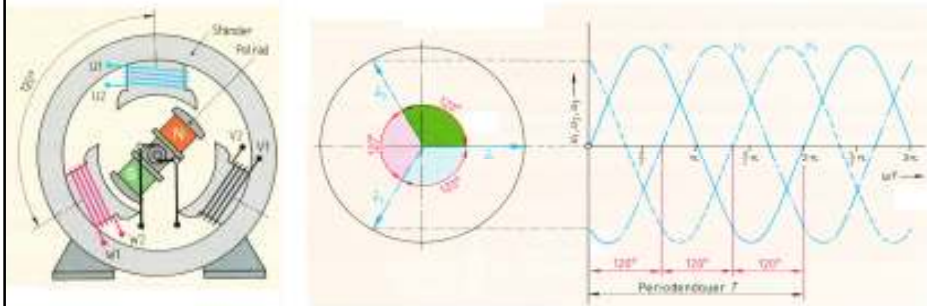


# Drehstromsysteme

Ein Dreiphasensystem ist ein System zur elektrischen Energieübertragung mit Wechselströmen in drei gleichwertigen Strombahnen, in denen die elektrischen Größen in periodisch festgelegten Abständen nacheinander wirksam werden.

Das Dreiphasensystem entsteht durch die Verkettung von drei um  $120^\circ$  phasenverschobenen Spannungen.

## Entstehung der Dreiphasenwechselspannung:



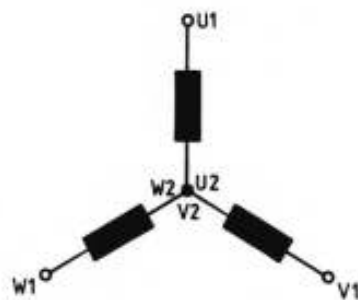
**Ergebnis:**

**Durch die versetzte Anordnung der Spulen um  $120^\circ$ , werden Spannungen induziert, die um  $120^\circ$  gegeneinander phasenverschoben sind!**

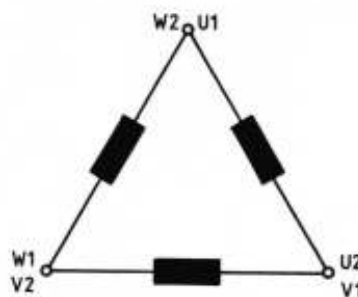
### Vorteile des Systems:

- Bei Verwendung eines Mittelpunktleiters (Neutralleiter N) stehen zwei Spannungswerte (z.B. 230 V, 400 V) zur Verfügung.
- Auf der Verbraucherseite kann mit drei räumlich um  $120^\circ$  versetzt angeordneten Magnetspulen ein rotierendes Magnetfeld, das sogenannte Drehfeld erzeugt werden.
- Die Leitungen des Drehstromsystems kommen mit geringeren Leitungsquerschnitten gegenüber den Leitungen des Einphasensystems für gleiche Leitungsverluste bei der Energieübertragung aus.

