



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Experimente zur Untersuchung des Verhaltens von Spule und  
Kondensator im Wechselstromkreis*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



## Experimente zur Untersuchung des Verhaltens von Spule und Kondensator im Wechselstromkreis

Rolf Winter, Potsdam

Elektrolokomotiven der Deutschen Bahn fahren mit Wechselstrom. Die Fahrspannung beträgt 15 000 V und die Frequenz  $16 \frac{2}{3}$  Hz<sup>1</sup>. Wichtige Baugruppen einer E-Lok sind Antriebsmotor, Transformatoren und Steuerungseinrichtungen. Diese Bauteile enthalten Spulen und Kondensatoren, die sich beim Betrieb mit Wechselstrom anders verhalten als bei Gleichstrom. In spannenden Experimenten untersuchen Ihre Schüler dieses unterschiedliche Verhalten.



Foto: K. Jähne/CC BY SA 2.0

Abb. 1: E-Lok der Deutschen Bahn

II/C

**Spulen und Kondensatoren sind für die gesamte Elektrotechnik unerlässliche Bauelemente.**

### Der Beitrag im Überblick

<p><b>Klasse:</b> 10–12</p> <p><b>Dauer:</b> 10 Stunden</p> <p><b>Ihr Plus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ viele interessante Schüler- und Lehrerexperimente</li> <li>✓ verschiedene Varianten zum Nachweis der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Stromstärke</li> <li>✓ Erkennen der Bedeutung des induktiven und kapazitiven Widerstands in der Praxis</li> </ul>	<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effektivwerte von Spannung und Strom im Wechselstromkreis</li> <li>• Experimente zur Untersuchung des unterschiedlichen Verhaltens von Spulen und Kondensatoren bei Gleich- und Wechselstrom</li> <li>• Erklärung des Verhaltens von Spule und Kondensator in einem Wechselstromkreis</li> <li>• Experimente zur Ermittlung der Abhängigkeit des induktiven und des kapazitiven Widerstands von Induktivität, Kapazität und Frequenz</li> <li>• Experimente zur Phasenverschiebung</li> <li>• Beispiele für Anwendungen von Spulen und Kondensatoren im Wechselstromkreis: Frequenzweichen für Mehrwegelautsprecherboxen, Kondensatormotor, Phasenschieber, Drosselspule</li> <li>• Unterscheiden zwischen Wirk- und Blindleistung</li> </ul>
--	--

<sup>1</sup> Die Frequenz des Bahnstroms von  $16 \frac{2}{3}$  Hz ist historisch bedingt. Es war zu Beginn der Elektrifizierung der Bahn Anfang des 20. Jahrhunderts technisch noch nicht möglich, große Elektromotoren mit einer Frequenz von 50 Hz zu betreiben. Aus praktischen Gründen hat man die Netzfrequenz von 50 Hz gedrittelt.

## Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

### Bezug zu den Physik-Lehrplänen (Beispiele)

Berlin: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Grundkurs Physik

Wahlgebiet Wechselstrom: Phasenverschiebung, Ohm'scher, kapazitiver und induktiver Widerstand, Scheinwiderstand, Gesamtwiderstand bei einer Reihenschaltung von Ohm'schem, kapazitivem und induktivem Widerstand

Sachsen: Gymnasium, Jahrgangsstufe 11/12: Spule in Gleich- und Wechselstromkreis,

Wahlpflicht 3: Technische Anwendungen von Spulen und Kondensatoren

II/C

### Fachliche Hintergrundinformationen

Bei einer Zusammenschaltung von Ohm'schem, kapazitivem und induktivem Widerstand in einem Wechselstromkreis unterscheidet man zwei Fälle:

