Abb. 4). Die Bezugsnorm ist die EN 50091-2; sie legt die Grenzwerte sowie die Prüfverfahren fest.

4.3 Leistungen

Bezugsdokument ist die Norm EN 62040-3. Es ist ein Leitfaden für ein besseres Verständnis zwischen Hersteller und Kunde und definiert die anzugebenden Leistungen sowie die entsprechenden Prüfmethode.

4.4 Weitere Normen Weitere Normen, die die USV-Installation betreffen, sind:

- HD 384/IEC 364-x-x
Elektrische Gebäudeinstallationen
- EN 60439-1/IEC 439-1
Niederspannungsschaltanlagen
- EN 60529/IEC 529
Schutzgrad von Gehäusen

Für die Installation von Batterieanlagen wird auf die nationalen Vorschriften verwiesen.

**4.5 Zertifizierung
des Qualitäts-
sicherungssystems**

USV-Hersteller stellen ihren Tochter- und Vertriebsgesellschaften für die Implementierung der Qualitätssicherung strategische Ressourcen zur Verfügung.

Die Erfüllung der entsprechenden Bezugsnorm der Reihe ISO 9000 wird durch externe Organisationen zertifiziert und regelmäßig überprüft und durch das QS-System gegenüber Kunden, Endverbrauchern, Lieferanten und sonstigen Stellen zugesichert.

5 Konfigurationen

Um den Forderungen der Anwender nach Kontinuität und Qualität der Versorgung für verschiedene Anwendungsbereiche im Leistungsbereich von wenigen Watt bis mehreren Megawatt zu entsprechen, wurde von allen Herstellern eine breite Palette verschiedener USV-Anlagen entwickelt.











Die nachfolgende Klassifikation ist Teil der europäischen Norm EN 62040-3, welche die USV-Konfigurationen nach deren Eigenschaften definiert. Es gibt drei Klassifikationscodes für die Definition der meist verwendeten Konfigurationen:

- **VFI** (output Voltage and Frequency Independent from mains supply)
Der USV-Ausgang ist unabhängig von Netzspannungs- und Frequenzschwankungen und wird innerhalb der durch IEC 61000-2-2 gesetzten Grenzen geregelt. Bei entsprechendem Entwurf kann diese Type als Frequenzwandler betrieben werden (siehe Abschnitte Nr. 5.1 und 5.2 als Beispiel für diese Konfiguration).
- **VFD** (output Voltage and Frequency Dependent from mains supply)
Der USV-Ausgang ist abhängig von Netzspannungs- und Frequenzschwankungen (siehe Abschnitt 5.4 als Beispiel dieser Konfiguration).
- **VI** (output Voltage Independent from mains supply)
Der USV-Ausgang ist abhängig von Netzfrequenzschwankungen, jedoch wird die Netzspannung durch elektronische/passive Spannungsregelgeräte innerhalb der Grenzen für normalen Betrieb aufbereitet (siehe Abschnitt 5.3 als Beispiel dieser Konfiguration).



Eine Übersicht über die auftretenden Netzstörungen und die passenden USV-Lösungen entsprechend der drei USV-Klassifikationen VFD, VI und VFI gibt die Tabelle 2. Die USV-Lösung VFD kann bei den Netzstörungen Nr.1 bis 3, VI bei Nr.1 bis 5 und VFI bei allen 10 Netzstörungen eingesetzt werden.

Netzstörungen und USV-Lösungen

Netzstörungen	Zeit	z.B.	EN 62040-3	USV-Lösung	Ableiter-Lösung
1. Netzausfälle	> 10 ms		VFD Voltage + Frequency Dependent	Klassifizierung 3 passiver Standby-Betrieb (Offline)	—
2. Spannungsschwankungen	< 16 ms				—
3. Spannungsspitzen	4...16 ms				—
4. Unterspannungen	kontinuierlich		VI *) Voltage + Independent	Klassifizierung 2 Line- Interactive- Betrieb	—
5. Überspannungen	kontinuierlich				—
6. Spannungsstöße (Surge)	< 4 ms		VFI Voltage + Frequency Independent	Klassifizierung 1 Double- Conversion- Betrieb (Online)	—
7. Blitzeinwirkungen	sporadisch				Blitz- und Über- spannungsschutz (IEC 60364-5-534)
8. Spannungsverzerrung (Burst)	periodisch				—
9. Spannungsüberschwingungen	kontinuierlich				—
10. Frequenzschwankungen	sporadisch				—

Tab. 2

Die Norm EN 62040-3 zeigt die Haupt-Betriebsfunktionen einer USV. Die Grundfunktion einer USV ist es, eine angeschlossene Last unterbrechungsfrei zu versorgen. Dies kann mit unterschiedlichen Schaltkreis-Architekturen und entsprechenden Betriebsarten erreicht werden. Die Eigenschaften dieser Topologien werden als Beispiele in den nächsten Abschnitten beschrieben; sie weisen jeweils besondere Merkmale auf und können je nach Verbrauchertyp optimiert werden.

Die Komplette Klassifizierung ist dreistufig

- Stufe 1 – Abhängigkeit der Ausgangsspannung vom Netz (siehe vorne) in den Klassen VFI, VI und VFD
- Stufe 2 – Sinusform der Ausgangsspannung und deren Verzerrung in den Klassen SS, XX und YY
- Stufe 3 – Abweichung der Ausgangsspannung bei Änderung der Betriebsart und bei Laständerungen in den Klassen 1, 2 und 3

Anmerkung:

Der Vorteil der Klassifizierung für den Anwender ist eine USV mit definierten Eigenschaften. Zur Verifizierung der korrekten Klassifizierung der USV sollte der Anwender auf Vorlage entsprechender Printprotokolle bzw. Abnahmeprüfung bestehen.

*) Alternative Techniken sind in der Lage, die Netzstörungen Nr. 1 bis Nr. 9 zu beherrschen.

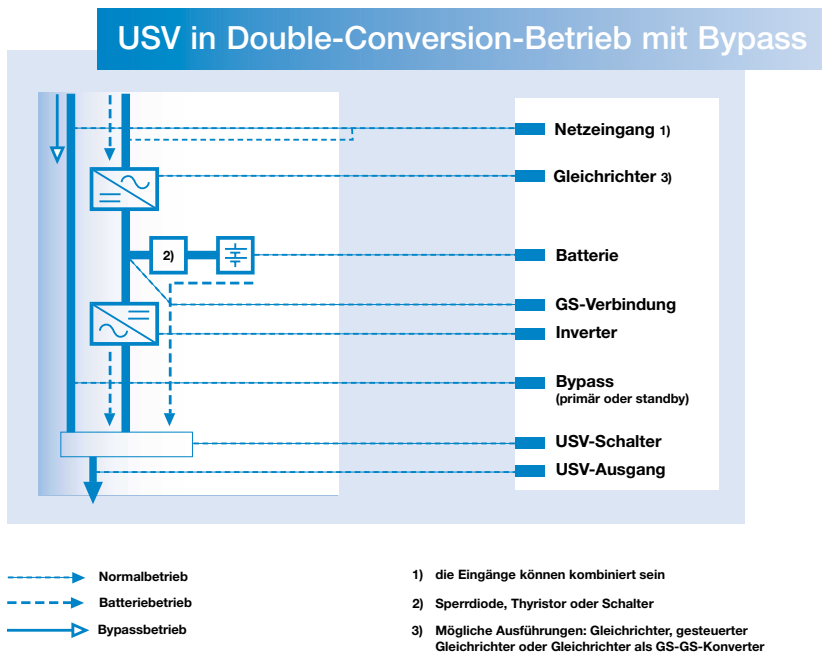


Abb. 5

Anmerkung:

Diese USV-Beschaltung wird oft auch als eine „Online-USV“ bezeichnet. Hier wird die Last immer durch die USV versorgt, unabhängig vom Zustand des Eingangsnetzes. Der Begriff „Online“ bedeutet auch „Am-Netz“. Um Verwirrung der Definitionen vorzubeugen, sollte dieser Begriff vermieden und nur der eingangs erwähnte verwendet werden.