### Schaltungsvarianten (Verkettung)

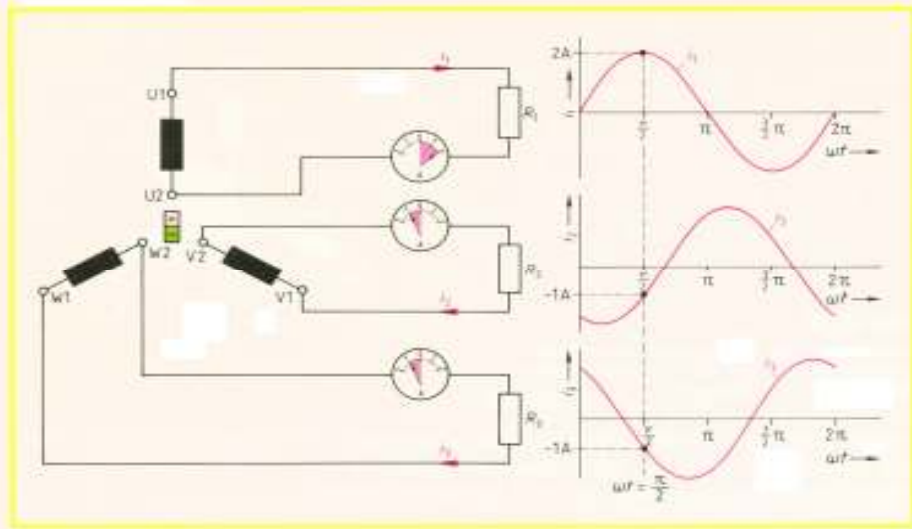


**Sternschaltung**



**Dreieckschaltung**

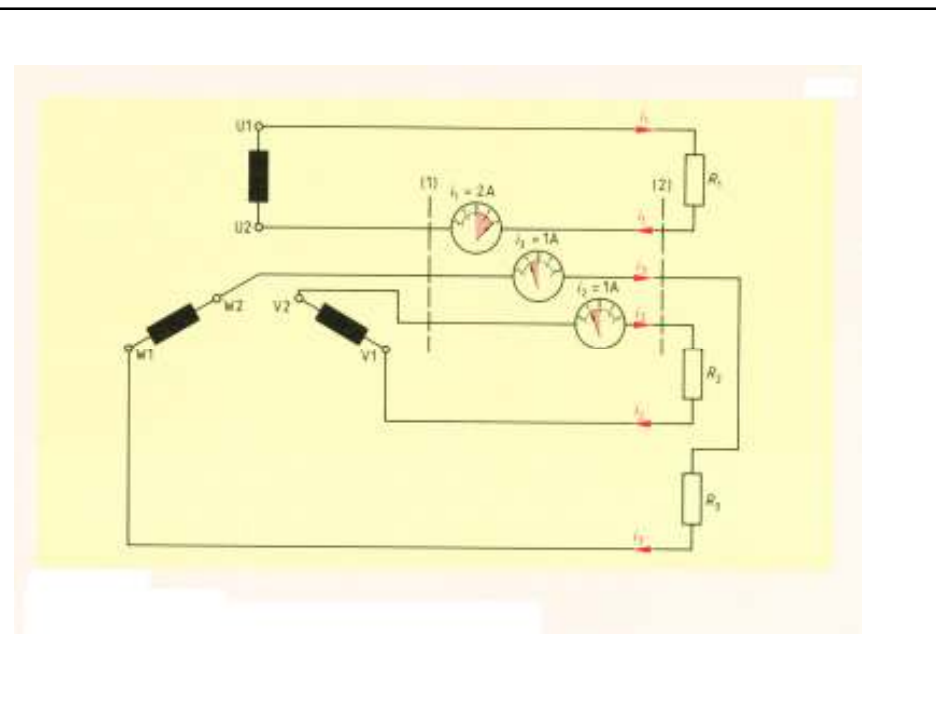
**Mit ohmschen Widerständen belasteter Dreiphasenwechselstromgenerator:**

