

Wie funktioniert eine USV-Anlage

USV = Unterbrechungsfreie Stromversorgung



MTM
Mess- und Strom-
versorgungstechnik e.U.

Ing. Gerhard Muttenthaler
Rautenweg 8
A – 1220 Wien

Tel.: +43 1 2032814
Fax.: +43 1 203281415
e-mail: office@mtm.at
Web: www.mtm.at

Version 3 - 2018

Index

1.	Einleitung zum Thema unterbrechungsfreie Stromversorgung	3
2.	Was heißt "USV"?	3
3.	Welche USV-Typen gibt es, und wie funktionieren sie?	4
3.1.	OFF-Line (Standby) USV (VFD)	4
3.2.	Line interactive (Hybrid USV) (VFI).....	5
3.3.	On-line USV (Dauerwandler / Doppelwandler (Double-Conversion) USV's) (VI).....	7
4.	Spezielle USV-Typen.....	8
5.	Vergleich der verschiedenen USV.....	9
6.	Worauf muss ich beim USV-Kauf achten?	9
7.	Dimensionierung der USV (Kapazität ermitteln).....	10
7.1.	Wie hoch ist der abzusichernde Leistungsbedarf (Strombedarf) ?.....	10
7.2.	Scheinleistung, Nennleistung und Wirkleistung.....	10
7.3.	Richtwerte: Nennscheinleistung (möglicher Verbrauch).....	10
7.4.	Was ist die erforderliche Überbrückungszeit?	11
7.5.	Wie sensibel reagieren die jeweilige Anwendung auf Spannungs- / Stromstörungen?	11
8.	Einsatzgebiete	11
9.	Umgebungsbedingungen einer USV.....	12
10.	Wie lange funktioniert ein Computer ohne Spannungszufuhr?	12
11.	Apropos Batterie	12
12.	Welche Elemente sind zu welchem Zweck in einer USV enthalten?	13
12.1.	Gleichrichter (Rectifier)	13
12.2.	Akkumulator (Batterie)	13
12.3.	Wechselrichter (Inverter).....	13
12.4.	AVR.....	13
12.5.	Störspannungsschutz	13
12.6.	Steuerelektronik	13
12.7.	Bypass oder Umgehung	14
12.8.	REPO – Remote Power Off	14
12.9.	RPA – Redundant Parallel Architektur.....	14
12.10.	Modulare USV	14
13.	Welche Spannungsformen weisen USVs auf?	15
13.1.	Sinuswelle	15
13.2.	Stufenwelle.....	15
13.3.	Rechteckwelle	16
14.	Welche Wellenform ist für PCs die beste?	16
15.	Was sind die Gründe für Störungen im Elektroversorgungsnetz?	16
16.	Wie sieht die gestörte Netzspannung aus?.....	16
17.	Kommen Spannungseinsenkungen und Unterbrechungen vor?	17
18.	Was sind Oberwellen und woher kommen sie?	18
19.	Was sind Spannungsspitzen?	19
20.	USV-Klassifizierung nach IEC 62040-3	20
21.	Die USV Kommunikation	20
22.	USV im Netzwerkbetrieb.....	21
23.	USV Zukunft.....	21

1. Einleitung zum Thema unterbrechungsfreie Stromversorgung

Bei „USV“ geht es um die andere Art der Datensicherheit. Den Störungen kommen nicht nur über das LAN- oder Inter-Net(z) sondern auch über das Energie-Netz.

Statistisch gesehen ist knapp die Hälfte aller Rechnerausfälle und Datenverluste auf Netzspannungsprobleme zurückzuführen.

Dabei wiederum ist Unterspannung (Spannungsabfälle: wie z.B. gleichzeitiges Einschalten von mehreren Geräten) der Grund für etwa 60% aller Störungen. 30% gehen auf Überspannungen (z.B. Abschalten verbrauchsstarker Geräte), ca. 8% auf Anlagenausfall durch Hochspannungspulse (Spannungsspitzen: z.B. Kraftwerke die nach Störfällen wieder auf volle Leistung schalten) und Transienten zurück. Mit dieser Auflistung ergeben sich die wichtigsten Anforderungen, die an eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu stellen sind:

- Schutz vor Spannungsverlust und Unterspannung
- Schutz vor Netzüberspannungen
- Schutz vor energiereichen Störimpulsen

USV's können Systemcrash (Systemabsturz), Datenverlust, Betriebsstillstand, Produktionsausfall, irreparable Hardwareschäden usw. verhindern.

In der heutigen computerisierten Zeit sind Daten und Programme in Computeranlagen so wichtig, dass keine Fehler auftreten dürfen. Kein zeitgemäßer EDV-Anwender kann heute noch Datenverluste verantworten, welche durch Störungen oder Unterbrüche der Energieversorgung verursacht werden.

Die USV filtert die Netzspannung und schützt vor Spannungsspitzen und Spannungsunterbrüchen. Sie ist verantwortlich für ein einwandfreies Funktionieren der ihr angeschlossenes Gerät und lässt dem Anwender genügend Zeit, angefangene Arbeiten bei Netzausfall zu beenden, und die Geräte korrekt abzuschalten.

Selbstverständlich beschränkt sich der Gebrauch von USV nicht nur auf PC-Anwender sondern ist überall angezeigt, wo aus Sicherheitsgründen eine stete, regelmäßige Spannungsversorgung nötig ist; wie z.B. bei Notbeleuchtungen, Alarmanlagen, Überwachungsanlagen...

Eine USV ist die Basis Ihrer Versorgungszuverlässigkeit und sicher damit indirekt die Qualität und Quantität Ihrer Produkte.

2. Was heißt "USV"?

USV ist die Abkürzung für "**U**nterbrechungsfreie **S**trom-**V**ersorgung". (Engl. "UPS" (uninterrupted power supply))

3. Welche USV-Typen gibt es, und wie funktionieren sie?

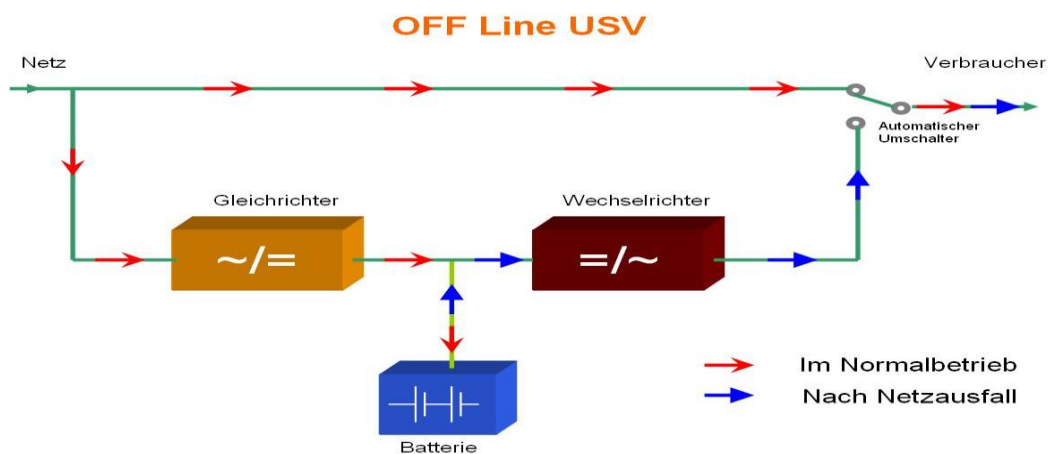
Es werden generell drei Typen unterschieden, welche in der Norm IEC 62040-3 klassifiziert sind:

