

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

Lernaufgaben und Lernumgebungen zum Kompetenzaufbau im Biologie- und Chemieunterricht der Sekundarstufe I

Renate Fölting & Corinna Nießen

Wie können Lernaufgaben und Lernumgebungen aufgebaut sein, um Kompetenzentwicklung zu fordern und zu fördern? Am Beispiel von Aufgaben aus dem Biologie- und Chemieunterricht der Hauptschule werden didaktische Überlegungen zur Konstruktion von materialgesteuerten Lernaufgaben- und Umgebungen dargestellt und an einem erprobten Beispiel verdeutlicht.

Die Voraussetzungen und Interessen, die Schülerinnen und Schüler zum Lernen mitbringen, sind äußerst unterschiedlich. Um auf diese Vielfalt zu reagieren und möglichst alle Schülerinnen und Schüler in ihrer Kompetenzentwicklung zu unterstützen, müssen Aufgaben viele Zugangswege und auch Möglichkeiten des selbstgesteuerten Erwerbs bzw. des handelnden Umgangs mit Wissen bieten. Dazu gehören auch Möglichkeiten zur aktiven Reflexion von Lernprodukten und Lernwegen durch die Schülerinnen und Schülern.

Es wurden für den Biologie- und Chemieunterricht der Hauptschule materialgesteuerte Lernaufgaben und Lernumgebungen entwickelt, erprobt und evaluiert. Im Vordergrund standen dabei die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung, die in der Aufgabenkultur eines traditionellen naturwissenschaftlichen Unterrichts bisher wenig im Fokus standen.

3.1 Projektbeschreibung

3.1.1 Zielsetzung

Im Zusammenhang mit den Ergebnissen aus internationalen Schulleistungstudien wie TIMSS und PISA wurden eine nur unzureichende Aufgabenkultur und vielleicht auch problematische Unterrichtsformen im naturwissenschaftlichen Unterricht kritisiert (vgl. z. B. Prenzel u. a. 2008). Bemängelt wurden u. a. häufig anzutreffende Defizite in der kognitiven Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Konzepten sowie eine wenig systematische und zielorientierte Durchführung von Experimenten und anderen naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Das schlechte Abschneiden Deutschlands bei internationalen Schulleistungstudien führte schon nach dem ersten „PISA-Schock“ zu Beginn des letzten Jahrzehnts zu einem Umdenken in der administrativen Steuerungsphilosophie – weg von einer Input-

3.1 Projektbeschreibung

hin zu einer Outputorientierung. In neuen Kernlehrplänen finden sich statt Vorschriften dazu, welcher Stoff zu welchem Zeitraum durchzunehmen ist, Angaben dazu, was Schülerinnen und Schüler am Ende bestimmter Phasen wissen und können sollen. Die Entwicklung einer neuen, auf den Erwerb von Kompetenzen ausgerichteten Aufgabenkultur gilt seitdem als eine der Kernaufgaben der Qualitätsentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Gut konzipierte Lernaufgaben können dazu einen wichtigen Beitrag leisten (vgl. Adamina 2010; Dubs 2009).

Kompetenzen sind individuelle Eigenschaften der Lernenden. In der Planung eines Lehrprozesses muss daher auch ihr Verschiedenheit berücksichtigt werden. Das ist in einem Unterricht, der für alle Beteiligten im „Gleichschritt“ stattfindet, oft nur schwer möglich. Ziel dieses SINUS-Projektes war es, materialgebundene Lernumgebungen für den Biologie- und Chemie-Unterricht zu entwickeln, die unter Berücksichtigung unterschiedlicher Lernwege und Lerntempi möglichst alle Schülerinnen und Schüler in ihrer Kompetenzentwicklung gezielt fordern und fördern. Die vorliegenden Aufgaben wurden von Corinna Nießen und Renate Fölting entwickelt, die beide Lehrerinnen an der Herrnscheid-Schule in Drolshagen im Sauerland sind.

3.1.2 Grundlagen

Im fachdidaktischen Sprachgebrauch werden die Bezeichnungen Lernaufgaben und Lernumgebungen oft synonym verwendet. Wir verstehen unter einer materialgebundenen Lernumgebung eine Sammlung, die neben der Aufgabe selbst sämtliche Materialien enthält, die eine intensive eigentätige Auseinandersetzung der Lerner mit neuem Wissen unterstützen und ihnen einen handelnden Umgang damit ermöglicht. Dazu können sowohl unterstützende Hilfsmaterialien wie gestufte Hilfen, strategische Hinweise oder Hintergrundinformationen als auch formative und summative Lernkontrollen gehören.

Unter einer Lernaufgabe (oder kurz Aufgabe) verstehen wir als Teilelement einer Lernumgebung eine Aufgabe im Sinne eines Arbeitsauftrags, die so angelegt ist, dass sie möglichst allen Lernenden einen individuellen Kompetenzerwerb ermöglicht und unterschiedliche Lernprodukte zulässt.

Im Rahmen von Lernumgebungen strukturiert eine Lehrperson Lernprozesse durch geeignete Aufgaben vor, steuert den Lernprozess also nicht direkt, sondern indirekt durch spezifische Aufgabenstellungen und die planvolle Aufbereitung des zugrunde liegenden Materials. Im Unterricht selbst tritt sie zurück, beobachtet und begleitet den Lernprozess. Die Lernprozesse werden anhand der Beobachtungen und der Lernprodukte ausgewertet. Der Lehrer kann hierbei den jeweiligen Kompetenzstand und die Kompetenzentwicklung diagnostizieren.

Materialgebundene Lernumgebungen können je nach Ausrichtung unterschiedliche Kompetenzen bzw. Ziele in der Kompetenzentwicklung ansteuern. Phasen der direkten Instruktion, wie etwa konzeptbildende Phasen, in denen der Lehrer stärker im Zentrum steht, können durch materialgebundene Lernumgebungen, jedoch nicht ersetzt werden (vgl. Leisen 2013).