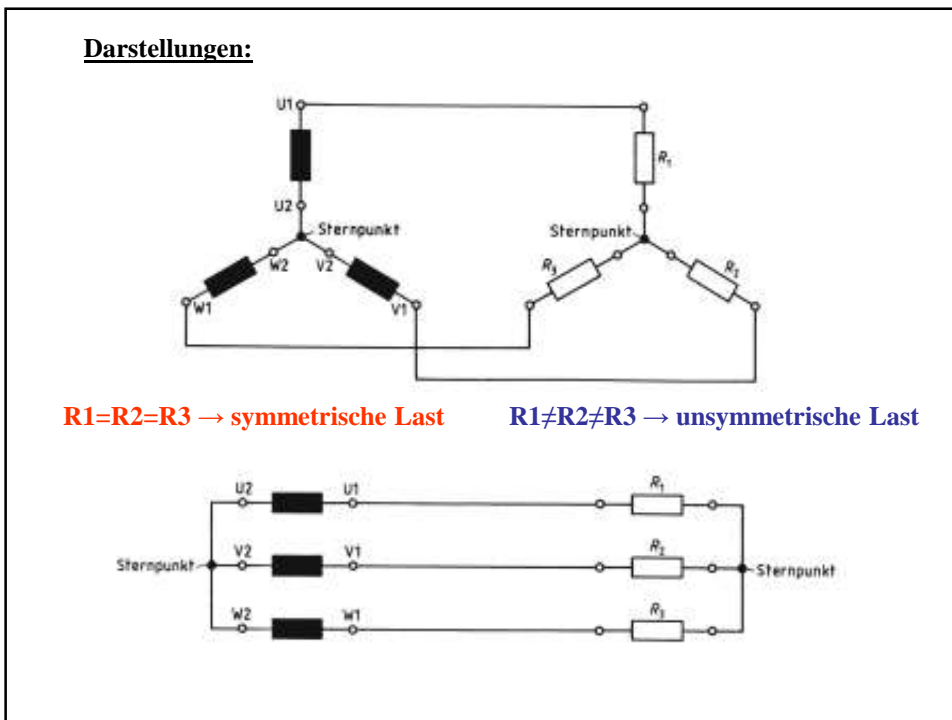
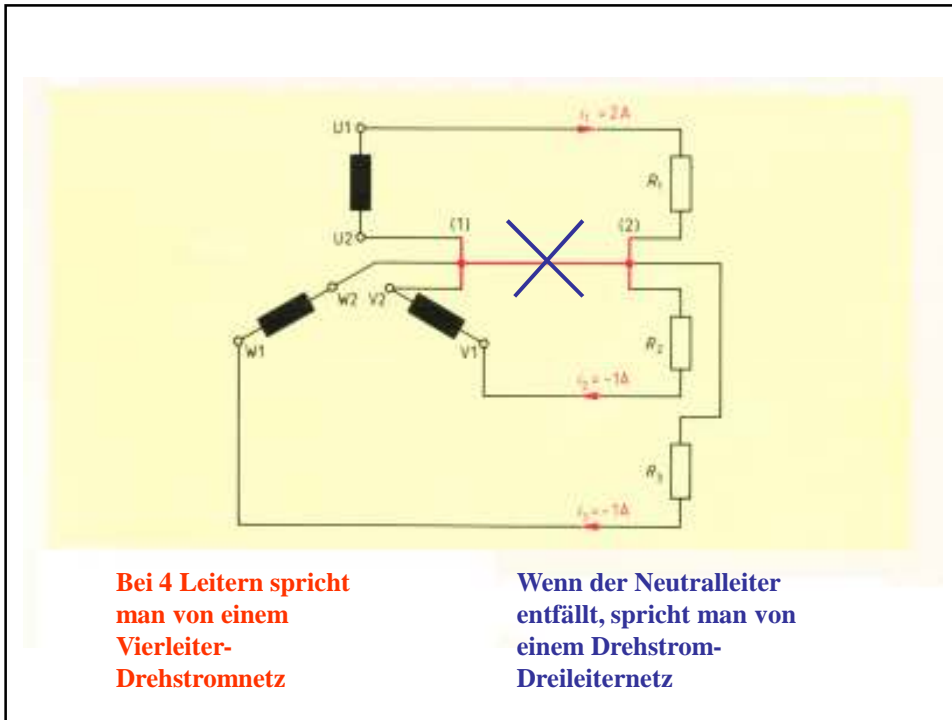


