



# Bachelorarbeit

Titel der Bachelorarbeit

**“Weiterentwicklung eines Lernvideos zur Bedienung von  
Digitalspeicheroszilloskopen für das physikalische Anfängerpraktikum”**

Verfasser

Roland Stinauer

angestrebter akademischer Grad

Bachelor of Education (BEd)

Wien, im September 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 198 423 425 2

Studienrichtung lt. Studienblatt: Bachelorstudium Lehramt Sek (AB) Lehrverbund  
UF Physik Lehrverbund

Betreuer: Mag. Dr. Clemens Nagel

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1	Physikalische Grundlagen	2
2.1.1	Oszilloskop	2
2.1.2	Wechselspannung	2
2.1.3	Sinusförmige Wechselspannungen und -ströme	3
2.1.4	Effektivwerte	4
2.1.5	Wechselstromwiderstände	5
2.1.6	R-C-Serienschaltung	5
2.2	Lernpsychologische Grundlagen	7
2.2.1	Einleitung	7
2.2.2	Grundlegende Theorien und Begrifflichkeiten	7
2.2.3	Cognitive Load Theory	8
2.2.4	Split Attention Principle	9
2.2.5	Modalitätseffekt	9
2.2.6	Redundanzeffekt	9
2.2.7	Expertise Reversal Effect	9
2.2.8	Signalling Principle	10
2.2.9	Conclusio	10
<b>3</b>	<b>Überarbeitete Materialien</b>	<b>11</b>
3.1	Unterschiede der Modelle	11
3.2	Messen mit dem Digital-Oszilloskop – Erste Schritte	11
3.3	Videoanleitung	11
<b>4</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>13</b>
6.1	Überarbeitete schriftliche Anleitung	13

# 1 Einleitung

Im Rahmen seiner Diplomarbeit "Entwicklung und Evaluation von Lernvideos für das physikalische Anfängerpraktikum" hat Silas Oppermann (2016) - unter Berücksichtigung lernpsychologischer Erkenntnisse - vier Videos erstellt, welche die Studierenden eben jenes physikalischen Praktikums der Fakultät für Physik der Universität Wien bei der Vorbereitung auf die jeweiligen Einheiten unterstützen sollen.

Nachdem die den Studierenden zur Verfügung gestellten Oszilloskope durch neue Modelle ersetzt wurden, ist es nötig, Oppermanns Videoanleitung zur Benützung des Oszilloskops zu überarbeiten, ebenso wie die auf der Homepage des Anfängerpraktikums vorhandene schriftliche Anleitung für erste Schritte mit dem Oszilloskop. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit werden diese beiden Materialien überarbeitet und einer theoretischen Fundierung im doppelten Sinne - physikalisch und lernpsychologisch - angehängt.

Zunächst werden die physikalischen Grundlagen, die notwendig sind um die elementaren Messaufgaben mit dem digitalen Speicheroszilloskop zu verstehen, aufgearbeitet. Danach werden relevante lernpsychologische Grundlagen erörtert, aus welchen Vorgaben für die Gestaltung des Lernvideos abgeleitet wurden. Zuletzt werden die wichtigsten Unterschiede zwischen den beiden Modellen beschrieben und die überarbeiteten Materialien angeführt.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Physikalische Grundlagen

#### 2.1.1 Oszilloskop

Ein Oszilloskop ist ein elektronisches Messgerät, welches Spannungsverläufe anzeigen kann. Man unterscheidet zwischen analogen und digitalen Oszilloskopen. Bei den hier thematisierten Modellen handelt es sich um digitale Speicheroszilloskope. Diese messen Spannungswerte, speichern sie digital ab und stellen sie auf einem Bildschirm dar. Oszilloskope werden verwendet, um Wechselspannungen darzustellen und näher zu untersuchen. Dabei können mehrere (bei unseren Modellen zwei) Spannungsquellen angeschlossen und auf verschiedene Arten verschiedenste Größen, wie beispielsweise die Spitze-Spitze-Spannung oder eine Phasenverschiebung gemessen werden. Zur Handhabung eines Oszilloskops ist es daher unerlässlich, die Theorie und Grundlagen der Wechselstrommessungen zu verstehen.

#### 2.1.2 Wechselspannung

Variiert eine elektrische Spannung mit der Zeit in Größe und Polarität, so spricht man von Wechselspannung  $U(t)$ . Liegt solch eine Wechselspannung an einem geschlossen Stromkreis an, beispielsweise einer Schaltung, so erzeugt sie einen Wechselstrom  $I(t)$ . Die Form von  $I(t)$  hängt sowohl von der angelegten Wechselspannung als auch den Eigenschaften der Schaltung ab (Markowitsch et. al. 2016, 3).

