

USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 1 von 12

Was ist eine USV?

Wofür wird eine USV benötigt?

Schutz vor:

- ⇒ Überspannung
- ⇒ Hochspannungsspitzen
- ⇒ Schaltspitzen
- ⇒ Spannungseinbrüche
- ⇒ Frequenzabweichungen
- ⇒ Kurzschluß im öffentlichen Netz
- ⇒ Blackout/Netzausfall
- ⇒ Leitungsrauschen
- ⇒ Harmonische Oberwellen

Welche unterschiedlichen USV-Technologien gibt es?

- ⇒ Off-Line
- ⇒ Line-Interaktiv
- ⇒ On-Line

Was ist der Crest-Faktor?

Wie ermittelt man den erforderlichen Crest-Faktor (Scheitelfaktor) einer USV?

Wie ermittelt man die erforderliche USV-Leistung?

Wie wähle ich die USV aus?

Wie ermittelt man den Leistungsfaktor?

Warum wird die Ausgangsleistung in kVA angegeben?

Wie ermittelt man die Verlustleistung einer USV?

Wie hoch sind die Betriebskosten einer USV?

Warum sollte die USV (der Wechselrichter) einen hohen Kurzschlußstrom liefern?

Welchen Vorteil hat eine USV mit kurzschlußfestem Ausgang?

Wird für das USV - System eine Klimaanlage benötigt?

Was ist bei der Erdung von USV zu beachten?

Was sind Netzurückwirkungen?

Welche Oberschwingungsströme sind bei welchen Netzimpedanzen zulässig?

USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 2 von 12

Was ist eine USV?

Eine USV ist ein Stromversorgungssystem mit Energiespeicher, das bei Ausfall der Versorgungsspannung eine beständige Versorgung der Last sicherstellt (nach EN 50091-1).

Jedes System, vom Personal Computer auf Ihrem Schreibtisch bis zum Lift, der Sie jeden Tag in Ihr Büro bringt, hängt von elektronischen Schaltungen ab, die wiederum elektrische Energie benötigen.



Wofür wird eine USV benötigt?

Zum Schutz vor Datenverlusten und Systemschäden durch:

1. Überspannung



Eine Überspannung tritt auf, wenn die Spannung 110 Prozent über dem Normalwert liegt. Die häufigste Ursache für die Entstehung von Überspannung ist die Abschaltung großer elektrischer Anlagen. Unter diesen Bedingungen kann es bei Computersystemen zu Speicherverlust, Datenfehlern, flackernden Leuchtanzeigen oder Abschaltung des Systems kommen.

2. Hochspannungsspitzen

Hochspannungsspitzen treten bei einer plötzlichen, kurzzeitigen Spannungsspitze von bis zu 6.000 V auf. Diese Spannungsspitzen gehen normalerweise auf Blitzschläge in der näheren Umgebung zurück, wobei es jedoch auch andere Ursachen gibt. Bei empfindlichen elektronischen Systemen kann dies zu Datenverlusten oder beschädigten Leiterplatten führen.



3. Schaltspitzen

Schaltspitzen treten bei einer kurzzeitigen Spannungsspitze von bis zu 20.000 Volt für die Dauer von 10 bis 100 Mikrosekunden auf. Sie werden häufig durch Lichtbogen-Fehler und statische Entladung verursacht. Darüber hinaus können mehrmals pro Tag Störungen durch Schaltvorgänge bei Energiesystemen auftreten, die von Stromversorgern bei der Korrektur von Leitungsproblemen ausgelöst werden. Zu den Auswirkungen gehören Speicherverlust, Datenfehler, Datenverlust und Komponenten-Belastung.

Dokument:: WAS IST EINE USV?

Autor: Product Support Department Datum: 08/2001

USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 3 von 12



4. Spannungseinbrüche

Spannungseinbrüche sind Spannungen, die kurzzeitig 80 bis 85 Prozent unter dem Normalwert liegen. Sie können auftreten, wenn schwere Anlagen eingeschaltet, große elektrische Motoren gestartet und Starkstromleitungen geschaltet werden (intern oder öffentliches Stromversorgungsnetz). Ein Spannungseinbrüche können ähnliche Auswirkungen wie Spannungsspitzen haben und zu Speicherverlust, Datenfehlern, flackernden Leuchtanzeigen und Abschaltungen des Systems führen.



