

Fachdidaktik Physik: 1.3.3. Darbietender Physikunterricht

Hans-Otto Carmesin

Gymnasium Athenaeum Stade, Studienseminar Stade

Hans-Otto.Carmesin@t-online.de

16. März 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Varianten	2
2.1	Verfahren nach Ausubel	2
2.2	Ausgearbeitete Beispiele	3
2.3	Direkter Unterricht	3
2.4	Lehrerdemonstrationsversuch	3
2.5	Schülervorträge	3
3	Bedingungen	4
3.1	Lernwirksamkeit	4
3.2	Passende Lernziele	4
4	Konkret: Verfahren nach Ausubel	5
4.1	Grundidee	5
4.2	Ausubels Lehrverfahren	6
4.2.1	Verständniskern	6
4.2.2	Vorstrukturierende Lernhilfen alias Advance Organizer	7
4.2.3	Progressive Differenzierung	8
4.2.4	Integrative Verbindung	8
4.3	Schüleraktivität	9
5	Qualitätsmerkmale	12
6	Aufgaben	12
7	Zusammenfassung	13

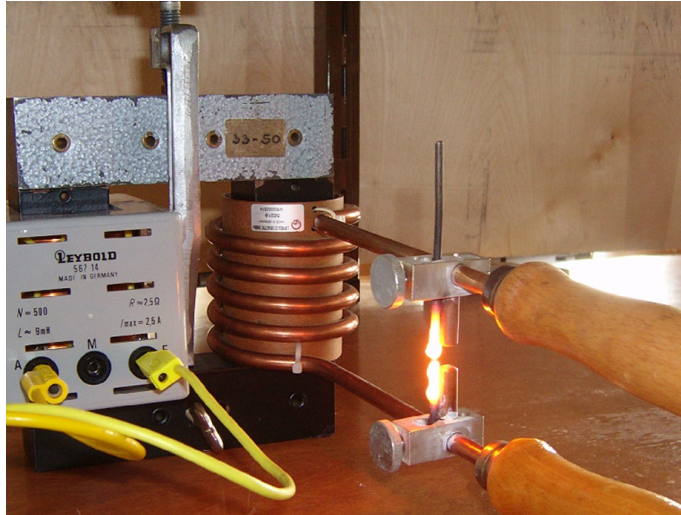


Abbildung 1: Manche Phasen im Physikunterricht sind schon aus Sicherheitsgründen am besten darbietend durchzuführen. In jedem Fall ist das Lernziel entscheidend für eine stimmige Wahl des Lehrverfahrens.

1 Einleitung

Eine professionelle Lehrkraft beherrscht ein breites Spektrum an Lehrverfahren und setzt diese situativ angemessen ein. Diese Verfahren lassen sich in **drei Hauptgruppen** gliedern, darbietende Verfahren, erarbeitende Verfahren und problemlösende oder entdeckenlassende Verfahren.

Hier lernen Sie empirisch bestimmte **Lernwirksamkeiten** von Repräsentanten der drei Lehrverfahren (s. [Hattie \(2009\)](#)), **Auswahlkriterien** für ein passendes Verfahren (s. [Farkota \(2003\)](#)), ein **konkretes Beispiel** für ein darbietendes Lehrverfahren (s. [Ausubel \(1974a\)](#), [Ausubel \(1974b\)](#) sowie [Zech \(1996\)](#) S. 127-141) sowie **Qualitätskriterien** (s. [Mikelskis-Seifert u. Rabe \(2007\)](#) und [Kircher u. a. \(2001\)](#)) für darbietende Lehrverfahren kennen.

2 Varianten

2.1 Verfahren nach Ausubel

Ein darbietendes Lehrverfahren erfordert hohe Kompetenzen der Lehrkraft (s. [Mikelskis-Seifert u. Rabe \(2007\)](#), S. 99). Für die Lehrkraft kann es daher hilfreich sein von einem konkreten darbietenden Lehrverfahren auszugehen. Ein solches hat Ausubel vorgeschlagen (s. [Ausubel \(1974a\)](#), [Ausubel \(1974b\)](#) sowie [Zech \(1996\)](#) S. 127-141). Ich stelle dies unten in einem eigenen Kapitel ausführlich dar.

Für einige bei dem Verfahren wesentliche Elemente wurde die Lernwirksamkeit untersucht (s. [Hattie \(2009\)](#)): Für Konzeptkarten wurde eine Effektstärke von $d=0,57$ festgestellt, während für vorstrukturierende Lernhilfen $d=0,41$ ermittelt wurde.

