

Stromerzeugung AC / DC
Batterien
Generatoren

Dozent: Daniel Johle

SQQ1 Stromerzeugung (AC / DC)

Spannung

1. Ohmsches Gesetz
2. $U = W/Q$
3. Elektronenüberfluss, Fließrichtung
4. Einfache Stromerzeugung mit Magnet, Spule, Lampe

Stromerzeugung im Drehfeld

1. Dreiphasen Stromerzeugung (Generator) (Stator/Rotor)
2. Induktion der Bewegung
3. Phasenversatz im Drehfeld
4. Spannung im Drehfeld

Spannung / Leistung

1. Stromstärke, Leistung
2. Wirk-, Blind-, Scheinleistung
3. Einheit: VA, var und Berechnung

Chemische Stromerzeugung

1. Batterien (Galvanische Elemente)
2. Solar Paneel

Stromgeneratoren

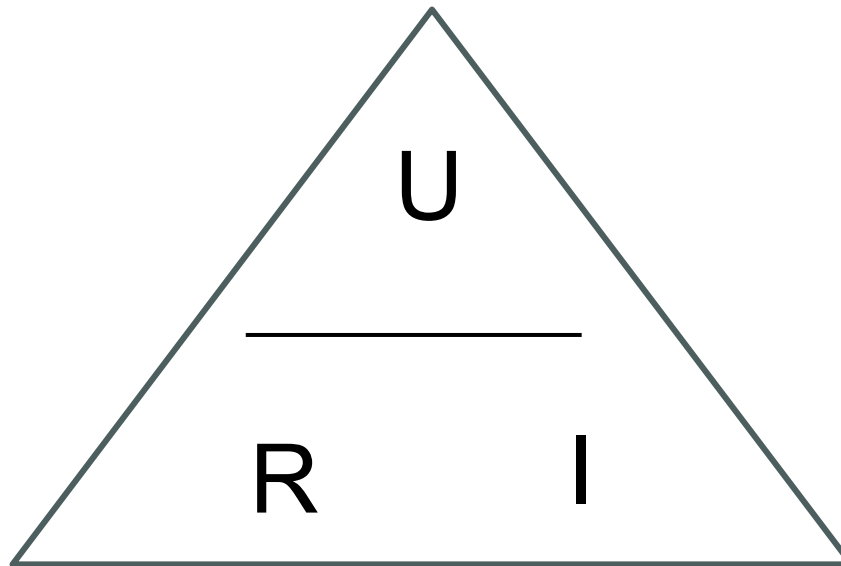
1. Antrieb, Verbrenner, Turbine
2. Betriebsarten (Insel, Kombi, PSU, Havarie)
3. Leistung, Sicherheitselemente
4. Netzsystem, Erdung (SQP4)
5. Vorgaben beim Errichten

Spannung

Ohmsches Gesetz:

$$U = R * I$$

Spannung = Widerstand * Stromstärke



Wiederholung

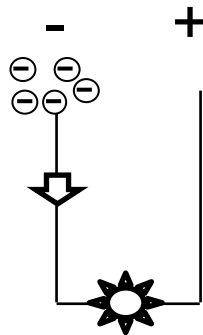
Spannung:		Ladungsdifferenz – Pol zu + Pol	Formelzeichen: U
Stromstärke:		Elektronenfluss von – Pol zum + Pol zum Betreiben der Verbraucher	Formelzeichen: I
Leistung:		Die „Energie“, die für den Betrieb des Verbrauchers benötigt wird.	Formelzeichen: P
Widerstand:		Die „Hindernisse“, die den Elektronenfluss behindern.	Formelzeichen: R

Spannung

$$U \text{ (Spannung)} = \frac{W \text{ (Arbeit) (Einheit Joule)}}{Q \text{ (Ladung) (Einheit Coulomb)}} \text{ (Einheit Volt)}$$

