

Sinus.NRW – Impulse für einen kompetenzorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht

**Materialien und Anregungen zur Unterrichtsentwicklung – Berichte aus den
SINUS.NRW-Projekten**

Ministerium für Schule und Weiterbildung
Qualitäts- und UnterstützungsAgentur – Landesinstitut für Schule

Herausgegeben vom
Ministerium für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf
Telefon 0211-5867-40
Telefax 0211-5867-3220
poststelle@schulministerium.nrw.de
www.schulministerium.nrw.de
www.standardsicherung.nrw.de
www.schulentwicklung.nrw.de/sinus
Heft 9050/2
1. Auflage 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Kompetenzorientierung in den Naturwissenschaften – ein Perspektivenwechsel	1
	Kompetenz – alter Wein in neuen Schläuchen?	1
	Kompetenzorientierung als Perspektivenwechsel	2
	Elemente kompetenzorientierten Unterrichts in den Naturwissenschaften	4
2	Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!	6
2.1	Einleitung	6
2.2	Grundlagen der Planung des Unterrichtsvorhabens und der Materialien	8
2.3	Überblick über die Unterrichtsreihe und Materialien	17
2.4	Erfahrungsbericht, Rückmeldungen oder Einschätzungen	26
2.5	Literaturhinweise	26
3	Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur	28
3.1	Projektbeschreibung	28
3.2	Vorstellung von entstandenen Lernumgebungen	30
3.3	Hilfreiche Tipps aus praktischer Erfahrung	42
3.4	Fazit	45
3.5	Literaturliste	45
4	Naturwissenschaftlicher Unterricht in extrem heterogenen Lerngruppen an Abendrealschulen	46
4.1	Projektbeschreibung und Zielsetzung	46
4.2	Beispiele entwickelter Unterrichtsmaterialien	50
4.3	Übersicht über die Projekt-Materialien	61
4.4	Erfahrungsbericht, Rückmeldungen und Einschätzungen	64
4.5	Zusammenfassung und Perspektive	67
4.6	Literaturhinweise	67
5	Intelligentes Üben als Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts	68
5.1	Projektbeschreibung und Zielsetzung	68
5.2	Beispiele für intelligente Übungsformen	71
5.3	Übersicht über alle (weiteren) Materialien	78
5.4	Erfahrungsbericht	80
5.5	Perspektive	80
5.6	Literaturhinweise	80

6	Diagnoseinstrumente für die individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums	81
6.1	Projektbeschreibung und Zielsetzung	81
6.2	Beispiele für experimentelle Diagnoseaufgaben am Anfang und am Ende einer Unterrichtssequenz	83
6.3	Aufgaben zur Selbstdiagnose im Verlauf eines Lernprozesses	92
6.4	Fächerübergreifende Selbstdiagnose	99
6.5	Zusammenfassung und Ausblick	101

1 Kompetenzorientierung in den Naturwissenschaften – ein Perspektivenwechsel

Georg Trendel

Die vorliegende Broschüre fasst Projektergebnisse zusammen, die in der vierten Phase des Projekts Sinus.NRW bis Mitte 2013 entstanden sind. In den Beiträgen der Teilprojekte werden zunächst die zugrunde liegenden Ideen und Konzeptionen erläutert und diese anschließend an einzelnen Beispielen illustriert. Eine Darstellung aller insgesamt erstellten Materialien würde den Rahmen dieser Veröffentlichung sprengen. Allerdings lassen sie sich unter den in den Beiträgen angegebenen Links online ansehen und herunterladen.¹

Ziel der SINUS-Projekte in den verschiedenen Phasen des Programms war es, zur Qualitätsentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts beizutragen. Dazu wurden jeweils Bereiche identifiziert, in denen der Entwicklungsbedarf besonders hoch erschien. Der Schwerpunkt der letzten SINUS-Phase bestand – in der Folge der Inkraftsetzung neuer standardbasierter Kernlehrpläne – darin, Materialien für einen kompetenzorientierten Unterricht zu entwickeln und zu erproben. Im Folgenden soll daher zunächst dargestellt werden, wie in Sinus.NRW Kompetenzorientierung verstanden wird. Mit Bezug auf diesen Rahmen lassen sich unterschiedliche Projekte als Mosaiksteine einordnen, die jeweils für sich einen wesentlichen Aspekt der Umsetzung der Gesamtkonzeption abbilden.

Kompetenz – alter Wein in neuen Schläuchen?

Bildungsstandards und Kernlehrpläne gehen von einem Kompetenzbegriff aus, der von F.E. Weinert² formuliert wurde und sich ausdrücklich auf Wissen und Können in einem abgrenzbaren fachlich-inhaltlichen Bereich, also in einer bestimmten Domäne bezieht. In dieser Veröffentlichung wird auf den Kompetenzbegriff von Weinert abgehoben. Kompetenzen sind nach ihm

... die bei Individuen verfügbaren oder von ihnen erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen,

¹Ergänzende Informationen, Materialien und Erfahrungsberichte stehen auf der Internetseite www.sinus.nrw.de bereit. Die unter den QR-Codes angegebenen Nummern beziehen sich auf einzelne Elemente, mit denen diese innerhalb der SINUS-Internetseiten gefunden werden können.

²Franz E. Weinert (2001). „Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit.“ In: *Leistungsmessungen in Schulen*. Hrsg. von Franz E. Weinert. Weinheim: Beltz, S. 17–31.

1 Kompetenzorientierung in den Naturwissenschaften – ein Perspektivenwechsel

sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.

Kompetent ist demnach eine Person, die einerseits über Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten verfügt, andererseits den Willen, die Motivation und die Bereitschaft zeigt, diese auch anzuwenden und einzubringen. Kompetenzorientierung beschreibt im fachlichen Bereich damit die Anforderung, Lernende in die Lage zu versetzen, mit dem Gelernten in persönlichen und in gesellschaftlichen Zusammenhängen etwas anfangen zu können und zu wollen. Kompetenzorientierung als didaktisches Prinzip erfordert dann, die Lernprozesse so zu planen und zu gestalten, dass Kompetenzen von allen Lernenden möglichst weit entwickelt werden können.

