

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen – ein besonderes Aufgabenformat zur kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler und zur Intensivierung der sachbezogenen Kommunikation

Zusammenfassung

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen verfolgen das Ziel, möglichst viele Lernende kognitiv anzuregen. Sie bieten darüber hinaus die Möglichkeit, Lernende mit komplexeren Problemstellungen als sonst üblich zu konfrontieren. Wesentliches Element dieses Aufgabenformates sind Lernhilfen, die den Lösungsprozess unterstützen, indem sie die Lernenden zu Überlegungen oder Handlungen auffordern, die zur Bewältigung der Aufgabenstellung benötigt werden. In diesem Beitrag werden Beispiele komplexer Aufgaben vorgestellt und an einem ausführlichen Beispiel erläutert. Ferner gehen wir der Frage nach, inwieweit Aufgaben mit gestuften Lernhilfen geeignet sind, im naturwissenschaftlichen Unterricht selbstständigkeitsorientiertes, kooperatives Lernen zu fördern und die fachliche Problemlösekompetenz sowie das fachbezogene Selbstkonzept zu stärken. Im Rahmen eines von der DFG geförderten Projektes der Kasseler Forschergruppe zur empirischen Bildungsforschung haben wir eine videobasierte Studie mit 62 Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 von Haupt- und Realschulen zur Wirksamkeit von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen durchgeführt. Die Studie ergab Effekte der gestuften Lernhilfen hinsichtlich einer verbesserten Lernleistung, einem positiven Lernerleben und einer höheren Kommunikationsqualität in den Lerndyaden.

Die Forderung nach einer neuen Aufgabenkultur

Die Ergebnisse der TIMSS- und PISA-Studien haben in der Debatte um die Qualität von Bildung in Deutschland auch zu einer Auseinandersetzung mit Aufgaben als wichtigem Element der Unterrichtsgestaltung geführt. Insbesondere Lernaufgaben – im Unterschied zu Testaufgaben – erfahren lebhaftes Interesse (Stäudel 2006). Die Lehrkraft übergibt dabei mit der gestellten Aufgabe einen Teil der Verantwortung für das Lernen den Schülerinnen und Schülern. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht können solche Lernaufgaben eine besondere Rolle spielen. Sie eignen sich für vielfältige didaktische Zusammenhänge: um Inhalte zu entwickeln, typische Probleme zu lösen oder Phänomene zu klären, Problemlösen selbst zu unterrichten und Unterricht entlang der Prinzipien naturwissenschaftlichen Arbeitens zu strukturieren (Fischer, Draxler 2001). Der konstruktivistischen Sicht des Lernens wird auf diese Weise eher entsprochen als im traditionellen eher lehrergelenkten Unterricht. Indem die Aufgaben, dem Beispiel von PISA

folgend, in alltags- und lebensweltliche Kontexte eingebettet werden, die möglichst gesellschaftlich relevant sind, kann die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler gefördert werden, sich mit relativ komplexen Fragestellungen zu beschäftigen. Durch solches Aufgreifen realitätsnaher Situationen bzw. authentischer Begebenheiten professionellen oder wissenschaftlichen Handelns wird die Bedeutung des Lernstoffes für die Lernenden ansatzweise nachvollziehbar, die Motivation verbessert sich (Prenzel 1995).

Derart konstruierte Aufgaben sind dann besonders effektiv, wenn ihre Instruktionsqualität hoch ist: Erforderlich sind eine klare Strukturierung, verständliche Ausführungen bzw. Anleitungen und die Anpassung der Schwierigkeit an die Voraussetzungen der Lernenden (Prenzel 1995).

Das Aufgabenformat

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen (oft auch „abgestufte Lernhilfen“ genannt) wurden von Josef Leisen (1999) für die Naturwissenschaften entwickelt. Im Unterschied zum eher allgemein beschriebenen Format bei Leisen weisen die von uns entwickelten Aufgaben zwei Elemente auf.

(a) Der Aufgabenkontext ist stets ein bekanntes Phänomen oder eine realitätsnahe oder realistische Situation. Die darin eingebettete Problemstellung konfrontiert die Schüler mit einer konkreten Fragestellung, welche auf ein bestimmtes naturwissenschaftliches Konzept zielt. Die (in der Regel eher geschlossene) Aufgabenstellung ist komplex und orientiert sich jeweils am oberen Leistungsniveau der Lerngruppe, für die die Aufgabe konzipiert ist.

(b) Das zweite Element sind sequenzielle Lernhilfen, die die Schüler beim Problemlöseprozess unterstützen sollen. Es handelt sich um Impulse inhaltlicher oder lernstrategischer Art. Jede Lernhilfe ist aus zwei Teilen aufgebaut: im ersten Teil erhalten die Schüler eine Handlungsaufforderung oder Frage und im zweiten Teil die zugehörige Antwort als Teillösung.

Die Lernhilfen erfüllen im Sinne allgemeiner Lern- und Problemlösestrategien (z. B. Friedrich & Mandl 1992) folgende Funktionen (einem Punkt können gegebenenfalls mehrere Hilfen zugeordnet werden). In Klammern sind konkrete Beispiele benannt.

- *Paraphrasierung* (z. B.: „Erklärt euch die Aufgabenstellung noch mal in eigenen Worten.“)
- *Fokussierung* (z. B.: „Schaut euch die Informationen aus dem Aufgabentext an.“)
- *Elaboration von Unterzielen* (z. B.: „Überlegt euch, welche der Eigenschaften am einfachsten zu bestimmen ist.“)
- *Aktivierung von Vorwissen* (z. B.: „Erinnert euch: Wie lautet die Formel, mit der man aus der Masse und dem Volumen die Dichte bestimmt?“)

- *Visualisierung* (z. B.: „Zeichnet eine Skizze dazu, wie ihr den Bodensatz von einer gesättigten Salzlösung trennen könnt. Denkt daran, die Skizze auch zu beschriften.“)

Zur Verifizierung der gesamten Aufgabenlösung erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Musterlösung als letzte Hilfe oder separat zur Einsicht, mit der sie die Richtigkeit und Vollständigkeit ihrer Lösung überprüfen können. Unter diesem Gesichtspunkt ist das Aufgabenformat vergleichbar mit Beispielaufgaben mit kommentierten Musterlösungen, sog. *worked examples*, die in der aktuellen Lehr-Lern-Forschung Gegenstand empirischer Untersuchungen sind (Lind, Friege, Kleinschmidt & Sandmann 2004; Renkl 2001). Auch *worked examples* setzen sich zusammen aus einer Problemstellung, Lösungsschritten und der endgültigen Lösung (Renkl 2001). Die einzelnen bzw. sequenziert dargebotenen Lösungsschritte lenken den Lösungsprozess und weisen dem so ausgearbeiteten Problem einen hohen Organisationsgrad zu.

Aspekte der Lernförderung

Im vorgestellten Aufgabenformat der Aufgaben mit gestuften Lernhilfen sind verschiedene Aspekte der Lernförderung umgesetzt, die dieses Aufgabenformat besonders interessant machen.