2.2 Ausgearbeitete Beispiele

Bei einem weiteren Lehrverfahren erhalten die Schülerinnen und Schüler ein Problem mit einer fertigen Lösung und sollen zu dieser Lösung Erklärungen ergänzen. Man spricht dabei von ausgearbeiteten Beispielen alias Worked Out Examples (s. Mayer (2003) S. 312-318 und Kirschner u. a. (2006)). Bei dem Verfahren wurde eine Effektstärke¹ von $d=0,57$ festgestellt (s. Hattie (2009)). Da die Schülerinnen und Schüler die fertige Lösung schriftlich erhalten, kann das Verfahren als aufgebend erarbeitend eingestuft werden.

2.3 Direkter Unterricht

Eine Gruppe von Lehrverfahren mit relativ vielen darbietenden Elementen ist die direkte Instruktion alias Direct Instruction (s. TheMcGrawhill (2012) und Farkota (2003)). Bei dieser Gruppe wurde eine Effektstärke von $d=0,59$ festgestellt (s. Hattie (2009)). Direkte Instruktion hat folgende Merkmale: Es werden praktikable Teillernziele umgesetzt. Es wird eine einfache und treffende Sprache verwendet. Zu lernende Fähigkeiten, Handlungsschritte und gedankliche Zwischenschritte werden vorgeführt. Es gibt praktische Übungen mit Hilfestellungen und Betreuung. Vielfache Beispiele und eine sorgsam geplante Sequenzierung begünstigen die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler. Das Neue wird in die bereits vorhandene kognitive Struktur integriert. Permanente Evaluationen machen den Lernfortschritt transparent.

2.4 Lehrerdemonstrationsversuch

Im Physikunterricht kann das Lehrerdemonstrationsexperiment als gehaltvolle Darbietung und wesentliches Lernmaterial eingesetzt werden (s. Mikelskis-Seifert u. Rabe (2007), S. 101 und Kircher u. a. (2001), S. 200).

2.5 Schülervorträge

Bei passenden Gelegenheiten kann man Schülerinnen und Schüler als Darbietende einsetzen. Sie lernen dann als Vortragende und Zuhörende. Hierfür können sich Referate und öffentliche Ausstellungen anbieten (s. Mikelskis-Seifert u. Rabe (2007)).

¹In umfangreichen Metanalysen wurden für ganze Lehrverfahren Effektstärken bis zu 0,61 festgestellt. Für einzelne unterrichtliche Maßnahmen wurden Effektstärken bis 1,48 ermittelt. Effektstärken unter 0,4 gelten als pädagogisch wenig bedeutsam (s. die entsprechende Fachsitzung oder Hattie (2009)).

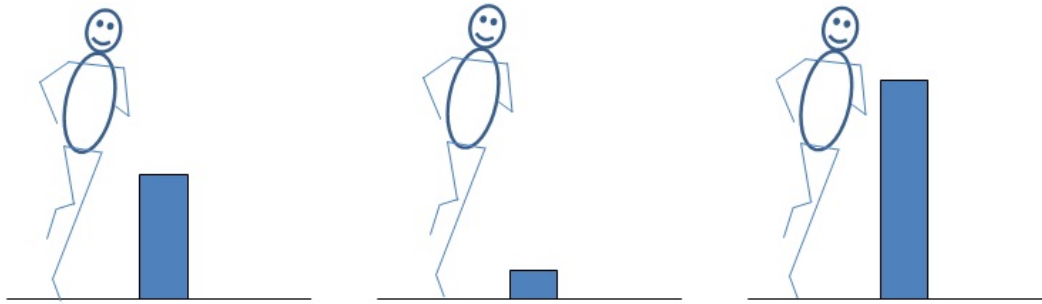


Abbildung 2: Lernbarrieren: Die SuS sollen die Lernbarriere relativ selbstständig überwinden können und diese zugleich als Herausforderung empfinden. In diesem Sinne ist die mittlere Barriere ungeeignet, bei der linken Barriere ist ein durch Schüler gesteuertes Lehrverfahren sinnvoll, während bei der rechten Barriere ein durch den Lehrer weitgehend gesteuertes Verfahren, beispielsweise ein darbietendes Lehrverfahren passt.

