

Lernen mit gestuften Hilfen

Gestufte Lernhilfen fördern selbstständiges Lernen und lassen individuelle Lernwege zu.

Rita Wodzinski

Im Physikunterricht kämpfen Lehrkräfte stets mit der Schwierigkeit, Aufgaben so zu stellen, dass möglichst viele Schülerinnen und Schüler sie lösen können, ohne aber diejenigen zu langweilen, denen Physik leicht fällt. Gestufte Lernhilfen ermöglichen komplexere Aufgaben, an denen leistungsstarke Schüler sich messen und leistungsschwächere auf Hilfen zurückgreifen können.

Guter Physikunterricht setzt darauf, möglichst viele Schülerinnen und Schüler in physikalische Überlegungen zu verwickeln, sie kognitiv anzuregen und sie fachliche Zusammenhänge selbstständig erschließen zu lassen. Unterricht ist besonders lernwirksam, wenn sich Phasen der Instruktion, also der strukturierten Vermittlung von Inhalten, mit Phasen der Konstruktion abwechseln, in denen die Schüler das Gelernte selbstständig anwenden, verknüpfen und weiterdenken. Aufgaben spielen dabei eine wichtige Rolle.

An der Universität Kassel beschäftigen wir uns seit einigen Jahren mit den „Aufgaben mit gestuften Hilfen“. Dahinter verbergen sich komplexe naturwissenschaftliche Aufgaben, deren Bearbeitung über einen Satz von schriftlich formulierten Hilfen unterstützt wird. Darauf können Schülerinnen und Schüler eigenverantwortlich zugreifen. Josef Leisen hat diesen Aufgabentyp 1999 für den naturwissenschaftlichen Unterricht bekannt gemacht [1]. In unserer Weiterentwicklung verwenden wir zweiteilige Hilfen: Der erste Teil enthält eine Denkanregung, eine Frage oder einen Impuls. Der zweite Teil liefert eine passende Antwort dazu. Die Hilfen sind so gestuft, dass sie typische Schritte im Problemlöseprozess abbilden. Die

letzte Hilfe enthält im zweiten Teil schließlich die komplette Lösung.

Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler können die Aufgabe ohne Hilfen bearbeiten und erst zum Schluss ihre Lösung mit der letzten Hilfe vergleichen. Andere, die größere Schwierigkeiten haben, können sich mit den Hilfen Schritt für Schritt zur Lösung vorarbeiten und so ebenfalls zu einem Erfolgserlebnis kommen. Auf diese Weise passen sich die Aufgaben bis zu einem gewissen Grad den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen an.

Ein voller Einkaufswagen

Bei einer Beispielaufgabe aus der Mechanik geht es um die Frage, ob sich ein schwerer Einkaufswagen leichter über eine Bordsteinkante heben lässt, indem man den Wagen am Griff anhebt oder am Griff nach unten drückt (Infokasten). Zur Lösung ist das Hebelgesetz erforderlich. Eine Schwierigkeit besteht dabei darin, die Drehpunkte und Hebelarme korrekt zuzuordnen (Tab.). Auch müssen die Schülerinnen und Schüler eine Annahme über den Schwerpunkt treffen. Gibt man diesen in der Skizze an, reduziert sich der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe.

Der besondere Reiz hierbei besteht darin, dass die Alltagser-



Wie hebt man einen gefüllten Einkaufswagen am besten über eine Bordsteinkante?

fahrung bereits Vermutungen zur Lösung nahe legt, die sich durch physikalische Betrachtungen begründen lassen. Über die eigentliche Aufgabe hinaus bieten sich vielfältige Anknüpfungspunkte, um das Problem tiefer zu diskutieren. Im vorliegenden Fall wäre es z. B. möglich, Messungen anzuschließen, Randbedingungen zu diskutieren, unter denen die Lösung gültig ist, oder Vergleiche zum Kinderwagen anzustellen. Weitere Aufgaben ähnlichen Typs für den Physikunterricht der Sekundarstufe I finden sich in [2].

