

# Ein Wasserkocher aus Papier

## Eine Aufgabe mit gestuften Lernhilfen

Von Uwe Lüttgens

**INHALT:** Naturwissenschaftliches Arbeiten, Phänomen aufklären, Wärme und Wärmeleitung

**METHODE:** Durchführung eines Schülerexperiments zur Klärung einer Fragestellung

Wann wird eine Aufgabenstellung im Unterricht zur Herausforderung für Schülerinnen und Schüler? Die Aufgabe sollte in einen Kontext eingebunden sein. Sie sollte als authentisch wahrgenommen werden. Sie sollte gerade so komplex erscheinen, dass sie von der Lerngruppe als noch lösbar eingeschätzt wird. Eine frühe Reduzierung auf den gerade im Unterricht behandelten Aspekt senkt das Engagement und die Bereitschaft von Schülerinnen und Schülern, kreativ ihre eigenen Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln.

Nun wissen wir: Nicht alle in der Klasse sind in der Lage, bei einem komplexen Problem ohne gezielte Hilfen zu befriedigenden Lösungen zu kommen.

Einige haben die Aufgabenstellung nicht richtig verstanden, andere können sich nicht mehr an wichtige Informationen aus dem vorangegangenen Unterricht erinnern. Wieder andere haben keine Vorstellungen, mit welchen Methoden das Problem gelöst werden könnte. Tauchen nach der Vorstellung der Aufgabenstellung Fragen auf, dann kann Folgendes passieren: Im Plenum werden zunehmend kleinschrittige Hinweise zur Lösung der Aufgabenstellung gegeben, ein typisches Merkmal von nicht gelungenem fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch.

Oder wir wandern zur Klärung offener Fragen von Gruppentisch zu Gruppentisch, um uns dort über mögliche Probleme bei der Bewältigung zu informieren, diese zu diagnostizieren und gezielt notwendige Hilfen zu geben, damit die Schülerinnen und Schüler die weiteren Schritte zur Lösung der Aufgabe alleine bewältigen können. Dies kostet Kraft und es führt letztlich zu vergleichbaren Problemen, wenn wir

dem Impuls zur Hilfe frühzeitig nachgeben.

Eine seit einigen Jahren gut erprobte Möglichkeit, mit der in heterogenen Lerngruppen die Komplexität einer Aufgabe bestehen bleibt, stellen Aufgaben mit gestuften Lernhilfen dar [1]:

- Aus einem Kontext heraus muss von der Schülergruppe ein Problem erarbeitet und gelöst werden. Die Verantwortung wird der einzelnen Lerngruppe überantwortet.
- Die Komplexität der Aufgabenstellung bleibt erhalten. Die Anforderungen zur Lösung der Aufgabe werden nicht vermindert. Die Schülerinnen und Schüler können ihre unterschiedlichen Kompetenzen einbringen, wenn zur Lösung bereits bekannte Wissens-Elemente, Regeln oder Gesetze miteinander verknüpft werden müssen.
- Über die zur Verfügung stehenden Hilfen wird auch weniger leistungsfähigen Lerngruppen die Möglichkeit gegeben, die Aufgabe eigenständig zu lösen. Die Hilfen sollten so gestaltet sein, dass vorhandenes Vorwissen aktiviert wird und in nachvollziehbaren Schritten ein Lösungsweg aufgezeigt wird. Um den unterschiedlichen Lern-tempi gerecht zu werden, sollten die Schülerinnen und Schüler über die Nutzung der Hilfen selbst entscheiden können.
- Hilfen inhaltlicher Art aktivieren entsprechendes Vorwissen. Hilfen lern-strategischer Art aktivieren methodische Möglichkeiten zu Lösungen zur gestellten komplexen Aufgabe.
- Geeignete Aufgaben sollten bereits vorhandenes Wissen aktivieren und mit verwandten Fragen vernetzen. Weniger geeignet sind offene Aufgabenstellungen mit verschiedenen Lösungsmöglichkeiten, die nicht durch die gestuften Lernhilfen unterstützt werden können.



1 | Lässt sich Wasser in einem Topf aus Papier zum Kochen bringen?