3.1. OFF-Line (Standby) USV (VFD)

Schutz vor:

- ▶ Stromausfall / Netzausfall
- ▶ Spannungseinbruch / Spannungsabfall
- ▶ Spannungstöße

Funktionsschema:



Funktionsbeschreibung:

Im Normalfall wird der Strom durch die USV ohne Spannungswandlung an die angeschlossenen Geräte (Rechner) weitergeleitet. Treten Spannungsschwankungen oder Spannungsausfälle auf, schaltet die Offline - USV automatisch auf Batteriebetrieb um. Die Umschaltung auf Akkubetrieb erfolgt innerhalb von ca. 2 - 6 ms.

Vorteil:

- ▶ Wirkungsgrad¹ bis zu 99,6%
- ▶ Kleine, kompakte Bauweise
- ▶ Niedriger Preis ca. €60 bis €400

¹ Erläuterung: Wirkungsgrad

Gibt das Verhältnis der abgegebenen Nutzleistung zur aufgenommenen Leistung in Prozent an. Je mehr Umschaltungen oder Filterkreise, desto geringer wird der Wirkungsgrad.

Nachteil:

- ▶ Keine Filterwirkung gegen Oberwellen und Spannungsverzerrungen
- ▶ Keine Filterwirkung gegen Frequenzänderungen
- ▶ Kein Inselbetrieb möglich (Starten ohne Netz)
- ▶ Keine dauernde Überwachung der Batterie
- ▶ Manche LAN-Komponenten wie z.B. HUB's vertragen die Umschaltunterbrechung nicht

Einsatzbereich:

- ▶ Bis max. 2kVA
- ▶ PC's und Peripheriegeräte
- ▶ Notlampen
- ▶ kleine TK-Anlagen

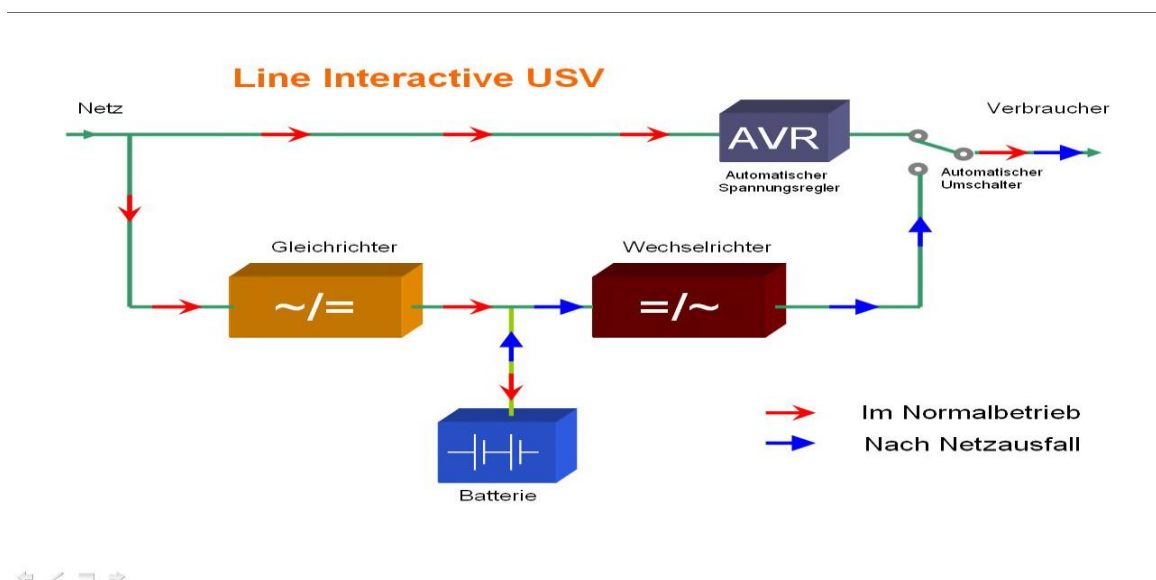
3.2. Line interactive (Hybrid USV) (VFI)

Auch, Off-line USV + AVR, Netzinteraktive-, Delta-Conversion- u. Single-Conversion USV's.

Schutz vor:

- ▶ Stromausfall / Netzausfall
- ▶ Spannungseinbruch / Spannungsabfall
- ▶ Spannungsstöße
- ▶ **Unterspannung**
- ▶ **Überspannung**

Funktionsschema:



Funktionsbeschreibung:

Bei diesem Mischverfahren zwischen Online- und Offline-Technik wird der Gleichrichter ständig zum Laden der Akkus betrieben, die Last aber normalerweise vom Netz versorgt. Über einem Mikroprozessor wird die Spannungsqualität des Netzes überwacht und im Falle von Unter-, Überspannungen oder Spannungsausfällen (Stromausfällen / Stromstörungen), die einen bestimmten Grenzwert überschreiten, springt sofort die USV ein und versorgt das angeschlossene System mit stabilisierter Spannung. Die USV ist daher aktiv/interaktiv.

Im Unterschied zur Offline-USV bietet die Line-Interaktive-USV eine stabilere Ausgangsspannung.

Vorteile:

- ▶ extrem kurze Umschaltzeit
- ▶ hoher Wirkungsgrad (ca. 98%)
- ▶ mäßige Filterleistung
- ▶ gutes Preis- / Leistungsverhältnis ca. €150 bis €800

Merkmale:

- ▶ AVR = Automatic Voltage Regulator, sorgt für konstante Ausgangsspannung
- ▶ Im Normalbetrieb wird die Netzspannung durch den Spannungskonstanthalter (AVR) geregelt. Der Wechselrichter wird erst bei Netzstörung oder -unterbruch aktiviert.