$$1 \text{ Coulomb} * 1 \text{ Joule} = 1 \text{ Volt}$$

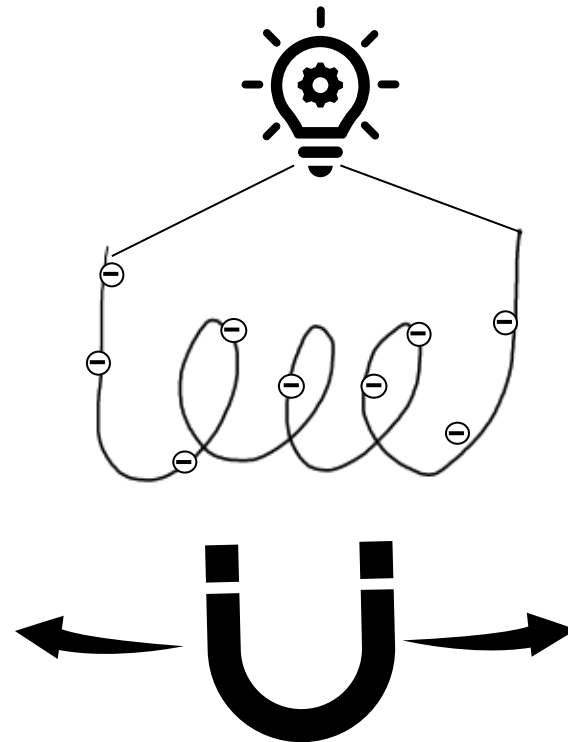
Elektronen-
überschuss



Spannung als Potenzialdifferenz

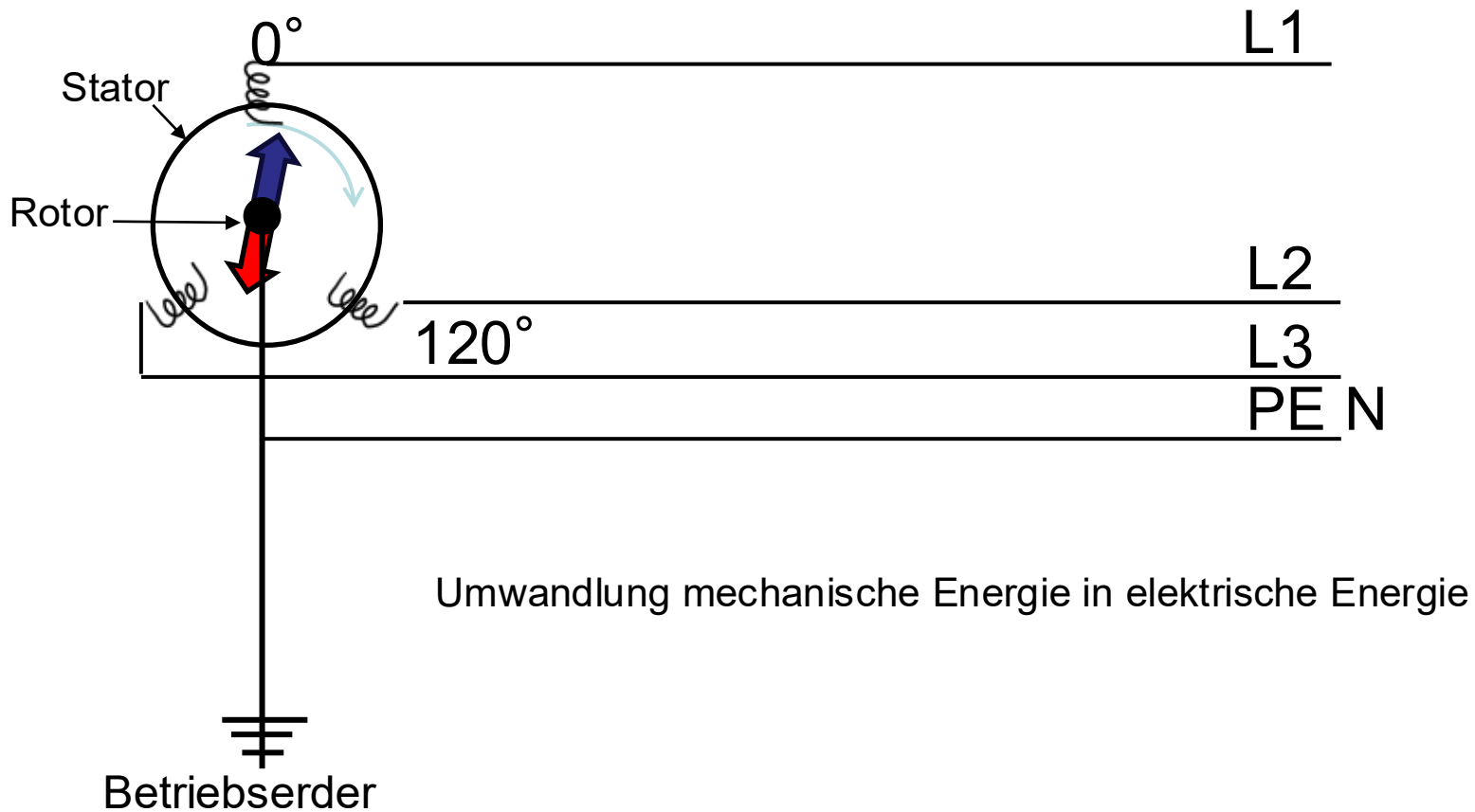
$$U_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$$

