

robiologe *Gerhard Roth* [4], der ausdrücklich dem Frontalunterricht den wesentlich höheren Wirkungsgrad zuspricht. Aus seiner Erfahrung aus vielen Hospitationen folgert *Roth* zudem, dass vom Gruppenunterricht die Schwächeren am wenigsten profitieren!

Und auch die für die deutsche Bildungslandschaft verstörende *Hattie-Studie* [5] macht ja auf die überlegene Effektivität des auf die jeweilige Schülergruppe genau zugeschnittenen (!), klar strukturierten Frontalunterrichts aufmerksam. Dabei negiert sie die wichtige ergänzende Rolle der schülerorientierten Arbeitsformen im Rahmen eines ausgewogenen Methodenmix aber nicht.

Insofern: Der Stein der Weisen für „den richtigen Unterricht“ ist auch im Jahre 2013 noch nicht gefunden, auch wenn es man-

che glauben. Und die Binnendifferenzierung in den weiterführenden Schulen bleibt insbesondere in den besonders heterogenen Gesamtschulen eine Herausforderung für die Zukunft. Ob sie mit den bisherigen Methoden wirklich in effektiver Weise und nachhaltig gelingt, sollte in Zukunft viel kritischer hinterfragt und untersucht werden. ■

Diese Arbeit entstand im Rahmen meiner Mitarbeit beim Projekt „Heterogenität konkret“ (Heko) des MBWWK des Landes Rheinland-Pfalz.

#### Literatur

- [1] KMK (2004): *Bildungsstandards im Fach Physik*. Luchterhand München – Neuwied  
 [2] Bauer, J. (2010), S. 39 ff: *Lob der Schule –*

*Sieben Perspektiven für Schüler, Lehrer und Eltern*. Heyne-Verlag München.

[3] Spitzer, M. (2002), S. 66 u.a.: *Lernen – Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Spektrum-Verlag Heidelberg - Berlin.

[4] Roth, G. (2011), S. 296 ff: *Bildung braucht Persönlichkeit – Wie Lernen gelingt*. Klett-Cotta, Stuttgart.

[5] Hattie, John A. C. (2009): *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge London & New York.

[6] Wodzinski, R (2013): *Lernen mit gestuften Hilfen*. *Physik-Journal* 12 Nr 3.

#### Anschrift des Verfassers

Dr. Christian Fruböse, Fachleiter Physik am Studienseminar für Gymnasien in Trier, Christophstraße 1, 54290 Trier  
 E-mail: cfrubose@yahoo.de

# Das kann ich jetzt besser

Physik-Fachmethodentraining mit Selbsteinschätzungen und Selbstlernmaterial

## F. Karsten

„Die Frequenz beträgt ungefähr  $5 \cdot 10^{-4}$  mega Ampher“. Diese Antwort eines Schülers in einer Physik Klausur (vgl. Abb. 1) ist auf den ersten Blick ein ganz normaler Fehler, der bei der korrigierenden Lehrkraft Schmunzeln und Kopfschütteln bewirkt. Auf den zweiten Blick zeigen sich jedoch drei interessante Teilfehler: eine falsche Schreibweise der Einheit, eine zur gesuchten Größe nicht passende Einheit und eine falsche Verwendung der wissenschaftlichen Schreibweise. Warum kommt es – selbst kurz vor dem Abitur – zu solch grundlegenden Fehlern und was kann man dagegen tun?

Ein Grund für solche Fehler liegt sicherlich in einer veränderten Unterrichtskultur: Um mehr Zeit für wichtige, aber häufig vernachlässigte Kompetenzen (wie z. B. Sprechen, Schreiben, Argumentieren, eigenständiges Experimentieren, Modellieren) zu haben, muss der Umfang und der Grad der Mathematisierung reduziert werden. Auch fehlt durch veränderte Rhythmisierung des Stundenplans oft Zeit zum Üben, Wiederholen und Trainieren von Fertigkeiten. Ein anderer Grund ist, dass bestimmte Fachme-

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

$$= \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{200 \text{ mH} \cdot 50 \text{ nF}}}$$

$$\approx 5 \cdot 10^{-4} \text{ mega Ampher}$$

Abb. 1: Aus einer Physik Klausur

thoden (insbesondere der Umgang mit Formeln, der Umgang mit Diagrammen und Rechenfertigkeiten) im Physikunterricht häufig nur implizit gelernt werden und nur selten – losgelöst von Inhalten – zum eigentlichen Unterrichtsgegenstand gemacht werden.

Das im folgenden vorgestellte Material [1] entstand beim Versuch, solche Fachmethoden explizit zum Thema zu machen, dabei Defizite zu entdecken und diese gezielt zu trainieren.

## 1 Konzeption

Als Klassenstufe wurde die Klasse 10 (G8) gewählt, da diese den Übergang zur Kursstufe markiert und wichtige Kenntnisse und Fertigkeiten für den Weg zum Abitur bereitstellt. Das Material sollte weitgehend inhaltsunabhängig sein und die Fachmethoden inhaltsübergreifend thematisieren.

Da insbesondere bei diesen mathematischeren Fachmethoden die Fertigkeiten sehr heterogen in der Klasse verteilt sind, wurden bei der Konzeption drei Aspekte

## Darf man die Messpunkte in einem Diagramm verbinden?



Abb. 2: Concept Cartoon zu Diagrammen

besonders berücksichtigt: Zu jedem Thema gibt es eine Aufgabensammlung, die der Kompetenzstandsanalyse dient. Die Schülerinnen und Schüler haben durch Ankreuzbögen die Möglichkeit, ihre Fähigkeiten und ihren Trainingsbedarf selbst einzuschätzen. Jedes Thema umfasst Selbstlernmaterial, das – teilweise anhand von Schulbüchern – individuell bearbeitet werden kann.