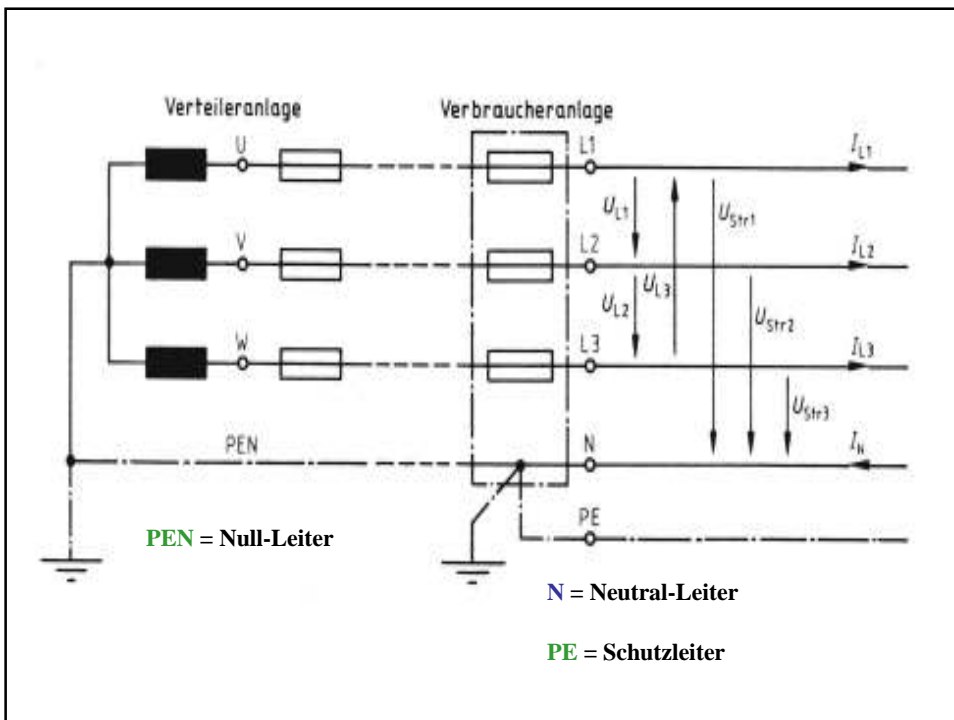
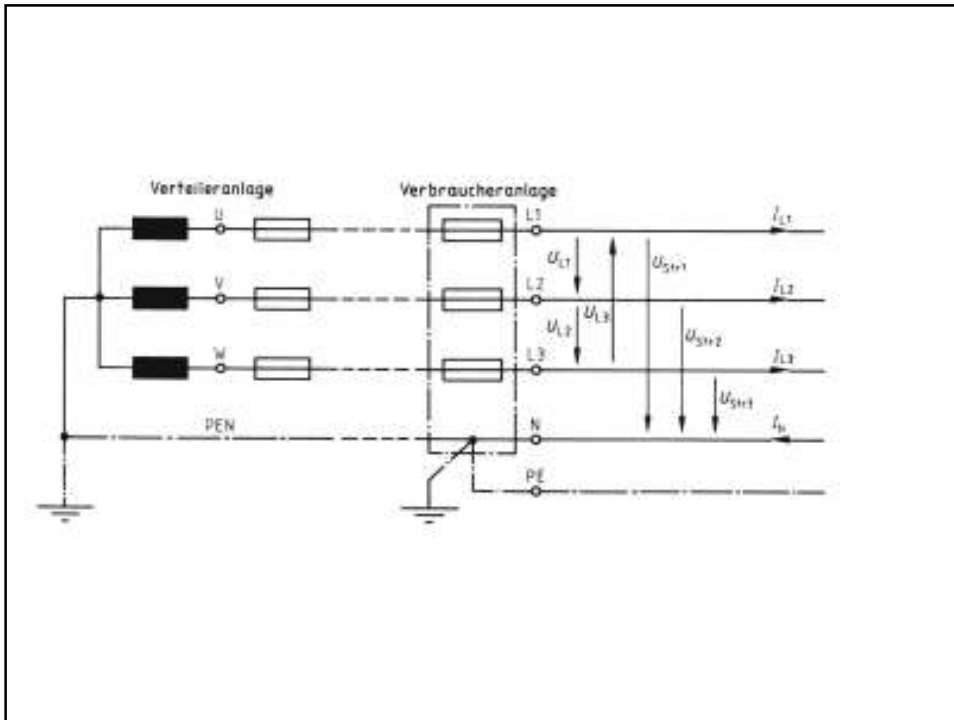
**Ergebnis:**