5. Frequenzabweichungen

Hierbei handelt es sich um eine Abweichung von der normalerweise konstanten Netzfrequenz von 50 Hz bzw. 60 Hz, je nach geographischer Lage. Sie kann durch fehlerhaften Betrieb von Notstromgeneratoren oder instabile Stromquellen hervorgerufen werden. Bei sensiblen elektronischen Systemen können dadurch Datenbeschädigungen, Festplatten-Crash, Tastaturblockierung oder Programmfehler auftreten.



6. Kurzschluß im öffentlichen Netz

Ein Kurzschluß im öffentlichen Netz ist ein kontinuierlich reduzierter Spannungszustand. Ein Beispiel dafür ist der Spitzenbedarf im Sommer, wenn die Energieversorger die Anforderungen oft nicht mehr erfüllen können und die Stromversorgung einschränken müssen. Bei Computersystemen kann dies zu Datenbeschädigung, Datenverlust und Hardware-Ausfällen führen.



7. Blackout/Netzausfall

Blackout oder Netzausfall wird als Nullspannungsbedingung definiert, die mehr als zwei Zyklen dauert. Dies kann auf die Auslösung eines Unterbrechungsschalters sowie auf Spannungsverteilungs- oder Netzspannungsfehler zurückzuführen sein. Die Folge können Datenbeschädigung, Datenverlust, Dateifehler oder Hardwareschäden sein.



8. Leitungsrauschen

Elektrisches Leitungsrauschen, definiert als Hochfrequenzstörung (Radio Frequency Interference - RFI) und elektromagnetische Störung (Electromagnetic Interference - EMI), hat unerwünschte

USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 4 von 12

Auswirkungen auf Schaltungen in Computersystemen. Zu den Störungsquellen gehören hier Elektromotoren, Relais, Motorsteuerungs-Komponenten, Rundfunkübertragungen, Mikrowellenstrahlung und Gewitter. RFI, EMI und andere Frequenzprobleme können Datenfehler, Datenverlust, Speicherverlust, Tastatur- und Systemblockierung verursachen.



9. Harmonische Oberwellen

Harmonische Oberwellen sind Verzerrungen der normalen Wellenform und werden normalerweise von nichtlinearen Lasten in die Leitung übertragen. Nichtlineare Lasten sind Switch-Mode-Stromversorgungen, Regelmotoren und -antriebe, Kopierer und Telefaxe. Harmonische Oberwellen führen zu Kommunikationsfehlern, Überhitzung oder Hardwareschäden.



Welche unterschiedlichen USV-Technologien gibt es?

Gegen welche Netzprobleme bieten sie einen geeigneten Schutz?

➤	Offline/Standby	1. Stromausfall 2. Spannungseinbruch 3. Überspannung
	Line-Interaktiv	4. Kurzschluß im öffentlichen Netz 5. Leitungsrauschen
	Online	6. Hohe Spannungsspitzen 7. Frequenzabweichung 8. Schaltspitzen 9. Harmonische Oberwellen



➤ Offline Systeme

Klassifikation 3 nach IEC 62040-3

Schützt nur gegen 3 von 9 Spannungsprobleme:

1. Stromausfall
2. Spannungseinbruch
3. Überspannung

Offline-Systeme, auch "Standby" genannt, sind für den Schutz eines einzelnen PCs oder einer einzelnen Workstation konzipiert. Diese sind normalerweise die preisgünstigsten USVs. Sie bieten aber nur bei einem vollständigen Stromausfall eine Absicherung und enthalten keine bedeutenden Funktionen zur Spannungsaufbereitung. Sie werden als "Offline"-Systeme bezeichnet, da die USV-Schaltung nur bei einem Spannungsausfall aktiv wird. Unterschreitet die

Dokument:: WAS IST EINE USV?

