



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

1	Einleitung	2
2	Grundlagen	2
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
3	Überarbeitete Materialien	11
3.1	Unterschiede der Modelle	11
3.2	Messen mit dem Digital-Oszilloskop – Erste Schritte	11
3.3	Videoanleitung	11
4	Literaturverzeichnis	12
5	Abbildungsverzeichnis	13
6	Anhang	13
6.1	Überarbeitete schriftliche Anleitung	13

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

Informationen der Prozess des Chunking zu berücksichtigen werden, um den Lerneffekt signifikant zu beeinflussen (vgl. Bednortz und Schuster, 2002, 150).

Viele kognitionspsychologische Theorien beziehen sich auf eine Theorie nach Paivio von zwei separaten Speichersystemen: einem bildhaften und einem verbal bedeutungsmäßigen. Dass diese getrennt voneinander störbar sind, spricht für eine Hemisphärenspezialisierung und -lokalisierung (vgl. Wilkins und Moscovich 1978). Daraus lässt sich folgern, dass Visualisierungen verschiedenster Art den Lernerfolg drastisch erhöhen können, weil eine Mehrfachablegung zu einer besseren Abrufbarkeit im Langzeitgedächtnis führt (vgl. Bednortz und Schuster 2002). Eine simultane Informationsdarbietung ist einer sukzessiven daher überlegen und eine Visualisierung einer rein verbalen Information zu bevorzugen. Allerdings ist jeweils zu diskutieren "wann, warum und unter welchen Umständen eine audiovisuelle Aufbereitung von Inhalten potentiell zu besseren Lernerfolgen führen kann" (Oppermann 2016, 19).

Beispielsweise kann an der bekannten Summierungstheorie von Ballstaedt (1990), welche besagt dass durch Lesen 10%, beim Hören 20%, beim Sehen 30%, beim gleichzeitigen Hören und Sehen 50%, beim Wiedergeben bzw. Nacherzählen 70% und beim eigenständigen Tun 90% eines Inhalts behalten werden, kritisiert werden, dass dieser Effekt, den mannauch Bildüberlegenheitseffekt nennt, lediglich Behaltensleistungen betrifft und daher keine Aussage über Auswirkungen auf Verstehensprozesse macht und dass gleichzeitig dargebotene auditive und visuelle Informationen durch die begrenzte Informationsverarbeitungskapazität bei hoher Informationsdichte überfordern können (vgl. Schnell 2002).

Diese Überforderung wird bei Kodierungsinterferenzen in der gleichen Modalität noch verstärkt. (Sinnes-)Modalität meint die Unterscheidung hinsichtlich dessen, mit welchem Sinn ein Inhalt aufgenommen wird. Multimodal bedeutet demnach, dass verschiedene Sinne angesprochen werden. Multimedial bedeutet hingegen die Verwendung unterschiedlicher Medien, wie Bücher, Videoanlagen und Computer. Von diesen beiden Begriffen weiter zu unterscheiden ist der Begriff multikodal, welches auf die Verwendung mehrerer Kodierungs- bzw. Symbolsysteme verweist, wie beispielsweise das piktorale und das verbale Kodierungssystem, also die Darstellung von Inhalten durch Bilder, Texte oder auch Zahlen. Ein Lehrvideo, welches Ton und Text beinhaltet und auf einem Computer betrachtet wird, ist monomedial (ein Medium), multikodal (mehrere Kodierungssysteme) und multimodal (mehrere Sinnesorgane) (vgl. Weidenmann 2002).

2.2.3 Cognitive Load Theory

Die CLT beschäftigt sich mit der Aufnahme von Wissen, dass explizit gelernt werden muss und den damit zusammenhängenden Informationsverarbeitungsprozessen. Sie geht von fünf Grundprinzipien aus, wobei hier nur das Prinzip der Begrenzung von Veränderung hervorgehoben werden soll. Es besagt, dass das Arbeitsgedächtnis nur eine begrenzte Zahl von neuen Informationen speichern (fünf bis neun Chunks) und gemeinsam verarbeiten (zwei bis vier Chunks) kann. Lernende können aber Informationen so gliedern, dass mehr Elemente einem Chunk zugeordnet werden (vgl. Paas und Sweller, 2014, 29-35).

Verstehen bedeutet in der CLT die simultane Verarbeitung aller relevanten Elemente im Arbeitsgedächtnis. Ist die Menge an neuen Informationen zu groß, so gehen Elemente

verloren, wodurch das Lernobjekt nicht verstanden werden kann. Daher sollte bei Lehrmaterialien zu keinem Zeitpunkt mehr wichtige Informationen dargeboten werden, als Lernende im Arbeitsspeicher verarbeiten können, wenngleich dies nach Lernstrategien und Vorwissen variiert. Dabei unterscheidet die CLT verschiedene Arten kognitiver Belastung, wie den *intrinsic cognitive load* (Komplexität der Information) und den *extraneous cognitive load* (Belastung durch die Art der Übermittlung, einschließlich Lärm und Ablenkungen). Den *intrinsic cognitive load* kann man beispielsweise durch eine didaktische Rekonstruktion auf kleinere Elemente aufteilen und so verringern. Der *extraneous cognitive load* hat nichts mit dem Lernobjekt selbst zu tun und lässt sich beim Konzipieren von Lernmaterialien und -situationen am ehesten verringern. Dies ist besonders im physikalischen Anfängerpraktikum von Bedeutung, da hier im Rahmen von Beispielen hoher Komplexität neues Wissen an Anfänger vermittelt wird (vgl. Paas und Sweller, 2014, 36).