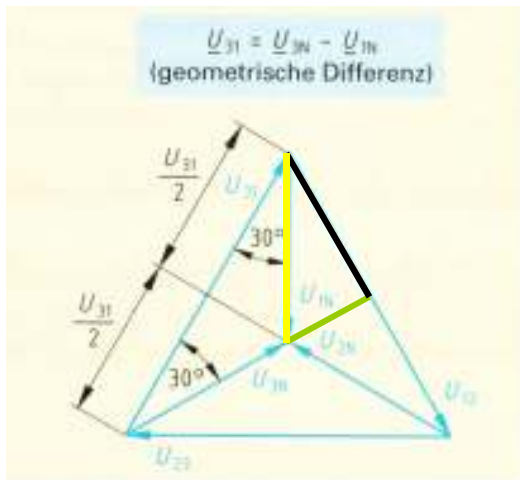
$$i_1 + \left(-\frac{i_2}{2}\right) + \left(-\frac{i_3}{2}\right) = 2A - 1A - 1A = 0$$

**Die Summe aller Ströme ist Null** → **Verkettung möglich.**









Y - Schaltung

Satz des Pythagoras :

$$U_{str}^2 = \left(\frac{U}{2}\right)^2 + \left(\frac{U_{str}}{2}\right)^2$$

$$\frac{U^2}{4} = U_{str}^2 - \frac{U_{str}^2}{4}$$

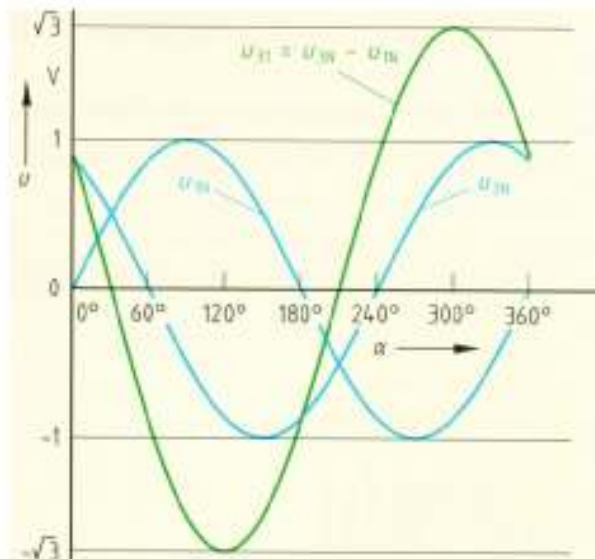
$$U^2 = 3 \cdot U_{str}^2$$

$$U = \sqrt{3} \cdot U_{str}$$

mit  $U_{1N/2N/3N} = U_{str}$

und  $U_{12/23/31} = U = U_L$

Bestimmen Sie die Außenleiterspannung  $U_{12}$ ?



Strangspannungen und Leiterspannung im Liniendiagramm

Wie verhalten sich Außenleiter- und Strangspannung in einer Y-Schaltung zueinander?

$$U_L = \sqrt{3} \cdot U_{\text{str}}$$

Wie verhalten sich Außenleiter- und Strangstrom in einer Dreieck-Schaltung zueinander?

$$I = \sqrt{3} \cdot I_{\text{str}}$$

### Drehstromsysteme (Bezeichnungen)

**Scheinwiderstände der Stränge:**  $Z_1$ ,  $Z_2$ , und  $Z_3$  sind die Scheinwiderstände der einzelnen Stränge. Diese Scheinwiderstände können rein ohmsch, ohmsch-induktiv oder ohmsch-kapazitiv sein.

**Außenleiter:** Die mit  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  bezeichneten Leiter werden Außenleiter genannt.

