

Fachdidaktik Physik: 1.1.5. Guter Physikunterricht

Hans-Otto Carmesin

Gymnasium Athenaeum Stade, Studienseminar Stade

Hans-Otto.Carmesin@t-online.de

16. März 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Merkmale für guten Unterricht nach Brophy	2
3	Merkmale für guten Unterricht nach Meyer	4
4	Merkmale für guten Physikunterricht	6
5	Material	9
6	Zusammenfassung	10



Abbildung 1: Die Frage nach Merkmalen für guten Unterricht bewegt die ganze Welt, z. B. auch die Unesco, die UN-Education-Science-Culture-Organisation [Brophy \(1999\)](#).

1 Einleitung

Guter Unterricht soll bestimmt drei Fragen überzeugend beantworten:

- Was soll gelernt werden?
- Wozu sollen diese Schülerinnen und Schüler das lernen?
- Wie soll gelernt werden?

Auf die erste Frage bieten die Curricula und die Fachwissenschaften viele Grundlagen einer Antwort. Die zweite Frage wird teils von Studien über Interessen und Vorstellungen von Schülern beantwortet, sie muss aber immer in Bezug zur aktuellen Lerngruppe individuell beantwortet werden. Die dritte Frage wird teils von Studien zur Lernwirksamkeit (s. [Marzano \(1998\)](#), [Häußler u. a. \(1998\)](#), [Hattie \(2009\)](#)) geklärt, sie muss aber auch immer in Bezug zum Lernziel und zur aktuellen Lerngruppe spezifisch beantwortet werden.

Merkmale für guten Unterricht bieten zudem durch empirische Studien motivierte Ratgeber aus aller Welt [Brophy \(1999\)](#); [Duit u. Wodzinski \(2006\)](#); [Meyer \(2003\)](#). Mit diesen Merkmalen wollen wir im Folgenden eine Doppelstunde analysieren.

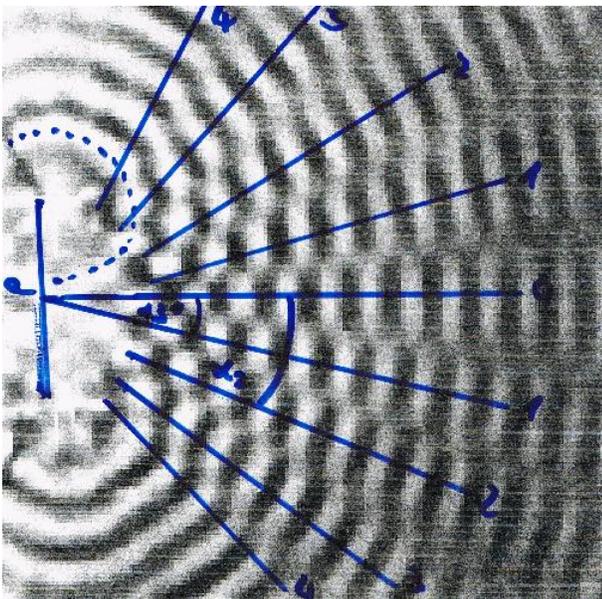


Abbildung 2: Gesamtkonzept:
Zur Vernetzung mit dem Vorunterricht und zur Vorentlastung der Stunde bearbeiteten die SuS eine vorbereitende Hausaufgabe. Sie analysierten die Beugung zweier punktförmiger Erreger von Wasserwellen.

2 Merkmale für guten Unterricht nach Brophy

Jere Brophy [Brophy \(1999\)](#) formulierte¹ auf der Basis empirischer Untersuchungen und theoretischer Überlegungen 12 Merkmale für guten Unterricht:

¹Ich nutze eine Übersetzung von Gerhard Eikenbusch und seinem Leistungskurs Erziehungswissenschaften 13/1 [Eikenbusch \(2002\)](#).