2.2.4 Split Attention Principle

Das SAP beinhaltet einerseits ein Argument für die Verwendung von Lehrvideos in bestimmten Situationen, in denen die Lernenden sonst die Informationen selbst zusammentragen und sinnvoll miteinander verbinden müssten. Andererseits lassen sich klare Vorgaben für die Erstellung solcher Videos ableiten. Ist Information zeitlich oder räumlich auf mehrere Quellen verteilt und sind alle Informationen für das Verständnis relevant, so steigt der *extraneous cognitive load*, da die Informationen einerseits erst auf höherer kognitiver Ebene miteinander verbunden werden müssen und andererseits vielleicht teilweise schon vergessen wurden. Für Lernvideos folgt daraus, dass zusammengehörende Elemente zeitlich und räumlich beieinander liegen und gegebenenfalls wiederholt werden sollten. Zusätzlich sollten alle in einer Sequenz gezeigten Elemente für das Lernobjekt relevant sein (vgl. Ayres und Sweller 2014).

2.2.5 Modalitätseffekt

Ist eine multimodale Informationspräsentation effektiver als eine monomodale, so spricht man vom Modalitätseffekt. Neuere Gedächtnistheorien gehen von einem mehrteiligen Arbeitsgedächtnis aus, wodurch der Modalitätseffekt als Ableitung aus dem SAP und der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses für jeden Informationskanal hervorgeht. Daraus kann man schließen, dass Videos - soweit sinnvoll möglich - Audioinformationen beinhalten sollten. Des Weiteren sollten sie segmentiert sein und bei komplexen visuellen Informationen visuelle Hinweise haben, worauf sich die Audioinformation jeweils bezieht (vgl. Low und Sweller 2014).

2.2.6 Redundanzeffekt

Wird identische Information auf unterschiedliche Arten gleichzeitig dargestellt, so wird lernen nicht erleichtert sondern behindert. Dies nennt man den Redundanzeffekt. Er entsteht dadurch, dass das Arbeitsgedächtnis als zusätzliche Aufgabe die redundante Information mit der essentiellen koordinieren muss. Beispielsweise konzentrieren sich Lernende darauf, ob visuelle und Audioinformation übereinstimmen, wenn ein Text gleichzeitig gelesen und gehört wird. Problematisch ist dies vor allem für Anfänger, weil diese nicht genug Vorwissen haben, um zu erkennen, welche Information redundant ist und sich so nicht für einen der beiden Kanäle entscheiden können. Welche Information redundant ist hängt allerdings wiederum vom Vorwissen der Lernenden ab. Für Lernvideos gilt daher, dass möglichst kein Text am

Bildschirm zu sehen sein soll, der auch zu hören ist und irrelevante Hintergrundelemente zu vermeiden sind (vgl. Kalyuga und Sweller 2014).

2.2.7 Expertise Reversal Effect

Der ERE kann als Sonderfall des Redundanzeffekts betrachtet werden und beschreibt die Tatsache, dass Lernmaterial, welches für Anfänger hohe Effektivität aufweist, diese bei Lernenden mit großem Vorwissen verlieren kann, da nicht an sich redundante Informationen in solchen Fällen überflüssig sind (vgl. Kalyuga 2014, 576). Lernvideos sollte man daher nur produzieren, wo es möglich ist, das Vorwissen der Zielgruppe einschätzen zu können, was durch die Vorbereitung der Studierenden im Anfängerpraktikum mittels der Anleitungstexte gegeben ist (vgl. Oppermann 2016, 36f). Da der Name des ERE auf Experten verweist, die Informationen in Oppermanns Text aber spezifisch auf die Menge an Vorwissen verweisen, bleibt hier die Frage offen, inwieweit andere Momente von Expertise die Effektivität von für Anfänger geeigneten Lernmaterialien beeinflusst (vgl. Definition von Expertise bei Kiesel u. Koch 2012, 131).

2.2.8 Signalling Principle

Zeigt man Lernenden in medialem Lernmaterial durch visuelle Signale, welche Elemente relevant sind, so steigt die Effektivität des Lernmaterials. Dieses signalling principle lässt sich dadurch erklären, dass Anfänger eher auf hervorstechende Elemente achten, als Experten, selbst wenn diese nicht relevant sind, wodurch bei nur vorübergehend verfügbaren Informationen die relevanten Elemente verloren gehen können. Außerdem können Signale, wie etwa Farbkodierungen, Aufleuchten relevanter Elemente, Pfeile oder Ausblendungen der nicht relevanten Elemente die Organisation und Integration von Wissen erleichtern (cognitive load). Alle genannten Signale sind für die Produktion von Lernvideos von großer Bedeutung, wenn es - wie beispielsweise bei einer Videoanleitung zur Handhabung eines technischen Geräts mit vielen Bedienelementen - unvermeidbar ist, viele Elemente in einem Bild anzuzeigen (vgl. Van Gog, 2014, 263).

2.2.9 Conclusio

Zusammenfassend kann man sagen, dass trotz der sehr spezifischen Settings der Forschung, für die hier relevanten Fragestellungen einige konkrete Vorgaben abgeleitet werden können. Primäres Ziel sollte bei der Produktion eines Lehrvideos die bestmögliche Ausnutzung des Arbeitsgedächtnisses sein, wobei besonders die Einwirkungen des Vorwissens zu berücksichtigen sind. Für die Studierenden im Anfängerpraktikum sind Lehrvideos dann am effektivsten, wenn sie auf die Lernenden und das konkrete Lernziel zugeschnitten sind und nur die nötigen Informationen (Redundanz, expertise reversal effect) und Signale (signalling effect) enthalten, diese auf unterschiedliche Modalitäten verteilen (Modalitätseffekt) und zusammengehörende Elemente räumlich und zeitlich nahe (split-attention principle) präsentieren (für weitere Ableitungen siehe Oppermann 2016).

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