Nachteil:

- ▶ Keine Filterwirkung gegen Frequenzänderungen und Spitzen
- ▶ Kein Inselbetrieb möglich (Starten ohne Netz)
- ▶ Keine dauernde Überwachung der Batterie

Einsatzbereich:

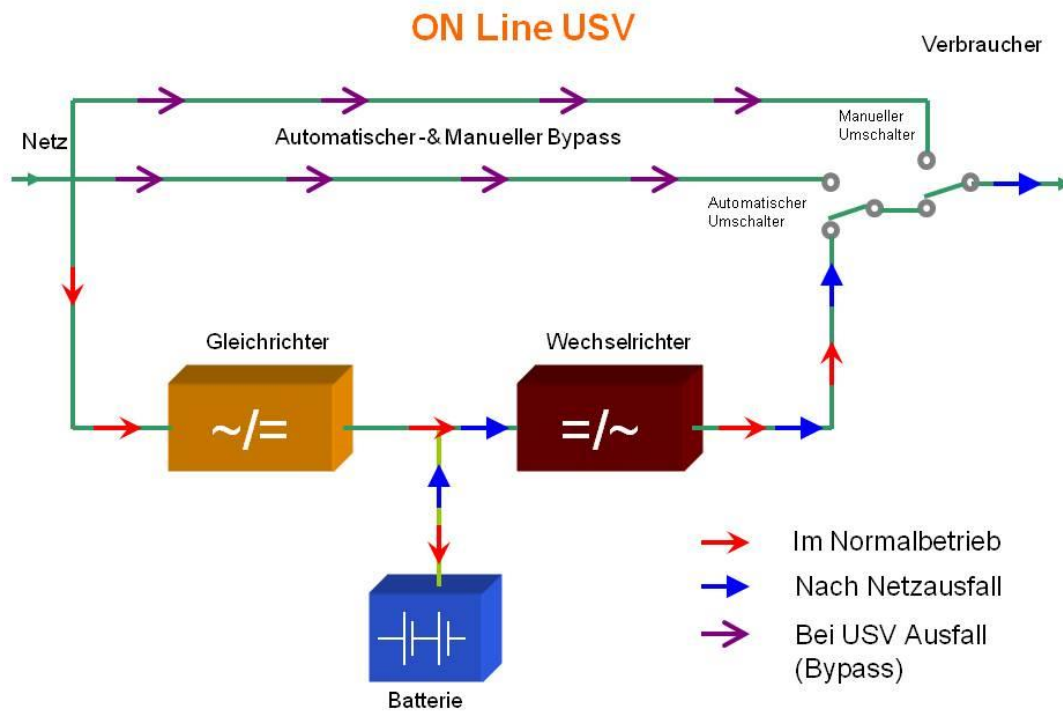
- ▶ Bis max. 4kVA
- ▶ PC's und kleine Server
- ▶ grössere Telekommunikationsanlagen
- ▶ Kleinere Server-Systeme und Netzwerke

3.3. On-line USV (Dauerwandler / Doppelwandler (Double-Conversion) USV's) (VI)

Schutz vor:

- ▶ Stromausfall / Netzausfall
- ▶ Spannungseinbruch / Spannungsabfall
- ▶ Spannungstösse
- ▶ Unterspannung
- ▶ Überspannung
- ▶ Frequenzschwankungen
- ▶ Schaltspitzen
- ▶ Harmonische Oberwellen
- ▶ Störspannungen

Funktionsschema:



Funktionsbeschreibung:

Online USV's beliefern den Stromverbraucher (PC / Server) konstant mit künstlicher Spannung. Die Netzspannung dient nur zum Laden der Akkus. Die Spannung wird durch Umwandlung von Wechsel- zu Gleichstrom und wieder zurück vollkommen regeneriert. Deshalb werden Online-USV's auch als Dauerwandler bezeichnet.

Die USV Anlage überwacht sich selbst. Sollte jedoch ein Fehler in der Anlage erkannt werden, schaltet sie automatisch auf direkten Netzbetrieb um. Dies nennt man auch Bypass oder Umgehung. Diese Funktion kann im Servicebetrieb auch manuell aktiviert werden.

Vorteile:

- ▶ gleichbleibende Stromqualität am Ausgang gewährleistet
- ▶ keine Umschaltzeit
- ▶ lange Autonomiezeit
- ▶ Volle Filterwirkung
- ▶ Dauernde Batterieüberwachung
- ▶ Redundanz-fähigkeit
- ▶ Echte Bypass-fähigkeit

Nachteile:

- ▶ Etwas teurer als vorhergehende, nähert sich aber ständig an.
- ▶ größerer Eigenenergieverbrauch (schlechterer Wirkungsgrad ca. 92%)
- ▶ Kurzschlussstrom wird durch den Wechselrichter begrenzt.

Merkmale:

- ▶ ON-Line heißt immer Energieversorgung über Wechselrichter, gleichgültig ob eine Netzstörung oder ein Netzunterbruch besteht.
- ▶ In der Regel besteht bei Anlagen unter 10 kVA kein spezieller Service-by-pass, wird aber immer öfter angeboten.
- ▶ Bei hohen Leistungen sind 3phasige Systeme (3x230V) üblich.

Einsatzbereich:

- ▶ Ab 1kVA bis 1MVA und im Sonderfall auch weiter.
- ▶ Schutz von Risiko-Anwendungen in einer Umgebung mit häufigen Störungen im Versorgungsnetz
- ▶ Hochsensible Netzwerkservers und Datenkommunikationssysteme
- ▶ Standard in Spitälern, Banken, IT-Systemhäuser und öffentlichem Bereich

4. Spezielle USV-Typen

Der Vollständigkeit halber sollte man noch spezielle Sondertypen von USV nennen:

- ▶ Rotierende USV: Motor (Benzin oder Diesel) mit Generator, auch Netzersatz (z.B. Krankenhäuser)
- ▶ USV mit alternativen Energiespeicher wie Wasserstoff oder Redox.
- ▶ Rotierende USV: Dauerläufer, durch ein Schwungrad wird gespeicherte Energie zurück übertragen
- ▶ Gleichstrom USV (DC-USV): hier fehlt der Wechselrichterteil (Telekom und Industrieanwendungen)
- ▶ ZSV Anlage: Notstromanlage für Krankenhaus OP, besondere Einrichtungen
- ▶ Notbeleuchtungsanlage: Gleichstrom und/oder Wechselstrom USV für Not- und Fluchtwegsbeleuchtung

5. Vergleich der verschiedenen USV

	Funktion	Komplexität	Leistung	Wirkungsgrad	Preis
Offline	*	*	< 2kVA	***	< 200
Line interactive (mit AVR)	**	**	< 8kVA	**	< 2000
Online	***	**	> 1kVA	*	> 400