Dadurch, dass Schüler über Zeitpunkt und Ausmaß der Nutzung der ihnen angebotenen Lernhilfen selbst entscheiden, können sie den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe selbst bestimmen und ihrem individuellen Leistungs- und Motivationsstand anpassen. Damit findet das Prinzip der adaptiven Instruktion (Weinert 1996) hier Anwendung. Auch Renkl (2001) hält die Vorwissensangepasstheit von instruktionalen Erklärungen für sehr wichtig. Demnach sollten instruktionale Erklärungen nur dann dargeboten werden, wenn die Lernenden Verständnisprobleme haben oder sich ihren eigenen Erklärungen nicht sicher sind.

Nach v. Aufschnaiter & v. Aufschnaiter (2001) befassen Schüler sich selten länger als fünf Minuten mit einer (Teil-)Aufgabe. Erreichen sie keine für sie zufriedenstellende Lösung, brechen sie den Lernprozess ab und nutzen die zur Verfügung gestellte Lernzeit nicht weiter. Durch die Lernhilfen können derartige Ausstiege aus dem Bearbeitungs- und Lernprozess vermieden und das damit einhergehende Misserfolgserleben reduziert werden.

Mit der Darbietung der Hilfen in inhaltlich überschaubarem Umfang wird zudem verhindert, dass leistungsbegrenzende kognitive Prozesse durch Kapazitätsbeschränkungen des Arbeitsgedächtnisses zum Tragen kommen (Sweller, van Merriënboer & Paas 1998).

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen berücksichtigen eine Trennung von Lern- und Prüfungssituationen, wie Weinert (1998) es für effektives Lernen gefor-

dert hat. Die Schülerinnen und Schüler können sich die ihnen fehlenden Informationen für die Lösung der Aufgabe selbst beschaffen, ohne sich als unwissend vor der Lehrperson zeigen zu müssen. Dieses kommt vor allem den lernschwächeren Schülern entgegen. Die Rückmeldung innerhalb der Lernhilfen trägt nicht nur dazu bei, die Schüler auf den richtigen Weg zu bringen. Sie kann auch dazu beitragen, Verstehensillusionen der Lernenden zu reduzieren, indem die instruktionalen Erklärungen ihnen aufzeigen, dass sie etwas bislang nicht richtig verstanden haben und ihre Lösung nicht korrekt ist (Renkl 2001). Auch wenn die Lernenden für ihre Lösung nicht alle Hilfen benötigt und genutzt haben, so werden sie doch ermutigt, am Ende die dargebotenen Hilfen durchzulesen. Dadurch können sie ihre Lösung selbstständig auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüfen. Darüber hinaus vermitteln die Hilfen implizit auch, wie man strategisch mit komplexen Aufgaben umgehen kann.

Das Format der Aufgaben mit gestuften Lernhilfen legt eine kooperative Bearbeitung in Zweiergruppen nahe, ist aber auch in anderen Konstellationen (Dreier- oder Vierergruppen oder auch Einzelarbeit) möglich. Das kooperative Bearbeiten von Aufgaben kann eine sachbezogene Kommunikation durch produktiven Austausch unter den Lernenden fördern. Das Potenzial von qualitativ hochwertigen Schülerverbalisierungen für die Wissensgenerierung hat Wuttke (2005) in ihrer Arbeit mit Berufsschülern herausgestellt. Demnach beeinflussen qualitativ hochwertige Argumentationssequenzen, Erklärungen und Fragen (mit und ohne Lehrkraft) die Lernleistung günstig.

Aufgabenbeispiele

Die von uns konzipierten Aufgaben sind meist so formuliert, dass sie weniger auf eine Berechnung abzielen, als vielmehr die Anwendung einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise gedanklich vorwegnehmen. Einige Beispiele, die sich für die Anwendung gestufter Lernhilfen eignen, sind im Folgenden dargestellt:

Dichte: Bei der Fragestellung, ob die *5-Cent-Münze tatsächlich aus Kupfer besteht*, sollen die Schülerinnen und Schüler unter Nutzung schulisch verfügbarer Mittel einen Identitätsbeweis entwickeln. Die Hilfen führen sie auf den Weg zur Überprüfung der Dichte als Materialeigenschaft. Wenn die ermittelte Dichte nicht mit dem Tabellenwert übereinstimmt, kann die Münze nicht aus reinem Kupfer sein (Forschergruppe Kassel 2006).

Wärmelehre: Bei der Aufgabe zum *Feuer löschen* sind die Lernenden aufgefordert herauszufinden, warum die Feuerwehr zur Brandbekämpfung vorzugsweise Wasser benutzt. Ausgehend von den Bedingungen der Feuerentstehung – Brennstoff, Sauerstoff und Überschreitung der Entzündungstemperatur – erarbeiten sich die Lernenden einen

Weg zum Verständnis, dass es die hohe Wärmekapazität (und die gute Wärmeleitfähigkeit) von Wasser ist (sind), die es zum bevorzugten Löschmittel machen (Forschergruppe Kassel 2004).

- Stofftrennung: Um das *unterschiedliche Löseverhalten von Salzen* zu festigen, sollen sich die Lernenden einen Versuch überlegen um zu ermitteln, wie viel Gramm eines Salzes sich in 100 g Wasser lösen. Dabei gibt es zwei Lösungswege: über das Gewicht einer gesättigten Lösung im Vergleich zur gleichen Menge Wasser oder über das Gewicht des getrockneten Bodensatzes, das man von der ursprünglich eingesetzten Menge Salz abzieht (Forschergruppe Kassel 2004).
- Osmose: Die Schülerinnen und Schüler sollen das *Platzen der Kirschen* bei Regen infolge osmotischer Vorgänge an der Fruchtwand elaborieren. Durch das Aufprasseln von Wassertropfen bleibt die Kirsche unversehrt, legt man sie jedoch in entmineralisiertes Wasser, so platzt sie auf. In einem weiteren Versuch sollen diese Erkenntnisse bestätigt werden: legt man eine Kirsche in Kirschsafft, so platzt sie nicht.
- Redoxreaktionen: Die Schülerinnen und Schüler sollen sich überlegen, welche üblichen Haushaltsmittel zur *Silberreinigung* verwendet werden können und ein kurzes Rezept zur Silberreinigung schreiben. Ausgehend von der bekannten Spannungsreihe der Metalle erfahren sie Aluminium (Alu-Folie) als geeignetes Reduktionsmittel für Silbersulfid. Eine leitfähige Lösung wird am einfachsten durch Zusatz von Kochsalz in Wasser hergestellt.
- Optik: Die Lernenden sollen mit Hilfe des Durchmessers von *Sonnenflecken* unter einem Blätterdach auf der Erde die Höhe des Blätterdachs abschätzen. So kann man gemäß der Funktionsweise einer Lochkamera über den Durchmesser der Sonne, deren Abstand zur Erde und die Größe der Sonnenflecken die Höhe des Blätterdachs berechnen.
- Mechanik: Wann muss weniger Kraft aufgewandt werden, um einen *Einkaufswagen* die Bordsteinkante hochzuheben: beim Herunterdrücken des Griffes und mit den hinteren Rädern zuerst oder durch Drehen des Wagens und mit den vorderen Rädern zuerst? Die Lösung dieser Aufgabe erreichen die Lernenden über die Anwendung der Hebelgesetze (Forschergruppe Kassel 2004).