3 Bedingungen

3.1 Lernwirksamkeit

Die Forschung zeigt, dass sowohl durch Schüler gesteuerte Lernprozesse als auch durch Lehrer gesteuerte Lernprozesse wichtig sind (s. [Farkota \(2003\)](#), S. 288). Dies belegen auch die Metaanalysen zur Lernwirksamkeit. Unter den als Ganzes untersuchten Lehrverfahren liegen das Problemlösen mit der Effektstärke $d=0,61$ und die direkte Instruktion mit $d=0,59$ vorne und sind fast gleich wirksam (s. [Hattie \(2009\)](#)).

3.2 Passende Lernziele

Entscheidend ist, dass man für jedes Lernziel ein passendes Lehrverfahren auswählt: Wenn die Lerngruppe die Lernbarriere weitgehend eigenständig überwinden kann, dann ist das Problemlösen besonders gut geeignet. Anderenfalls bieten sich erarbeitende und darbietende Lehrverfahren an (s. [Abb. 2](#)).

Ein durch Schüler gesteuerter Lernprozess ist gerade bei höheren Lernzielen wie Reflexion und Argumentation günstig. Dagegen ist bei grundlegenden Lernzielen ein durch Lehrer gesteuerter Lernprozess besonders empfehlenswert (s. [Farkota \(2003\)](#), S. 289).



Abbildung 3: An der elektrischen Zahnbürste können die Schülerinnen und Schüler viel entdecken, auch beim darbietenden Lehrverfahren.

4 Konkret: Verfahren nach Ausubel

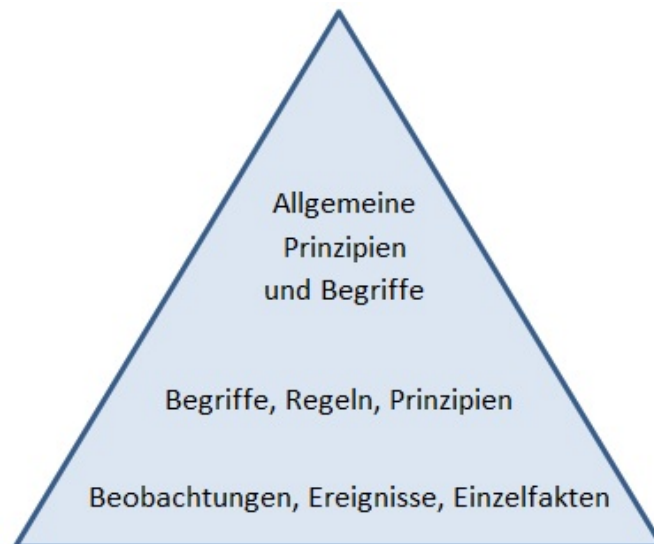


Abbildung 4: Ausubel stellt sich die kognitive Struktur als Pyramide vor.

4.1 Grundidee

Ausubel (s. [Ausubel \(1974a\)](#) und [Ausubel \(1974b\)](#) sowie [Zech \(1996\)](#) S. 127-141) strebt **kognitives Lernen** an (s. [Gudjons \(1997\)](#), S. 222). Dabei geht er von einer pyramidenartigen kognitiven Struktur aus (s. Abb. 4). Grundlegend sind einzelner Beobachtungen, Ereignisse oder Tatsachen. Diese werden zusammenfassend in Form von Begriffen, Regeln und Prinzipien

organisiert. Diese wiederum werden in allgemeineren Begriffen und Prinzipien zusammengefasst. Eine derartige kognitive Struktur kann man beispielsweise mit einer Konzeptkarte darstellen (s. Abb. 5); hier und im Folgenden stelle ich das Ausubels Verfahren am Beispiel einer Unterrichtsstunde zur kabellosen Übertragung elektrischer Energie in Klassenstufe 8 dar (s. Kurzentwurf).