## Ein Beispiel für den Anfangsunterricht

Das Besondere an der Aufgabe zum Wasserkocher aus Papier ist: Die Aufgabe mit gestuften Hilfen wird zur Auswertung eines Experimentes eingesetzt [2]. Das Experiment ist für die Schülerinnen und Schüler bereits herausfordernd: Die naheliegende Vermutung, dass die Flamme sofort ein Loch in den Papierboden brennt, wird nicht bestätigt. Mit etwas Geduld können die jungen Forscherinnen und Forscher überrascht feststellen, dass das Wasser im Kocher sogar zu sieden beginnt.

Das Experiment lässt sich auch in eine kleine Geschichte verpacken. Beispielsweise könnte berichtet werden, dass für das Zeltlager leider kein Kochtopf mitgenommen wurde. Einzig das Material auf dem Tisch steht zur Verfügung, um das Spagetti-Wasser zu erhitzen. Rasch entwickeln die Schülerinnen und Schüler die vorgeschlagene experimentelle Anordnung.

### Der fachliche Hintergrund

Aufgrund der hohen Wärmekapazität des Wassers wird die Wärme der Kerzenflamme effektiv abgeführt. Solange der Papierboden ausreichend mit Wasser bedeckt ist, ist außer einer Schwärzung nichts zu beobachten, da die Entzündungstemperatur des Papiers nicht erreicht wird.

### Voraussetzungen/ Vorwissen

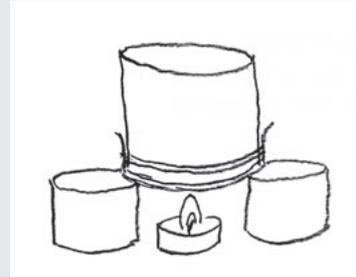
Im Unterricht sollten die Begriffe Temperatur und Wärme behandelt worden sein. Nützlich sind auch die Begriffe Wärmeleitung und Wärmefähigkeit bzw. Wärmekapazität.

### Die Hilfen

Ziel der ersten Hilfe ist die gegenseitige Erklärung der Aufgabe und des weiteren Vorgehens. Mit Hilfe 2 rückt der im Zeitungsartikel beschriebene Brandfall in den Fokus. Durch das Erstellen einer tabellarischen Übersicht über Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem eigenen Experiment und den Vorgängen, die zum Brand geführt haben, wird der Blick auf die Bedeutung der verschiedenen Faktoren gelenkt. Die Schüler erkennen rasch, dass das Wasser bei stundenlangem Erwärmen aus dem Topf

## Versuchsanleitung

1. Ihr habt eine kleine Konservendose erhalten. Entfernt mit dem ausgegebenen Dosenöffner Deckel und Boden. (Vorsicht – Verletzungsgefahr!)
2. Spannt über eine der Öffnungen ein Stück Back- oder Butterbrotpapier und fixiert es dort mit mehreren Gummiringen.
3. Füllt die Dose daumenbreit mit Wasser.
4. Stellt den „Kochtopf“ auf drei Eierbecher oder Streichholzsachteln.
5. Schiebt ein brennendes Teelicht unter den Papierboden. Achtung: Die Flamme darf das Papier nicht direkt berühren!
6. Beobachtet!



### 2 | Versuchsanleitung

verdampft sein muss. In Hilfe 4 wird fokussiert auf die Rolle des Wassers, die Wärme aufzunehmen und während des Siedens abzuführen. Hilfe 5 dient der Verknüpfung der bisher gesammelten Erkenntnisse.

### Erfahrungen mit dem Experiment und der Aufgabe

Bei der Vorbereitung des Experiments ist auf vollständige Entgratung der Konservendosen zu achten. Auf eine mögliche Verletzungsgefahr ist hinzuweisen. Das Backpapier kann bereits auf passende Größe zugeschnitten sein. Je nach Höhe des „Wasserkochers“ über der Flamme des Teelichts und je nach Füllstand dauert es länger, bis das Wasser heiß wird. Wie lässt sich diese Zeit konstruktiv überbrücken? Den jungen „Köchen“ kann die Frage gestellt werden, wie weit denn das „Spagetti-Wasser“ nun wäre. So kann zu genauem Beobachten angeregt werden: Selbst bei größerem Abstand der Flamme lässt sich aufsteigender Wasserdampf beobachten. Die Frage nach der aktuellen Temperatur kann zu Diskussionen anregen: Ist ein Thermometer notwendig oder reicht es doch aus, einfach mal den Finger in das Wasser zu tauchen? Auch mögliche

Folgen der Schwärzung des Backpapiers können problematisiert werden und die nachfolgende Bearbeitung der Aufgabe bereits mit vorbereiten. Ein passender Beobachtungsauftrag lässt sich jeweils in die Experimentalgruppen einbringen.