Die jetzt gültigen Kernlehrpläne sind Ausdruck eines Paradigmenwechsels in der Steuerungsphilosophie unseres Bildungssystems. Statt im Detail vorzugeben, was in einem bestimmten Fach durchzunehmen ist (*Input*), wird beschrieben, welches Wissen und Können Lernende am Ende eines bestimmten Bildungsabschnitts in der Regel besitzen sollen (*Output* bzw. *Outcome*). Man könnte sich nun zu Recht fragen, warum eine Änderung in der Steuerung Lehrpersonen überhaupt tangieren sollte. Wird damit z. B. die bisherige Unterrichtspraxis insgesamt kritisch gesehen? Guter Unterricht orientierte sich ja auch schon früher daran, Schülerinnen und Schülern nachhaltig etwas beizubringen, was sie auch nutzen können. Auch die Inhalte haben sich nicht grundlegend verändert. Warum sollte die bisher propagierte Lernzielorientierung auf einmal durch etwas Anderes abgelöst werden?

Es erscheint sinnvoll, Kompetenzorientierung nicht als Alternative zur Lernzielorientierung der Vergangenheit, sondern als konsequente Fortführung eines unvollendet gebliebenen Ansatzes zu sehen: Standards und Kernlehrpläne präzisieren normativ vorgegebene Bildungsziele der Naturwissenschaften und operationalisieren sie über eine Differenzierung nach Kompetenzbereichen und weiter über eine genauere Beschreibung dieser Kompetenzbereiche bis hin zur relativ konkreten Beschreibung von inhaltlichen Zielen in Form von Kompetenzerwartungen. Insofern liefern die neuen Kernlehrpläne gegenüber den früheren Vorgaben weitaus genauere und beobachtbare Kriterien und stellen deshalb eine wertvolle Hilfe zur Unterrichtsplanung dar. Vor allem aber richtet Kompetenzorientierung weitaus deutlicher als früher den Fokus auf die Lernenden als Individuen; eine Veränderung der Blickrichtung, die dann doch zu bedeutsamen Konsequenzen führt.

Kompetenzorientierung als Perspektivenwechsel

Kompetenzen sind keine Unterrichtsinhalte nach dem Motto „Durchnehmen und Abhaken“. Sie sind im Gegenteil Eigenschaften bzw. Dispositionen von individuellen Schülerinnen und Schülern. Kompetenzen entwickeln sich also für jede Person in einer besonderen Weise und müssen dementsprechend auch personenbezogen gefördert werden. Kompetenzorientierung erfordert in dieser Hinsicht einen Perspektivenwechsel. Er besteht darin, das Können und das Lernen Einzelner verstärkt zu beachten und sich in den Unterrichtsangeboten nicht nur, wie bisher zu oft geschehen, nach einem fiktiven Durchschnittsschüler zu richten, sondern gerade auch in den Randbereichen den schwachen und den

besonders starken Lernern gerecht zu werden. Er beinhaltet auch den Abschied von der Illusion einer Homogenität von Lerngruppen und von der Vorstellung, man könne oder solle möglichst alle Lernenden gleichzeitig auf einen gleichen Stand bringen. In allen Lerngruppen findet sich eine Verteilung von Fähigkeiten, Interessen und Möglichkeiten in einer bestimmten Bandbreite. Optimale Förderung jedes Einzelnen dürfte dazu führen, dass alle Lerner, schwächere ebenso wie stärkere, ein höheres Niveau erreichen, dass sich also die Verteilung über die gesamte Bandbreite zum Positiven verschiebt.

Der beschriebene Perspektivenwechsel berührt darüber hinaus auch inhaltlich-fachliche Bereiche. Das sich in den Bildungszielen ausdrückende Menschenbild beinhaltet als wesentliches Moment den Gedanken der *Teilhabe*. Teilhabe bedeutet Orientierung in einer zunehmend durch Wissenschaft und Technik geprägten Welt sowie das Erkennen von sich dabei ergebenden Problemen und Lösungsvorschlägen; Teilhabe bedeutet Autonomie bei Entscheidungen als Verbraucher sowie Partizipation an gesellschaftlichen Diskussionen und Entscheidungen mit naturwissenschaftlich-technischem Hintergrund. Die dazu erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse müssen in der Schule erworben werden. Dazu gehören ein vertieftes Verständnis wesentlicher fachlicher Konzepte ebenso wie Einsichten darin, wie Wissenschaftler im Prinzip arbeiten und zu gesicherten Erkenntnissen kommen. Das Anwenden und Beurteilen von Forschungsmethoden, das rationale Argumentieren mit Fakten und Modellen, das bewusste Entscheiden nach Abwägen von Kriterien lernt man jedoch nicht nebenbei, sondern es muss explizit thematisiert und auf einer Metaebene reflektiert werden.

Es ist darüber hinaus zu erwarten, dass ein kognitiv aktivierender und kompetenzfördernder Unterricht sich nicht nur in besseren Ergebnissen ausdrückt, sondern auch Interesse und Motivation positiv beeinflusst („Weinert hinter dem Komma“). Junge Menschen denken gerne und wollen verstehen, jedenfalls dann, wenn sie es als sinnvoll erleben. Die empirisch sehr gut bestätigte Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan³ zeigt, dass für die Entstehung von intrinsischer Motivation drei Grundbedürfnisse des Menschen ausschlaggebend sind:

- *Kompetenzerleben*: Man möchte erkennen, dass man durch eigenes Wissen und Können Herausforderungen bewältigen kann.
- *Autonomie*: Man möchte selbst entscheiden können und nicht nur in fremdem Interesse auf fremde Anweisungen hin handeln.
- *Eingebunden-Sein*: Man möchte ein anerkanntes Mitglied einer Gemeinschaft sein und in dieser gemeinsame Ziele verfolgen.

Klar formulierte Kompetenzziele schaffen Transparenz. Sie erlauben es, die vorhandenen Kompetenzen einzuschätzen und realistische, weitergehende Ziele ins Auge zu fassen. Bedeutsam ist dabei auch eine Form von Feedback, die schon vorhandene Fähigkeiten herausstellt und ermuntert, darauf aufzubauen, anstatt vorliegende Defizite zu beklagen.

³Edward L. Deci und Richard M. Ryan (1993). „Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung fuer die Paedagogik.“ In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39.2, S. 223–238. URL: http://www.selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/1993_DeciRyan_DieSelbstbestimmungstheoriiederMotivation-German.pdf.