Eine Aufgabe mit gestuften Lernhilfen: Überleben auf einer Eisscholle

Im Folgenden werden für eine Aufgabe alle Schritte einer Lösungsunterstützung durch gestufte Lernhilfen exemplarisch durchgeführt. Das Beispiel ist insofern besonders interessant, weil es zeigt, dass sich gestufte Lernhilfen durchaus auch auf offenere Aufgabenstellungen anwenden lassen.

Ausgehend von der vertrauten Geschichte zum Untergang der Titanic wird in dieser Aufgabe zum systematischen Nachdenken über die Tragfähigkeit von Eisschollen aufgefordert. Mit dieser Aufgabe wird den Lernenden die Möglichkeit gegeben, ein bekanntes Phänomen in einem Gedankenexperiment zu modellieren. Sie müssen eine physikalische Betrachtungsweise einnehmen und die Prinzipien von Dichte, Auftrieb und Wirkung einer Gewichtskraft auf die Problemstellung anwenden. Bei dieser Aufgabe wird von der Anwendung der zugrunde liegenden Formeln vollständig abgesehen. Es genügt eine qualitative Vorstellung der Zusammenhänge. Die Lernenden müssen eine Annahme treffen über das Gewicht eines Menschen. Hier können sie z. B. von ihrem eigenen Gewicht ausgehen oder haben eine Vorstellung über das durchschnittliche Gewicht eines Erwachsenen.

Mit der Angabe des notwendigen Volumens ist einerseits eine richtige Antwort gefunden, andererseits ist der Wert ziemlich unanschaulich. Zur Verdeutlichung der Größe ist die Fläche besser geeignet. Ausgehend von verschiedenen Höhen (Dicken) einer Eisscholle können auch die Längen und Breiten variiert werden.

Überleben auf einer Eisscholle

Die Titanic ist 1912 untergegangen, weil das Schiff gegen einen Eisberg gerammt ist. Es gab nur wenige Möglichkeiten für die Passagiere zum Überleben. Zwischen den schwimmenden Menschen und den Rettungsbooten schwammen Wrackteile der Titanic und Eisschollen.

Aufgabe:

Überlegt euch, wie groß eine Eisscholle sein müsste, damit sie einen Menschen tragen kann!

Zum Lösen der Aufgabe helfen euch folgende Informationen.

	Dichte in g/cm ³
Wasser (100°C)	0,958
Wasser (20°C)	0,998
Wasser (0°C)	1,00
Eis (0°C)	0,918

Zu der Aufgabe erhalten die Lernenden sechs sequenzielle Lernhilfen mit folgenden Handlungsaufforderungen:

	Lernhilfe / Antwort	Typ der Hilfe
1	<p>Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch mal in Euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.</p> <p>Ihr sollt herausfinden, wie groß eine Eisscholle mindestens sein muss, damit sie auch mit Belastung eines Menschen noch schwimmt.</p>	Paraphrasierung
2	<p>Warum schwimmt eine Eisscholle überhaupt?</p> <p>Eine Eisscholle schwimmt, weil die Dichte des Eises geringer ist als die Dichte des umgebenden Wassers.</p>	Aktivierung von Vorwissen
3	<p>Versucht zu beschreiben, wann eine Eisscholle mit Belastung gerade noch schwimmt!</p> <p>Wenn eine Eisscholle schwimmt, ragt ein kleiner Teil aus dem Wasser heraus. Die Eisscholle kann so weit belastet werden, bis die Oberfläche der Eisscholle auf einer Linie liegt mit der Wasseroberfläche</p>	Elaboration von Unterzielen
4	<p>Stellt euch ein kleines Stück Eis von 1 cm³ vor. Überlegt, wie viel Zusatzlast das Stück Eis tragen kann, bis seine Oberfläche gerade noch zu sehen ist!</p> <p>Aus der Tabelle könnt ihr entnehmen, dass ein Würfel Eis bei 0 °C eine Dichte von ungefähr 0,92 g/cm³ hat. Ein Würfel Wasser derselben Größe hat eine Dichte von 1,00 g/cm³. Ein Stück Eis von 1 cm³ kann man daher zusätzlich mit etwa 0,08 g belasten, bis seine Oberfläche gerade noch zu sehen ist.</p>	<p>Elaboration von Unterzielen</p> <p>Modellierung</p> <p>Fokussierung auf Textinformation in der Antwort</p>
5	<p>Nun könnt ihr ausrechnen, welches Volumen die Eisscholle haben müsste, um das zusätzliche Gewicht eines Menschen zu tragen!</p> <p>Bei einem erwachsenen Menschen geht man von einem durchschnittlichen Gewicht von 80 kg aus.</p> <p>1 cm³ Eis kann 0,08 g tragen, hochgerechnet kann 1 dm³ Eis 0,08 kg tragen.</p> <p>Für 80 kg benötigt man also ein Volumen von 1000 dm³, das entspricht 1 m³.</p>	Elaboration von (Unter)-Zielen
6	<p>Um eine Vorstellung von der Größe einer solchen Eisscholle zu erhalten, müsst ihr euch überlegen, wie dick die Eisscholle sein müsste, damit sie nicht zufällig beim Raufklettern zerbricht.</p> <p>Wenn ihr von einer erforderlichen Dicke der Eisscholle von 50 cm ausgeht und eine plattenartige Scholle annehmt, so hätte diese eine Fläche von 2 m². Diese wäre z. B. 1 m breit und 2 m lang oder z. B. 1,3 m breit und 1,5 m lang usw.</p>	Verifikation (Offene Lösung)

Tab. 1: Sequenzielle Lernhilfen zur Aufgabe *Überleben auf einer Eisscholle*

Die Wirksamkeit von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen

Der Einsatz von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen, wie sie im vorangegangenen Abschnitt dargestellt wurden, lässt im Vergleich zu traditionellen Formen der Aufgabenbearbeitung eine Reihe von Vorteilen erwarten. Um die Wirksamkeit von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen zu überprüfen, haben wir an der Universität Kassel eine experimentelle videobasierte Studie durchgeführt. Schwerpunkte dieser Studie waren die sachbezogene Kommunikation unter Schülerinnen und Schülern, ihr Lernerfolg und ihr Lernerleben bei der Bearbeitung von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Dabei sollten folgende Forschungsfragen geklärt werden:

- Regen Aufgaben mit gestuften Lernhilfen zu mehr sachbezogener Kommunikation an?
- Führt das Bearbeiten komplexer Aufgaben mit gestuften Lernhilfen zu einer höheren Lernleistung und einem verbesserten Lernerleben?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Kommunikation und Lernleistung bei diesem Aufgabenformat?

Versuchsdesign

An der Studie nahmen insgesamt 62 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 von drei verschiedenen Schulen in Kassel (Gesamtschulen und Haupt- und Realschulen) teil. Vor der eigentlichen Vergleichsuntersuchung hinsichtlich des Aufgabenformats wurden vorab in jeweils 2 Schulstunden die persönlichen Daten der Lernenden sowie ihre Lernausgangsleistung mittels Tests zur Lesefähigkeit, zum naturwissenschaftlichen Vorwissen und zur sprachfreien Intelligenz erhoben.

