

MagnaGen GmbH

Merkblatt mit wichtigen Formeln rund um
Starkstrom beim Einsatz von
Notstromaggregaten



Inhaltsverzeichnis

I. Berechnung der Last bei gleichmäßiger Belastung aller drei Phasen:	3
1. Wirkleistung:.....	3
2. Scheinleistung:.....	4
3. Faustformel für Scheinleistung bzw. Strom:.....	4
II. Berechnung der Last bei ungleichmäßiger Belastung der Phasen:.....	4
1. Äquivalente 3-phasige Last (zu Dimensionierung des Generators):.....	5
2. Berechnung der reellen Belastung:	5
III. Berechnung des Leiterquerschnitts:	6
1. Leiterquerschnitt bei gegebenem Strom:	6
2. Leiterquerschnitt bei gegebener Leistung:	6

I. Berechnung der Last bei gleichmäßiger Belastung aller drei Phasen:

Eine gleichmäßige Belastung bedeutet, dass die elektrische Last (die Verbraucher) gleichmäßig auf alle drei Phasen aufgeteilt ist. Somit fließen auf allen Phasen (L1, L2 und L3) die gleichen Ströme. Ein Beispiel für einen solchen Verbraucher wäre ein Drehstrommotor.

Hierbei ist zwischen Wirk- und Scheinleistung zu unterscheiden.

Die Wirkleistung entspricht ungefähr der vom Antriebsmotor abgegebenen Leistung, die Scheinleistung beinhaltet zusätzlich zur Wirkleistung die vom Generator abgegebene Blindleistung und ist wichtig zur Dimensionierung der Anschlussleitungen.

1. Wirkleistung:

Die gesamte von Verbrauchern aufgenommene **Wirkleistung (Formelzeichen P)** berechnet sich wie folgt:

$$P \text{ [kW]} = U * I * \sqrt{3} * \cos. \text{ Phi}$$

P [kW] = vom Verbraucher aufgenommene/ vom Aggregat abgegebene Wirkleistung

U [V] = 400 V (Spannung in einem in Europa üblichen Drehstromnetz)

I [A] = Stromstärke

$\sqrt{3}$ = ca. 1,732

cos. Phi = bei Stromerzeugern meist mit 0,8 angegeben

Hier ein Beispiel mit einer Stromstärke von 100 A:

$$\rightarrow P = (400 \text{ V} * 100 \text{ A} * \sqrt{3}) * 0,8$$

$$\rightarrow P = \underline{55,42 \text{ kW}}$$

2. Scheinleistung:

Die gesamte von Verbrauchern aufgenommene **Scheinleistung (Formelzeichen S)** berechnet sich wie folgt:

$$S \text{ [kVA]} = U * I * \sqrt{3}$$

S [kVA] = vom Verbraucher aufgenommene/ vom Aggregat abgegebene Scheinleistung (Summe aus Wirk- und Blindleistung)

U [V] = 400 V (Spannung in einem in Europa üblichen Drehstromnetz)

I [A] = Stromstärke

$\sqrt{3}$ = ca. 1,732

Hier ein Beispiel mit einer Stromstärke von 100 A:

$$\rightarrow S = 400 \text{ V} * 100 \text{ A} * \sqrt{3}$$

$$\rightarrow S = \underline{69,28 \text{ kVA}}$$

3. Faustformel für Scheinleistung bzw. Strom:

Für eine überschlägige Rechnung der Scheinleistung und der damit einhergehenden Ströme können Sie folgende **Faustformel** nehmen:

$$S = I / 1,44 \text{ bzw. } I = S * 1,44$$

S [kVA] = vom Verbraucher aufgenommene/ vom Aggregat abgegebene Scheinleistung (Summe aus Wirk- und Blindleistung)

I [A] = Stromstärke

II. Berechnung der Last bei ungleichmäßiger Belastung der Phasen:

Eine ungleichmäßige Belastung bedeutet, dass die elektrische Last (Verbraucher) nicht gleichmäßig auf alle drei Phasen verteilt ist. Somit fließen auf allen Phasen (L1, L2 und L3) unterschiedliche Ströme. Ein Beispiel für diese Art von elektrischer Last sind 1-phasige Verbraucher. Diese beziehen Ihren Strom nur auf einer einzigen Phase und verursachen Schiefast auf dem Generator.

