

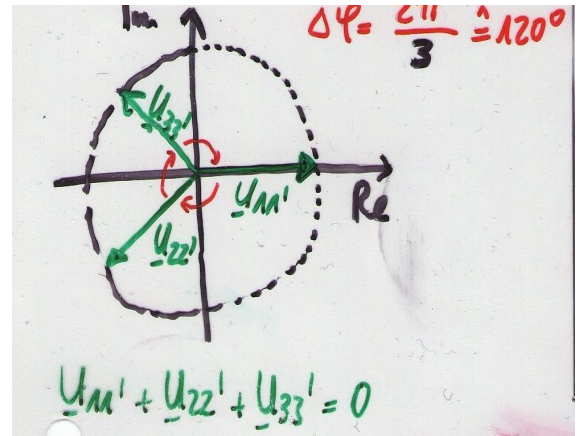
Das 3-Phasen-System heißt *symmetrisch*, da bei der Spannungserzeugung die Phasenwinkel zwischen den 3 Teilspannungen (auch Phasen- oder Strangspannungen) gleichmäßig aufgeteilt werden.

Hier $n=3$: $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}$ bzw. 120° .

Damit ist:

$$\arg(\underline{U}_{11}') = 0^\circ, \arg(\underline{U}_{22}') = -120^\circ, \arg(\underline{U}_{33}') = +120^\circ$$

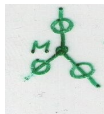
Oft wird definiert: $\underline{a} := e^{j120^\circ}$



Jetzt gibt's zwei Arten, die Erzeugerstränge zu verschalten...

- Jeweils zu unterscheiden zwischen: *Strang* (Strangspannung/ Strangstrom) und *Außenleiter* (Leiterstrom/ Leiterspannung). Diese verhalten sich je nach Verschaltungstyp unterschiedlich.

1) Sternschaltung (siehe Folie)



- Typisch: *Leiterstrom* = *Strangstrom*
- Was ist mit Spannung?
 - Über die **Maschenregel** lassen sich die Außenleiterspannung durch aneinanderhängen von Strangspannungen einzeichnen und bestimmen.
 - Rechnerei ergibt: Außenleiterspannung ist betragsmäßig $\sqrt{3}$ größer als Strangspannung und eilt der jeweiligen Strangspannung (dabei gehört U12 zu U11') um 30° voraus (siehe Diagramm)
 - Also: $\underline{U} = \sqrt{3} * \underline{U}_{ph} * e^{j30^\circ}$.
- Es gibt noch den (M-)Sternleiter, durch den bei symm. Belastung der Systems an den Außenleitern kein Strom fließt.

2) Dreieckschaltung (siehe Folie)



analog:

- hier typisch: *Leiterspannung* = *Strangspannung*
- Über **Knotenregel** und Rechnerei ergibt sich für die Beziehung zwischen den Strömen:

$$\underline{I} = \sqrt{3} * \underline{I}_{Str} * e^{-j30^\circ}$$

Für die KG17 (Drehbank):

- Leistung im 3-Phasen-System: Es gilt betragsmäßig

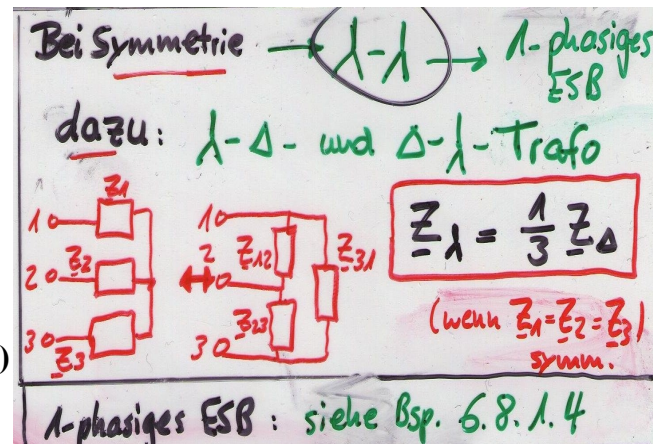
$$S = 3 * U_{str} * I_{str} \quad (\text{über Strangspannungen})$$

$$S = \sqrt{3} * U * I \quad (\text{über Leiterspannungen})$$

Wirk- und Blindleistung verhalten sich natürlich genauso.

- schwarzer Kasten:

- Bei **symmetrischer Belastung** kann man immer sowohl Erzeuger- als auch Verbraucherseite in Sternschaltungen umformen (bei unsymm. Belastung wird das dann i.d. R. eine Dreieck-Dreieck-Schaltung)
- Dazu kann man bspw. Die Verbraucher im Dreieck in einen äquivalenten Stern (= äquivalent bezüglich der Klemmen 1,2,3) umwandeln (**Stern \leftrightarrow Dreieck-Transformation**)
- Bei gleich großen Impedanzen einfache Formel: Sternimpedanzen jeweils 1/3 so groß wie die Dreieckimpedanzen



- >> Berechnungen dann über **1-phasiges ESB** möglich. Siehe Ü-Skript Seite 122.
(M und S auf gleichem Potenzial, können verbunden werden! Damit kann man drei entkoppelte 1-phasige Systeme zeichnen, die sich alle gleich verhalten)