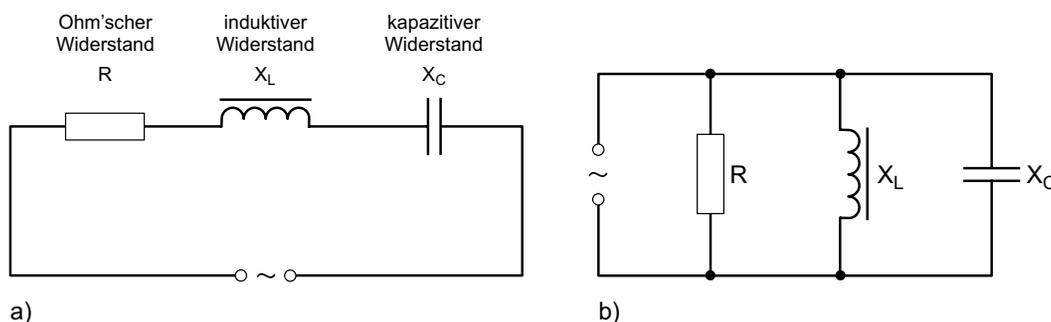


Abb. 2: Zusammenschaltung verschiedener Wechselstromwiderstände, a) Reihenschaltung, b) Parallelschaltung

Im Reihenstromkreis (Abb. 2a) setzt sich der Gesamtwiderstand  $R_{\text{ges}}$  im Gegensatz zum Gleichstromkreis **nicht** aus der Summe der einzelnen Teilwiderstände  $R$ ,  $X_L$  und  $X_C$  zusammen. Die Ursache dafür ist die Phasenverschiebung  $\Delta\varphi$  zwischen Spannung und Stromstärke. Zur Berechnung des Gesamtwiderstands ist ein sogenanntes **Zeigerdiagramm** geeignet. Dabei handelt es sich um ein x-y-Koordinatensystem, in dem die Wechselstromwiderstände als Zeiger dargestellt werden (Abb. 3). Diese Zeiger lassen sich wie vektorielle Größen geometrisch addieren. Für den Ohm'schen Widerstand ist die Phasenverschiebung zwischen Stromstärke und Spannung null. Deshalb wird  $R$  als Zeiger in die positive x-Richtung mit einer dem Wert von  $R$  entsprechenden Länge aufgetragen.

Für den kapazitiven Widerstand  $X_C$  läuft die Spannung der Stromstärke um  $\pi/2$  hinterher. Der Wert von  $X_C$  wird deshalb entlang der negativen y-Achse als Zeiger aufgetragen. Entsprechend trägt man den Zeiger für  $X_L$  entlang der positiven y-Achse auf. Nach geometrischer Addition der Zeiger  $X_L$  und  $X_C$  ergibt sich nach dem Satz des Pythagoras der Betrag  $R_{\text{ges}}$  des resultierenden Zeigers:

$$R_{\text{ges}} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2} \quad (1)$$

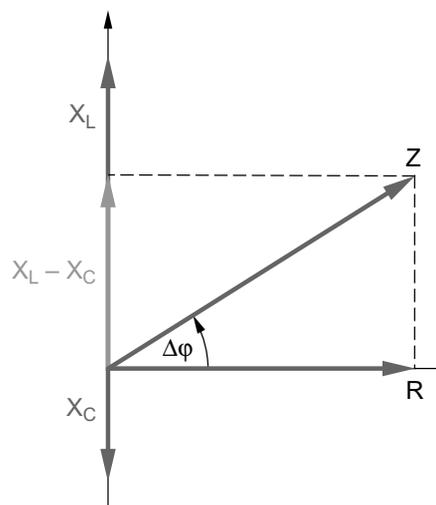


Abb. 3: Zeigerdiagramm für eine Reihenschaltung von Ohm'schem, kapazitivem und induktivem Widerstand

## Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Beachten Sie bei der Behandlung des Themas „**Wechselstromwiderstände**“ folgende Hinweise:

1. Wechselstrom ist den Schülern aus dem **Haushalt** bekannt, er kommt aus der Steckdose. Die Quelle für diesen Wechselstrom sind die **Generatoren** in den Kraftwerken.

Im Haushaltsnetz beträgt die Spannung  $U = 230 \text{ V}$  mit einer Frequenz von  $f = 50 \text{ Hz}$ . Es gibt aber auch höherfrequente Wechselströme, die z. B. in Schwingkreisen entstehen (siehe RAAbits Physik II/C, **Reihe 5** und **Reihe 6** „Elektromagnetische Schwingungen“, Febr. und Mai 2015).

2. Bei der Behandlung von Wechselstromkreisen, die Ohm'sche Widerstände, Spulen und Kondensatoren enthalten, sollten Sie an die Kenntnisse der Schüler über das Verhalten dieser Bauelemente in Gleichstromkreisen anknüpfen.