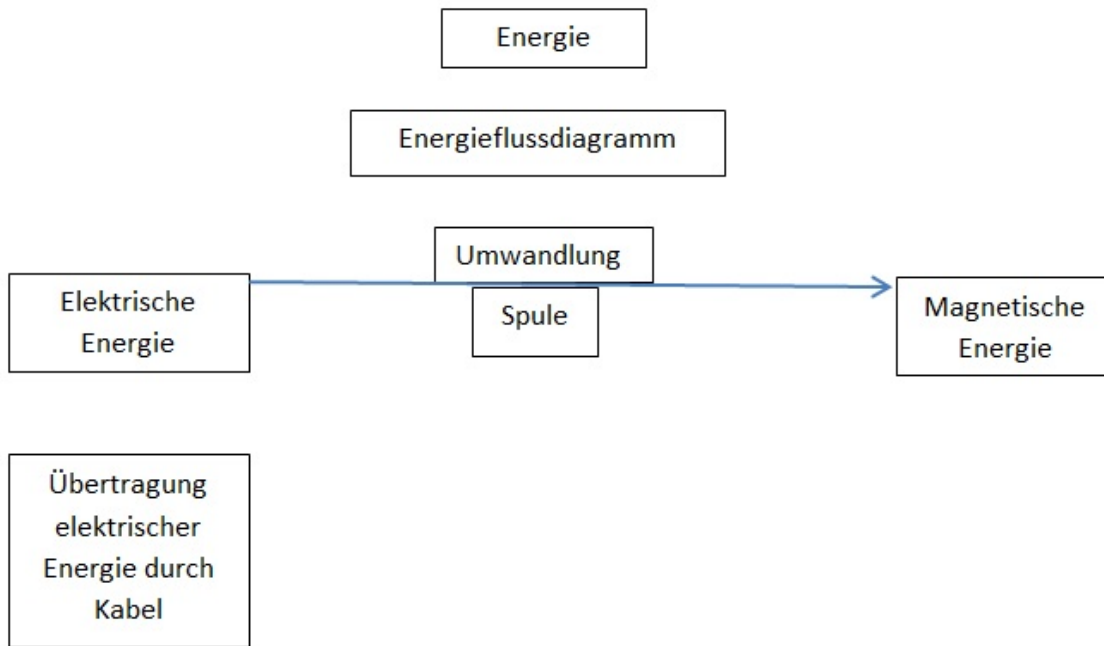


Abbildung 5: Die bereits bestehende kognitive Struktur der Beispielstunde wird als Konzeptkarte dargestellt.

Lernen besteht nach Ausubel darin, dass Elemente dieser kognitiven Struktur weiterentwickelt oder hinzugefügt werden. Ein derartiger Lernzuwachs kann als **Veränderung der kognitiven Struktur** dargestellt werden (s. Abb. 6).

4.2 Ausubels Lehrverfahren

Passend zu seiner Vorstellung der kognitiven Struktur und des Lernens schlägt Ausubel ein Lehrverfahren mit relativ konkret formulierten Schritten vor. Diese Schritte stelle ich im Folgenden vor und illustriere sie zugleich am Beispiel der Unterrichtsstunde zur kabellosen Übertragung elektrischer Energie (s. Kurzentwurf):

4.2.1 Verständniskern

Vorbereitend auf die Stunde wird der zu lernende Stoff mithilfe von Elementen der bereits bestehenden kognitiven Struktur formuliert. Im Beispiel kann das so formuliert werden: Die elektrische Zahnbürste nimmt ihre Energie mithilfe einer Spule auf, die eine Spannung erzeugt, wenn man ihr zeitlich veränderliche magnetische Energie zuführt. Die Formulierung soll den

Verständniskern mit sogenannten **Ankerbegriffen** mit der bereits bestehenden kognitiven Struktur vernetzen.

Die Formulierung soll den Verständniskern in ein **umfassendes Konzept alias Subsumming Concept** der bereits bestehenden kognitiven Struktur einbetten. In der Beispielstunde ist das umfassende Konzept die Übertragung von Energie.