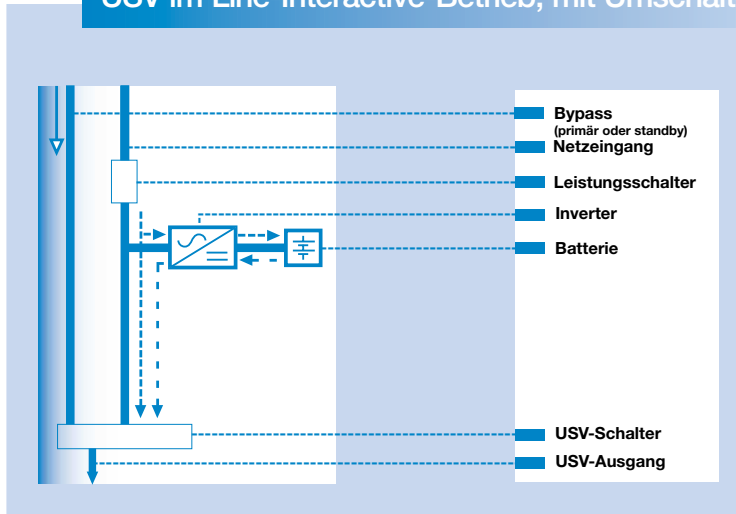
5.2 Double-Conversion USV mit Bypass (VFI)

Durch einen zusätzlichen Bypass kann die Verfügbarkeit der Lastversorgung erhöht werden bei

- Ausfall der USV
- Laststromspitzen (Anlaufströme oder Kurzschlussströme)
- Spitzenbelastungen.



USV im Line-Interactive-Betrieb, mit Umschalter (VI)



- > Normalbetrieb
- - -> Batteriebetrieb
- > Bypassbetrieb

Abb. 6

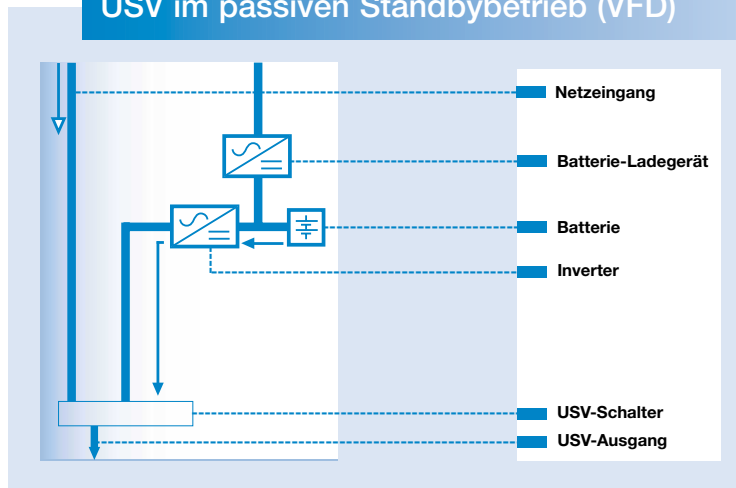
Die Anlage läuft nun im Batteriebetrieb entweder für die Dauer der durch die Ladung der Batterie vorgegebenen Zeit oder bis die WS-Eingangsspannung wieder in die USV-Toleranzen zurückkehrt, je nachdem, was zuerst eintrifft.

5.3 Line-Interactive USV (VI)

Im Normalbetrieb wird die Last mit aufbereiteter Spannung über einen parallelen Anschluss von WS-Eingang und USV-Inverter-Ausgang versorgt. Der Inverter kann zur Aufbereitung der Ausgangsspannung und/oder Ladung der Batterie eingesetzt werden. Die Ausgangsfrequenz ist von der WS-Eingangsfrequenz abhängig.

Wenn die WS-Eingangsspannung außerhalb der USV-Toleranzen liegt, halten Inverter und Batterie die Lastversorgung aufrecht und ein Schalter unterbricht die WS-Eingangsspannung, um Rückspeisung des Inverters vorzubeugen.

USV im passiven Standbybetrieb (VFD)



- > Batteriebetrieb
- > Normalbetrieb

Abb. 7

Wenn die WS-Eingangsspannung außerhalb der USV-Toleranzen liegt, wechselt die USV in den Batteriebetrieb, sobald der Inverter aktiviert und die Last direkt oder über den USV-Schalter auf den Inverter umgeschaltet ist (die Umschaltung kann elektronisch oder elektromechanisch sein). Die Kombination Batterie/Inverter versorgt die Last nun, je nachdem was zuerst eintritt, für die Dauer des möglichen Batteriebetriebs, oder bis die WS-Eingangsspannung wieder innerhalb der USV-Toleranzen zurückkehrt und die Last zurückgeschaltet ist.

5.4 Passiver Standbybetrieb der USV (VFD)

Bei Normalbetrieb wird die Last über den USV-Schalter von der WS-Netzspannung versorgt. Zusätzliche Geräte oder Vorrichtungen können hier zur Aufbereitung integriert sein, wie z.B. ein ferro-resonanter Transformator oder ein Transformator mit automatischem Wechsel der Anzapfungen. Die Ausgangsfrequenz ist von der WS-Eingangsfrequenz abhängig.

Wenn die WS-Eingangsspannung außerhalb der USV-Toleranzen liegt, wechselt die USV in den Batteriebetrieb, sobald der Inverter aktiviert und die Last direkt oder über den USV-Schalter auf den Inverter umgeschaltet ist (die Umschaltung kann elektronisch oder elektromechanisch sein).

Anmerkung:

Diese Art der USV wird oft auch als eine „Offline-USV“ bezeichnet. Hier wird die Last nur dann mit elektronisch aufbereiteter Spannung versorgt, wenn die Eingangsspannung außerhalb der Toleranz ist. Der Begriff „Offline“ bedeutet auch „Nicht-am-Netz“, wobei die Last aber tatsächlich primär im Normalbetrieb vom Netz versorgt wird. Um Verwirrung der Definitionen vorzubeugen, sollte dieser Begriff vermieden und nur der eingangs erwähnte verwendet werden.

6. Bewertungsgrößen

6.1 Elektrische Dimensionierung der USV

Die Kenntnis der folgenden Parameter spielt eine entscheidende Rolle bei der Bestimmung der USV-Leistung.

- *Scheinleistung (VA oder kVA)*

Die Scheinleistung ist wie folgt definiert:

$S = U \cdot I$ für einphasige Lasten

$S = (U_{L1} \cdot I_{L1}) + (U_{L2} \cdot I_{L2}) + (U_{L3} \cdot I_{L3})$ für dreiphasige Lasten

wobei U die Spannung und I der Strom ist, die unter normalen Bedingungen (EN 50091-1-x) durch die Last aufgenommen werden. Diese Angabe wird normalerweise in der Dokumentation und/oder auf dem Typenschild des Verbrauchers genannt, obwohl der angegebene Wert überdimensioniert sein kann.

Die Dauer-Scheinleistung einer USV wird in VA oder kVA angegeben beim genannten Leistungsfaktor ($\cos \varphi$) und der Sinusform.

- *Wirkleistung (W oder kW)*

Die Wirkleistung ist definiert als:

$$P = S \cdot \cos \varphi;$$

wobei $\cos \varphi$ den Leistungsfaktor darstellt.