Spannung

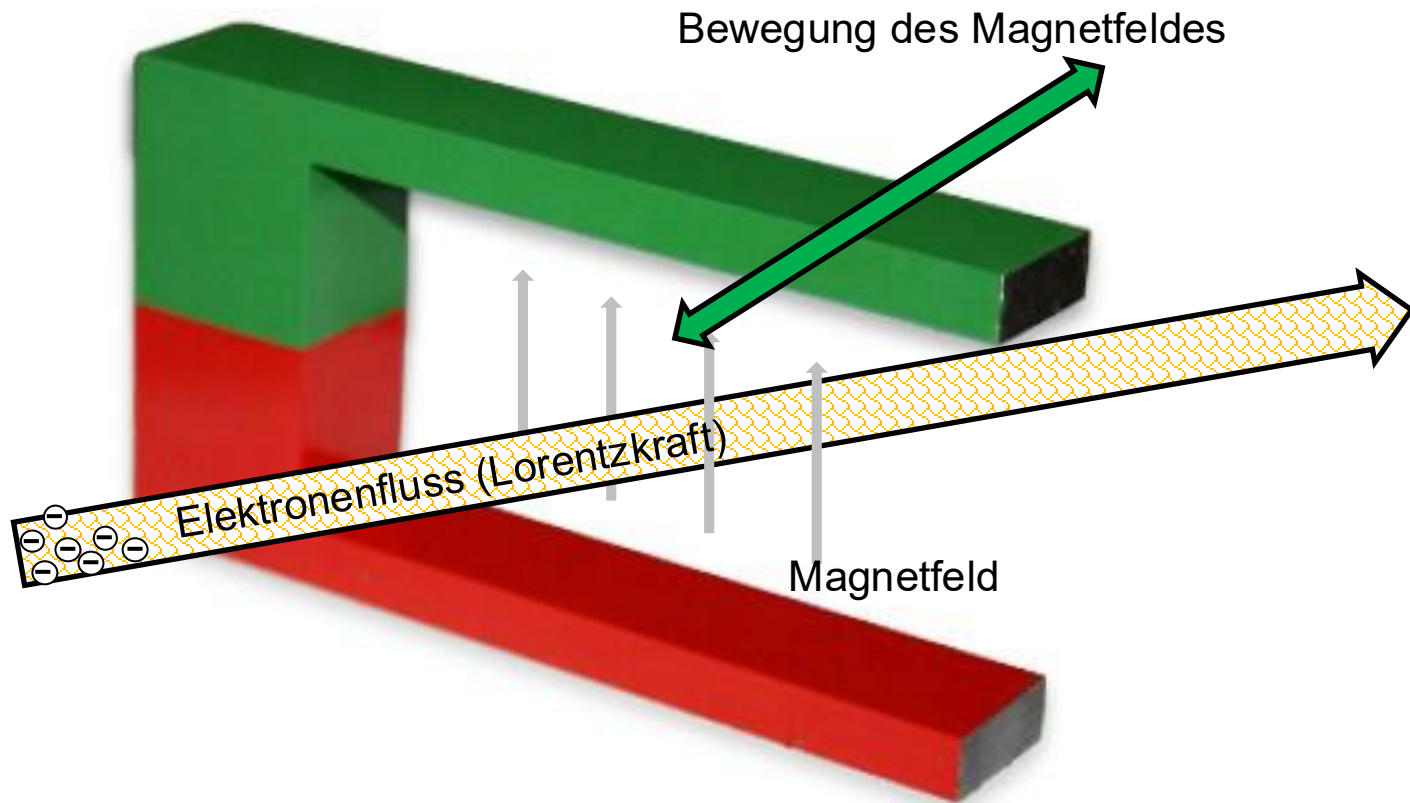


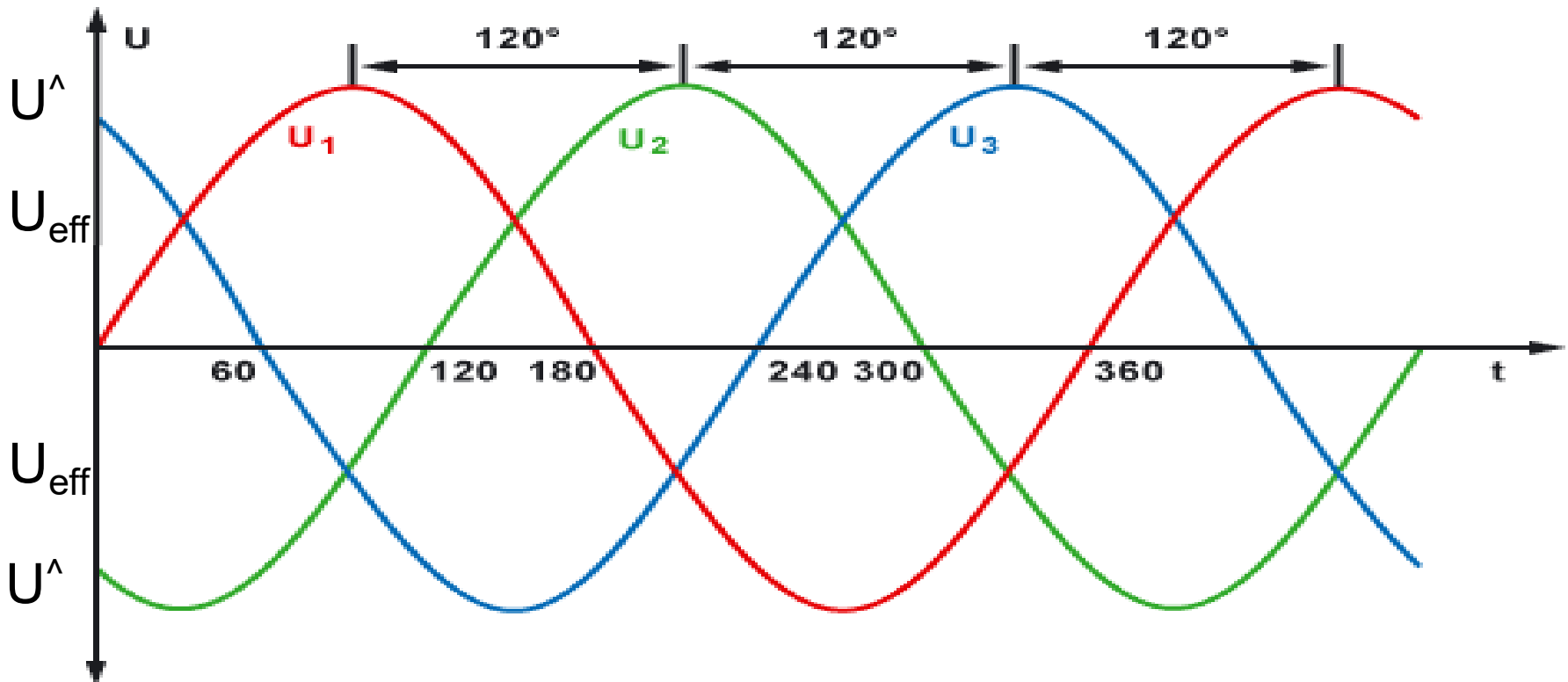
Magnetfeld an
einer Spule lässt
die Elektronen
fließen

Wie entsteht Strom?