-
1. Ein unterstützendes Klassenklima: Schüler lernen am besten in intakten und rücksichtsvollen Lerngemeinschaften.
 2. Gelegenheit zu lernen: Schüler lernen mehr, wenn der überwiegende Teil der Unterrichtszeit für lehrplanbezogene Aktivitäten verwendet wird und wenn die Klassenführung betont, dass Schüler sich auf lehrplanbezogene Aktivitäten konzentrieren sollen.
 3. Ausrichtung des Lehrplans: Alle Bestandteile des Lehrplans sind auf ein stimmiges Gesamtkonzept hin ausgerichtet, mit dem die Unterrichtsziele und Unterrichtszwecke erreicht werden können.
 4. Die Herstellung von Lern-Orientierungen: Lehrer können Schüler auf das Lernen vorbereiten, indem sie vorab eine Ausgangsorientierung bieten, die erklärt, welche Ergebnisse erreicht und welche Lernstrategien angewendet werden sollen.
 5. Stimmige und zusammenhängende Unterrichtsinhalte: Um sinnvolles Lernen und Behalten zu ermöglichen, werden die Inhalte deutlich erklärt. Dabei wird besonders eingegangen auf ihre Struktur und ihren inneren Zusammenhang.
 6. Sinnhafte Unterrichtsgespräche: Fragen sind so angelegt, dass sie bei Schülern eine längere, strukturierte themenbezogene Beschäftigung/Auseinandersetzung auslösen.
 7. Schaffung von Übungs- und Anwendungsmöglichkeiten: Schüler brauchen genügend Möglichkeiten, um das, was sie gelernt haben, zu üben und anzuwenden, und um ihre Leistung nach einer Rückmeldung zu verbessern.
 8. Das Interesse der Schüler an Aufgaben unterstützen: Lehrer geben Schülern alle notwendige Hilfe und Unterstützung für eine produktive Beteiligung am Lernen in der Schule.
 9. Die Vermittlung von Lernstrategien: Lehrer zeigen und vermitteln den Schülern Lern- und Arbeitsstrategien.
 10. Kooperatives Lernen: Schüler profitieren oft vom Arbeiten zu zweit oder in kleinen Gruppen, um Verständigung aufzubauen oder sich gegenseitig zu Fähigkeiten zu verhelfen.
 11. Lernzielorientierte Leistungsbewertung: Die Lehrer nutzen eine Vielfalt formeller und informeller Beurteilungsverfahren, um zu überprüfen, ob die Schüler die Lernziele erreichen.
 12. Formulierung von Lernerwartungen: Lehrer formulieren angemessene Erwartungen an Lernergebnisse und verfolgen auch, ob diese Lernergebnisse erreicht werden.



Abbildung 3: Blue Disc:
Ein sinnhaftes Unterrichtsgespräch wurde durch das Zeigen einer Blue Disc angeregt. Die SuS wussten, dass diese durch blaues Licht abgetastet wird.

3 Merkmale für guten Unterricht nach Meyer

Hilbert Meyer Meyer (2003) formulierte auf der Basis empirischer Untersuchungen und theoretischer Überlegungen 10 Merkmale für guten Unterricht:

1. Klare Strukturierung des Lehr- und Lernprozesses
2. Intensive Nutzung der Lernzeit
3. Stimmigkeit der Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen
4. Methodenvielfalt
5. Intelligentes Üben
6. Individuelles Fördern
7. Lernförderliches Unterrichtsklima
8. Sinnstiftende Unterrichtsgespräche
9. Schülerfeedback
10. Klare Leistungserwartungen und -kontrollen

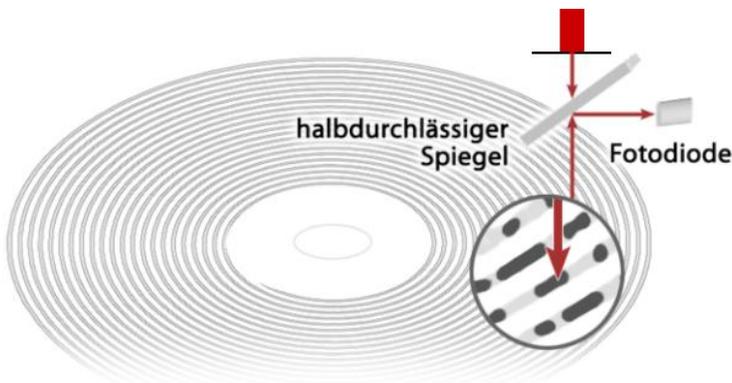


Abbildung 4: Blue Disc:
Anhand dieser Darstellung des Abtastprozesses entwickelten die SuS die zielführende Vermutung, dass blaues Licht eine kürzere Wellenlänge hat als rotes.

