

DIE USV-Fibel

oder

Wie funktioniert eine USV-Anlage



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 7 - 2025

Dies ist eine Kurzversion.

Da das Pflegen des Dokuments einen Aufwand bedeutet, möchten wir nur Ihre Kontaktadressen von Ihnen. Bitte senden Sie ein e-mail an office@mtm.at mit der Info Ihres Kontaktes und eventuell den Interessengrund. Vollversion wird retourniert.

Ihr Gerhard Muttenthaler

Index

1.	Einleitung zum Thema unterbrechungsfreie Stromversorgung	4
2.	Was heißt "USV"?	4
3.	Elektrotechnik Grundinformation.....	5
3.1.	Elektrotechnische Größen	5
3.2.	Gleichstrom (DC) und Wechselstrom (AC).....	5
3.3.	Das Scheinleistungsdilemma.....	6
4.	Welche USV-Typen gibt es, und wie funktionieren sie?	8
4.1.	OFF-Line (Standby) USV (VFD)	8
4.2.	Line interactive (Hybrid USV) (VFI).....	9
4.3.	On-line USV (Dauerwandler / Doppelwandler (Double-Conversion) USV's) (VI).....	11
5.	Spezielle USV-Typen.....	12
6.	Vergleich der verschiedenen USV.....	13
7.	Worauf muss ich beim USV-Kauf achten?	14
8.	Dimensionierung der USV (Kapazität ermitteln).....	15
8.1.	Wie hoch ist der abzusichernde Leistungsbedarf (Strombedarf)?.....	15
8.2.	Scheinleistung, Nennleistung und Wirkleistung.....	15
8.3.	Richtwerte: Nennscheinleistung (möglicher Verbrauch).....	15
8.4.	Was ist die erforderliche Überbrückungszeit?	16
8.5.	Wie sensibel reagieren die jeweilige Anwendung auf Spannungs- / Stromstörungen?	16
9.	Einsatzgebiete	16
10.	Umgebungsbedingungen einer USV.....	17
11.	Wie lange funktioniert ein Computer ohne Spannungszufuhr?	17
12.	Apropos Batterie	17
13.	Anschlussarten	18
13.1.	Netz 1 phasig / Last 1 phasig (1 ϕ / 1 ϕ).....	18
13.2.	Netz 3 phasig / Last 1 phasig (3 ϕ / 1 ϕ) (nur On-Line)	18
13.3.	Netz 3 phasig / Last 3 phasig (3 ϕ / 3 ϕ) (nur On-Line)	18
14.	Welche Elemente sind zu welchem Zweck in einer USV enthalten?	19
14.1.	Gleichrichter (Rectifier)	19
14.2.	Akkumulator (Batterie)	19
14.3.	Wechselrichter (Inverter).....	20
14.4.	AVR.....	21
14.5.	Störspannungsschutz	21
14.6.	Steuerelektronik	21
14.7.	Bypass oder Umgehung	21
14.8.	STP – Static Bypass Switch.....	21
14.9.	REPO – Remote Power Off	22
14.10.	RPA – Redundant Parallel Architektur.....	22
14.11.	ECO-Mode	22
14.12.	Modulare USV	23
14.1.	Transformatoren.....	23
15.	Welche Spannungsformen weisen USVs auf?	24
15.1.	Sinuswelle	24
15.2.	Stufenwelle.....	24
15.3.	Rechteckwelle	25
16.	Welche Wellenform ist für PCs die beste?	25
17.	Was sind die Gründe für Störungen im Elektroversorgungsnetz?	25
18.	Wie sieht die gestörte Netzspannung aus?.....	25
19.	Kommen Spannungseinsenkungen und Unterbrechungen vor?	26
20.	Was sind Oberwellen und woher kommen sie?	27
21.	Was sind Spannungsspitzen?	28
22.	Schutzmaßnahmen	29
22.1.	USV-Kleinanlagen bis 3kVA (16A).....	29
22.2.	USV-Anlagen ab 3kVA (16A).....	29
23.	USV-Klassifizierung nach IEC 62040-3	30
24.	Die USV-Kommunikation.....	31
25.	USV im Netzwerkbetrieb.....	31
26.	USV-Zukunft	32
27.	Blackout	32



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 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
- Schutz vor Spannungsverzerrungen

USVs 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 Unterbrechung 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".