Dieses Beispiel verdeutlicht bereits das Konstruktionsmuster der Hilfen. In unseren Untersuchungen

Prof. Dr. Rita Wodzinski, Universität Kassel, Didaktik der Physik, Heinrich-Plett-Str. 40, 34132 Kassel

EINKAUFSWAGEN AM BORDSTEIN

Wenn man einen schwer beladenen Einkaufswagen über einen Bordstein auf einen erhöhten Gehweg bringen will, gibt es zwei Möglichkeiten:

■ Man schiebt vorwärts, drückt auf den Griff und hebt das vordere Ende des Wagens zuerst auf den Gehweg,

■ oder man dreht den Wagen um und zieht ihn am Griff hoch.

Aufgabe: Klärt, bei welcher Variante man mehr Kraft einsetzen muss.

Hinweis: Eine genaue Rechnung ist nicht erforderlich. Es geht um eine grobe, aber begründete Abschätzung.



hat sich ein Satz mit fünf bis sieben Hilfen bewährt – jeder beginnt mit einer Paraphrasierung und endet mit einer Verifizierung. Die weiteren Hilfen können je nach Aufgabe in ihrer grundsätzlichen Funktion variieren:

- Paraphrasierung: „Erklärt euch die Aufgabenstellung noch mal in eigenen Worten.“ Diese Hilfe kann wichtig sein, um Schülerinnen und Schüler zu einem Austausch über die Aufgabe anzuregen.
- Fokussierung: „Schaut euch die Informationen aus dem Aufgabentext an.“ Häufig besteht die Schwierigkeit darin, dass Aufgaben oder Arbeitsanweisungen nicht gründlich gelesen werden.
- Elaboration von Unterzielen: „Überlegt euch, welche der Eigenschaften am einfachsten zu bestimmen ist.“ Es ist hilfreich, ein größeres Problem in überschaubare Teile zu zergliedern.
- Aktivierung von Vorwissen: „Erinnert euch: Wie lautet die Formel, mit der man aus der Masse und dem Volumen die Dichte bestimmt?“ Schülerinnen und Schüler

sollen ihr Vorwissen aktivieren bzw. Wissenslücken schließen.

- Visualisierung: „Fertige eine Skizze zum Versuch an und beschrifte diese.“ Häufig führt das Anfertigen einer Skizze dazu, den Austausch unter den Schülerinnen und Schülern anzuregen.
- Verifizierung: „Jetzt habt ihr alles zusammen, um die Aufgabe im Zusammenhang zu lösen.“ Diese Hilfe fordert dazu auf, die Lösung im Ganzen zu rekapitulieren.

Vorteilhafte Stufen

Der Einsatz von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen im Unterricht lässt im Vergleich zu traditionellen Aufgaben einige Vorteile erwarten:

Komplexität erhalten

Traditionelle Aufgaben werden so vorstrukturiert, dass sie einem mittleren Schwierigkeitsgrad entsprechen. Dadurch bleiben komplexere Probleme den Schülerinnen und Schülern weitgehend vorenthalten. Die gestuften Lernhilfen erlauben

es, die Schwierigkeit und den Grad der Komplexität von Aufgaben zu erhöhen, ohne dass die Lernenden Gefahr laufen, an der Aufgabe zu scheitern. Nicht nur leistungsschwache, sondern insbesondere auch leistungsstarke Schülerinnen und Schüler werden so ihrem Leistungsvermögen entsprechend gefordert.

Anpassen an individuelle Lern-typen

Die Lernenden bestimmen den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe in gewissen Grenzen selbst, da sie selbst entscheiden, wann und in welchem Umfang sie die Hilfen nutzen. Diese Entscheidung hängt von den kognitiven und motivationalen Voraussetzungen der Lernenden ab. Eher leistungsgängliche Lernende setzen die Hilfen vermutlich auch ein, um ihren bereits abgeschlossenen Lösungsweg zu kontrollieren. Gestufte Lernhilfen bieten damit die Möglichkeit zur Differenzierung [3].