Wie entsteht Strom?

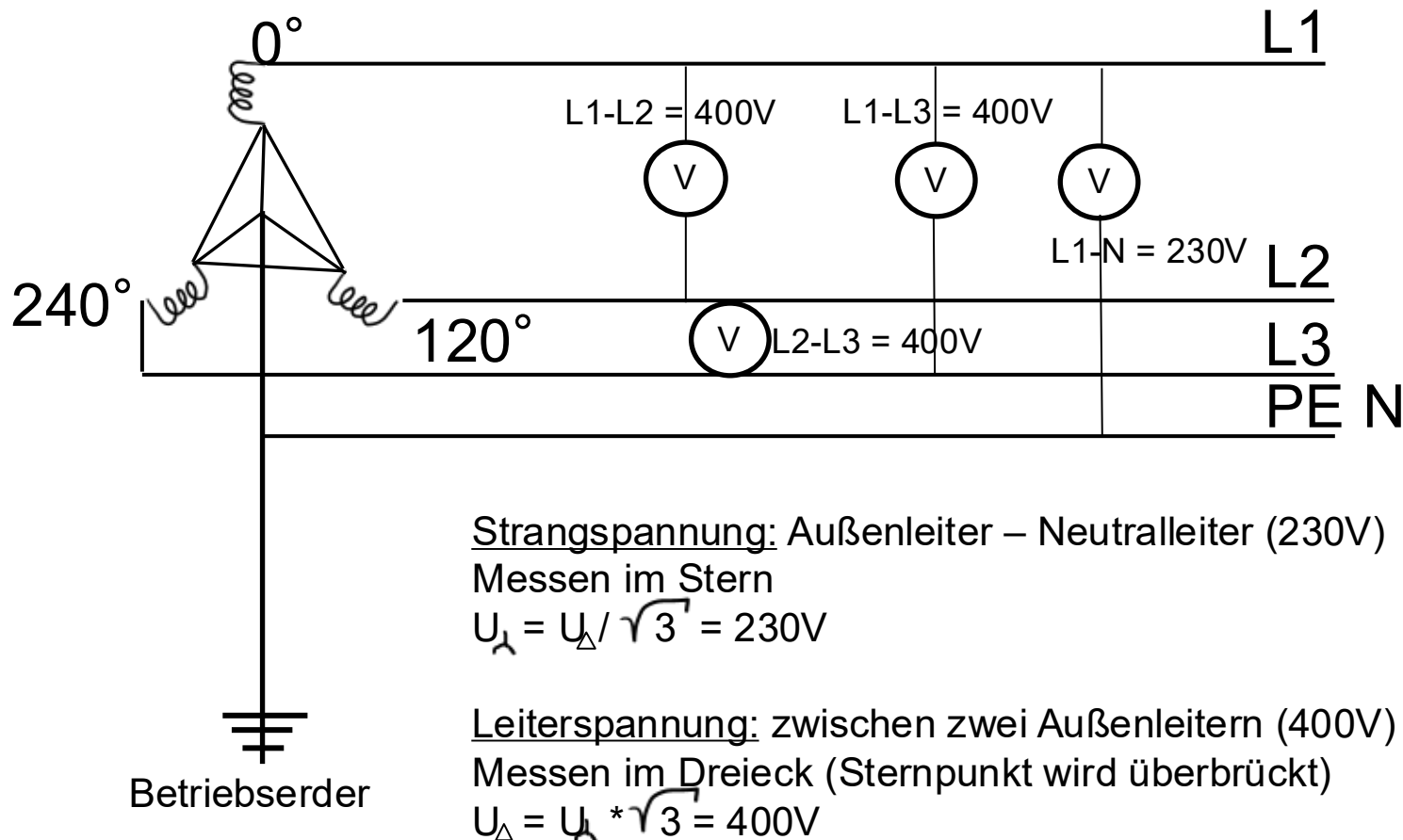




$U_{\text{eff}} = 230\text{V}$ Strangspannung

$$U^ = U_{\text{eff}} * \sqrt{2} = 325\text{V}$$

Wie entsteht Strom?



Stromstärke



Elektronenfluss (Ladungsteilchen) von – Pol zum + Pol zum Betreiben der Verbraucher

$$I \text{ (Stromstärke)} = \frac{Q \text{ (Ladung)} \text{ (Einheit Coulomb)}}{t \text{ (Zeit)} \text{ (Einheit Sekunde)}} \text{ (Einheit Ampere)}$$

Es fließen nur die Menge an Elektronen, die zum Betrieb benötigt werden!

Beispiel: Eine 100W Lampe an 230V

$$I = P / U = 100W / 230V = \underline{0,43A}$$

Leistung

$$P \text{ (Leistung)} = \frac{W \text{ (Arbeit) (Einheit Joule)}}{t \text{ (Zeit) (Einheit Sekunde)}} \\ \text{(Einheit Watt)}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U * I * t}{t} = U * I$$

Achtung: dies gilt nur bei ohmschen Verbrauchern!