Der Wert für P oder $\cos \varphi$ wird beim Verbraucher sehr selten angegeben; eine korrekte Dimensionierung der USV erfordert Messung der durch die Verbraucher aufgenommenen Wirkleistung. Die Erfahrung zeigt, dass typische Rechneranlagen einen Leistungsfaktor $\cos \varphi$ zwischen 0,8 ind. und 0,95 kap. aufweisen.

- *Crestfaktor*

Eine lineare Last nimmt einen sinusförmigen Strom auf, dessen Effektivwert I_{RMS} und Spitzenwert I_{peak} ist.

Der Crestfaktor C_F wird definiert als:

$$C_F = \frac{I_{\text{peak}}}{I_{\text{RMS}}}$$

Der normale Wert für eine lineare Last beträgt $C_F = 1,41$.

Die meisten USV-Verbraucher (Belastungen) sind nichtlineare Lasten: sie nehmen verzerrte Ströme mit einem C_F -Wert größer als 1,41 auf und fordern deshalb höhere Spitzenströme; folglich verursachen sie eine größere Verzerrung der Ausgangsspannung als vergleichbare lineare Lasten. Der Wert des Crestfaktors wird praktisch nie angegeben und es kann sich als notwendig erweisen, eine entsprechende spezifische Messung durchzuführen. Die Norm EN 62040-1-x, Anlage M5, nennt eine typische nichtlineare Last mit $C_F = 3$, die für USV-Prüfungen verwendet wird. Dieser Wert kann genutzt werden, wenn keine andere Angaben vorliegen.



- *Überlast*

Überlasten sind kurzzeitige Leistungsspitzen der angeschlossenen Verbraucher, die die normale Aufnahme bei statischem Betrieb übersteigen. Verursacht werden sie, wenn ein oder mehrere Verbraucher gleichzeitig zugeschaltet werden.

- *Betriebsparameter*

Bei der Bestimmung der Leistung einer USV müssen folgende Betriebsparameter-Bedingungen erfüllt werden:

Die Nennscheinleistung S einer USV muss gleich oder größer als die Summe der Nennscheinleistung aller Verbraucher sein.

Die Nennwirkleistung P einer USV muss gleich oder größer als die Summe der Nennwirkleistung aller Verbraucher sein.

Achtung:

Verlassen Sie sich nicht auf Angaben wie „Computer Power“ oder ähnliche Definitionen (siehe Glossar)!

Es muss geprüft werden, ob die USV für die Versorgung von nichtlinearen Lasten mit einem Crestfaktor C_F gleich oder größer als dem C_F der Verbraucher als Gesamtlast geeignet ist und ob die entsprechende Ausgangsspannungsverzerrung mit den zu versorgenden Verbrauchern kompatibel ist.

Es ist notwendig, die Überlast zu quantifizieren und zu klären, ob die USV diese liefern kann. Wenn die Verbraucher eine Überlast verursachen, die entweder in Wert oder in Dauer größer ist als für die USV zugelassen, sind zwei Lösungen möglich:

- Einsatz einer USV größerer Leistung oder
- Automatische Versorgung der Verbraucher über den elektrischen Bypass vom Netz für die Dauer der Überlast.

Achtung:

Wenn die Netzversorgung fehlt oder außerhalb der Toleranz ist, kann ein Problem auftreten. In diesem Falle kann die Verbraucherversorgung ausfallen. Um Überlast zu vermeiden, schalten Sie die Verbraucher möglichst stufenweise ein.

Wenn die Raumtemperatur höher ist als die durch den Hersteller zugelassene Betriebstemperatur, muss die USV-Leistung entsprechend den Angaben des Herstellers reduziert werden.

Beim Vergleich verschiedener Produkte sollten Sie darauf achten, dass die Leistungsangaben sich auf die angegebene Betriebstemperatur beziehen.

- *Zukünftige Erweiterungen*

Nachdem die USV-Leistung festgelegt wurde, empfehlen wir, eine gewisse Leistungsreserve für einen zukünftigen Ausbau vorzusehen. Im allgemeinen wird eine Marge von nicht weniger als 30 % als ausreichend betrachtet.

6.2 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad η ist das Verhältnis zwischen Ausgangsleistung P_A und Eingangswirkleistung P_I der USV.

$$\eta = \frac{P_A}{P_I}$$

Die während des USV-Betriebs abgegebene Verlustwärme stellt auch einen zusätzlichen Kostenpunkt dar. Speziell bei USV-Anlagen mittlerer und großer Leistung kann diese Verlustwärme dazu führen, dass sehr viel elektrische Energie für die Klimatisierung der Umgebung aufgewendet werden muss.

Auf jährlicher Basis betragen die Energiekosten bei einer gegebenen Belastung:

$$\text{Energiekosten} = P_A \cdot (1 - \eta) \cdot t_{\text{op}} \cdot k$$

wobei P_A die an die Verbraucher abgegebene Ausgangswirkleistung, η der USV-Wirkungsgrad bei dieser Belastung (also nicht notwendigerweise der USV-Nennwirkungsgrad), t_{op} die betrachtete Zeitspanne in Betriebsstunden bei dieser Belastung und k der Einheitspreis für Elektrizität pro kWh ist.

Wenn die Klimatisierung mit einbezogen werden soll, kann das Resultat mit dem Faktor 1,3 multipliziert werden.

6.3 Netzurückwirkungen

Je nach Technologie kann die USV Stromverzerrungen generieren, die als Netzurückwirkungen bezeichnet werden und Oberschwingungen der 50 Hz-Grundfrequenz sind. Im Abschnitt Zusatzeinrichtungen wird beschrieben, wie diese Oberschwingungen reduziert werden können.

6.4 Lärmpegel

Eine USV muss derart installiert werden, dass die Arbeitsbedingungen nicht beeinträchtigt werden. Entsprechend der Norm ISO 3746 betragen die mittleren zulässigen Lärmpegel:

- 52 dBA im Büro,
- 60 dBA im Rechnerraum,
- 65/75 dBA in Räumen mit Installationsanlagen.

6.5 Abmessungen und Wartungsfreundlichkeit

Kompakte Abmessungen der USV bedeuten:

- geringer Platzbedarf für die Anlage (ein Faktor, der je nach Kosten pro Quadratmeter der benötigten Fläche wichtig ist).
- einfacherer und billigerer Transport und schnelle Installation der USV.

Neue Technik kann auch bei USV-Anlagen mit kleinen Abmessungen ausreichende Wartungsfreundlichkeit garantieren.



6.6 Schutzgrad

Der Schutzgrad (Abb.8) betrifft die Schutzvorrichtungen, wie sie in der Norm EN 60529 „Schutzgrad von Gehäuse und Behälter elektrischer Geräte“ (IP-Bezeichnung) festgelegt sind, gegen Berührung gefährlicher Teile, gegen das Eindringen von Fremdkörpern (erste Zahl und evtl. Zusatzbuchstabe) sowie gegen das Eindringen von Feuchte oder Wasser (zweite Zahl und evtl. Zusatzbuchstabe).



Abb. 8

6.7 Zuverlässigkeitsparameter

- *MTBF*

Die MTBF (Mean Time Between Failures) einer USV ist ein Bewertungsparameter für die Zuverlässigkeit. Sie stellt die wahrscheinliche mittlere Betriebszeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen dar. Die MTBF ist von vielen Faktoren abhängig, wie beispielsweise den Umgebungsbedingungen am Aufstellungsort der Anlage, Aufstellhöhe, Temperatur, wie Zuverlässigkeit der eingesetzten Komponenten sowie deren Belastungsgrad, wie die spezifische Schaltungstechnik und weitere Faktoren.

