

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen

Es gibt keine leistungshomogenen Klassen.

Doch wie kann man mit unterschiedlichem Vorwissen und heterogener Problemlösungskompetenz umgehen. Aufgaben und Unterrichteinheiten mit gestuften Lernhilfen sind hier gefragt.

Forscherguppe
Kassel

Aufgaben als planvoll eingesetzte Unterrichtselemente entlasten die Lehrerin/den Lehrer und bringen alle Schüler „zum Arbeiten“; mit Aufgaben gestaltet man selbstständigkeitsorientierte Lernsituationen; besonders als Lernaufgaben stimulieren sie die geistige Auseinandersetzung mit einer Fragestellung. Soweit die Theorie.

In der Praxis sieht man schnell, dass ein und dieselbe Aufgabe für alle große Probleme mit sich bringt:

- die stärkeren Schülerinnen und Schüler sind, wenn man sich an der mittleren Leistungsfähigkeit der Klasse orientiert, schnell unterfordert,
- die leistungsschwächeren kommen trotzdem nicht zum Zuge, weil die Anforderungen womöglich über ihre Fähigkeiten hinausgehen,
- die mittlere Gruppe schließlich muss sich nicht wirklich anstrengen, weil das Niveau mehr oder weniger genau auf sie abgestimmt ist.

Der gängige Ausweg aus dieser Situation besteht darin, die Komplexität von Aufgaben zu vermindern (ähnlich wie dies im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch passiert): Der Lehrer atomisiert die Lerngegenstände soweit, dass – zugespitzt ausgedrückt – den Lernenden nur noch Details zur Bearbeitung überantwortet werden. Das eigentliche Problem, die leitende Fragestellung, der Zusammenhang der Aufgabe sind dann kaum noch zu erkennen. Was aber tun, wenn man nicht in die Falle der falsch verstandenen Elementarisierung tapen will? Wie lassen sich Komple-

xität (und damit ein angemessener kognitiver Anspruch) erhalten und gleichzeitig die unterschiedlichen Fähigkeiten in der Lerngruppe auf-fangen?

Ein inzwischen oft eingesetztes und gut erprobtes „Aufgabenformat“ stellen „Aufgaben mit gestuften Lernhilfen“ dar. Weil den Schülern für den Bearbeitungsprozess vielfältige Hilfen angeboten werden, die sie – selbstgesteuert – in Anspruch nehmen können oder auch nicht, kann die eigentliche Aufgabe komplexer sein als üblich und sich durchaus am oberen Niveau der Leistungsfähigkeit orientieren.

Die Einkaufswagen-Aufgabe

Ein Beispiel mit physikalischem Hintergrund:

Wenn man einen schwer beladenen Einkaufswagen über einen Bordstein auf einen erhöhten Gehweg bringen will, gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten für den ersten Schritt:

1. Man schiebt vorwärts, drückt auf den Haltestange und hebt so das vordere Ende des Wagens zuerst auf den Gehweg (Abb. 1).
2. Oder aber man dreht den Wagen um und zieht ihn an der Haltestange hoch (Abb. 2).

Gibt es eine physikalische Begründung dafür, dass die eine Variante von vielen Menschen bevorzugt wird? Bei welcher Variante muss man mehr Kraft einsetzen?

Der physikalisch gebildeten Leserin oder dem Fachlehrer mag diese Frage als relativ einfach erscheinen – für den Rest der Menschheit, ob jung oder alt, stellt sie ein erhebliches

Problem dar. Wie aber könnten Hilfen aussehen, mit deren Unterstützung auch Normalsterbliche die gestellten Fragen beantworten könnten?

Die auf Zetteln, in Umschlägen oder am Lehrerpult, zur Verfügung gestellten Hilfen können einerseits lernstrategischer, andererseits inhaltlicher Art sein. Zu den lernstrategischen Hilfen gehören Hinweise wie

„Mach dir klar, was genau du herausfinden sollst“ oder
 „Mach dir eine Skizze und benutze dazu alle Informationen, die du erhalten hast.“ oder
 „Überlege, ob du etwas ähnliches kennst!“

Im Fall der Einkaufswagen-Aufgabe gehört die Hilfe mit dem Ratschlag, eine Skizze anzufertigen, mit zu den ersten. Jedoch hat sich gezeigt, dass lernstrategische Hilfen allein in der Regel nicht geeignet sind, leistungsschwächeren Kindern über die ersten Klippen zu helfen. Ein wichtiger inhaltlicher Hinweis ist im Fall der beschriebenen Aufgabe daher der Tipp, das Hebelgesetz auf den in Frage stehenden Sachverhalt anzuwenden.