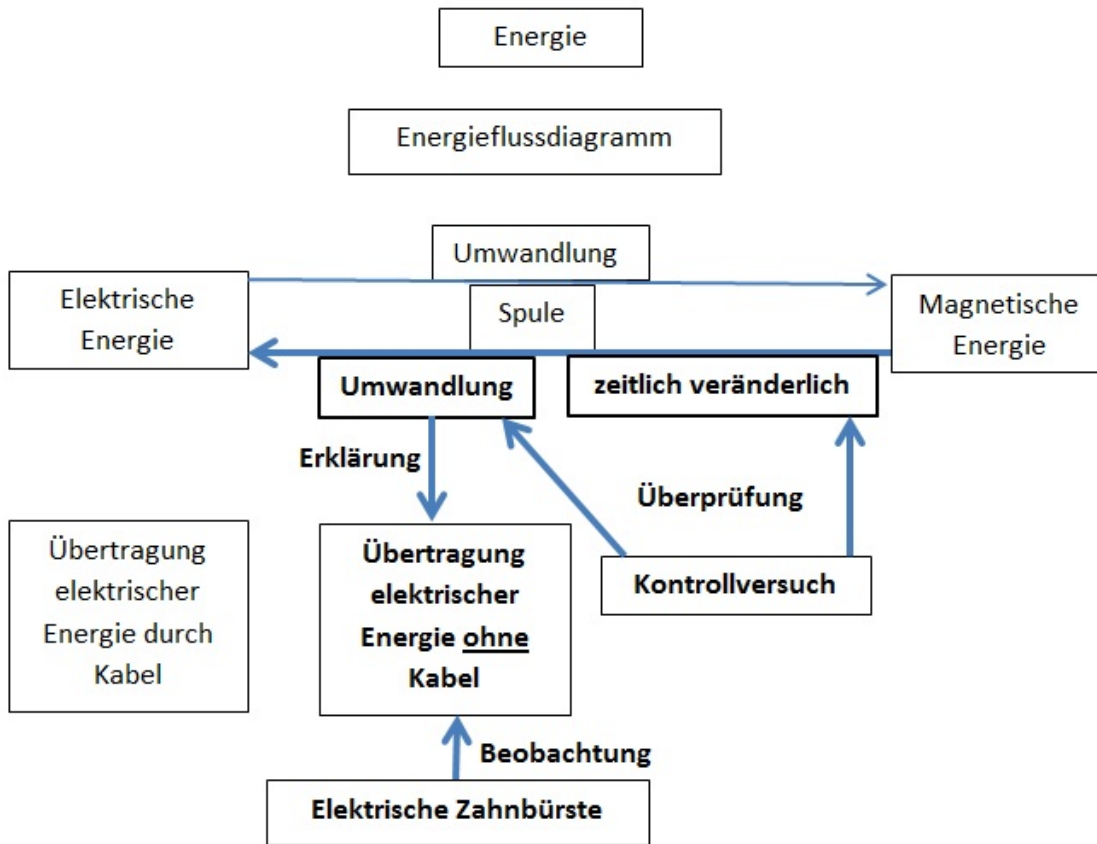


Abbildung 6: Die neue kognitive Struktur der Beispielstunde wird als Konzeptkarte dargestellt. Das Neue ist fett markiert. Die kognitive Struktur wird erkennbar ergänzt und verändert.

4.2.2 Vorstrukturierende Lernhilfen alias Advance Organizer

Zu Beginn der Stunde erhalten die Schülerinnen und Schüler vorstrukturierende Lernhilfen. Diese erfüllen die folgenden Aufgaben:

Zieltransparenz Sie erzeugen Zieltransparenz in Bezug auf das Lernziel der Stunde. In der Beispielstunde wird diese Zieltransparenz dadurch erzeugt, dass die Übertragung elektrischer Energie ohne ein Verbindungskabel am Beispiel der elektrischen Zahnbürste vorgestellt wird. So erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass dieses neuartige Verfahren bei der Energieübertragung in dieser Stunde erklärt werden soll.

Das Neue Die Advance Organizer verdeutlichen den wesentlichen Unterschied zwischen Bekanntem und Neuem. In der Beispielsstunde wird dies durch die Präsentation der elektrischen Zahnbürste geleistet. Dies geschieht hier simultan mit der Erzeugung der Zieltransparenz.

Subsuming Concept Die vorstrukturierenden Lernhilfen betten die Thematik in ein Subsuming Concept ein. In der betrachteten Unterrichtsstunde wird dies dadurch erreicht, dass bei der Präsentation der elektrischen Zahnbürste die Aufmerksamkeit auf die Energieübertragung fokussiert wird. Dies geschieht also simultan mit der Erzeugung der Zieltransparenz und der Bewusstmachung des Unterschieds zwischen Bekanntem und Neuem.

Ankerbegriffe Die Advance Organizer vernetzen die Thematik mithilfe von Ankerbegriffen mit der bereits bestehenden kognitiven Struktur. In der vorgestellten Stunde werden hier folgende wichtige Ankerbegriffe eingesetzt: Energie, elektrische Energie, elektrische Zahnbürste, Halterung der elektrischen Zahnbürste, Akkumulator der elektrischen Zahnbürste, Energieübertragung, Energieflussdiagramm.

4.2.3 Progressive Differenzierung

Nachdem die Schülerinnen und Schüler die vorstrukturierenden Lernhilfen erhalten haben und so an ihre bereits bestehende kognitive Struktur anknüpfen konnten, wird der eigentliche Lernzuwachs angestrebt. Hierzu werden die erinnerten allgemeinen Subsuming Concepts durch neue spezielle Inhalte ausdifferenziert. In der Beispielsstunde geschieht das wie folgt:

Beobachtung des Lernmaterials Zunächst werden die Zahnbürste und ihre Halterung geöffnet, um nachzusehen, durch welche (speziellen) Bauteile die interessierende Energieübertragung erfolgt. Dabei entdecken die Schülerinnen und Schüler die beiden Spulen.