Insgesamt lässt sich über Lernumgebungen und Lernaufgaben sagen, dass sie

- den individuellen Lernprozess durch differenzierte Aufgabenstellungen steuern,

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

- das Lernen für Schülerinnen und Schüler transparent machen durch Ankündigung bzw. Offenlegung der zu erwerbenden Kompetenzen,
- den handelnden Umgang mit Wissen ermöglichen und
- selbstständiges Arbeiten fordern und fördern (vgl. Leisen 2010).

Gute, d. h. kompetenzfördernde Lernaufgaben sind gekennzeichnet durch folgende Merkmale (vgl. Adamina 2010):

- **Kontextsituierung** Sie sind für die Lerner bedeutsam, indem sie an Erfahrungen und Vorwissen der Lerner anknüpfen und sie mit einer echten Problemsituation oder Fragestellung konfrontieren.
- **Transparenz** Sie nennen den Lernern die Ziele und Inhalte der Aufgabe.
- **Vielfalt** Sie ermöglichen verschiedene Zugangsweisen und Lösungswege, verschiedene Möglichkeiten der Ergebnisdarstellung, verschiedene Aufgabenformate und Medien werden bereitgestellt, sodass Kreativität der Lerner und das Entwickeln und Umsetzen ihrer Ideen gefördert wird.
- **Kompetenzförderung** Sie fordern das Denken und Handeln der Lerner (durch Problem- und Aufgabenstellungen) und fördern (z. B. durch gestufte Hilfen) das eigenständige Erschließen von neuen Wissensbeständen (Aufbau und Erweiterung grundlegender Vorstellungen und Konzepte)
- **Förderung von Eigenständigkeit und Zusammenarbeit** Selbstorganisation, Dialogfähigkeit und Kooperation sind gefordert.

Leisen (2010) stellt u. a. die Forderung, dass Aufgabenstellungen auf ein auswertbares Lernprodukt wie Versuchsplan, Mind-map, Flussdiagramm, Lernplakat, Text zielen sollten. Bei der Reflexion des Lernproduktes und Lernweges findet der eigentliche Lernzuwachs statt, da hierdurch dem Lerner das Gelernte bewusst wird und er es dann gezielt auf neue Aufgabenstellungen in anderen Kontexten anwenden kann.

Beachtet man diese Überlegungen, so ist es möglich, Lernaufgaben und Lernumgebungen zu entwickeln, die sich für verschiedene Phasen in Unterrichtsreihen eignen. Nach Adamina (2010) können Lernumgebungen bzw. Lernaufgaben prinzipiell in jeder Phase des Unterrichts und der Unterrichtsreihe eingesetzt werden.



Naturgeschichte einer Kerze (7316)

3.2 Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen

3.2.1 Exemplarische Besprechung einer Lernumgebung Naturgeschichte einer Kerze

Die materialgebundene Lernumgebung Naturgeschichte einer Kerze für die Jahrgangsstufe 7 verdeutlicht die Konzeption unserer Aufgabenentwicklung. Sie ist inhaltlich angelehnt an eine Weihnachtsvorlesung von Michael Faraday, die er 1860/61 vor seinen Studierenden hielt. Im Fokus dieser Aufgabe steht die

3.2 Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen

Kompetenzentwicklung in den Bereichen: „Phänomene und Vorgänge beschreiben und erläutern“ (UF1), „Fragestellungen erkennen“ (E1), „Hypothesen entwickeln“ (E3) und „Versuche planen und durchführen“ (E4/E5). Entsprechend der Altersgruppe liegen also die Hauptziele darin, Phänomene kennenzulernen und zu erkunden und dabei Erfahrungen in grundlegenden Methoden des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses zu gewinnen. Dazu werden die Lernenden zunächst aufgefordert, interessante naturwissenschaftliche Fragestellungen zur brennenden Kerze zu erstellen. Anschließend sollen sie kleine Versuche zu ihren Fragestellungen planen, durchführen und auswerten und ihre Ergebnisse mithilfe geeigneter Medien präsentieren (siehe Abbildung 3.1).

	Die Naturgeschichte einer Kerze	
<u>Aufgaben und Hinweise zum Erstellen des Lernprodukts</u>		
Erforscht wie Michael Faraday die Verbrennungsvorgänge bei einer Kerze. Bearbeitet dazu die folgenden Aufgaben:		
1. Beobachtet eine brennende Kerze. Überlegt euch naturwissenschaftliche Fragestellungen, die ihr mit Versuchen an einer Kerze klären könnt. 2. Plant kleine Kerzen-Versuche zu euren Fragestellungen, führt diese durch und wertet sie aus. 3. Dokumentiert eure Ergebnisse und stellt sie dar entweder in Form • eines Steckbriefes mit dazu gehörenden kleinen Informationstexten • eines informativen Plakats • von Lernstationen für Schüler einer anderen Lerngruppe • eines podcasts zu verschiedenen Phänomenen der Kerze (zu podcasts siehe auch www.hardenberg.podspot.de/rss+all)		

Abbildung 3.1: Auszug aus dem Aufgabenblatt der Lernenden

Zur Bearbeitung dieser Aufgaben ist ein zeitlicher Rahmen von etwa vier bis fünf Unterrichtsstunden erforderlich. Methodisch sind die Aufgaben dabei an das entdeckende oder explorative Lernen angelehnt. Wegen des erkundenden Schwerpunkts ist zunächst keine konzeptbildende Inputphase vorangestellt. Hier wird den Lernenden im Kontext „(brennende) Kerze“ eine recht komplexe Aufgabenstellung unterbreitet, die sie dann direkt in Phasen der intensiven eigentätigen Auseinandersetzung lösen. Das notwendige konzeptionelle Wissen wird dabei im dahinter liegenden Hilfsmaterial (siehe Hilfen, Lexikon, Methodenkoffer) bereitgestellt und wird von den Lernenden auf ihrem Weg zu den Aufgabenlösungen sukzessive erworben.

Damit ihnen dies erfolgreich gelingt, sind einige planerische Vorüberlegungen zu berücksichtigen.

