## Trigonometrische Berechnungen

### Unterschiedliche Leistungsarten von Generatoren

Große Drehstrom-Synchrongeneratoren werden u.a. für die Bordnetzversorgung auf Schiffen, in Kraftwerken oder als Notstromanlagen eingesetzt.

Synchrongeneratoren sollen oft auch Blindleistung *Q* (Einheit kvar) bereitstellen können. Üblich ist hierbei ein Leistungsfaktor von cos (φ) = 0,8.

**Zur Verdeutlichung:** Die Wirkleistung *P* (Einheit kW), die Blindleistung *Q* (Einheit kvar) und die Scheinleistung *S* (Einheit kVA) bilden ein rechtwinkliges Dreieck. Wirkleistung und Blindleistung sind hierbei die Katheten, die Scheinleistung bildet die Hypotenuse. Der Winkel φ wird von der Wirkleistung und der Scheinleistung eingeschlossen.

**Hinweise zu den Einheiten:** In der elektrischen Energietechnik werden nach DIN 1301-2 („Einheiten“) für die Scheinleistung VA und für die Blindleistung var benutzt.

1 Watt (W) = 1 Volt-Ampere (VA) = 1 Var (var); entsprechend kW = kVA = kvar.

**Aufgabe:**

a) Fertige eine Skizze des beschriebenen rechtwinkligen Dreiecks an. Achte auf eine vollständige Beschriftung mit Angabe der Einheiten.

b) Wie groß ist der Winkel φ, wenn der Leistungsfaktor cos (φ) = 0,8 beträgt?

c) Wie groß sind die Wirkleistung *P* und die Blindleistung *Q*, wenn der Generator eine Scheinleistung von 100 kVA abgibt?

## Erklärungen aus der Arbeitswelt

* Ein **Synchrongenerator** ist ein Drehstromgenerator, in der der Rotor (Läufer) *synchron* mit dem Drehfeld des Stators läuft. Prinzipiell kann jeder Synchron-generator entweder als Motor oder als elektrischer Generator betrieben werden.
* Der **Drehstromgenerator** ist ein elektrischer Generator, der drei voneinander unabhängige Wechselspannungen in die um 120° versetzten Stränge seiner Ständerwicklung induziert. Die drei Stränge bilden ein verkettetes System.
* Elektrische **Blindleistung** ist im Allgemeinen unerwünscht; sie wird im Energie-versorgungsnetz unter bestimmten Umständen aber bewusst bereitgestellt, z.B. weil sie für die Regelung der Spannung notwendig ist.
* Die elektrische **Wirkleistung** ist die „tatsächliche“ Leistung.
* Mit **Scheinleistung** bezeichnet man die Gesamtleistung, die in einem elektrischen Netz zur Verfügung gestellt wird. Blindleistung, Wirkleistung und Scheinleistung stehen immer im oben beschriebenen Verhältnis (rechtwinkliges Dreieck) zueinander.



## Lösung

a)

b) cos (φ) = 0,8

Die SuS kennen den Umkehrbefehl sin-1 am Taschenrechner und erhalten als Lösung **φ = 36,87°.**

Anschaulich kann die Lösung am Einheitskreis dargestellt werden. Dazu wird der Cosinus mit einer Länge von 0,8 Einheiten eingezeichnet und der Winkel φ mit dem Geodreieck gemessen:



c) Es gilt cos (φ) = *P/S* und sin (φ) = *Q/S*.

Einsetzen der beiden Größen cos (φ) = 0,8 und *S* = 100 kVA = 100 kW liefert: 0,8 = *P*/100 kW. Lösen der Gleichung nach *P* liefert: ***P* = 80 kW**

Einsetzen der Größen φ = 36,87° und *S* = 100 kVA = 100 kW liefert: sin (36,87°) = *Q*/100 kvar.

Lösen der Gleichung nach *Q* liefert: ***Q* = 60 kvar**

(Alternativ kann *Q* auch mithilfe des Satzes des Pythagoras berechnet werden: Es gilt *Q*² + *P*² = *S*². Einsetzen der Größen *P* = 80 kW und *S* = 100 kVA; Lösen der Gleichung nach *Q*.)

## Schlagworte zum Inhalt

Trigonometrie – Elektrotechnik – Generator – elektrische Leistung – Blindleistung