Elemente kompetenzorientierten Unterrichts in den Naturwissenschaften

Kompetenzorientierter Unterricht verlangt nach Differenzierung, ist aber kein Einzelunterricht. Das mit Abstand wichtigste Element von Kompetenzorientierung ist das bewusste Setzen begründeter, klarer und transparenter Ziele. Dies gelingt nur, wenn Lehrpersonen differenziert einschätzen können, auf welchem Stand bezüglich dieser Zielsetzungen sich ihre Schülerinnen und Schüler befinden und welche realisierbaren Entwicklungsperspektiven sich damit eröffnen. Erst auf dieser Basis können Lernprozesse angemessen geplant und organisiert werden. Die Verwendung von Unterrichtsmethoden darf dabei kein Selbstzweck sein, sondern muss sich an den Zielen orientieren, zur kognitiven Aktivierung beitragen und Lernprozesse unterstützen. Dabei können Unterrichtsformen in der Bandbreite von extrem enggeführtem, lehrerzentriertem bis hin zu sehr offenem, selbstgesteuertem Lernen das Mittel der Wahl sein. Im Beitrag *Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!* wird beschrieben, wie Unterrichtsreihen und -materialien für einen kompetenzorientierten Anfangsunterricht im Fach Biologie, im Übergang vom Sachunterricht der Grundschule, entwickelt, erprobt und reflektiert werden können. Am Beispiel des Kompetenzbereiches „Erkenntnisgewinnung“ werden didaktische Überlegungen für eine praxisorientierte Materialerstellung sowie ein Planungs- und Evaluationsraster vorgestellt, mit dessen Hilfe eine langfristige und zielgerichtete Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler gesteuert werden kann.

Wenn Kompetenz die Fähigkeit bedeutet, in unterschiedlichen schulischen und außerschulischen Kontexten Probleme zu lösen, muss ein Ziel darin bestehen, Schülerinnen und Schüler zu immer selbstständigerem, selbstgesteuertem Arbeiten zu befähigen. Steuerungs- und Strukturierungsfunktionen sollten also allmählich und behutsam von den Lehrenden auf die Lernenden übertragen werden. Auch die Anforderungen, die sich aus der Heterogenität der Lerngruppen ergeben, lassen einen durchgängig lehrerdominierten Unterricht wenig sinnvoll erscheinen. Lehrpersonen benötigen Freiräume, um sich um unterschiedliche Schülergruppen differenziert kümmern zu können. Es erscheint also unumgänglich, in gewissen Grenzen eine personale Steuerung des Unterrichts durch eine materiale zu ergänzen bzw. sogar zu ersetzen. In materialgesteuerten Lernumgebungen sind Lernprozesse durch Lernaufgaben und zugehörige Arbeitsmaterialien so vorstrukturiert, dass Schülerinnen und Schüler auf verschiedenen Niveaus weitgehend selbstständig arbeiten können. Gute materialgebundene Lernumgebungen entlasten mittelfristig die Lehrpersonen vom Aufwand zur Unterrichtsvorbereitung, auch durch Austausch mit Kollegen, und bieten langfristig durch kontinuierliches Einarbeiten von Erfahrungen und Feinarbeiten an Details die Chance zu einer stetigen Verbesserung der Unterrichtsqualität sowie der Lernergebnisse.

Lernumgebungen, die versuchen, diesen Ansprüchen gerecht zu werden, sind in den Beiträgen *Kompetenzentwicklung durch eine neue Aufgabenkultur* sowie *Naturwissenschaftlicher Unterricht in extrem heterogenen Lerngruppen an Abendrealschulen* dokumentiert. Während das erstgenannte Projekt dabei ein besonderes Gewicht auf das Lernen und das explizite Unterrichten von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (z. B. Entwickeln von Fragestellungen) legt, betont das Projekt der Abendrealschulen in besonderer Weise die Diversität und die unterschiedlichen Bedürfnisse von Lernenden in einer heterogenen Gruppe.

Die mögliche Rolle der Lehrperson in bestimmten Phasen eines kompetenzorientierten Unterricht lässt sich gut mit der im angloamerikanischen Raum entwickelten Konzeption einer cognitive apprenticeship⁴ beschreiben: Ähnlich wie ein Meister seinem Lehrling zeigt der Lehrer seinem Schüler zunächst ausführlich und zunehmend detailliert, wie man bestimmte Aktionen durchführt und dabei auftretende Probleme löst, und erklärt, was man dafür wissen muss. Danach tritt er immer weiter zurück, beobachtet sorgfältig die Handlungen seiner Schüler und gibt dazu Feedback. Schließlich überzeugt er sich, dass seine Schüler das Gelernte sicher und routiniert auch in neuen und schwierigeren Situationen anwenden können, bevor er sie unbeaufsichtigt und eigenständig agieren lässt. Aspekte einer solchen Vorgehensweise wurden im Projekt *Diagnose und individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums* erprobt. Es greift den Gedanken des kumulativen Lernens auf und erfasst in einer experimentell angelegten Einstandsdiagnose zunächst den Kenntnisstand einer Lerngruppe mit Blick auf die neuen Unterrichtsziele. Nach einer konzeptbildenden Phase wird am Ende der Unterrichtsreihe in einer experimentellen Lernaufgabe überprüft, inwieweit Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, Gelerntes problemlösend in einer neuen Situation anzuwenden und dabei zu eigenen Erkenntnissen zu kommen.

Ein wichtiger und unverzichtbarer Schritt für jeden Lernprozess, der leider im traditionellen naturwissenschaftlichen Unterricht häufig zu kurz kommt, besteht im Festigen und Üben von Gelerntem. Sicherheit und Flüssigkeit in der Anwendung von Konzepten und Methoden sind erforderlich, um das Arbeitsgedächtnis zu entlasten und sich ganz auf Neues, Interessantes und Unbekanntes konzentrieren zu können. Der Beitrag *Intelligentes Üben als Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts* stellt Möglichkeiten vor, in einem kommunikativen Rahmen intensiv und gleichzeitig auch motivierend zu üben und dabei über das Gelernte aus verschiedenen Perspektiven nachzudenken.

Die Beiträge in diesem Buch dokumentieren durchweg materialgebundene Vorgehensweisen bei der Unterrichtsgestaltung. Das bedeutet nicht, dass stärker personengesteuerte Phasen des Unterrichtens, bei denen Erklärungen und adhoc-Arbeitsanweisungen der Lehrperson im Vordergrund stehen, gering geschätzt werden. Sie werden ihre unverzichtbare Bedeutung in bestimmten Abschnitten des Lernens behalten. Der Fokus dieses Buches liegt jedoch auf bisher weniger beachteten Vorgehensweisen. Die Autoren und Projektbeteiligten würden sich freuen, wenn bei den Leserinnen und Lesern Interesse daran geweckt würde, die verschiedenen Wege im Unterricht auszuprobieren und eigene Erfahrungen damit zu sammeln.