Beispiel: Eine Lampe an 230V benötigt 3,5 Ampere.

$$P = 230V * 3,5A = \underline{805W}$$

Leistung

Es wird unterschieden:

Wirkleistung (P): tatsächlich benötigte Leistung

$$P = U * I * \cos \varphi \quad (\text{Einheit Watt}) (W)$$

Blindleistung (Q): pendelt zwischen Erzeuger und Verbraucher

$$Q = U * I * \sin \varphi \quad (\text{Einheit Voltampere Reaktiv}) (var)$$

Scheinleistung (S): ist der Betrag von Wirkleistung und Blindleistung

$$S = U * I \quad (\text{Einheit Voltampere}) (VA)$$

Wirkleistung

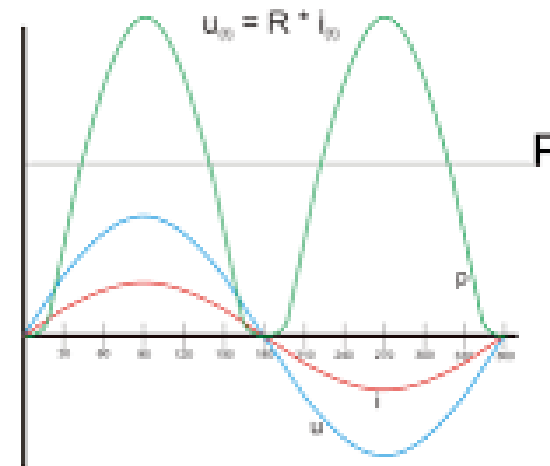
Ohmsche Widerstände

Gemeinsame Durchgänge bei Nulllinie

Keine Blindanteile

$\cos \varphi = 0^\circ$, LF = 1

Beispiel: $P = 230V * 10A * 1 = 2300 W$



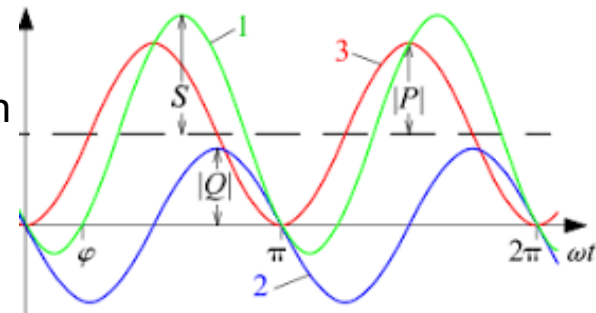
kapazitive Widerstände

Durchgänge bei Nulllinie zeitlich verschoben

Blindanteil vorhanden

$\cos \varphi = 30^\circ$, LF = 0,87

Beispiel: $P = 230V * 10A * 0,87 = 2001 W$

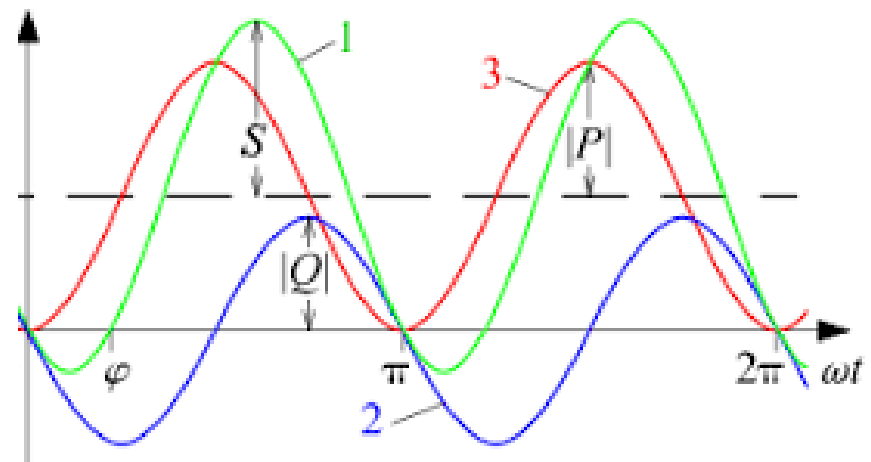


Blindleistung

Bei Kapazitäten oder Induktionen pendelt ein Teil der Leistung zwischen Verbraucher und Quelle hin- und her. Dieser Teil der Energie verrichtet keine Arbeit.

Dieser Versatz wird mit dem Winkel φ angegeben.

Bei Kapazitäten eilt der Strom vor der Spannung.
Bei Induktionen folgt der Strom der Spannung hinterher.



Scheinleistung

Die Scheinleistung (S) beschreibt die gesamte elektrische Leistung und setzt sich aus Wurzel aus Blind- und Wirkleistung zusammen.