- *MTTR*

Die MTTR (Mean Time To Repair) einer USV ist ein Bewertungsparameter für die Wartungsfreundlichkeit und somit für die Reparaturfreundlichkeit. Sie stellt die wahrscheinliche mittlere Reparaturzeit dar. Die MTTR wird in starkem Maße beeinflusst durch Aufbau und Konstruktion der USV (einfacher Ersatz von Komponenten und Bauteilen) sowie durch integrierte Diagnosevorrichtungen (einfache Fehlersuche). Zu beachten ist auch, dass die MTTR ebenfalls von der Verfügbarkeit von Ersatzteilen am Ort abhängig ist.

Beachten Sie, dass Werte für MTBF und MTTR nur informativen Charakter haben, da der Bereich dieser Parameter, die von vielen miteinander verknüpften Faktoren beeinflusst werden, ziemlich groß ist. Besser als eine MTBF oder MTTR-Angabe sind Angaben beziehend auf Felderfahrungen. Dazu sind die Service- und Kundenberichte seriös auszuwerten, z.B. durch die Qualitätssicherung der Hersteller.

6.8 Batterie-Technologien

Batterien werden meistens mit der USV-Anlage geliefert und können – je nach Größe – im gleichen Gehäuse, im gleichen Schrank oder im gleichen Raum installiert werden. In diesem Fall stellt der Lieferant sicher, daß die spezifizizierte Verbraucherlast und der vorgesehene Leistungsfaktor eingehalten werden.

Sehr häufig werden verschlossene, wartungsfreie Bleibatterien (englisch: Valve-Regulated-Lead-Acid (VRLA) Batteries) eingesetzt (Tab.3). Diese Batterien sind mit einem Ventil verschlossen und dürfen nicht geöffnet werden. Wassernachfüllen ist nicht erforderlich bzw. möglich. Die Gasentwicklung ist gering und fordert meistens keine besonderen Vorkehrungen für die Unterbringungen in Arbeitsstätten oder Büroräumen. Auf die elektrischen Schutzmaßnahmen ist zu achten. Die einzuhaltenden Sicherheitsanforderungen sind in DIN VDE 50272-2 ausführlich beschrieben.

Die Batterien werden meistens im gemeinsamen USV-Gehäuse oder in separaten Elektroschränken montiert. Je nach Anwendung stehen Batterien unterschiedlicher Bauart, Qualität und Gebrauchsdauer zur Verfügung. Die Gebrauchsdauer einer Batterie hängt wesentlich von den Betriebs- und Umgebungsbedingungen, insbesondere von der Temperatur ab. Diese sollte 25°C nicht überschreiten.

Batterietechnologien und ihre Eigenschaften					
Technologie	Elektrolyt	Lebensdauer (Klassifizierung nach EUROBAT Guide)	Typische Anwendungsbereiche	Vorteile	Nachteile
Verschlussene Bleibatterien mit festgelegtem Elektrolyt und mit Ventil AGM = Elektrolyt absorbiert in Glasfasermatten GEL = Elektrolyt geliert mit Silica zu Gel	AGM und GEL	3 – 5 Jahre Standard Handelsware (Standard Commercial)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Konsumer-Anwendungen ■ Spielzeuge ■ Alarmsysteme ■ PC-USV-Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einfache Wartung ■ Geringe Anforderungen an die Unterbringung ■ Kein Wassernachfüllen ■ Hohe Energiedichte ■ Geringe Gasentwicklung ■ Reduzierte Lüftungsanforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Empfindlich gegen hohe Temperaturen (speziell Batterien mit AGM) ■ Exakte Ladenspannungsregelung erforderlich ■ Keine Einzelzellenüberwachung ■ Begrenzte Lagerfähigkeit
	Meistens AGM	6 – 9 Jahre Allgemeine Anwendungen (General Purpose)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungen ohne strenge Sicherheits- und Leistungsanforderungen ■ Sicherheitsbeleuchtung ■ USV-Anlagen ■ Alarmsysteme 		
	AGM und GEL	10 – 12 Jahre Bei hohen Anforderungen (High Performance)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungen mit mittleren Sicherheitsanforderungen ■ Telekommunikation ■ Elektrizitätsversorgung ■ USV-Anlagen 		
	AGM und GEL	12 Jahre und länger Langlebige Ausführung (Long Life)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Langlebige Anwendungen mit hohen Sicherheitsanforderungen ■ Telekommunikation ■ Elektrizitätsversorgung 		
Geschlossene Bleibatterien mit flüssigem Elektrolyt und Entgasungsstopfen	Flüssiger Elektrolyt	10 – 12 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> ■ Große USV-Anlagen ■ Allgemeine Gleichstromversorgung in Industrieanlagen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einfache visuelle Prüfung bei glasklaren, durchsichtigen Gefäßen ■ Prüfung der Elektrolytdichte möglich ■ Lange Lagerfähigkeit trockener, vorgeladener Zellen ■ Sehr hohe Lebensdauer 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anforderungen hinsichtlich der Unterbringung müssen erfüllt werden ■ Wartung erforderlich, z.B. Wassernachfüllen ■ Geringere Energiedichte ■ Höhere Gasungsraten
		ca. 15 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungen mit hohen Sicherheitsanforderungen ■ Telekommunikation ■ Anlagen mit erneuerbarer Energie ■ Zentrale Sicherheitsbeleuchtungsanlagen ■ Elektrizitätsversorgung 		
		ca. 20 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendungen mit höchsten Sicherheitsanforderungen ■ Elektrizitätsversorgung 		

Tab. 3

Bei Anlagen mit großer Leistung oder bei längerer Überbrückungszeit werden auch die klassischen stationären Bleibatterien mit flüssigem Elektrolyt eingesetzt. Diese erfordern eine geeignete Unterbringung in Schränken oder Räumen entsprechend ihrer Größe und Zuverlässigkeitsanforderung. Diese Batterien müssen in großen Zeitabständen mit entmineralisiertem Wasser nachgefüllt werden.

Es können auch Nickel-Cadmium Batterien eingesetzt werden, die sich insbesondere bei extrem niedrigen Temperaturbedingungen von bis zu -30°C eignen. Außerdem sind sie mechanisch robust und elektrisch sehr leistungsfähig. Die erwartete Lebensdauer beträgt 15 bis 20 Jahre, jedoch liegen die Beschaffungskosten erheblich über den Kosten vergleichbarer VRLA Batterien (Faktor 3 bis 6).

6.9 Allgemeine Überlegungen zum Begriff „Computer Power“

Bei der Definition der USV-Nennleistung werden hin und wieder Begriffe wie „Computer Power“, „Schaltleistung“, „Wirkliche Leistung“, Leistung bei bestimmten Temperaturen, usw., verwendet. Diese arbiträren Begriffe stehen in keinem Bezug zu Scheinleistung und Wirkleistung; sie können weder exakt definiert noch quantifiziert werden und dürfen nicht für die Leistungsbestimmung der USV gebraucht werden.

6.10 Spezifikationen für eine USV-Anlage

Im folgenden sollen noch einmal die wichtigsten Anfragedaten aufgelistet werden.