Alle Materialien, die in den Texten vorgestellt werden, sind über die dargestellten QR-Codes erreichbar und kostenlos herunterladbar. Statt des QR-Codes kann der Zugang auch über die URL www.sinus.nrw.de/sinus/front_content.php?idart=xxxx erreicht werden. Statt xxxx geben Sie bitte die Nummer ein, die unter dem QR-Code angegeben wird.

⁴s. z. B. http://methodenpool.uni-koeln.de/apprenticeship/frameset_apprenticeship.html

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!

Monika Dirks, Sandra Engelen, Michael Lübeck

Wie können Unterrichtsreihen und -materialien für einen kompetenzorientierten Anfangsunterricht im Fach Biologie am Gymnasium entwickelt, im Übergang vom Sachunterricht der Grundschule erprobt und reflektiert werden? Am Beispiel des Kompetenzbereiches „Erkenntnisgewinnung“ werden die didaktischen Grundlagen für eine praxisorientierte Materialerstellung sowie ein Planungs- und Evaluationsraster vorgestellt.

Der Übergang vom ungefächerten Sachunterricht der Primarstufe in NRW zu einem gefächerten, naturwissenschaftlichen Unterricht am Gymnasium soll so gestaltet werden, dass die in der Grundschuldidaktik erkennbaren Ansätze einer naturwissenschaftlichen Grundbildung aufgegriffen und fortgeführt werden. Dazu wird ein Unterrichtsvorhaben (Start-Reihe) entwickelt, das prozessbezogene Kompetenzen im Bereich „Erkenntnisgewinnung“ fokussiert. Damit werden Grundlagen geschaffen, auf denen neben der Biologie selbst auch die später einsetzenden Naturwissenschaften aufbauen können.

Auf der Grundlage eines in der Praxis vielfach erprobten Unterrichtsvorhabens (Kirchhoff 2002) wurde für den Biologieanfangsunterricht am Gymnasium Unterrichtsmaterial entwickelt und mehrfach erprobt. Dabei wurde eine Reihenstruktur entwickelt, an der sich weitere Planungen orientieren sollen, um einen hohen Grad an Transparenz und Verlässlichkeit zu erzeugen.

Als Planungs- und Evaluationshilfe wurde ein Raster angelegt, das später die Entwicklung aller Kompetenzen im Fach Biologie als kumulativen Lernprozess durch die Unterrichtsvorhaben des 5. Jahrgangs den Fachkolleginnen und -kollegen transparent macht.

2.1 Einleitung

Die im Lehrplannavigator des Ministeriums für Schule und Weiterbildung frei herunterladbaren Materialien des Projekts: „Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!“ stellt die erste Reihe einer vierköpfigen SINUS-Projektgruppe dar, die sich vor ungefähr vier Jahren zusammengeschlossen hat, um als fiktive Fachkonferenz gemeinsam an der unterrichtlichen Umsetzung des Biologie-Kernlehrplans für das Gymnasium (G8) (KLP GY SI) zu arbeiten. Diese fiktive Fachkonferenz setzt sich zusammen aus:

Monika Dirks, Karl-Ziegler-Gymnasium in Mülheim a. d. Ruhr
Sandra Engelen, Gymnasium Heißen in Mülheim a. d. Ruhr

Michael Lübeck, QUA-LiS, Landesinstitut in Soest
Rolf Kirchhoff, früherer Fachleiter für Biologie in Düsseldorf

In ihrem MNU-Beitrag zu „Lehren und Lernen im kompetenzorientierten Unterricht“ stellt Suwelak 2010 für Rheinland-Pfalz fest, dass die meisten Unterrichtenden „sicherheitshalber“ an inhaltsbezogenen Lernzielen festhalten und dass kompetenzorientiertes Unterrichten ungewohnt ist. Prozessbezogene Kompetenzen werden als zusätzliche Elemente aufgefasst, die „auch noch“ neben inhaltsbezogenen vermittelt werden müssen. Ähnliches gilt sicherlich auch immer noch für den gymnasialen Biologieunterricht in NRW. Dies kann u. a. daran liegen, dass die Kernlehrpläne der Fächer Biologie, Physik und Chemie weiterhin zwischen konzept- und prozessbezogenen Kompetenzen unterscheiden. Dies hat zur Folge, dass konzeptbezogenen Kompetenzen in den Vordergrund gerückt bleiben und durch prozessbezogene Kompetenzen lediglich „angereichert“ werden.

Darüber hinaus gibt es bis dato zwar einige Unterrichtsmaterialien, die einen kompetenzorientierten Unterricht für einzelne Stunden darstellen. Materialien, die verdeutlichen wie eine Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler langfristig und vor allem systematisch im Unterricht angelegt werden kann, liegen bisher kaum vor. Häufig sind die Unterrichtsmaterialien im fortgeschrittenen Verlauf von Unterrichtsreihen situiert und setzen – wenig oder gar nicht in einen Unterrichtsprozess eingebettet – ein bestimmtes Vorwissen bzw. Kompetenzen voraus, ohne dabei transparent zu machen, wie Schülerinnen und Schüler dorthin gebracht werden könnten. Darüber hinaus wird hier auch kaum dargestellt, dass und wie vermittelte Kompetenzen aufgegriffen, gefestigt und fortgeführt werden können, sodass bisweilen der Eindruck entsteht, die Arbeit mit und an Kompetenzen sei von punktueller Natur und einmal Gelerntes verankere sich in den Köpfen der Schülerinnen und Schüler dann für immer.

Gerade der Anfangsunterricht in der gymnasialen Erprobungsstufe – Ähnliches gilt sicherlich auch für andere Schulformen – stellt im Hinblick auf eine Kompetenzorientierung eine besondere Schwierigkeit dar.

Ursächlich liegt dies nicht zuletzt daran, dass die Schülerinnen und Schüler in NRW am Anfang der Jahrgangsstufe 5 einen systemischen Wechsel von einem ungefächerten Sachunterricht der Primarstufe zu einem gefächerten, naturwissenschaftlichen Unterricht erfahren. Außerdem setzen sich die neugegründeten fünften Klassen aus Schülerinnen und Schülern verschiedener Grundschulen und Grundschulklassen zusammen.