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

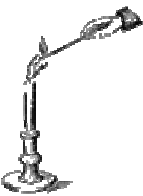
Im Lernkontext ankommen und Vorwissen reaktivieren

Unserer materialgebunden Lernaufgabe ist eine Einführungsseite vorangestellt (siehe Abbildung 3.2). Diese Einführungsseite mag auf den ersten Blick recht nebensächlich wirken, erfüllt aber gleich drei aus unserer Sicht sehr zentrale Funktionen, die bei der Konzeption von materialgebunden Lernumgebungen unbedingt bedacht werden sollten:

- eine inhaltliche Hinführung zum Lernkontext,
- einen Ausblick auf die Inhalte und die damit verbundenen Ziele
- eine klare Benennung des benötigten Könnens und Vorwissens.

	Die Naturgeschichte einer Kerze	
---	--	--

Was Du in dieser Lernaufgabe lernen wirst

 Michael Faraday, ein englischer Naturforscher, hielt 1860/61 vor seinen Studenten eine sechsteilige Weihnachtsvorlesung zur *Natur-Geschichte der Kerze*. Er meinte damals, dass alle wichtigen Gesetze, die im Weltall wirken, auch bei der Kerze eine Rolle spielen. Es gäbe kein geeigneteres Tor, in die Welt der Naturwissenschaften einzusteigen. Das ist aus heutiger Sicht übertrieben, aber man kann tatsächlich an einer Kerze viel entdecken und lernen.

Quelle: 1861 Chemical History of a Candle, Michael Faraday

					
---	---	---	---	--	---

Abbildung 3.2: Einführungsseite Teil 1 – im Lernkontext ankommen

Durch den Text werden die Lernenden inhaltlich zum Kontext „(brennende) Kerze“ hingeführt. Zusätzlich können sie Text und Bildern entnehmen, dass es um wichtige naturwissenschaftliche Phänomene und um das Experimentieren gehen wird. Hiermit versuchen wir bestimmte Assoziationen oder die Erinnerung an Vorerfahrungen bei den Lernenden anregen. Dementsprechend wünschen wir mit dem ersten Bild Vorerfahrungen beim Anzünden des Kerzendochtes aufzurufen. Mit dem zweiten Bild den Aspekt des Einflusses bzw. Entzugs von Sauerstoff, mit dem dritten den der Hitze einer Kerzenflamme usw.. Dies sind Aspekte, die eine Lehrkraft bei der Gestaltung seiner Lernumgebung im Hinblick auf die Lernziele nutzen kann und im Blick haben sollte.

3.2 Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen

Wecken der Lernbereitschaft durch ein sinnstiftendes Problem

Um einen erfolgreichen Lernprozess zu eröffnen, ist es wichtig, eine Lernbereitschaft zu erzeugen bzw. die Lernenden für den bevorstehenden Lernprozess zu motivieren (Leisen 2013, vgl.). Kognitionspsychologisch ist dabei die Einsicht darin entscheidend, wozu man diese Aufgabe bearbeiten soll bzw. die Erwartung, dass sich das zu Lernende lohnen wird (siehe Abbildung 3.3):

Nach der Bearbeitung dieser Lernaufgabe kannst Du beschreiben und erklären

- woraus Kerzenwachs besteht
- was zum Brennen notwendig ist
- was beim Brennen passiert
- wie man Brände löschen kann

Außerdem lernst und übst Du:

- wie man naturwissenschaftliche Fragestellungen findet und formuliert
- wie man zu den Fragestellungen Versuche plant, durchführt und auswertet
- wie man seine Ergebnisse dokumentiert und präsentiert

Abbildung 3.3: Einführungsseite Teil 2 – Das Lernen lohnt sich

Durch das Wecken einer positiven Erwartungshaltung bei den Lernenden erhält das hier aufgeworfenen Problem bzw. die Lernaufgabe einen Sinn.

Anknüpfung an und Reaktivierung von Vorwissen

Lernen findet immer auf der Basis von Vorwissen statt. Dabei ist es wichtig den Lernenden aufzuzeigen, welches Vorwissen sie benötigen werden, um diese Lernaufgabe lösen zu können (siehe Abbildung 3.4).

Da davon auszugehen ist, dass nicht alle Lernenden gleichermaßen über dieses Vorwissen verfügen, ist im Hilfsmittel „Lexikon“ die Möglichkeit gegeben, dieses Wissen aufzufrischen. Das Hilfsmittel „Lexikon“ ist eine Informationsseite, auf der Schülerinnen und Schüler fachliche Erklärungen zu benötigten Sachverhalten erfahren. Es ist nicht unbedingt erforderlich, dass die hier dargestellten Strukturierungsmerkmale (1. Hinführung zum Lernkontext, 2. Erzeugung einer positiven Erwartungshaltung, 3. Benennung und Aktivierung von Können bzw. Vorwissen) über das Medium Arbeitsblatt angelegt sind. Andere Medien wie z. B. eine PowerPoint Präsentation, eine Filmsequenz oder ein kurzer Lehrervortrag etc. sowie eine Kombination aus mehreren Darstellungsarten sind dafür ebenso denkbar.

