

Schritt für Schritt zur Lösung

Differenzierung durch Aufgaben mit gestuften Lernhilfen

Forscherguppe – Universität Kassel¹⁾

1	Interesse
2	individuelle Stärken
3	Leistungsfähigkeit
4	Vorwissen/Vorerfahrungen/Lernstand
5	verschiedene Verarbeitungsmodi
6	Lerntempo
7	Fähigkeit zum eigenständigen Arbeiten
8	sprachliche Fähigkeiten
9	mathematische Fähigkeiten

KLASSE:	8
SCHULFORM:	Haupt-/Realschule; Regelschule
ZEITUMFANG:	ca. 30 min
THEMA:	Kinematik, Teilthema gleichförmige Bewegung (Beispiel)
METHODEN:	differenzierte Unterstützung
DIFFERENZIERUNGS- BEREICH:	Unterstützung
WEITERE MATERIALIEN:	s. [10], [11] und S. 16–21; unter http://www.physik.uni-kassel.de/index.php?id=664

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen bezeichnen ein Aufgabenformat, bei dem die Lösung einer relativ komplexen Aufgabe durch schriftlich formulierte, aufeinanderfolgende Hilfen unterstützt wird. Die Lernenden können Zeitpunkt und Umfang der Nutzung der Hilfen selbst bestimmen. So kann die Unterstützung des Lernprozesses in gewissen Grenzen individuell angepasst werden. Dieses Aufgabenformat wurde von Leisen [1] entwickelt und hat insbesondere im Rahmen des SINUS-Programms Verbreitung gefunden ([2]–[6]).

Gegenwärtig wird in einem von der DFG geförderten Forschungsprojekt die Frage untersucht, inwieweit Aufgaben mit gestuften Lernhilfen geeignet sind, selbstständiges fachliches Lernen zu fördern und insbesondere fachlich weniger leistungsfähige Schülerinnen und Schüler bei der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu unterstützen.²⁾

Chancen von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen

In der Folge von TIMSS und PISA wurde die Reduktion der Komplexität natur-

wissenschaftlicher Problemstellungen durch stark vorstrukturierte Aufgaben und deren Bearbeitung in kleinen „Häppchen“ stark kritisiert. Mit dem Format der Aufgaben mit gestuften Lernhilfen ist es möglich, die Komplexität von Problemstellungen zumindest fallweise in gewissem Umfang zu erhalten. Die Aufrechterhaltung der Komplexität erscheint aus zwei Gründen sinnvoll:

- Sie fördert die Fähigkeit der Lernenden, sich im naturwissenschaftlichen Feld in der Weise zu orientieren, dass sie Erfahrungen damit machen, *welches Vorgehen für welche Art von Fragestellung sinnvoll und zielführend ist.*
- Die Auseinandersetzung mit komplexeren Fragestellungen unterstützt die *Strukturierungsfähigkeit beim Bearbeiten von Problemen.*

Differenzierung

Aufgaben mit gestuften Hilfen bieten insbesondere auch die Möglichkeit, den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Lernenden gerecht zu werden und Heterogenität abzufedern. So können leistungsstarke Schülerinnen und Schüler die gestellten Aufgaben oft ohne Benutzung der Hilfen bearbeiten, während leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler mittels der Hilfen und deren Impulsen enger geführt werden.

Nicht nur hinsichtlich der kognitiven Unterschiede, sondern auch entsprechend den motivationalen Lernvoraussetzungen können die Lernhilfen unterschiedlich genutzt werden. Lernängstliche Lernende können sich z. B. über die Hilfen vergewissern, inwieweit sie auf dem richtigen Weg sind. Insgesamt erfüllen die Lernhilfen damit in gewisser Weise die Forderung nach adaptiver Instruktion [7].

Unterstützung

Ein wichtiger Aspekt der Aufgaben mit gestuften Lernhilfen ist, dass Lernende bei Schwierigkeiten jederzeit Unterstützung erhalten können. Wie wichtig dies ist, haben Untersuchungen [8] gezeigt: „Ausstiege‘ aus den unterrichtlichen Zusammenhängen (treten) ganz besonders dann (auf), wenn die Schüler Misserfolge bei der Bearbeitung von Aufgaben innerhalb des Zeitfensters von 5 Minuten erleben.“ Wenn es gelingt, innerhalb dieses Zeitfensters Unterstützung anzubieten, können Ausstiege vermieden und Lernzeit besser genutzt werden.