Im Fokus stehen hier periodische Wechselspannungen, für die gilt:

$$U(t) = U(t + nT)$$

wobei  $n$  eine ganze Zahl,  $t$  die momentane Zeit und  $T$  die Periodendauer ist. Daraus ergibt sich die Frequenz

$$f = \frac{1}{T}$$

mit der Einheit  $s^{-1}$ . In Abb. 1 werden vier wichtige periodische Wechselspannungen gleicher Frequenz aber unterschiedlichen zeitlichen Verlaufs dargestellt (vgl. Markowitsch et. al. 2016, 3f).

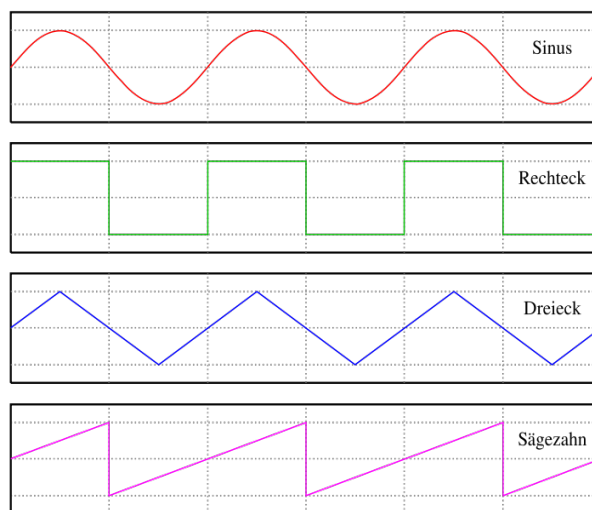


Abbildung 1: Beispiele für periodische Wechselspannungen (horizontale-Achse: Zeit  $t$ , vertikale-Achse: Spannung  $U$ ).

### 2.1.3 Sinusförmige Wechselspannungen und -ströme

Von besonderem Interesse sind hier sinusförmige Zeitabhängigkeiten von Spannung und Strom in der Form:

$$U(t) = U_0 \sin(\omega t)$$
$$I(t) = I_0 \sin(\omega t)$$

Hierbei stehen  $U(t)$  und  $I(t)$  für die zeitabhängigen Momentanwerte,  $U_0$  und  $I_0$  für die Amplituden und  $\omega = 2\pi f$  für die Kreisfrequenz. Sind Strom und Spannung gegenüber phasenverschoben, so kann dies durch Angabe beider Phasenzustände oder - bei geeigneter Wahl des Nullpunktes - der Phasendifferenz  $\varphi$  wie folgt dargestellt werden (vgl. Markowitsch et. al. 2016, 4f):

$$U(t) = U_0 \sin(\omega t)$$

$$I(t) = I_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Da diese Schreibweise beispielsweise bei der Anwendung der Kirchhoff'schen Regeln zu sehr komplexen und aufwändigen Rechnungen führen kann, empfiehlt sich die graphische Methode mit Zeigerdiagrammen, beziehungsweise die komplexe Schreibweise, wenn man die Zeiger mit komplexen Zahlen und die  $(x, y)$ -Ebene mit der Gauß'schen Zahlenebene identifiziert (vgl. Heintze und Bock 2016, 294f):

$$\hat{U}(t) = U_0 e^{i(\omega t)}$$

$$\hat{I}(t) = I_0 e^{i(\omega t + \varphi)}$$

Die wichtigsten Kenngrößen solch einer sinusförmigen Wechselspannung sind in Abb. 2 dargestellt. Im Folgenden wird nun besonders auf den Effektivwert eingegangen.

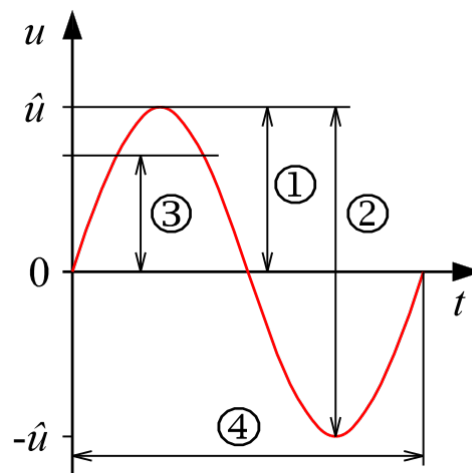


Abbildung 2: Wichtige Kenngrößen einer sinusförmigen Wechselspannung:  
1. Amplitude, 2. Spitze-Spitze-Wert, 3. Effektivwert, 4. Periodendauer.

## 2.1.4 Effektivwerte

Die elektrische Leistung ist zu jedem Zeitpunkt gegeben durch

$$P(t) = U(t) I(t)$$

Die mittlere Leistung während einer Wechselstromperiode ist

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt = \frac{I_0 \cdot U_0}{2}$$

Definiert man die beiden Effektivwerte der Spannung und des Stromes als

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

$$I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Teilspannung  $U_2$ . Dadurch gewinnt man auch Informationen über die Phase des Stromes, weil ein Ohm'scher Widerstand keine Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom verursacht (vgl. Markowitsch et. al. 2016, 8f).