Hieraus ergeben sich im Wesentlichen zwei Problemfelder. Zum einen ist der gymnasiale Anfangsunterricht vielfach nicht so gestaltet, dass er die in der Grundschuldidaktik erkennbaren Ansätze einer naturwissenschaftlichen Grundbildung aufgreift, systematisiert und fortführt. Zum anderen weisen die Grundschüler je nach Ausbildung und Schwerpunktsetzung der Unterrichtenden an den Grundschulen eine enorme Spannweite auf zwischen Kindern, die kaum und solchen, die bereits über detaillierte Vorkenntnisse im Bereich Naturwissenschaft verfügen. Auch die Voreinstellungen differieren dabei z. T. stark, obwohl der Lehrplan „Sachunterricht“ für die Grundschule in NRW aus dem Jahr 2008 (LP SU NRW) deutlich formuliert, über welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler in diesem Lernbereich am Ende der Jahrgangsstufe 4 verfügen sollten.

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!

Eine Unterrichtsentwicklung am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe muss diesen Problemen Rechnung tragen.

Bei der Ausgestaltung dieses Übergangs von der Primar- zur Sekundarstufe fällt der Unterrichtsentwicklung im Fach Biologie eine besondere Bedeutung und Verantwortung zu, da dieses in der Jahrgangsstufe als erste Naturwissenschaft i. d. R. ein Jahr vor dem Fach Physik und zwei Jahre vor dem Fach Chemie beginnt. Dies bedeutet, dass gerade in der Anfangsphase des Biologieunterrichts den Schülerinnen und Schülern Gelegenheiten gegeben werden sollten, ihr Vorwissen zu reaktivieren und im Sinne eines „Conceptual Change“ (vgl. Möller 2010) neue Konzepte zu naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen zu konstruieren, die für die Biologie selbst und auch für die später einsetzenden Naturwissenschaften anschlussfähig sind.

Aus dieser Ausgangslage ergibt sich die folgende Zielsetzung:

- Planung einer Unterrichtsreihe, die SuS zu Beginn der Jahrgangsstufe 5 dort abholt, wo sie im Hinblick auf eine naturwissenschaftliche Grundbildung sind und sie auf einen gemeinsamen Lernstand bringt.
- Erstellung von kompetenzorientierten Unterrichtsmaterialien, die sukzessiv und systematisch die an die in der Grundschule erworbenen Kompetenzen anknüpfen, sie festigen und erweitern.
- Eine Unterrichtsreihe, die im Hinblick auf eine Langfristigkeit strukturell und inhaltlich so aufgebaut ist, dass sie für weitere Reihen im Fach Biologie aber auch für die anderen naturwissenschaftlichen Fächer anschlussfähig ist.

2.2 Grundlagen der Planung des Unterrichtsvorhabens und der Materialien

2.2.1 Entwicklung eines exakten und gemeinsamen Verständnisses vom naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess

Der Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ist mit all seinen Teiloperationen ein Grundcharakteristikum jeder Naturwissenschaft und zugleich ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal in der Abgrenzung zu anderen Fächern. In den Kernlehrplänen ist er für alle Naturwissenschaften im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung dargestellt.

Eine erste Grundlage für eine Anschlussfähigkeit ist ein gemeinsames, alle naturwissenschaftlichen Fächer verbindendes Verständnis dieses Erkenntnisprozesses. Dies erfordert eine Einigung der Fachkonferenzen Biologie, Physik und Chemie auf ein gemeinsames Modell des Erkenntnisprozesses, auf welches sich im fortlaufenden Unterricht immer wieder bezogen werden soll.

Häufig wird dabei vor allem die Rolle des Vorwissens vernachlässigt. Dies birgt die Gefahr einer Streuung von Fehlkonzepten, so dass sich die SINUS-Projektgruppe entschloss, sich auf das in Abbildung 2.1 gezeigte Schema zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess zu einigen.

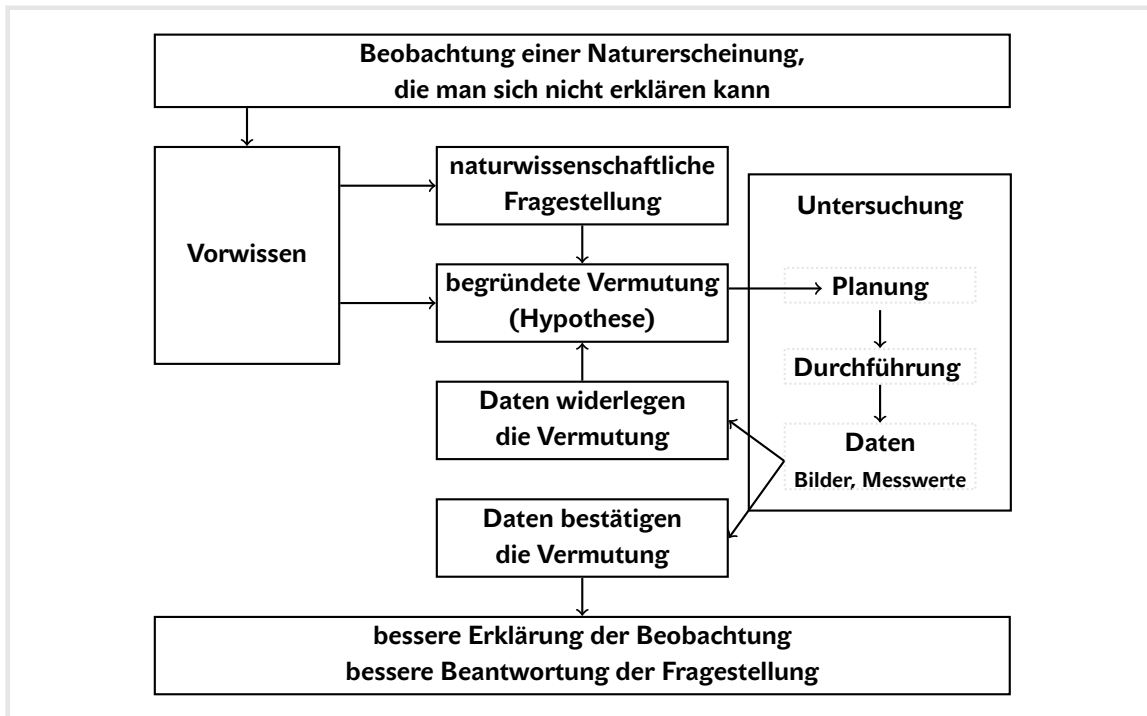


Abbildung 2.1: Modell des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses

2.2.2 Arbeit mit den Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans für die Sekundarstufe I der Gesamtschule

Von diesem Schema des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses ausgehend wurde schnell deutlich, dass die im Kernlehrplan Biologie für die Sekundarstufe I des Gymnasiums (KLP GY SI) im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung dargestellten Formulierungen der Teilkompetenzen auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus formuliert sind. Systematischer und daher leichter handhabbar erscheinen hier die im Kernlehrplan Biologie für die Sekundarstufe I der Gesamtschule formulierten Kompetenzerwartungen. Die Gleichwertigkeit beider Pläne in den Jahrgangsstufen 5 und 6 hinsichtlich der Kompetenzerwartungen wurde zuvor überprüft.