Erst nach Beendigung des Experiments sollte die Aufgabe mit gestuften Lernhilfen in den Fokus rücken. Deren Bearbeitung erfolgt sinnvoll in Zweiergruppen, um allen Schülerinnen und Schülern eine intensive Auseinandersetzung mit der Fragestellung zu ermöglichen. Der Umgang mit den gestuften Hilfen ist vorher zu verdeutlichen:

- Die Hilfen dienen der Unterstützung. Sie bestehen aus zwei Teilen. Der erste Teil gibt einen Hinweis oder stellt eine Frage.
- Es ist jeweils nur eine Hilfe zu nutzen, beginnend mit der ersten Hilfe.
- Über den Denkanstoß soll miteinander diskutiert werden, bevor zur Lösung für die jeweilige Hilfe gegriffen werden darf.

Wichtig ist ein ausreichendes Zeitkontingent. In unteren Klassenstufen kann eine Doppelstunde für Experiment und gestufte Lernhilfen notwendig sein. Bei älteren Schülern und guter Organisation reichen jedoch 45 Minuten aus. Die Hilfen können am jeweiligen Tisch zu Verfügung gestellt werden. So kommt keine

## Ein Kochtopf aus Papier?

Bei diesem Experiment könnt ihr beobachten, dass Wasser im Kocher erhitzt wird und zu sieden beginnt, ohne dass der Boden aus Papier Feuer fängt.



Allerdings geht es nicht immer so glimpflich ab, wie diese Nachricht beweist:

**Darmstadt** · Eine nicht ausgeschaltete Herdplatte hat am Donnerstagabend gegen 19.40 Uhr zu einem Einsatz eines Löschzuges der Berufsfeuerwehr in einem Mehrfamilienhaus in der Frankfurter Straße geführt. Auf dem Elektroherd hatte einen ganzen Tag lang ein Kochtopf gestanden. Durch Überhitzung hatten sich in der Nähe befindliche Küchenabfälle entzündet. Eine Bewohnerin des Hauses wurde auf die Rauchentwicklung aufmerksam. Die Räume wurden gelüftet.

Verändert nach: <http://www.darmstadtnews.de> (29/4/2011)

### ▼ AUFGABE

- Findet eine Erklärung, warum sich im Kochtopf aus Papier Wasser kochen lässt.
- Lest dazu auch den Zeitungsartikel. Der dort beschriebene Unfall kann euch wichtige Hinweise zum Lösen der Aufgabe geben.