Insbesondere ist dabei das **qualitativ andere Verhalten** von Spulen und Kondensatoren herauszuarbeiten. Sie sollten zeigen, dass sich Ohm'sche Widerstände im Wechselstromkreis genauso wie im Gleichstromkreis verhalten und dass Spannung und Stromstärke im zeitlichen Gleichlauf („in Phase“) sind (**M 3**).

Bei Spulen und Kondensatoren erweitern Sie das Wissen über diese Bauelemente durch Einführung des induktiven bzw. kapazitiven Widerstands und durch den Nachweis der zeitlichen Verschiebung zwischen Spannung und Stromstärke (Phasenverschiebung, **M 3–M 5**).

Energetische Betrachtungen sollten Sie auf keinen Fall weglassen. Das gilt insbesondere für das Erfassen der Begriffe „**Wirkleistung**“ und „**Blindleistung**“ (**M 11, M 12**). Das Hin- und Herpendeln der Energie zwischen Spannungsquelle und den Bauelementen Spule und Kondensator ist dabei ein wesentliches Kriterium. Dabei sollten Sie auch auf die Entlastung der Leitungen durch Hinzuschalten von Kondensatoren („**Phasenschiebern**“) hinweisen (**M 13**).

3. Zur Realisierung der **Experimente** benötigen Sie Teile von Aufbaugerätesätzen oder von Schülerexperimentiersätzen zur Elektrizitätslehre. Insbesondere sind dies Festwiderstände mit verschiedenen Widerstandswerten, Spulen mit verschiedenen Windungszahlen und Kondensatoren mit verschiedenen Kapazitäten. Dabei müssen Sie beachten, dass in den Gerätesätzen verschiedener Hersteller Spulen mit unterschiedlichen Windungszahlen und unterschiedlichen Kernquerschnitten angeboten werden. Dadurch ändern sich die Induktivitäten der Spulen von Hersteller zu Hersteller, sodass die in den entsprechenden Experimenten angegebenen Messwertbeispiele je nach verwendetem Gerätesatz variieren können. Dadurch ändert sich aber nichts an den grundlegenden physikalischen Erkenntnissen.

Bitte beachten Sie, dass für einige Experimente **Spulen mit großer Induktivität** und **Kondensatoren mit großer Kapazität** notwendig sind. Wenn z. B. solche speziellen Spulen nicht zur Verfügung stehen, können Sie sich mit einer Reihenschaltung von zwei „normalen“ Spulen behelfen, die auf einem gemeinsamen Eisenkern angeordnet werden. Kondensatoren mit großer Kapazität können Sie entweder durch Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren zu einer sog. **Kondensatorbatterie** oder durch Verwendung von **Elektrolytkondensatoren** erreichen. Bei diesen müssen Sie allerdings beachten, dass sie gepolt und nur für eine bestimmte Höchstspannung geeignet sind. Sie dürfen sie deshalb nur kurzzeitig einsetzen.

4. Bei den zu verwendenden Netzgeräten wird eine **stufenlose Stellbarkeit** der Ausgangsspannung vorausgesetzt. Wenn Ihnen solche Geräte nicht zur Verfügung stehen, können Sie sich mit einer **Potenzimeterschaltung** behelfen.

5. Zum Nachweis, dass es sich um Wechselspannung handelt, können Sie **Glühlampen, Leuchtdioden oder Messgeräte mit Nullpunktmittellage** einsetzen, allerdings nur, wenn die Frequenz klein ist ( $f < 5$  Hz). Für größere Frequenzen müssen Sie **Drehspulgeräte** mit vorgeschaltetem Gleichrichter oder **Oszilloskope** verwenden.

Beim Einsatz von **Messgeräten mit Gleichrichter** müssen Sie allerdings beachten, dass diese die Effektivwerte anzeigen und dass sie nicht für alle Frequenzen des Wechselstroms gleich gut geeignet sind. Bis etwa 1 kHz arbeiten diese Geräte weitgehend linear, darüber hinaus treten teilweise erhebliche Abweichungen auf.