Will man die SuS dort abholen, wo sie sind, und gleichermaßen ein systematisches Fundament für das Wesen aller Naturwissenschaften legen, ist es wichtig zu ermitteln, über welche Grundkenntnisse bzw. Präkonzepte sie nach der Primarstufe einerseits verfügen sollten und andererseits über welche sie tatsächlich auch verfügen. Der erste Aspekt erfordert eine Analyse des Lehrplans für den Sachunterricht, die neben den biologischen Fachinhalten hier besonders auch die im Bereich Erkenntnisgewinnung angelegten Kompetenzen ermitteln sollte. Hieraus können dann zum einen Kategorien zur Ermittlung

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!

der bei den SuS tatsächlich vorhandenen Vorkenntnisse im Sinne einer Ist-Analyse gebildet werden, zum anderen können hieraus wichtige Anknüpfungspunkte zur Planung und Gestaltung von Unterrichtsmaterialien gewonnen werden. Ein letzter Aspekt, der vor allem für die Gestaltung von Unterricht bzw. Unterrichtsmaterialien entscheidend ist, ist ein Blick in Didaktiken und Unterrichtsmaterialien des Sachunterrichts. Hier gibt es Hinweise auf etablierte Methoden und Traditionen geben, deren Aufgreifen im Rahmen des Biologie-Anfangsunterrichts den Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrern einen reibungsloseren Übergang ermöglichen.

2.2.3 Anknüpfung an den Lehrplan des Sachunterrichts der Grundschule

Wir verfassen den Artikel rückblickend und stellen nicht den gesamten Planungsprozess dar.

Der Lehrplan für Sachunterricht umfasst die folgenden fünf Lernbereiche:

- Natur und Leben (Tabelle 2.1)
- Technik und Arbeitswelt
- Raum, Umwelt und Mobilität
- Mensch und Gemeinschaft
- Zeit und Kultur

Damit fasst er Fächer in übergeordneten Kontexten zusammen, die später in der Sek I in eine Vielzahl von Fächern (von den drei Naturwissenschaften über Erdkunde, Geschichte und Politik) aufgeteilt sind. Auch wenn in den anderen Lernbereichen punktuell naturwissenschaftlich relevante Inhalte zu finden sind, so bietet der Lernbereich „Natur und Leben“ die meisten Anknüpfungspunkte für das Fach Biologie. Hier sind vor allem die drei Schwerpunkte Stoffe und ihre Umwandlung, Körper, Sinne, Ernährung und Gesundheit sowie Tiere, Pflanzen, Lebensräume (vgl. LP SU NRW) von Bedeutung (siehe Tabelle 2.1).

Insgesamt lassen sich im Bereich Erkenntnisgewinnung die im Sachkunde-Lehrplan dort dargestellten naturwissenschaftlichen Kompetenzerwartungen vier Teilkompetenzen des KLP GE SI zuordnen. Sie sind in der Darstellung in Tabelle 2.2 grau hinterlegt.

Auf der Grundlage der Aussagen des Lehrplans Sachunterricht kann also bei den Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 5 bei den oben markierten Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung mit Vorerfahrungen und Voreinstellungen gerechnet werden (siehe Seite 12).

Im Hinblick auf Teilkompetenz E2 ist mit Vorerfahrungen nur in Bezug auf das kriteriengeleitete Beobachten zu rechnen und bei den Teilkompetenzen E4–E6 steht das angeleitete Experimentieren im Vordergrund, da Sachkunde meist fachfremd unterrichtet wird (vgl. Kaiser 2007). Darüber hinaus ergibt sich das Problem, dass jüngere Schülerinnen und Schüler vermutlich wenig über Vorwissen in Bezug auf naturwissenschaftliches Denken und Forschen verfügen. Generell ist das Formulieren naturwissenschaftlicher Fragestellungen eine große Schwierigkeit für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I (vgl. Mahner 2000). Vielfach werden anstelle von naturwissenschaftlichen Fragestellungen lediglich „W-Fragen“ beziehungsweise „Low-Order Questions“ formuliert (vgl. Grube 2011). Ein Kompetenzaufbau muss hier also langfristig angelegt werden, um Schülerinnen und Schülern zu

2.2 Grundlagen der Planung des Unterrichtsvorhabens und der Materialien

Tabelle 2.1: Übergeordnete Kompetenzerwartungen des Lehrplans Sachunterricht NRW

Bereich: Natur und Leben	
Kompetenzerwartungen am Ende der Schuleingangsphase	Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
• entdecken Eigenschaften in Experimenten (z. B. von Wasser und Luft, Wärme und Kälte, Licht und Schatten) • untersuchen und beschreiben die Bedeutung von Wasser, Wärme und Licht für Menschen, Tiere und Pflanzen • erkunden Körperbau und Lebensbedingungen von Tieren und dokumentieren die Ergebnisse (z. B. Haus- oder Zootiere)	• planen und führen Versuche durch und werten Ergebnisse aus (z. B. Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall) • beschreiben Veränderungen in der Natur und stellen Entwicklungsphasen dar (z. B. Wasserkreislauf, Jahreszeiten) • beschreiben die Entwicklung von Tieren und Pflanzen

ermöglichen, selbst qualifizierte naturwissenschaftliche Fragestellungen zu formulieren und Hypothesen zu konstruieren.

Als Konsequenz für die Planung einer Einstiegsreihe ergibt sich daraus, dass sowohl der Bereich der Formulierung von Fragestellungen als auch das Konstruieren von Hypothesen in dieser Einstiegsreihe noch stark angeleitet und vorstrukturiert werden muss. Dabei soll jedoch der Gesamtprozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung im Blick behalten werden. Möglicherweise ergibt sich erst aus einem Verständnis des gesamten Prozesses ein Wissensgerüst, dass es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, schwierige Teiloperationen in den Gesamtkontext einzuordnen und so Anforderungen und Gestaltungskriterien besser verstehen zu können.