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiteten in Partnerarbeit jeweils eine Aufgabe mit gestuften Lernhilfen (Experimentalbedingung) und eine themenverschiedene Aufgabe mit einer kompakten Lernhilfe (Kontrollbedingung). Die kompakte Lernhilfe bestand aus einem inhaltlich äquivalenten Informationstext, der aus den Antworten zu den Hilfen zusammengesetzt war. Diese „Musterlösung“ kann auch als prototypischer Lehrbuchtext angesehen werden. Durch die so gestaltete Kontrollbedingung wurde sichergestellt, dass die Lernenden in beiden Gruppen inhaltlich dieselbe Unterstützung erhielten. Der Unterschied zwischen Experimental- und Kontrollbedingung bestand nur in den lernstrategischen Aufforderungen und der daraus resultierenden Aufgliederung der instruktionalen Erläuterungen.

Es wurden die beiden Aufgaben *5-Cent-Münze* und *Feuer löschen* eingesetzt, wobei stets zuerst die Aufgabe *5-Cent-Münze* bearbeitet wurde.

Jedem Schülerpaar wurde ein Versuchsleiter zugewiesen. Dieser teilte die Aufgabe, Leistungstests und Fragebögen aus und überwachte die Videoaufzeichnung der Aufgabenbearbeitung. Bei der Instruktion durch die Versuchs-

leitung wurden die Lernenden ausdrücklich aufgefordert mögliche Lösungswege laut miteinander zu diskutieren, bevor sie sich die Antworten zu den Fragen bzw. Impulsen durchlesen. Die Lernzeit wurde nicht begrenzt. Lernerfolg und Lernerleben wurden direkt im Anschluss an die Aufgabenbearbeitung erhoben in der Reihenfolge Aufgabenlösung, Attributionen, Transfer test, Fragebogen zum affektiven Lernerleben. Die Durchführung dauerte pro Schülerpaar und Aufgabe maximal 60 Minuten.

Zwei der 62 Schüler haben aufgrund ungerader Gruppenzusammensetzung an zwei Untersuchungstagen alleine gearbeitet und wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Zwei Lerndyaden wurden nicht videographiert, weil nicht genügend Videokameras zur Verfügung standen. Für den Vergleich der Lernleistungen und des Lernerfolgs standen demzufolge 60, für die Untersuchung des Lernverhaltens (Kommunikation, Bearbeitungsdauer) 56 Datensätze zur Verfügung.

Auswertungskriterien

Als *Lernerfolgskontrolle* dienten die individuell ausformulierte erarbeitete Aufgabenlösung und ein Lerntest mit multiple-choice- und offenen Antwortformaten mit insgesamt acht (*5-Cent-Münze*) bzw. sechs (*Feuer löschen*) Fragen. Für die Beurteilung der Lösungsqualität wurde für jede Aufgabe eine Musterlösung aus sechs Lösungsschritten erstellt. Die Aufgabenlösungen wurden danach ausgewertet, wie viele der insgesamt sechs Lösungsschritte wiedergegeben wurden.

Zum affektiven und kognitiven *Lernerleben* wurden ein Fragebogen von Berger und Hänze (2004) sowie ein eigens für die Untersuchung zusammengestellter Attributionsfragebogen verwendet. Der Fragebogen zum affektiven Lernerleben bestand aus insgesamt 14 Aussagen in der 1. Person zu den Konstrukten Kompetenzerleben, Autonomie, soziale Einbindung, intrinsische Motivation und kognitive Aktivierung, die auf einer 5-stufigen Skala von „stimmt gar nicht“ bis „stimmt genau“ eingestuft werden mussten. Der Attributionsfragebogen erfasste ebenfalls 5-stufig die Einschätzung des eigenen Lernerfolgs („Wir haben die Aufgabe vollständig/gar nicht gelöst“ und „Ich habe die Lösung unserer Aufgabe genau/gar nicht verstanden“), die Zurückführung des Lernerfolgs auf bestimmte Faktoren und die Einschätzung der Schüler, wie hilfreich das Lernmaterial und ihr Vorwissen für die Bearbeitung der Aufgaben waren.

Für die Analyse der *Schülerkommunikation* wurde ein Kodierungsschema in Anlehnung an Berger und Hänze (2005) entwickelt. Die Analyse der Videobänder erfolgte direkt am Computer. Hauptkategorien dieser Kodierung waren inhaltlich-fachliche Äußerungen, Äußerungen zur Handlungsplanung sowie alle sonstigen Äußerungen, die keiner der beiden lernrelevanten Kategorien zugeordnet werden konnten. Innerhalb der inhaltlich-fachlichen Äußerungen wurde der Elaborationsgrad in zwei Stufen unterteilt, die Nen-

nung einzelner Fachbegriffe oder Fakten (z. B. „Der Schmelzpunkt von Kupfer ist 1083°“) und die Nennung und Verknüpfung mehrerer Fachbegriffe oder Fakten (z. B. „Wir müssen Masse durch Volumen teilen, das gibt dann die Dichte“). Darüber hinaus wurden die Äußerungen als im Kontext fachlich richtig oder fachlich falsch klassifiziert. Äußerungen zur Handlungsplanung umfassten inhaltlich-planende Äußerungen (z. B. „Wir müssen die Münze auf 1083° erhitzen“) sowie metakognitive Äußerungen (z. B. „Ich gucke noch mal, vielleicht haben wir etwas Wichtiges übersehen“). In die Restkategorie fielen Äußerungen, die akustisch oder inhaltlich unverständlich waren, Einwortäußerungen und Äußerungen, die keiner der übrigen Kategorien zuzuordnen waren (z. B. „Ich habe gehört, dass Kupfer irgendwas mit Blumen macht“).

10 der 28 Videoaufzeichnungen wurden von zwei unabhängigen Ratern ausgewertet, um die Zuverlässigkeit der Bewertungskriterien zu gewährleisten. Die Übereinstimmungen über alle Kategorien hinweg war mit $r=.71$ nicht befriedigend. Eine genauere Betrachtung zeigte, dass die Übereinstimmungen in Abhängigkeit der drei Hauptkategorien unterschiedlich ausfielen. Für die Kategorien inhaltlich-physikalische Äußerungen ($r=.83$) und Handlungsplanung ($r=.78$) lagen die Übereinstimmungen, betrachtet man die geringere Gesamtzahl an Äußerungen in diesen beiden Kategorien (s. Abb. 1), in einem zufriedenstellenden Bereich. Lediglich die Übereinstimmung in der „Restkategorie“ war unbefriedigend ($r=.33$). Die mangelnde Übereinstimmung in dieser Kategorie machte eine Interpretation der Gesamtzahl an Äußerungen schwierig und ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass bei unverständlichen Aussagen Äußerungsgrenzen während direkter Kodierung schwierig zu identifizieren und uneinheitlich waren. Für die 20 Versuchspersonen, zu denen zwei Kodierungen vorlagen, wurden die Mittelwerte aus beiden Ratern bei den weiteren Analysen verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse bei der Bearbeitung der ersten Aufgaben (*5-Cent-Münze*) ausführlich dargestellt. Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zum Teil deutlich in ihrem *Lernverhalten*. Insgesamt verbrachten die Lernpaare, die mit gestuften Lernhilfen gearbeitet haben, etwas mehr Zeit mit der Aufgabe (im Mittel 23:06 min) als die Paare mit kompakter Hilfe (19:23 min). Dieser Unterschied ist allerdings statistisch nicht signifikant. Allerdings schwankte die Lernzeit zwischen 7 und 48 Minuten und damit sehr stark zwischen den Lerndyaden.