Je nach Einschätzung der Lerngruppe kann man noch eine gezielte Frage vorschalten: „Welches physikalische Gesetz kann man sinnvollerweise auf das Problem anwenden?“ oder unmittelbar auf das Hebelgesetz verweisen. Bewährt haben sich hier doppelseitige Kärtchen, auf deren einer Seite die eventuell hilfreiche Frage steht, die Antwort dann aber umseitig folgt, so dass sich keine allzu frustrierende Situation einstellt. Weitere Hilfen für diese Aufgabe lauten z. B.:

„Mach dir klar, welche Art von Hebeln in der Aufgabe auftreten. Schau evtl. in deinem Physikbuch nach.“

„Überlege, wo in beiden Fällen die Drehpunkte und die Hebelarme liegen.“

„Eine Schwierigkeit bei der Aufgabe ist, die Länge der Hebelarme zu bestimmen. Zeichne dazu die Wirkungslinien der relevanten Kräfte in deine Skizze ein.“

So unterstützt finden fast alle Schülerinnen und Schüler die Lösung. Mittels der Hilfen – die leistungsstärkeren auch ohne sie – gehen sie Schritt für Schritt:

- Sie fertigen eine Skizze an (oder auch zwei ähnliche) und machen sich Gedanken über den Schwerpunkt des Einkaufswagens
- Sie suchen den jeweiligen Drehpunkt
- Sie suchen die Angriffspunkte für die Kräfte und zeichnen die Wirkungslinien ein.
- Sie bestimmen die Abstände zwischen Wirkungslinien und Drehpunkten und führen eine Schätzung durch.
- Sie bewerten ihre Abschätzung und finden eine Antwort auf die Ausgangsfrage:

Beim Herunterdrücken ist die Achse des hinteren Rades der Drehpunkt. Es greifen die Gewichtskraft und die Kraft der Hand an. Beide Kräfte zeigen senkrecht nach unten. Der Kraftarm ist etwa gleich lang (oder kürzer) als der Lastarm.

Beim Anheben des Wagens ist die Achse des vorderen Rades der Dreh-

punkt. Es handelt sich um einen einseitigen Hebel. Der Kraftarm ist deutlich länger als der Lastarm.

Fazit: Man muss weniger Kraft aufwenden, um den Wagen anzuheben als ihn auf der Gegenseite herunterzudrücken.

Tatsächlich drehen die meisten Menschen in der fraglichen Situation den Wagen um, heben ihn erst über die Bordsteinkante hoch und ziehen dann das andere Ende nach.

Erfahrungen

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen eignen sich ebenso für die Einzel- wie für die Partner- oder Gruppenarbeit. Da leistungsfähigere Schüler schnell einen gewissen Ehrgeiz entwickeln, die vorgelegten Aufgaben ohne Benutzung der Hilfen zu lösen, gleicht sich der Zeitbedarf von stärkeren und schwächeren Lernern nahezu an. In einer Fallstudie wurden Schülerinnen und Schüler nach Bearbeitung entsprechender Aufgaben nach ihren Eindrücken und nach einer ersten Bewertung befragt. Besonders im Hauptschulbereich war das Urteil äußerst positiv, weil man sich, wie mehrere Lernende äußerten, nicht die Blöße geben müsse, durch mehrfaches Nachfragen beim Lehrer das eigene Unvermögen zu offenbaren. Es scheint, als gelingt mit diesem Aufgabenformat die lange geforderte Trennung von Lern- und Prüfungssituationen (Weinert 2001): Lernen findet mit weniger Angst und Stress statt. Erste

NAVIGATOR

- Idee** Gestufte Lernhilfen erleichtern allen Schülern die Arbeit
- Material** Material 1-2: Chemie Klasse 8/9, S. 40-41
Material 3-4: Masse und Volumen, S. 42-42

Kontrolluntersuchungen mit Klassen, die bei der gleichen Lehrerin zum einen mit Aufgaben und gestuften Lernhilfen arbeiteten, zum anderen Unterricht – zwar methodisch anspruchsvoll, aber ohne dieses Aufgabenformat – erhielten, zeigten auch nach vier Wochen deutlich höhere Behaltensleistungen bei der erstgenannten Gruppe.

Anmerkung:

Zur Forschergruppe gehören u. a.: M. Haenze, S. Hesse, L. Stäudel, H. Vogt, R. Wodzinski.