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen lassen den Lernenden weitgehende Freiheit in der Art der Nutzung der Hilfen. Auch wenn das Ausmaß der Selbstbestimmung eher klein ist, ist deren Wirkung vermutlich nicht zu unterschätzen (s. [8]): „Schüler [erleben sich] auch in sehr engmaschig angelegten Aufgabenserien als autonom und selbstbestimmt, wenn das Anforderungsniveau gut zu ihren Denk- und Handlungsmöglichkeiten passt.“

Veränderung der Lehr-Lern-Kultur

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen bieten sich besonders für kooperatives Arbeiten an. Durch die gemeinsame Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Problemstellungen kann nicht nur das in der Regel anzutreffende Wissens- und Fähigkeitsgefälle positiv genutzt werden [9]. Die Kommunikation über Aufgaben und Hilfen kann zusätzlich die Elaboration und Weiterentwicklung von Vorstellungen unterstützen.

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen bieten den Vorteil, dass sie sich relativ leicht im Unterricht umsetzen lassen. Sie erfordern keine besonderen metho-

dischen Vorkenntnisse oder unterrichtsorganisatorischen Randbedingungen. Sie können jedoch dazu beitragen, dass Lehrkräfte ihre Rolle hin zum beobachtenden Lernbegleiter verändern.

Konstruktion und Bearbeitung von Aufgaben und Hilfen

Aufgabenkonstruktion

Für die Konstruktion von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen bieten sich besonders Aufgaben mit eindeutigem Lösungsweg an. Die Konstruktion der Hilfen kann sich dann an der Musterlösung orientieren (z.B. als Schritte auf dem Weg zur Musterlösung).

Hilfen können sowohl

- *lernstrategisch* ausgerichtet sein („Fertige eine Skizze an.“ „Welche Informationen kannst du für die Lösung verwenden?“) wie auch
- *inhaltliche* Inputs bereitstellen („Falls du vergessen hast, wie die Dichte definiert ist, lies im Schulbuch Seite x nach.“ „Um die Genauigkeit einer Wägung zu erhöhen, kann man mehrere Münzen gleichzeitig wiegen.“).

Bei der Konstruktion von Aufgaben und Hilfen ist es erforderlich, die Schwierigkeiten der Lernenden einzuschätzen und entsprechende Maßnahmen vorzuschlagen. Aus der Beobachtung, wie Lernende mit den Hilfen zurecht kommen, lassen sich wiederum wichtige Rückschlüsse zu den zuvor über Schwierigkeiten gemachten Annahmen ziehen.

Bearbeitung

Bei der Bearbeitung der Aufgaben sind Einzelarbeit, Partnerarbeit, aber auch Gruppenarbeit möglich.

Die Hilfen sollten für jede Gruppe am Tisch oder in mehrfacher Ausführung am Lehrerpult zur Verfügung stehen. Sie können immer dann in Anspruch genommen werden, wenn die Schülerinnen und Schüler mit ihren eigenen Überlegungen nicht mehr weiterkommen.

Wichtig ist, dass das Aufblättern der Lösungen zu den Hilfen mit einer kleinen Hürde versehen ist:

- Eine einfache Möglichkeit ist, die Hilfen auf DIN-A4-Papier zu drucken, zu falten und das Auffalten der Lösung durch Verschließen mit einer Büroklammer zu erschweren. **Abbildung 1**