Gestufte Hilfen		
	Hilfen	Antworten
Paraphrasierung	Erklärt euch die Aufgabe in euren eigenen Worten. Klärt miteinander, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was noch unklar ist.	Wir sollen die zwei Möglichkeiten vergleichen, wie man einen gefüllten Einkaufswagen auf einen erhöhten Gehweg bringen kann. Dabei sollen wir klären, welche Variante mehr Kraft erfordert.
Fokussierung	Welches physikalische Prinzip kann hier nützlich sein?	Um die Aufgabe zu lösen, brauchen wir das Hebelgesetz.
Aktivierung von Vorwissen	Tragt zusammen, was ihr zum Hebelgesetz wisst. Schaut evtl. in eurem Schulbuch oder euren Aufzeichnungen nach. Was müsst ihr kennen, um das Gesetz anzuwenden?	Beim Hebelgesetz spielen der Drehpunkt und die Hebelarme eine Rolle. Beim zweiseitigen Hebel (z. B. Wippe) greifen die Kräfte rechts und links vom Drehpunkt an, beim einseitigen Hebel (z. B. Nusszange) jeweils auf der gleichen Seite vom Drehpunkt. Im Gleichgewicht sind die Produkte aus Kraft und Hebelarm jeweils gleich.
Fokussierung	Wo liegt der Drehpunkt in beiden Fällen?	Im ersten Fall liegt der Drehpunkt im (vom Griff aus gesehen) hinteren Rad, im zweiten Fall im vorderen.
Elaboration von Unterzielen	Um die Hebelarme zu bestimmen, müsst ihr eine Annahme über den Schwerpunkt des vollen Einkaufswagens machen. Diskutiert, wo ihr ihn ansetzen würdet.	Da der Wagen in der Nähe des Griffs breiter und tiefer ist, befindet sich dort mehr Masse. Daher wird der Schwerpunkt des vollen Wagens etwas rechts von der Mitte liegen.
Visualisierung	Zeichnet in die Skizze die Drehpunkte und die Richtung der Kräfte ein, die in den beiden Fällen von Bedeutung sind. Zeichnet zusätzlich die Wirkungslinien der Kräfte ein. Überlegt noch einmal genau, was in diesem Beispiel die Hebelarme sind.	Der Hebelarm ist jeweils der senkrechte Abstand der Wirkungslinie der Kraft vom Drehpunkt. Die Hebelarme sind unten im Bild mit den Doppelpfeilen eingezeichnet. <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1. Fall</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>2. Fall</p> </div> </div>
Verifizierung	Jetzt habt ihr alles zusammen, um das Hebelgesetz anzuwenden und die Aufgabe lösen zu können.	Im 1. Fall ist der Hebelarm für die Kraft etwa doppelt so groß wie der Hebelarm der Gewichtskraft. Die auszuübende Kraft ist etwa halb so groß wie die Gewichtskraft. Im 2. Fall ist der Hebelarm mehr als doppelt so lang wie der Hebelarm der Gewichtskraft. Die notwendige Kraft ist also weniger als halb so groß wie die Gewichtskraft.

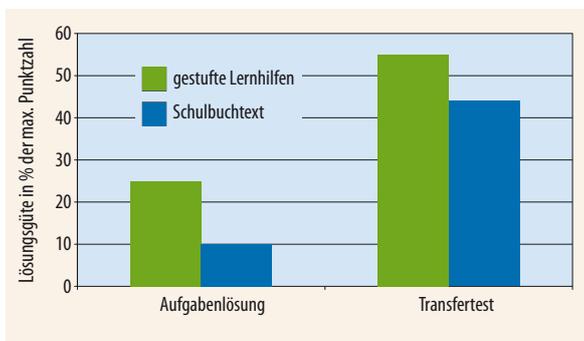


Abb. 1 Mit gestuften Hilfen (grün) erzielen Schülerinnen und Schüler signifikant bessere Ergebnisse als bei Verwendung eines Schulbuchtextes (blau).