Vermutung eines Prinzips Durch die Entdeckung dieser Spulen erinnern sich die Schülerinnen und Schüler an die bereits bekannte stromdurchflossene Spule und vermuten, dass (die spezielle) magnetische Energie in die elektrische Zahnbürste strömt und von der Spule in elektrische Energie umgewandelt wird.

Überprüfung des Prinzips Zur Überprüfung dieser Vermutung wird ein (spezielles) Kontrollexperiment durchgeführt.

Durch diese drei speziellen Ausdifferenzierungen haben die Schüler das Neue erkannt.

4.2.4 Integrative Verbindung

Nachdem die Schüler das Neue mithilfe ihrer bereits bestehenden kognitiven Struktur erkannt haben, wird dieses Neue bewusst in die kognitive Struktur eingefügt:

Allgemeines Idee Man formuliert eine allgemeine Idee. So wird das Neue leicht verallgemeinerbar gemacht und einer Untergeneralisierung entgegengewirkt. In der Beispielstunde ist die allgemeine Idee das entdeckte Prinzip und dieses wird formuliert: Magnetische Energie kommt in die elektrische Zahnbürste. Die Spule wandelt das Magnetfeld in elektrische Spannung.

Abgrenzung Zusätzlich zur allgemeinen Idee wird eine Abgrenzung formuliert. Das wirkt einer Übergeneralisierung entgegen. In der betrachteten Unterrichtsstunde wird bei der bisherigen Formulierung ergänzt: Die Spule wandelt das veränderliche Magnetfeld in elektrische Spannung.

4.3 Schüleraktivität

Für die Lernwirksamkeit des Unterrichts ist eine anspruchsvolle Schüleraktivität wichtig (s. [Hattie \(2009\)](#)). Diese kann begleitend oder anschließend an die Darbietung stattfinden (s. [Mikelskis-Seifert u. Rabe \(2007\)](#), S. 105). In der Beispielstunde machen sich die Schülerinnen und Schüler die Aufgaben der beiden Spulen in der elektrischen Zahnbürste und in deren Halterung im Rahmen einer Gruppenarbeit bewusst und erstellen eine Formulierung.

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH8f3

Thema der Unterrichtseinheit: Elektrizitätslehre

... Entdeckung der Übertragung magnetischer Energie in eine Spule

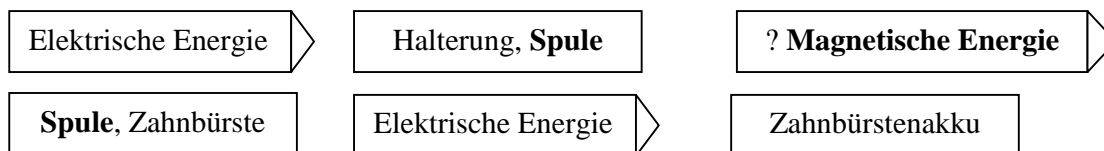
SLZ: Die SuS sollen die Übertragung magnetischer Energie in eine Spule am Beispiel der elektrischen Zahnbürste erläutern können.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
LV: Energieflussdiagramm, magnetische Energie	Erläutern, Skizzieren
LV: Spannung und Stromstärke	Erläutern, Messen
LV: von Strom durchflossene Spule	Erläutern, Herstellen, Anwenden
TLZ: Energieflussdiagramm zur elektrischen Zahnbürste	Erläutern, Skizzieren, Deuten
TLZ: Frage nach dem Energietransport	Erläutern
TLZ: Umwandlung von magnetischer in elektrische Energie mit einer Spule bei Wechselspannung	Erläutern

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Darbietend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Einstieg:</u> elektrische Zahnbürste	Beschreiben	LSG
8	<u>Fragestellung:</u> Leitfrage	Entwickeln	LSG
15	<u>Advance Organizer:</u> Energieflussdiagramm, Schwierigkeit	Skizzieren, Formulieren	PA, SV
20	<u>Progressive Differenzierung:</u> Spulen in der Bürste und der Halterung	Vorführen, der Ergänzen im Energieflussdiagramm (fett)	LV
30	<u>Überprüfung:</u> Kontrollversuch	Vorführen	LV
38	<u>Integrative Verbindung:</u> Spulen	Erkennen der Aufgaben	GA
42	<u>Sicherung:</u> s. TA	TA	SV
45	<u>Konsolidierung:</u> Ähnliche Versuche	HA, Arbeitsblatt	EA

Wie kommt die Energie in die elektrische Zahnbürste?