Experimental- und Kontrollgruppe unterscheiden sich signifikant in ihrem *Kommunikationsverhalten*. In Abbildung 1 sind die durchschnittlichen Anzahlen an Äußerungen je Schüler bzw. Schülerin während der gesamten Lernzeit abgetragen. In allen drei Kategorien erzielten Schülerinnen und Schüler, die mit gestuften Lernhilfen gearbeitet haben, höhere Werte als diejenigen Schülerinnen und Schüler, die die kompakte Lernhilfe als Unterstützung

nutzen konnten. Unter der Bedingung mit gestuften Lernhilfen redeten die Lernpartner insgesamt mehr miteinander und nutzten dabei auch mehr Fachbegriffe als Lernpaare, die nur den kompakten Informationstext zur Verfügung haben. Gestufte Lernhilfen erhöhen also sowohl die Quantität als auch die Qualität der Kommunikation zwischen den Lernpartnern.

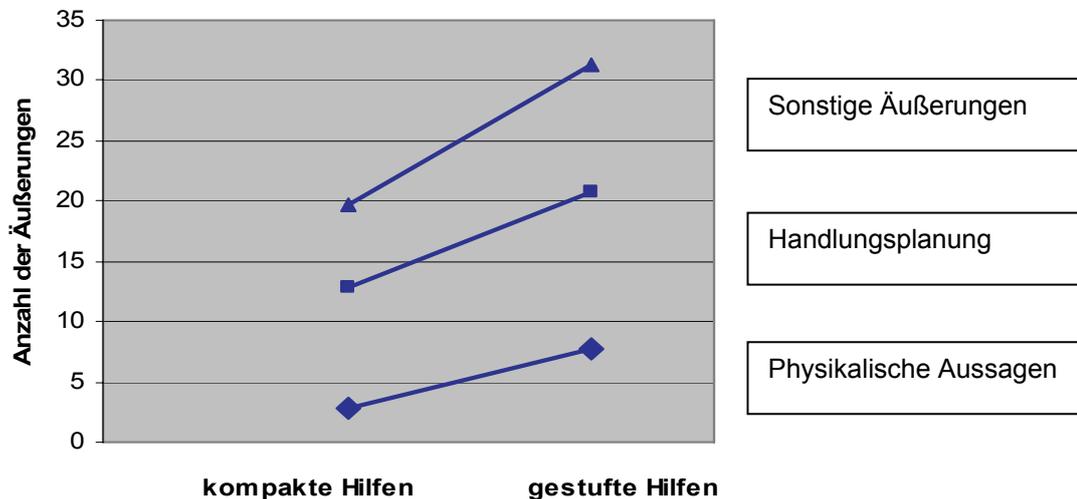


Abb. 1: Anzahl der Schüleräußerungen während der Aufgabenbearbeitung unter den verschiedenen Bedingungen

Insgesamt trafen die Lernenden aber selten inhaltlich-physikalische Aussagen. Ansätze fachlicher Kommunikation kamen eher unter der Bedingung mit gestuften Lernhilfen vor. Ein qualitativer Eindruck, der sich bei Betrachtung der Videos ergab, ist, dass das Ausmaß der Kommunikation zwischen den Lernenden als gering zu bewerten war.

Betrachtet man die subjektiven Einschätzungen des *Lernerlebens* (Abb. 2), so finden sich auch hier statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Experimental- und der Kontrollgruppe. Beim Lernen mit gestuften Lernhilfen berichteten die Schülerinnen und Schüler ein größeres Kompetenzerleben, d. h. sie hatten eher das Gefühl, die Dinge verstanden zu haben bzw. den Anforderungen gewachsen zu sein und dass die Aufgabe leicht zu bearbeiten war. Sie schätzten ihre Lernerfolge demzufolge größer und die Aufgabe als leichter ein und führten das auf das Material und ihr Vorwissen zurück. Im Vergleich zur Gruppe mit kompakter Hilfe zeigten die mit gestuften Hilfen Lernenden eine höhere Motivation, fanden die Aufgabe eher interessant, würden gerne noch mehr über das Thema erfahren und haben sich über ihre Leistungen gefreut. Sie fühlten sich in der Partnerarbeit durch das Arbeiten mit gestuften Lernhilfen tendenziell sozial stärker eingebunden. Sie gaben an, dass sie mit ihrem Partner gut zusammen gearbeitet und sich in der Partnerarbeit wohl gefühlt haben. Diese positiven Ergebnisse sprechen deutlich für eine Wirksamkeit des Aufgabenformats unter sozial-kommunikativen und motivationalen Aspekten.

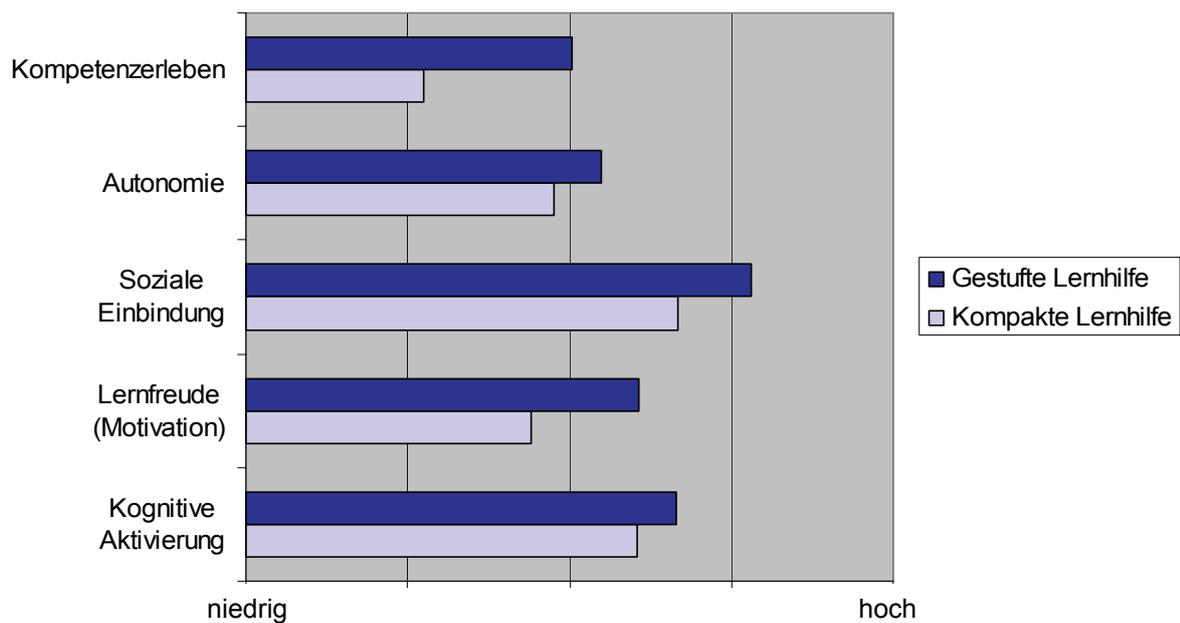


Abb. 2: Subjektiver Lernerfolg in Abhängigkeit vom Lernhilfematerial; Unterschiede auf den Skalen Kompetenzerleben, soziale Einbindung und Lernfreude (Motivation) sind statistisch signifikant ($p < .05$).