Weitere Beispiele von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen für den naturwissenschaftlichen Unterricht finden sich hier:

- T. Freiman, V. Schlieker: Abgestufte Lernhilfen. In: *Unterricht Chemie* 12, H. 65/66, S. 160–167
- T. Freiman: Bienenanz. Abgestufte Lernhilfen unterstützen die Individualisierung. In: *Friedrich Jahreshft 2003 „Aufgaben“*. S. 96–99
- J. Goldmann, J. Leisen: Abgestufte Lernhilfen. In: *Unterricht Physik* 14, H. 75/76, S. 124–125
- J. Leisen: *Methodenhandbuch deutschsprachiger Fachunterricht DFU*. Bonn, 1999
- L. Stäudel, V. Woest (Hrsg.): *Aufgaben. Unterricht Chemie* 15, H. 82/83

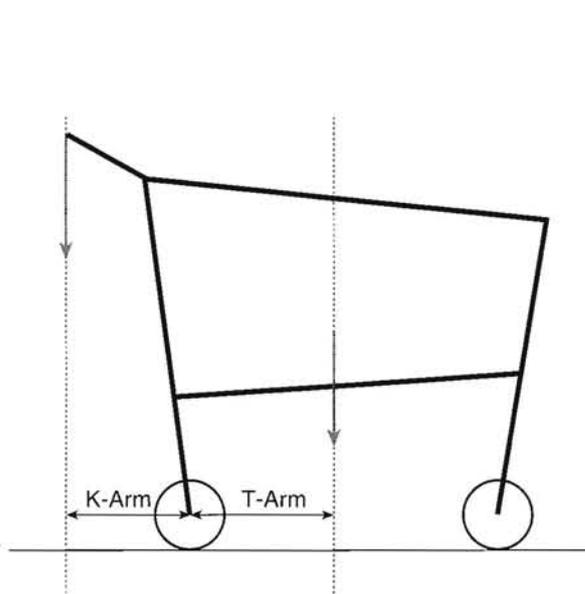


Abb: 1

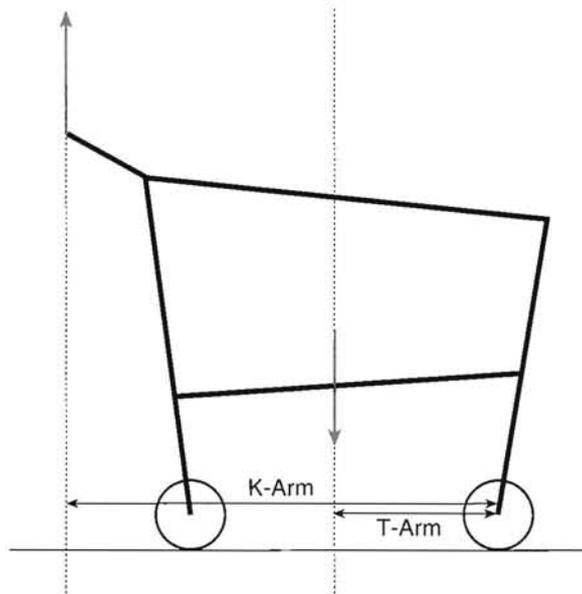


Abb: 2

Salze lösen sich verschieden gut

In einem Liter Wasser kann man z. B. 400 g Kochsalz lösen. Andere Salze lösen sich fast gar nicht in Wasser. Ein Beispiel hierfür ist das Bariumsulfat. Obwohl Bariumsalze für den menschlichen Körper schädlich sind, kann man Bariumsulfat sogar als Kontrastmittel beim Röntgen von Magen und Darm einsetzen. Es löst sich so wenig, dass der Barium-Sulfat-Brei, den ein Patient vor dem Röntgen schlucken muss, praktisch unverändert wieder ausgeschieden wird.

Für jedes Salz gibt es einen ganz bestimmten Wert, der angibt, wie viel Gramm sich maximal in einem Liter Wasser lösen. Dieser Wert kann bei verschiedenen Temperaturen unterschiedlich sein.

Wie würdest du vorgehen, wenn du die Löslichkeit eines bestimmten Salzes ermitteln sollst?

Die Hilfen sind als Karten mit Vorder- und Rückseite gedacht.