$$S = \sqrt{Q^2 + P^2}$$

Beispiel Generator

Spannung 230V

Stromstärke: 10A

Leistungsfaktor: 0,8

$\cos \varphi = 36,9^\circ$

$$S = 230V * 10A = 2300VA$$

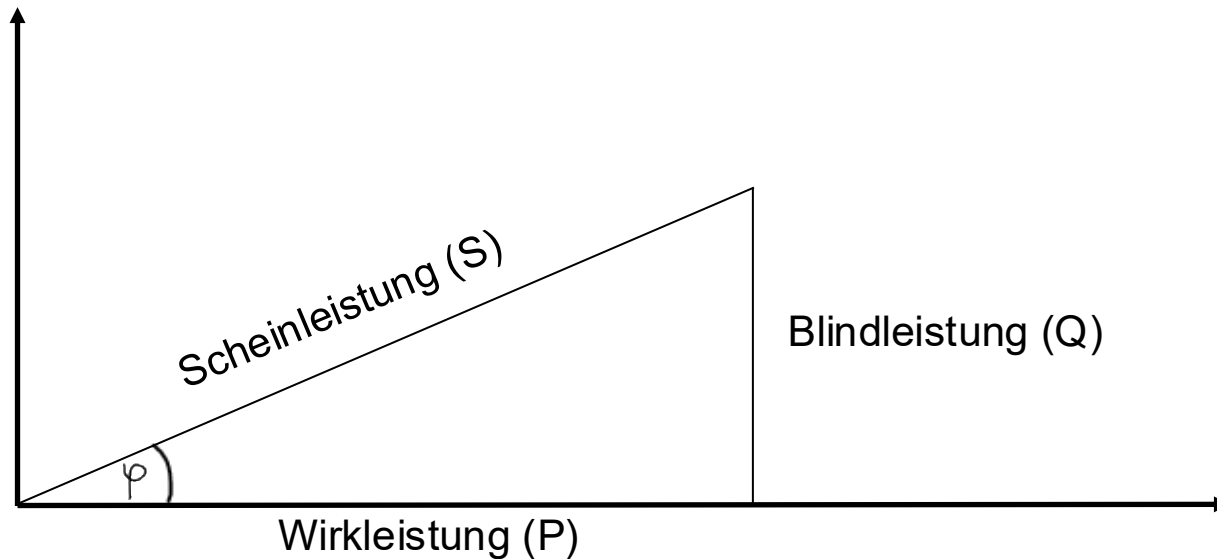
$$P = S * LF = 2300 * 0,8 = 1840W$$

$$Q = S * \sin \varphi = 1380var$$

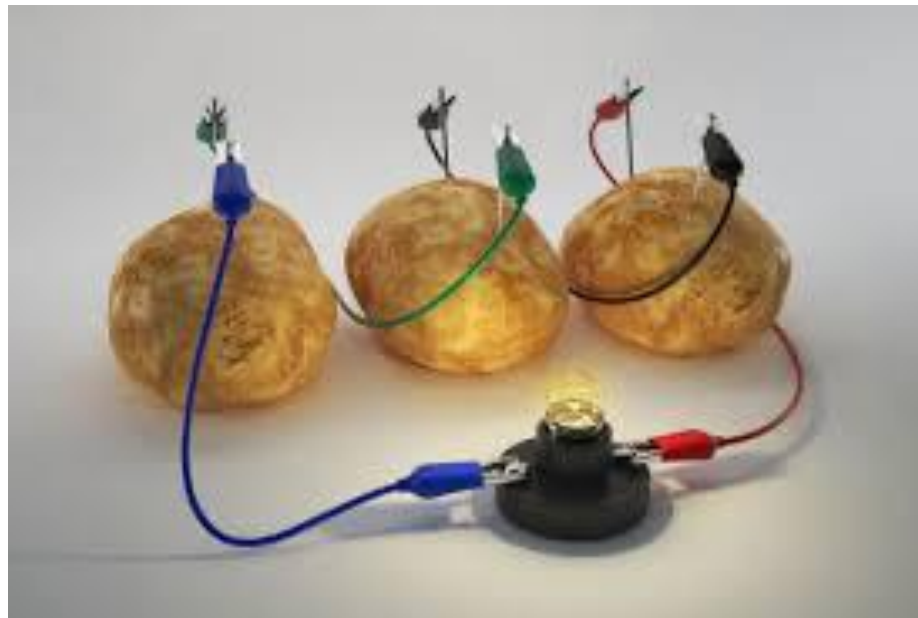
Leistungsdreieck

Wie ergeben sich die Leistungen:

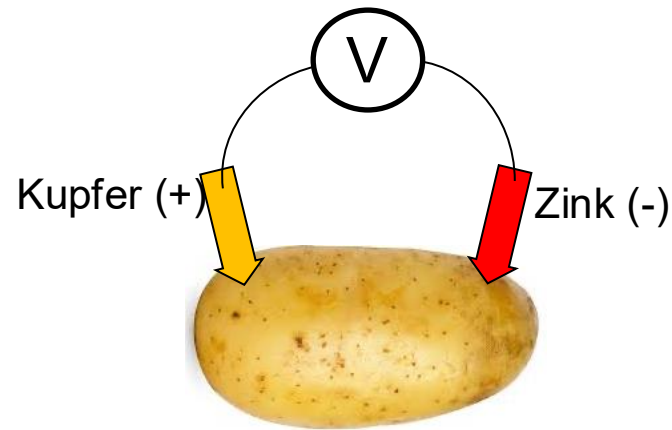
$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



