


CI301	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			Berufskolleg Ostvest

Situation:

Sie planen die Anschaffung einer geeigneten USV für einen neuen Fileserver im Rechenzentrum Ihres Kunden "Idefix". Zudem sollen Sie per Auftragsvereinbarung mit Ihrem Kunden die jährlichen Energiekosten als Betriebskosten dieses Servers bestimmen.

"Was ist eine USV?" Eine USV bietet pauschal ausgedrückt i.d.R. einen minimalen Ausfallschutz: Zur Vermeidung eines Datenverlustes müssen insbesondere Rechner, die sensible Daten verwalten, vor einem plötzlichen Ausfall der Versorgungsspannung geschützt werden. Dieses betrifft z.B. Server in Netzwerken. Sie sind bei einem Fehler innerhalb der Stromversorgung so abzusichern, dass zumindest offene Dateien geschlossen und die betreffenden Rechner zuverlässig bzw. sicher heruntergefahren werden können.



Arbeitsauftrag:

Verwenden Sie zum fachlichen Thema "USV" die nachfolgenden Quellen (s.u. "LM-Zusatzquellen"), um hiermit neben der üblichen Internetrecherche die unten stehenden Aufgaben zu bearbeiten!

LM-Zusatzquellen:

- * **"USV IT-Kompakt Westermann.pdf"**
- * **"NetIT-K14 IT-Security.pdf"** (IT-Lehrbuch "Net IT", Kapitel 14.3.1: "USV").
- * Internetquelle **"Bonding24"**:
 - **"<https://bonding24.de/grundlagen-kurz-und-knapp-unterbrechungsfreie-stromversorgungen-usv/>"**
 - **"<https://bonding24.de/formelsammlung-dimensionierung-berechnung-von-usvs/>"**
 - **"<https://bonding24.de/usv-auslegen-berechnen-uebungsaufgaben-mit-loesungen/>"**

1. Sie sollen die jährlichen Energiekosten des neuen Fileservers bestimmen, um eine Energieeinsparung zu dem alten, aber immer noch aktiven Fileserver transparent nachzuweisen. Zur Berechnung der betreffenden Jahresstromkosten (ohne Berücksichtigung der Klimaleistung und der sonstigen PC- und Netzwerkkomponenten) haben Sie nach den folgenden Angaben vorzugehen:

- jährliche Energiekosten des alten Fileservers: 1.150 EUR,
- elektrische Leistung des neuen Fileservers: 300 W,
- Betriebsdauer des neuen Servers: 24 Stunden/Tag und 365 Tage/Jahr,
- Preis des betr. Energieversorgers pro KWh: 28 Cent.

Bestimmen Sie in transparenter, nachvollziehbarer Form die jährlichen Energiekosten des neuen Fileservers und den prozentualen Kostenvorteil gegenüber den alten, aber noch aktiv im Einsatz befindlichen Fileserver!

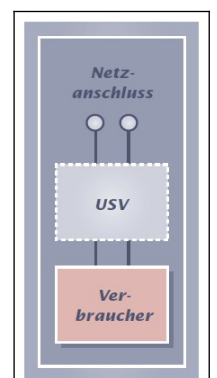
2. Ein allgemeiner Einstieg in das Thema „USV“!


- 2.1 Wofür steht die Abkürzung „USV“?
- 2.2 Der deutsche Begriff „USV“ hat einen englischen Pendant. Welcher ist dies?
Hinweis: Geben Sie die englische Abkürzung und ausführliche Bezeichnung an!
- 2.3 Welchen „Ausfallschutz“ bietet die USV (1 Satz!)?
- 2.4 Der "Ausfallschutz" wird im IT-Fachbereich oftmals mit einem englischen Fachwort bezeichnet. Wie lautet dieses Fachwort?



3. Betrachten Sie das nebenstehende Blockschaltbild eines „USV-Betriebs“!

- 3.1 Gegen welche Arten von Netzstörungen kann die USV je nach Bauart einen gewissen Datenschutz leisten?
- 3.2 Was muss eine USV bei Ausfall der Versorgungsspannung in Bezug auf offene Dateien und den Betrieb eines IT-Systems im Fehler- bzw. Notfall minimal leisten, um einen Datenverlust auf IT-Systemen mit sensiblen Daten (z.B. Server) zu verhindern?
- 3.3 Wie wird eine USV in Bezug zu einem (schützenden) Verbraucher grundsätzlich geschaltet?
- 3.4 Was ist das Kernstück einer USV?
- 3.5 Lange Zeit wurde bei der USV umgangssprachlich zwischen einer "Online-USV" oder einer "Offline-USV" unterschieden. Stattdessen werden sie heutzutage in Kategorien



CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	 Berufskolleg Ostvest
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			

(Klassen, Typen, Arten, s. nächste Aufgabe!) eingeteilt. Erklären Sie kurz, worin sich eine "Online-USV" von einer "Offline-USV" im Kern unterscheidet? Antworten Sie hier möglichst kurz in nur einem Satz!

