

# USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung)

Eine **USV (Uninterruptible Power Supply)** ist ein Gerät, das bei Ausfall oder Störung der Netzstromversorgung sofort und unterbrechungsfrei elektrische Energie aus Batterien bereitstellt. Sie schützt angeschlossene Systeme vor Datenverlust, Hardware-Schäden oder Ausfällen.

## Aufgaben einer USV

- Überbrückung bei Stromausfall (Notstromversorgung für Minuten bis Stunden)
- Schutz vor Spannungsschwankungen (Spikes, Brownouts, Überspannung)
- Filterung von Netzstörungen (Frequenzschwankungen, Rauschen)
- Geordnete Abschaltung von Servern/Clients durch Management-Software

## Typen von USVs

### Offline/Standby-USV

- Normalbetrieb: Netzstrom geht direkt an die Verbraucher
- Bei Stromausfall: Schaltet auf Batterie um (Umschaltzeit 2-10 ms)
- Geeignet für PCs, kleinere Systeme
- + günstig, - einfache Schutzfunktion

### Line-Interactive-USV

- Netzspannung läuft über AVR (Automatic Voltage Regulator)
- Kann Spannungsschwankungen ohne Batterieeinsatz ausgleichen
- Umschaltzeit 2-4 ms
- Geeignet für Serverräume kleiner bis mittlerer Größe

### Online-USV (Doppelwandler)

- Netzstrom → Gleichstrom → Wechselstrom (permanent)
- Keine Umschaltzeit, da Verbraucher immer an Inverter hängen
- Höchste Qualität (komplett gefiltert)
- Ideal für Rechenzentren, kritische Systeme
- + höchste Sicherheit, - teuer, hoher Energiebedarf

## Visualisierung: USV-Typen

Vergleich USV-Typen		
Offline/Standby	Line-Interactive	Online (Doppelwandler)
Netz — Verbraucher  Batterie nur im Notfall aktiv Umschaltzeit nötig	Netz — AVR — ... ... — Verbraucher  Batterie bei Ausfall Umschaltzeit sehr kurz	Netz — Gleichrichter — ... ... — Batterie — Inverter  Verbraucher ständig an Inverter (keine Unterbrechung)

## Störungsarten im Stromnetz

- Blackout - kompletter Ausfall
- Brownout - Spannungsabfall
- Überspannung - z. B. durch Blitzeinschläge
- Spannungsspitzen - kurze Peaks
- Frequenzschwankungen - Netz nicht stabil bei 50 Hz
- Rauschen / Störsignale - elektromagnetische Einflüsse

## Komponenten einer USV

- Batterie/Akku (Blei-Gel oder Lithium-Ionen)
- Wechselrichter/Inverter (DC → AC)
- Ladegerät (Netzstrom → Akku)
- Bypass-Schalter (für Wartung oder Überlast)
- Steuerung & Management (Monitoring, SNMP, USB/Netzwerk)

## Kapazität & Dimensionierung

- Leistung: in **VA (Voltampere)** angegeben
- Faustregel: Last der Geräte × Sicherheitsfaktor (1,2-1,5)
- Autonomiezeit: abhängig von Batteriegröße und Last
  - Büro-PC: wenige Minuten reichen
  - Server: 10-30 Minuten üblich
  - Rechenzentren: mehrere Stunden, oft in Kombination mit Notstromaggregat

## Vergleichstabelle USV-Typen

Typ	Vorteile	Nachteile
Offline	günstig, einfache Bauweise	Umschaltzeit, wenig Schutz
Line-Interactive	Spannungsausgleich, Preis/Leistung	nicht 100% störungsfrei
Online	höchste Sicherheit, keine Umschaltzeit	teuer, höherer Eigenverbrauch

## Praxisbeispiele

- Heimarbeitsplatz: Offline-USV für PC und Router → reicht für geordnetes Herunterfahren
- Kleine Firma: Line-Interactive für Server, Switches und Firewall
- Rechenzentrum: Online-USVs + Dieselgenerator für unterbrechungsfreien Betrieb

## Wartung & Stolperfallen

- Regelmäßige Batterietests durchführen
- Akkutausch alle 3-5 Jahre (Blei) / 8-10 Jahre (Li-Ion)
- Ausreichende Luftzirkulation sicherstellen (Wärmeentwicklung)
- Keine Überlastung (VA-Grenze beachten)
- Monitoring einrichten (rechtzeitig Alarm bei schwachen Batterien)