6. Worauf muss ich beim USV-Kauf achten?

- ▶ Die USV sollte im Netzspannungsbereich von min. 200V bis max. 250V im Normalbetrieb arbeiten können.
- ▶ Die Ausgangsspannung der USV von 230 Volt darf max. um $\pm 5\%$ abweichen.
- ▶ Es muss eine Überlast- und Kurzschlussicherung vorhanden sein
- ▶ Die notwendige Anschlussart ist zu bestimmen. 1phasig, 3/1phasig, 3/3phasig
- ▶ Die USV muss Unter- und Überspannungen ausgleichen können.
- ▶ Sie muss äußerst zuverlässig arbeiten (24h x 365).
- ▶ Die USV-Leistung sollte größer sein als alle Verbraucher zusammen, die an die USV angeschlossen werden sollen; in der Regel um 25%.
- ▶ Die Autonomiezeit muss mindestens 5 - 10 Minuten bei voller Last betragen. Bitte rechnen Sie die Abschaltzeit Ihrer Geräte dazu.
- ▶ Bei Anlagen ab 4kVA muss eine sinusförmige Stromentnahme gewährleistet sein.
- ▶ Ist ein manueller Bypass vorhanden und wird einer gewünscht, bitte vor Installation abklären.
- ▶ Bei großen Anlagen ist die Aufstellgröße bzw. Fläche wichtig.
- ▶ Bauform „Stand Alone“ – alleinstehendes Gerät oder für 19“ Schrank.
- ▶ Der Geräuschpegel bei Aufstellung in einem Arbeitsraum.
- ▶ Die Abwärme bzw. Kühlung der Anlage ist für die Lebensdauer wichtig
- ▶ Die Verbraucher sollten so nah wie möglich bei der Anlage sein (Leitungsweg).
- ▶ Welche Kommunikation mit der USV ist die passende für meine Anwendung?
- ▶ Wie werden Ereignisse und Fehler gemeldet und protokolliert?
- ▶ Der Hersteller des Produktes muss eine einwandfreie Qualität garantieren und einen funktionierenden Service (eventuell Ersatz innerhalb 24 h) bieten.
- ▶ Ist ein Servicevertrag möglich.
- ▶ Die USV sollte für das Arbeiten mit Software im Netzwerkbetrieb vorgesehen werden.

Neben der zu sichernden Last sind lange Akkulaufzeiten und ein elektrisch sauberes Ausgangssignal die wichtigen Eigenschaften einer USV.

- ▶ Die Akkulaufzeit hängt von der Kapazität der mitgelieferten Akkus ab.

7. Dimensionierung der USV (Kapazität ermitteln)

7.1. Wie hoch ist der abzusichernde Leistungsbedarf (Strombedarf)?

Auflisten aller Geräte, die mit einer USV abzusichern sind. Nicht zu vergessen sind dabei auch Bildschirme, Terminals, externe Datenspeichergeräte sowie andere kritische Peripheriegeräte. Jedes der zu schützenden Systeme gibt auf einem Typenschild die Anschlussleistung in Volt-Ampere (VA) (Scheinleistung / (S)) oder Watt (W) (Wirkleistung) an. Alle VA-Werte oder Watt-Werte von den abzusichernden Verbrauchsgeräten (PC Netzteil, Monitor, Drucker usw.) ablesen und zusammenzählen.

Umrechnung:

VA in Watt	$VA * 0.65 = \text{Watt}$	Näherungswert!
Watt in VA	$\text{Watt} * 1.55 = VA$	Näherungswert!
VA	$\text{Volt} * \text{Ampère} = \text{Voltampère}$ $V * A = VA$	

Hinweis: Kommt man z.B. nach Addition aller Komponenten auf 460 VA, wird empfohlen eine USV von z.B. 750 VA oder 1000 VA einzusetzen. Eine 500 VA USV würde eventuell knapp ausreichen um in der Anfangsphase die Geräte bei einem Stromausfall zu überbrücken, da aber die Akkus mit fortgeschrittener Lebensdauer an Kapazität verlieren ist eine gewisse Überdimensionierung von Vorteil. Auch Stromspitzen wie sie beim Einschalten von Geräten entstehen, sollten berücksichtigt werden. Und nicht zuletzt sollte die Kapazität für eventuelle spätere System-Erweiterungen ausreichend dimensioniert werden.

7.2. Scheinleistung, Nennleistung und Wirkleistung

Unter Scheinleistung (S) (Nennleistung) versteht man die Dauerleistung des in einer USV integrierten Wechselrichters und wird in Voltampere (VA) angegeben. Die tatsächliche Wirkleistung (P) ermittelt man gemeinsam mit dem Leistungsfaktor $\cos \varphi$ nach der Gleichung $P = S * \cos \varphi$. Bei Computerlasten (Schaltnetzteile) nimmt man einen $\cos \varphi = 0,65$ an (siehe oben).

7.3. Richtwerte: Nennscheinleistung (möglicher Verbrauch)

Tower PC:	150VA	NetAPP	bis 500VA
Server (Anzahl HD?):	500VA	Laserdrucker:	450VA
Unix-Workstation:	400VA	Netzwerk-laserdrucker:	1000VA
SlimClient	50VA	Modem	15VA
15" TFT Monitor:	40VA	Fax	130VA
21" TFT Monitor:	70VA	TK Anlage	150VA

7.4. Was ist die erforderliche Überbrückungszeit?

Die Überbrückungszeit, auch Autonomiezeit genannt, ist abhängig von der entnommenen Leistung und der Batteriekapazität. Der übliche Standard ist 5 - 10 Minuten bei Vollast der USV Anlage. Wenn man längere Überbrückungszeiten benötigt, muss die USV bzw. die angeschlossene Batterie entsprechend größer dimensioniert werden.

Beispiel: Für einen PC mit TFT - Bildschirm ohne zusätzliche Peripheriegeräte reicht eine 500VA USV. Soll aber eine größere Überbrückungszeit gewährleistet sein kann z.B. eine 1500VA oder eine 2000 VA USV eingesetzt werden.

Man kann auch die Batteriekapazität durch zusätzliche Batterien erhöhen. Das funktioniert aber nur begrenzt, da die Gleichrichter in der USV nur bis zu einer bestimmten Leistung dimensioniert sind. Am besten sich vom Lieferanten beraten lassen.

7.5. Wie sensibel reagieren die jeweilige Anwendung auf Spannungs- / Stromstörungen?

PC's sind nicht allzu empfindlich, da die Netzteile bereits kleine Schwankungen ausgleichen können. D.h. für einen normalen PC braucht es im Normalfall keine Online USV. Eine Line Interactive USV bietet im Preis/Leistungsverhältnis den optimalen Schutz. Netzwerk Peripherie ist sensibler und sollte mit höherer Filterwirkung geschützt werden.