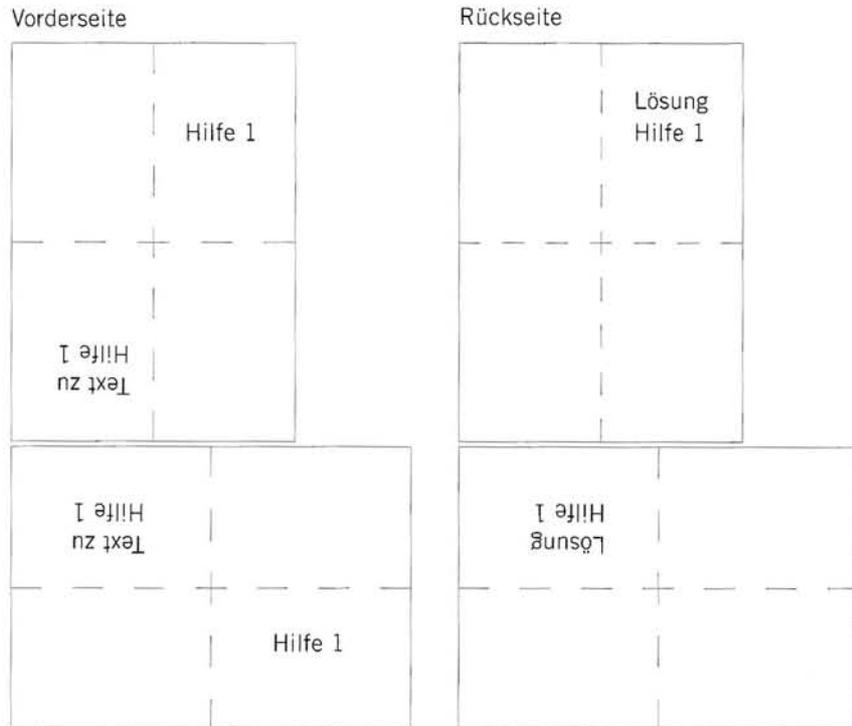


Abb. 1: Vorlagen zum Bedrucken der „Hilfekärtchen“ im DIN-A4-Hoch- oder -Querformat

zeigt, wie der Text in diesem Fall (durch mehrmaliges Einlegen in den Drucker) gedruckt werden muss.

- Hilfen und Lösungen können auf zwei getrennte Karten gedruckt werden, die an getrennten Orten abgelegt oder mit einem Klettverschluss (Meterwaare) zusammengeklebt werden.

Es ist auch möglich, Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades mit den zugehörigen Hilfekarten in unterschiedlichen Farben anzubieten.

Erfahrungen

In verschiedenen Voruntersuchungen wurden sowohl in Interviewsituationen als auch im regulären Unterricht Aufgaben mit gestuften Lernhilfen eingesetzt. Die Akzeptanz aufseiten der Lernenden erwies sich als groß. Insbesondere lernschwache Schülerinnen und Schüler äußerten ein deutliches Kompetenzerleben nach der Bearbeitung der Aufgaben, selbst dann, wenn sie alle Hilfen in Anspruch nehmen mussten.

Äußerungen der Schülerinnen und Schüler deuten zudem darauf hin, dass es mit diesem Aufgabentyp gelingt, Lern- und Leistungssituationen zu trennen: In mehreren Rückmeldungen betonten die befragten Schülerinnen und Schüler, dass sie das eigenständige Heranziehen von Hilfen als wesentlich angenehmer wahrnahmen, als sich in vergleichbaren

Situationen der Lehrkraft gegenüber als hilfebedürftig zu „outen“.

Die Konzeption von Aufgaben dieses Formats ist jedoch mit mehreren Schwierigkeiten verbunden: In Workshops mit Lehrkräften zeigte sich, dass es nicht ganz einfach ist, angemessene Lernhilfen ausgehend von der Denkweise der Lernenden zu formulieren und nicht vom Ergebnis ausgehend. Dennoch ist selbst bei Aufgaben, deren Hilfen auf den ersten Blick noch nicht optimal sind, gut zu erkennen, dass Schülerinnen und Schüler mit großem Engagement und mit Freude mit diesem Format arbeiten.

Beispiele

Komplexes System von Hilfekärtchen

Im **Kasten 1** ist ein Aufgabenbeispiel aus den laufenden Erprobungen für die Klassenstufe 8 wiedergegeben. Die Aufgabe wird durch 5 Hilfen ergänzt. Jede Hilfe besteht aus einer Aufforderung zum Nachdenken oder einer Frage sowie der Lösung dazu. Einige der Hilfen sind eher lernstrategischer Art (Hilfen 1, 2 und 5), andere dagegen eher inhaltliche Impulse. Als Zusatzaufgabe können die Schülerinnen und Schüler weitere Aufgaben dieses Typs erfinden.