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

Um diese Lernaufgabe lösen zu können, solltest Du schon kennen:

- die Aggregatzustände von Stoffen
- die Teilchenvorstellung zum Aufbau von Stoffen

Außerdem solltest Du bereits können:

- aufmerksames Lesen
- genaues Beobachten
- das Einhalten der Regeln für die Gruppenarbeit
- das Einhalten der Verhaltens- und Experimentierregeln
- das Erstellen einfacher Versuchsprotokolle
- das Zeichnen einfacher Versuchsskizzen

Abbildung 3.4: Einführungsseite Teil 3 – Anknüpfung an das Vorwissen

Lernen, Fragestellungen zu formulieren

Als erstes haben die Lernenden die Aufgabe, die Verbrennungsvorgänge an der Kerze zu erforschen. Ein in diesem Rahmen angelegter Schwerpunkt der Kompetenzentwicklung ist die Kompetenz (E₁) des Biologie-Kernlehrplans für die Hauptschule: „Fragestellungen erkennen“. Der darauf zielende erste Teil der Lernaufgabe lautet: „Beobachtet eine brennende Kerze. Überlegt euch naturwissenschaftliche Fragestellungen, die ihr mit Versuchen an einer Kerze klären könnt.“

Einer Studie zufolge stellt gerade das Finden und Formulieren naturwissenschaftlicher Fragestellungen eine große Schwierigkeit für die Lernenden der Sekundarstufe I dar (vgl. Grube 2011). Dementsprechend ergeben sich bei der Planung der Lernaufgabe die Fragen: „Wie bringe ich meine Lernenden dazu, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu entdecken und zu entwickeln?“ und „Was kann ich tun, wenn nicht alle Lernenden das selbstständig schaffen?“

In einem ersten Schritt weisen wir bereits auf dem Aufgabenblatt die Lernenden auf die ihnen bei der Lösung dieser Aufgabe zur Verfügung stehenden Hilfsmaterialien hin. Hieraus ergibt sich die Gewissheit, dass sie bei auftretenden Schwierigkeiten bei der Lösung der Lernaufgabe auch Unterstützungen finden werden. Hier erhalten sie auch die Information, dass sie die Kriterien, die eine gute naturwissenschaftliche Fragestellung erfüllen muss, im Hilfsmittel „Lexikon“ nachlesen können.

Lernende, für die sich bereits aus der Betrachtung der brennenden Kerze interessante Fragen ergeben, haben nun die Möglichkeit geeignete naturwissenschaftliche Fragestellungen zu formulieren. Im Sinne einer internen Differenzierung ist hier keine Begrenzung in der Anzahl der Fragestellungen gegeben. Auch ist es nicht entscheidend, zu welchem Teil-Phänomen der brennenden Kerze sie eine

3.2 Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen

oder mehrere Fragestellungen entwickeln. Grundsätzlich genügt es hier bereits, eine Fragestellung zu finden und zu formulieren, viele weitere sind aber möglich, sodass hieraus eine Vielzahl von individuellen Zugangswegen bzw. Lösungsmöglichkeiten eröffnet wird (siehe Abbildung 3.5).

Kriterien für gute naturwissenschaftliche Fragestellungen

Formuliere deine Frage so, dass

- sie sich auf eine konkrete Beobachtung oder ein Problem bezieht
- andere Personen sie genau nachvollziehen können
- sie angibt, welche Informationen oder Erklärungen du suchst
- sie sinnvoll, sprachlich richtig und eindeutig ist
- sie mit naturwissenschaftlichen Methoden (z. B. Beobachtung, Messung, Experiment, Modell) geklärt werden kann.

Abbildung 3.5: Auszug aus der Hilfe „Lexikon“ – Kriterien für naturwissenschaftliche Fragestellungen

Die dargestellten Kriterien können auch dazu dienen, Fragestellungen noch einmal bezüglich ihrer Angemessenheit zu überprüfen. Sie sollten von der Lehrperson für in einer Metakognitions-Phase noch einmal aufgegriffen werden.

Lernende, die an dieser Stelle bereits einige geeignete naturwissenschaftliche Fragestellungen gefunden und notiert haben, können sich nun an die Bearbeitung des zweiten Teils der Lernaufgabe machen. Auch hierzu wurden Lernhilfen vorbereitet, die weiter unten erklärt werden. Denn zunächst stellt sich die Frage danach, wie man Schülerinnen und Schülern hilft, wenn sie Schwierigkeiten haben, eine naturwissenschaftliche Fragestellung überhaupt zu entdecken bzw. zu finden.

Lernen, Fragestellungen zu entdecken

Für manche Lernenden, besteht das Problem zunächst weniger in der Formulierung einer geeigneten Fragestellung, als vielmehr darin, eine solche überhaupt zu erkennen bzw. zu finden. Im Hinblick auf dieses Problem haben wir versucht Anregungen für geeignete Fragestellungen indirekt oder um einen umgekehrten Zugang über eine gegebene Versuchsdurchführung anzusteuern. „Planungshilfe2 – Stufe I“ (siehe Abbildung 3.6) stellt einfache Handversuche bildlich dar. Die Lernenden werden hier aufgefordert, sich zu überlegen, was dort untersucht wird und wie Fragestellungen zu diesen Experimenten lauten könnten. Bei der Formulierung helfen ihnen dann wie oben beschrieben die Informationen zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen im Lexikon (siehe Abbildung 3.5).

Auch an dieser Stelle kann es sein, dass sich einige Lernende schwer tun bzw. unsicher dabei sind, den Bildern Versuchsplanungen zuzuschreiben. Für diesen Fall ist „Planungshilfe2 Stufe II“ (siehe