## Merksätze für die Prüfung

- Offline = billig, Line-Interactive = Allrounder, Online = Premium
- VA ≠ Watt (Leistungsfaktor beachten, meist 0,6-0,8)
- USV schützt vor Ausfall UND Spannungsschwankungen
- Redundanz und regelmäßige Tests sind entscheidend für hohe Verfügbarkeit

## Berechnungen & Dimensionierung (mit Beispielen)

### 1) Grundformeln

Wirkleistung (W)	= $U * I * \cos\varphi$
Scheinleistung (VA)	= $U * I$
Leistungsfaktor (PF)	= $\cos\varphi$ (bei IT-Lasten i.d.R. 0,6...0,95)
Beziehung W ↔ VA	= $W = VA * PF \Leftrightarrow VA = W / PF$
Sicherheitszuschlag	= 20...50% (typisch 30% → Faktor 1,3)
Benötigte USV-Größe (VA)	= $Summe\_W / PF\_gesamt * Zuschlag$
Batterie-Energie (Wh)	= $U\_batt (V) * Ah * (\# \text{ Strings})$
Nutzbarer Anteil (Blei)	= 60...80% (hochstrombedingte Verluste, Temperatur, Alterung)
USV-Wirkungsgrad $\eta$	= 0,8...0,95 (Online meist 0,9±, Line-Interactive 0,9±)
Autonomie grob (h)	$\approx (Wh\_batt * Nutzbar * \eta) / W\_Last$
Konservativ:	Nutzbar=0,7 und $\eta=0,85 \Rightarrow$ Faktor ~0,6
=> t(h) ≈	$(Wh\_batt * 0,6) / W\_Last$

HINWEIS:

- Herstellerlaufzeitdiagramme sind genauer (Peukert-Effekt, Entladekurven).
- PF-Annäherung: Ohne PFC  $\sim 0,6$ ; mit aktiver PFC  $\sim 0,9 \dots 0,95$ .
- Für kurze Überbrückungszeiten (5–15 min) reichen meist interne Batterien.
- Für längere Zeiten externe Battery-Packs oder Generator einplanen.

## 2) Vorgehen Schritt für Schritt

1. **a)** Lasten erfassen: Nennleistung in Watt (W) und ggf. PF pro Gerät.
2. **b)** Summe W bilden. Optional VA pro Gerät:  $VA_i = W_i / PF_i$ . - **c)** konservativ dimensionieren: \*  
Methode 1 (einfach):  $VA = \text{Summe}W / 0,9$  (oder / kleinster PF)  $\times 1,3$ 
  - Methode 2 (genau):  $VA = (\sum W_i / PF_i) \times 1,3$
3. **d)** USV-Typ wählen (Line-Interactive vs. Online) je nach Schutzbedarf.
4. **e)** Ziel-Autonomie festlegen (z. B. 10, 15, 30 min).
5. **f)** Batteriekapazität prüfen/auswählen:  $t \approx (Wh_{batt} * 0,6) / W_{last}$ .
6. **g)** Reserve für Alterung/Temperatur berücksichtigen (+10...20% Wh).
7. **h)** Optional Redundanz (N+1) und Generator-Kopplung bewerten.

## 3) Rechenbeispiel (kleiner Server-Stack)

### Gegeben:

- Server (PFC): 350 W, PF=0,90
- Switch: 50 W, PF=0,60
- NAS (PFC): 60 W, PF=0,95
- Zielautonomie:  $\geq 15$  min

### 3.1 Summe Last:

- $\Sigma W = 350 + 50 + 60 = \mathbf{460\ W}$

### 3.2 Scheinleistung konservativ:

- Methode 1 (einfach,  $PF_{gesamt} \approx 0,9$ ):  $VA_{basis} = 460\ W / 0,9 = \mathbf{511\ VA}$

Mit Zuschlag 30%:  $VA = 511 * 1,3 \approx \mathbf{**664\ VA**}$

\* Methode 2 (genauer, je Gerät):

```
VA_server = 350/0,90  $\approx$  389 VA
VA_switch = 50/0,60  $\approx$  83 VA
VA_nas     = 60/0,95  $\approx$  63 VA
 $\Sigma VA_{basis} = 389 + 83 + 63 = \mathbf{**535\ VA**}$ 
Mit Zuschlag 30%:  $VA = 535 * 1,3 \approx \mathbf{**696\ VA**}$ 
```

⇒ **Auswahl:** Eine **1000 VA** Line-Interactive oder Online-USV bietet Reserve (Einschaltströme, Alterung).