Licht durchquert eine Öffnung, trifft eine Markierung und wird erfasst.

CD: Rotes Licht, 1 GB

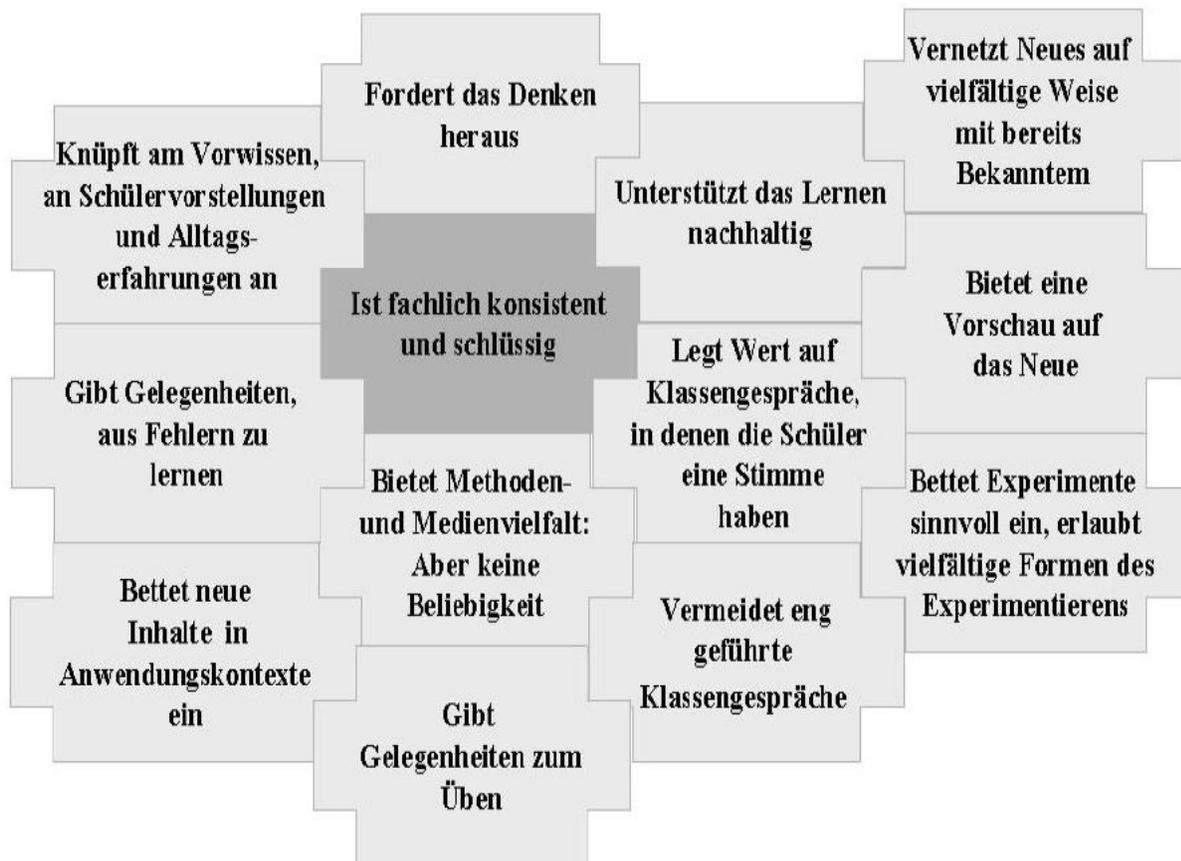


Abbildung 5: Merkmale für guten Physikunterricht.