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

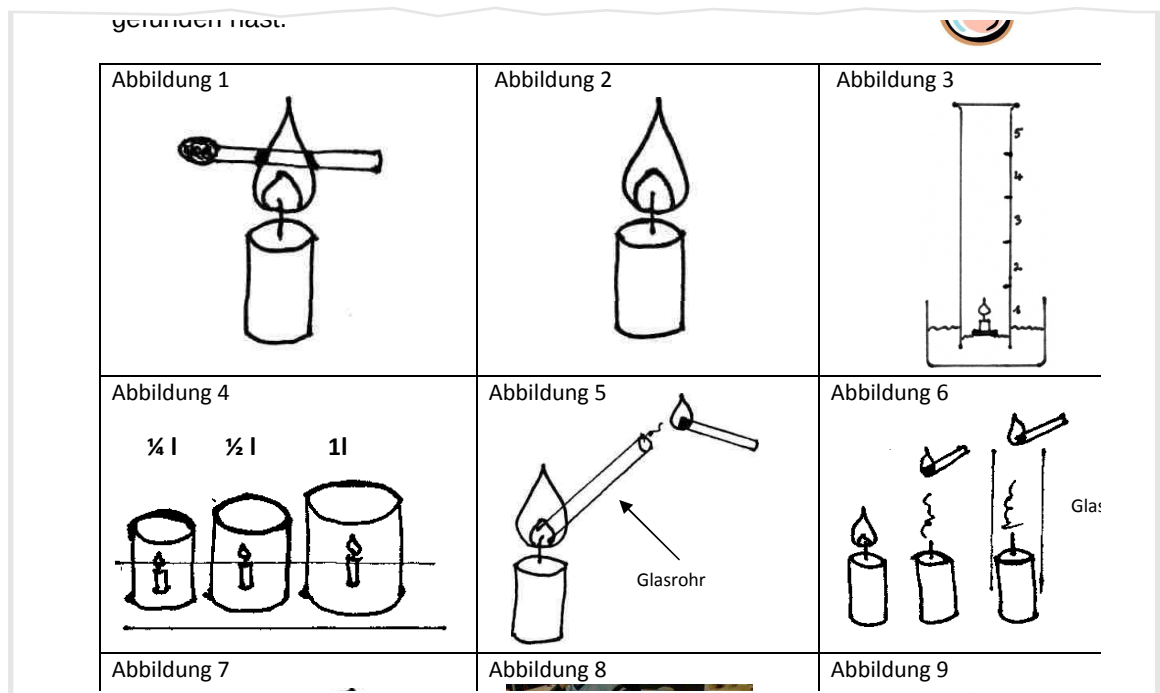


Abbildung 3.6: Auszug aus Planungshilfe2 Stufe I – Herleitung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen

Abbildung 3.7) vorgesehen. Hier sind als zusätzliche Hilfe durchführungsbezogene Arbeitsaufträge dargestellt, die die Lernenden nun den Abbildungen zuordnen können. Im Anschluss daran werden sie wiederum aufgefordert, sich dazu passende Fragestellungen zu überlegen und zu notieren.

Für Lernende, die weiterhin Schwierigkeiten haben, ist „Planungshilfe2 Stufe III“ (siehe Abbildung 3.8) angelegt. Hier werden die Lernenden aufgefordert, zunächst einmal die Versuche durchzuführen und erst im Anschluss zu überlegen, wie die zugrundeliegende Fragestellung lauten könnte. Abschließend erhalten sie dann die Gelegenheit, ihre Fragestellungen mit den in der Planungshilfe vorgegebenen, die zuvor verdeckt geblieben sind, zu vergleichen.

Unabhängig vom gewählten Zugang und vom Grad der in Anspruch genommenen Hilfen werden alle Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ihre Fragestellungen mit Hilfe der Versuchsergebnisse zu beantworten. Auch bei dieser Aufgabe erhalten sie erneut Empfehlungen, die Informationen im Lexikon zu Rate zu ziehen.

3.2 Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen

<u>Arbeitsaufträge zu den Bildern</u>	Planungshilfe2 Stufe II
Ordnet den Bildern jeweils einen der unten aufgeführten Aufträge zu. Überlegt Euch dann, welche Fragestellungen diesen Versuchen zu Grunde liegen und notiert sie. Führt anschließend den Auftrag durch. Überlegt, welche Schlüsse ihr aus den einzelnen Versuchen über die Verbrennung in einer Kerzenflamme ziehen könnt. ➤ Schüttelt die Mineralwasserflasche, so dass Kohlenstoffdioxid frei wird. Leitet das Gas über das Schlauchende über eine Kerzenflamme. ➤ Stülpt verschieden große Bechergläser über brennende Kerzen. ➤ Haltet eine Porzellanschale schräg in den oberen Teil der Kerzenflamme und beobachtet die Flamme und die Schale.	

Abbildung 3.7: Auszug aus Planungshilfe2 Stufe II – Arbeitsaufträge zu den Bildern

<u>Zurück zu den naturwissenschaftlichen Fragestellungen</u>	Planungshilfe2 Stufe III
Wenn ihr die Versuche durchgeführt habt, könnt ihr passende Fragestellungen zu den Versuchen formulieren und diese anhand eurer Versuche beantworten. Versucht es zunächst selbst. Anschließend könnt ihr eure Fragestellungen mit den Beispielen auf der umgeklappten Seite vergleichen. (bitte umklappen) Mögliche Fragestellungen, die sich mit Versuchen klären lassen • Welche verschiedenen Bereiche kann man bei einer Kerzenflamme unterscheiden?	

Abbildung 3.8: Auszug aus Planungshilfe2 Stufe III – Durchführung und zurück zu den Fragestellungen

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

Lernen, Versuche durchzuführen und diese zu protokollieren

Lernende, die eigene Fragestellungen untersuchen wollen, sich bei der experimentellen Durchführung aber schwer tun, erhalten Planungshilfe¹ (siehe Abbildung 3.9). Hier finden sie eine Liste mit Gegenständen, die ihnen bei der Durchführung von Experimenten zur Verfügung stehen. Es ist möglich, dass auch bestimmte Experimentiermaterialien zu weiteren Untersuchungsideen anregen.

	Die Naturgeschichte einer Kerze	1
---	--	----------

Folgende Versuchsmaterialien stehen euch zur Verfügung

- Verschiedene Kerzen
- Kerzenwachs
- Streichhölzer
- Glasröhrchen
- Porzellanschalen
- Bechergläser oder Einweckgläser versch. Größen
- Tiegelszange
- Holzstäbchen, Holzspäne
- Baumwollfäden
- Feuerfeste Unterlage
- Kreide
- Reagenzgläser/ -halter
- Korken



Planungshilfe 1

Abbildung 3.9: Auszug aus Planungshilfe¹ – Versuchsmaterialien

Es ist nun ihnen überlassen, welche Versuche sie zur Beantwortung ihrer Fragestellungen planen und durchführen wollen. Für die Planung erhalten sie Unterstützung durch die Hilfe „Methodenkoffer – Versuchsplanung und Versuchsvorbereitung“ (siehe Abbildung 3.10a).