Vermeiden von Ausstiegen

Wenn Schülerinnen und Schüler im Unterricht nicht mehr folgen können, brechen sie den Lernprozess ab und steigen gedanklich aus. Das führt nicht nur dazu, dass Lernzeit ungenutzt bleibt, sondern ist unweigerlich mit dem Erleben eines Misserfolgs verbunden. Untersuchungen zeigen, dass solche Situationen besonders dann auftreten, wenn die Schüler Misserfolge bei der Bearbeitung von Aufgaben innerhalb des Zeitfensters von fünf Minuten erleben [4]. Hier schaffen gestufte Lernhilfen Abhilfe. Auch leistungsschwache Schülerinnen und Schüler können so Teilleistungen erbringen und sich als kompetent erleben. Das spielt im Hinblick auf das Selbstkonzept und die Lernmotivation eine entscheidende Rolle.

Autonomie erhöhen

Die Lernenden entscheiden frei, wann und wie sie die Hilfen nutzen. Dadurch erhalten sie einen gewissen Freiraum, um ihren Lernprozess zu gestalten. Auch bei dieser vergleichsweise geringen Öffnung des Unterrichts ist der Effekt für das Autonomieerleben nicht zu unterschätzen. So kamen Claudia und Stefan von Aufschnaiter zu dem Ergebnis, „dass sich Schüler auch in sehr engmaschig angelegten Aufgabenserien als autonom und selbstbestimmt erleben, wenn das Anforderungsniveau gut zu ihren Denk- und Handlungsmöglichkeiten passt“ [4]. Die mit den Lernhilfen klar strukturierte Lernumgebung schützt gleichzeitig vor den Nachteilen, die mit zu starker Öffnung des Unterrichts verknüpft sind.

Erfahrungen im Unterricht

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen lassen sich im Unterricht vergleichsweise einfach einsetzen. Wichtig ist, den Schülerinnen und Schülern zu signalisieren, dass die Nutzung der Hilfen nach einer gewissen Zeit gewünscht ist und keineswegs als Scheitern oder Schwäche gilt. Es empfiehlt sich, den Schülern die Hilfen gruppen- oder paarweise zur Verfügung zu stellen, um größtmögliche Eigenständigkeit zu gewährleisten. Grundsätzlich wäre es auch denkbar, mehrere Hilfesätze am Lehrertisch auszulegen. Unsere Erfahrungen zeigen jedoch, dass Schülerinnen und Schüler sich dadurch in ihrem Lernen stärker kontrolliert und beobachtet fühlen.

Hilfekarten im Karteikartenformat, bei denen die Anregung auf der Vorderseite und die Antwort auf der Rückseite abgedruckt ist, verleiten dazu, sofort die Antwort ohne vorheriges Nachdenken abzulesen. Hier hilft ein einfacher Trick: Man druckt die beiden Teile der Hilfe so auf ein Papier, dass die Lernenden die Lösung auf falten müssen [5].

Mit dem zweiten Teil der letzten Hilfe können die Schülerinnen und Schüler ihre Lösung schließlich überprüfen. Häufig befürchten Lehrkräfte, dass die Schülerinnen und Schüler einfach direkt zur Lösung durchblättern könnten. Tatsächlich haben wir im Unterricht wesentlich häufiger beobachtet, dass die Kinder und Jugendlichen mit großer Ernsthaftigkeit und Lernfreude gearbeitet haben. Selbst in Hauptschulklassen haben sich die Schülerinnen und Schüler über einen vergleichsweise langen Zeit-

