

### Lösung Aufgabe 1

Welche Turbinenart verwendet wird ist von der Wasserfallhöhe (grosse Fallhöhe = hoher Druck) und Wassermenge abhängig.

Pelton turbine	Fallhöhe bis ca. 2'000m	Wassermenge gering (z.B. 5m <sup>3</sup> /s)
Francisturbine	Fallhöhe bis ca. 700m	Wassermenge mittel (z.B. 20m <sup>3</sup> /s)
Kaplanturbine	Fallhöhe bis ca. 60m	Wassermenge gross (z.B. 40m <sup>3</sup> /s)

### Lösung Aufgabe 2

Braunkohle	2kWh
Steinkohle	7kWh
Erdgas	9kWh
Erdöl	11kWh
Uran	24'000'000kWh

### Lösung Aufgabe 3

Beim Schalter A handelt es sich um einen Trennschalter. Er dient zur Herstellung einer sichtbaren Trennstelle. Diese Schalter besitzen keine Lichtbogenlöscheinrichtung, weshalb sie nur zum Öffnen oder Schliessen von Stromkreisen sind, wo ein vernachlässigbar kleiner Strom fliesst.

Beim Schalter B handelt es sich um einen Erdungstrennschalter. Er dient dazu, abgeschaltete Netzteile kurz zu schliessen durch Herstellen einer Erdverbindung.

### Lösung Aufgabe 4

Wenn alle drei Aussenleiter gleichmässig mit selber Phasenlage belastet sind. Trifft dies zu, ist der Neutralleiter stromlos.

### Lösung Aufgabe 5

- 1 = Lasttrennschalter
- 2 = Hochspannungs – Hochleistungs – Sicherungen (HH – Sicherungen)
- 3 = Drehstromtransformator (Primärseite in Dreieck und Sekundärseite in Stern geschalten)
- 4 = Leistungsschalter

### Lösung Aufgabe 6

Bei einem Kondensator ist die Kapazität u.a. vom Abstand der Elektroden abhängig. Je geringer der Abstand ist, desto grösser die Kapazität. Somit besitzen alle Anlageteile, deren Leiter sehr nahe beieinander liegen, eine grosse Kondensatorenwirkung. Typischerweise sind dies in Stromversorgungsnetzen die Kabel. Ihre Betriebskapazität ist deutlich grösser als die von „gleichlangen“ Freileitungen. Zu beachten gilt, dass diese Kapazitäten auch nach Abschaltung der Leitung noch für eine lange Zeit gefährliche Restladungen führen.

### Lösung Aufgabe 7

Die Schaltung nennt man Aronschaltung. Mittels zwei Wattmeter und der algebraischen Summe der beiden Leistungen lässt sich die Gesamtleistung bestimmen ( $P = P_1 + P_2$ ) und zwar unabhängig davon, ob das Netz symmetrisch oder asymmetrisch belastet ist. Die Schaltung wird in Dreileiterstromkreisen eingesetzt. Meistens werden die Wattmeter resp. Energiezähler mit Doppelmesswerken gebaut welche auf dieselbe Zeiger- und Zählerachse wirken. Für den Einsatz in Hochspannungsnetzen werden zudem Messwandler (Spannungs- und Stromwandler) verwendet.

### Lösung Aufgabe 8

- ◆ Sicherstellung der Versorgungssicherheit.
- ◆ Ausgleich der zeitlichen Verschiebung zwischen Produktion und Bedarf.
- ◆ Ausgleich von Lastschwankungen und Deckung von Lastspitzen.
- ◆ Nutzung der „eigenen“ Elektrizität für z.B. mobile Energieverbraucher.
- ◆ Förderung einer unabhängigen Energieversorgung.

### Lösung Aufgabe 9

Sondertransformator A = Stufentransformator

Transformator mit mehreren Wicklungsanzapfungen zum Anpassen der Ausgangsspannung z.B. bei hohen Spannungsfällen auf den Zuleitungen.

Sondertransformator B = Reguliertransformator (Variac)

Transformator mit einem veränderbaren Abgriff zum stufenlosen regulieren der Ausgangsspannung (i.d.R. von 0V bis zur Nennspannung).

### Lösung Aufgabe 10

Hauptsächlich Ummagnetisierungs- und Wirbelstromverluste → zusammen nennt man sie auch Eisenverluste.

### Lösung Aufgabe 11

Durch Überschreiten der magnetischen Eisensättigung steigt der Leerlaufstrom sehr stark an. Die magnetische Flussdichte  $B$  nimmt kaum mehr zu, obwohl die magnetische Feldstärke  $H$  steigt. Der Transformator erwärmt sich deutlich stärker.

Transformatoren dürfen grundsätzlich nicht an eine grössere Spannung als ihre Nennspannung betrieben werden!