<p><b>Hilfe 1</b> Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren Worten. Wie habt ihr die Aufgabe verstanden. Ist noch etwas unklar?</p>	<p><b>Antwort 1</b> Wir sollen erklären, warum sich Wasser in einem Topf erhitzen lässt, der einen Boden aus Papier hat. Dazu sollen wir dem Zeitungsartikel mögliche Hinweise entnehmen.</p>															
<p><b>Hilfe 2</b> Vergleicht die Bedingungen beim Papierkochtopf in eurem Experiment mit den Bedingungen beim Kochtopf auf der Elektroherdplatte in der Zeitungsmeldung. Stellt Unterschiede und Gemeinsamkeiten in einer Tabelle zusammen. Betrachtet Wärmequelle, Erwärmungsdauer, Material des Gefäßes und Inhalt des Gefäßes.</p>	<p><b>Antwort 2</b> So könnte eure Tabelle aussehen:</p> <table border="1" data-bbox="759 465 1380 689"> <thead> <tr> <th></th> <th>Wasserkocher aus Papier</th> <th>Topf auf dem Elektroherd</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wärmequelle</td> <td>Teelicht</td> <td>Elektroherd</td> </tr> <tr> <td>Erwärmungsdauer</td> <td>kurz</td> <td>stundenlang</td> </tr> <tr> <td>Material des Topfs</td> <td>Papierboden</td> <td>Metall</td> </tr> <tr> <td>Inhalt</td> <td>Wasser</td> <td>nach einiger Zeit sicher leer</td> </tr> </tbody> </table>		Wasserkocher aus Papier	Topf auf dem Elektroherd	Wärmequelle	Teelicht	Elektroherd	Erwärmungsdauer	kurz	stundenlang	Material des Topfs	Papierboden	Metall	Inhalt	Wasser	nach einiger Zeit sicher leer
	Wasserkocher aus Papier	Topf auf dem Elektroherd														
Wärmequelle	Teelicht	Elektroherd														
Erwärmungsdauer	kurz	stundenlang														
Material des Topfs	Papierboden	Metall														
Inhalt	Wasser	nach einiger Zeit sicher leer														
<p><b>Hilfe 3</b> Der wichtigste Unterschied ist, dass in eurem Topf Wasser war, der Topf auf dem Herd aber war nach kurzer Zeit leer. erinnert euch: Wie heiß kann Wasser werden, wenn man es erhitzt?</p>	<p><b>Antwort 3</b> Wasser kann 100 °C heiß werden. Heißer kann flüssiges Wasser nicht werden, weil es bei 100 °C siedet bzw. verdampft.</p>															
<p><b>Hilfe 4</b> Überlegt: Warum steigt die Temperatur des Wassers beim Sieden nicht weiter an, obwohl ständig Wärme zugeführt wird?</p>	<p><b>Antwort 4</b> Das Wasser nimmt die Wärme von der Kerzenflamme oder der Kochplatte auf. Dabei verdampft ständig Wasser. Über 100 °C kommt Wasser nur als Wasserdampf vor.</p>															
<p><b>Hilfe 5</b> Was passiert, wenn das Wasser im Metall- oder Papiertopf fehlt?</p>	<p><b>Antwort 5</b> Wenn kein Wasser mehr da ist, aber weiter erhitzt wird, steigt die Temperatur im Topf weiter an. Papier entzündet sich bei ca. 250 °C. Metall kann sehr viel heißer werden, so dass sich Küchenabfälle in der Nähe des Topfes entzünden können.</p>															
<p><b>Hilfe 6</b> Ihr habt nun alle Informationen zusammen, um die gestellte Frage zu beantworten. Schreibt eure Antwort auf.</p>	<p><b>Antwort 6</b> Solange Wasser in unserem Papierkocher ist, nimmt das Wasser die Wärme von der Kerzenflamme schnell auf. Da Wasser nicht heißer werden kann als 100 °C kann auch das Papier nicht heißer werden als 100 °C. Diese Temperatur reicht nicht aus, um das Papier zu entzünden.</p>															

Tab. 1 | Gestufte Hilfen zur Aufgabe „Ein Kochtopf aus Papier“

unnötige Unruhe auf. Dem Impuls zur Hilfe durch den Lehrer sollte in dieser Phase unbedingt widerstanden werden. Nur so kann das Potenzial der gestuften Hilfen in heterogenen Lerngruppen voll genutzt werden. Dank der Hilfen gelangen leistungsschwächere Gruppen in mit leistungsstärkeren Schülern vergleichbarer Zeit zur Lösung der Aufgabe.

#### Fortführung

Zur weiteren Vernetzung und Vertiefung bietet sich beispielsweise der Einfluss der

hohen Wärmekapazität des Wassers auf den Temperaturverlauf des Meerwassers an: Warum kann nicht bereits im April oder Mai im Mittelmeer gebadet werden, wenn es wärmer wird, jedoch problemlos im Oktober, obwohl im Herbst die Lufttemperatur bereits empfindlich sinken kann?

#### Danksagung

Diese Aufgabe wurde im Zusammenhang mit dem im Sommer erscheinenden Band „Aufgaben mit gestuften

Hilfen für den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht“ [2] entwickelt. Frau Franziska Wolff und Herrn Bernd Lübcke danke ich für ihre Hinweise zur Erprobung der Aufgabe.

#### Literatur

- [1] Stäudel, L.; Franke-Braun, G.; Schmidt-Weigand, E.: Komplexität erhalten – auch in heterogenen Lerngruppen: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. In: Chemkon, 14 Jg., H. 3/2007, S. 115–122  
 [2] Aufgaben mit gestuften Hilfen für den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht; Friedrich-Verlag, Seelze 2012