Gestufte Lernhilfen wirkten aber nicht nur auf die Schülerkommunikation und das Lernerleben. Die *Lernleistungsunterschiede* (Abb. 3) zwischen der Experimentalbedingung und der Kontrollbedingung rechtfertigen die Selbsteinschätzungen der Schüler. Schülerinnen und Schüler, die die Aufgaben mit gestuften Lernhilfen bearbeitet hatten, kamen zu vollständigeren Lösungen als diejenigen, denen die kompakte Lernhilfe vorlag. Der Transfertest wurde mit maximal 1 Punkt pro Item bewertet (max. 8 Punkte). Auch hier zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Bedingungen. Wieder schneiden die Lernenden mit gestuften Lernhilfen besser ab als die mit kompakter Hilfe.

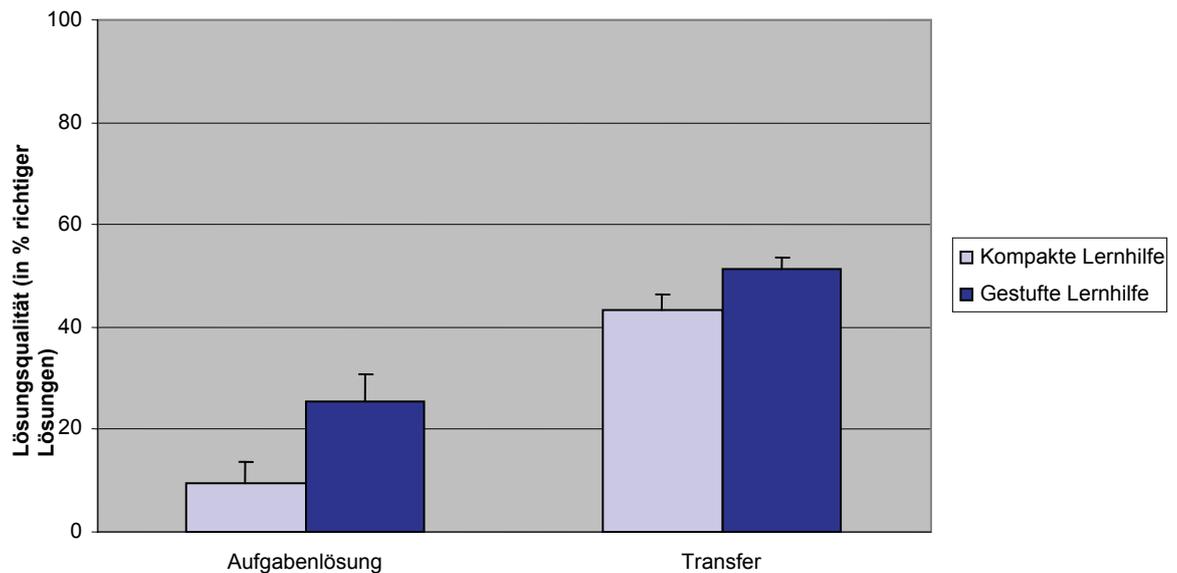


Abb. 3: Lernleistungen (mit Standardmessfehler) relativ zu den maximal erreichbaren Punktzahlen bei der Aufgabe *5-Cent-Münze*

Die gestuften Lernhilfen hatten einen positiven Einfluss auf Lernerfolg und Kommunikationsqualität. Es liegt nahe anzunehmen, dass der größere Lernerfolg durch die verbesserte Kommunikation zwischen den Lernpartnern hervorgerufen wurde. Die gemeinsame Regression auf Lernhilfebedingung und Kommunikationsqualität erbrachte jedoch weder für die Aufgabenlösung noch für den Transfertest einen Einfluss der Kommunikationsqualität auf den Lernerfolg. Die Lernenden, die mehr Fachbegriffe benutzen bzw. qualitativ hochwertige Aussagen (inhaltlich-physikalische Aussagen, Handlungsplanung) getroffen haben, zeigten bei ihrer abschließenden Lösungsdarstellung und im Transfertest nicht generell bessere Leistungen. Genauso wenig lassen sich die Unterschiede in den Lernergebnissen auf Unterschiede in der Lernzeit zurückführen. Zusammengenommen deuten diese Ergebnisse an, dass das Potential gestufter Lernhilfen bezogen auf die effektive Nutzung der Lernzeit und der darin stattfindenden Kommunikation noch deutlich erhöht werden kann.

Der bei der Aufgabe zur *5-Cent-Münze* nachweisbare positive Einfluss gestufter Lernhilfen auf den Lernerfolg (Abb. 3) ließ sich bei der zweiten Aufgabe *Feuer löschen* nicht bestätigen. Ob der nicht vorhandene Effekt bei der Aufgabe *Feuer löschen* eher kontextgebunden (vorhandene Fehlkonzepete bei den Lernenden nicht überwunden), an der Instruktionsqualität der Hilfen begründet ist oder einen Reihenfolgeeffekt beinhaltet, wird derzeit noch untersucht.

Die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler bei beiden Aufgaben ist insgesamt gesehen sehr niedrig. Betrachtet man die Lösungsqualität bei der *5-Cent-Münze*, so war die durchschnittliche Leistung von 25,7 % beim

Problemlösen mit gestuften Lernhilfen aus didaktischer Sicht nicht zufriedenstellend. Das geht möglicherweise zumindest zum Teil auf eine untersuchungspraktische Entscheidung zurück. Wir hatten den Schülerinnen und Schülern die letzte Hilfe zur Verifikation ihrer Aufgabenlösung vorenthalten, um eben jene Aufgabenlösung der Schülerinnen und Schüler als Leistungsmessung nutzen zu können. Die Lernunterstützung endete damit, dass sie die Dichte aus Masse und Volumen ermitteln können. Es fehlte als letzter Schritt der Identitätsbeweis durch Vergleich der ermittelten Dichte mit dem Tabellenwert für Kupfer, der das ganze Verfahren sinnvoll abrundet.

Nichtsdestotrotz können und sollen die mit den Hilfen zu verbindenden instruktionalen Maßnahmen zur Steigerung des Lernerfolgs weiterentwickelt und in die Lernhilfen integriert werden, z. B. verstärkte Instruktionen für laute Selbsterklärungen, Erklärungen an den Lernpartner und das Anfertigen von Notizen aus wichtigen Hinweisen der Lernhilfen.