Autor: Product Support Department Datum: 08/2001

USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 5 von 12

Spannung einen bestimmten Wert, wechseln diese Anlagen über einen Schalter zur Batteriespannung. Dabei kommt es zu Verzögerungen von zwei bis sechs Millisekunden, die jedoch von den meisten EDV-Netzteilen überbrückt werden können. Diese Verzögerung wird Umschaltzeit genannt. Anschließend wandelt ein Wechselrichter in der USV die Gleichspannung der Batterien in Wechselspannung um, die von der Stromversorgung des Computers genutzt werden kann.



➤ **Line-interaktive Systeme**

Klassifikation 2 nach IEC 62040-3

Schützt gegen 5 von 9 Spannungsprobleme:

1. Stromausfall
2. Spannungseinbruch
3. Überspannung
4. Kurzschluß im öffentlichen Netz
5. Leitungsrauschen

Hier handelt es sich um eine hybride Technologie, die einen besseren Schutz als die Offline-Technologie bietet, aber kostengünstiger ist als die volle Online-Technologie. Sie bietet neben dem Schutz bei Stromausfall auch eine Spannungsaufbereitung, die Spitzen und Unebenheiten in der Stromversorgung glättet. Sinkt beispielsweise die Spannung unter einem festgelegten Pegel wird sie von der USV wieder zum Normalwert zurückgeführt. Bei diesem Konzept wird der Wechselrichter in der Zeit, in der die Eingangs-Wechselspannung im Normalzustand die Batterie auflädt, in Gegenrichtung betrieben. Bei einem Stromausfall wird ein Transferschalter aktiviert und der Batteriestrom fließt zum USV-Ausgang, um das System zu versorgen. Die Line-Interaktive USV wird vor allem in Bereichen eingesetzt, bei denen die Spannungsaufbereitung für den Betrieb des Systems keine zentrale Bedeutung hat.



➤ **Online Systeme (Double Conversion)**

Klassifikation 1 nach IEC 62040-3

Schützt gegen alle 9 Spannungsprobleme:

1. Stromausfall
2. Spannungseinbruch
3. Überspannung
4. Kurzschluß im öffentlichen Netz
5. Leitungsrauschen
6. Hohe Spannungsspitzen
7. Frequenzabweichung

Dokument:: WAS IST EINE USV?

Autor: Product Support Department Datum: 08/2001

USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 6 von 12

8. Schaltspitzen
9. Harmonische Oberwellen

USVs mit dieser Technologie sind am besten für Bereiche geeignet, bei denen geschäftskritische Anwendungen geschützt werden müssen. Diese, gegenüber den anderen beiden Technologien etwas teureren Systeme, stellen sicher, dass es bei der Stromversorgung nie zu einer Unterbrechung kommt. Dazu arbeiten diese Anlagen nach dem sogenannten Double-Conversion-Prinzip, bei der die Netzspannung kontinuierlich in Gleichspannung umgewandelt wird. Die Eingangsspannung wird über die Batterie durch einen Wechselrichter geführt, um sie in Wechselspannung für die Systemlast umzuwandeln. Die ideale Situation ist die Verfügbarkeit von Elektrizität als reine Sinuskurve. Die Wechselspannung direkt vom Netz ist unsauber und weist Unregelmäßigkeiten auf. Ein Online-System säubert und filtert die Spannung, so dass der Verbraucher einen reinen Sinuswellen-Strom erhält. Bei Online-Systemen erfolgt die Umschaltung praktisch verzögerungsfrei und die Auswirkungen von Spannungsspitzen und Überspannungen bei der Stromversorgung lassen sich vollständig beseitigen.



Was ist der Crest-Faktor?