- Eingangsgrößen
Spannung
Frequenz
- Ausgangslast
(Typenschild der Last,
falls vorhanden)
Spannung
Frequenz
Anschlussleistung
Leistungsfaktor
Crestfaktor
Überlast (%)
- Kurze Beschreibung der Last:
Informationstechnik (Computer, Drucker, etc.),
Beleuchtung,
Telekommunikationseinrichtungen,
Elektromedizinische Geräte, etc.
Leistungsreserven für die Zukunft
- Batterie
Backup-Zeit (Überbrückungszeit)
Batterietyp
Batterielebensdauer
- Umgebung
Arbeitstemperatur USV-Raum
Arbeitstemperatur Batterie-Raum

6.11 Kommunikation

Die USV-Anlage wird mehr und mehr zu einem Teil eines Systemes miteinander kommunizierender Geräte. In solch einer Umgebung muss die USV als Peripheriegerät betreiberdefinierte Informationen ausgeben können. Dies muss effizient und sicher (i. Allg. mikroprozessorgesteuert) erfolgen. Zwei Arten sind möglich (Abb. 9): lokal und „auf Distanz“.

Möglichkeiten der lokalen Kommunikation sind:

- Leuchtanzeigen
Das simple Aufleuchten einer Warnleuchte auf der Geräte-Bedienplatte gibt einen direkten Hinweis auf den Anlagenzustand und genügt normalerweise für USV-Anlagen kleiner Leistung.
- Alphanumerisches Display
Für detaillierte Angaben zum USV-Betriebszustand und der elektrischen Parameter kann es nützlich sein, die USV mit einem alphanumerischen Display auszurüsten. Zusätzlich können spezielle Betriebsfunktionen und ein Diagnostik-System für die USV implementiert werden. Diese Lösung ist für USV-Anlagen höherer Leistungen geeignet.

Für die Fernkommunikation kommen in Frage:

- Fern-Signalisierung mittels potentialfreier Kontakte
Wenn der Operator keinen direkten, einfachen Zugriff zur USV hat, kann eine Fernsignalisierung zur Fernüberwachung der Hauptbetriebsfunktionen vorgesehen werden (mindestens „Sammelalarm“ oder „Batteriebetrieb“). Diese Signalisierung durch die USV kann an das Anwenderinformationssystem oder an ein Signalisierungssystem der USV selbst weitergeleitet werden.
- Kommunikation USV/Verbraucher
Mittels Netzwerk- oder serieller Verbindung kann die USV mit dem versorgten IT-Verbraucher verbunden werden, so dass sichergestellt werden kann, dass bei einem Netzausfall die offenen Dateien automatisch geschlossen und dem Operator die entsprechenden Informationen übermittelt werden.
- Serielle Verbindung
Für eine detailliertere Ferndiagnose der USV kann die entsprechende Information auf einem alphanumerischen Display oder direkt auf einem Bildschirm angezeigt werden. In diesem Fall erfolgt die Kommunikation durch eine serielle Verbindung (RS 232, RS 422 oder RS 485), wobei eine vollständige Informationsübertragung durch eine einfache Verbindung sichergestellt wird. Die serielle Schnittstelle kann

einem PC eine weit größere Datenmenge zur Verfügung stellen als dies lokal möglich wäre und zwar ohne Beschränkung der Distanz. Der Verbindungsaufbau kann mit jedem zu diesen Protokollen kompatiblen Kommunikationsgerät aufgebaut werden.

In einigen Fällen kann es vorteilhaft sein, die USV unter Verwendung vorhandener Informationsnetzwerke mit einem Überwachungssystem zu verbinden (SNMP – Simple Network Management Protocol).

- Kommunikation zwischen USV und Service-Center

Die USV-Kommunikation kann insofern erweitert werden, dass diese zu einer Ergänzung des technischen Kundendienstes wird. Über eine normale Telefonverbindung kann zwischen der USV und dem Servicecenter eine Verbindung aufgebaut werden, die sofort eine Warnmeldung anzeigt und auch eine vorbeugende Kontrolle ermöglicht. In besonderen Fällen können sogar Detailinformationen der betreffenden USV sowie die Aufzeichnung wichtiger Parameter bei besonderen Ereignissen vorgenommen werden.

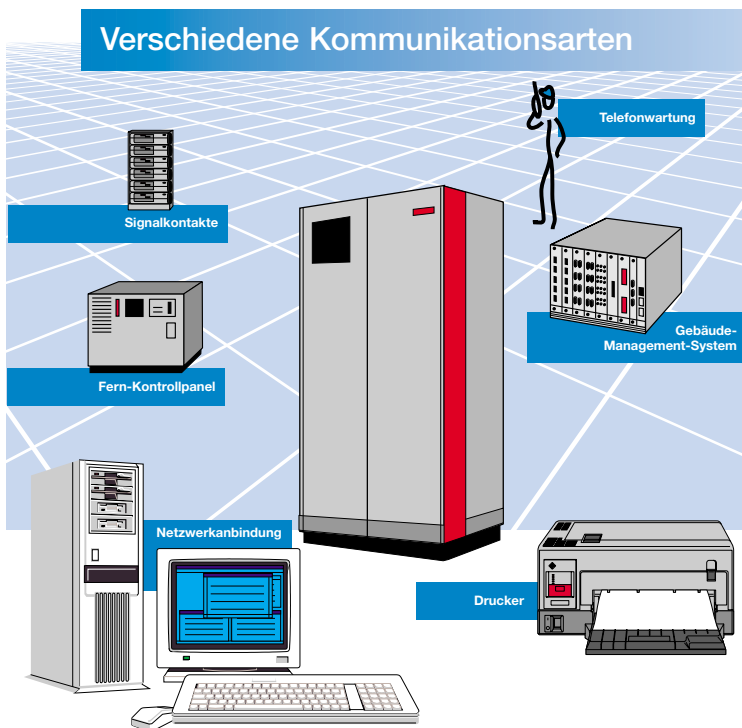


Abb. 9

7 Zusatzeinrichtungen (Optionen)

Um spezifischen Kundenwünschen zu entsprechen, kann die USV-Standardversion mit Zusatzeinrichtungen erweitert werden.

7.1 Transformator für galvanische Trennung

Bei Einsatz der Standardversion bleibt der Nullleiter zwischen Ein- und Ausgang unverändert, wenn keine galvanische Trennung vorgesehen ist. Im Bedarfsfalle kann jedoch ein Trenntransformator vorgesehen werden.

7.2 Zusätzlicher Autotransformator

Wenn die Netz- oder die Verbraucherspannung nicht dem USV-Standard entspricht, kann für die Spannungsanpassung ein Autotransformator vorgesehen werden.

7.3 Lösungen zur Verringerung der Netzurückwirkungen

- **Zwölfpulsiger Gleichrichter**
Der Gleichrichter wird verdoppelt und durch einen Transformator mit zwei sekundären Wicklungen versorgt; die Ströme in der Primärwicklung werden kombiniert und die Oberschwingungen stark eliminiert.
- **Gleichrichter mit PFC (Power Factor Control).**
Die Stromaufnahme vom Netz erfolgt mit reduziertem Oberschwingungsgehalt. Diese Schaltung steht normalerweise nur für USV-Anlagen kleiner Leistung zur Verfügung.
- **Resonanzfilter (Saugkreise)**
Diese werden in der USV eingangsseitig vorgesehen, wo sie die Oberwellen reduzieren und somit eine Rückspeisung in das Netz verhindern.

Weitere Möglichkeiten stehen zur Verfügung und können zur Optimierung der Anlage mit dem Hersteller vereinbart werden.

8 Installationsrichtlinien für USV-Anlagen mittlerer und großer Leistung

Dieser Abschnitt enthält allgemeine unterstützende technische Informationen für das Fachpersonal bei der Aufstellung von festinstallierten USV-Anlagen.

Die Installationsangaben des Herstellers sowie nationale und örtliche Installations- und Verkabelungsvorschriften müssen bei Widersprüchlichkeit mit den nachfolgenden Angaben vorrangig beachtet werden. Dieser Abschnitt enthält allgemeine unterstützende technische Informationen für das Fachpersonal bei der Aufstellung von festinstallierten USV-Anlagen.