Das vorliegende Fachmethodentraining widmet sich den drei Themen

- Umgang mit Diagrammen,
  - Umgang mit Formeln,
  - Rechnen mit Größen und Formeln
- und kann unterschiedlich eingesetzt werden: So kann z. B. über die Klasse 10 verteilt eine Fachmethodenstunde pro Monat eingeplant werden. Oder es wird am Ende der Klasse 10 – als Vorbereitung auf die Kursstufe – ein Fachmethodenzirkel über zwei bis vier Wochen veranstaltet. Das Material kann auch als individuelles Fördermaterial verwendet werden, z. B. als Fachmethodenordner (vgl. Abschnitt 6) oder nach einer

Klassenarbeit für Schülerinnen und Schüler mit besonderen Schwierigkeiten in bestimmten Bereichen. Weitere Möglichkeiten sind ein selbstständiges Lernen in den Ferien vor Beginn der Kursstufe oder eine Kompetenzstandsanalyse zu Beginn der Kursstufe.

Das Fachmethodentraining lässt sich also folgendermaßen charakterisieren:

- inhaltsunabhängig und inhaltsübergreifend
- mit Kompetenzstandsanalyse und Selbsteinschätzung

- mit Selbstlernphase (teilweise mit Schulbüchern)
- unterschiedlich einsetzbar und individuell anpassbar

**2 Fachmethodentraining Diagramme**

Am Beispiel des Umgangs mit Diagrammen soll im Folgenden das Material näher vorgestellt werden:

- Concept Cartoon (zum Einstieg), Diagramme und Comics (zum Einstieg)
  - Selbsteinschätzungsbogen 1 (zu Beginn)
  - Aufgaben zur Selbsteinschätzung und Kompetenzstandsanalyse
  - Selbsteinschätzungsbogen 2 (zu den Aufgaben) und individuelle Beratung durch die Lehrkraft
  - Selbstlernmaterial (anhand von Schulbüchern)
  - Selbsteinschätzungsbogen 3 (nach der Selbstlernphase)
  - evtl. Wiederholung der Aufgaben und individuelle Beratung durch die Lehrkraft
- Der grundlegende Aufbau der anderen beiden Themen ist derselbe. Daher werden hierzu anschließend nur diejenigen Materialien vorgestellt, die sich vom ersten unterscheiden oder die dieses ergänzen.

**2.1 Concept Cartoon zum Einstieg**

Den Einstieg in das Training bildet ein Concept Cartoon, bei dem es um die Frage

geht, ob man Messpunkte in einem Diagramm verbinden darf (vgl. Abb. 2). Die Schülerinnen und Schüler setzen sich dabei mit vier Aussagen von Cartoon-Figuren auseinander, deren Antworten auf unterschiedlichen, physikalischen Konzepten und Fehlvorstellungen beruhen. Diese Auseinandersetzung kann in Kleingruppen, in der ganzen Klasse, aber auch alleine (dann am besten schriftlich) geschehen. Dabei kann die Lehrkraft Vorwissen und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler leicht erkennen und die weiteren Schritte entsprechend planen (siehe auch [6] in diesem Heft).

Das Layout des Cartoons ist von M. Kreymer [2] übernommen; dort und in [3] finden sich auch weitere Beispiele zum Einsatz von Concept Cartoons im Physikunterricht sowie eine Vorlage zur Erstellung eigener Concept Cartoons.

**2.2 Diagramme & Comics zum Einstieg**

Eine weitere, etwas offener gestaltete Möglichkeit, in das Thema einzusteigen, bietet eine Sammlung von physikalischen Diagrammen sowie Comics, in denen Diagramme eine Rolle spielen. Abbn. 3 und 4 zeigen solche Beispiele. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Diagramme jeweils in Worten beschreiben, die Achsenbeschriftungen beurteilen (in manchen Beispielen sind diese nämlich unphysikalisch