4. Je nachdem, gegen welche Störgrößen eine USV mehr oder weniger Schutz bietet bzw. welche Wirkungsweise eine USV hat, ist eine USV gemäß der Norm IEC 62040-3 in drei Kategorien/Klassen eingeteilt, d.h. die USV ist als "VFI", "VI" oder als "VFD" klassifiziert!
 - 4.1 Wofür stehen jeweils die drei Abkürzungen dieser USV-Kategorien (Klasse, Typ, Art)?
 - 4.2 Vor welchen Arten von Netzstörungen schützen diese drei USV-Typen jeweils?
 - 4.3 Welcher USV-Typ bietet den umfassendsten (maximalen) Schutz?
 - 4.4 Welche dieser drei USV-Typen ist die einfachste USV-Art?
 - 4.5 Welche dieser drei USV-Typen realisiert am ehesten eine umgangssprachliche "Online-USV", welche eher eine sogenannte "Offline-USV"?
5. Erklären Sie die unten stehenden USV-Parameter zur Dimensionierung bzw. Berechnung einer USV. Welche Bedeutung haben diese Parameter bei der USV-Dimensionierung? Hinweis: Nehmen Sie hierbei die im Internet frei verfügbare Quelle von „bonding24.de“ zur Hilfe!
 - 5.1 „USV-Gesamtleistung“.
 - 5.2 „Überbrückungszeit“ („Autonomiezeit“, „Laufzeit“).
 - 5.3 „USV-Leistungsreserve“.
6. Ein USV-Typ unterscheidet sich im wesentlichen in der Schaltung zwischen Netzeingang und Verbraucher und in der USV-Zusammensetzung aus diversen Baugruppen bzw. Modulen!
 - 6.1 Welche Kernaufgabe übernehmen die nachfolgenden USV-Baugruppen?
Hinweis: Antworten Sie jeweils nur kurz in einem Satz!
a) Akkumulator. b) Gleichrichter. c) Wechselrichter. d) Spannungsregler.
 - 6.2 Aus welchen drei Baugruppen setzt sich eine VFD-USV zusammen (s. Blockschaltbild einer VFD)?
 - 6.3 Durch welche Baugruppe unterscheidet sich im wesentlichen eine VI-USV von einer VFD-USV?
7. Bei der USV-Dimensionierung sind diverse Grundsätze zu beachten!
 - 7.1 Nach einem Netzausfall ist i.d.R. von welcher minimalen Überbrückungszeit auszugehen?
 - 7.2 Wie hoch sollte die Leistungsreserve der USV ausgelegt sein, damit sie angeschlossene Verbraucher über einen fest definierten Zeitraum ausreichend versorgen kann?
 - 7.3 Was ist in Bezug auf die Akkumulatoren einer USV über die Laufzeit zu beachten?
8. Dimensionieren Sie eine USV. Führen Sie die entsprechenden Berechnungen hierzu durch!
 - 8.1 **Dimensionierung der Leistung, die eine USV im Notfall z.V. stellen muss:**
An eine USV sollen die folgenden IT-Geräte angeschlossen werden:
a) Server (750 W). b) Firewall (100 VA). c) Switch (0,5 A / 230 V).
Bei der Dimensionierung der USV ist zwingend eine Leistungsreserve von 25 % zu berücksichtigen.
Wie groß muss die Leistung der USV mindestens sein?
Hinweis: Verwenden Sie zur notwendigen Umrechnung zwischen der Schein- und Wirkleistung die folgenden "Näherungsformeln": ($P [W] \approx S [VA] \cdot 0,65$) bzw. ($S [VA] \approx P [W] \cdot 1,55$)!
 - 8.2 **Berechnung der Überbrückungszeit, die einer USV im Notfall z.V. stehen muss:**
Zwei Disk-Arrays (RAID) mit einer Leistungsaufnahme von jeweils 360 VA sollen an eine Online-USV angeschlossen werden. Die USV enthält 24 Akkumulatoren mit jeweils 12 V Spannung und einer Kapazität von jeweils 3,6 Ah.
Bei einem Netzausfall soll die USV den Betrieb der Disk-Arrays aufrecht erhalten, solange bis die Akkus eine Restladung von 35% erreicht haben. Danach sollen die Disk Arrays kontrolliert herunter gefahren werden.
Wie lange kann die USV den Betrieb der Disk-Arrays aufrecht erhalten (→ Autonomiezeit!), wenn davon ausgegangen wird, dass die alle 24 Akkumulatoren bei Eintritt des Stromausfalls zu 100% aufgeladen sind?

Hinweis: Verwenden Sie zur Umrechnung zwischen der Schein- und Wirkleistung die bereits o.a. "Näherungsformeln" und zur Berechnung der "Autonomiezeit" einer USV die folgende Formel:

$$T_A = \frac{N_{\text{Akku}} \cdot U_{\text{Akku}} \cdot Q_{\text{Akku}}}{S_{\text{Ges}}} ! \text{ Hierzu die Legende der hierin vorkommenden Werte bzw. Parameter:}$$

T_A = Autonomiezeit (Überbrückungszeit, in [h]); N_{Akku} = Anzahl der Akkus (in [Stück]); U_{Akku} = Akku-Spannung (in [V]); Q_{Akku} = Akku-Kapazität (in [VA]); S_{Ges} = Gesamtlast (Gesamte Scheinlast in [VA]).

USV-Dimensionierung – Formeln:

- * Elektrische Ladung (Ladungsmenge, Elektrizitätsmenge) = Stromstärke * Zeit: **$Q = I \cdot t$**
- * Elektrische Energie = elektr. Ladungsmenge * elektr. Spannung: **$W = Q \cdot U$**
- * Elektrische Leistung = elektrische Energie / Zeit: **$P = W / t$**

9. Führen Sie in dieser Aufgabe eine weitere USV-Dimensionierung durch!

Hinweis: Diese Praxis-orientierte Aufgabe ist einer ehemaligen IHK-Abschlussprüfung entnommen worden.

Situation: Drei Server sollen mit einer USV gegen Netzausfall abgesichert werden.

Server-/USV-Spezifikation:

Server	USV
Leistung eines Server-Netzteils: 600 W	Anzahl verfügbarer Akkus: 4 Akkus Ladungsmenge (Q) pro Akku: 100 Ah Spannung (U): 12 V

Hinweise:

- Bei Netzausfall sind die vier Akkus der USV zu 100 % geladen.
- Die Akkus werden vollständig entladen.
- Verluste sind nicht zu berücksichtigen.
- Die Berechnung basiert auf Volllastbetrieb.

Aufgabenstellung: Es soll ermittelt werden, wie lange die USV die Energieversorgung für die drei Server bei Netzausfall theoretisch überbrücken kann ("Überbrückungszeit").

Formeln:

Elektrische Energie = Menge der elektrischen Ladung x elektrische Spannung	$W = Q \cdot U$
Elektrische Leistung = Elektrische Energie / Zeit	$P = W / t$

Physikalische Größen, Formelzeichen und Maßeinheiten:

Physikalische Größe	Formelzeichen	Maßeinheit (Abkürzung)
Elektrische Leistung	P	Watt (W)
Elektrische Stromstärke	I	Ampere (A)
Menge der elektrischen Ladung	Q	Amperestunde (Ah)
Elektrische Energie	W	Kilowattstunde (kWh)

Ermitteln Sie transparent unter Angabe der jeweiligen Rechenwege ...

- 9.1 ... die an die USV angeschlossene Leistung in VA bzw. in W!
- 9.2 ... die gesamte Kapazität der vier Akkus in Ah!
- 9.3 ... die elektrische Energie, welche die vier Akkus bei einer Spannung von 12 V für eine Stunde abgeben können in kWh!
- 9.4 ... die theoretische Überbrückungszeit der USV in Minuten!
Hinweis: Das Ergebnis ist sinnvoll auf eine ganze Anzahl an Minuten zu runden!

LM-Musterlösung:

1.
 - a) Bestimmung der jährlichen Energiekosten des neuen Fileservers,
 - b) Energieeinsparung zum alten/aktiven Fileserver transparent nachweisen.

Notwendige, zur Berechnung zu berücksichtigende Angaben:

- jährliche Energiekosten des alten Fileservers: 1.150 EUR,
- elektrische Leistung des neuen Fileservers: 300 W,
- Betriebsdauer des neuen Servers: 24 Stunden/Tag und 365 Tage/Jahr,
- Preis des betr. Energieversorgers pro kWh: 28 Cent.