6. Bei den Messgeräten für die elektrische Leistung gibt es das Problem, dass analoge Leistungsmesser leider nicht mehr im aktuellen Angebot der Hersteller von Lehrmitteln sind. In vielen Physiksammlungen sind aber noch **Wechselkalen-Messgeräte** vorhanden, für die es einen speziellen Einschub zur Leistungsmessung gibt. Als Alternative sind **digitale Messgeräte** verfügbar, bei denen die Messung vollelektronisch erfolgt. Sie sind meist mit der Möglichkeit der Messung der elektrischen Arbeit kombiniert. Bitte beachten Sie, dass alle Leistungsmessgeräte die Wirkleistung messen.

II/C

### Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
F 4, B 2 K 3	... kennen den Begriff „Wechselstromwiderstände“ und können ihn in das Thema „Elektrizitätslehre“ einordnen,	I, II
F 1, F 2, B 1, K 1, K 3, K 7	... können hinsichtlich der Eigenschaften von Spulen und Kondensatoren Vergleiche zwischen Gleichstrom und Wechselstrom ziehen,	I–III
E 7, E 8, E 9, E 10	... können physikalische Fragestellungen mittels vorstrukturierter Experimente untersuchen,	I, II
K 5, K 6	... sind in der Lage, selbstständig Experimente mit Ohm'schen Widerständen, Spulen und Kondensatoren durchzuführen und auszuwerten,	I, II
F 1, F 3 E 3, E 5	... können Anwendungen von Spulen und Kondensatoren in Wechselstromkreisen beschreiben.	I–III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden **CD-ROM 48**.

## Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit    SV = Schülerversuch    Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt  
 ⌚ D = Durchführungszeit    LV = Lehrerversuch    Fo = Folie

<b>M 1</b>	<b>Ab</b>	<b>Wechselstrom – frischen Sie Ihr Wissen auf!</b>	
<b>M 2</b>	<b>LV</b>	<b>Effektivwert der Spannung im Wechselstromkreis</b>	
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 20 V Gleich- und Wechselspannung	<input type="checkbox"/> Oszilloskop
⌚ D: 15 min		<input type="checkbox"/> Glühlampe mit Fassung, 6 V, 3 W	
<b>M 3</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Verhalten von Ohm'schen Widerstand, Spule und Kondensator bei Gleich- und Wechselspannung</b>	
⌚ V: 5 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 20 V Gleich- und Wechselspannung	<input type="checkbox"/> U-Kern, geblättert
⌚ D: 15 min		<input type="checkbox"/> Festwiderstand, 10 $\Omega$	<input type="checkbox"/> I-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> Spule, 1 500 Wdg.	<input type="checkbox"/> Glühlampe, 6 V, 3 W
			<input type="checkbox"/> Kondensator, 100 $\mu\text{F}$
<b>M 4</b>	<b>LV</b>	<b>Phasenbeziehungen im Wechselstromkreis/Variante 1</b>	
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Funktionsgenerator 0,2 Hz bis 10 kHz	<input type="checkbox"/> Kondensator, 2200 $\mu\text{F}$
⌚ D: 20 min		<input type="checkbox"/> Festwiderstand, 100 $\Omega$	<input type="checkbox"/> 2 Spulen, 1200 Wdg.
		<input type="checkbox"/> Spannungsmesser mit Nullpunktmit-tellage, 3 V	<input type="checkbox"/> U-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> Stromstärkemesser mit Nullpunktmit-tellage, 1 $\mu\text{A}$	<input type="checkbox"/> I-Kern, geblättert
			<input type="checkbox"/> Schalter
<b>M 5</b>	<b>LV</b>	<b>Phasenbeziehungen im Wechselstromkreis/Variante 2</b>	
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Funktionsgenerator, 0,2 Hz bis 10 kHz	<input type="checkbox"/> 2 Spulen, 1200 Wdg.
⌚ D: 25 min		<input type="checkbox"/> 2 Festwiderstände, 100 $\Omega$	<input type="checkbox"/> U-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 1 $\mu\text{F}$	<input type="checkbox"/> I-Kern, geblättert
			<input type="checkbox"/> Zweikanaloszilloskop
<b>M 6</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Phasenbeziehungen im Wechselstromkreis/Variante 3</b>	
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Funktionsgenerator, 0,2 Hz bis 10 kHz	<input type="checkbox"/> 2 Spulen, 1200 Wdg.
⌚ D: 10 min		<input type="checkbox"/> 2 Festwiderstände, 100 $\Omega$	<input type="checkbox"/> U-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 2200 $\mu\text{F}$	<input type="checkbox"/> I-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> 2 LEDs	<input type="checkbox"/> Schalter