Ausblick

Wir konnten die Wirksamkeit gestufter Lernhilfen bei der Bearbeitung komplexer Aufgaben hinsichtlich der Lernleistung, des Lernerlebens und des Kommunikationsverhaltens nachweisen. Allerdings hängt die Wirksamkeit offenbar von weiteren Faktoren ab. In einer Folgestudie konnten wir die berichteten Effekte für die Aufgabe zur *5-Cent-Münze* und für eine weitere Aufgabe (*Salze lösen sich verschieden gut*) bestätigen (Wodzinski, Hänze, Stäudel, Schmidt-Weigand, Franke-Braun & Blum 2006). Über diese Studie wird in Kürze ausführlich berichtet werden. Es sei hier nur kurz angemerkt, dass sich die gestuften Lernhilfen auch bei Einzelarbeit als wirksam erwiesen. Dagegen zeigte sich keine Überlegenheit der Partnerarbeit gegenüber der Einzelarbeit. Diese Befunde passen zu dem in der hier vorgestellten Studie nicht nachweisbaren Einfluss der Kommunikation auf den Lernerfolg. Ferner zeigte sich in der Folgestudie, dass bei der experimentellen Überprüfung dieser Art die Aufgabenreihenfolge eine wesentliche Rolle spielte. Die Effekte waren immer deutlich stärker ausgeprägt bei der Aufgabe, die als Erste bearbeitet wurde. Das könnte eine weitere Erklärung für das Ausbleiben der Effekte bei der zweiten Aufgabe (*Feuerlöschen*) in der hier vorgestellten Studie sein.

Bei der Beurteilung des Kommunikationsverhaltens ist zu berücksichtigen, dass das gewählte Kodierungsschema nicht alle Merkmale von Kommunikationsqualität erfasst. Betrachtungen wie das Frageverhalten und Erklärverhalten der Lernenden oder der Einfluss dominanter Lernpartner auf den Problemlöseprozess konnten damit nicht erfasst werden. Es ist möglich, dass über die Kommunikation vermittelte Effekte der gestuften Lernhilfen erst unter qualitativer Betrachtung der Kommunikation sichtbar werden. Wir arbeiten derzeit an einer Optimierung des Schemas, um solche qualitativen Analysen von Schüleräußerungen anhand von Transkripten der vorliegenden Videoaufzeichnungen durchführen zu können.

Kommunikation stellt in den neu formulierten Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Bildungsabschluss einen eigenständigen Kompetenzbereich der naturwissenschaftlichen Bildung dar. Nach den Ergebnissen der Studie haben die Aufgaben mit gestuften Lernhilfen ein Potenzial, die sachbezogene Kommunikation unter den Lernenden anzuregen. Die Instruktionsqualität der Lernhilfen darf unter diesem Aspekt noch weiter optimiert werden. Für die insgesamt geringe Kommunikation unter den Lernpartnern kommen mehrere Ursachen in Betracht. Vor allem Besonderheiten der Laborsituation (Kameraaufzeichnung, je ein Schülerpaar alleine mit einem Versuchsleiter in einem Raum etc.) können sich hemmend auf einen produktiven Austausch unter den Lernenden ausgewirkt haben. Es ist aber auch möglich, dass mangelnde Erfahrung der Schülerinnen und Schüler mit kooperativer Aufgabenbearbeitung oder die mangelnde Erfahrung im Umgang mit den Lernhilfen Auswirkungen auf die Quantität und Qualität der Kommunikation hatten.

Insgesamt profitieren Schülerinnen und Schüler von gestuften Lernhilfen. Die gestuften Lernhilfen müssen aus didaktischer Sicht aber noch deutlich wirksamer werden, um im Unterricht eingesetzt werden zu können. Mögliche Ursachen für die vergleichsweise geringe Wirksamkeit sind, neben der mutmaßlich hohen Aufgabenschwierigkeit, mangelnde Erfahrung mit dem Aufgabenformat, mangelnde Erfahrung mit kooperativen Lernformen, mangelnde metakognitive Kompetenzen etc. Wir versprechen uns weitere Einsichten in die Gestaltungsspielräume und stärkere Effekte gestufter Lernhilfen durch den wiederholten und curriculumbegleitenden Einsatz von Aufgaben im Unterricht. Eine Feldstudie, die diesen Fragestellungen nachgeht, ist für das erste Schulhalbjahr 2007/2008 geplant.

Literatur

- Berger, R. & Hänze, M. (2004): Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II – Einfluss auf Motivation, Lernen und Leistung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, S. 205-219.
- Fischer, H.E. & Draxler, D. (2001): Aufgaben und naturwissenschaftlicher Unterricht. *MNU* 54/7, S. 388-393.
- Forschergruppe Kassel (2004): Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Lernchancen* 42, S. 38-43.
- Forschergruppe Kassel (2006): Archimedes und die Sache mit der Badewanne – gestufte Hilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In G. Becker (Hrsg.): *Diagnostizieren und fördern. Friedrich Jahresheft XXIV*, S. 84-88.
- Franke-Braun, G. & Wodzinski, R. (2006): Aufgaben mit gestuften Lernhilfen: Konzeption komplexer Aufgaben und Schülerbeobachtungen bei deren Bearbeitung. Tagungsbeitrag auf der Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Universität Kassel, 20.-22.03.2006.
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (1992): Lern- und Denkstrategien – ein Problemaufriss. In H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.): *Lern- und Denkstrategien: Analyse und Intervention*. Göttingen: Hogrefe, S. 3-54.
- Hänze, M. & Berger, R. (2005): Kooperative Lernformen im Physikunterricht: Auswertung der verbalen Interaktion in Schülergruppen. Vortrag auf der 67. Tagung der Arbeitsgruppe für empirische pädagogische Forschung (AEPF), Universität Salzburg, 19.-21.09.2005.
- Leisen, J. (Hrsg.) (1999): *Methodenhandbuch deutschsprachiger Fachunterricht DFU*. Bonn.
- Lind, G., Friege, G., Kleinschmidt, L. & Sandmann, A. (2004): Beispiellernen und Problemlösen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, S. 29-49.
- Prenzel, M. (1995): Zum Lernen bewegen. Unterstützung der Lernmotivation durch Lehre, *Blick in die Wissenschaft* 4/7, S. 58-66.
- Renkl, A. (2001): Explorative Untersuchungen zur effektiven Nutzung von instruktionalen Erklärungen beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Unterrichtswissenschaft* 41 (1), S. 41-63.
- Schmidt-Weigand, F., Hänze, M. & Wodzinski, R. (2006): Gestufte Lernhilfen: Effekte beim selbständigen Bearbeiten komplexer Aufgaben. Vortrag auf der DPG-Tagung, Universität Kassel, 20.-22.03.2006.
- Stäudel, L. (2006): Von der Testaufgabe zur Lernaufgabe. In: U. Steffens & R. Messner (Hrsg.): *PISA macht Schule – Konzeption und Praxisbeispiele zur neuen Aufgabekultur*. Wiesbaden: Institut für Qualitätsentwicklung, S. 181-240.
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. & Paas, F.G.W.C. (1998): Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, pp. 251-296.
- V. Aufschnaiter, C. & v. Aufschnaiter, S. (2001): Eine neue Aufgabekultur für den Physikunterricht. *MNU*, S. 409-416.
- Weinert, F.E. (Hrsg.) (1996): *Lerntheorien und Instruktionsmodelle*. In: F.E. Weinert (Hrsg.): *Psychologie des Lernens und der Instruktion (Enzyklopädie der Psychologie, Band D I 2)*. Göttingen: Hogrefe, S. 1-48.
- Weinert, F.E. (1998): Neue Unterrichtskonzepte zwischen gesellschaftlichen Notwendigkeiten, pädagogischen Visionen und psychologischen Möglichkeiten. In: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst (Hrsg.): *Wissen und Werte für die Welt von morgen*. München 1998, S. 101-125.
- Wodzinski, R., Hänze, M., Stäudel, L., Schmidt-Weigand, F., Franke-Braun, G. & Blum, S. (2006): *Selbstständigkeitsorientiertes fachliches Lernen in den Naturwissenschaften durch kognitiv anspruchsvolle Aufgaben mit gestuften Lernhilfen*. Unveröffentlichter Forschungsbericht, Universität Kassel.
- Wuttke, E. (Breuer, K., Tulodziecki, G. & Beck, K. [Hrsg.]) (2005): *Unterrichtskommunikation und Wissenserwerb. Konzepte des Lehrens und Lernens, Band 11*. Frankfurt am Main: Peter Lang.