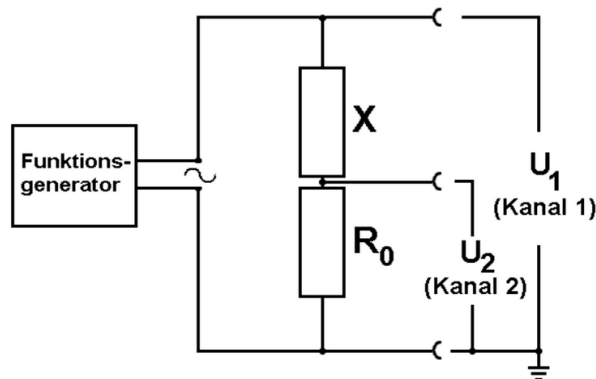


Abbildung 3: Messung einer unbekanntem Impedanz  $X$  ( $X_C$  oder  $X_L$ ) mittels Spannungsteiler.

Die Gesamtimpedanz einer Schaltung wie in Abb. 3 ergibt sich zu

$$Z_{Ges} = R_0 + i \cdot X$$

beziehungsweise wegen  $X = -X_C$  zu

$$Z_{Ges} = R_0 - i \cdot X_C$$

Eine analoge Darstellung zum Ohm'schen Gesetz ergibt sich aus dem Verhältnis der Amplituden oder Effektivwerte von Spannung und Strom als Betrag der Gesamtimpedanz:

$$I_0 = \frac{U_1}{|Z_{Ges}|} = \frac{U_2}{R_0}$$

Umformen ergibt:

$$X_C = R_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 - 1}$$

Aus der komplexen Impedanz einer Serienschaltung ergibt sich die Phasenverschiebung  $\Delta\varphi$  zwischen Strom und Gesamtspannung zu:

$$\tan(\Delta\varphi) = \frac{\text{Im}(Z_{Ges})}{\text{Re}(Z_{Ges})} = \frac{X}{R_0}$$

wobei  $\text{Im}(Z_{Ges})$  der Imaginärteil von  $Z_{Ges}$  und  $\text{Re}(Z_{Ges})$  der Realteil von  $Z_{Ges}$ .

Daraus folgt:

$$\Delta\varphi = \arctan\left(\frac{X}{R_0}\right)$$

Misst man nun mit einem Oszilloskop die Phasenverschiebung zwischen  $U_1$  (durch die Kapazität zum Strom phasenverschoben) und  $U_2$  (in Phase mit dem Strom), so kann man auch aus diesem Zusammenhang bei gegebenem  $R_0$  die unbekannte Impedanz bestimmen (vgl. Markowitsch et. al. 2016, 9f).

## 2.2 Lernpsychologische Grundlagen

### 2.2.1 Einleitung

Lernen kann man als einen Prozess auffassen, der relativ langfristige Änderungen im Verhaltenspotential erzeugt, die das Ergebnis von Erfahrungen darstellen. Hierbei wird Lernen als Veränderung verstanden, wobei kurzfristige Veränderungen, wie beispielsweise durch Ermüdung oder Drogen, durch diese Definition ausgeschlossen werden. Der Prozess des Lernens selbst kann nicht beobachtet werden, aber Veränderungen des Verhaltens, welche als Indikatoren dienen (vgl. Kiesel und Koch 2012, 11f).

Da Lernen "ein sehr komplexer kognitiver Prozess" ist, "der durch eine Vielzahl an externen und internen Faktoren beeinflusst wird," werden viele Studien im Bereich der Lernpsychologie "in sehr spezifischen Settings durchgeführt," um "die Einflüsse dieser Faktoren entweder zu kontrollieren oder in den Ergebnissen zu berücksichtigen" (Oppermann 2016, 16).

Für Lehrende resultiert daraus die Frage, wie sich die facettenreichen und mannigfaltigen Ergebnisse aus der sehr spezifischen Forschung auf die eigenen Bedingungen und Probleme umlegen lassen. Aus diesem Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis entsteht die Notwendigkeit, Fallstudien - hinsichtlich ihrer Ergebnisse und Studiendesigns - auf die Relevanz für die eigene Lernsituation hin zu prüfen. Zusätzlich müssen Faktoren, wie der notwendige Aufwand und die zu erwartenden Ergebnisse, gegeneinander abgewogen werden (vgl. Oppermann 2016, 16).

Im Folgenden werden dazu einige Effekte und ableitbare Vorgaben besprochen, die für die Aufbereitung von Lernvideos eine bedeutende Rolle spielen. Es handelt sich zum Teil auch um eine beliebige Auswahl, da sich manche Theorien teilweise decken. Im Fokus stehen dabei Effekte die auf Inhalte auditiver und visueller Natur anwendbar sind.