2.2.4 Einsatz von Strukturhilfen zur systematischen Planung von Kompetenzorientiertem Unterricht

Orientierung an einer kompetenzorientierten Stundenstruktur

Im Mittelpunkt der planerischen Überlegungen der SINUS-Projektgruppe stehen Handlungssituationen der Lernenden im Unterricht. Demnach ist immanant wichtig, sich auf Unterrichtsstrukturen zu einigen, die eine Orientierung an Handlungssituationen ermöglichen.

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!

Tabelle 2.2: Übergeordnete Kompetenzerwartungen des Lehrplans NW Gesamtschule

		Die Schülerinnen und Schüler können ...
E1	Fragestellungen erkennen	naturwissenschaftliche Fragestellungen von anderen Fragestellungen unterscheiden.
E2	Bewusst wahrnehmen	Phänomene nach vorgegebenen Kriterien beobachten und zwischen der Beschreibung und der Deutung einer Beobachtung unterscheiden.
E3	Hypothesen entwickeln	Vermutungen zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen mit Hilfe von Alltagswissen und einfachen fachlichen Konzepten begründen.
E4	Untersuchungen und Experimente planen	vorgegebene Versuche begründen und einfache Versuche selbst entwickeln.
E5	Untersuchungen und Experimente durchführen	Untersuchungsmaterialien nach Vorgaben zusammenstellen und unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten nutzen.
E6	Untersuchungen und Experimente auswerten	Beobachtungen und Messdaten mit Bezug auf eine Fragestellung schriftlich festhalten, daraus Schlussfolgerungen ableiten und Ergebnisse verallgemeinern.
E7	Modelle auswählen und Modellgrenzen angeben	einfache Modelle zur Veranschaulichung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge beschreiben und Abweichungen der Modelle von der Realität angeben.
E8	Modelle anwenden	naturwissenschaftliche Phänomene mit einfachen Modellvorstellungen erklären.
E9	Arbeits- und Denkweisen reflektieren	in einfachen naturwissenschaftlichen Zusammenhängen Aussagen auf Stimmigkeit überprüfen.

Das im Folgenden dargestellte, am Lehr-Lern-Modell von Leisen (2010) orientierte Planungsschema (siehe auch Abbildung 2.2) macht die Bedeutung solcher Handlungssituationen deutlich, bei denen der aufgabengesteuerten Erstellung eines Lernproduktes durch die Schülerinnen und Schüler die zentrale Stellung zukommt.

Durch die Fokussierung auf Handlungssituationen wird es zudem möglich genau zu formulieren, welche Handlungen in einer Unterrichtsstunde planerisch angelegt sind, sodass deutlich wird, welche Gelegenheiten die Schülerinnen und Schüler tatsächlich bekommen, um ihre Kompetenzen zu erwerben, zu festigen oder gar zu erweitern. Dabei ist es wichtig den Schülerinnen und Schülern, wenngleich sicherlich nicht in jeder Stunde, ihre Lernprozesse im Sinne einer Metakognition sichtbar zu machen. Eine Feedback-Kultur ist nach der Studie von Hattie (2009) ein wichtiger Indikator für gute Schülerleistungen.

2.2 Grundlagen der Planung des Unterrichtsvorhabens und der Materialien

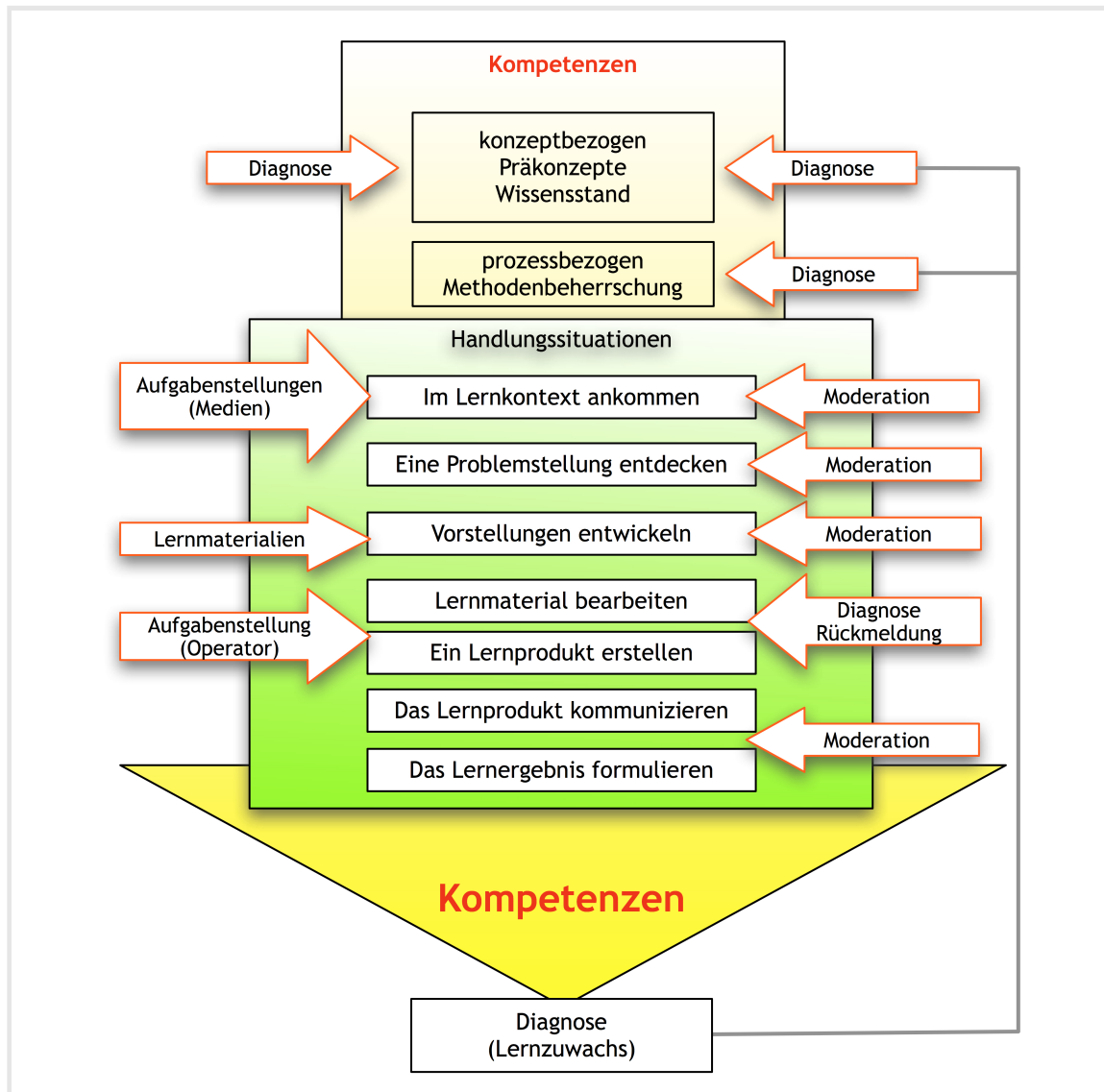


Abbildung 2.2: Lehr-Lernmodell für kompetenzorientierten Unterricht nach Leisen (2010)