- a) Bestimmung der jährlichen Energiekosten des neuen Fileservers:

→ * **Jährlicher Energiebedarf des neuen Servers:** $(0,3 \times 24 \times 365) \text{ kWh} = 2.628 \text{ kWh!}$
 * **Jährliche Energiekosten des neuen Servers:** $(2.628 \times 0,28) \text{ EUR} = 735,84 \text{ EUR!}$

- b) Energieeinsparung zum alten/aktiven Fileserver transparent nachweisen:

→ **Differenz der Kosten zwischen den beiden Servern:** $(1.150 - 735,84) \text{ EUR} = 414,16 \text{ EUR}$ (in "EUR")!
 $((414,16 / 1.150) \times 100) \% \approx 36 \%$ (in "%")!

2. Ein allgemeiner Einstieg in das Thema „USV“!

- 2.1 Wofür steht die Abkürzung „USV“?

→ „**USV**“ = „**Unterbrechungsfreie Stromversorgung**“!

- 2.2 Der deutsche Begriff „USV“ hat einen englischen Pendant. Welcher ist dies?

Hinweis: Nennen Sie hier die englische Abkürzung und die zugehörige, ausführliche Bezeichnung!

→ „**UPS**“ = „**Uninterruptible Power Supply**“!

- 2.3 Welchen „Ausfallschutz“ bietet die USV (1 Satz!)?

→ **Ausfallschutz der Versorgungsspannung (Schutz vor Ausfall der Versorgungsspannung)!**

- 2.4 Der „Ausfallschutz“ wird im IT-Fachbereich i.d.R. „Fach-Jargon-mäßig“ mit einem englischen Fachwort bezeichnet. Wie lautet dieses Fachwort?

→ „**Ausfallschutz**“ = „**failover**“!



3. Betrachten Sie das nebenstehende Blockschaltbild eines „USV-Betriebs“!

- 3.1 Gegen welche Arten von Netzstörungen kann die USV je nach Bauart einen gewissen Datenschutz leisten?

→ **Quelle: s. Westermann IT-Kompodium:**

- Stromausfälle
- Spannungseinbrüche (Schwankungen)
- Spannungsstöße
- Unterspannung
- Überspannung
- Blitzeinwirkungen
- Schaltspitzen
- Störspannungen
- Frequenzänderungen
- Harmonische Oberschwingungen

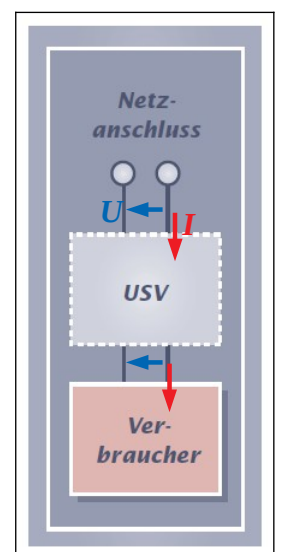
- 3.2 Was muss eine USV bei Ausfall der Versorgungsspannung in Bezug auf offene Dateien und den Betrieb eines IT-Systems im Fehler- bzw. Notfall minimal leisten, um einen Datenverlust auf IT-Systemen mit sensiblen Daten (z.B. Server) zu verhindern?


→ **Minimal-Anforderung an USV: Eine USV muss zwei Dinge erledigen können:**

1. „Offene“ Dateien ordentlich bzw. geregelt schließen können und
2. die zu schützenden IT-Systeme geregelt herunterfahren können!

- 3.3 Wie wird eine USV in Bezug zu einem Verbraucher grundsätzlich geschaltet?

→ **Die USV wird immer zwischen Versorgungsnetz und Verbraucher geschaltet (s. Bild oben rechts)!**



CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	 Berufskolleg Ostvest
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			

3.4 Was ist das Kernstück einer USV?

→ **Das USV-Kernstück sind die Akkumulatoren (kurz „Akkus“ bzw. wiederaufladbare Batterien)!**

3.5 Lange Zeit wurde bei der USV umgangssprachlich zwischen einer „Online-USV“ oder einer „Offline-USV“ unterschieden. Stattdessen werden sie heutzutage in Kategorien (Klassen, Typen, Arten, s. nächsten Aufgabenpunkt!) eingeteilt. Erklären Sie kurz, worin sich eine Online-USV von einer Offline-USV im wesentlichen unterscheidet? Antworten Sie hier kurz in einem Satz!

→ **Online-USV: Komplette Strom- & Spannungsversorgung auch im Normalfall über USV-Anlage, d.h. der per USV zu schützende Verbraucher ist unabhängig vom Versorgungsnetz (s. → VFI)!**

→ **Offline-USV: Komplette Strom- & Spannungsversorgung im Normalfall nicht über USV-Anlage, d.h. der per USV zu schützende Verbraucher ist abhängig von Versorgungsnetz (s. → VFD)!**

4. Je nachdem, gegen welche Störgrößen eine USV mehr oder weniger Schutz bietet bzw. welche Wirkungsweise eine USV hat, ist eine USV gemäß der Norm IEC 62040-3 in drei Kategorien/Klassen eingeteilt, d.h. die USV ist als "VFI", "VI" oder "VFD" klassifiziert!

4.1 Wofür stehen jeweils die drei Abkürzungen dieser USV-Kategorien (Klasse, Typ, Art)?

→ **VFI: Voltage & Frequency Independent!**

→ **VI: Voltage Independent!**

→ **VFD: Voltage & Frequency Dependent!!**

4.2 Vor welchen Arten von Netzstörungen schützen diese drei USV-Typen jeweils?

→ **VFI: i.d.R. gegen alle oben aufgeführten Störungsarten (s. 2.1 → Hersteller-abhängig)!**

→ **VI: i.d.R. gegen die ersten fünf oben aufgeführten Störungsarten (s. 2.1 → Hersteller-abhängig)!**

→ **VFD: i.d.R. nur gegen den totalen Strom- & Spannungsversorgungsfall!**

4.3 Welcher USV-Typ bietet den umfassendsten (maximalen) Schutz?

→ **VFI (s. Bild u.a. unten!)**

→ **Eine USV vom Typ "VFI" bietet maximalen Schutz in USV-Kategorie I! Sie kompensiert im Normalfall Schwankungen/Unregelmäßigkeiten von Spannung und Frequenz im Versorgungsnetz:**

* Schutz vor Schwankungen der Netzspannung!

* Schutz Schwankungen der Netzfrequenz!

