

# 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<br><br>Batterie nur im Notfall aktiv<br>Umschaltzeit nötig | Netz — AVR — ...<br>... — Verbraucher<br><br>Batterie bei Ausfall<br>Umschaltzeit sehr kurz | Netz — Gleichrichter — ...<br>... — Batterie — Inverter<br><br>Verbraucher ständig an Inverter<br>(keine Unterbrechung) |

## Störungsarten im Stromnetz

- Blackout – kompletter Ausfall
- Brownout – Spannungsabfall
- Überspannung – z. B. durch Blitz Einschläge
- 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)  | = $U * I * \cos\phi$  |
| Scheinleistung (VA)   | = $U * I$   |
| Leistungsfaktor (PF)  | = $\cos\phi$ (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)  | = $\text{Summe}_W / PF_{\text{gesamt}} * \text{Zuschlag}$       |
| Batterie-Energie (Wh)   | = $U_{\text{batt}} (V) * Ah * (\# \text{ Strings})$             |
| Nutzbarer Anteil (Blei)<br>Alterung)  | = 60...80% (hochstrombedingte Verluste, Temperatur,             |
| USV-Wirkungsgrad $\eta$   | = 0,8...0,95 (Online meist 0,9±, Line-Interactive 0,9±)         |
| Autonomie grob (h)  | $\approx (Wh_{\text{batt}} * Nutzbar * \eta) / W_{\text{Last}}$ |
| Konservativ:<br>$\Rightarrow t(h) \approx (Wh_{\text{batt}} * 0,6) / W_{\text{Last}}$ | $Nutzbar=0,7$ und $\eta=0,85 \Rightarrow$ Faktor ~0,6           |

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

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

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

### 3.2 Scheinleistung konservativ:

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

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

\* Methode 2 (genauer, je Gerät):

```
VA_server = 350/0,90 ≈ 389 VA
VA_switch = 50/0,60 ≈ 83 VA
VA_nas = 60/0,95 ≈ 63 VA
ΣVA_basis = 389 + 83 + 63 = **535 VA**
Mit Zuschlag 30%: VA = 535 * 1,3 ≈ **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  $Wh \approx 216 * 0,6 = \mathbf{130 \text{ Wh}} * t = 130 \text{ Wh} / 460 \text{ W} = \mathbf{0,283 \text{ h}} \approx \mathbf{17 \text{ min}}$  \* **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  $\geq 1,2 \dots 1,5 \times$  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  $Ah \approx Wh_{batt} / U$  ( $U=24 \text{ V}, 36 \text{ V}, 48 \text{ V}$  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=1758709668>

Last update: **24.09.2025 12:27**