8. Einsatzgebiete

USV Anlagen finden ihr Einsatzgebiet hauptsächlich in folgenden Bereichen:

- ▶ PC, Server und IT-Räume
- ▶ LAN-Knoten
- ▶ Telefonanlagen (Telecom-Systeme)
- ▶ Steuerungen
- ▶ Notstromversorgungen (z.B. Notbeleuchtungen)
- ▶ Alarmanlagen
- ▶ Überwachungsanlagen, Zutrittskontrollsysteme
- ▶ Kassensysteme
- ▶ Automationsanlagen der Industrie

9. Umgebungsbedingungen einer USV

Um für das individuelle Einsatzgebiet die richtige USV zu finden, ist es wichtig, vor dem Kauf die Umgebungsbedingungen zu analysieren:

- ▶ Ist die Netzspannung schwankend (nicht konstant)?
- ▶ Wird das Netz durch eigene/fremde Verbraucher beeinträchtigt?
- ▶ Welcher Verbraucher soll bei einem Netzausfall weiter versorgt werden und wie lange?
- ▶ Wo habe ich Platz für die Anlage bzw. wie kurz ist der Leitungsweg zu den Verbrauchern?
- ▶ Kann ein halbwegs kühler Platz zum Betrieb der USV bereitgestellt werden?

10. Wie lange funktioniert ein Computer ohne Spannungszufuhr?

- ▶ Ohne USV: ca. 8 - 20 Millisekunden, je nach Typ.
- ▶ Mit USV: 5 - 30 Minuten und auf Wunsch mehr. Kommt auf die Batteriekapazität an.

11. Apropos Batterie

In USV werden meistens Säure-Blei Batterien verwendet. Die Säure ist oft in Gel oder in Fließ gebunden, deshalb werden sie auch Blei-Gel oder AGM Batterien genannt und sind wartungsfrei. Nur bei großen Anlagen gibt es Batterien mit Flüssigkeit (z.B. OPzV)..

Lithium-Ionen-Akkus kommen wegen ihrer hohen Energiedichte, immer mehr zum Einsatz. Sind aber wesentlich teuer.

Allgemein gilt: umso wärmer, umso schlechter für die Batterie. Optimal ist eine Temperatur zwischen 20 und 25 Grad Celsius. Also beheize niemals Deine Batterie.

12. Welche Elemente sind zu welchem Zweck in einer USV enthalten?

12.1. Gleichrichter (Rectifier)

Er wandelt die Eingangsspannung von 230V 50Hz (AC) in Gleichspannung (DC) für die Akkuaufladung um. Bei On-Line Anlage versorgt er gleichzeitig die Verbraucher und muss deshalb größer dimensioniert werden.

Umso größer die Batterie bzw Überbrückungszeit, umso leistungsstärker muss der Gleichrichter in der USV Anlage sein. Dies ist die technische Grenze für die, an der USV Anlage angeschlossene, Batteriegröße.

12.2. Akkumulator (Batterie)

Er ist der Energiespeicher der USV und ist in der Lage, bei Spannungsunterbrüchen die angeschlossenen Geräte mit Spannung zu versorgen. Die Batterien können intern, in der Anlage, oder in einem parallelen Gehäuse untergebracht werden.

Bei großen Anlagen sind die Batterien in der Nähe, frei sichtbar aufgestellt (siehe Bild). Es muss dann der Zugriff für nicht geschulte Personen durch abgesperrten Raum oder Schrank verhindert werden.



12.3. Wechselrichter (Inverter)

Er wandelt die Gleichspannung (DC) aus dem Akkumulator in Wechselspannung (Netzspannung) (AC) und ist auf die maximale Last ausgelegt.

12.4. AVR

(Automatic Voltage Regulator - Automatischer Spannungsregler) (Line Interactive)

Er regelt die Ausgangsspannung der USV und hält sie in einem Bereich konstant und verhindert somit begrenzt Unter- und Überspannung.

12.5. Störspannungsschutz

Er entfernt Störspannungsspitzen, um die angeschlossenen Geräte zu schützen. Die Geräte haben jedoch keinen Blitzschutz, der extern installiert werden muss.

12.6. Steuerelektronik

Sie prüft ständig die Netzspannung und erkennt Spannungsspitzen, Spannungsschwankungen oder Spannungsausfälle und kontrolliert die Ladung der Akkumulatoren. Sie überwacht auch den Ausgang auf Überlast und meldet Probleme.

12.7. Bypass oder Umgehung

Gibt es nur bei On-Line USV. Wird von der Steuerelektronik automatisch aktiviert, wenn die Anlage eine Störung im System erkennt. Eine On-Line Anlage schaltet nicht ab sondern geht in den Bypass Modus.

Zusätzlich gibt es den internen und externen manuellen Bypass. Der interne ist, damit die USV für Servicezwecke abgestellt werden kann. Beim Schalten von diesem Bypass reagiert die USV automatisch und schaltet den Wechselrichter aus.

Der externe manuelle Bypass ist nur dazu da, dass beim Wechseln der Anlage die Verbraucher nicht abgeschaltet werden müssen. Diesen Bypass soll nur das geschulte Servicepersonal schalten, da die Gefahr einer Zerstörung des Wechselrichters besteht.

12.8. REPO – Remote Power Off

Bei den heutigen größeren und qualitativ besser ausgeführten Anlagen ist eine REPO (Remote Power Off) oder auch Fernausschaltmöglichkeit vorhanden.

Dies ist ein Kontakt der über eine Not-Aus Taste ausgelöst werden kann falls Gefahr besteht. Sehr oft besitzen die Anlagen auch einen solchen Schalter direkt an der Front.

Aber Achtung dem Auslösen des REPO ist die USV aus und die Verbraucher ohne Strom.

12.9. RPA – Redundant Parallel Architektur

Möchte man höhere Ausfallssicherheit erreichen, dann ist das parallel Schalten von On-Line USV Anlagen von Vorteil. Man spricht auch von 1+1 oder n+1 Systemen. Also eine USV Anlage ist immer als Notfallsicherheit vorhanden.

Bei OffLine und LineInteraktive Anlagen ist diese Funktion nicht möglich.

12.10. Modulare USV

Dies ist quasi die Weiterführung der RPA Funktion. D.h., mehrere USV Blöcke sind in einem Gehäuse vereint und können so ein n+1 System darstellen. Ist meistens kostengünstiger als zwei oder mehr Anlagen im parallelen Betrieb.

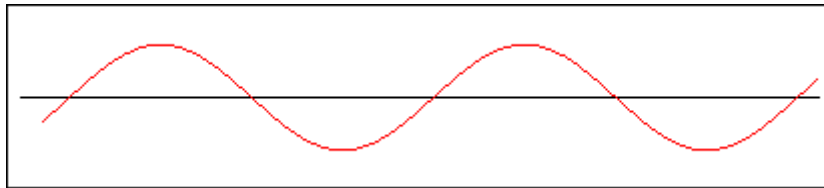
Der Nachteil der modularen Systeme ist, wenn die Steuereinheit versagt, denn die gibt es meistens auch nur einmal. Mit der DPH von Delta gibt es auch dieses Problem nicht mehr.