Zudem werden sie aufgefordert ihre Durchführungen zu protokollieren. Hierbei unterstützt sie die Hilfe „Methodenkoffer – Versuchsprotokoll“ (siehe Abbildung 3.10b).

Lernende, die mit „Planungshilfe¹“ allein noch nicht zurechtkommen, erhalten abgestuft die Gelegenheit die Planungshilfen² in Anspruch zu nehmen. Die letzte Teilaufgabe besteht darin die Ergebnisse der Teil-Lernaufgaben 1 und 2 aufzubereiten und geeignet darzustellen. Auch hierfür bekommen die Lernenden, wenn erforderlich, Unterstützungen durch Hilfeseiten der Art „Methodenkoffer“ (siehe Abbildung 3.10c).

3.2 Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen

Methodenkoffer

Versuchsplanung und -vorbereitung

Lernaufgabe / Aufgabe: _____

Bei der Planung von Versuchen solltet ihr euch folgende Fragen stellen:

Vorüberlegungen/ Frage: ?	• Welche Frage soll beantwortet werden? • Was soll der Versuch zeigen?
Vermutungen:	• Was könnte das Ergebnis sein?
Versuchsmaterial/ Versuchsgeräte:	• Welche Geräte und Materialien sind notwendig? • Wie könnte der Versuchsaufbau aussehen?
Versuchsskizze:	• Wie könnte man den Versuchsaufbau in einer Skizze darstellen?

(a) Versuchsplanung und -vorbereitung

Versuchsprotokoll

Lernaufgabe / Aufgabe: _____

Vorüberlegungen/ Frage: ?									
Vermutungen:									
Versuchsmaterial/ Versuchsgeräte:	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Geräte:</td> <td style="width: 50%;">Stoffe/Chemikalien:</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>	Geräte:	Stoffe/Chemikalien:						
Geräte:	Stoffe/Chemikalien:								
Versuchsskizze:									

Lernplakat erstellen

Bei der Gestaltung solltet ihr mit einem **Partner** oder in der **Gruppe** arbeiten. Denkt bei der Gestaltung an die Grundsätze, die hier aufgelistet sind.

Vorbereitung:

- Plakat in einer passenden Farbe auswählen (evtl. nach Absprache)
- Nutzung in Hoch- oder Querformat abstimmen
- großes Lineal, Bleistift und dicke Stifte in max. 4 Farben bereit halten
- farbige Kärtchen für Texte besorgen

Grundsätze für die Gestaltung:

Schrift:

- gut lesbare Druckbuchstaben
- Überschrift mind. 4 cm hoch geschrieben, Text mind. 2 cm hoch geschrieben
- Text in Blöcke gegliedert

Inhalt:

- Informationen besorgen
- Informationen prüfen (vollständig? richtig?)
- passende Fachbegriffe verwenden
- klar verständlich und kurz formulieren (Schlagworte)

Blickfang „Eyecatcher“ in der Mitte

(b) Versuchsprotokoll

(c) Lernplakat erstellen

Abbildung 3.10: Auszüge aus dem Methodenkoffer

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

Es sei darauf hingewiesen, dass eine Lernumgebung, wie sie hier exemplarisch dargestellt wurde, nicht unbedingt zur selbstständigen Erarbeitung komplexerer Konzepte geeignet ist und stärker strukturierte konzeptbildende Phasen nicht ersetzen kann. Eine Phase, in der die gelernten Gestaltungsprinzipien von naturwissenschaftlichen Fragestellungen noch einmal konzeptionell gesichert werden, ist unerlässlich. Dabei sollten auch noch einmal die wichtige Funktion und die Konstruktionsprinzipien von Hypothesen herausgestellt werden, die in der hier dargestellten Lernumgebung nur implizit berücksichtigt wurden. Abschließend könnten dann weitere Aufgabenbeispiele dazu verwendet werden, das konzeptionelle Wissen zur Konstruktion von Fragestellungen in anderen Kontexten einzuüben. Solche Aufgaben können auch zum Überprüfen eingesetzt werden, inwieweit Kompetenzen erfüllt sind. Eine summative Lernerfolgskontrolle könnte zur Evaluation des Kompetenzerwerbs erfolgen. Beispiele für derartige Testaufgaben findet man z. B. im Lehrplannavigator Gesamtschule.¹



Übersicht über
Aufgabenbeispiele

Erfahrungen mit der Lernumgebung

Knapp einem Drittel der Schüler fielen bei der angebotenen Lernumgebung Naturgeschichte einer Kerze spontan einige Fragestellungen und Versuche ein, die sie dazu durchführen wollten (Stufe I). Für weitere Schüler war die Planungshilfe² hilfreich, da sie durch die visuelle Unterstützung eine Vorstellung von den möglichen Versuchen hatten und sie auch leichter umsetzen konnten.

Eine größere Gruppe von Lernenden, die noch eine stärkere Hilfe benötigte und Fragenstellungen nicht alleine fand, griff die konkreten Arbeitsaufträge zur Stufe II auf, ordnete sie den bildlichen Darstellungen zu und konnte sich so mit Hilfe des angebotenen Musters eines Versuchsprotokolls (Methodenkoffer) der Versuchsvorbereitung nähern, um die Versuche dann durchführen zu können.

Mit den Hinweisen in der Stufe III konnten letztlich alle Schüler den von ihnen durchgeführten Versuchen die passenden Fragestellungen zuordnen.

Etwas steuernd musste die Lehrkraft bei der Auswahl der tatsächlich durchgeführten Versuche agieren, damit innerhalb der Lerngruppe viele verschiedene Versuche erprobt wurden. Zur eigenständigen Auswertung der Versuchsergebnisse verwendeten die Lernenden das Lexikon oder die Schulbücher. Eine Gruppe bediente sich des Internets, um ergänzende Informationen zu finden.

3.2.2 Übersicht über weitere Lernumgebungen

Im Rahmen des Projekts wurden weitere Lernaufgaben erarbeitet, die sich jeweils auf ganz bestimmte Kompetenzschwerpunkte beziehen. Diese Aufgaben können auf der Sinus-Website eingesehen und heruntergeladen werden. Einen Überblick über Inhalte und Schwerpunkte dieser Aufgaben liefert die folgende Tabelle.