Einfacher strukturierte Hilfen

In Erprobungen hat sich gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler in die Art

Wie man mit Pferd eine Straße sicher überquert

▼ AUFGABE

Tanja muss ihr Pferd über eine 5 m breite Straße führen. Damit sie sicher die Straße überqueren kann, müssen die heranfahrenden Autos weit genug weg sein. Aber was genau heißt „weit genug weg“?

Nimm an, dass sie mit Pferd 1 m/s gehen kann und das Auto mit 50 km/h fährt.

Wie weit muss das Auto dann mindestens entfernt sein, damit sie sicher an der anderen Straßenseite ankommt?

HILFE

3

Wie lange dauert es, bis Tanja und das Pferd sicher an der anderen Straßenseite angekommen sind? Welche Strecke hat das Auto in dieser Zeit zurückgelegt?

LÖSUNG

3

Um 5 m zurückzulegen, benötigt Tanja 5 s. Das Auto hat in dieser Zeit eine Strecke von etwa 70 m zurückgelegt. Wenn ihr einen anderen Wert herausbekommen habt, schaut in **Hilfe 4** nach.

HILFE

1

Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten.

Klärt dabei miteinander, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch nicht klar ist.

LÖSUNG

1

Zum Beispiel:

„Wir sollen herausfinden, wie weit ein fahrendes Auto weg sein muss, damit Tanja mit dem Pferd in langsamem Tempo die Straße sicher überqueren kann.“

HILFE

4

Für die Lösung der Aufgabe müsst ihr wissen, wie man $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ umrechnet. Probiert zuerst selbst, es euch noch einmal herzuleiten. Schaut evtl. im Heft nach. Eine Antwort findet ihr auch auf der Rückseite.

LÖSUNG

4

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}$$

Um km/h in m/s umzurechnen, muss man den Zahlenwert durch 3,6 teilen.

Merkregel:

Von den großen zu den kleinen Einheiten:

Durch 3,6 teilen.

HILFE

2

Macht euch eine Skizze, in der ihr Tanjas Weg über die Straße und den Weg des Autos grob skizziert.

HILFE

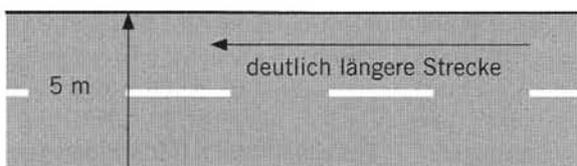
5

Schaut noch einmal, was ihr jetzt alles wisst. Könnt ihr die Aufgabe nun beantworten?

Überlegt noch einmal, ob auch das Pferd bei eurer Rechnung wirklich sicher ankommt.

LÖSUNG

2



LÖSUNG

5

Genaugenommen muss auch das Hinterteil des Pferdes noch über die Straße kommen. Statt der 5 m sind also eher 7 m zu rechnen. Die Strecke, die das Auto in dieser Zeit zurücklegt, beträgt etwa 97 m. Das Auto sollte also etwa 100 m entfernt sein.

des Umgangs mit den Hilfen eingeführt werden müssen. Es ist deshalb ratsam, zunächst mit wenigen Hilfen zu beginnen, um den Umgang mit den Hilfen zu üben.

Ein Beispiel eines einfacheren Typs von Hilfen, der sich bei traditionellen Berechnungsaufgaben relativ leicht umsetzen lässt, findet sich in **Kasten 2**. Diese Aufgabe wurde von Holger Wegerich von der Staatlichen Regelschule „Am Nationalpark Hainich“ in Weberstedt konstruiert.

Gestufte Hilfen zu Experimenten

Beispiele für die Unterstützung von Schülerexperimenten durch schriftlich formulierte Hilfen finden sich auf den Seiten der Physikdidaktik in München <http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/> unter „Schülerversuche“. Die Anleitungen und Hilfen entstanden im Rahmen der Dissertation von Martin Hopf.