Der Crestfaktor ist der Quotient aus:

Spitzenwert / Effektivwert

einer elektrischen Größe und ist bei sinusförmigen Verläufen

$$c \text{ (Crest-Faktor)} = \sqrt{2} = 1,414$$

Computer-Netzteile nehmen einen stark verzerrten Strom auf - die Stromspitze ist deutlich höher als bei sinusförmigem Verlauf. Der erforderliche Spitzenstrom zum Speisen z.B. von Computern wird durch den Crestfaktor beschrieben und kann Werte von

$$c = 3$$

annehmen. Da USV-Systeme diese Stromspitze in jeder Halbwelle bereitstellen müssen, ist ein hoher Crest-Faktor als Datenangabe ein Maß für die Leistungsfähigkeit einer USV.



Wie ermittelt man den erforderlichen Crest-Faktor einer USV?

Dokument:: WAS IST EINE USV?

Autor: Product Support Department Datum: 08/2001

USV-Allgemein

Technisches Dokument

WAS IST EINE USV?

Dokumentname:

Seite 7 von 12

Diese Frage ist eng verbunden mit der erforderlichen Nennleistung einer USV (siehe nächste Frage).



Wie ermittelt man die erforderliche USV-Leistung?

Die Verbraucherlasten sind meistens nicht einheitlich. Dies soll anhand des folgenden Beispiels verdeutlicht werden:

Beispiel:

Verbraucher	Fallbeispiel			
	1	2	3	4
USV-Lasten	Leistung	Strom-Crest-Faktor	cosφ	Einschaltstrom
PC, Server; Monitore; Drucker, (SNTs)	4500 VA	3	0,95 kap	1,5 x Inenn
Klimageräte (Motore)	3000 VA	1,41	0,8 ind.	6 x Inenn
Beleuchtung	2000 VA	1,41	0,9 ind.	1 x Inenn
Sonstiges	1500 VA	2	1	1 x Inenn
Summe	11000 VA	2,14	0,95ind.	2,57x Inenn

Verbraucherleistung:

$$(1): 4500 \text{ VA} + 3000 \text{ VA} + 2000 \text{ VA} + 1500 \text{ VA} = 11000 \text{ VA}$$

Strom-Crest-Faktor:

$$(2): [4500 \text{ VA} \times 3 + 3000 \text{ VA} \times 1,41 + 2000 \text{ VA} \times 1,41 + 1500 \text{ VA} \times 2] / 11000 \text{ VA} = 2,14$$

cos φ:

$$(3): \{ [4500 \text{ VA} \times 0,05 - 3000 \text{ VA} \times 0,2 - 2000 \text{ VA} \times 0,1] / 11000 \text{ VA} \} + 1 = 0,95\text{ind.}$$

Einschaltspitzenstrom:

$$(4): [4500 \text{ VA} \times 1,5 + 3000 \text{ VA} \times 6 + 2000 \text{ VA} + 1500 \text{ VA}] / 11000 \text{ VA} = 2,57 \rightarrow I_{\text{peak}} = 2,57 \times \sqrt{2} = 3,64$$



Wie wähle ich die USV aus?

A) Je nach Tragweite eines möglichen Schadens durch Datenverlust / Produktionsstillstand erfolgt die Auswahl der geeigneten USV. Ist die Tragweite und damit das mögliche Risiko

Dokument:: WAS IST EINE USV?

Autor: Product Support Department Datum: 08/2001

USV-Allgemein

Technisches Dokument

WAS IST EINE USV?

Dokumentname:

Seite 8 von 12

hoch, so kommen nur echte Online-USV, Klassifikation 1 nach IEC 62040-3 (Double Conversion), in Betracht.

Die Tragweite eines möglichen Schadens müssen Sie in einer Risikoanalyse für Ihr Unternehmen ermitteln (lassen).

B) Alle weiteren Aspekte, wie geringere Anschaffungs- und Betriebskosten (Wirkungsgrad), sind hier zweitrangig und haben sich einer Schadensvermeidung unterzuordnen.

Fortführung des Beispiels oben:

Typ	S4000	S4000 bei 11 kVA:	Erforderlich
Nennleistung	15 kVA	15 kVA	> 11 kVA
Crest-Faktor	3	4,09	> 2,14
Leistungsfaktor	kap. ind	kap. ind	> 0,95 ind.
	0 – 1 – 0	0 – 1 – 0	
Überlastverhalten für Anlauf- / Einschaltstrom		4,09	3,64

Crest-Faktor bei 11kVA = $15\text{kVA} / 11\text{kVA} * 3 = 4,09$;

Die gewählte USV S4000 mit 15 kVA ist geeignet.