¹http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-i/gesamtschule/naturwissenschaften/hinweise-und-beispiele/tabelle_nw.html

3.2 Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen

Tabelle 3.1: Übersicht über die im SINUS Projekt erstellten Lernaufgaben und Lernumgebungen

Jahrg.	Fach	Lernaufgabe/Lernumgebung und zentrale Handlungssituationen	Kompetenzschwerpunkt
6	Biologie	Lernaufgabe: „Puls / Atemfrequenz messen“ Die Lernenden • messen Puls und Atemfrequenz, • tabellieren die gefundenen Werte oder entnehmen Werte aus einer Tabelle, • stellen die ermittelten Werte in Grafiken dar.	K4: Daten aufzeichnen und darstellen
6	Biologie	Lernaufgabe: „Tierfütterung im Winter – Sinn oder Unsinn?“ Die Lernenden • exzerpieren Informationen zu vorgegebenen Begriffen aus ausgewählten Quellen, • führen eine Pro-Contra-Diskussion durch, • bewerten vorliegende Fakten.	K5: Recherchieren B2: Argumentieren und Position beziehen – Sachverhalte nach vorgegebenen Kriterien und vorliegenden Fakten beurteilen (Pro-Contra-Diskussion)
6	Chemie	Lernumgebung: „Speisen und Getränke“ Die Lernenden • ermitteln Trinkgewohnheiten anhand einer Befragung, • tragen die ermittelten Daten in vorgegebene Raster ein, • werten Daten aus, • beobachten und benennen Stoffeigenschaften anhand der Ergebnisse von Getränkeuntersuchungen, • identifizieren Inhaltsstoffe von Getränken aufgrund ihrer Eigenschaften, • planen Versuche zur Apfelsaftgewinnung und führen sie durch • benennen Trennverfahren.	UF1: Charakteristische Stoffeigenschaften beschreiben E4, E5: Versuche planen und durchführen K4: Daten aufzeichnen und darstellen K1: Texte mit chemierelevanten Inhalten Sinn entnehmend lesen und zusammenfassen

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

Jahrg.	Fach	Lernaufgabe/Lernumgebung und zentrale Handlungssituationen	Kompetenzschwerpunkt
7	Chemie	Lernaufgabe: „Feuer und Flamme“ Die Lernenden • reaktivieren ihr Vorwissen aus dem Geschichtsunterricht zu Feuer in der Steinzeit, • führen Versuche zur Ermittlung von Bedingungen für das Feuermachen durch und werten sie aus, • üben die Nutzung eines Lexikons zur Informationsentnahme.	UF1: Phänomene und Vorgänge beschreiben E2: Bewusst wahrnehmen E3: Hypothesen entwickeln E4, E5: Untersuchungen und Experimente durchführen und auswerten
9/10	Biologie	Lernaufgabe: „Impfen – ja oder nein“ Die Lernenden • entnehmen die Meinung verschiedener Interessensvertreter aus Zeitungsartikeln, • sammeln Argumente für oder gegen bestimmte Impfungen, • vertreten eine zugeteilte Position in einer Diskussionsrunde, • formulieren eine eigene Meinung zu Impfungen und begründen diese.	B2: Argumentieren und Position beziehen – kriteriengeleitet Argumente abwägen, Standpunkt beziehen und begründet vertreten

3.3 Hilfreiche Tipps aus praktischer Erfahrung

Eine Hauptschwierigkeit bei der Arbeit mit Lernumgebungen ist die Komplexität und Unübersichtlichkeit, die sich für ungeübte Lerner aus der Fülle und Unterschiedlichkeit von Teilaufgaben und Hilfsmaterialien ergibt. Zur Unterstützung einer zunehmenden Eigentätigkeit, ist es hilfreich, wenn der Aufbau des Aufgabenmaterials in seinen wesentlichen Gestaltungselementen zunächst ähnlich ist und einige Profileiten, wie der hier verwendete Methodenkoffer oder das Lexikon zu Beginn von der Lehrkraft funktionsbezogen vorgestellt werden. Auch das Prinzip der Abstufung von Lernhilfen sollte den Lernenden erklärt und bei der Gestaltung weiterer Lernumgebungen berücksichtigt werden. Um den Wiedererkennungswert dieser Profileiten und ihrer Funktionen zu unterstützen, sollten diese in ihrem Design immer gleich angelegt sein. Die Verwendung von festgelegten und immer wiederkehrenden Symbolen hat sich dabei bewährt. Desweiteren sollte die Lehrperson gerade zu Beginn darauf achten, dass sich die Lernenden, bevor sie mit der eigentlichen Bearbeitung beginnen, hinreichend Zeit nehmen, um in Ruhe das ihnen zur Verfügung stehende Aufgaben und Hilfsmaterial zu sichten.

3.3 Hilfreiche Tipps aus praktischer Erfahrung

Ein mögliches Schema, das wir für den Aufbau unserer Lernumgebungen häufig verwendet haben, ist:

1. Ankommen im Lernkontext

- Titel der Lernaufgabe / Lernumgebung
- Schilderung der zentralen Situation oder Problemstellung, aus der die Schülerinnen und Schüler die Problemstellung möglichst eigenständig entdecken können
- Darstellen des erforderlichen Vorwissens und der notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten
- Erläuterung der Kompetenzen, die erworben bzw. vertieft werden sollen

2. Übersicht über Aufgaben und Hilfen

- Nennung der Aufgaben
- Beschreibung des erwarteten Lernproduktes mit Zeitvorgaben
- Hinweis auf zur Verfügung stehende Hilfen
- Hinweise auf zugehöriges Info-Material (Lexikon, Hilfen, Internetlinks)
- mögliche Methoden („Methodenkoffer“)

3. Hilfsmaterialien aller Art

4. Weiterführende oder Vertiefende Aufgaben

Um den Schülerinnen und Schülern transparent zu machen, wie sie sich bei der Bearbeitung von Lernumgebungen organisieren können, hat sich die in Abbildung 3.11 gezeigte Übersicht für die Hand der Schülerinnen und Schüler bewährt.