8.1 Netzsysteme

Die meisten USV-Anlagen sind primär für Einsatz in ein- und dreiphasigen Netzsystemen mit geerdetem Nullleiter entwickelt worden. Bei Einsatz in anderen Netzsystemen, z.B. mit isoliertem Nullleiter oder Betrieb von Einphasen-USV-Anlagen zwischen zwei Phasen, wenden Sie sich an Hersteller oder Lieferanten zwecks Auskünfte betreffend der Kompatibilität.

Im allgemeinen sind Trenntransformatoren für die Anpassung solcher Netzsysteme am System mit geerdetem Nullleiter erhältlich. In einigen Fällen wird es notwendig sein, zusätzliche Schutzgeräte oder Schalter in der Installation vorzusehen.

8.2 Schutzgeräte Wenn Leistungsschalter als Schutzgeräte eingesetzt werden, sollte ein Typ mit verzögerter Auslösung gewählt werden, um Fehlauflösungen vorzubeugen. Diese können folgende Ursachen haben:

- **USV-Einschaltströme**
Beim Einschalten der USV sind Einschaltströme mit bis zu 8fachem Nennstrom bei Vollast während einer Periode möglich. Dies kann auch vorkommen, wenn die USV-Verbraucher über einen Bypass eingeschaltet werden.
- **Leckströme gegen Erde**
Bei vorhandenem EMV-Filter ist es möglich, dass die momentanen Erdströme nicht auf allen Phasen symmetrisch sind und demzufolge der Fehlerstromschutzschalter auslöst wird.

8.3 Selektivität beim Leitungsschutz Wenn hohe Selektivität beim Leitungsschutz für verzweigte USV-Anlagen benötigt wird und in den technischen Daten und Installationsanweisungen der USV-Anlagen keine entsprechende Angaben vorhanden sind, sollte bei der Planung und Auswahl der Leitungsschutzgeräte Kontakt mit dem Hersteller/Lieferanten aufgenommen werden.

8.4 USV-Ausgangstrombegrenzung Je nach USV-Technologie kann Überlastschutz durch interne elektronische Strombegrenzungsschaltkreise vorgesehen sein. Aus Sicherheitsgründen muss die USV ausschalten, wenn die Ausgangsspannung unter 50 % der Nenn-Ausgangsspannung fällt EN 62040-1-x, Abschnitt 2.7.1d.

8.5 Dimensionierung des Nullleiters Wenn die Verbraucherlast aus einphasigen Verbrauchern besteht und an einer dreiphasigen USV-Anlage zwischen den Phasen und dem Nullleiter angeschlossen ist, so ist es wahrscheinlich, dass der Nullleiter Strom der 3. Harmonischen führt, dessen Wert die Summe aller Einzelströme ergibt.

In einem solchen Fall muss der ausgangsseitige Nullleiter-Querschnitt entsprechend den nationalen Vorschriften oder IEC 60-364-5-532.2.1 (über-)dimensioniert werden. Dies betrifft in einigen Anwendungsfällen (z.B. Bypassbetrieb) auch den eingangsseitigen Nullleiter.

8.6 Nullleiter-Trennung Viele USV-Anlagen verwenden den Eingangs-(Netz-)Nullleiter als Bezug für den Ausgangs-Nullleiter. Wenn eine Netzabschalt- oder Netzumschalt-Vorrichtung vorgesehen wird, muss darauf geachtet werden, dass der Eingangs-Nullleiter nicht während des Betriebs der USV-Anlage unterbrochen wird. Dies trifft auch für Anlagen zu, bei denen die Bypass-Versorgung von der normalen Netzversorgung getrennt ist und für beide Versorgungen nur ein Nullleiter-Anschluss vorhanden ist.

8.7 Netzersatzanlagen (NEA) Netzersatzanlagen stellen eine alternative Energiequelle bei Netzausfall dar; die Leistung wird durch einen Generator erzeugt. Informieren Sie den Lieferanten des Generators darüber, dass die Belastung aus elektronischen Geräten besteht. Damit wird sichergestellt, dass die Generatorregelung auch bei nichtlinearer Belastung arbeitet.

8.8 Installation der Batterie-Anlagen

Batterien sollten so untergebracht werden, daß die Temperaturen innerhalb der Batterien gleichmäßig und keinen großen Schwankungen ausgesetzt sind. Niedrige Temperaturen verringern die Leistungsfähigkeit (Kapazität), hohe Temperaturen reduzieren die Gebrauchsdauer der Batterie. Liegt die Temperatur ständig um 10 K über der Referenztemperatur von 20 °C, verringert sich die Gebrauchsdauer auf die Hälfte.

Werden die Batterien getrennt von der USV aufgestellt, müssen in der Nähe der Batterieanschlüsse Schutzvorrichtungen vorgesehen werden, die für Gleichstrom geeignet sind (z.B. Sicherungen, Schutzvorrichtungen mit Fehlerstromauslösung, Fehlerstromschutzschalter, Isolationsüberwachung, Fehler Spannungsschutzvorrichtungen, etc.). Bei isolierten Netzen (IT-Netz) sind beide Batterieleitungen (+ und -) entsprechend abzusichern.

Ungeschützte Leitungsteile zwischen der Batterie und der Schutzvorrichtung müssen kurzschlußsicher verlegt werden, z.B. durch Verwendung von doppelt isoliertem Kabel. Zu Wartungszwecken und für Arbeiten an Batterien müssen die Batterien von allen Zugangs- und Abgangskreisen und vom Erdpotential abgetrennt werden können (z.B. durch Trenner, Trennschalter, Steckvorrichtungen, herausnehmbare Sicherungen, Trennlaschen, etc.). Die Schutzmaßnahmen nach DIN EN 50272-2 müssen eingehalten werden. Die Verkabelung zwischen der Batterie und der USV Anlage muß für die Belastungsströme und den durch den Hersteller/Lieferant festgelegten maximalen Spannungsabfall dimensioniert sein.

8.9 USV-Fernabschaltung

USV-Anlagen, die fest an das Netz angeschlossen sind, haben i. Allg. einen Anschluss für einen externen Schalter, der eine Fernabschaltung der Last erlaubt und gleichzeitig die USV bei Auftreten einer Notsituation (wie Brandausbruch) daran hindert, in irgendeinem Betriebsmodus weiter aktiv zu sein. Dies ist eine Forderung der Sicherheitsnorm EN 62040-1-x und kann ebenfalls eine nationale Vorschrift für die Installation in Computerräumen sein.

Wenn diese Option genutzt wird, sollten zusätzliche Schalteinrichtungen dafür sorgen, dass die Netzversorgung zur USV unterbrochen wird, so dass keine Bypass-Schaltkreise eingeschaltet werden können. Wenn es die Feuerschutzvorschriften erlauben, können auch alternative Methoden unter Verwendung externer Geräte angewandt werden.

8.10 USV-Kommunikations-schnittstellen

Klemmen und Steckverbindungen an USV-Anlagen für die direkte Verbindung mit externen ITE-Anlagen (Information Technology Equipment) werden „Safety Extra-low Voltage (SELV)“ Schaltkreise in Übereinstimmung mit der Norm IEC 950 (EN 60950) genannt.

Ein ITE-SELV-Schaltkreis ist als ein sekundärer Schaltkreis definiert, der so aufgebaut und geschützt ist, dass unter normalen und Einzelfehlern Bedingungen die Spannung 42,4 V Spitzenspannung oder 60 V Gleichspannung zwischen zwei beliebigen Punkten oder einem Punkt gegen Masse, ausgenommen Transienten, nicht übersteigt. Dies weicht von der SELV-Definition in IEC 364 ab; dort werden andere Spannungsgrenzen und Schaltkreisbedingungen genannt.