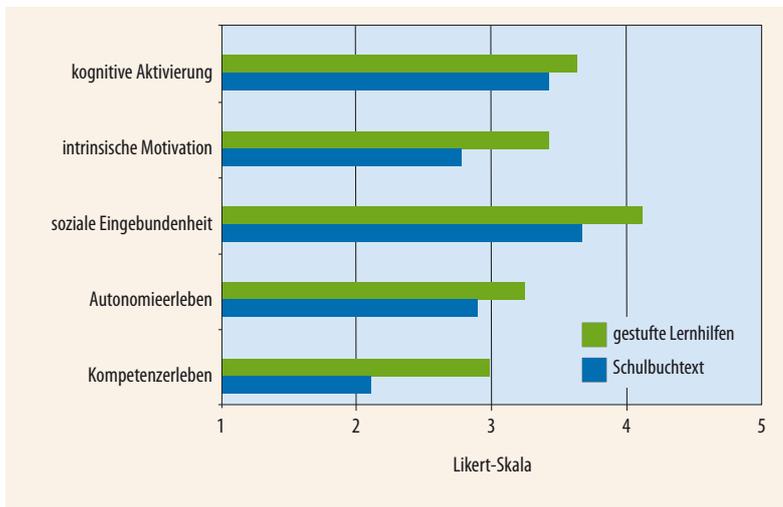


Abb. 2 In allen Punkten führen gestufte Lernhilfen (grün) zu einem positiveren Lernerleben als der Schulbuchtext

(blau). Mit Ausnahme der intrinsischen Motivation und des Autonomieerlebens sind alle Unterschiede signifikant.²⁾

1) Von einem signifikanten Ergebnis spricht man, wenn die Wahrscheinlichkeit kleiner als fünf Prozent ist, dass sich das gemessene Ergebnis zufällig so eingestellt hat.

2) Die Likert-Skala entspricht in einem Fragebogen den typischen Ankreuzmöglichkeiten von sehr gut über mittel bis sehr schlecht. Die Unterschiede lassen sich bei dieser Skala nicht genau festlegen, d. h. der Unterschied zwischen den Stufen 3 und 4 ist nicht vergleichbar mit dem zwischen 4 und 5.

raum von 30 Minuten konzentriert mit den Aufgaben befasst. Inwieweit dies gelingt, hängt auch davon ab, ob sie mit selbstständigem Lernen vertraut sind. In Lehrerfortbildungen hat sich gezeigt, dass es den Lehrkräften vor allem schwer fällt, geeignete Aufgaben zu formulieren. Die Konstruktion der Hilfen gelingt mit etwas Übung einfacher.

Ergebnisse empirischer Studien

Im Rahmen eines DFG-Projektes galt es zu untersuchen, inwieweit sich die Wirksamkeit dieses Aufgabentyps empirisch nachweisen lässt und welche Faktoren gegebenenfalls die Wirksamkeit beeinflussen.

Ziel der ersten Studien war es zu untersuchen, wie unterschiedliche Arten der Unterstützung sich auswirken. Für den Vergleich haben wir einen kompakten Informationstext ähnlich einem Schulbuchtext verfasst, der dieselben Informationen enthält wie die gestuften Hilfen. Der Lernerfolg wurde über die Reproduktion der Aufgabenlösung und mittels eines Transfertests gemessen. Dieser prüft, ob die Probanden die in der Aufgabe bearbeiteten inhaltlichen Konzepte (z. B. die Dichte) auch auf andere Probleme übertragen können. Mit den gestuften Hilfen war das Lernerleben bei der Aufgabenbearbeitung signifikant¹⁾ besser (Abb. 1). Das galt auch für den Lernerfolg

in der Aufgabenlösung sowie im Transfertest (Abb. 2). Wir konnten nachweisen, dass die Schülerinnen und Schüler, die in Partnerarbeit mit den Hilfen gearbeitet haben, fachlich anspruchsvoller miteinander kommunizierten. Daraus ergibt sich allerdings nicht zwangsläufig ein Effekt auf die Lernleistung [6].

Die Aufgabenbearbeitung mit gestuften Hilfen lässt sich als eine spezielle Form des Lernens mit Musterlösungen auffassen. Im Gegensatz dazu geben die gestuften Hilfen gezielte Denkanregungen und präsentieren die Lösung schrittweise. In einer Studie wurden entsprechend zwei Vergleichsbedingungen zu den gestuften Hilfen konstruiert: Erstens haben wir die Antworten aus den gestuften Hilfen

zu einer kompakten Musterlösung zusammengefasst. Zweitens haben wir die gestuften Hilfen auf die Antwortteile (im Sinne von Teilen einer Musterlösung) reduziert. Beide gestuften Unterstützungsformate beeinflussten das Lernerleben positiv, aber nur die vollständig gestuften Hilfen bewirkten im Vergleich zur kompakten Musterlösung einen größeren Lernerfolg [7]. Dies unterstreicht die Bedeutung der Denkanregungen innerhalb der Hilfen sowie der Stufung.

