FRAGE:

Was ist der Unterschied zwischen Cosinus Phi und dem Leistungsfaktor?
Ist es nicht das Gleiche? Schließlich gilt $S*\cos\varphi = P$ und $P^2 + Q^2 = S^2$, also gilt auch $P/S = LF = \lambda = \cos\varphi$.

ANTWORT:

Die Formel $S * \cos\varphi = P$ gilt nur bei sinusförmigen Größen. In heutigen Netzen hat aber zumindest der Strom nur wenig Ähnlichkeit mit dem Sinus. Das "φ" ist der Phasenverschiebungswinkel zwischen den Grundschwingungen von Strom und Spannung.

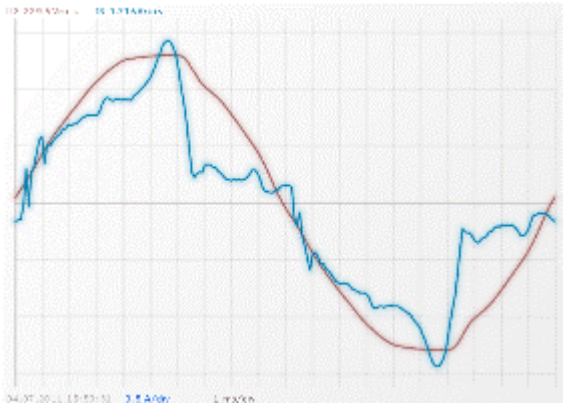
Kommen noch Oberschwingungen mit hinzu, kann die Signalform im Netz recht gut durch eine Summe von Grund- und Harmonischen- Oberschwingungen ausgedrückt werden.

Für die Leistung z. B. kann man auch schreiben:

$P = \Sigma (U_\nu * I_{\nu *} \cos\varphi_\nu)$

Dabei sind: ν = harmonische, U_ν = Effektivwert der ν'ten harmonischen von U, I_ν dito U_ν.

Machen wir ein einfaches Experiment:
Gegeben sei sinusförmige Spannung, sowie extrem verzerrter Strom, wie z. B. hier zu sehen:



Das ist ein reales Bild einer Netzleistung. U ist sinusförmig, I aber nicht. Man kann auch gut erkennen, dass die Grundschwingungen von U und I nahezu in Phase sind.
Nachdem die Spannung sinusförmig ist, ist $U_\nu = 0$ V für $\nu > 1$, d. h. nur auf der Grundschwingung gibt es den Beitrag zum Effektivwert (230 V) und auch zur Wirkleistung!

Fazit: $P = U * I_1 * \cos\varphi_1$. Die Summe von oben reduziert sich also auf die Grundschwingungsanteile (das Produkt ist 0 für alle $\nu > 1$).

Weiterhin ist die (Grundschwingungs-Verschiebungs-) Blindleistung $Q_1 = 0$, da keine Verschiebung zwischen U und I ist.

Die Scheinleistung wiederum ist definiert als:

$S = U_{eff} * I_{eff} = (\Sigma (U_\nu^2))^{0,5} * (\Sigma (I_\nu^2))^{0,5}$

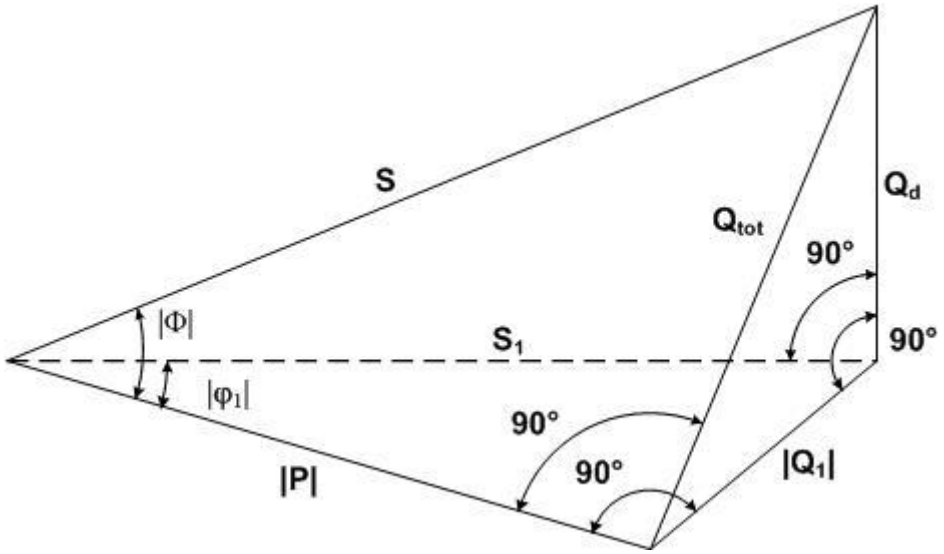
Nachdem der Strom aber deutlich verzerrt ist, gilt $I_\nu \neq 0$ für $\nu > 1$!

Damit ist **S > P** und der Leistungsfaktor **λ = P/S ≠ cos φ**.

Das Leistungsdreieck ist also tatsächlich ein 3-dimensionales Vierfach bzw. ein allgemeines Tetraeder:

$S^2 = P^2 + Q_1^2 + Q_d^2$

Q_{tot} = Gesamtblindleistung
Q_1 = Verschiebungsblindleistung über die Grundschwingung
Q_d = Verzerrungsblindleistung (oft auch als „D“ angegeben)



Cos φ ist also das Verhältnis von Wirkleistung (P) zu Scheinleistung (S_1) über die Grundschwingung. Der Leistungsfaktor λ **=** cos Φ ist das Verhältnis von Wirkleistung (P) zur gesamt Scheinleistung (S) über die Grundschwingung und allen Oberschwingungen.