→ **Wie wird dieser Maximalschutz realisiert?**

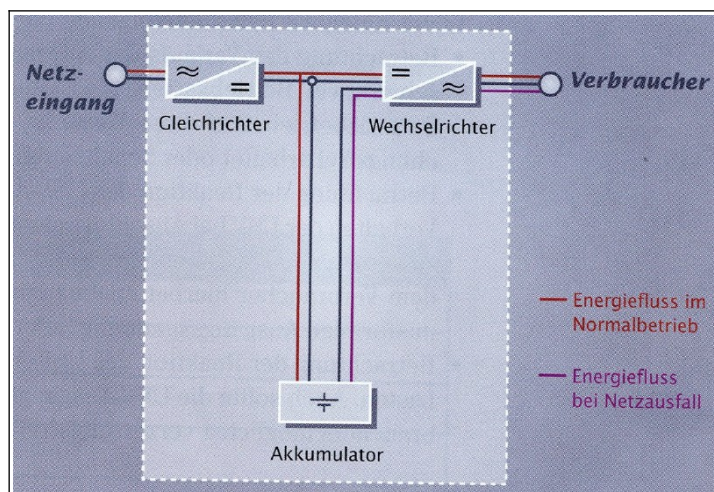
1. Der Verbraucher wird auch im Normalfall ständig und exklusiv über Akku versorgt bzw. gespeist!

2. **Dauerwandlerprinzip:** Fortlaufende und 2-malige Wandlung der Eingangs-Versorgungsspannung:

* Erste Wandlung: Gleichrichter: Wandlung von Wechsel- in Gleichspannung!

* Zweite Wandlung: Wechselrichter: Wandlung von Gleich- in Wechselspannung!


→ **Bei der VFI muss im Notfall (Netzausfall) nicht in eine andere USV-Betriebsart umgeschaltet werden! Daher treten bei VFI im Vergleich zu VFD und VI keine (Um-)Schaltzeiten (→ Verzögerungen) auf!**



(VFI-USV)!

4.4 Welche dieser drei USV-Typen ist die einfachste USV-Art?

→ **VFD!**

CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			Berufskolleg Ostvest

- 4.5 Welche dieser drei USV-Typen realisiert am ehesten eine umgangssprachliche „Online-USV“, welche eher eine sogenannte „Offline-USV“?

→ **Online-USV = VFI!**

→ **Offline-USV = VFD!**

5. Erklären Sie die unten stehenden USV-Parameter zur Dimensionierung bzw. Berechnung einer USV. Welche Bedeutung haben diese Parameter bei der USV-Dimensionierung? Hinweis: Nehmen Sie hierbei die im Internet frei verfügbare Quelle von „bonding24.de“ zur Hilfe!

- 5.1 „USV-Gesamtleistung“.

→ **Dies ist die Gesamtleistung der zu schützenden IT-Systeme bzw. Verbraucher, die minimal an der USV-Anlage zur Verfügung stehen muss!**

- 5.2 „Überbrückungszeit“ („Autonomiezeit“, „Laufzeit“).

→ **Die "Autonomiezeit" bzw. "Laufzeit" ist die Zeit, die für die zu schützenden IT-Systeme bzw. Verbraucher minimal z.V. stehen muss, damit diese im Fehler- bzw. Notfall keinen Datenverlust erleiden und in dieser Zeit zumindest geregelt herunterfahren können!**

- 5.3 „USV-Leistungsreserve“.

→ **Neben der minimal z.V. stehenden Gesamtleistung der zu schützenden Verbraucher ist eine "Prozentuale Mehrleistung" als "Leistungsreserve" bei der USV einzuplanen!**

6. Ein USV-Typ unterscheidet sich im wesentlichen in der Schaltung zwischen Netzeingang und Verbraucher und in der USV-Zusammensetzung aus diversen Baugruppen bzw. Modulen.

- 6.1 Welche Kernaufgabe übernehmen die nachfolgenden USV-Baugruppen?

Hinweis: Antworten Sie jeweils nur kurz in einem Satz!

- a) Akkumulator. b) Gleichrichter. c) Wechselrichter. d) Spannungsregler.

→ **a) Akku = Wiederaufladbare Batterien bzw. Speicherzellen!**

b) Gleichrichter = Gleichrichtung des Wechselstromes für das Aufladen der Akkus!

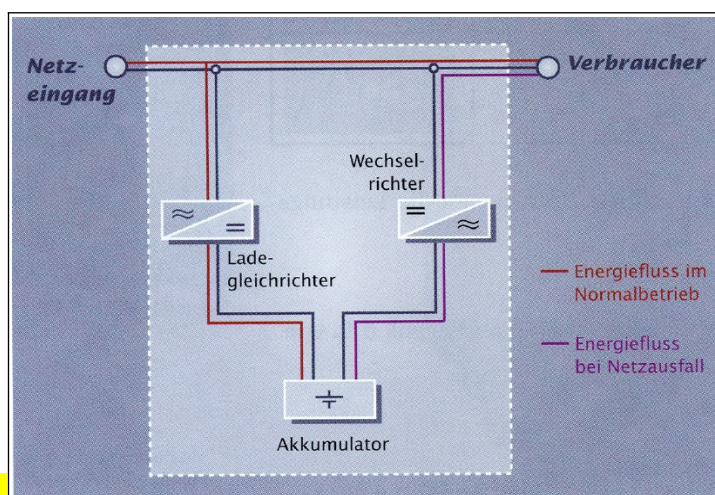
c) Wechselrichter = Wechselrichtung der gleichgerichteten Größen der Akkus für den Verbraucher!

d) Spannungsregler = Trafo für entsprechende flexible Versorgungsgrößen!

- 6.2 Aus welchen drei Baugruppen setzt sich eine VFD-USV zusammen (s. Blockschaltbild einer VFD)?

→ **Die 3 Bauteile bzw. Baugruppen einer VFD-USV (s. u.a. auch Bild unten!) sind wie folgt:**

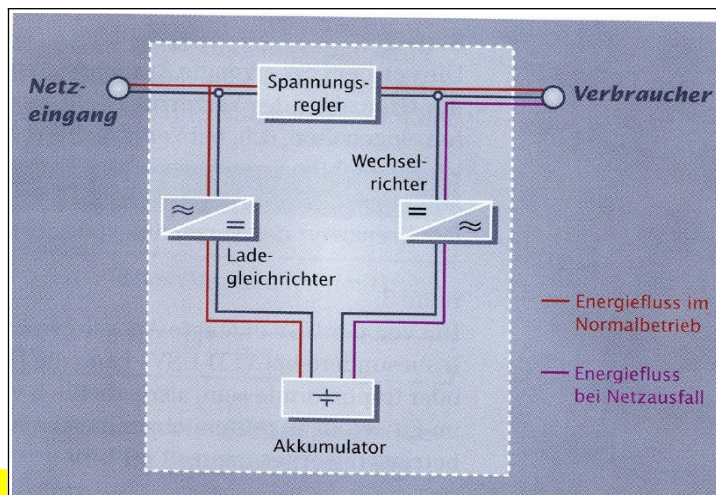
a) (Lade-)Gleichrichter, b) Wechselrichter, c) Akku.