Lernumgebungen auf dem Prüfstand

Zwischenergebnisse
aus den Forschungsprojekten

Kasseler Forschergruppe (Hg.)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar

ISBN 978-3-89958-394-6
URN urn:nbn:de:0002-3942

2008, kassel university press GmbH, Kassel
www.upress.uni-kassel.de

Umschlaggestaltung: Bettina Brand Grafikdesign, München
Druck und Verarbeitung: Unidruckerei der Universität Kassel
Printed in Germany

Vorwort: Lernumgebungen auf dem Prüfstand

Es ist nicht nur eine Frage der Wortwahl, wenn in den Einzelprojekten der Kasseler Forschergruppe zum Thema „Selbständiges Lernen im Fachunterricht“ die im Zentrum der Aufmerksamkeit stehenden Unterrichtsmodelle als „Lernumgebungen“ charakterisiert werden. Dahinter steht die Idee, dass in einem Unterricht, in dem Lehreranleitung und Schülerselbständigkeit in einen konstruktiven Ausgleich gebracht werden sollen, spezifische Szenarien für das eigentätige Lernen der Schülerinnen und Schüler geschaffen werden müssen. Wirksame Lernprozesse können im anspruchsvollen fachlichen Lernen nur erwartet werden, wenn die Schüler in die Regulierung des Lernens aktiv mit einbezogen werden. Lernumgebungen sind soziale und materielle Arrangements, in denen die Schüler Verantwortung für ihr Lernen und Arbeiten übernehmen können und die doch zugleich die initiiierende, stützende und lernbegleitende Rolle von Lehrpersonen – also deren didaktische Gesamtverantwortung – wirksam zur Geltung bringen.

Auf den Prüfstand werden in den folgenden Beiträgen der Forschergruppe zunächst die konstruktivistische Konzeption der „Lernumgebung“ und die mit ihr verbundenen Gestaltungsformen – ihre Aufgaben- und Anerkennungskultur – gestellt (Beitrag Wollring).

Anschließend werden die in den Projekten der Forschergruppe speziell entwickelten und empirisch untersuchten einschlägigen Lernformen – gleichsam das Kasseler Inventar von Lernumgebungen – und die mit ihnen verknüpften Intentionen vorgestellt:

- Naturwissenschaftsaufgaben mit gestuften Lernhilfen (Beitrag Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel & Wodzinski),
- Ko-konstruktive Lösungsprozesse bei mathematischen Modellierungsaufgaben (Beitrag Leiß, Blum & Messner),
- Computergestützte Arbeitsjournale für Oberstufenschüler (Beitrag Bosse) sowie
- Textbasierte kooperative Lernumgebungen für den Englischunterricht (Beitrag Finkbeiner, Knierim, Ludwig & Wilden).

Die Leserinnen und Leser mögen überprüfen, wieweit der Kasseler Forschergruppe eine Weiterführung der Didaktik der Lernumgebungen gelungen ist.

Für redaktionelle Hilfe sei Christina Schäfer, für die Formatierungsarbeit Monika Richter gedankt.

Rudolf Messner und Werner Blum

Inhaltsverzeichnis

Bernd Wollring

Zur Kennzeichnung von Lernumgebungen für den
Mathematikunterricht in der Grundschule 9

Gudrun Franke-Braun, Florian Schmidt-Weigand,
Lutz Stäudel & Rita Wodzinski

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen –
ein besonderes Aufgabenformat zur kognitiven
Aktivierung der Schülerinnen und Schüler und zur
Intensivierung der sachbezogenen Kommunikation 27

Dominik Leiß, Werner Blum & Rudolf Messner

Die Förderung selbständigen Lernens im
Mathematikunterricht – Problemfelder bei
ko-konstruktiven Lösungsprozessen 43

Dorit Bosse

Computergestützte Arbeitsjournale zur
Förderung selbstregulierten Lernens in der
gymnasialen Oberstufe 67

Claudia Finkbeiner, Markus Knierim,
Peter H. Ludwig & Eva Wilden

Textbasierte kooperative Lernumgebungen
im Englischunterricht – das ADEQUA-Projekt 81

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 101

Anschrift der Sprecher der Kasseler Forschergruppe
Empirische Bildungsforschung 101

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Werner Blum,
Didaktik der Mathematik, Universität Kassel

Prof. Dr. Dorit Bosse,
Erziehungswissenschaft, seit 2005 Universität Würzburg

Prof. Dr. Claudia Finkbeiner,
Anglistik/Amerikanistik: Fremdsprachenlehr- und Lernforschung und Interkulturelle
Kommunikation, Universität Kassel

Gudrun Franke-Braun,
Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Didaktik der Physik, Universität Kassel

Markus Knierim,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Anglistik/Amerikanistik: Fremdsprachenlehr- und
Lernforschung und Interkulturelle Kommunikation, Universität Kassel

Dr. Dominik Leiß,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Didaktik der Mathematik, Universität Kassel

Prof. Dr. Peter H. Ludwig,
Empirische Methoden der Schulforschung, Universität Koblenz-Landau

Prof. Dr. Rudolf Messner,
Schulpädagogik/Bildungsforschung, Universität Kassel

Dipl.-Psych. Florian Schmidt-Weigand,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Pädagogische Psychologie, Universität Kassel

Dr. Lutz Stäudel,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Didaktik der Chemie, Universität Kassel

Dr. Eva Wilden,
früher Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Anglistik/Amerikanistik,
Universität Kassel

Prof. Dr. Rita Wodzinski,
Didaktik der Physik, Universität Kassel

Prof. Dr. Bernd Wollring,
Didaktik der Mathematik, Universität Kassel

Anschrift der Sprecher der Kasseler Forschergruppe Empirische Bildungsforschung:

Prof. Dr. Rudolf Messner
Universität Kassel
Fachbereich 01
Nora-Platiel-Straße 1
34127 Kassel
Tel. 0561/804-3626
Fax: 0561/804-3043
e-Mail: rmessner@uni-kassel.de

Prof. Dr. Werner Blum
Universität Kassel
Fachbereich 17
Heinrich-Plett-Straße 40
34132 Kassel
Tel. 0561/804-4620
Fax: 0561/804-4318
e-Mail: blum@mathematik.uni-kassel.de