Vorteil ist, dass man Module auch im Betrieb tauschen oder so auch die USV erweitern kann.



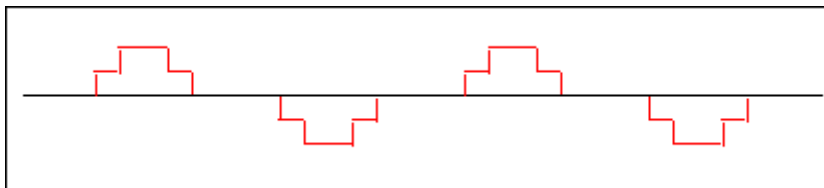
13. Welche Spannungsformen weisen USVs auf?

13.1. Sinuswelle



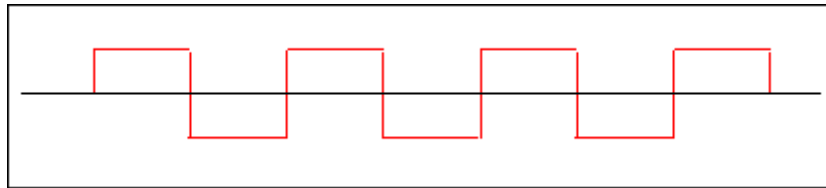
Vorteile:	Nachteile:
sie entspricht der Wellenform aus dem Netz	hohe Kosten des USV-Gerätes
sie genügt allen Ansprüchen modernster Elektronik	aufwendiges USV-Gerät mit komplizierter Elektronik
Ausgangsspannung mit hoher Stabilität	

13.2. Stufenwelle



Vorteile:	Nachteile:
eine Wellenform zwischen Sinuswelle und Rechteckwelle	nicht ausreichende Qualität für den Einsatz bei gewissen hochsensiblen Geräten
mittlere Kosten des USV-Gerätes	
einfacheres USV-Gerät mit weniger Elektronik	erhöhter Oberwellengehalt

13.3. Rechteckwelle



Vorteile:	Nachteile:
geringe Kosten des USV-Gerätes	nicht empfehlenswert bei Geräten mit induktiver Last (Elektromotoren, Drucker, etc.)
einfaches USV-Gerät	instabile Ausgangsspannung des USV-Gerätes, stark abhängig von den angeschlossenen Geräten
Minimum an Elektronik	hoher Oberwellengehalt

14. Welche Wellenform ist für PCs die beste?

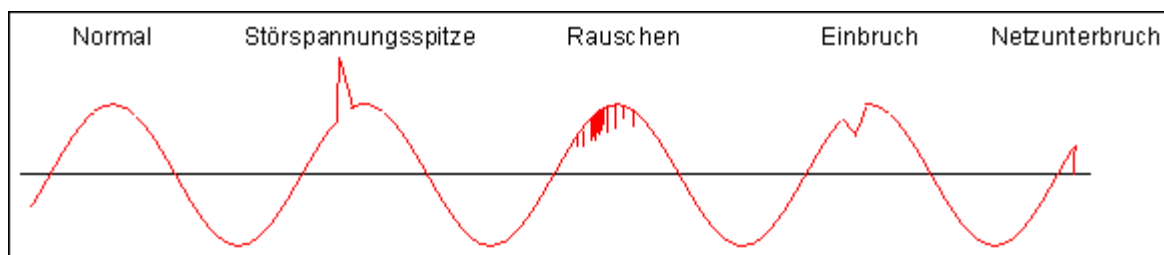
Natürlich ist die Sinuswellenform zu bevorzugen. Die Stufenwellenform ist bei kleinen Anwendungen auch möglich, aber kann im schlechtesten Fall, durch den Oberwellengehalt eine Störursache sein.

Von der Rechteckwelle ist abzuraten, wird aber auch nur bei billigen Kleinstgeräten eingesetzt.

15. Was sind die Gründe für Störungen im Elektroversorgungsnetz?

- ▶ Naturereignisse: Stürme, Blitze, Erdbeben
- ▶ Ereignisse von Menschenhand: Unfälle (z.B. Baugerät trennt Erdkabel), ungewollte und normale Stromabschaltungen
- ▶ Ereignisse im System: Überstromabschaltung, Fehlerstromabschaltung
- ▶ Oberwellen elektromagnetische und hochfrequente Störungen in der Industrie

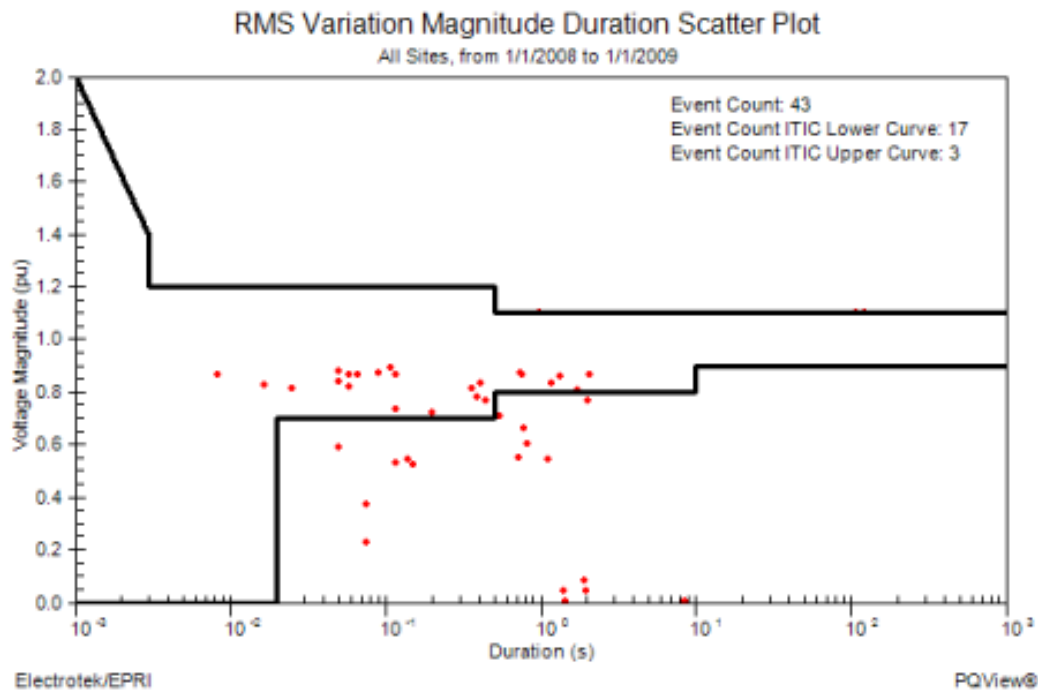
16. Wie sieht die gestörte Netzspannung aus?