(VFD-USV)

6.3 Durch welche Baugruppe unterscheidet sich im wesentlichen eine VI-USV von einer VFD-USV?

- **VI-USV-Unterschied zu VFD-USV: Die VI-USV hat zusätzlich einen Spannungsregler zwischen Netz-Eingang und Verbraucher geschaltet!**
- **Durch die Zwischenschaltung des Spannungsreglers bietet die VI-USV dem Verbraucher neben dem Notfall-Schutz auch Schutz Normalfall-Schutz:**
 1. **Netz-Ausfall-Schutz im Notfall: Weitere Spannungsversorgung!**
 2. **Überspannungsschutz im Normalfall, d.h. Schutz vor Schwankungen gegen Spannungsspitzen im Versorgungsnetz im Normalfall!**
- **Früher, aber heutzutage hier und da immer noch verwendeter Name für die VI-USV: "Line-Interactive-USV" (Dies ist ein älterer Fachbegriff für die VI-USV!)**



(VI-USV)

7. Bei der USV-Dimensionierung sind diverse Grundsätze zu beachten!

7.1 Nach einem Netzausfall ist i.d.R. von welcher Überbrückungszeit auszugehen?


→ **Reguläre Überbrückungszeit nach Netzausfall: (10 – 15) Minuten oder mehr, je nach dem!**

7.2 Wie hoch sollte die Leistungsreserve der USV ausgelegt sein, damit sie angeschlossene Verbraucher über einen fest definierten Zeitraum ausreichend versorgen kann?

→ **Höhe der Leistungsreserve: (15 – 35) %**

7.3 Was ist in Bezug auf die Akkumulatoren einer USV über die Laufzeit zu beachten?

→ **Beachtung bei den Akkus im Betrieb: Entsprechende Wartung & Pflege der Akkus, evtl. sogar Austausch der Akkus aufgrund diverser Abnutzungs- bzw. Alterungsprozesse!**

CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	 Berufskolleg Ostvest
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			

8. Dimensionieren Sie eine USV. Führen Sie die entsprechenden Berechnungen hierzu durch!

8.1 **Dimensionierung der Leistung, die eine USV im Notfall z.V. stellen muss:**

An eine USV sollen die folgenden IT-Geräte angeschlossen werden:

a) Server (750 W). b) Firewall (100 VA). c) Switch (0,5 A / 230 V).

Bei der Dimensionierung der USV ist zwingend eine Leistungsreserve von 25 % zu berücksichtigen.

Wie groß muss die Leistung der USV mindestens sein?

Hinweis: Verwenden Sie zur notwendigen Umrechnung zwischen der Schein- und Wirkleistung die folgenden "Näherungsformeln": $(P [W] \approx S [VA] \cdot 0,65)$ bzw. $(S [VA] \approx P [W] \cdot 1,55)$!

→ **Lösungsweg und Lösung:**

Gesamtlast bzw. Gesamtleistung " P_{Ges} " als Wirkleistung in Watt:

$$P_{Ges} = [(750 W) + (100 VA \cdot 0,65) + (0,5 A \cdot 230 V \cdot 0,65)] W = 889,75 W \approx 890 W.$$

Notwendige Gesamtleistung " P_{Ges^*} " inklusive der Berücksichtigung einer Leistungsreserve:

$$P_{Ges^*} = P_{Ges} \cdot 1,25 = 890 W \cdot 1,25 = 1112,5 W \approx 1113 W.$$

Notwendige Gesamtleistung als Scheinleistung " S_{Ges^*} " angegeben bzw. umgerechnet:

$$S_{Ges^*} = P_{Ges^*} \cdot 1,55 = 1112,5 W \cdot 1,55 = 1724,38 VA \approx 1725 VA \quad (1113 W \cdot 1,55 = 1725,15 \approx 1725 VA).$$

Antwort: Die USV muss über eine Leistung von mindestens 1113 W bzw. 1725 VA verfügen!

8.2 **Berechnung der Überbrückungszeit, die einer USV im Notfall z.V. stehen muss:**

Zwei Disk-Arrays (RAID) mit einer Leistungsaufnahme von jeweils 360 VA sollen an eine Online-USV angeschlossen werden. Die USV enthält 24 Akkumulatoren mit jeweils 12 V Spannung und einer Kapazität von jeweils 3,6 Ah.

Bei einem Netzausfall soll die USV den Betrieb der Disk-Arrays aufrecht erhalten, solange bis die Akkus eine Restladung von 35% erreicht haben. Danach sollen die Disk Arrays kontrolliert herunter gefahren werden.

Wie lange kann die USV den Betrieb der Disk-Arrays aufrecht erhalten (→ Autonomiezeit!), wenn davon ausgegangen wird, dass die alle 24 Akkumulatoren bei Eintritt des Stromausfalls zu 100% aufgeladen sind?

Hinweis: Verwenden Sie zur Umrechnung zwischen der Schein- und Wirkleistung die bereits o.a. "Näherungsformeln" und zur Berechnung der "Autonomiezeit" einer USV die folgende Formel:

$$T_A = \frac{N_{Akku} \cdot U_{Akku} \cdot Q_{Akku}}{S_{Ges}} ! \text{ Hierzu die Legende der hierin vorkommenden Werte bzw. Parameter:}$$

T_A = Autonomiezeit (Überbrückungszeit, in [h]); N_{Akku} = Anzahl der Akkus (in [Stück]); U_{Akku} = Akku-Spannung (in [V]); Q_{Akku} = Akku-Kapazität (in [VA]); S_{Ges} = Gesamtlast (Gesamte Scheinlast in [VA]).

→ **Lösungsweg und Lösung:**

Gesamtlast bzw. Gesamtleistung " S_{Ges} " als Scheinleistung in VA, welche von USV z.V. zu stellen ist:

$$S_{Ges} = 2 \cdot 360 VA = 720 VA.$$

Autonomiezeit der USV mit Berücksichtigung der 35 % Restkapazität bzw. Restladung:

$$T_A = \frac{24 \cdot 12 V \cdot 3,6 Ah \cdot 0,65}{720 VA} = 0,936 h = 0,94 \text{ Stunden (aufgerundet!)}$$

$$= 0,936 \cdot 60 = 56,16 \text{ Minuten} \approx 56 \text{ Minuten (abgerundet!).}$$

Der in der Rechnung stehende Faktor "0,65" repräsentiert die Bedingung, dass die Akkus nur bis zu 35 % ihrer Gesamtkapazität entladen werden sollen ($100\% - 35\% = 65\% = 65 / 100 = 0,65$).

