Uwe Rath
Eckleinjarten 13a . 27580 Bremerhaven
☏ 0471 34126 ✉ rath-u@t-online.de

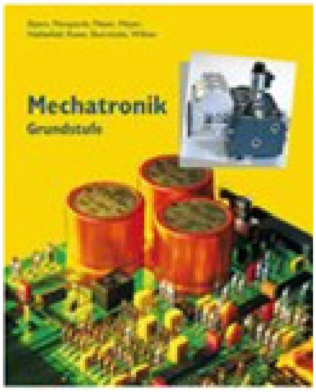
Normspannung, Effektivspannung und Scheitelspannung

Die Normspannung im Netz der Stromversorgung betrug früher 220/380 Volt. Sie wurde seit 1987 im Zuge einer weltweiten Vereinheitlichung auf 230/400 Volt angehoben. Der Normwert darf um maximal 10 Prozent nach oben oder unten schwanken, was eine zulässige Schwankungsbreite von 207 bis 253 Volt bedeutet. Die Grenze nach oben darf aber erst bis 2003 voll ausgeschöpft werden. Bis dahin sind maximal 244 Volt zulässig. In der Praxis ist die Schwankungsbreite ohnehin erheblich geringer. Derzeit beträgt die mittlere Versorgungsspannung am Hausanschluss etwa 234 Volt.

Die leichte Anhebung der Spannung liegt innerhalb der Grenzen, die auch Geräte alter Bauart klaglos vertragen. Sie bedeutet in der Praxis keinen höheren Stromverbrauch, da z.B. eine Herdplatte ja auch etwas schneller warm wird. Neue Geräte werden ohnehin schon seit längerem für die höhere Spannung ausgelegt.

Die aktuelle Spannung an der Steckdose, wie sie ein Messgerät anzeigt, ist ihrerseits kein Absolutwert, sondern ein Wert aus der Spannungskurve, die der Wechselstrom von null bis zum Erreichen des Höchstwerts durchläuft. Die mit dem Messgerät ermittelte "Effektivspannung" ist also niedriger als die "Scheitelspannung" der Wechselstromkurve. Die Scheitelspannung lässt sich aus der angezeigten Effektivspannung errechnen, indem man diese mit der Wurzel aus zwei multipliziert. Wenn das Messgerät 230 Volt anzeigt, beträgt also die Scheitelspannung 230 Volt x Wurzel(2) = 325,27 Volt.

Ihr Fachbuch



Verlag:	Bildungsverlag EINS
	Troisdorf
	www.bildungsverlag1.de
Ausgabeart	Lehr-/Fachbuch
Autoren	Josef Elpers, Erhard Marquardt, Norbert Meyer, Werner Nabbefeld, Felix Ruwe, Waldemar Willner
ISBN	978-3-8242-2080-9
Erscheinungsjahr	2008
Auflage	6
Seite/n	201 ff

Uwe Rath
Eckleinjarten 13a . 27580 Bremerhaven
☏ 0471 34126 ✉ rath-u@t-online.de

Übung:

Ein ohmscher Widerstand R = 5 Ω ist an eine Wechselspannung $\hat{u}$ = 70,7 V angeschlossen. Für die Sinuskurve der Wechselspannung gilt: $u = \hat{u} \sin 2\pi ft$ mit π = 3,14... rad, f in Hz (z. B. 50 Hz) und für eine Schwingung 0 <= t <= T. Für dieses Argument des Sinus können wir aber auch einsetzen: $2\pi ft = \alpha$ *mit* $0 <= \alpha <= 2\pi$.

1. Erstellen Sie mit GeoGebra den Graphen der Funktion $u = u(\hat{u}, \alpha)$ = 70,7 V · sin α.

   Wählen Sie folgende Einstellungen für das Zeichenblatt:
   x_{min} = -0.5 x_{max} = 7
   y_{min} = -100 y_{max} = 100

   In die Eingabezeile geben Sie folgende Funktion ein: 70.7 sin(x)   Anlage – Bild 1

2. Berechnen Sie die Amplitude für die Stromstärke:

   $$\hat{\imath} = \frac{\hat{u}}{R} = \frac{70{,}7\ V}{5\ \Omega} = 14{,}14\ A$$

   Erstellen Sie den Graphen der Funktion $i = i(\hat{\imath}, \alpha)$ = 14,14 A · sin α.