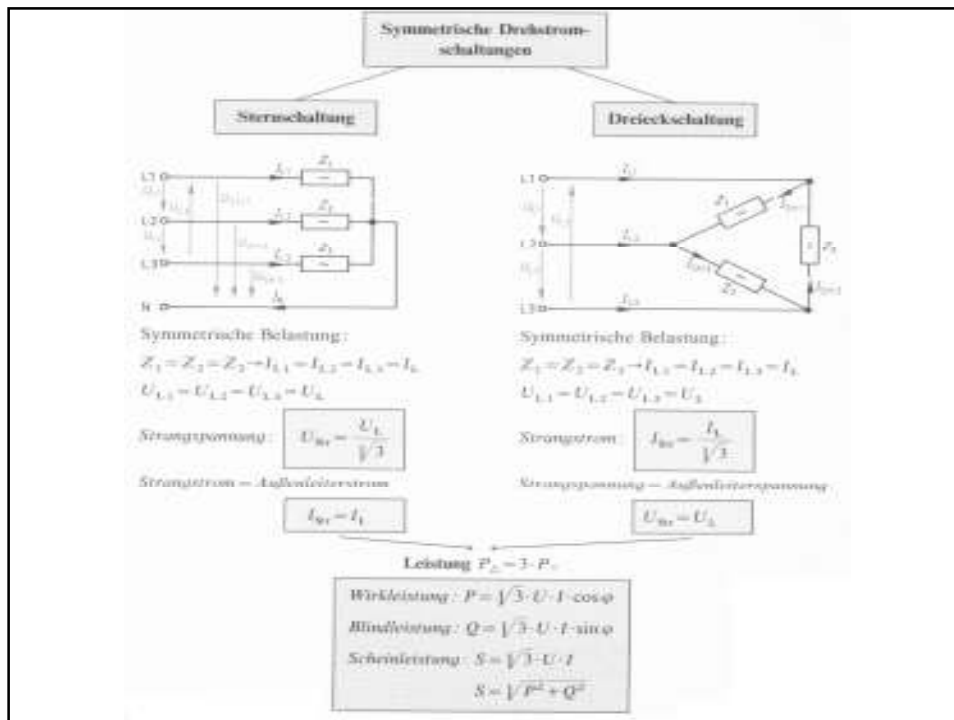
**Neutralleiter (N-Leiter):** Wird ein vierter Leiter mitgeführt (der an den Sternpunkt angeschlossen ist), so wird dieser Leiter Neutralleiter (N) genannt. Als N-Leiter wird der vom Sternpunkt oder Mittelpunkt ausgehende Sternpunkt- oder Mittelleiter bezeichnet.

**Strangspannungen:** An jedem der drei Stränge liegt die Strangspannung ( $U_{\text{str}1}$ ,  $U_{\text{str}2}$ ,  $U_{\text{str}3}$ ).

**Außenleiterspannungen:** Die Außenleiterspannungen sind mit  $U_{L1}$ ,  $U_{L2}$  und  $U_{L3}$  gekennzeichnet.

**Außenleiterströme:** Die Außenleiterströme werden mit  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$  bezeichnet.

**Strom im N-Leiter:** Der Strom im N-Leiter wird  $I_N$  genannt.



### **Drehstromsysteme (Bezeichnungen):**

**Scheinwiderstände der Stränge:**  $Z_1, Z_2, Z_3$   
 (ohmsch, ohmsch-induktiv ohmsch-kapazitiv)

**Außenleiter:** L1, L2 und L3

**Neutralleiter:** N, (N-Leiter)

**Strangspannungen:**  $U_1, U_2, U_3$  ( $U_{str1}, U_{str2}, U_{str3}; U_{1N}, U_{2N}, U_{3N}$ )

**Außenleiterspannungen:**  $U_{12}, U_{23}; U_{31}, (U_{L1}, U_{L2}, U_{L3})$

**Außenleiterströme:**  $I_1, I_2, I_3, (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})$

**Strangströme:**  $I_{12}, I_{23}, I_{31}$  ( $I_{str1}, I_{str2}, I_{str3}$ )

**Strom im N-Leiter:**  $I_N$