4 Merkmale für guten Physikunterricht

Reinders Duit und Christoph Wodzinski [Duit u. Wodzinski \(2006\)](#) formulierten auf der Basis empirischer Videostudien und theoretischer Überlegungen 13 Merkmale für guten Physikunterricht, s. [Abb. 5](#).

Kurzentwurf für eine Physikstunde

Athenaeum

PH EN 11

Thema der Unterrichtseinheit: Wellen

Einführung von Seilwellen beim Kontrabass
 Entdeckung der Proportionalität von Wellenlänge und Periodendauer
 Entdeckung der Ausbreitungsgeschwindigkeit
 Entdeckung der laufenden Welle und Einführung der Wellengleichung
 Entdeckung der Überlagerung von Wellen
 Entdeckung der Entstehung stehender Wellen als Überlagerung
 Entdeckung der Beugung von Wasserwellen
 Einführung des Huygens'schen Prinzips
 Entdeckung der Beugung am Doppelspalt

Entdeckung der Beugung von Licht**Didaktik:** Stundenlernziel: Die SuS können die Beugung von Licht experimentell begründen.

Inhaltliche Aspekte	Verhaltensaspekte dazu
Lernvoraussetzung: Überwiegend radiale Wellenstrahlen hinter einer Öffnung mit $d < \lambda$	Beschreiben, Zeichnen
Lernvoraussetzung: Überwiegend parallele Wellenstrahlen hinter einer Öffnung mit $d > \lambda$	Beschreiben, Zeichnen
Lernvoraussetzung: Huygens'sches Prinzip	Anwenden
Lernvoraussetzung: Beugung am Doppelspalt, $\sin \alpha = n \cdot \lambda / d$	Beschreiben, Erläutern, Berechnen
TLZ: Welleneigenschaft von Licht	Vermuten
TLZ: Doppelspaltversuch mit Licht	Planen, Durchführen, Auswerten
TLZ: Hohe Speicherkapazität der BD	Erklären

Methodik: Dominantes Lehrverfahren: Problemlösend

Zeit	Didaktische Erläuterungen	Methodische Erläuterungen	Sozialform
5	<u>Hinführung:</u> Besprechung der HA	OHP	LSG
10	<u>Problemstellung:</u> CD/BD, Ablesen didaktisch reduziert	OHP, Leitfrage entwickeln	LSG
20	<u>Analyse:</u> Grund	Vermuten, Versuch Planen	MG/LSG
45	<u>Lösung:</u> Versuch	Durchführen, Auswerten themendifferenziert	GA
60	<u>Sicherung:</u> s.u.	SV am OHP, Rückkopplung, Reflexion	SV
	<u>Festigung:</u> AB	Üben	EA/PA

Kurze Reflexion nach der Stunde:

- Die Besprechung der HA rief allen die Grundlagen der Beugung am Doppelspalt ins Gedächtnis, siehe Folie.
- Ich zeigte als stummen Impuls die Blue Disc, daraufhin entwickelten die SuS mehr als genügend Ideen und Pläne, welche die gesamte Doppelstunde trugen.
- Die SuS gelangten mit Hilfe der Folie zu den wesentlichen Vermutungen, s. TA. Zudem wollten sie die Beugung hinter einem Einzelspalt untersuchen.
- Die SuS experimentierten themendifferenziert am Einzel- und Doppelspalt und erzielten aussagekräftige sowie zielführende Ergebnisse, die sie auf Folien sicherten, s. Sicherungsfolien.
- Abschließend reflektierten die SuS das Vorgehen und den Bezug zur Realität und schlugen sogar vor, dass eine violette Disc noch mehr Daten speichern könnte.

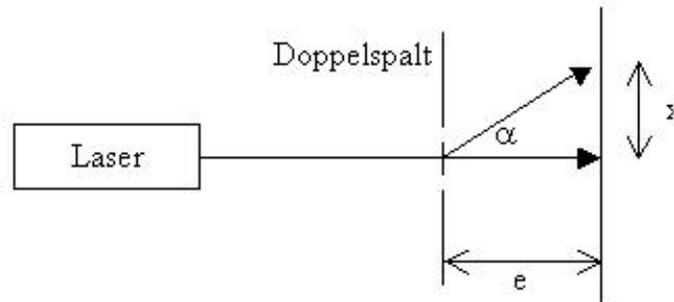
Abbildung 6: Kurzentwurf zur Entdeckung der Beugung von Licht.