   In die Eingabezeile geben Sie folgende Funktion ein: 14.14 sin(x)   Anlage – Bild 2

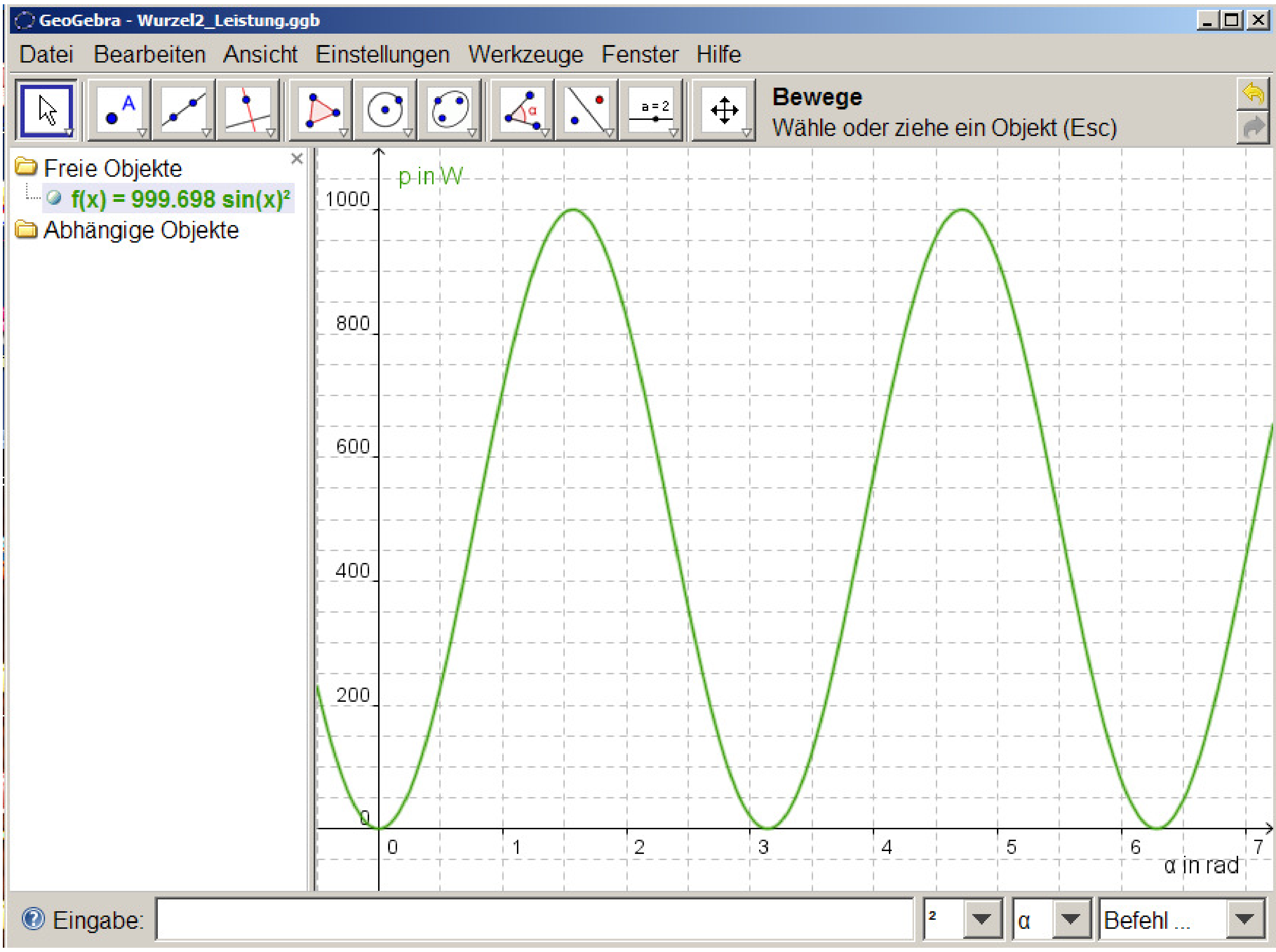
3. Erstellen Sie mit GeoGebra eine neue Grafik für die Funktion der Leistung $p = p(\hat{u}, \hat{\imath}, \alpha)$.