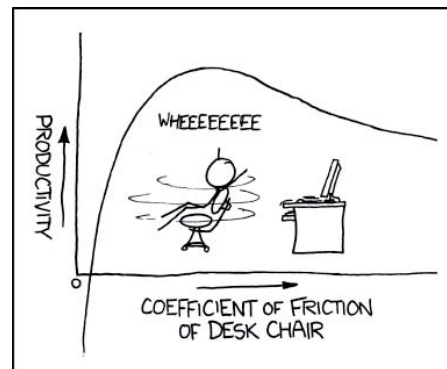


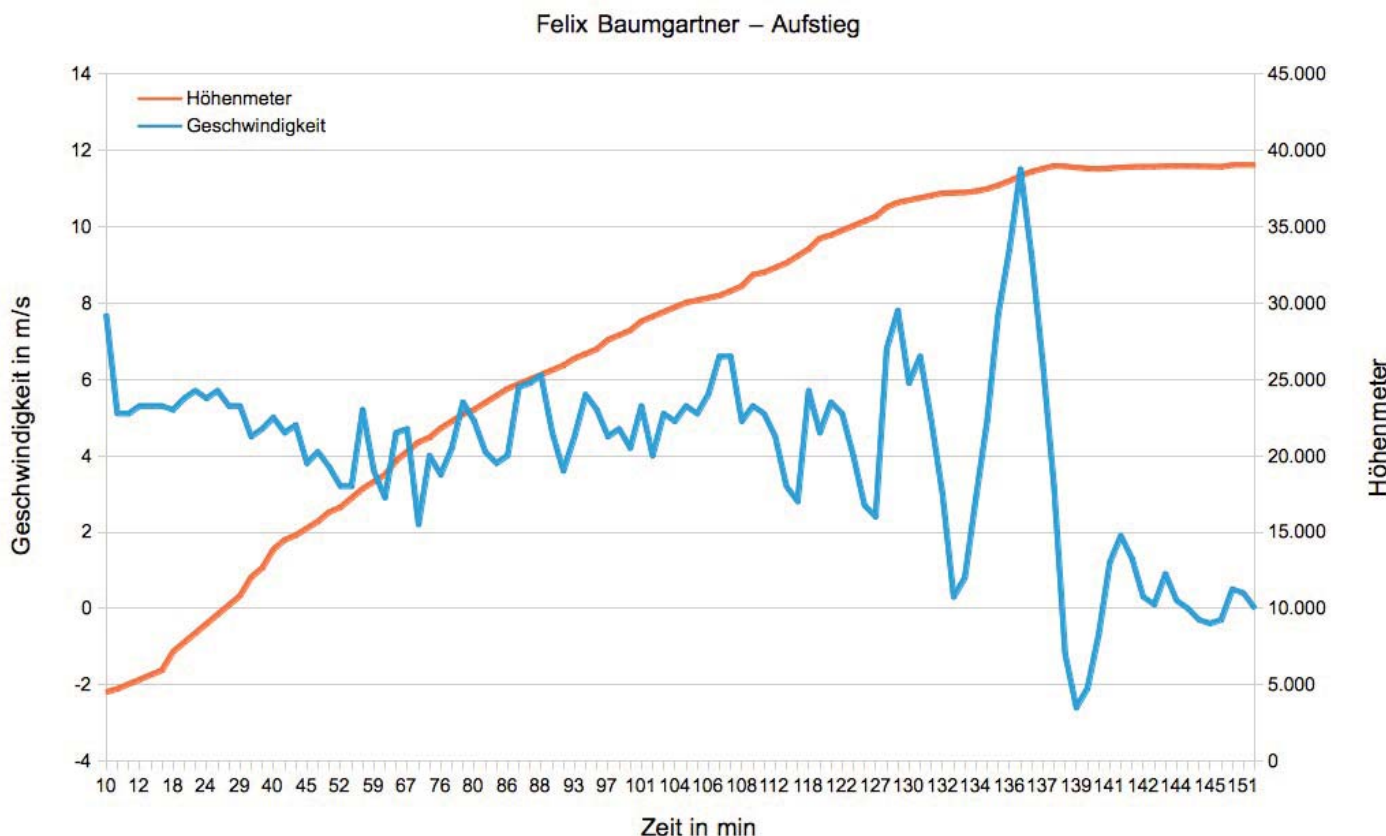
Abb. 3: Diagramm zur Bürostuhlrotation

oder fehlen sogar) und abschließend diskutieren, wie physikalisch die Diagramme jeweils sind.

Solche physikalischen und unphysikalischen Diagramme finden sich auch in Nachrichten, Zeitungen und technischen Anleitungen zuhauf. Allerdings wurde bei der Zusammenstellung des Materials darauf geachtet, dass alle verwendeten Quellen urheberrechtlich so frei sind, dass das gesamte Material unter einer Creative-Commons-Lizenz [4] veröffentlicht werden kann, damit alle Kolleginnen und Kollegen das Material anpassen und verbessern können.

Je nachdem, wie die Lehrkraft das Material verwendet, besteht natürlich auch die Möglichkeit, einzelne Diagramme auszuwählen oder in der Klasse so zu verteilen, dass jedes Beispiel von einer Gruppe disku-

Abb. 4: Diagramm zum Aufstieg von Felix Baumgartner am 14.10.12



## Umgang mit Diagrammen – Selbsteinschätzung 1

Kreuzen Sie an, wie Sie Ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten einschätzen (bitte ehrlich sein)!

Kompetenz: „Ich kann ...“	Das kann ich gut	Damit habe ich Probleme	Das kann ich nicht
Messwerte in ein Koordinatensystem eintragen			
in einem Diagramm eine Ausgleichskurve zeichnen			
ein Diagramm aus Messwerten zeichnen			
Diagramme miteinander vergleichen			
Messwerte aus Diagrammen ablesen			
den Verlauf von Diagrammen in Worten beschreiben			
unbekannte Diagramme mithilfe ihrer Achsenbeschriftung verstehen und in Worten beschreiben			
die Steigung eines Diagrammes mit der Änderungsrate der zugehörigen Größe in Verbindung bringen			
die Steigung eines Diagrammes zeichnerisch bestimmen			
die Steigung eines Diagrammes rechnerisch bestimmen			
die Steigung eines Diagrammes physikalisch interpretieren			
aus einem Diagramm erkennen, ob eine Proportionalität vorliegt			
aus Messwerten erkennen, ob eine Proportionalität vorliegt			
Bewegungsdiagramme ( $s-t$ , $v-t$ , und $a-t$ ) unterscheiden			
Eigenschaften von Bewegungsdiagrammen benennen			
zu gegebenen $s/v-t$ -Diagrammen passende $v/a/s$ -Diagramme zeichnen			
$U-I$ -Kennlinien in Worten beschreiben			
Eigenschaften von $U-I$ -Kennlinien benennen			

Abb. 5: Selbsteinschätzungsbogen zu Beginn

tiert und präsentiert wird. Das Ziel ist dabei stets, dass die Schülerinnen und Schüler über die Diagramme ins Gespräch kommen, und die Lehrkraft dabei Vorwissen und Fehlvorstellungen leicht erkennen kann. Darüber hinaus dienen insbesondere die Comics auch der Motivation für die kommenden Phasen.

### 2.3 Selbsteinschätzung und Kompetenzstandsanalyse

Nach Einstieg und Motivation folgt nun die erste Selbsteinschätzung mit anschließender, aufgabenbasierter Kompetenz-

standsanalyse. Die Schülerinnen und Schüler erhalten einen Selbsteinschätzungsbogen (weitere Beispiele auch in [3]), auf dem Kompetenzen in einer „Ich kann“-Formulierung aufgelistet sind (vgl. Abb. 5). Die Schülerinnen und Schüler sollen jeweils dahinter selbstständig (und ehrlich!) ankreuzen:

- „Das kann ich gut“
- „Damit habe ich Probleme“
- „Das kann ich nicht“

Zur Selbsteinschätzung gibt es keine formalen Kategorien; sie erfolgt ausschließ-

lich nach Gefühl, Erfahrung und Selbstvertrauen. Daher erfolgt an dieser Stelle auch keine Bewertung oder Beratung durch die Lehrkraft. Stattdessen erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Sammlung von zehn Aufgaben, die sie bearbeiten sollen (vgl. Abb. 6).