- Geplanter TA

Warum speichert die Blue-Ray-Disc viel mehr Daten als die CD?

Vermutungen: Blaues Licht kann kleinere Markierungen treffen.
Licht ist wie eine Welle.
Rotes Licht wird hinter einer Öffnung stärker gebeugt als blaues.
Rotes Licht hat eine größere Wellenlänge als blaues.

Versuchsskizze:



Beobachtung: Hinter einem Doppelspalt bildet Licht ein Wellenmuster.

Ergebnisse: Licht wird gebeugt wie eine Welle.

Die BD hat eine höhere Speicherkapazität als die CD, weil das blaue Licht eine kürzere Wellenlänge hat als das rote Licht.

Geplante Folie:

Messwerte: $e = 2 \text{ m}$; $d = 0,4 \text{ mm}$

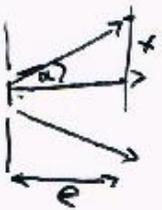
Blau: $x_{30} = 62 \text{ mm}$ \rightarrow $\alpha = \arctan(x/e) = 1,776^\circ$; $\lambda = d \cdot \sin(\alpha)/n = 413 \text{ nm}$

Grün: $x_{30} = 81 \text{ mm}$ \rightarrow $\alpha = \arctan(x/e) = 2,319^\circ$; $\lambda = d \cdot \sin(\alpha)/n = 539 \text{ nm}$

Rot: $x_5 = 18 \text{ mm}$ \rightarrow $\alpha = \arctan(x/e) = 0,5156^\circ$; $\lambda = d \cdot \sin(\alpha)/n = 720 \text{ nm}$

Abbildung 7: Kurzentwurf: Geplanter Tafelanschrieb und geplante Folie.

Versuch 1
rotes Licht



$x = 0,3 \text{ cm}$
 $e = 200 \text{ cm}$
 $d = 0,04 \text{ cm}$

$\tan \alpha = \frac{x}{e}$
 $\tan \alpha = \frac{0,003 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 0,0015$
 $\alpha = 91^\circ$

$\sin(\alpha_n) \cdot \frac{d}{n} = \lambda$
 $\sin(0,01) \cdot \frac{0,0004}{1} = \lambda \text{ [m]}$
 $6,98 \cdot 10^{-7} = \lambda \text{ [m]} \rightarrow \lambda = 698 \text{ nm}$

Abbildung 8: Lösungsfolie zum Doppelspaltversuch mit rotem Licht.

5 Material

1. Stellen Sie fest, wie die 12 Merkmale nach J. Brophy in der Doppelstunde zur Entdeckung der Beugung von Licht realisiert sind.
2. Stellen Sie fest, wie die 10 Merkmale nach H. Meyer in der Doppelstunde zur Entdeckung der Beugung von Licht realisiert sind.
3. Stellen Sie fest, wie die 13 Merkmale nach R. Duit und C. Wodzinski in der Doppelstunde zur Entdeckung der Beugung von Licht realisiert sind.
4. Vergleichen Sie die Merkmale nach J. Brophy mit denen nach H. Meyer.
5. Vergleichen Sie die Merkmale nach J. Brophy mit denen nach R. Duit und C. Wodzinski.
6. Vergleichen Sie die Merkmale nach H. Meyer mit denen nach R. Duit und C. Wodzinski.
7. Stellen Sie fest, wie die 12 Merkmale nach J. Brophy in Ihrer letzten Unterrichtsstunde realisiert sind.
8. Stellen Sie fest, wie die 10 Merkmale nach H. Meyer in Ihrer letzten Unterrichtsstunde realisiert sind.
9. Stellen Sie fest, wie die 13 Merkmale nach R. Duit und C. Wodzinski in Ihrer letzten Unterrichtsstunde realisiert sind.