Batterien / galvanische Zellen



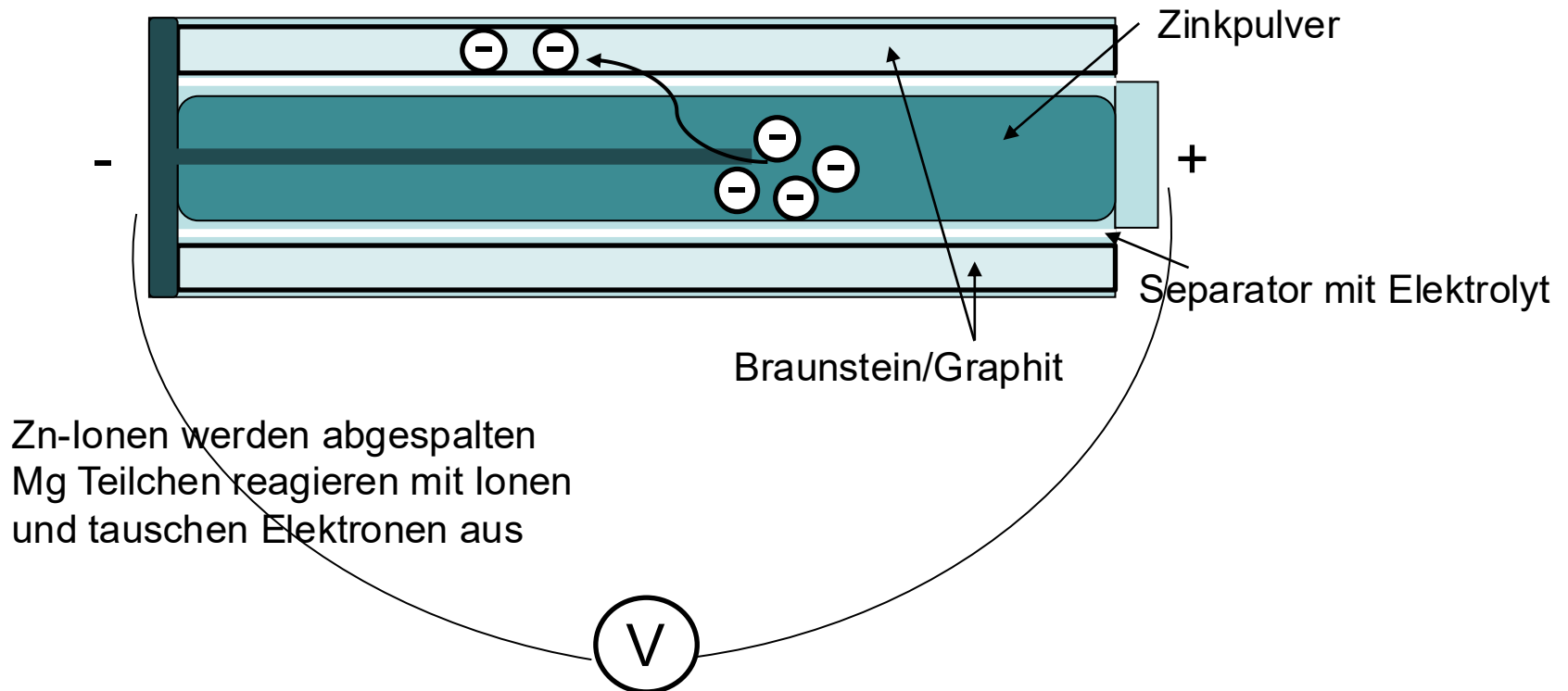
Kartoffelbatterie - Gleichstromerzeugung



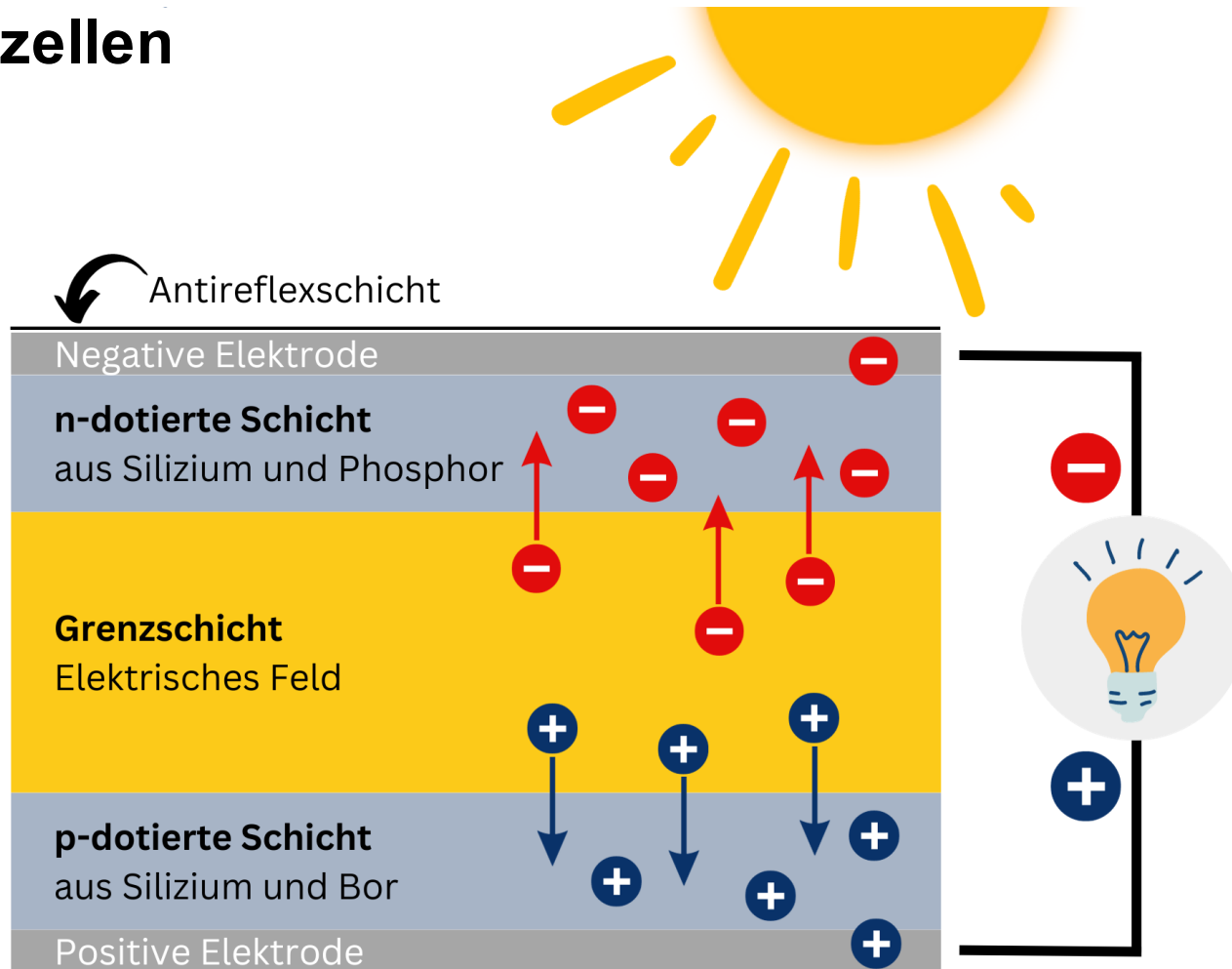
Kupfer fehlen Elektronen, Zink gibt Elektronen ab.
Die Kartoffel ist das Elektrolyt.