### 2.2.2 Grundlegende Theorien und Begrifflichkeiten

Man kann von einem eigenen Speicher für den Wortklang im menschlichen Gehirn ausgehen, dem phonologischen Speicher. In diesem wird die Bedeutung eines Wortes mit dessen Klang gespeichert. Bedeutungen über den Klang zu speichern, kennen viele aus Lernreimen wie der rhythmischen Wiedergabe von Zahlen. Hierbei handelt es sich um eine Form von Chunking. Chunking bedeutet, mehrere Informationen zu einer Informationseinheit zusammenzufassen, um größere Informationsmengen im Arbeitsgedächtnis verarbeiten zu können. Sind Informationen nur flüchtig verfügbar - wie bei einem Video - so kann bei der Darbietung der

## 4 Literaturverzeichnis

- Ayres, P.; Sweller, J. (2014). The Split-Attention Principle in Multimedia Learning. In Mayer, R., Cambridge Handbook of Multimedia Learning (S. 206-226). New York: Cambridge University Press.
- Ballstaedt, S.-P. (1990). Integrative Verarbeitung bei audiovisuellen Medien. In Böhme-Dürr, K., Emig, J., Seel, N. (Hrsg.), Wissensveränderung durch Medien (S. 185-196). München: Saur.
- Bednortz, P.; Schuster, M (2002). Einführung in die Lernpsychologie. München: Ernst Reinhardt GmbH & Co KG.
- Markowitsch, W. et. al. (2016). Anleitungstext PW11: Wechselstrom 2. <https://www.univie.ac.at/anfpra/neu1/pw/pw11/PW11.pdf>, [Zugriff: 31.07.2019].
- Heintze, J.; Bock, P. (Hrsg.) (2016). Lehrbuch zur Experimentalphysik Band 3: Elektrizität und Magnetismus. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kalyuga, S.; Sweller, J. (2014). The Redundancy Principle in Multimedia Learning. In Mayer, R., Cambridge Handbook of Multimedia Learning (S. 247-262). New York: Cambridge University Press.
- Kalyuga, S. (2014). The Expertise Reversal Principle in Multimedia Learning. In Mayer, R., Cambridge Handbook of Multimedia Learning (S. 576-597). New York: Cambridge University Press.
- Kiesel, A.; Koch, I. (2012). Lernen: Grundlagen der Lernpsychologie. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Low, R.; Sweller, J. (2014). The Modality Principle in Multimedia Learning. In Mayer, R., Cambridge Handbook of Multimedia Learning (S. 227-246). New York: Cambridge University Press.
- Oppermann, S. (2016). Entwicklung und Evaluation von Lernvideos für das physikalische Anfängerpraktikum. Univ. Wien: Diplomarbeit.
- Paas, F.; Sweller, J. (2014). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In Mayer, R., Cambridge Handbook of Multimedia Learning (S. 27-42). New York: Cambridge University Press.
- Schnell, M. (2002) Bildungsfernsehen- Entwicklung und Gestaltung audiovisueller Lernangebote. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag GmbH.
- Tektronix: TBS1000B and TBS1000B-EDU Series Digital Storage Oscilloscopes. User Manual. <https://www.allaboutcircuits.com/test-measurement/oscilloscopes/tbs1000b-edu-series-tbs1072b-edu/manual/> [Zugriff: 31.07.2019].



- TDS1000- and TDS2000-Series Digital Storage Oscilloscope. User Manual. <https://www.allaboutcircuits.com/test-measurement/oscilloscopes/tds1000-series-tds1012/manual/> [Zugriff: 31.07.2019].

Van Gog, T. (2014). The Signaling (or Cueing) Principle in Multimedia Learning. In Mayer, R., Cambridge Handbook of Multimedia Learning (S. 263-278). New York: Cambridge University Press.

Weidenmann, B. (2002). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In Issing, J., Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia und Internet (S.45-64). Weinheim: Verlagsgruppe Beltz.

Wilkins, A., Moscovich, M. (1978). Selective impairment of semantic memory after temporal lobectomy. *Neuropsychologia*, 16, S. 73-79.

## 5 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: S. 3, Beispiele für periodische Wechselspannungen. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3442049> [Zugriff: 31.07.2019].

Abb. 2: S. 4, Wichtige Kenngrößen einer sinusförmigen Wechselspannung. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32765115> [Zugriff: 31.07.2019].

Abb. 3: S. 6, PW 11. Wechselstrom II. Messungen mit dem Oszilloskop. <https://www.univie.ac.at/anfpra/neu1/pw/pw11/PW11.pdf> [Zugriff: 31.07.2019]

## 6 Anhang

### 6.1 Überarbeitete schriftliche Anleitung