Die Aufgaben sind im Rahmen der Erstellung von Vergleichsarbeiten in Baden-Württemberg entstanden, decken verschiedene Fachgebiete ab, sind oft inhaltsunabhängig formuliert und haben eindeutige, leicht korrigierbare Lösungen.

Zu den Aufgaben gibt es auch ein Lö-



sungsblatt, das je nach Arbeitsweise und Grad der Selbstständigkeit unterschiedlich verwendet werden kann: Es kann den Schülerinnen und Schülern zur Selbstkontrolle direkt mit ausgeteilt werden, es kann im Klassenraum zentral ausgelegt werden, es kann aber auch als Basis für eine gegenseitige Korrektur der Schülerinnen und Schüler verwendet werden. Ein Korrigieren durch die Lehrkraft ist zwar möglich, würde aber dem Konzept der Selbstkontrolle und Selbstbewertung (vgl. [5]) widersprechen und wäre auch mit erheblichem Zeitaufwand verbunden.

Nach der Bearbeitung und Korrektur der Aufgaben sollen die Schülerinnen und Schüler einen zweiten Selbsteinschätzungsbogen bearbeiten (vgl. Abb. 7). Dieser listet nochmals alle Kompetenzen aus dem ersten Bogen auf. Daneben soll jeweils angegeben werden, bei welcher der Aufgaben (in diesem Beispiel Nummer 1 bis 10) die Kompetenz benötigt wurde. Die Schülerinnen und Schüler sollen dazu ein Plus eintragen, wenn die Kompetenz benötigt wurde, und sie diese auch konnten. Sie sollen ein Minus eintragen, wenn sie die Kompetenz zwar gebraucht hätten, diese aber nicht oder nur mit Schwierigkeiten konnten.

Der ausgefüllte Bogen gibt dann den Schülerinnen und Schülern selbst – aber auch der Lehrkraft – einen schnellen Überblick, was gut gekonnt wurde (viele Plus-Einträge in einer Zeile) und wo noch Probleme und Förderbedarf besteht (viele Minus-Einträge in einer Zeile).

An dieser Stelle bietet es sich für die Lehrkraft an, gegebenenfalls eine individuelle Beratung durchzuführen, um das weitere Vorgehen zu besprechen und Schwerpunkte beim Üben und Nacharbeiten festzulegen.

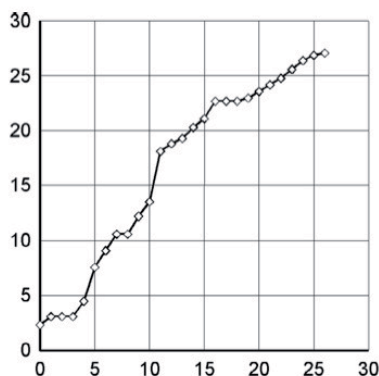
#### 2.4 Selbstlernmaterial

Die Selbstlernphase ist die längste und die am schwierigsten planbare. Ziel ist es, möglichst viele der Defizite auszugleichen, die durch die Aufgaben und Selbsteinschätzungen erkannt wurden. Abhängig von Zeit, Gruppengröße, Kompetenzstand und Arbeitsweise muss aus dem Material für alle oder für einzelne sinnvoll ausgewählt werden. Das Material ist dreigeteilt (vgl. Abb. 8):

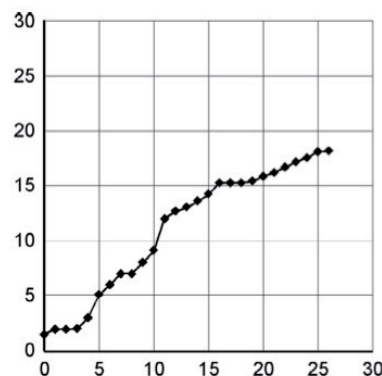
In einem ersten Schritt sollen Grundlagen wiederholt werden. Um den Kopieraufwand zu minimieren, wurden anhand von drei (in Baden-Württemberg eingeführten) Schulbüchern entsprechende Seiten ausgewählt. Diese Auswahl lässt sich jedoch mit vergleichsweise geringem Aufwand auf das

#### Aufgabe 10

Mit einem Computer-Messfassungssystem werden an einem – frei erfundenen – technischen Gerät zwei Messungen durchgeführt. Es werden jeweils in Abhängigkeit von der Zeit die – frei erfundenen – Eigenschaften Glibbrigkeit  $G$  und Fluffigkeit  $F$  gemessen. Die Diagramme sind unten abgebildet.



Glibbrigkeit  $G$  in Glibbs über der Zeit  $t$  in s



Fluffigkeit  $F$  in Fluffs über der Zeit  $t$  in s

a) Unter der Quatschigkeit  $Q$  versteht man den Quotienten aus der Glibbrigkeit  $G$  und der zugehörigen Fluffigkeit  $F$ :  $Q = \frac{G}{F}$ . Bestimmen Sie die Quatschigkeit bei einer Fluffigkeit von 12 Fluffs.

Quatschigkeit (mit Einheit): .....

b) Die Messungen legen die Vermutung nahe, dass Glibbrigkeit  $G$  und Fluffigkeit  $F$  zueinander proportional sind. Lässt sich diese Vermutung mit folgenden Aussagen begründen?

- Die Messwerte werden ein  $G$ - $F$ -Diagramm gezeichnet, dabei ergibt sich eine Ursprungsgerade.
- Die aus den Messwerten berechneten Quotienten  $\frac{G}{F}$  nehmen mit der Zeit  $t$  zu.
- Die aus den Messwerten berechneten Quotienten  $\frac{G}{F}$  werden über der Zeit  $t$  in ein Diagramm eingetragen, dabei ergibt sich eine Ursprungsgerade.
- Bei doppeltem  $G$  misst man ein doppeltes  $F$ , bei  $n$ -fachem  $G$  misst man ein  $n$ -faches  $F$ .

Abb. 6: Aufgabe zur Kompetenzstandsanalyse (Quelle: Entwurf einer Vergleichsarbeit in Baden-Württemberg)

jeweils verwendete Schulbuch anpassen. Wichtig ist die Angabe des Themas hinter der Seitenangabe, um auf den individuellen Förderbedarf eingehen zu können.