Der Potentialunterschied von (-) zu (+) ist eine Spannung!

Batterien / galvanische Zellen

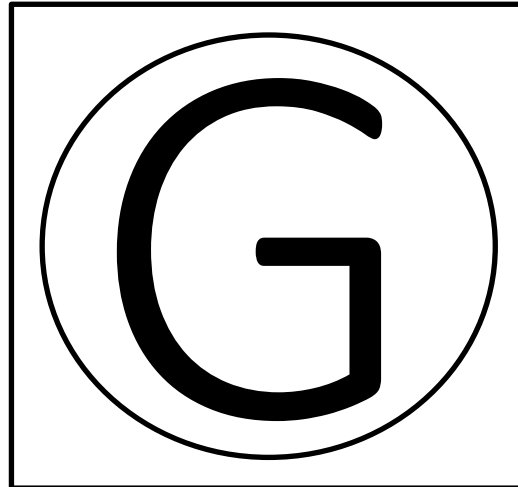


Solarzellen



Generatoren

Nach SQP4



Generatoren

Grundlagen

Personalqualifikation bei Aufbau und Inbetriebnahme

Elektrofachkraft mit Einweisung / Schulung auf den Generator.

Dokumentation und Protokolle

der Errichtung, der Messwerte, der Auffälligkeiten, der Übergabe.

Planung der Anschlüsse und Verbraucher

werden nach Nutzungszweck ermittelt.

Netzsystem, Schutzmaßnahmen, Leiterdimensionierung

Meistens TN-S System mit RCD, Bedarf wird nach Nutzungszweck ermittelt.

Übergabepunkte

PowerLock oder CEE sind am üblichsten, Klemmstellen bei Großanlagen.

Leitungsverlegung

Leiter bestenfalls im Bündel um Elektrisches Feld zu minimieren.

Wäremeableitung beachten!

Generatoren



IT-Netz, Schutztrennung, kein Erder erforderlich, bis ca. 13kVA. Meist Isolationswächter zur Fehlerdetektion verbaut. Für Laienbetrieb zugelassen.



TN-S Netz, Erder notwendig. Betriebserder $R_B < 30\Omega$. Inbetriebnahme durch Fachpersonal und Einhaltung der Vorgaben.

Generatoren

Betriebsarten

Inselbetrieb: Der Generator zur autarken Energieversorgung einer Location.

Havariebetrieb: Der Generator dient zur Aufrechterhaltung der Energieversorgung bei Spannungsabfall der Primärversorgung. Bereitschaftschaltung wird zugeschaltet, wenn Primärseite abschaltet, Dauerschaltung läuft der Generator permanent (Wasserkühlung einplanen). Hier werden dafür vorgesehene Generatoren im IT-Netz eingesetzt.

USV Anlage: Die Location ist mit einem Pufferakku redundant betrieben. Bei Abbruch der Netzversorgung übernimmt der Generator die Versorgung der Location.

Twinbetrieb: zwei Generatoren sind parallel geschaltet (jeweils in Teillast) und laufen Synchron. Beim Ausfall eines Generators übernimmt der andere die Versorgung komplett. Hier auf Leistungsdimensionierung achten!

Generatoren

Planung

Leistungsberechnung: Ermitteln aller Betriebsmittel.

Positionierung: Auf Lärm-, Abgas- und Schadstoffemission achten.

Netzverteilungsplan mit Verteilern erstellen.

Leitungsverlegung und Schutzmaßnahmen der Leitungen planen.

Fachpersonal einplanen und einteilen.

Messungen und Prüfungen durchführen / dokumentieren.

Betrieb überwachen.

Generatoren

Überprüfung

Wichtige Parameter zur Inbetriebnahme:

- Typenschild
- Warnhinweise
- Betriebsanweisung
- Inbetriebnahmeanweisung
- Schaltungsplan

Überprüfen der Betriebsmittel (Sichtprüfung)

Platzierung des Generators / Akkus

Erforderliche Genehmigungen (ggf. Lärm, Netzbetrieb)

Sicherstellen Brandschutz

Generatoren

Inbetriebnahme

Messung des Potentialausgleich ($< 30\Omega$)

Isolationsmessung ($> 10M\Omega$)

Messung Z_S (Schleifenimpedanz)

Funktion RCD

Dimensionierung und Funktion aller Leitungen

Witterungsschutz der elektrischen Bauteile

Ggf. Blitzschutz

Akkus für die Stromversorgung

Vorteile Akkus

Keine Emissionsbelastung

Ausfallsicher

Nachteile Akkus

Logistik beachten (Tausch, Lieferung)

Brandschutz