   Es gilt:
   $$p = u \cdot i = \hat{u} \cdot \sin\alpha \cdot \hat{\imath} \cdot \sin\alpha = \hat{u} \cdot \hat{\imath} \cdot \sin^2\alpha$$
   $$mit$$
   $$\hat{u} \cdot \hat{\imath} = \hat{p} = 999{,}698\ W$$

   In die Eingabezeile geben Sie folgende Funktion ein: 999.698 (sin(x))^2   Bild zu Aufg. 4

Uwe Rath
Eckleinjarten 13a . 27580 Bremerhaven
☏ 0471 34126 ✉ rath-u@t-online.de

4. Da zwischen Spannung und Strom keine Phasenverschiebung vorliegt, verläuft der Graph für die Leistung nur im positiven Bereich. Die krummlinig begrenzte Fläche unter dem Graphen $p = \hat{p} \cdot \sin^2 \alpha$ für $0 \le \alpha \le 2\pi$ bzw. $0 \le t \le T$ ist gleich der in der Zeit *T* verrichteten elektrischen Arbeit . Wir können diese Fläche in ein gleich großes Rechteck umwandeln:

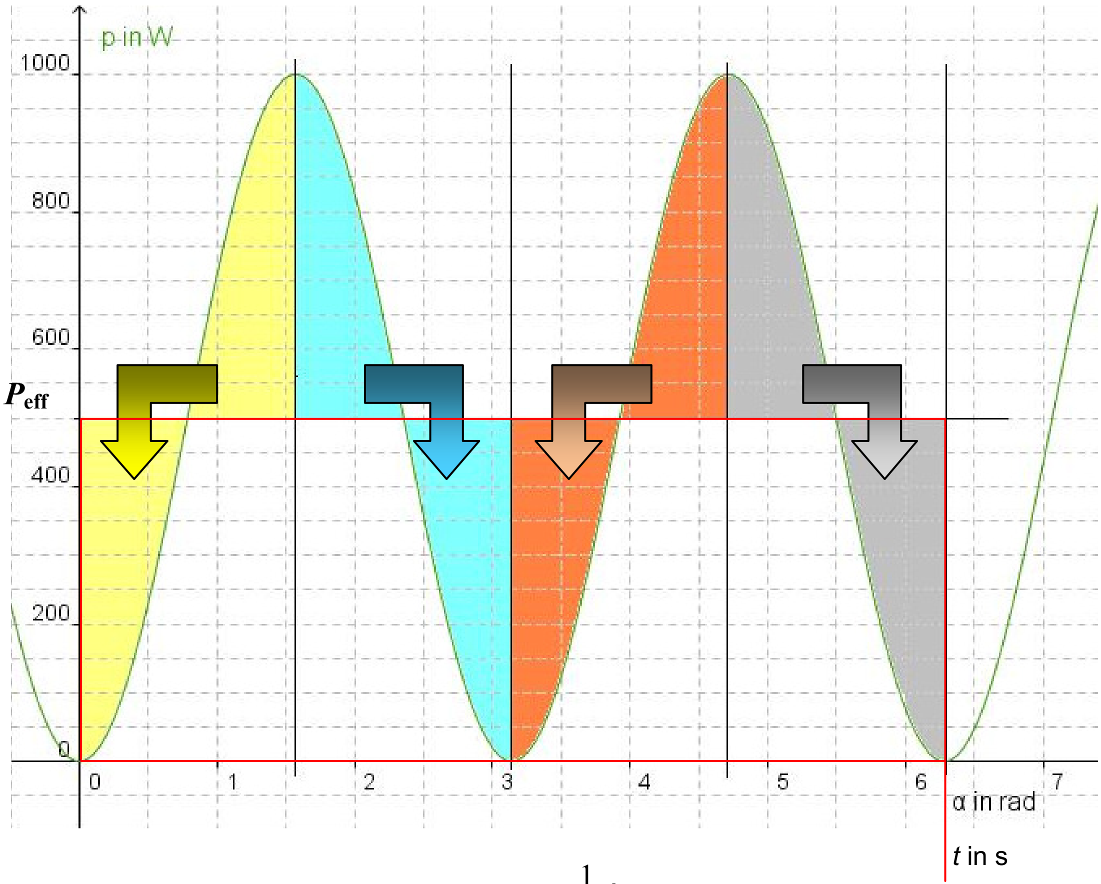


4. Herleitung $U_{eff} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$ und $I_{eff} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$

Uwe Rath
Eckleinjarten 13a . 27580 Bremerhaven
☏ 0471 34126 ✉ rath-u@t-online.de

Löser zu 4:

Da zwischen Spannung und Strom keine Phasenverschiebung vorliegt, verläuft der Graph für die Leistung nur im positiven Bereich. Die krummlinig begrenzte Fläche unter dem Graphen $p = \hat{p} \cdot \sin^2 \alpha$ für $0 \leq \alpha \leq 2\pi$ bzw. $0 \leq t \leq T$ ist gleich der in der Zeit *T* verrichteten elektrischen Arbeit . Wir können diese Fläche in ein gleich großes Rechteck umwandeln:



Es gilt (vgl. Anlage – Mathematische Herleitung $P_{eff} = \frac{1}{2}\hat{p}$):

$2\pi \triangleq T$

$$P_{eff} \cdot T = \frac{1}{2}\hat{p} \cdot T$$

$$U_{eff} \cdot I_{eff} = \frac{1}{2} \cdot \hat{u} \cdot \hat{i}$$

Ohmsches Gesetz: $I = \frac{U}{R}$

$$U_{eff} \cdot \frac{U_{eff}}{R} = \frac{1}{2} \cdot \hat{u} \cdot \frac{\hat{u}}{R}$$

$$U_{eff}^2 = \frac{1}{2} \cdot \hat{u}^2 = \frac{\hat{u}^2}{2}$$

$$U_{eff} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

$$\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U_{eff}$$

$$P_{eff} \cdot T = \frac{1}{2}\hat{p} \cdot T$$

$$U_{eff} \cdot I_{eff} = \frac{1}{2} \cdot \hat{u} \cdot \hat{i}$$

Ohmsches Gesetz: $U = R \cdot I$

$$R \cdot I_{eff} \cdot I_{eff} = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \hat{i} \cdot \hat{i}$$