English "UPS" für **u**ninterruptible **p**ower **s**upply

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

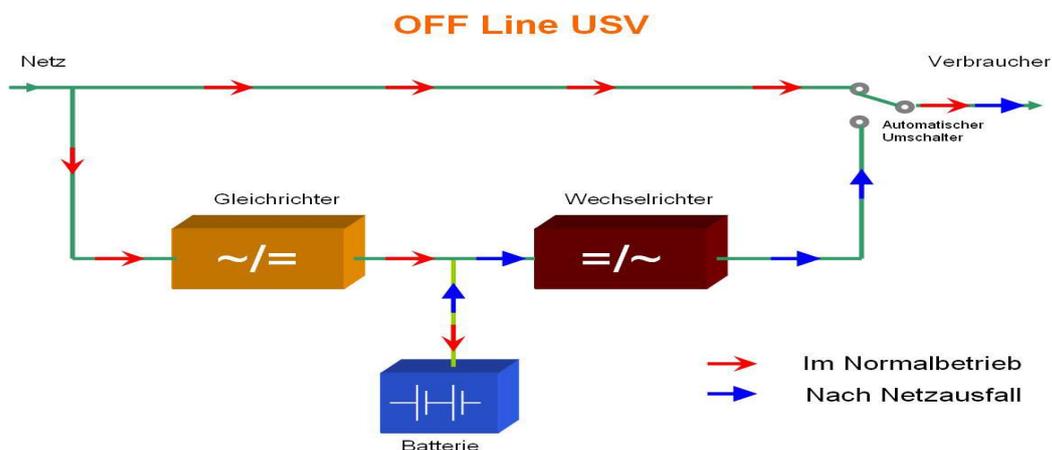
Es werden generell drei Typen unterschieden, welche in der Norm IEC 62040-3 klassifiziert sind:

4.1. 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 €600

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. Modems vertragen die Umschaltunterbrechung nicht

Einsatzbereich:

- ▶ Bis max. 3kVA
- ▶ PCs und Peripheriegeräte
- ▶ Notlampen
- ▶ kleine TK-Anlagen

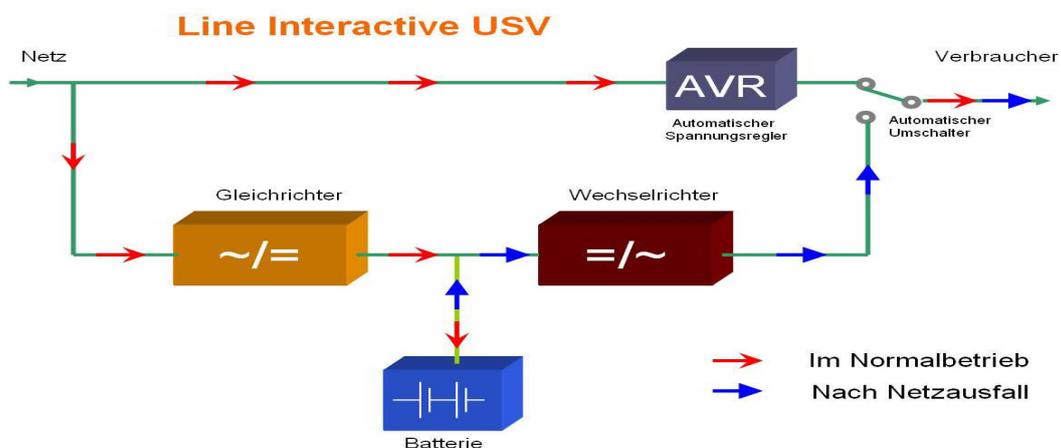
4.2. Line interactive (Hybrid USV) (VFI)