Schwierigkeit: Es geht kein Kabel zur Zahnbürste.

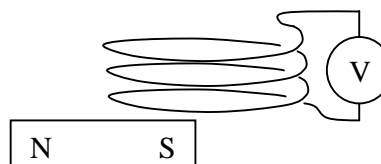
Beobachtung: In der Zahnbürste und in der Halterung ist je eine Spule.

Vermutung: Magnetismus kann elektrische Energie in eine Spule bringen.

Kontrollversuch:

Durchführung: Wir bewegen den Magneten.

Beobachtung: Es entsteht eine Spannung.

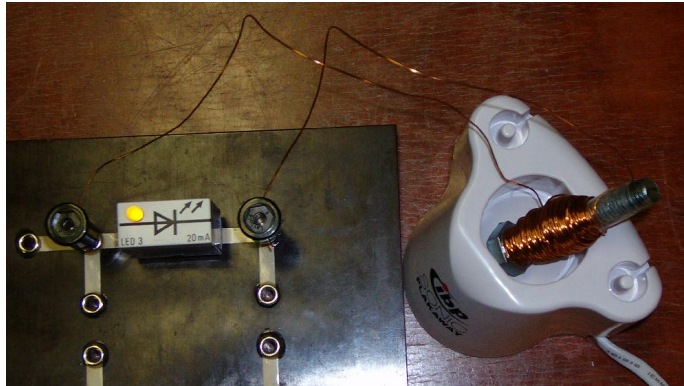


Ergebnis: Magnetische Energie kommt in die elektrische Zahnbürste.

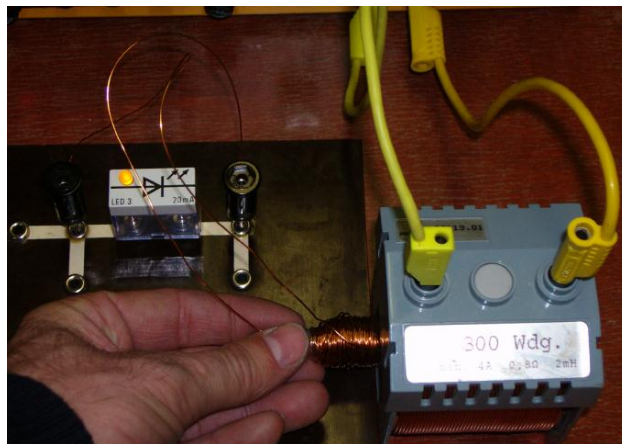
Die Aufgaben der beiden Spulen:

Die Spule in der Halterung wird von Wechselstrom durchflossen und erzeugt so veränderliches Magnetfeld.

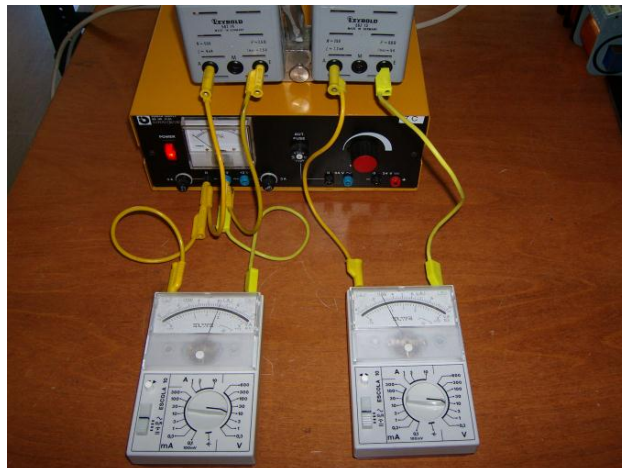
Die Spule in der Zahnbürste wandelt das veränderliche Magnetfeld in eine elektrische Spannung.



- 1) Die Halterung der elektrischen Zahnbürste ist an eine Steckdose angeschlossen. Ein LED ist mit den Enden einer von Schülern gewickelte Spule verbunden und leuchtet. Beschreibe und erkläre den fotografierten Versuch.



- 2) Durch die große Spule fließt Wechselstrom. Beschreibe und erkläre den fotografierten Versuch.



- 3) Durch die linke Spule fließt Wechselstrom. Beschreibe und erkläre den fotografierten Versuch.