Jede externe Verkabelung von der USV zu der externen ITE-Anlage muss von jeder anderen SELV- und Nicht-SELV-Verkabelung einen Abstand von mindestens 25 mm einhalten, um die Integrität der USV-SELV-Schaltkreise zu erhalten und den EMV-Bedingungen zu genügen.



8.11 Nichtlineare Lasten

Typische in der Industrie vorhandene nichtlineare Lasten sind beispielsweise Gleichrichter mit Ladecondensator, wie sie in jedem Netzgerät vorkommen. Es wird nur dann Energie vom Netz oder von der USV aufgenommen, wenn die Versorgungsspannung die entsprechende Gleichspannung über dem Ladecondensator übersteigt.

Die daraus resultierende Kurvenform des Stroms folgt nicht der Kurvenform der Spannung, sondern sie verweilt bis zu 3,0 ms beim Spitzenwert der Spannung. Der Spitzenwert kann dabei je nach Quellenimpedanz zwischen dem 2,2 und 5,0fachen des RMS-Werts (Effektivwert) betragen. Die Stromform hat einen hohen Gehalt an Oberschwingungen (Abb. 10). Dieser Wert des Stromes kann nur mit „True-RMS“-Messgeräten präzise gemessen werden. Bei dieser Lastart ist der aufgenommene Strom und dessen Spitzenwert von der Quellenimpedanz abhängig, da diese während jeder Halbwelle die Aufladegeschwindigkeit des Ladecondensators im Netzgerät bestimmt. Es ist deshalb nicht unüblich, dass der Laststrom für jede USV-Betriebsart unterschiedlich ist, wenn die Ausgangsimpedanzen unterschiedlich sind. Die interne Dimensionierung der USV trägt dem Rechnung.

Ebenso kann die Spannungsform eine Abflachung der Spitze auf Grund des Spannungsabfalls über der Quellenimpedanz aufweisen, wenn Verhältnisse wie in Abb. 10 vorliegen.

Bei der Bestimmung der Querschnitte der Leitungen kann es notwendig sein, den Querschnitt für einen kleineren Spannungsabfall auszulegen, der durch einen großen Spitzenwert zum Effektivwertverhältnis verursacht wird. Dies gilt speziell in Gebieten, in denen die Nennspannung häufig durch Bedarfsspitzen während langer Perioden an der unteren Toleranzgrenze liegt.

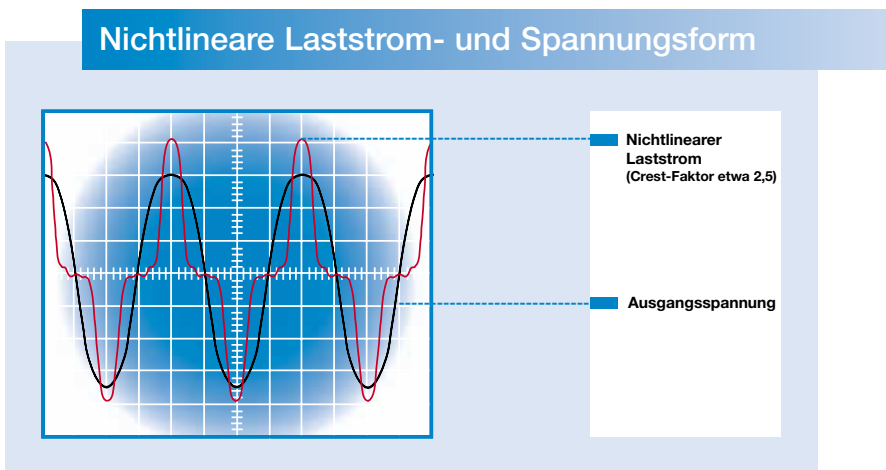


Abb. 10

9 Wartung und Dienstleistungen

Bei der Auswahl einer USV ist die technische Unterstützung, die ein Hersteller seinen zukünftigen Kunden bietet, ein entscheidender Faktor. Dienstleistungen, die zur Installation einer USV gehören, sind:

- Unterstützung bei der Planung
- Installation und Erstinbetriebsetzung
- Ausarbeitung eines optimalen Wartungsvertrages
- Unterstützung nach dem Verkauf (Kundendienst)
- Fernüberwachung
- Schulung des Personals

9.1 Bedeutung des Supports

Die Betreiber einer Anlage erwarten heutzutage nicht mehr nur ein Produkt. Sie benötigen und fordern eine Gesamtlösung ihrer Probleme.

Die Lösung ist eine Kombination aus Dienstleistungen und Produkt. Die Leistungen umfassen den Support vor dem Verkauf, die Bewertung des Aufstellortes, Hinweise zum Unterhalt der USV und deren Umgebung und vieles mehr.

9.2 Support vor dem Verkauf (Planungsunterstützung)

a) Untersuchung der Last

Bevor eine USV ausgewählt werden kann, muss die zu versorgende Last eindeutig definiert sein. Das Vorhandensein von Spitzenströmen oder Einschaltspitzenströmen kann beträchtlichen Einfluss auf die Spezifikationen haben. Servicetechniker, ausgerüstet mit Speicher-Oszillograph und Geräten zur Netzanalyse, helfen den Kunden bei der Bestimmung der erforderlichen Leistung und beugen kostenintensiven Überdimensionierungen vor.

b) Untersuchung der Elektroinstallation

Service-Techniker helfen den Kunden bei

- der Bestimmung der Schutzgeräte, entsprechend der Stromaufnahme und des Kurzschlussstromes am Anschlusspunkt
- der Berechnung des Querschnitts der Anschlusskabel (Funktion von Erwärmung und zulässigem Spannungsabfall)
- der Erfüllung der erforderlichen Maßnahmen zur Einhaltung von Normen und Vorschriften in bezug auf Nullleiter-Systeme und Personenschutz.

9.3 Installation

Die Service-Techniker helfen bei der Überprüfung aller wichtigen Installationsaufgaben:

- Zugänglichkeit, Transportwege
- Abladen der Anlage
- Netzseitiger Anschluss
- Anschluss der Elektroverteilung
- Batterieanschluss
- Klimatisierung, Lüftung



9.4 Erstinbetriebsetzung

Zur Sicherstellung der Einhaltung der anzuwendenden Normen empfehlen USV-Hersteller, dass die Erstinbetriebsetzung von USV-Anlagen mittlerer und großer Leistung durch den eigenen Kundendienst durchgeführt wird. Folgende Aufgaben werden von den Technikern durchgeführt:

- Bestätigung der Werksprüfungen
- Belastungsprüfung
- Batterie-Entladetest
- Schulung des Kundenpersonals
- Erstellung eines vollständigen Installationsberichts.
- Beachtung einer gleichmäßigen Belastung der drei Phasen bei USV-Geräten mit Drehstromausgang

Folgende wichtige Fragen sollten vorher mit dem Kunden diskutiert und entsprechende Antworten definiert werden:

- Wenn für die Erstinbetriebsetzung der „Betrieb“ angehalten werden muss, wann sollte dies erfolgen?
- Wenn keine Belastung (Verbraucherlast) vorhanden ist, wer soll oder kann diese zur Verfügung stellen?
- Wer ist verantwortlich für die Koordination aller betroffenen Lieferanten und/oder Baumaßnahmen?

Die Erfahrung zeigt, dass sich IT- Geräte als USV-Last stark „vermehrten“. Durch regelmäßige Kontrollen kann verhindert werden, dass beim Anschließen eines neuen Gerätes die USV in Überlast geht. Moderne USV-Anlagen melden diese automatisch, sobald die Auslastung z. B. 90 % überschreitet.