Wie ermittelt man den Leistungsfaktor ?

Hier hilft nur eins: die Anschlußdaten der vorgesehenen Verbraucher zusammentragen. Für USV aus dem Hause Powerware ist der $\cos\phi$ im induktiven Bereich unkritisch. Ist der $\cos\phi$ der Summe der Lasten stark kapazitiv, so sollte dieser Wert exakt ermittelt werden, da hier die



Nennleistung der USV eingeschränkt ist.

Warum wird die Ausgangsleistung in kVA angegeben?

Die Nennleistung einer USV wird durch zwei Angaben definiert:

1. Ausgangsscheinleistung S in kVA
2. durch den Leistungsfaktor z.B. = 0,8

Die Ausgangsleistung P in kW ist definiert über

Dokument:: WAS IST EINE USV?

Autor: Product Support Department Datum: 08/2001

USV-Allgemein

Technisches Dokument

WAS IST EINE USV?

Dokumentname:

Seite 9 von 12

$$\cos\varphi = P / S \quad \implies P = S \times \cos\varphi$$

Beispiel:

Ausgangsscheinleistung $S = 100 \text{ kVA}$ bei $\cos\varphi = 0,8$
Ausgangsleistung $P = 100 \text{ kVA} \times 0,8 = 80 \text{ kW}$



Wie ermittelt man die Verlustleistung einer USV?

Entscheidend sind dabei

- die max. erforderliche Ausgangsleistung P_a , die von der USV aufgebracht werden muß (in kW)!
- der Wirkungsgrad der gesamten USV, also AC - AC an diesem Arbeitspunkt (z.B. bei 70% der Nennleistung)

Beispiel:

$$P_v = P_a (\text{kW}) \times (1 - \text{Wirkungsgrad}) / \text{Wirkungsgrad}$$

$$P_a = 11000 \text{ VA bei } = 0,95$$

$$\Rightarrow P_a = 11000 \text{ VA} \times 0,95 = 10.450 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \text{Wirkungsgrad der S4000 bei } 11000\text{VA} = 91\%$$

$$\Rightarrow P_v = 10.450 \text{ W} \times (1 - 0,91) / 0,91 = 1034 \text{ W}$$

P_a : Ausgangsleistung der USV

P_v : Verlustleistung



USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 10 von 12

Wie hoch sind die Betriebskosten einer USV?

A) Energiekosten

Beispiel:

USV-Nennleistung: 200 kVA; mittlere Auslastung: 75%

$$\begin{aligned} P_{w \text{ last}} &= 200 \text{ kVA} \times \cos \varphi \times 75\% \\ &= 200 \text{ kVA} \times 0,8 \times 0,75 = 120 \text{ kW} \end{aligned}$$

⇒ Wirkungsgrad in diesem Arbeitspunkt : 93 %

$$\begin{aligned} P_v \text{ USV} &= P_{w \text{ last}} \times (1 - \text{Wirkungsgrad}) / \text{Wirkungsgrad} \\ &= 120 \text{ kW} \times (1 - 0,93) / 0,93 = 9,03 \text{ kW} \end{aligned}$$

Energiekosten / Jahr bei einem Energiepreis von 5 Cent / kWh und 8760 h / Jahr:

$$\text{E-Kosten / Jahr} = 9,03 \text{ kW} \times 8760 \text{ h} \times 0,05 \text{ EUR} = 3955 \text{ EUR / Jahr}$$

B) Sonstige Kosten

- Wartungskosten z.B. minimiert und kalkulierbar durch unsere Serviceverträge
Verschleißteile austauschen: Batterien je nach EuroBat-Klasse nach 5 oder 10 Jahren
- Lüfter nach 4,5 - 8 Jahren; typenabhängig



- Alu-Elektrolytkondensatoren nach > 10 Jahren je nach Betriebstemperatur

Warum sollte die USV (der Wechselrichter) einen hohen Kurzschlußstrom liefern?