5 Qualitätsmerkmale

Guter darbietender Physikunterricht erfüllt die folgenden Kriterien (s. [Mikelskis-Seifert u. Rabe \(2007\)](#) und [Kircher u. a. \(2001\)](#)):

1. Das Thema ist für die Schülerinnen und Schüler bedeutsam.
2. Die Darbietung knüpft an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an.
3. Die Elementarisierung ist für die Lerngruppe gut geeignet.
4. Der Unterricht ist gut gegliedert.
5. Die eigentliche Darbietung ist zeitlich begrenzt.
6. Die Darbietung ist spannend.
7. Die Schülerinnen und Schüler können der gesamten Darbietung folgen.
8. Neben der symbolischen werden auch die ikonische und die enaktive Darstellungsebene (nach Bruner, s. z. B. [Zech \(1996\)](#) S. 104) angeregt.
9. Die Darbietung führt zu einer gedanklichen Aktivierung der Schülerinnen und Schüler.
10. Es wird eine anspruchsvolle Schüleraktivität angeregt.
11. Die Schüler erhalten Gelegenheiten Wissen zu konstruieren.
12. Das neu Gelernte wird mit der kognitiven Struktur der Schülerinnen und Schüler vernetzt.

6 Aufgaben

1. Nennen Sie für die Beispielstunde die Ankerbegriffe, welche den Verständniskern mit der bereits bestehenden kognitiven Struktur vernetzen.
2. Erklären Sie mithilfe des Kerncurriculums, weshalb sich bei der Beispielstunde das darbietende Verfahren eher anbietet als das Problemlösen.
3. Entwerfen Sie zu dem Stundenlernziel des Beispiels eine Unterrichtsstunde mit dem problemlösenden Verfahren. Nehmen Sie die dazu wichtigen Lernvoraussetzungen der Lerngruppe.
4. Entwerfen Sie eine Unterrichtsstunde zur Einführung des Transformators mit dem darbietenden Verfahren.
5. Analysieren Sie, in wieweit die Beispielstunde die Qualitätskriterien erfüllt.

7 Zusammenfassung

Sie haben hier das darbietende Lehrverfahren nach Ausubel am Beispiel einer Physikstunde in großem Detail kennen gelernt. Sie haben erfahren, unter welchen Umständen und nach welchen Qualitätskriterien man darbietend unterrichtet. Ich wünsche Ihnen, dass Sie Ihre Schülerinnen und Schüler stets im passende Moment mit wunderbaren Darbietungen begeistern, anregen und zur Weiterentwicklung ihrer kognitiven Struktur stimulieren.

Literatur

- [Ausubel 1974a] AUSUBEL, David: *Psychologie des Unterrichts*. Bd. 1. Weinheim : Beltz Verlag, 1974
- [Ausubel 1974b] AUSUBEL, David: *Psychologie des Unterrichts*. Bd. 2. Weinheim : Beltz Verlag, 1974
- [Farkota 2003] FARKOTA, Rhonda M.: *The Effects of a 15 Minute Direct Instruction Intervention in the Regular Mathematics Class on Students's Mathematical Self-Efficacy and Achievement.*, Monash University, Diss., 2003
- [Gudjons 1997] GUDJONS, Herbert: *Pädagogisches Grundwissen*. 5. Bad Heilbrunn : Klinkhardt Verlag, 1997
- [Hattie 2009] HATTIE, John: *Visible Learning*. London : Taylor and Francis Ltd, 2009
- [Kircher u. a. 2001] KIRCHER, Ernst ; GIRWIDZ, Raimund ; HÄUSSLER, Peter: *Physikdidaktik*. 2. Berlin : Springer, 2001
- [Kirschner u. a. 2006] KIRSCHNER, Paul A. ; SWELLER, John ; CLARK, Richard E.: Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. In: *Educational Psychologist* 41 (2006), S. 75–86
- [Mayer 2003] MAYER, Richard: *Learning and Instruction*. 1. New Jersey : Merrill Prentice Hall, 2003
- [Mikelskis-Seifert u. Rabe 2007] MIKELSKIS-SEIFERT, Silke ; RABE, Thorid: Der darbietende Unterricht. In: MIKELSKIS-SEIFERT, Silke (Hrsg.) ; RABE, Thorid (Hrsg.): *Physik Methodik*. Berlin : Cornelsen Skriptor, 2007
- [TheMcGrawhill 2012] THEMCGRAWHILL, Companies: *Direct Instruction Methodology*. Download 2012. www.mheonline.com/assets/sra_download/LanguageforLearning2008/MoreInfo/DI_Method_2008.pdf. Version: 2012
- [Zech 1996] ZECH, Friedrich: *Grundkurs Mathematikdidaktik*. 8. Weinheim : Beltz Verlag, 1996