### 3.3 Autonomieabschätzung mit typischer 24 V / 9 Ah Batterie (2×12V/9Ah):

- $Wh_{batt} = 24\text{ V} * 9\text{ Ah} = \mathbf{216\text{ Wh}}$
- Nutzbar  $\eta$  konservativ  $\approx 0,6 \Rightarrow$  nutzbare  $Wh \approx 216 * 0,6 = \mathbf{130\text{ Wh}}$  \*  $t = 130\text{ Wh} / 460\text{ W} = \mathbf{0,283\text{ h} \approx 17\text{ min}}$  \* **Ergebnis:** Ziel  $\geq 15\text{ min}$  wird erreicht. **3.4 Wenn  $\geq 30\text{ min}$  gefordert:** \* Benötigte nutzbare  $Wh \approx 0,5\text{ h} * 460\text{ W} = \mathbf{230\text{ Wh}}$  \* Mit Faktor 0,6 rückwärts:  $Wh_{batt} \approx 230 / 0,6 \approx \mathbf{383\text{ Wh}}$  \* Bei 24 V ergibt sich  $Ah \approx 383 / 24 \approx \mathbf{16\text{ Ah}}$  \*  $\Rightarrow$  z. B. **24 V / 18-20 Ah** (intern + externes Battery-Pack) einplanen. ===== 4) Redundanz (N+1) kurz erklärt ===== \* Zwei USVs parallel (über ATS/STS oder Dual-Netzteile): - **Jede USV sollte die volle kritische Last** alleine tragen können, oder mindestens  $>60-70\%$  je nach Verteilung und ATS-Strategie. - Getrennte Strompfade (USV A  $\rightarrow$  PDU A, USV B  $\rightarrow$  PDU B). - Wartung & Batterietausch ohne Downtime möglich. ===== 5) Generator-Kopplung ===== \* USV überbrückt Hochlaufzeit des Generators (typ. 10-60 s). \* Generatorleistung  $\geq 1,2...1,5 \times$  USV-Nennleistung (Transienten, THD). \* AVR/regelbare Drehzahl am Generator verbessert Spannungsqualität. \* Frequenz- und Spannungsstabilität prüfen (50 Hz  $\pm$ , 230 V  $\pm 10\%$ ). ===== 6) Schnellformeln (Cheatsheet) ===== <code> 1) VA grob :  $VA \approx (\Sigma W / 0,9) * 1,3$  (mit PFC)  $VA \approx (\Sigma W / 0,6) * 1,3$  (ohne PFC/konservativ) 2) Autonomie (min) :  $t_{min} \approx ((U * Ah * \#Strings) * 0,6) / W * 60$  3) Batterien hochskalieren: gewünschte  $Wh_{batt} \approx (W * t_{min}/60) / 0,6$  benötigte  $Ah \approx Wh_{batt} / U$  (U=24 V, 36 V, 48 V je nach USV) </code> ===== 7) Typische Praxiswerte ===== \* Line-Interactive 1000 VA:  $2 \times 12\text{ V} / 9\text{ Ah} \rightarrow \sim 10-20\text{ min}$  @ 400-600 W \* Online 1500 VA (1,5 kVA): 36-48 V Batteriespannung, externe Packs  $\rightarrow 30-60+$  min \* Batterietauschzyklen: Blei 3-5 Jahre, Li-Ion 8-10 Jahre (temperaturabhängig) \* Dimensionierung lieber eine Stufe größer (Lüfterlast, Alterungsreserve)

From:

<http://wiki.nctl.de/dokuwiki/> - ☐ Veni. Vidi. sudo rm -rf / vici.

Permanent link:

<http://wiki.nctl.de/dokuwiki/doku.php?id=it-themen:allgemein:usv&rev=1758709586>Last update: **24.09.2025 12:26**