$$\begin{aligned}
 d &= 0,4 \text{ mm} & \tan \alpha &= \frac{x}{e} \\
 e &= 5 \text{ mm} \hat{=} 0,005 \text{ m} \\
 e &= 2 \text{ mm} \\
 \text{2. Ordnung} \\
 \tan^{-1} \left(\frac{0,005 \text{ m}}{2 \text{ m}} \right) &= 0,14^\circ \\
 \sin(\alpha_n) &= \frac{n \cdot \lambda}{d} \\
 \frac{\sin(\alpha_n) \cdot d}{n} &= \lambda \\
 \frac{\sin(0,14^\circ) \cdot 0,0004 \text{ m}}{2} &= 4,88 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\
 &\hat{=} 488 \text{ nm}
 \end{aligned}$$

Abbildung 9: Lösungsfolie zum Doppelspaltversuch mit blauem Licht.

6 Zusammenfassung

Mit Hilfe empirischer Methoden wurden weltweit Listen von Merkmalen für guten Unterricht entwickelt. Diese stimmen in vielen wesentlichen Punkten weitgehend überein. Demnach scheinen wesentliche Merkmale von gutem Unterricht universell zu sein.

Sie können den Bestand an Unterricht mithilfe dieser Merkmale gut analysieren, reflektieren, weiterentwickeln und optimieren. So können Sie die universellen Merkmale für guten Unterricht bei Ihrer Unterrichtsplanung und -vorbereitung konkret nutzen. Ich wünsche Ihnen, dass Ihr Unterricht so im Laufe der Zeit Klasse wird und Weltklasse erreicht.

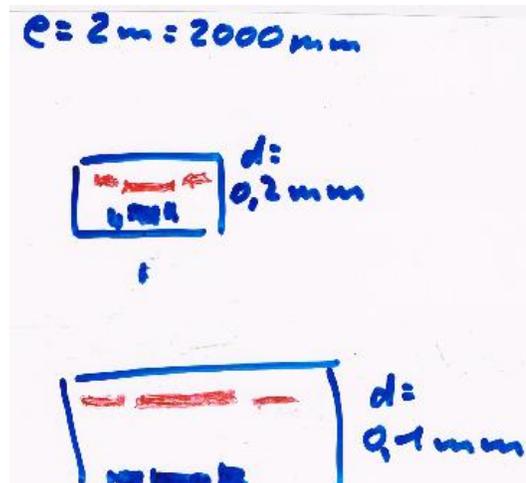


Abbildung 10: Lösungsfolie zum Einfachspaltversuch: Rotes Licht → Oberstes und drittoberstes Beugungsmuster. Blaues Licht → Zweitoberstes und viertoberstes Beugungsmuster.

Literatur

- [Brophy 1999] BROPHY, Jere: *Teaching*. Lausanne : UNESCO Educational Practices Series - 1 - International Bureau of Education - IBE, 1999
- [Duit u. Wodzinski 2006] DUIT, Reinders ; WODZINSKI, Christoph: *Merkmale guten Physikunterrichts*. Piko-Brief Nr. 10, 2006
- [Eikenbusch 2002] EIKENBUSCH, Gerhard: *Gelingensbedingungen von Lernprozessen*. Material im Rahmen der Lehrerfortbildungsmaßnahme des Landes Nordrhein-Westfalen Schulprogramm und Evaluation, 2002
- [Hattie 2009] HATTIE, John: *Visible Learning*. London : Taylor and Francis Ltd, 2009
- [Häußler u. a. 1998] HÄUSSLER, Peter ; BÜNDER, Wolfgang ; DUIT, Reinders ; GRÄBER, Wolfgang ; MAYER, Jürgen: *Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel : IPN, 1998
- [Marzano 1998] MARZANO, Robert J.: *A Theory-Based Meta-Analysis of Research on Instruction*. Aurora, Colorado : Mid-continent Educational Laboratory, 1998 www.mcrel.org
- [Meyer 2003] MEYER, Hilbert: Merkmale guten Unterrichts. In: *Pädagogik* 10 (2003), S. 36–43