

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
- Akkutauch 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	$= 20\ldots 50\%$ (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)	$= 60\ldots 80\%$ (hochstrombedingte Verluste, Temperatur, Alterung)
USV-Wirkungsgrad η	$= 0,8\ldots 0,95$ (Online meist 0,9±, Line-Interactive 0,9±)
Autonomie grob (h)	$\approx (Wh_{\text{batt}} * \text{Nutzbar} * \eta) / W_{\text{Last}}$
Konservativ:	Nutzbar=0,7 und $\eta=0,85 \Rightarrow$ Faktor ~0,6
$\Rightarrow t(h) \approx$	$(Wh_{\text{batt}} * 0,6) / W_{\text{Last}}$

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

- **a)** Lasten erfassen: Nennleistung in Watt (W) und ggf. PF pro Gerät.
- **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): $VA = (\sum W_i / PF_i) \times 1,3$
- **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: ≥ 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
ΣVA_basis = 389 + 83 + 63 = **535 VA**
Mit Zuschlag 30%: VA = 535 * 1,3  $\approx$  **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 η 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=1758709668>Last update: **24.09.2025 12:27**