9.5 Wartungsverträge

Die Rechtfertigung für die Installation einer USV-Anlage ist die Verfügbarkeit einer „sauberen“, unterbrechungsfreien Spannung. Durch den Kauf einer solchen Anlage bestätigt der Käufer, dass die zu versorgenden Verbraucher außerordentlich wichtig sind. Es ist deshalb wesentlich, die Gesamtkosten eines möglichen, wenn auch unwahrscheinlichen USV-Ausfalles zu berücksichtigen. Dazu müssen auch die Kosten der USV-Reparatur berücksichtigt werden sowie die Kosten, die sich aus dem Stillstand der abgesicherten Anlagen ergeben, d.h. die Zeit, in der die kritische Anwendung nicht geschützt oder nicht einmal versorgt ist.

[Das Ziel eines Wartungsvertrages ist, dieses Risiko so gering wie möglich zu halten.](#)

Die regelmäßigen Batteriekontrollen, im Wartungsvertrag festgeschrieben, verlängern die Lebensdauer der eingesetzten Batterien. Die Hersteller haben ein breites Angebot an Wartungsverträgen, das alle Arten von Bedürfnissen abdeckt. Die Verträge gehen vom „Einfach“-Vertrag mit regelmäßigen Kontrollbesuchen (Ersatzteile und Arbeitszeit werden separat berechnet), bis zu „Komplett“-Verträgen mit einer garantierten Reaktionszeit.

Die Flexibilität der Hersteller erlaubt es den Kunden, unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen, das Maximum aus seinem Wartungsbudget herauszuholen, sowohl hinsichtlich Reaktionszeit wie vorbeugender Wartung.



9.6 Support nach dem Verkauf Obwohl die Hersteller Wartungsverträge als das optimale Mittel empfehlen, um die Anlage in perfektem betriebsfähigen Zustand zu halten, sind weitere Leistungen möglich:

- Telefonische Annahme von Service-Anfragen (teilweise mit Direkthilfe)
- Kurze Reaktionszeit dank großer Anzahl von Servicecentern
- Schnelle Reparatur dank moderner Technologie in den Anlagen verbunden mit hohem fachmännischen Wissen der Kundendienst-Techniker.

9.7 Fernwartung Die Fernüberwachung ist eine Dienstleistung, die einige USV-Hersteller im Rahmen ihrer Wartungsverträge anbieten. Eine direkte Verbindung zwischen der USV-Anlage und der Servicestelle nutzt die Kombination von zwei Hersteller-Eigenschaften:

- die Produkt-“Intelligenz“ und deren Kommunikationsfähigkeiten,
- die hervorragende Qualität der Servicestelle mit ihrem hochspezialisierten Personal.

Bei einem Ausfall wird die Servicestelle sofort benachrichtigt. Es wird eine Diagnose gestellt, der Kunde wird informiert und im Rahmen eines Wartungsvertrages werden Maßnahmen ohne jegliches Risiko menschlicher Fehler oder Zeitverlust getroffen.

9.8 Kundens Schulung Eine Kundens Schulung ist unabhängig von der Art oder Type der USV-Anlage notwendig. Es sind im allgemeinen mehrere Kurse vorgesehen:

- Eine Basisschulung, die während der Erst-Inbetriebsetzung erteilt wird und aus grundlegenden USV-Betriebsanweisungen besteht.
- Ein Schulungskurs über den USV-Betrieb und die USV-Wartung, der sich an den für diese Aufgaben verantwortlichen Personenkreis richtet.

Nachfolgend sind Themen für typische Schulungskurse aufgelistet:

- USV-Funktionsprinzip
- Charakteristiken der einzelnen Einheiten
- Kundenschnittstelle für die Befehlseingabe
- Inbetriebsetzungsprozeduren (Ein, Aus, Bypass und Diagnose)
- Einbauort und Studium der Leistungsbaugruppen unter Verwendung von Blockdiagrammen
- Vorstellung der Steuer- und Regelelektronik
- Reaktion auf Anzeigen und Alarm-Meldungen
- USV-Umgebungsbedingungen
- Batterien (Technologie, Auswahl, Installation und Service)
- Nullleiter-System der Anlage.

Glossar

- CENELEC** Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung.
- Computer Power** Bei der Definition der USV-Nennleistung werden hin und wieder Begriffe wie „Computer Power“, „Schaltleistung“, „wirkliche Leistung“, Leistung bei bestimmten Temperaturen usw., verwendet. Diese arbiträren Begriffe stehen in keinem Bezug zu Scheinleistung und Wirkleistung; sie können weder definiert noch quantifiziert werden und dürfen nicht für die Leistungsbestimmung der USV gebraucht werden.
- EN** Europäische Norm. Im elektrischen und elektronischen Umfeld sind es die durch CENELEC herausgegebenen Europäischen Normen.
- EUROBAT** Europäischer Verband der Hersteller von Industrie- und Starterbatterien mit Sitz in Brüssel (Belgien), Webseite www.eurobat.org
- Europäische Richtlinie** Ein Erlass der Europäischen Gemeinschaft, der in den Mitgliederstaaten umgesetzt werden muss. Es gibt horizontale Richtlinien, die viele Arten von Produkten betreffen, und vertikale Richtlinien, die eine spezifische Art Produkt betreffen. Momentan gibt es für die Hersteller elektrotechnischer und elektronischer Produkte zwei wichtige vertikale Richtlinien, die Anforderungen an USV-Produkte enthalten: 89/336/EEC für die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und 73/23/EEC für Sicherheit.
- IEC** Das International Electrotechnical Committee (IEC) normt auf internationaler Ebene unter Mitarbeit der Normen-Ausschüsse verschiedener Länder.
- IP-Bezeichnung** Dies betrifft die Schutzvorrichtungen, wie sie in der Norm EN 60529 „Schutzgrad von Gehäuse und Behälter elektrischer Geräte“ (IP-Bezeichnung) festgelegt sind, und zwar gegen Berührung gefährlicher Teile, gegen das Eindringen von Fremdkörpern (erste Zahl und evtl. Zusatzbuchstabe) sowie gegen das Eindringen von Feuchte oder Wasser (zweite Zahl und evtl. Zusatzbuchstabe).
- Lineare Last (nichtlineare Last)** Eine Last wird als „linear“ bezeichnet, wenn der aufgenommene Strom dieselbe Kurvenform wie die Spannung hat. Eine Last wird als „nichtlinear“ bezeichnet, wenn dies nicht der Fall ist. Wenn eine nichtlineare Last mit einer sinusförmigen Spannung versorgt wird, ist der Strom pulsformig. Für USV-Anlagen wird eine nichtlineare Last durch die Europäische Norm EN 50091-1-x definiert.
- Überbrückungszeit (Backup-Zeit)** Bei der Bestimmung der Überbrückungszeit wird oft der Begriff „Notlaufzeit“ verwendet. Diese undefinierte Größe hat nichts mit der Überbrückungszeit im Batteriebetrieb bei 100 % Last zu tun.



Impressum

Unterbrechungsfreie Stromversorgung
European Guide / CEMEP

2.ergänzte Auflage der ZVEI-Ausgabe

Herausgegeben vom:
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Transformation und Stromversorgung
Redaktion: Dr. Reiner Korthauer (ZVEI),
Wilhelm Sölter (DKE K 331)

Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main

Fon: 069 6302 - 0
Fax: 069 6302 - 317
Mail: t&s@zvei.org
www.zvei.org

Design:
NEED COMMUNICATION GmbH
Bad Soden am Taunus
www.needcom.de
November 2003