17. Kommen Spannungseinsenkungen und Unterbrechungen vor?

Solche Ereignisse kommen, in den normalen Netzen, fast täglich vor. Wichtig sind die Auswirkungen auf die angeschlossenen Geräte.

Dies ist abhängig von der Tiefe (auch Höhe) und der Dauer des Spannungsereignisses.



1 CBEMA Kurve

Die oben gezeigte Kurve wurde in den 1970er Jahren von der Firma Xerox erstellt und wird auch bis heute verwendet.

Ereignisse (rote Punkte) innerhalb der Kurve sollten einem Gerät nichts anhaben und zu keiner Unterbrechung der Funktion führen. Bei Ereignissen außerhalb ist die Gefahr einer Störung groß. Natürlich, umso weiter der Punkt von der Kurve weg ist, umso wahrscheinlicher ist die Störung.

Diese Ereignisse sind der Hauptgrund zur Verwendung einer USV-Anlage.

In dem Zusammenhang noch drei Begriffserklärungen:

- ▶ Swell (Schwellung), ist eine Spannungsüberhöhung über den nominalen Grenzen (+10% Nennspannung). Also wenn die Spannung zum Beispiel mehr als 253Vrms beträgt.
- ▶ Sag oder Dip, ist eine Spannungseinsenkung unter die nominalen Grenzen (-10% Nennspannung). Also wenn die Spannung zum Beispiel weniger als 207Vrms beträgt.
- ▶ Interruption, ist eine Spannungsunterbrechung unter die nominale Grenze von 5% der Nominalspannung. Das wäre bei 230V Nominalspannung, 11,5Vrms.

18. Was sind Oberwellen und woher kommen sie?

Der Strom, der von den Kraftwerken erzeugt wird, ist ein sinusförmiger Wechselstrom mit einer Frequenz von 50Hz. So sollte er auch bei uns ankommen.

Derzeit ist es jedoch so, dass alle modernen Verbraucher (PC, Laser Drucker usw.), die am Versorgungsnetz angeschlossen sind, das Netzsignal verändern (Spannung und Strom). Diese „nicht lineare“ Verbraucher produzieren Oberwellenströme und über den Widerstand des Netzes auch Spannungen.

Die Frequenz der Ströme, auch einfach Oberwellen genannt, sind Vielfache der Grundfrequenz von 50Hz.

Man definiert den Oberwellengrad als das Verhältnis zwischen der Frequenz der Oberwelle und der Grundwellenfrequenz.

Beispiel: Die 3. Oberwelle hat eine Frequenz von $50\text{Hz} \times 3 = 150\text{Hz}$

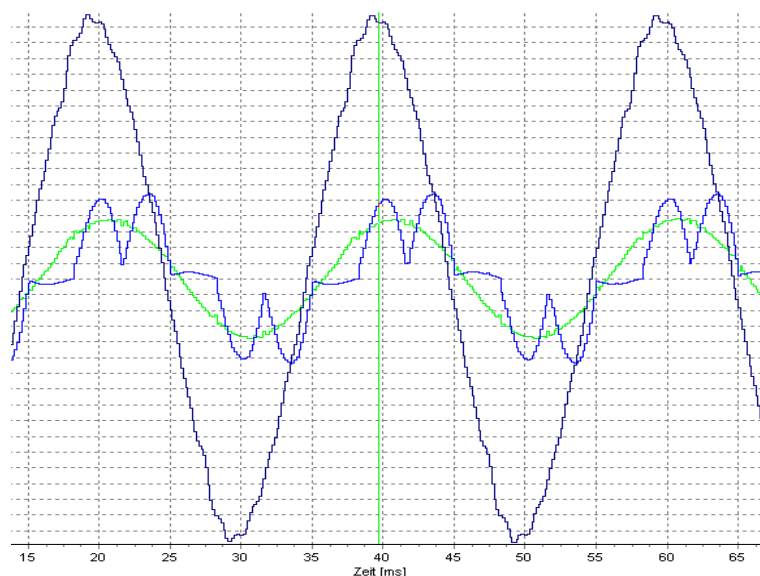
Ein Maß für die Oberwellen ist der Oberwellenfaktor oder THD (total harmonic distortion), der oft fälschlicher Weise auch Klirrfaktor genannt wird.

Der Oberwellenfaktor gibt den Anteil der Oberwellen in Bezug zur Grundwelle an und wird in Prozent angegeben. Ist der Faktor kleiner, ist er besser. In normalen Netzen sind 3 bis 5% üblich. 8% sollte als Grenze angesehen werden.

Mit Oberwellen muss man heute leben, man kann sie nicht ausschließen. Auch USV Anlagen produzieren Oberwellen, da auch sie einen nicht linearen Verbraucher darstellen.

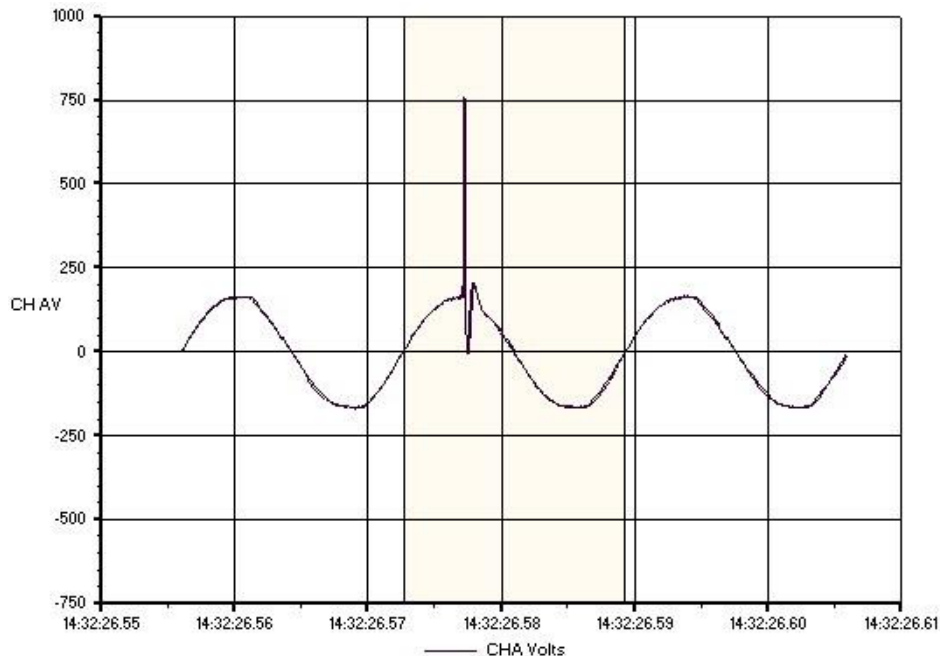
Ein zu hoher Oberwellengehalt kann zu Störungen im System führen bzw. trägt zu Alterung in Geräten bei.