Anmerkungen

- 1) Die Leitung des DFG-Projektes liegt bei Martin Hänze, Lutz Stäudel und Rita Wodzinski (alle Universität Kassel). Als Mitarbeiter sind im Projekt involviert: Gudrun Franke-Braun, Florian Schmidt-Weigand und Simone Blum (ebenfalls alle Universität Kassel).
- 2) Das Projekt ist eingebettet in die Arbeit einer

interdisziplinären Forschergruppe an der Universität Kassel, die sich unter dem Titel „Lehren – Lernen – Literacy“ empirischen Forschungen zu kognitiv anspruchsvollem fachlichen Lernen widmet.

Literatur

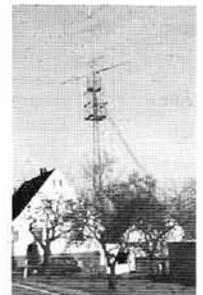
- [1] Leisen, J.: Methodenhandbuch Deutschsprachiger Fachunterricht DFU. Bonn: Varus, 1999.
- [2] Herbst, R.: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Erfahrungen mit den Modulen 1 und 2 im Gymnasium. In: Unterricht Physik 10 (1999), Heft 54, S. 266–267.
- [3] Freiman, T.: Bientanz. Abgestufte Lernhilfen unterstützen die Individualisierung. In: Friedrich Jahresheft „Aufgaben“. Seelze: Friedrich, 2003, S. 96–99.
- [4] Hammer, C.: Eigenständiges Lösen von Aufgaben. In: Unterricht Physik 13 (2002), Heft 67, S. 16–17.
- [5] Freiman, T.; Schlieker, V.; Habelitz-Tkotz, W.; Veith, B.: Abgestufte Lernhilfen. In: Unterricht Chemie 12 (2001), Heft 64/65, S. 160–167.
- [6] Goldmann, J.; Leisen, J.: Abgestufte Lernhilfen. In: Unterricht Physik 14 (2003), Heft 75/76, S. 124–125.
- [7] Weinert, F.: Psychologie des Lernens und der Instruktion. Göttingen: Hogrefe, 1996.
- [8] Aufschnaiter, C. v.; Aufschnaiter, S. v.: Eine neue Aufgabekultur für den Physikunterricht. In: MNU 54 (2001), Heft 7, S. 409–416.
- [9] Vygotski, L. S.: Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [10] Forschergruppe Kassel: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. In: Lernchancen 6 (2004), Heft 42, S. 38–43.
- [11] Forschergruppe Kassel: Heureka! Komplexe Aufgaben und gestufte Hilfen, damit alle etwas verstehen. In: Friedrich Jahresheft „Fördern und Diagnostizieren“. Seelze: Friedrich, 2006, S. 84–88.

AUFGABEN 2

Stahlseil

▼ **AUFGABE**

Das Halteseil einer Antennenanlage besteht aus Stahl. Im Sommer bei einer Temperatur von 25 °C ist dieses Seil 35,8m lang. Um wie viele Millimeter kürzer wird das Seil im Winter bei einer Temperatur von –20 °C sein? Gib zuerst eine Schätzung ab und berechne dann.



HILFE	1	HILFE	3
Notiere, welche Werte gegeben sind und was gesucht ist. Wenn du zusätzliche Werte benötigst, schau in deinen Aufzeichnungen oder im Schulbuch nach.		Hier findest du noch einmal alle Werte, die du brauchst, um die Aufgabe zu lösen. Gegeben: linearer Ausdehnungskoeffizient: $\alpha_{\text{Stahl}} = 0,000012 \text{ K}^{-1}$ Anfangslänge: $l_0 = 35,8 \text{ m} = 35800 \text{ mm}$ Temperaturdifferenz: $\Delta\vartheta = 25 \text{ °C} - (-20 \text{ °C})$ $\Delta\vartheta = 45 \text{ K}$ Gesucht: Δl in m	
HILFE	2	HILFE	4
Für diese Aufgabe benötigst du die Gleichung zur Berechnung der Längenänderung. Du findest die Gleichung im Schulbuch auf Seite x. Beachte: In die Gleichung geht die Temperaturdifferenz ein.		$\Delta l = \alpha_{\text{Stahl}} \cdot l_0 \cdot \Delta\vartheta$ $\Delta l = 0,000012 \text{ K}^{-1} \cdot 35800 \text{ mm} \cdot 45 \text{ K}$ $\Delta l = 19,33 \text{ mm}$ $\Delta l \approx 1,9 \text{ cm}$	



Liebe Leserin, lieber Leser,

Differenzierung ist ohne Zweifel eine der großen Herausforderungen modernen Unterrichts – auch im Fach Physik. Ein Umdenken weg von einem Unterricht für alle hin zu einem Unterricht, der der Individualität der Lernenden stärker Rechnung trägt, hat in den Grundschulen bereits vor einigen Jahren begonnen und setzt sich in den weiterführenden Schulen ebenfalls langsam durch.