Im zweiten Schritt werden passende Aufgaben aus den Schulbüchern sowie aus dem Internet angeboten, anhand derer die jeweiligen Kompetenzen geübt und getestet werden können.

Der dritte Schritt besteht aus Erklärungsaufgaben, bei denen möglichst anhand von Skizzen oder Beispielen Fertigkeiten erläutert werden sollen. Die Fertigkeiten entsprechen denen auf dem Selbsteinschätzungsbogen.

Nach der Bearbeitung des Selbstlernmaterials sollen die Schülerinnen und Schüler nochmals einen Selbsteinschätzungsbogen (vgl. Abb. 9) ausfüllen, der dem ersten (vgl. Abb. 5) entspricht, sich jedoch in

den Formulierungen der Kompetenzen unterscheidet:

- „Das kann ich jetzt besser“
- „Damit habe ich immer noch Probleme“
- „Das kann ich immer noch nicht“

Zum Abschluss bietet sich an, die Aufgaben vom Anfang nochmals zu bearbeiten, den Concept Cartoon nochmals zu diskutieren oder einfach bei denjenigen Schülerinnen und Schülern, die „immer noch Probleme“ haben, weitere individuelle Beratung und Hilfe anzubieten – auch und gerade durch Schülerinnen und Schüler aus der Klasse, die die Fachmethoden besser beherrschen.

#### 3 Hintergrund der Konzeption

Es ist an dieser Stelle nicht möglich, alle pädagogischen und fachdidaktischen

## Umgang mit Diagrammen – Selbsteinschätzung 2

Tragen Sie mit „+“ und „-“ ein, welche Kompetenzen (Fähigkeiten und Fertigkeiten) Sie bei den Aufgaben benötigt haben.

„+“ bedeutet: „Das konnte ich bei der Aufgabe gut“.

„-“ bedeutet: „Damit hatte ich bei der Aufgabe noch Schwierigkeiten“.

Kompetenz: „Ich kann ...“	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Messwerte in ein Koordinatensystem eintragen										
in einem Diagramm eine Ausgleichskurve zeichnen										
ein Diagramm aus Messwerten zeichnen										
Diagramme miteinander vergleichen										
Messwerte aus Diagrammen ablesen										
den Verlauf von Diagrammen in Worten beschreiben										
unbekannte Diagramme mithilfe ihrer Achsenbeschriftung verstehen und in Worten beschreiben										
die Steigung eines Diagrammes mit der Änderungsrate der zugehörigen Größe in Verbindung bringen										
die Steigung eines Diagrammes zeichnerisch bestimmen										
die Steigung eines Diagrammes rechnerisch bestimmen										
die Steigung eines Diagrammes physikalisch interpretieren										
aus einem Diagramm erkennen, ob eine Proportionalität vorliegt										
aus Messwerten erkennen, ob eine Proportionalität vorliegt										
Bewegungsdiagramme ( $s-t$ , $v-t$ , und $a-t$ ) unterscheiden										
Eigenschaften von Bewegungsdiagrammen benennen										
zu gegebenen $s-t/v-t$ -Diagrammen passende $v-t/a-t$ / $s-t$ -Diagramme zeichnen										
$U-I$ -Kennlinien in Worten beschreiben										
Eigenschaften von $U-I$ -Kennlinien benennen										

Abb. 7: Selbsteinschätzungsbogen zu den Aufgaben

Hintergründe der Konzeption des Fachmethodentrainings zu erläutern. Ein Teil der Grundlagen findet sich in diesem Heft im Artikel von A. Pysik und Ch. Bauer [6]. Auch die Überlegungen von Felix Winter (vgl. [5]) haben bei der Konzeption eine große Rolle gespielt. Er fordert, dass die Schülerinnen und Schüler u.a. lernen sollten,

- Kontroll- und Bewertungsaufgaben zu übernehmen und entsprechende Techniken zu erlernen;
- sich selbst und auch anderen inhaltliches Feedback zu geben;
- Verbesserungsstreben auszubilden (als Antwort auf Selbstforderung).

Die Lehrerinnen und Lehrer sollten demnach u.a. lernen,

- Materialien für die selbständige Arbeit der Schüler zu erstellen;
- die Selbstbeobachtung, Selbstkontrolle und Selbstbewertung der Schüler anzuleiten und entsprechende Materialien zu entwickeln;
- Rückmeldungen zu den (Selbst-)Einschätzungen der Schüler zu geben.

Und auch die Ergebnisse der Hattie-Studie (vgl. [7] und [8]) unterstützen die Konzeption des Fachmethodentrainings. Wirkungsvolle Faktoren (Effektstärke in Klammern) sind z. B.:

- Formative Evaluation des Lernprozesses (0,90): Dies wurde in den Aufgaben und Selbsteinschätzungsbogen umgesetzt.
- Feedback (0,75): Dies liefern Concept Cartoon, Selbsteinschätzungsbogen und die Beratung durch die Lehrkraft
- Metakognitive Strategien (0,69): Dies wird v.a. beim Selbsteinschätzungsbogen, bei den Aufgaben und beim Selbstlernmaterial berücksichtigt.

#### 4 Fachmethodentraining zu Formeln

Das zweite Fachmethodenthema ist der Umgang mit Formeln, also z. B. die Kompetenz zu erkennen, ob eine Formel einen proportionalen Zusammenhang beschreibt, oder die Fähigkeit, Eigenschaften von Formeln in Worten zu beschreiben. Dieses Thema ist analog zum Umgang mit Diagrammen gestaltet, umfasst jedoch drei zusätzliche Ideen.