Ein hoher Kurzschlußstrom bedeutet, daß der Wechselrichter ohne Umschaltung auf das Netz Verbrauchersicherungen auslösen kann. Dadurch ist eine selektive Abschaltung des fehlerhaften Verbrauchers möglich. Außerdem können auch Verbraucher mit hohen Einschaltströmen (z.B. Motore und Transformatoren) direkt an der USV eingeschaltet werden, ohne das Netz zu Hilfe zu nehmen.



USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 11 von 12

Welchen Vorteil hat eine USV mit kurzschlußfestem Ausgang?

Bei einem Fehler (Klemmenkurzschluß) am USV-Ausgang wird der Strom auf einen für das Gerät unschädlichen Maximalwert begrenzt, so daß die USV nach Beseitigung der externen Störungsursache sofort wieder einsatzbereit ist.



Wird für das USV - System eine Klimaanlage benötigt?

Eine Klimatisierung des Aufstellungsraumes ist nicht erforderlich. Der Aufstellungsraum muß jedoch so belüftet werden, daß die Verlustleistung des USV - Systems abgeführt werden kann. Die Verluste sind leistungsabhängig und betragen ca. 6% bis 10% der USV-Nennleistung.



Was ist bei der Erdung von USV zu beachten?

Die Erdung eines Gerätes ist eine Schutzmaßnahme und dient der Vermeidung unzulässig hoher Berührungsspannungen von frei zugänglichen Metallteilen.

USV-Geräte kleiner Leistung, die über Steckverbinder angeschlossen werden, sind über diese Steckverbindungen mit dem PE (Potential-Erder) verbunden.

USV-Geräte und Systeme mittlerer und großer Leistung sind über grün/gelb-gekennzeichnete Leitungen ausreichenden Querschnitts an das vorhandene PE-System anzuschließen. An den Geräten befinden sich gekennzeichnete Erdungsschrauben (PE).



Was sind Netzurückwirkungen?

Netzurückwirkungen werden verursacht durch sog. Oberschwingungsströme, die von einem elektrischen Verbraucher ausgesandt werden. Oberschwingungsströme sind alle nicht sinusförmigen Anteile eines Stromes. Diese nicht sinusförmigen Ströme müssen vom Netz gespeist werden. Der Spannungsverlauf des Netzes wird dadurch beeinflußt/ verzerrt je nach dessen "Leistungsfähigkeit".



USV-Allgemein

Technisches Dokument

Dokumentname:

WAS IST EINE USV?

Seite 12 von 12

Welche Oberschwingungsströme sind bei welchen Netzimpedanzen zulässig?

Wird die Netzspannung unzulässig verzerrt, können andere angeschlossenen Verbraucher beeinflusst und gestört werden!

Der Norm-Entwurf IEC 6100-3-4 (für Ströme > 16A ; DRAFT-Status) bringt deshalb die "Leistungsfähigkeit" eines Netzes und die Leistung des Verursachers ins Verhältnis und definiert:

Kurzschlußverhältnis $R_{scc} = S_{sc} / S_{equ}$

S_{sc} : Kurzschlußleistung des Netzes am Netzanschlußpunkt = U_{nom}^2 / Z

Z = Impedanz am Netzanschlußpunkt

S_{equ} : Bemessungsscheinleistung der Last = $U \times I_{equ}$

Die Netzimpedanz Z ist beim örtlichen Energieversorger zu erfragen.

Je höher die Kurzschlußleistung des Netzes (S_{sc}) im Vergleich zur Bemessungsleistung der Last ist ($S_{equipment}$), desto mehr Oberschwingungsströme sind zulässig (Ströme > 16A):

$S_{sc} \geq S_{equ}$	THD*
Ratio	(%)
33	26
66	16
120	18
175	25
250	35
350	48
450	58
600	70

* THD: Total Harmonic Distorsion / zulässige Oberschwingungsströme