$$I_{eff}^2 = \frac{1}{2} \cdot \hat{i}^2 = \frac{\hat{i}^2}{2}$$

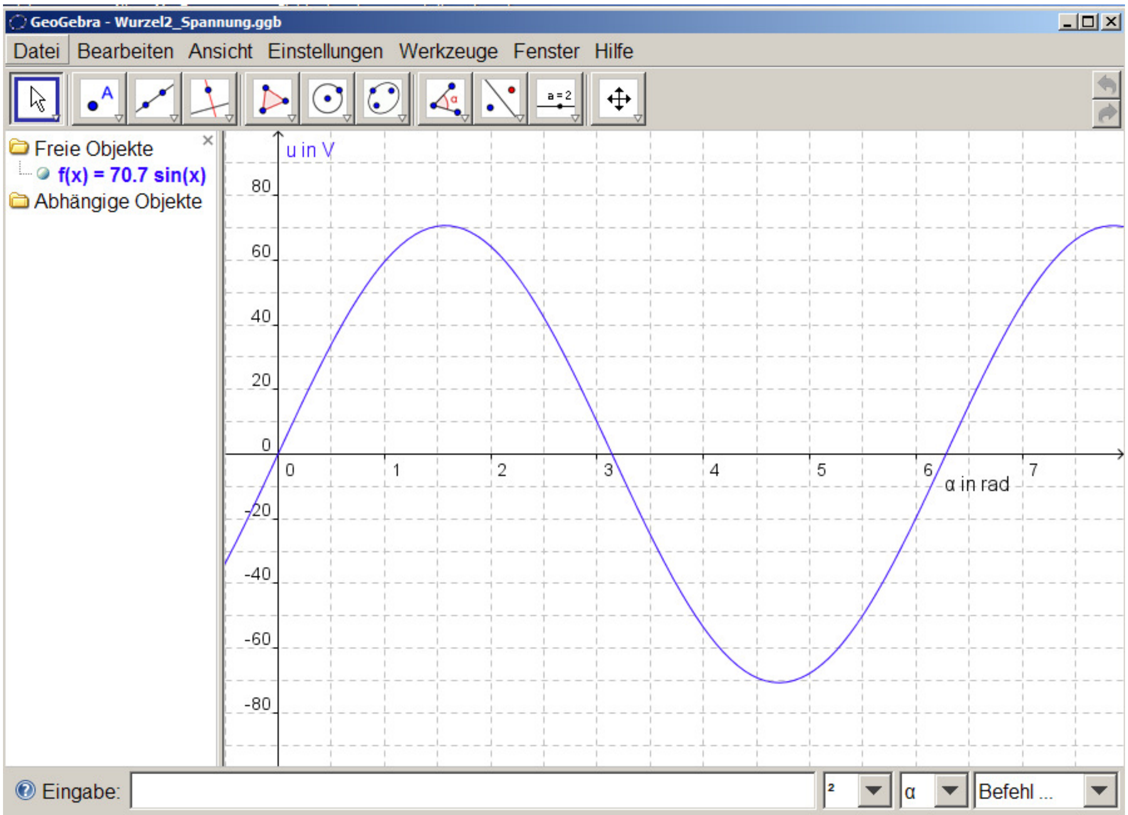
$$I_{eff} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