Deshalb sollte auch der Ausgang der USV-Anlage nur eine geringe Oberwellenbelastung (nahe Sinus) aufweisen.



19. Was sind Spannungsspitzen?

Gerne wird Netzerkausfällen Spannungsspitzen, auch Transiente genannt, als Ursache vermutet. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass es sich meistens um Oberwellen oder Erdschleifen handelt.



Eine Spannungsspitze ist eine kurzzeitige Über- oder Unterspannung mit steilen Flanken.

Das Maß der Spannungsspitze ist die Spitzenamplitude und die Dauer der Amplitude (in Mikrosekunden). Voraussetzung für die Zerstörkraft einer Spannungsspitze ist die Fläche, die von der normalen Sinusschwingung abweicht. Sie ist mit dem Strom das Maß der Energie, die in der Spitze steckt. Eine Störspitze benötigt genügend Energie um innerhalb eines Leitungsnetzes zum Verbraucher vorzudringen (Impedanzen und Wellenwiderstand der Leitung).

Hohe Spannungen zerstören Halbleiter und Kondensatoren und beeinflussen Regelkreise.

Die Herkunft solcher Spitzen ist klassisch der Blitz, Laständerungen oder Schaltvorgänge, Kommutierungseinbrüche und Gerätefehler.

20. USV-Klassifizierung nach IEC 62040-3

Stand-by, Line-Interactive und Online - das waren wie beschrieben bislang die Zauberworte, die einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) ihre primären Eigenschaften beimaßen. Mit fortschreitender technischer Entwicklung erwies sich diese Klassifizierung jedoch als nicht mehr differenziert und präzise genug.

Die Hersteller versuchten daher in den letzten Jahren, mit der Erfindung neuer Begriffe und Klassifizierungen gegenzusteuern. Was dabei herauskam, war allerdings lediglich ein schier unüberblickbares Chaos.

Das International Engineering Consortium (IEC) schob dem Wildwuchs der Begriffe letztes Jahr mit der Norm IEC 62040-3 einen Riegel vor und schuf ein Klassifizierungsschema, in dem auch künftige USV-Technologien ihren eindeutigen Platz finden. Mittlerweile beginnen die Hersteller auch, die neuen Auszeichnungen bei ihren Produktangeboten anzuwenden.

Noch sind die USV-Klassifikationen nach IEC 62040-3 den Interessenten von USV-Systemen nicht wirklich geläufig. Immerhin, die Hersteller haben inzwischen angefangen, sie und die damit verbundene IEC-USV-Norm auf breiter Basis einzuführen.

Die meisten tun dies allerdings bislang in der Light-Version, die nur die erste von insgesamt drei Stufen der Norm berücksichtigt. Sie behandelt die Abhängigkeit des USV-Ausgangs vom Eingang, also dem Netzstrom. In dieser Stufe gibt es drei Kategorien, die weitgehend der alten Klassifizierung mit Stand-by, Line-Interactive und Online/Double-Conversion entsprechen.

Die zweite und dritte Stufe der IEC-Norm definieren zum einen die Spannungskurvenform, zum anderen die dynamischen Toleranzkurven des USV-Ausgangs. Die ebenfalls jeweils drei Werte dieser Stufen dienen zur genaueren Klassifizierung der USV, wofür sich die Hersteller in der Vergangenheit eben oft eigene und willkürliche Beschreibungen haben einfallen lassen. Aus ehemals drei Argumenten zur Beschreibung der Eigenschaften einer USV sind also jetzt insgesamt neun geworden, verteilt auf drei Stufen.

21. Die USV Kommunikation

Damit einen Versorgungsausfall nicht unentdeckt bleibt, haben die USV Anlagen die Möglichkeit über verschiedene Schnittstellen, den aktuellen Zustand oder einen Fehler zu melden. Eine darauffolgende Aktion kann das geregelte Abschalten der Systeme sein.

Die Kommunikation erfolgt traditionell über eine serielle Schnittstelle (RS232 oder USB). An den Computern ist dann eine Software installiert, die im Hintergrund auf Aktivitäten der USV wartet und dann auch Systemspezifische Aktionen setzen kann (z.B. herunterfahren).

Beliebt ist die Netzwerk Version mit SNMP Protokoll. Da diese Schnittstelle meistens nur optional vorhanden ist, wird die Hardware dann SNMP Option oder SNMP Karte genannt.

Hierbei können mehrere Geräte gleichzeitig, mittels Ethernet auf die Informationen der USV zurückgreifen. Die USV kann ihrerseits wichtige Informationen mittels Trap im Netzwerk bekannt machen.

Eine weitere Kommunikationsmöglichkeit ist Modbus. Diese wird vorwiegend in der Industrie eingesetzt.

Als besonders sicher wird die Kommunikation mittels Relaiskontakte angesehen. Kleine und kostengünstige Anlagen bieten diese Kommunikationsform nicht mehr an.

22. USV im Netzwerkbetrieb

Mehr und mehr Leute arbeiten in einem lokalen Netzwerk und keiner kümmert sich um den Hauptcomputer. Dieser muss bei Netzausfall vollautomatisch die Dateien schließen und geordnet abschalten, damit keine Daten verloren gehen. Dies besorgt eine spezielle Software (Shutdown - Programm), welche zusammen mit der dafür vorgesehenen USV verwendet werden kann.

Die Kommunikation erfolgt über den sogenannten SNMP Adapter. Dies ist eine Platine, die in die USV integriert hat und mindestens einen Ethernet Anschluss hat. Damit ist es möglich, Daten und Information der USV über das Netzwerk abzufragen und gibt der USV die Möglichkeit aktiv, Probleme ins Netzwerk zu melden.

23. USV Zukunft

Wie viele Untersuchungen belegen, wird die Notwendigkeit von USV-Anlagen mit langen Überbrückungszeiten immer wichtiger. Der Energiebedarf steigt schneller als die Produktion. Dadurch kann es zukünftig zu vermehrten Versorgungsunterbrechungen kommen, die dann durch USV-Anlagen als Netzersatz abgefangen werden können.

An neuen Formen von USV Anlagen mit Unterstützung erneuerbaren Energien wird mit Hochdruck gearbeitet. Hervorzuheben sind Anlagen mit Wasserstoff als Energiespeicher.

Bedingt durch Änderungen in Fördergesetzen, wird die Kombination aus Photovoltaik im Inselbetrieb und USV immer interessanter.