Mit diesem Themenheft wollen wir Möglichkeiten zeigen, sich dem Thema Differenzierung speziell im Physikunterricht zu nähern. Sie werden dabei entdecken, dass das Thema Differenzierung zahlreiche Querverbindungen zu anderen Themen aufweist, mit denen sich die Zeitschrift in den vergangenen Jahren beschäftigt hat.

Wie bei allen Veränderungen gilt auch bei der Differenzierung: Es fällt leichter, wenn man die Dinge gemeinsam in die Hand nimmt. In diesem Sinne hoffen wir, dass unsere Anregungen bei Ihnen und auch bei den Kolleginnen und Kollegen Ihrer Schule auf fruchtbaren Boden fallen werden.

Ihre

Rita Wodzinski
Ch. Wodzinski

R.H.

Naturwissenschaften im

Unterricht Physik

Heft 99/100, Juli 2007,
18. Jahrgang

DIFFERENZIERUNG

Herausgeber: Prof. Dr. Rita Wodzinski, Kassel;
Dr. Christoph T. Wodzinski, Kiel;
Ralph Hepp, Erfurt

BASISARTIKEL

Rita und Christoph T. Wodzinski. Unterschiede zwischen Schülern – Unterschiede im Unterricht? Guten Physikunterricht für alle Schülerinnen und Schüler gestalten	4
Christoph T. und Rita Wodzinski Ansätze für Differenzierung im Physikunterricht Diagnose von Differenzen und mögliche Konsequenzen für den Unterricht	10

UNTERRICHTSPRAXIS

AUFGABEN VERÄNDERN

Rita Wodzinski Varianten Aufgaben für Differenzierung umarbeiten	16
Tanja Tajmel Sprachliche und kulturelle Diversität im Physikunterricht	22
Martin Henze $E = mc^2$: Herleitung im „Expertenkongress“ Binnendifferenzierung nach mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten in der gymnasialen Oberstufe	26
Siegfried Bresler Mit Kompetenzrastern Unterricht planen und bewerten Erfahrungen aus einer Unterrichtssequenz zum Thema „Wolkenbildung“ in einer 9. Realschulklasse	32
Forschergruppe – Universität Kassel Schritt für Schritt zur Lösung Differenzierung durch Aufgaben mit gestuften Lernhilfen	42

UNTERRICHT ÖFFNEN

Clemens Krietemeyer, Herbert Wild und Christoph T. Wodzinski Das Zimmermodell Differenzierung im Unterricht zur Elektrizität in Klasse 7	46
Juliane Mänken Anregungen aus der Grundschule Differenzierung im Sachunterricht	50
Frauke Arndt und Katrin Szolak Physik nach der Grundschule Heterogene Lerngruppen in Unterstufen-AGs	54
Ralph Hepp Selbstbestimmter lernen Themenplanarbeit im Grundkurs Physik	59
Ralph Hepp Vielfalt in Projekten Differenzierung durch interessenbezogene Gruppenarbeit	63

LEISTUNGEN BEURTEILEN

Christoph T. Wodzinski Differenzierte Leistungsbewertung Grundlegende Informationen und praktische Vorschläge	70
--	----

MAGAZIN

INFORMATIONEN	Bernd Heepmann Der Stirlingmotor – ein ganz besonderer Energiewandler	78
AUFGABEN	Martin Volkmer Energien bei Änderung des Aggregatzustandes	80
VERSUCHSKARTEI	Martin Volkmer Nachweis der ausströmenden Luft beim Befüllen einer leeren Flasche mit Wasser Ermittlung der Resonanzfrequenz bei einem Federschwinger	83 83

Impressum 85

Kurzfassungen und Jahresregister

unter: www.unterricht-physik.de