### Lösung Aufgabe 12

induktive Koppelung, kapazitive Koppelung, ohmsche Koppelung, Strahlungskoppelung

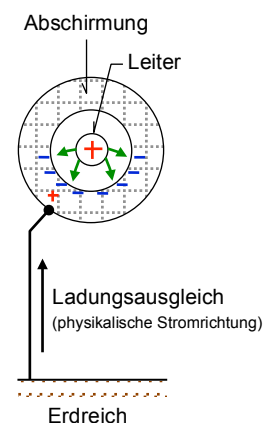
### Lösung Aufgabe 13

Um einen feldfreien Raum zu erhalten, werden häufig Abschirmungen (elektrisch leitfähige Materialien als Hohlkörper ausgestattet) eingesetzt. Sie sorgen dafür, dass vorhandene elektrische Felder nicht in das Innere eines Raumes wie z.B. empfindliche Messwerke oder Schaltungen eindringen können (Faraday'scher Käfig).

Zwischen zwei stromdurchflossenen Leitern mit unterschiedlicher Ladung entsteht auch ein elektrisches Feld. Die Kraftwirkung dieses Feldes verursacht Ladungstrennungen. Es entsteht eine Spannung die störende Auswirkungen haben kann. In Audio- und Videoübertragungen ist dies z.B. durch ein Rauschen oder Brummen wahrnehmbar. Bei empfindlichen Messungen kann das Messergebnis negativ beeinflusst werden.

Diese Beeinflussung lässt sich durch eine korrekte Abschirmung vermeiden resp. vermindern. Durch eine metallische Umhüllung, welche mit der Erde oder Masse verbunden ist, wird der elektrische Leiter abgeschirmt. Diese Abschirmungen werden meistens durch ein Metallgehäuse, Gitter oder Geflecht hergestellt.

Der Anschluss an das Erdpotential oder Masse ist dabei nötig, um das entstehende elektrische Feld zwischen der influenzierenden Ladung in der Metallhülle und der elektrischen Ladung im Erdreich verschwinden zu lassen. Dieser Anschluss fehlt beim Bild der Aufgabe im ABZ der Stromwelt.



### Lösung Aufgabe 14

#### alter Transformator

$$W_{Fe} = P_{Fe} \cdot t_E = 3.5 \text{ kW} \cdot 8'760 \text{ h} = 30'660 \text{ kWh}$$

$$W_{Cu} = P_{Cu} \cdot t_B = 29 \text{ kW} \cdot 6'570 \text{ h} = 190'530 \text{ kWh}$$

$$W_V = W_{Fe} + W_{Cu} = 30'660 \text{ kWh} + 190'530 \text{ kWh} = 221'190 \text{ kWh}$$

$$VE = W_V \cdot VP = 221'190 \text{ kWh} \cdot 0.13 \text{ Fr./kWh} = 28'754.70 \text{ Fr.}$$

#### neuer Transformator (verlustoptimiert)

$$W_{Fe} = P_{Fe} \cdot t_E = 1.65 \text{ kW} \cdot 8'760 \text{ h} = 14'454 \text{ kWh}$$

$$W_{Cu} = P_{Cu} \cdot t_B = 21 \text{ kW} \cdot 6'570 \text{ h} = 137'970 \text{ kWh}$$

$$W_V = W_{Fe} + W_{Cu} = 14'454 \text{ kWh} + 137'970 \text{ kWh} = 152'424 \text{ kWh}$$

$$VE = W_V \cdot VP = 152'424 \text{ kWh} \cdot 0.13 \text{ Fr./kWh} = 19'815.12 \text{ Fr.}$$

$$\Delta W_V = 221'190 \text{ kWh} - 152'424 \text{ kWh} = \mathbf{68'766 \text{ kWh}}$$

$$\Delta VE = 28'754.70 \text{ Fr.} - 19'815.12 \text{ Fr.} = \mathbf{8'939.58 \text{ Fr.}}$$

### Lösung Aufgabe 15

- ◆ Einsparung von Kupfer und Kerneisen.
- ◆ Geringere Baugrösse, leichter und günstiger.
- ◆ Die Verluste sind geringer (hoher Wirkungsgrad).
- ◆ Unabhängig der Last ist die Ausgangsspannung nahezu konstant, d.h. die Kurzschlussspannung ist sehr klein.
- ◆ Im Kurzschlussfall fließen grosse Ströme.

### Lösung Aufgabe 16

$$7\% \text{ von } 62'617 \text{ GWh} = 4'383 \text{ GWh}$$

$$\text{Endverbrauch} = 58'234 \text{ GWh}$$

$$6\%, \text{ ausgehend von einem Endverbrauch von } 58'234 \text{ GWh} = 3'717 \text{ GWh}$$

$$\text{Energieeinsparung} = \mathbf{666 \text{ GWh}}$$

$$\text{Kosteneinsparung} = 666 \cdot 10^6 \text{ kWh} \cdot 0.04 \text{ Fr./kWh} = \mathbf{26'640'000 \text{ Fr.}}$$