Vorderseite	Rückseite
1 Macht euch klar, was genau ihr herausfinden sollt. Stellt euch die Aufgabe gegenseitig in eigenen Worten vor.	1 Ihr sollt bestimmen, wie viel Gramm eines bestimmten Salzes sich in einer bestimmten Menge Wasser lösen.
2 Woran erkennst du, dass sich kein Salz mehr im Wasser lösen lässt?	2 Wenn trotz Rühren ein Bodensatz bleibt, kann sich kein weiteres Salz mehr im Wasser lösen; man sagt, die Lösung ist gesättigt.
3 Welche Möglichkeiten kennst du, um eine Lösung von ihrem Bodensatz zu trennen?	3 Du kannst die Lösung z. B. durch einen Filter gießen. Der Bodensatz bleibt im Filter zurück.
4 Zeichne in einer Skizze, was du bisher herausgefunden hast.	4 –Skizze–
5 Wenn der Bodensatz von der Lösung getrennt ist, wie kann man jetzt bestimmen, wie viel Salz sich im Wasser gelöst hat?	5 Ihr könnt entweder den im Filter verbliebenen Bodensatz wiegen (nachdem er etwas getrocknet ist) oder die Flüssigkeit.
6A Wie kann man aus dem Gewicht der Flüssigkeit berechnen, wie viel Salz sich gelöst hat?	6A Man muss wissen, wie viel das gleiche Volumen Wasser wiegt und die Differenz bilden.
6B Wie kann man aus dem Gewicht des Bodensatzes berechnen, wie viel Salz sich gelöst hat?	6B Man muss wissen, wie viel Salz man insgesamt ins Wasser gegeben hat, wie viel als Bodensatz übrig geblieben ist und wie viel Flüssigkeit man genommen hat.

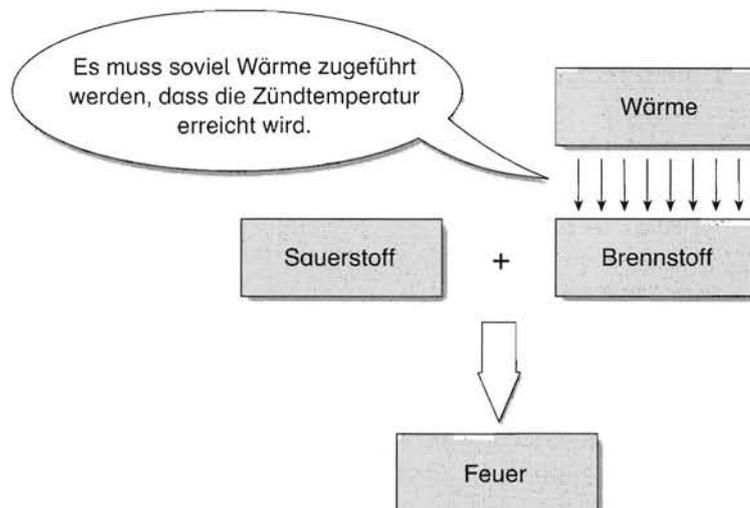
Feuerlöschen

Die meisten Feuerlöscher „ersticken“ das Feuer, indem sie den Sauerstoff vom Brennstoff abschirmen. Es gibt z. B. Schaum- oder Pulverfeuerlöscher. Bei beiden muss der Inhalt (also der Schaum oder das Pulver) beim Löschen möglichst so auf dem Brennstoff verteilt werden, dass die ganze brennende Oberfläche damit bedeckt ist. Dann kann der Luftsauerstoff nicht mehr mit dem Brennstoff reagieren, das Feuer erlischt.

Das am häufigsten benutzte Mittel zum Löschen von Bränden ist aber kein Feuerlöscher, sondern gewöhnliches Wasser. Worauf beruht die löschende Wirkung des Wassers?

Hilfen:

- 1 a) Formuliert die Aufgabe noch einmal mit eigenen Worten.
Macht euch klar, was ihr machen sollt.
- 1 b) Ihr sollt erklären, warum mit Wasser ein Feuer gelöscht werden kann.
- 2 a) Überlegt euch, was für eine Verbrennung und damit auch für ein Feuer nötig ist.
- 2 b) Für eine Verbrennung (ein Feuer) wird ein Brennstoff, Sauerstoff und Wärmeenergie benötigt. Es muss soviel Wärme zugeführt werden, dass die Zündtemperatur des Brennstoffes erreicht wird.
- 3 a) Zeichnet in einer Skizze oder einem Diagramm, was ihr durch die Hilfe 2 wisst.
- 3 b)



- 4 a) Überlegt euch, auf welche verschiedenen Arten ein Feuer gelöscht werden kann.
- 4b) Ihr könnt ein Feuer löschen, indem ihr den Brennstoff, den Sauerstoff oder Wärme entzieht.
- 5 a) Wasser kann sehr viel Wärme aufnehmen.
Bringt das mit der Aufgabenstellung in Verbindung.
- 5 b) Die löschende Wirkung von Wasser beruht darauf, dass es dem Brennstoff Wärme entzieht und ihn damit unter die Zündtemperatur abkühlt.