Schließlich wollten wir herausfinden, welche Wirkungen die Aufgaben mit gestuften Hilfen entfalten, wenn sie wiederholt im Unterricht zum Einsatz kommen. Dazu haben wir gemeinsam mit Lehrkräften sechs Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Mittelstufenunterricht zur Mechanik ausgearbeitet. Die sieben beteiligten Lehrkräfte verpflichteten sich, drei davon im Unterricht eines Halbjahres einzusetzen. Jede Lehrkraft setzte dieselben Aufgaben auch in einer Parallelklasse ein und bearbeitete sie dort im Rahmen eines Lehrer-Schüler-Gesprächs.

Jeweils unmittelbar nach der Bearbeitung einer Aufgabe haben wir das Lernerleben und mithilfe eines Wissenstests den aufgabenspezifischen Lernerfolg erhoben. Bei allen drei Aufgaben investierten die Schülerinnen und Schüler, die mit den Hilfen gearbeitet hatten, mehr Anstrengung in die Lösung der Aufgabe, ohne diese jedoch als

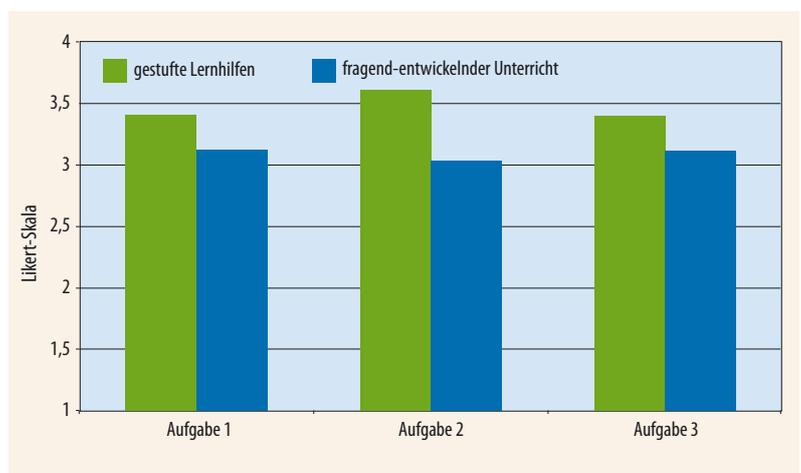


Abb. 3 Bei gestuften Lernhilfen (grün) ist die Anstrengungsbereitschaft bei den drei Aufgaben höher als im fragend-

entwickelnden Unterricht (blau). Bei der zweiten und dritten Aufgabe sind die Unterschiede signifikant.

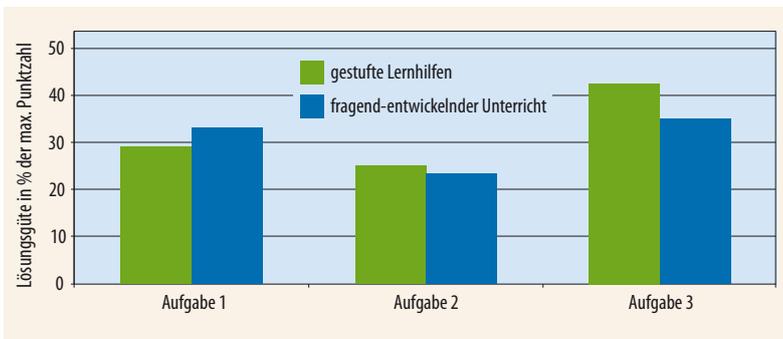


Abb. 4 Die Abbildung stellt die Ergebnisse im Wissenstest unmittelbar nach den drei Aufgaben dar. Die gestuften Lernhilfen (grün) führen in den Aufga-

ben 2 und 3 zu einer höheren Lösungsgüte als der fragend-entwickelnde Unterricht (blau). Bei der dritten Aufgabe sind die Unterschiede signifikant.