## Materialübersicht – Fortsetzung

<b>M 7</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Kapazitiver Widerstand eines Kondensators</b>
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 20 V~
⌚ D: 30 min		<input type="checkbox"/> Funktionsgenerator, 50 Hz bis 10 kHz
		<input type="checkbox"/> Spannungsmesser, 30 V~/3 V~
		<input type="checkbox"/> Stromstärkemesser, 10 mA~/100 mA~
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 1 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 2 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 3 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 5 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 10 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Schalter
<b>M 8</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Induktiver Widerstand einer Spule</b>
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 20 V~
⌚ D: 30 min		<input type="checkbox"/> Funktionsgenerator, 50 Hz bis 10 kHz
		<input type="checkbox"/> Spannungsmesser, 3 V~
		<input type="checkbox"/> Stromstärkemesser, 1 A~
		<input type="checkbox"/> Widerstandsmesser, 20 $\Omega$
		<input type="checkbox"/> Spule, 300 Wdg.
		<input type="checkbox"/> Spule, 600 Wdg.
		<input type="checkbox"/> Spule, 900 Wdg.
		<input type="checkbox"/> Spule, 1200 Wdg.
		<input type="checkbox"/> U-Kern
		<input type="checkbox"/> I-Kern
		<input type="checkbox"/> Schalter
<b>M 9</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Reihenschaltung von Spule, Kondensator und Ohm'schem Widerstand im Wechselstromkreis</b>
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 20 V~
⌚ D: 20 min		<input type="checkbox"/> Spannungsmesser, 30 V~
		<input type="checkbox"/> Stromstärkemesser, 30 mA~
		<input type="checkbox"/> Festwiderstand, 1 k $\Omega$
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 4 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Spule, 1200 Wdg.
		<input type="checkbox"/> U-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> I-Kern, geblättert
<b>M 10</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Parallelschaltung von Spule, Kondensator und Ohm'schem Widerstand im Wechselstromkreis</b>
⌚ V: 20 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 50 V~
⌚ D: 20 min		<input type="checkbox"/> Kondensator, 4 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Spule, 1200 Wdg.
		<input type="checkbox"/> U-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> I-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> 3 Glühlampen mit Fassung, 6 V; 0,4 A
<b>M 11</b>	<b>LV</b>	<b>Leistung einer Glühlampe im Gleich- und im Wechselstromkreis</b>
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 20 V für Gleich- und Wechselspannung
⌚ D: 20 min		<input type="checkbox"/> Leistungsmesser (Wattmeter)
		<input type="checkbox"/> 2 Glühlampen 6 V/3W mit Schraubfassung
<b>M 12</b>	<b>LV</b>	<b>Leistungsbestimmung im Wechselstromkreis</b>
⌚ V: 10 min		<input type="checkbox"/> Netzgerät, 0 bis 20 V~
⌚ D: 30 min		<input type="checkbox"/> Leistungsmesser
		<input type="checkbox"/> Spannungsmesser, 10 V~
		<input type="checkbox"/> Stromstärkemesser, 1 A~
		<input type="checkbox"/> Glühlampe 6 V/3 W mit Fassung
		<input type="checkbox"/> Kondensator, 50 $\mu\text{F}$
		<input type="checkbox"/> Spule, 600 Wdg.
		<input type="checkbox"/> I-Kern, geblättert
		<input type="checkbox"/> Schalter
<b>M 13</b>	<b>Ab</b>	<b>Anwendungen</b>
<b>M 14</b>	<b>Fo</b>	<b>Anwendungen von Spule und Kondensator im Wechselstromkreis</b>

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 36.