1. Äquivalente 3-phasige Last (zu Dimensionierung des Generators):

Um die **äquivalente 3-phasige Belastung des Generators** zu berechnen, muss die am höchsten belastete Phase mit 3 multipliziert werden. Dies erlaubt eine Abschätzung der Dimensionierung des Generators, da hier die höchste Belastung einer einzelnen Phase als Referenz dient. Bitte beachten Sie hierbei, dass es bei Schiefasten an 3-phasigen Generatoren zu Spannungsverschiebungen kommt!

$$S \text{ [kVA]} = 3 * U * I$$

S [kVA] = vom Verbraucher aufgenommene/ vom Aggregat abgegebene Scheinleistung (Summe aus Wirk- und Blindleistung)

U [V] = 230 V (Spannung zur Versorgung von einphasigen Verbrauchern)

I [A] = Stromstärke der am höchsten belasteten Phase

Hier ein Beispiel mit einer Stromstärke von 100 A:

- $S = 3 * 230 \text{ V} * 100 \text{ A}$
- $S = 69.000 \text{ VA} / (1000 \text{ VA/kVA})$
- $S = 69 \text{ kVA}$

2. Berechnung der reellen Belastung:

Um die **reelle Belastung des Generators** zu berechnen, werden die Ströme der einzelnen Phasen addiert. Diese Berechnungsmethode gibt Auskunft über die gesamte vom Stromerzeuger zu liefernde elektrische Scheinleistung bei einphasigen Verbrauchern.

$$S \text{ [kVA]} = U * (I_{L1} + I_{L2} + I_{L3})$$

S [kVA] = vom Verbraucher aufgenommene/ vom Aggregat abgegebene Scheinleistung (Summe aus Wirk- und Blindleistung)

U [V] = 230 V (Spannung zur Versorgung von einphasigen Verbrauchern)

$I_{L1/L2/L3}$ [A] = Ströme auf den einzelnen Phasen L1, L2 und L3

Hier ein Beispiel mit unterschiedlichen Strömen auf L1, L2 und L3 (50 A, 150 A und 100 A):

- $S = 230 \text{ V} * (50 \text{ A} + 150 \text{ A} + 100 \text{ A})$
- $S = 230 \text{ V} * 300 \text{ A}$
- $S = 69.000 \text{ VA} / (1000 \text{ VA/kVA})$
- $S = 69 \text{ kVA}$

III. Berechnung des Leiterquerschnitts:

Um die Verbraucher an den Stromerzeuger anzuschließen, werden je nach Anwendung verschiedene Querschnitte gebraucht. Hier aufgeführt sind die Formeln bei **gegebenem Strom bzw. gegebener Leistung**.

u = Spannungsabfall [V]

U = Nennspannung [V], je nach Verbraucher 230 oder 400 V

S = Scheinleistung [kVA]

I = Stromstärke [A]

l = einfach Leitungslänge [m]

κ = Leitfähigkeit des Leiters [$m/\Omega \cdot mm^2$] (Cu 58 $m/\Omega \cdot mm^2$; Al 33 $m/\Omega \cdot mm^2$)

cos. Phi = bei Stromerzeugern meist mit 0,8 angegeben

Üblicherweise ist bei Normalbetrieb ein Spannungsabfall von 3–5 % in Ordnung, d.h. min. 218,5 V bzw. 380 V sollten am Verbraucher unter Last erreicht werden.

Somit dürfen bei 5 % Spannungsfall max. 11,5 V bei 230 V Lasten abfallen und bei Drehstromverbrauchern mit 400 V Nennspannung dürfen max. 20 V abfallen.

1. Leiterquerschnitt bei gegebenem Strom:

bei einphasigen Verbrauchern: $q [mm^2] = \frac{2 * I * l}{\kappa * u}$

bei dreiphasigen Verbrauchern: $q [mm^2] = \frac{\sqrt{3} * I * l * \cos.Phi}{\kappa * u}$

2. Leiterquerschnitt bei gegebener Leistung:

bei einphasigen Verbrauchern: $q [mm^2] = \frac{2 * S * l}{\kappa * u * U * 1000}$

bei dreiphasigen Verbrauchern: $q [mm^2] = \frac{l * S}{\kappa * u * U * 1000}$

Hinweis: Die Strombelastbarkeiten von Leitungen des gewählten Leitungsquerschnitts sind anhand einer Strombelastbarkeitstabelle zu prüfen!

Alle Angaben sind ohne Gewähr!