$$\hat{i} = \sqrt{2} \cdot I_{eff}$$

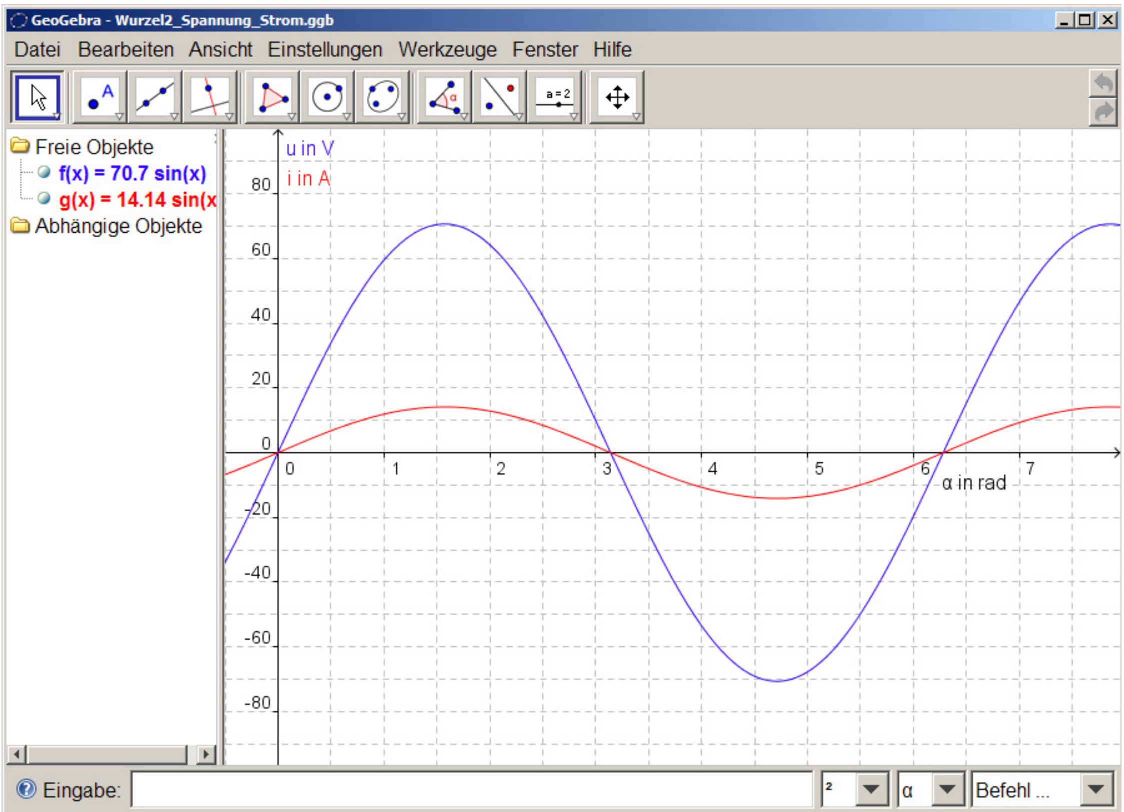
Für das Beispiel ergeben sich: P_{eff} = 500 W; U_{eff} = 50 V; I_{eff} = 10 A