Das „ABC der Physik“ (vgl. Abb. 10) ist eine Sammlung der in der Schulphysik vorkommenden Buchstaben, ihrer Bezeichnung, ihrer Art und ihrer Herkunft. Diese Liste ist als „Spickzettel“ gedacht, aber auch als Merkhilfe. Wenn die Schülerinnen und Schüler z. B. das  $I$  für Stromstärke damit in Verbindung bringen, dass Georg Si-

## Umgang mit Diagrammen – Selbstlernmaterial

mit Schulbuch „Impulse 2“ (ISBN 978-3-12-772453-0)

### Wiederholung der Grundlagen

- S. 26 (Kennlinien)
- S. 60–64 (Bewegungsdiagramme)
- S. 65 (Diagramme interpretieren)
- S. 66–67 (Diagramme mittels Messwerterfassung)
- S. 132 (Diagramme aus Messwerten)
- S. 148–149 (Diagramme und Formeln)
- S. 210–211 (Diagramme und Klimawandel)
- S. 257 (Diagramme mittels Messwerterfassung)
- S. 269 (Flächen unter Kurven)
- S. 271 (Kraftverlauf)

### Passende Übungsaufgaben

- 58/2, 75/2, 76/5, 76/7, 166/8, 189/Bsp., 234/B4–B5, 235/3, 236/12
- PARS „Diagramme verstehen und erstellen“:  
[http://www.pars-physik.de/uebungsaufgaben/D\\_Grundlagen\\_Aufgaben.pdf](http://www.pars-physik.de/uebungsaufgaben/D_Grundlagen_Aufgaben.pdf)  
[http://www.pars-physik.de/uebungsaufgaben/D\\_Fortgeschrittene\\_Aufgaben.pdf](http://www.pars-physik.de/uebungsaufgaben/D_Fortgeschrittene_Aufgaben.pdf)  
[http://www.pars-physik.de/uebungsaufgaben/D\\_Experten\\_Aufgaben.pdf](http://www.pars-physik.de/uebungsaufgaben/D_Experten_Aufgaben.pdf)

### Erklären

Erklären Sie – möglichst anhand von Beispielen und Skizzen – wie man ...

- Messwerte in ein Koordinatensystem einträgt
- Messwerte aus Diagrammen abliest
- in einem Diagramm eine Ausgleichskurve zeichnet
- ein Diagramm aus Messwerten zeichnet
- den Verlauf von Diagrammen in Worten beschreibt
- die Steigung eines Diagrammes zeichnerisch bestimmt
- die Steigung eines Diagrammes rechnerisch bestimmt
- die Steigung eines Diagrammes physikalisch interpretiert
- aus einem Diagramm erkennt, ob eine Proportionalität vorliegt
- aus Messwerten erkennt, ob eine Proportionalität vorliegt
- Bewegungsdiagramme ( $s$ - $t$ -,  $v$ - $t$ -, und  $a$ - $t$ -) unterscheidet
- zu gegebenen  $s$ -/ $v$ - $t$ -Diagrammen passende  $v$ -/ $a$ -/ $s$ -Diagramme zeichnet
- $U$ - $I$ -Kennlinien in Worten beschreibt
- unbekannte Diagramme mithilfe ihrer Achsenbeschriftung versteht und beschreibt

Abb. 8: Selbstlernmaterial

## Umgang mit Diagrammen – Selbsteinschätzung 3

Kreuzen Sie an, wie Sie Ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten jetzt einschätzen (bitte immer noch ehrlich sein)!

Kompetenz: „Ich kann ...“	Das kann ich jetzt besser	Damit habe ich immer noch Probleme	Das kann ich immer noch nicht
Messwerte in ein Koordinatensystem eintragen			
in einem Diagramm eine Ausgleichskurve zeichnen			

Abb. 9: Ausschnitt aus dem Selbsteinschätzungsbogen nach der Selbstlernphase

### Das ABC der Physik

Buchstabe	Bedeutung	Art	Herkunft
A	Ampere	SI Einheit	André Marie <b>Ampère</b> (F, 1775-1836). Die Einheit Ampere wird ohne Akzent geschrieben.
A	Flächeninhalt	Größe	lat. <b>area</b> – Grundfläche
A	Aktivität	Größe	lat. <b>activus</b> – tätig
a	Atto	Vorsilbe	dän./nor. <b>atten</b> – 18 atto – $10^{-18}$ – 0,000 000 000 000 000 001
a	Beschleunigung	Größe	lat. <b>accelerare</b> – beschleunigen lat. <b>celer</b> – schnell
Å	Ångström	Einheit	Anders Jonas <b>Ångström</b> (S, 1814–1874) $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$ 1 Å ist in etwa der Durchmesser eines Atoms
$\alpha, \beta, \dots$	Winkel	Größe	gr. a, b, ... [Griechisches Alphabet auf Seite 6]
B	mag. Flussdichte	Größe	James Clerk Maxwell (UK, 1831-1879) sortierte seine Größen dem Alphabet nach von A bis Z bzw. im Original von $\mathfrak{A}$ bis $\mathfrak{Z}$ .
Bq	Becquerel	Einheit	Antoine Henri <b>Becquerel</b> (F, 1852-1908)
C	Coulomb	Einheit	Charles-Augustin de <b>Coulomb</b> (F, 1736-1806)
°C	Celsius	Einheit	Anders <b>Celsius</b> (S, 1701-1744)
C	Kapazität	Größe	lat. <b>capacitas</b> – Fassungsvermögen
c	Wellengeschwindigkeit	Größe	lat. <b>celeritas</b> – Schnelligkeit
c	Lichtgeschwindigkeit	Konstante	lat. <b>celeritas</b> – Schnelligkeit Bei W. Weber taucht c als <b>Constante</b> auf. $c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
c	Zenti	Vorsilbe	$10^{-2} = 0,01$
cd	Candela	SI-Einheit	lat. <b>candela</b> – Kerze. Candela wird auf der zweiten Silbe betont.
D	Federkonstante	Größe	auch <b>Direktionskonstante</b> genannt. lat. <b>directio</b> – Richtung, Ausrichtung

Abb. 10: ABC der Physik

mon Ohm dieses I für Intensität wählte, ist ein Lernhindernis der Elektrizitätslehre et was entschärft. Die Liste ist nicht vollständig, auch weil es in der Literatur kaum Vorlagen gibt.