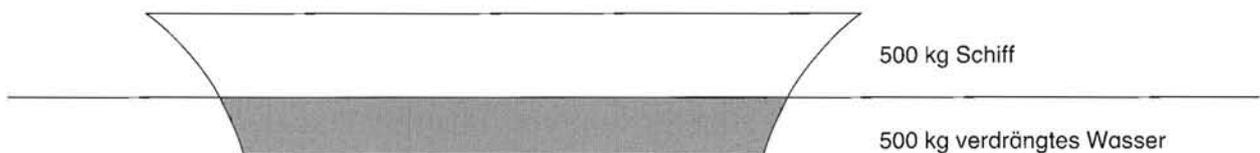
Die Titanic ist 1912 untergegangen, weil das Schiff einen Eisberg gerammt hat. Eine Möglichkeit, ein solches Unglück zu überleben, könnte sein, Zuflucht auf einer Eisscholle zu suchen, bis die Retter eintreffen.

Wie groß muss eine Eisscholle von 20 cm Dicke sein, damit sie einen Menschen von 70 kg tragen kann?

Mit diesen Daten kannst du rechnen: Die Dichte von Eis beträgt $\rho = 0,917 \text{ kg/dm}^3$, die von Wasser $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$.

Hilfen:

1. Vergegenwärtige dir die Situation. Versuche den Grenzfall zu beschreiben, wo die Scholle den Menschen gerade noch trägt.
2. „Ein schwimmendes Schiff verdrängt immer genau soviel Wasser, wie es selbst wiegt.“



(Oder genauer:

Die Auftriebskraft ist so groß wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.)

3. Überlege, was vom Auftrieb alles getragen werden muss.
4. Die Dichte ρ ist das Verhältnis von Masse zu Volumen. $\rho = m/V$ oder $m = \rho V$
5. Rechne alles in dm (20 cm = 2 dm)
6. Hier findest Du eine vollständige Lösung:
Die Auftriebskraft ist so groß wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.
Die Scholle habe das Volumen V.

Wenn die Scholle vollständig eintaucht, beträgt die Auftriebskraft (= Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit) $F_A = m_{\text{Wasser}} g = V \rho_{\text{Wasser}} g$

Im Grenzfall ist die Auftriebskraft so groß wie die Gewichtskraft von Scholle und Mensch

$$F_A = F_{\text{GScholle}} + F_{\text{GMensch}}$$

Die Gewichtskraft der Scholle beträgt $F_{\text{GScholle}} = m_{\text{Scholle}} g = V \rho_{\text{Eis}} g$

Eingesetzt und umgestellt folgt: $V = m_{\text{Mensch}} / (\rho_{\text{Wasser}} - \rho_{\text{Eis}})$

Mit den konkreten Daten folgt: $V = 843 \text{ dm}^3$.

$A = V/d = 422 \text{ dm}^2$. Das heißt, die Scholle muss etwa $20 \text{ dm} \cdot 20 \text{ dm} = 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m}$ groß sein.

Hans Schlauberger und Anna Siebengescheit streiten sich: Anna behauptet, dass eine Eisenschachtel, die bis zum Rand mit Wasser gefüllt ist, überläuft, wenn sie von 20 °C auf 80°C erhitzt wird. Hans ist davon überzeugt, dass kein Wasser ausläuft.

Kannst du herausfinden, wer Recht hat?

Daten:

Die quadratische Schachtel hat bei 20 °C eine Seitenlänge von 10 cm.

Bei Erwärmung auf 80 °C dehnt sich ein 10 cm langes Eisenstück um 0,7 mm aus, 1 Liter Wasser dehnt sich um 12 cm³ aus.

Hilfen:

1. Wasser dehnt sich bei Erwärmung aus. Überlege, was sich noch alles ausdehnt.
2. Mach Dir eine übertriebene Skizze von der Kiste, bevor und nachdem sie sich ausgedehnt hat.
3. Überlege, welche Größen Du wie vergleichen kannst.
4. Das Volumen der Kiste ist „Länge mal Höhe mal Breite“.
5. Hier findest Du eine vollständige Lösung:

Die Schachtel dehnt sich in jeder Kantenlänge von 10 cm auf 10,07 cm aus.

Das Volumen der Kiste nach der Erwärmung ist $(10,07 \text{ cm})^3 = 1021 \text{ cm}^3$

Das Wasser dehnt sich von 1000 cm³ auf 1012 cm³ aus.

d. h. in der Kiste ist noch 9 cm³ mehr Platz als das Wasser benötigt.

Also hat Hans recht!