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

Schutz vor:

- ▶ Stromausfall / Netzausfall
- ▶ Spannungseinbruch / Spannungsabfall
- ▶ Spannungstöße
- ▶ 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 €3.000

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:

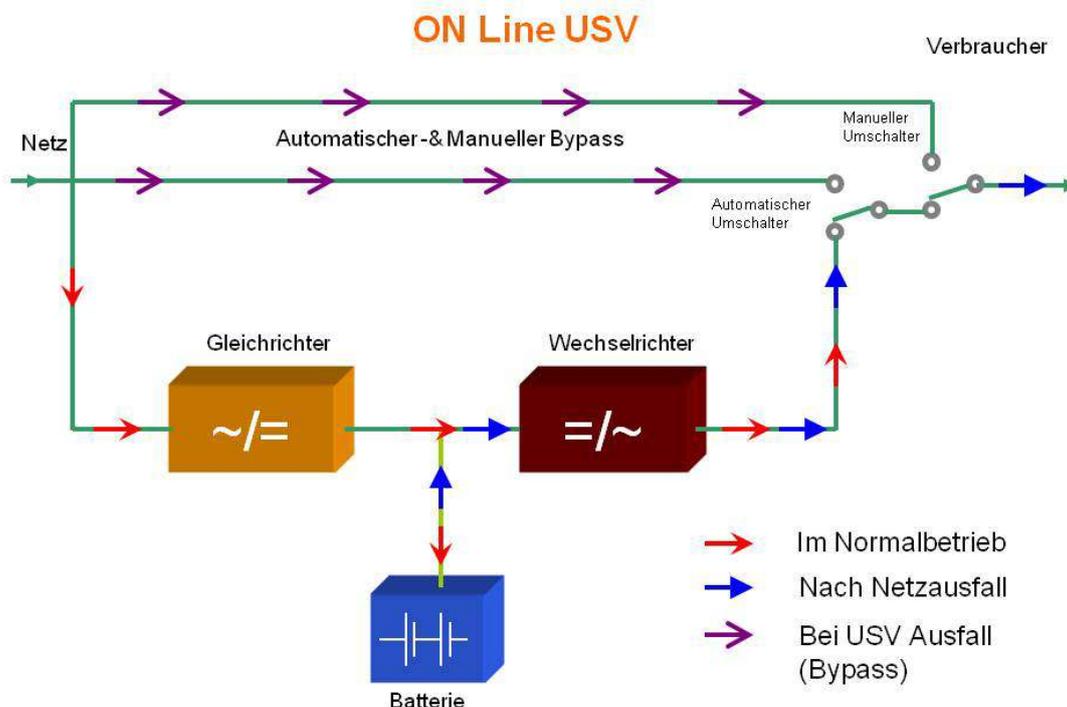
- ▶ Bis max. 10kVA
- ▶ PCs und kleine Server
- ▶ größere Telekommunikationsanlagen
- ▶ Kleinere Server-Systeme und Netzwerke

4.3. On-line USV (Dauerwandler / Doppelwandler (Double-Conversion) USVs) (VI)

Schutz vor:

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

Funktionsschema:



Funktionsbeschreibung:

Online USVs 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-USVs 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
- ▶ Redundanzfähigkeit
- ▶ 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-bypass, 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 Netzwerkeserver und Datenkommunikationssysteme
- ▶ Standard in Spitälern, Banken, IT-Systemhäuser und öffentlichem Bereich

5. 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 Fluchtwegs Beleuchtung
- ▶ Spannungsrestaurator, wie z.B. OSKAR. Nimmt kurze Spannungsunterbrechungen und Einbrüche aus dem Netz. Typischer Einsatzfall sind hohe Industrieleistungen.