Antwort: Die Autonomiezeit (Laufzeit) beträgt ungefähr 0,94 Stunden oder ungefähr 56 Minuten! Dann sind nur noch 35 % der Akku-Gesamtkapazität vorhanden bzw. "übrig"!

9. USV-Dimensionierung!

Hinweis: Diese Praxis-orientierte Aufgabe ist einer ehemaligen IHK-Abschlussprüfung entnommen worden.

Situation: Drei Server sollen mit einer USV gegen Netzausfall abgesichert werden.

Spezifikation:

Server	USV
Leistung eines Server-Netzteils: 600 W	Anzahl verfügbarer Akkus: 4 Akkus Ladungsmenge (Q) pro Akku: 100 Ah Spannung (U): 12 V

Hinweise:

- Bei Netzausfall sind die vier Akkus der USV zu 100 % geladen.
- Die Akkus werden vollständig entladen.
- Verluste sind nicht zu berücksichtigen.
- Die Berechnung basiert auf Volllastbetrieb.

Aufgabenstellung: Es soll ermittelt werden, wie lange die USV die Energieversorgung für die drei Server bei Netzausfall theoretisch überbrücken kann ("Überbrückungszeit").

Formeln:

Elektrische Energie = Menge der elektrischen Ladung x Elektrische Spannung	$W = Q \times U$
Elektrische Leistung = Elektrische Energie / Zeit	$P = W / t$

Physikalische Größen, Formelzeichen und Maßeinheiten:

Physikalische Größe	Formelzeichen	Maßeinheit (Abkürzung)
Elektrische Leistung	P	Watt (W)
Elektrische Stromstärke	I	Ampere (A)
Menge der elektrischen Ladung	Q	Amperestunde (Ah)
Elektrische Energie	W	Kilowattstunde (kWh)

Ermitteln Sie transparent unter Angabe der jeweiligen Rechenwege ...

9.1 ... die an die USV angeschlossene Leistung in VA bzw. in W!

→ **(Server-Anzahl) x (Leistung der Server-Netzteile) = An USV angeschlossene Gesamtleistung!**

$3 \times 600 \text{ W} = 1.800 \text{ W}$ (VA = W)!

9.2 ... die gesamte Kapazität der vier Akkus in Ah!

→ **(Akku-Anzahl) x (Akku-Ladungsmenge) = Akku-Gesamtkapazität!**

$4 \times 100 \text{ Ah} = 400 \text{ Ah}$!

9.3 ... die elektrische Energie, welche die vier Akkus bei einer Spannung von 12 V für eine Stunde abgeben können in kWh!

→ **(Akku-Gesamtkapazität) x (Spannung) = Elektrische Energie pro Stunde!**

$400 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} = 4.800 \text{ Wh} \rightarrow (4.800 / 1.000) \text{ kWh} = 4,8 \text{ kWh}$!

9.4 ... die theoretische Überbrückungszeit der USV in Minuten!

Hinweis: Das Ergebnis ist sinnvoll auf eine ganze Anzahl an Minuten zu runden!

→ **(Elektrische Energie) / (Elektrische Leistung) = Überbrückungszeit!**

$(4.800 \text{ Wh} / 1.800 \text{ W}) \approx 2,666... \text{ h} \rightarrow (2,666 ...) \times 60 = 160 \text{ Minuten}$!

LM-Zusatzinformationen:

Weitere interessante Internetquellen zu „USV“:

- <https://www.security-insider.de/usv-anforderungen-auf-grundlage-abzusichernder-geraete-kalkulieren-a-227262/index4.html>
- <https://bonding24.de/edv-welt/>
- <https://www.datacenter-insider.de/die-usv-effizient-soll-sie-sein-a-409503/>

Was ist eine USV?

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung¹ (USV) ist ein Stromversorgungssystem mit Energiespeicher, das bei Ausfall der Versorgungsspannung eine Versorgung des angeschlossenen Verbrauchers sicherstellt.

Mögliche Arten von Netzstörungen, wogegen eine USV möglichst schützen sollte bzw. kann (Net IT-Quelle):

Die folgende Tabelle gibt gemäß der Norm IEC 62040-3 einen Überblick über Arten von Netzstörungen, vor denen eine USV möglichst schützen sollte:






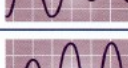
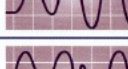




Bezeichnung der Störung	Dauer der Störung	Verlauf
Netzausfälle	mehr als 10 ms	
Spannungsschwankungen	weniger als 16 ms	
Spannungsspitzen	4 ms bis 16 ms	
Spannungstöße	weniger als 4 ms	
Unterspannungen	fortlaufend	
Überspannungen	fortlaufend	
Blitzeinwirkungen	sporadisch	
Frequenzschwankungen	sporadisch	
Spannungsverzerrungen	periodisch	
Spannungsüberschwingungen	fortlaufend	

Tabelle 14.3.1-1:
Mögliche Netzstörungen

USV-Typen – 3 x USV-Kategorien:

Gemäß der Norm IEC 62040-3 gibt es drei Kategorien, nach denen die Leistungsfähigkeit von USVs beurteilt wird:

- Kategorie 1:
Abhängigkeit des Ausgangssignals der USV von dessen Eingangssignal, d. h. von der Netzspannung und Netzfrequenz.
- Kategorie 2:
Verlauf der USV-Ausgangsspannung.
- Kategorie 3:
Verhalten der USV bei unterschiedlichen Belastungen und bei Änderung der Betriebsarten.

CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	 Berufskolleg Ostvest
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			

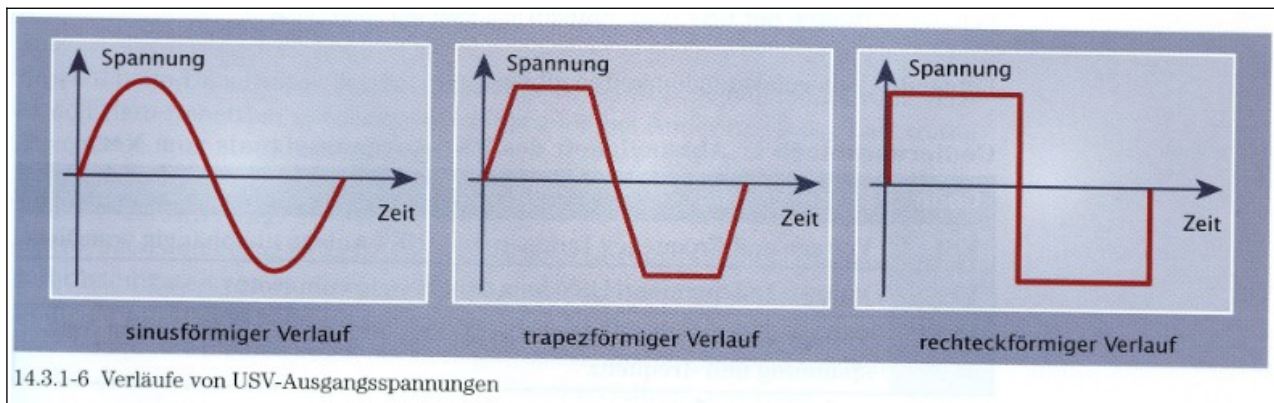
USV-Kategorie 1: Hier wird zwischen 3 verschiedenen USV-Arten unterschieden: „VFD“ + „VI“ + „VFI“!

Kategorie 1: Abhängigkeit des USV-Ausgangssignals vom Netz

USVs können recht unterschiedlich auf Veränderungen der Netzspannung und Netzfrequenz reagieren. Nach der Norm IEC 62040-3 wird innerhalb der Kategorie 1 zwischen drei USV-Arten unterschieden:

- **VFD (Voltage and Frequency Dependent from Mains Supply¹⁾)**
USVs, deren Ausgangsspannung und Ausgangsfrequenz abhängig von Änderungen innerhalb der Energieversorgung d. h. vom Eingangssignal sind.
- **VI (Voltage Independent from Mains Supply²⁾)**
USVs, bei denen lediglich deren Ausgangsspannung unabhängig von der Energieversorgung ist.
- **VFI (Voltage and Frequency Independent from Mains Supply³⁾)**
USVs, bei denen die Spannung und die Frequenz des USV-Ausgangs unabhängig von der Energieversorgung sind.

USV-Kategorie 2: Darstellung des Verlaufs der USV-Ausgangsspannung:

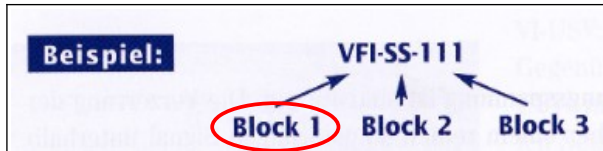


USV-Kategorie 3: Verhalten der USV bei unterschiedlichen Belastungen und Änderungen der Betriebsarten:

In der USV-Kategorie 3 werden die folgenden **drei Betriebsfälle** einer USV untersucht:

- Betrachtung des Verlaufs der Ausgangsspannung der USV beim Umschalten zwischen zwei Betriebsarten, also Umschaltung z. B. vom Normalbetrieb in den Batteriebetrieb. Auf diese Weise ist erkennbar, ob eine USV wirklich unterbrechungsfrei arbeitet oder Schaltzeiten vorhanden sind.
- Betrachtung der Reaktion des USV-Ausgangs bzgl. Lastsprünge, d. h. es wird das Verhalten der USV bei Anschluss eines Verbrauchers (lineare Last) angegeben, der zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Leistungen aufnimmt. Eine USV sollte dem Verbraucher hierbei unabhängig von dessen Last eine möglichst stabile sinusförmige Ausgangsspannung liefern.
- Betrachtung der Reaktion des USV-Ausgangs bzgl. Lastsprünge bei nichtlinearen Lasten. Auch sollte die USV-Ausgangsspannung unabhängig von der Last des Verbrauchers möglichst verzerrungsfrei und stabil sein.

USV-Codierungen:



(Die USV-Codierung weist 3 Codierungsblöcke auf!)

Beispiel für einen vollständigen USV-Klassifizierungscode: **VFI-SS-222**

- **VFI:**
Die USV ist unabhängig von Spannungs- und Frequenzänderungen des Netzes.
- **SS:**
Sowohl im Normal- als auch im Batteriebetrieb liefert die USV sinusförmige Ausgangsspannungen.
- **222:**
Sowohl beim Umschalten der Betriebsart (z. B. bei Netzausfall, indem vom Netz in den Batteriebetrieb geschaltet wird) als auch bei Änderungen der Last treten kurzzeitige Spannungsunterbrechungen (weniger als 1 ms) auf.

Beispiel zu Codierungsblock 1 → s.o.!

Codierungsblock 1: Abhängigkeit des USV-Ausgangssignals vom Netz

Code	Beschreibung
VFI	Voltage and Frequency Independent, USV-Anlage unabhängig vom Netz
VI	Voltage Independent, USV-Anlage abhängig vom Netz
VFD	Voltage and Frequency Dependent, USV-Anlage ist abhängig von Netzspannung und -frequenz

Codierungsblock 2: Darstellung des Verlaufs der USV-Ausgangsspannung

Der Codierungsblock 2 besteht grundsätzlich aus zwei Buchstaben: Der erste Buchstabe enthält die Angabe zum Normalbetrieb, der zweite Buchstabe beschreibt den Batteriebetrieb.

Code	Beschreibung
S	sinusförmig
X	sinusförmig, jedoch noch nur bei linearen Lasten im Rahmen der Grenzwerte nach IEC 61000-2-2
Y	nicht sinusförmig

Beispiel: Die Codierung „SY“ bedeutet z. B., dass die USV im Normalbetrieb eine sinusförmige Ausgangsspannung und im Batteriebetrieb eine nicht sinusförmige Ausgangsspannung liefert.


Codierungsblock 3: Verhalten der USV bei unterschiedlichen Belastungen und Änderungen der Betriebsarten

Der Codierungsblock 3 besteht aus drei Ziffern, die jeweils Angaben zu unterschiedlichen Betriebsfällen enthalten:

- Ziffer 1: Änderungen der Betriebsart
- Ziffer 2: Verhalten bei linearen Lastsprüngen
- Ziffer 3: Verhalten bei nichtlinearen Lastsprüngen

Code	Beschreibung
1	unterbrechungsfrei
2	Spannungsunterbrechung < 1 ms
3	Spannungsunterbrechung < 10 ms
4	Eigenschaften beim Hersteller anfragen

Beispiel: Die Codierung „111“ gibt die bestmögliche Bewertung an: Die USV arbeitet in allen drei Betriebsfällen unterbrechungsfrei.

CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	 Berufskolleg Ostvest
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			

USV-Dimensionierung – Welche Überbrückungszeit wird benötigt?