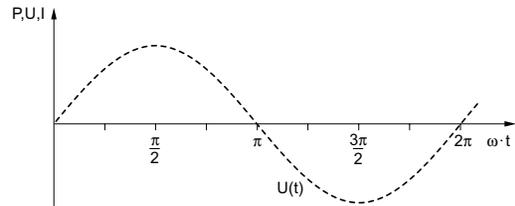
## M 1 Wechselstrom – frischen Sie Ihr Wissen auf!

### Sinusförmige Wechselspannung

Durch Rotation einer Spule in einem homogenen Magnetfeld entsteht eine Wechselspannung  $U(t)$ . Ihr zeitlicher Verlauf entspricht einer Sinusfunktion:  $U(t) = U_0 \cdot \sin(\omega t)$ .

$U_0$ : Amplitude (Scheitelwert);

$\omega = 2\pi f$ : Kreisfrequenz



Die Scheitelspannung  $U_0$  kann mit der Gleichung:  $U_0 = N \cdot B \cdot A \cdot \omega$  berechnet werden.

$N$ : Windungszahl     $B$ : magnetische Feldstärke     $A$ : Querschnittsfläche der Spule

$\omega$ : Winkelgeschwindigkeit der Rotationsbewegung

### Wechselspannungsmessung

Die Wechselspannung im Haushaltsnetz hat eine Frequenz von  $f = 50$  Hz. Versucht man, diese Spannung mit einem Drehspulmessgerät zu messen, wird keine Spannung angezeigt. Ursache dafür ist die Trägheit des Drehspulmesswerks, das den schnellen Richtungsänderungen nicht folgen kann. Der zeitliche Mittelwert der sinusförmigen Wechselspannung ist null. Deshalb muss die Wechselspannung zunächst gleichgerichtet werden. Das Drehspulmesswerk zeigt dann den Mittelwert der pulsierenden Gleichspannung an. Aus verschiedenen Gründen ist die Skala eines Drehspulmessgerätes allerdings in Effektivwerten geeicht. Die **effektive Wechselspannung** ist die zeitlich konstante Spannung, bei der im Mittel an einem Ohm'schen Widerstand dieselbe Leistung umgesetzt wird wie im Gleichstromfall (siehe **M 11**). Dabei gilt:

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Die Angabe für die Netzwechselspannung von  $U = 230$  V bedeutet z. B., dass der Scheitelwert:  $U_0 = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} = 325$  V beträgt. Auch digitale Wechselspannungs-Messgeräte (z. B. Digitalmultimeter) zeigen den Effektivwert an<sup>2</sup>. Den Scheitelwert  $U_0$  kann man mit einem Oszilloskop messen, indem der Y-Eingangsteiler in seiner kalibrierten Stellung verwendet wird. Eine andere Möglichkeit ist die Messung mithilfe eines computergestützten Messwerterfassungssystems.

**ACHTUNG:** Bitte NIE die Netzwechselspannung von 230 V mit einem Oszilloskop oder einem computergestützten Messwerterfassungssystem messen! Dies ist Sache einer Elektrofachkraft!

### Phasenverschiebung

Ein Ohm'scher Widerstand verhält sich in einem Wechselstromkreis ähnlich wie im Gleichstromkreis. Wird die Wechselspannung  $U(t)$  an einen Stromkreis mit einem Ohm'schen Widerstand  $R$  angelegt, fließt in diesem Stromkreis ein sinusförmiger **Wechselstrom** mit der Stromstärke:

$$I(t) = \frac{U_0}{R} \cdot \sin(\omega t) = I_0 \cdot \sin(\omega t)$$

Der Widerstand  $R$  dieses Bauelements ist unabhängig von der Frequenz der Wechselspannung. Bei einem Kondensator und einer Spule ist das anders (siehe **M 3**). Hier kommt es zu einer **Phasenverschiebung** zwischen  $U(t)$  und  $I(t)$ .

<sup>2</sup> Digitalmultimeter zeigen den Effektivwert nur für **sinusförmige** Spannungen an. Digitale Messgeräte, die für jede Spannungsform (z. B. Rechteck) den Effektivwert messen, heißen Echteffektivmesser, bzw. **TRMS Digitalmeter**. TRMS steht für True RMS, wobei RMS für den Effektivwert steht (RootMeanSquare).



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Experimente zur Untersuchung des Verhaltens von Spule und  
Kondensator im Wechselstromkreis*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