3 Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur

Lernumgebungen	
<u>Wie gehe ich bei der Lösung von Lernaufgaben vor?</u>	
<u>Schritt 1:</u> Sieh Dir alle Aufgaben an und verschaffe Dir eine Übersicht über die Lernziele, das benötigte Vorwissen und die Dir zur Verfügung stehenden Hilfsmaterialien. Kläre, ob Du alles verstanden hast. <u>Schritt 2:</u> Entscheide Dich, mit wem Du arbeiten willst. Eine Gruppe sollte nicht mehr als 4 Personen umfassen! <u>Schritt 3:</u> Legt einen Gruppensprecher fest. Klärt Fragen zum Thema, legt Arbeitsschritte fest und verteilt Teilaufgaben auf jedes Gruppenmitglied. Listet genau auf, welche Materialien jeder von Euch zur Bearbeitung seiner Aufgaben benötigt und klärt: • wer sie besorgt, • wo ihr sie besorgt, • wo ihr sie bereithaltet, damit sie stets griffbereit sind. <u>Wichtig:</u> • Vereinbart auch einen Termin, bis zu dem die Aufgaben erledigt sein müssen! • legt auch fest, wie der Austausch der Arbeitsergebnisse erfolgen soll, falls ein Gruppenmitglied nicht in der Schule ist. <u>Schritt 4:</u> Recherchiert zu eurem Thema im <i>Lexikon</i> oder in Schulbüchern, Sachbüchern oder im Internet z. B. unter einem passenden Stichwort. Jeder achtet darauf, dass er die ihm zugewiesenen Aufgaben gewissenhaft erledigt und die vereinbarten Produkte (z.B. Ausarbeitungen, Bastelmaterial, ausgedruckte Informationen) bereithält. <u>Schritt 5:</u> Sichtet die Teilergebnisse und kontrolliert sie gegenseitig (auch mithilfe der Hinweise aus dem Methodenkoffer!). Fügt sie erst dann zusammen, wenn ihr euch von der Richtigkeit und Stimmigkeit der Teilergebnisse überzeugt habt. <u>Schritt 6:</u> Verschafft euch eine grobe Übersicht über die möglichen Lernprodukte, entscheidet euch für ein geeignetes Lernprodukt und bringt Eure Ergebnisse in die entsprechende Form. Vereinbart dabei auch die Form und die Vorgehensweise bei der Präsentation und legt für jeden von euch Teilaufgaben dazu fest. Wenn es etwas vorzuführen abt. veraesst nicht aenüaend Zeit zum Üben einzuolanen.	

Abbildung 3.11: Infoblatt: Vorgehensweise bei Lernumgebungen

3.4 Fazit

3.4 Fazit

In den Klassen, in denen wir solche materialgebundenen Lernumgebungen häufig eingesetzt haben, konnten wir nach anfänglichen Schwierigkeiten beobachten, wie die Lernenden zunehmend eigenständiger agierten. Sie planten ihr Vorgehen immer besser, wurden eigenständiger in der Findung und Umsetzung eigener Ideen und trafen dabei zunehmend klarere Absprachen miteinander. Die anfänglichen Schwierigkeiten ergaben nach unserer Einschätzung dabei zum einen aus der mangelnden Routine der Lernenden im Umgang mit den z. T. sehr komplexen Aufgabenstellungen, der hohen Selbstständigkeit und Eigenverantwortung bei der Lösung und dem zunächst ungewohnten und unübersichtlichen Materialangebot. Zum anderen stellten wir gerade zu Beginn immer wieder Lücken in der eigenen Planung und der Materialgestaltung fest, die durchaus zu Lernhindernissen führten. Uns wurde deutlich, dass wir uns viel genauer darüber im Klaren sein mussten, welche Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung wir mit der jeweiligen Lernumgebung ansteuerten. Wer Lernumgebungen plant, muss sich sehr genau überlegen, was die Lernenden dabei lernen sollen. Denn aus der bewusst geplanten Anlage von Lerngelegenheiten und deren passgenauer Unterstützung ergibt sich letztlich der Unterschied zwischen zielbezogenen Handeln und dem bloßen Tun. Hier entscheidet sich, ob die Lernenden reale Gelegenheiten erhalten Kompetenzen zu erwerben oder nicht. Dazu sind immer wieder auch lehrerzentrierte konzeptbildende Phasen notwendig, in denen den Lernenden geholfen wird, ihre neuen Erfahrungen und Wissensbestände zu systematisieren und mit bereits vorhandenem Wissen zu vernetzen.

3.5 Literaturliste

- Adamina, M. (2010). „Mit Lernaufgaben grundlegende Kompetenzen fördern“. In: *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.-9.Schuljahr*. Hrsg. von P. Labudde. Stuttgart: UTB.
- Dubs, R. (2009). *Lehrerverhalten - Ein Beitrag zur Interaktion von Lehrenden und Lernenden im Unterricht*. Stuttgart: Franz Steiner.
- Grube, C. (2011). *Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Untersuchung der Struktur und Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I*. URL: <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/handle/urn:nbn:de:hebis:34-2011041537247> (besucht am 22. 05. 2013).
- Leisen, J. (2010). *Ein Lehr-lern-Model für den Kompetenzorientierten Unterricht*. URL: www.studienseminar-koblenz.de (besucht am 21. 05. 2013).
- Leisen, J. (2013). „Direkte Instruktion in frontalen Unterrichtsphasen - Ein Plädoyer für die aktive steuernde Lehrkraft“. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik 135/136*, S. 22-25.
- Prenzel, M. u. a., Hrsg. (2008). *PISA 2006 in Deutschland - Die Kompetenz der Jugendlichen im dritten Ländervergleich*. Münster: Waxmann.