Die zweite Zusatzidee ist ein Arbeitsauftrag zur Erstellung einer Formelsammlung, bei dem die Formeln und Größen bereits getrennt voneinander vorgegeben sind, aber von den Schülerinnen und Schülern sortiert werden müssen. Die Größen müssen den Formeln zugeordnet werden, und jede Formel soll in Worten beschrieben werden. Diese Formelsammlung kann in den folgenden Schuljahren als Grundwissen und „Spickzettel“ verwendet werden.

Der dritte Zusatz ist v.a. für den Einsatz in Kleingruppen gedacht; es handelt sich um ein Spiel mit Trios (vgl. Abb. 11) bestehend aus einer physikalischen Größe, einer Beschreibung als Formel und einer Beschreibung in Worten – analog zur oben beschriebenen Formelsammlung. Es gibt drei Spielvarianten:

- Spiel 1 (Sortieren): Die Karten werden durcheinander auf dem Tisch ausgelegt. Alle versuchen gleichzeitig, Trios zu finden und vor sich auszulegen. Wer die meisten Trios gefunden hat, gewinnt.
- Spiel 2 (Trio-Memory): Memory mit 3 Karten, die zusammenpassen müssen.
- Spiel 3 (Ablegen): Jeder bekommt 7 Karten. Der Rest wird umgedreht als Nachziehstapel ausgelegt. Die Mitspieler legen reihum Duos oder Trios aus. Einzelne Karten dürfen nur an bereits ausgelegte Duos (auch der Mitspieler) angelegt werden. Wer nichts auslegen kann, muss eine Karte vom Nachziehstapel ziehen. Wer zuerst keine Karten mehr hat, gewinnt.

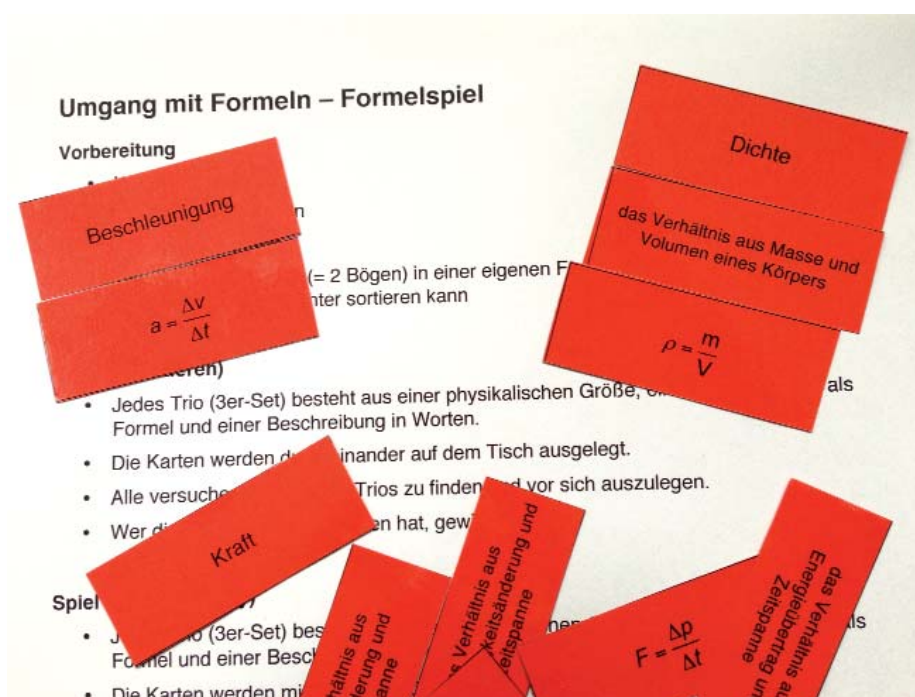


Abb. 11: Formelspiel

### 5 Fachmethodentraining zum Rechnen

Das dritte Fachmethodentraining beschäftigt sich mit Rechenfertigkeiten, also z.B. dem Umwandeln von Angaben in die wissenschaftliche Schreibweise oder dem Auflösen einer Formel nach einer gesuchten Größe. Ziel ist es, physikalische Rechenaufgaben sicher lösen zu können, wenn der Ansatz bekannt ist. Es geht daher nicht um die Physik (Finden des Ansatzes und der Randbedingungen) sondern das rechnerische Handwerkzeug.

Auch dieses Training ist analog zu den beiden anderen gestaltet. Es gibt jedoch einen interessanten Unterschied: Es ist überraschenderweise nicht gelungen, für das Selbstlernmaterial Schulbücher zu verwenden. Zwar stehen in Schulbüchern viele Rechenaufgaben, viele Rechnungen und viele Formeln. Aber die Fachmethoden, wie



man mit diese Aufgaben rechnet und wie man mit den Formeln umgeht, werden in den Schulbüchern fast nirgendwo explizit und inhaltsübergreifend thematisiert.

Daher bestand die Notwendigkeit, das Selbstlernmaterial und die Übungsaufgaben selbst zu formulieren (vgl. Abb. 12). Dabei wurden insbesondere die wissenschaftlichen Schreibweise, die SI-Einheiten, das Auflösen von Formeln, sowie das Einsetzen von Zahlenangaben in wissenschaftlicher Schreibweise in Formeln und das anschließende Ausrechnen thematisiert.

## 6 Einsatz des Materials

Sicherlich ist das Material zu umfangreich, um es mit allen drei Themen vollständig im Unterricht einer Klasse einzusetzen. Man muss individuell auswählen, exemplarisch arbeiten und den Schülerinnen und Schülern Wahlmöglichkeiten lassen. Andererseits ist das Material auch als Anregung gedacht, in anderen Klassenstufen, bei anderen Themen und in anderen Formen die Fachmethoden der Physik zum Unterrichtsgegenstand zu machen und den Schülerinnen und Schülern dabei zu helfen, ihren „Werkzeugkasten“ sicher im Griff zu haben.