Neben der USV-Leistung muss auch die Überbrückungszeit berechnet werden. Dabei handelt es sich um die Zeitspanne, die ein System wie der Server bei Stromausfall weiterarbeiten soll, um ein sicheres Abschalten zu gewährleisten. Dieser Zeitraum – üblicherweise zwischen fünf Minuten und einer halben Stunde, oft aber auch weitaus länger – muss vorab ermittelt werden. Denn zusammen mit der Leistung bestimmt er das spezifische USV-Modell, das alle Anforderungen optimal erfüllt.


Je größer die Batteriekapazität (Menge der Batterien und Leistung/h) konzipiert wird, desto länger ist auch die Überbrückungsdauer der USV. Größere Line-Interaktive oder Double-Conversion-USVs ab etwa 1500 VA Leistung lassen sich außerdem meist nachträglich noch mit Batteriemodulen erweitern.

Wichtig ist auch die Steuerung und Überwachung der Batterien. Mit einer Monitoring-Software lässt sich ihr Ladezustand jederzeit überprüfen. Darüber hinaus gibt es heute spezielle Technologien, bei denen die Batterien nach vorbestimmten Algorithmen geladen werden. Die Akkus werden also nicht permanent aufgeladen, sondern in Abhängigkeit von mehreren Messwerten. Dadurch korrodieren weniger und erreichen so bis zu 50 Prozent mehr Lebensdauer als herkömmliche Ladesysteme.

USV-Dimensionierung:

Bei der Dimensionierung einer USV ist nach einem Netzausfall in der Regel von einer Überbrückungszeit von ca. 10 bis 15 Minuten auszugehen. Die Mehrzahl aller Stromausfälle ist im Allgemeinen innerhalb von 5 bis 10 Minuten behoben. Nach Ablauf dieser Zeitspanne bleiben somit noch ca. 5 Minuten, um die angeschlossenen IT-Systeme bei einer länger andauernden Störung herunterfahren zu können.

Damit die USV die angeschlossenen Verbraucher über einen fest definierten Zeitraum ausreichend versorgen kann, ist die Leistung zu berücksichtigen, die von diesen Verbrauchern umgesetzt wird. Hierbei sollte die USV so ausgelegt sein, dass eine Leistungsreserve von 15 % bis 25 % vorhanden ist. So sind eventuelle zukünftige Erweiterungen der IT-Systeme möglich, die an die USV angeschlossen werden sollen. Außerdem sind die in USVs enthaltenen Akkumulatoren Alterungsprozessen unterworfen, die im Laufe der Zeit zu einer Verminderung der Speicherkapazität führen. Eingeplante Leistungsreserven erfordern in diesem Fall nicht den sofortigen Austausch des Akkumulators.

CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	 Berufskolleg Ostvest
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			

USV-Dimensionierung – Berechnungsbeispiel 1:

Berechnungsbeispiel: An eine USV sollen folgende Geräte angeschlossen werden: <ol style="list-style-type: none"> 1. Server (750 W) 2. Firewall (100 VA) 3. Switch (0,5 A / 230 V) Es soll mit einer Leistungsreserve von 25 % gerechnet werden. Wie groß muss die Leistung der USV mindestens sein? Lösung und Lösungsweg: Gesamtlast (in W) = $750 \text{ W} + 100\text{VA} \cdot 0,65 + 0,5\text{A} \cdot 230\text{V} \cdot 0,65 = 889,75 \text{ W}$ (ungefähr 890 W) Gesamtlast inkl. Leistungsreserve von 25 % = $890 \text{ W} \cdot 1,25 = 1112,5 \text{ W}$ = $1112,5\text{W} \cdot 1,55 = 1724,38 \text{ VA}$ (ungefähr: 1113 W und 1725 VA) Antwort: Die USV muss über mindestens 1162,5 W bzw. 1801,8 VA, d.h. verfügen!	Berechnung der USV-Gesamtleistung
---	-----------------------------------

USV-Dimensionierung – Berechnungsbeispiel 2:

Beispiel: Zwei Disk-Arrays mit einer Leistungsaufnahme von jeweils 360 VA sollen an eine Online USV angeschlossen werden. Die USV enthält 24 Akkumulatoren mit jeweils 12 V Spannung und einer Kapazität von jeweils 3,6 Ah . Bei einem Netzausfall soll die USV den Betrieb der Disk-Arrays aufrecht erhalten, solange bis die Akkus eine Restladung von 35% erreicht haben. Danach sollen die Disk Arrays kontrolliert herunter gefahren werden. Wie lange kann die USV den Betrieb der Disk-Arrays aufrecht erhalten (Autonomiezeit), wenn davon ausgegangen wird, dass die alle 24 Akkumulatoren bei Eintritt des Stromausfalls zu 100% aufgeladen sind? Lösungsweg und Lösung: Zunächst berechnen wir die Gesamtlast die an der USV angeschlossen ist: Gesamtlast = $2 \times 360 \text{ VA} = 720 \text{ VA}$	Berechnung der Überbrückungszeit
--	----------------------------------


Die Gesamtlast entspricht also einer Scheinleistung von 720 VA die die USV zur Verfügung stellen muss. Nun ist die Frage wie lange sie das durchhält. Die Autonomiezeit kann mit Formel (7) berechnet werden.

$$t(h) = 24 \times 12 \text{ V} \times 3,6 \text{ Ah} \times 0,65 / 720 \text{ VA} = 0,94 \text{ h}$$

Der Faktor **0,65** in der Formel kommt dadurch zustande, dass wir die Akkumulatoren **nur bis 35 % ihrer Gesamtkapazität** entladen wollen. **Deshalb wird hier für die Kapazität nicht 3,6 Ah (100%) in die Formel eingesetzt sondern 3,6 Ah * 0,65 (100% – 35% = 65%).**

Antwort:

Die Autonomiezeit (Laufzeit) beträgt 0,94 Stunden oder ungefähr 56 Minuten! Dann sind nur noch 35 % der Gesamtkapazität der Akkus "übrig".

CI3O1	Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten	30.01.25	 Berufskolleg Ostvest
Gesamtheitliche Aufgabe: "Absicherung eines Fileservers per USV und Bestimmung seiner Betriebskosten"			

USV-Management:

USV-Management:

In den letzten Jahren hat die Einbindung von USVs in Netzwerk-Managementsysteme (siehe Kap. 13: Netzwerkmanagement) zunehmend an Bedeutung gewonnen. Der Administrator kann die USV direkt mit Hilfe der Netzwerkmanagement-Software überwachen und so eventuelle Störungen feststellen. Konfigurationen der USV sind direkt vom Arbeitsplatz aus möglich.

(*Entfernte Verwaltung (eng. „Remote Administration“)*)