Uwe Rath
Eckleinjarten 13a . 27580 Bremerhaven
☏ 0471 34126 ✉ rath-u@t-online.de

Anlage – Bild 1



Anlage - Bild 2



Uwe Rath
Eckleinjarten 13a . 27580 Bremerhaven
☏ 0471 34126 ✉ rath-u@t-online.de

Anlage - Mathematische Herleitung $P_{eff} = \frac{1}{2}\hat{p}$

Integralrechnung:

$$P_{eff} \cdot 2 \cdot \pi = \int_0^{2\pi} \hat{p} \cdot \sin^2 x \, dx$$

$$= \hat{p} \cdot \int_0^{2\pi} \sin^2 x \, dx$$

$$= \hat{p} \cdot \left[\frac{1}{2}(x - \sin x \cdot \cos x)\right]_0^{2\pi} = \frac{1}{2}\hat{p} \cdot [x - \sin x \cdot \cos x]_0^{2\pi}$$

$$= \frac{1}{2}\hat{p} \cdot [(2\pi - \sin 2\pi \cdot \cos 2\pi) - (0 - \sin 0 \cdot \cos 0)]$$

$$= \frac{1}{2}\hat{p} \cdot [(2\pi - 0 \cdot 1) - (0 - 0 \cdot 1)] = \frac{1}{2}\hat{p} \cdot [2\pi - 0 - 0 + 0]$$

$$P_{eff} \cdot 2 \cdot \pi = \frac{1}{2}\hat{p} \cdot 2 \cdot \pi$$

$$P_{eff} = \frac{1}{2}\hat{p}$$

Für die Lösung des Integrals sin²x dx vgl. Literatur:

W. Gellert u.a. (Hrsg.): Kleine Enzyklopädie Mathematik; Leipzig, 1974; 9. Gek. Aufl., S. 469 f.

Numerische Integration:

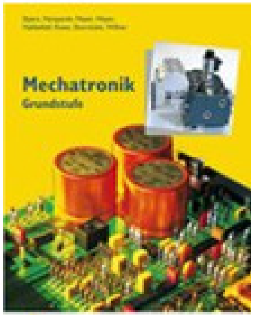
Die Fläche unter dem Graphen für die Leistung p für die Zeit 0 <= *t* <= *T* kann auch mit Hilfe der Trapez- und noch genauer mit der Simpson-Regel ermittelt werden.

Die mit Excel ermittelte Lösung finden Sie auf unserer Internetseite.

Die Herleitung und Anwendung der Trapez- und Simpsonregel finden Sie ebenfalls auf unserer Internetseite bei den KonstruktionsmechanikerInnen (Einsatzgebiet Schieffbau).

Uwe Rath
Eckleinjarten 13a . 27580 Bremerhaven
☏ 0471 34126 ✉ rath-u@t-online.de

Ihr Fachbuch



Verlag:	Bildungsverlag EINS
	Troisdorf
	www.bildungsverlag1.de
Ausgabeart	Lehr-/Fachbuch
Autoren	Josef Elpers, Erhard Marquardt, Norbert Meyer, Werner Nabbefeld, Felix Ruwe, Waldemar Willner
ISBN	978-3-8242-2080-9
Erscheinungsjahr	2008
Auflage	6
Seite/n	217 ff