So bietet sich z. B. die Möglichkeit, ein solches Training arbeitsteilig als Fachschaft zu erstellen. Dabei können das Selbstlernmaterial individuell – unabhängig von Schulbüchern – geschrieben und Aufgabensammlungen mit Lösungen und Lösungswegen zusammengestellt werden. Ein Beispiel für eine solche Weiterentwicklung bestehenden Materials ist der Fachmethodenordner des Gymnasiums in Spaichingen [9], der den Schülerinnen und Schülern dort in den Fachräumen ausgedruckt zur Verfügung steht bzw. zuhause als Datei heruntergeladen werden kann.

Bei der Erprobung des Fachmethodentrainings reagierten die Schülerinnen und Schüler an drei Stellen anders als erwartet: Sie arbeiteten – trotz des „trockenen“ Themas ohne Experimente – überraschend konzentriert und gewissenhaft. Sie machten sich sehr viele eigenständige Notizen, hefteten sich z. B. das ABC als hilfreichen Text vorne in den Physikordner und schlugen in den Wochen danach im Unterricht immer wieder darin nach. Und sie waren überraschend ehrlich mit sich selbst: Sie kreuzten den dritten Selbsteinschätzungsbogen nicht einfach herunter, sondern füllten ihn in Ruhe und mit viel Nachdenken aus. An vielen Stellen kreuzten sie bewusst und selbstkritisch „damit habe ich immer noch Probleme“ an. Und ebenso be-

## 1 Physikalische Größen

„Wie lang ist der Tisch?“ Die Frage kann man auf verschiedene Weisen beantworten:

- „Der Tisch ist halb so lang wie das Bett.“
- „Der Tisch ist so lang wie 3 Lineale.“
- „Der Tisch ist 4 mal so lang wie mein Fuß.“

In allen Fällen wurde dasselbe gemacht: Man vergleicht die Länge des Bettes mit einer anderen (der Einheit) und gibt an, um wie viel (der Zahlenwert) länger oder kürzer das Bett ist. Das gleiche macht man immer, wenn man eine physikalische Größe angibt:

$$\text{Physikalische Größe} = \text{Zahlenwert} \cdot \text{Einheit}$$

Man kann also schreiben:

- Länge des Tisches =  $\frac{1}{2}$  · Bett
- Länge des Tisches = 3 · Lineale
- Länge des Tisches = 4 · Fuß

Bei den hier verwendeten Vergleichen (den Einheiten) taucht jedoch das Problem auf, dass sie nicht überall gleich sind. Es gibt verschieden lange Betten, Lineale und Füße. Eine solche Längenangabe funktioniert also nur, wenn man sie für sich selbst aufschreibt (dann weiß man ja, welches Bett und welcher Fuß gemeint ist), oder wenn alle wissen, welcher Fuß gemeint ist. Früher hatte man deshalb außen an Rathäusern Metallstangen angebracht, die festlegten, wie lang der „Einheitsfuß“ sei. Allerdings war das oft von Stadt zu Stadt und von Land zu Land unterschiedlich. Ein Fuß in Württemberg war 28,6 cm lang, in Bayern 29,2 mm und in Wien 31,6 cm.

**Aufgabe 1:** Geben Sie Längen, Flächen, Massen etc. aus Ihrem Alltag in ungewöhnlichen Einheiten an, z.B. Fläche des Tisches = 45 · Physikbuch.

Abb. 12: Selbstlernmaterial zu physikalischen Größen (Ausschnitt)

wusst wählten sie zufrieden aus: „Das kann ich jetzt besser.“

## 7 Fazit

Mit dem Fachmethodentraining steht den Kolleginnen und Kollegen eine umfangreiche Materialsammlung zu Verfügung, die mit geringem Aufwand an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden kann. Schülerinnen und Schüler erhalten damit die Möglichkeit, sehr selbstständig und individuell wichtige Fachmethoden nachzulernen, zu vertiefen und zu trainieren. Nach meiner Erfahrung erleichtert eine größere Sicherheit beim Rechnen sowie beim Umgang mit Formeln und Diagrammen das Lernen neuer physikalischer Inhalte wesentlich. Es hat mir viel Freude gemacht, das Material zu erstellen, vor allem auch, weil der Einsatz im Unterricht so positiv verlief. Ich würde mich freuen, wenn auch andere Kolleginnen und Kollegen, Schülerinnen und Schüler davon profitieren können. ■

## Literatur

- [1] F. Karsten: *Fachmethodentraining Physik* <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/physik/gym/fb3/modul4/>  
 [2] M. Kremer: *Diagnose und Förderung – Techniken mit Beispielen aus den Unterrichtsfächern Biologie, Physik und Chemie. Handreichung NW3, Landesinstitut für Schulentwicklung, Stuttgart (2009)*  
 [3] F. Karsten: *Diagnose und Förderung im Phy-*

- sikunterricht* <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/physik/gym/fb1/diagnose/diagf/>  
 [4] Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC-SA 3.0 DE (Namensnennung, Nicht-kommerziell, Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>  
 [5] F. Winter: *Leistungsbewertung. Eine neue Lernkultur braucht einen anderen Umgang mit den Schülerleistungen.* Baltmannsweiler (2004). Zitiert in M. Kessler und G. Ziener: *Woran kann man kompetenzorientiertes Unterrichten erkennen?* [http://www.ptz-stuttgart.de/uploads/media/RS-kompet-or\\_Unterrichten\\_02.pdf](http://www.ptz-stuttgart.de/uploads/media/RS-kompet-or_Unterrichten_02.pdf)  
 [6] A. Physik, Ch. Bauer: *Diagnostizieren und fördern – systematisch und effizient.* PdN 6/62 (2013) (in diesem Heft)  
 [7] J. Hattie: *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement.* New York: Routledge (2008)  
 [8] John Hattie: *Visible learning for teachers.* New York: Routledge (2012)  
 [9] *Fachmethodenordner Physik.* Gymnasium Spaichingen. <http://www.spaichinger-schallpegelmesse.de/html/physik.html>

## Anschrift des Verfassers

StD Florian Karsten, Immanuel-Kant-Gymnasium, Leinfelden-Echterdingen, Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasien), Stuttgart  
 E-Mail: [karsten@seminar-stuttgart.de](mailto:karsten@seminar-stuttgart.de)