solche zu erleben (Abb. 3). Bei den ersten beiden Aufgaben zeigten sich signifikant positive Effekte auf das Lernerleben bei Einsatz der gestuften Hilfen. Bei der dritten Aufgabe sind die Verhältnisse etwas anders. Hier berichteten die Schülerinnen und Schüler aus dem fragend-entwickelnden Unterricht ein signifikant höheres Kompetenzerleben, obwohl sie interessanterweise beim zugehörigen Wissenstest signifikant schlechter abschnitten (Abb. 4). Schülerinnen und Schüler, die mit gestuften Hilfen gearbeitet hatten, lösten die erste Aufgabe tendenziell zwar schlechter, die anderen beiden aber besser.

Die Daten lassen vermuten, dass das wiederholte Bearbeiten der Aufgaben mit gestuften Hilfen dazu beiträgt, dass die Schülerinnen und Schüler die Schwierigkeiten der Aufgaben besser erkennen. Dies würde ein Abnehmen des Kompetenzerlebens erklären. Gleichzeitig erhalten sie jedoch mit den gestuften Hilfen Möglichkeiten an die Hand, die Schwierigkeiten konstruktiv zu bearbeiten. Zusammen mit der höheren Anstrengungsbereitschaft lässt sich so die größere Lernleistung bei der dritten Aufgabe verstehen. Die höheren Lernleistungen ließen sich auch in einer komplexen Abschlussaufgabe nachweisen, die beide Untersuchungsgruppen ohne Hilfen bearbeitet haben [8].

Offenbar führt nicht das Aufgabenformat allein zu positiven Lernwirkungen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass es sich lohnt, die Möglichkeiten gestufter Hilfen weiter auszuloten. In einem Folgeprojekt

haben wir daher untersucht, inwieweit sich dieses Konzept auf experimentelle Aufgaben übertragen lässt. Die Ergebnisse hierzu sind jedoch weniger eindeutig. Es scheint, als ob die Experimentierumgebung die Schülerinnen und Schüler derart gefangen nimmt, dass die gleichzeitige Nutzung von gestuften Hilfen sie organisatorisch oder kognitiv überfordert [9].

Literatur

- [1] J. Leisen (Hrsg.), Methodenhandbuch deutschsprachiger Fachunterricht, DFU, Bonn (1999)
- [2] R. Wodzinski und L. Stäudel, Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Physikunterricht, Friedrich-Verlag, Seelze (2009)
- [3] F. E. Weinert (Hrsg.): Lerntheorien und Instruktionsmodelle, in: Psychologie des Lernens und der Instruktion, Enzyklopädie der Psychologie, Band I 2, S. 1, Hogrefe, Göttingen (1996)
- [4] C. v. Aufschnaiter und S. v. Aufschnaiter, Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht, MNU, S. 409 (2001)
- [5] Forschergruppe Universität Kassel: Schritt für Schritt zur Lösung, in: Unterricht Physik, 18. Jg., H. 99/100, S. 42 (2007)
- [6] G. Franke-Braun, Aufgaben mit gestuften Hilfen, Lit-Verlag, Berlin (2008)
- [7] F. Schmidt-Weigand, R. Wodzinski und M. Hänze, Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 23, 129 (2009)
- [8] R. Wodzinski, M. Hänze und F. Schmidt-Weigand, Selbstständigkeitsorientiertes fachliches Lernen in den Naturwissenschaften durch kognitiv anspruchsvolle Aufgaben mit gestuften Lernhilfen, DFG-Abschlussbericht, WO 1234/1-1, WO 1234/1-2 (2009)
- [9] R. Wodzinski, M. Hänze, F. Schmidt-Weigand und K. Rincke, Selbstständigkeitsfördernde Unterstützungsformate für das Experimentieren im Physikunterricht der Sekundarstufe I, DFG-Abschlussbericht, WO 1234/3-1, HA 3509/6-1, in Vorbereitung