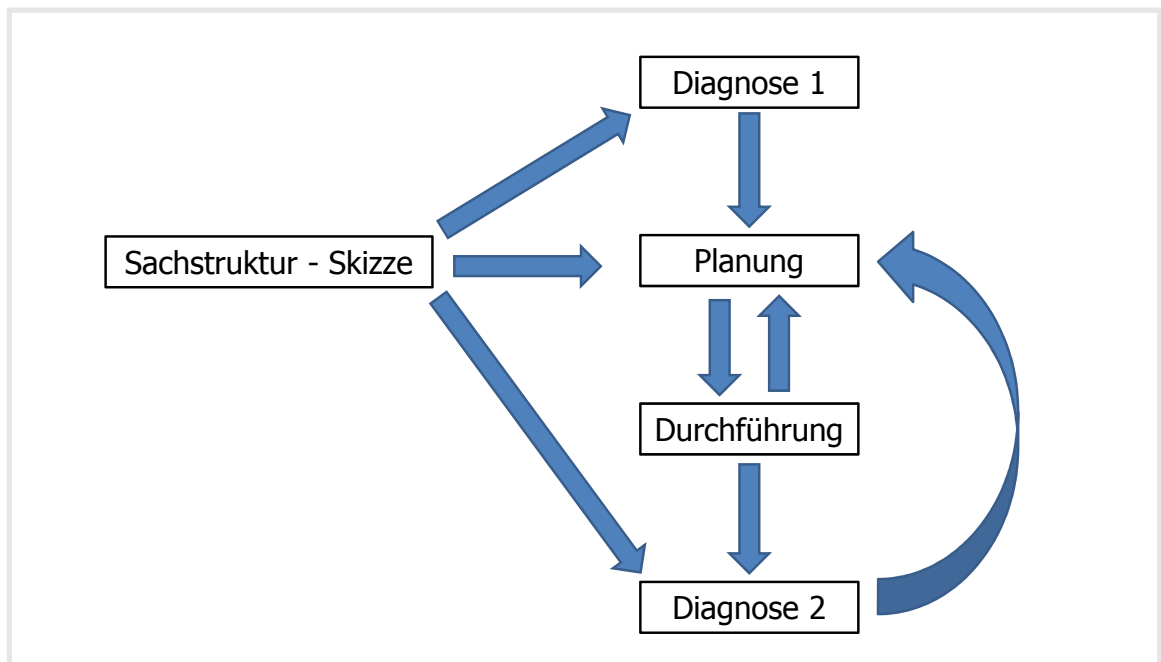


Abbildung 2.3: Prozessmodell einer kompetenzorientierten Reihenplanung

Orientierung am Prozessmodell einer kompetenzorientierten Reihenplanung

Für einen langfristigen Kompetenzaufbau ist es außerdem wichtig, dass die Kompetenzen regelmäßig erfasst bzw. diagnostiziert werden und Lernerfolge und -defizite sichtbar gemacht werden. In diesen Prozessen ist dabei nicht nur die Lehrkraft sondern ebenfalls der Lernende einzubeziehen. Letzterer sollte zu einem bestimmten Zeitpunkt in seiner Lernbiographie über bestimmte Kompetenzen verfügen, d. h. nicht nur zu bestimmten Handlungen befähigt, sondern sich ebenso über seine Fähigkeiten bewusst sein. Hierzu ist es notwendig, dass er seinen eigenen Lernstand in regelmäßigen Abständen reflektiert (vgl. Dubs 2009). In diesem Sinne ist das Erfassen des „Conceptual Change“ (vgl. Möller 2010) von zentraler Bedeutung. Vor allem ist es für die Lernmotivation zudem wichtig, dass bereits vor dem Lernprozess bei den Schülerinnen und Schülern eine Erwartungshaltung erzeugt und eine Sinnhaftigkeit des zu lernenden Stoffes vermittelt wird (vgl. Dubs 2009).

Grundsätzliche Überlegungen ergaben, dass nach diesem Muster alle weiteren zu planenden Unterrichtsvorhaben durchgeführt und reflektiert werden sollen (siehe Abbildung 2.3). Alle weiteren zu planenden Unterrichtsvorhaben sollten dieser Reihenstruktur folgen, der eine Analyse der inhaltlichen Sachstruktur des jeweiligen Kontextes in Form einer Concept-map zugrunde liegt und die von einer Diagnose der Lernstände, Präkonzepte und Lernwünsche ausgeht (Diagnose 1). Im Bereich Planung werden Informationen über zu erreichende Kompetenzen, aber auch grundlegende Fachbegriffe erstellt

2.2 Grundlagen der Planung des Unterrichtsvorhabens und der Materialien

Tabelle 2.3: Planungs- und Entwicklungsraster am Beispiel des Kompetenzbereiches Erkenntnisgewinnung

	Std.	Kompetenzen								
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Unterrichtsvorhaben 1	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
	10									
	...									

und sowohl den Lernenden selbst als auch deren Eltern vor Beginn der Reihe offengelegt. Dies regt bereits zur Reflexion des eigenen Lernens an. Für die Kolleginnen und Kollegen werden zusätzlich für jede Stunde die zentralen Handlungssituationen dargestellt, in denen ein entsprechender Kompetenzerwerb ermöglicht werden soll, damit ihnen mit wenigen Blicken die Schwerpunkte und Zielsetzungen der Unterrichtsstunde deutlich werden. In der Durchführung einer Reihe werden die Stundenplanung sowie die dazu erstellten Unterrichtsmaterialien sukzessive reflektiert und modifiziert. Schließlich werden die in der Planung angelegten Kompetenzen evaluiert und der Lernfortschritt dokumentiert.

Einsatz eines Rasters zur langfristigen und systematischen Planung und Evaluation von kompetenzorientiertem Unterricht

Wie kann ein Kompetenzerwerb langfristig und vor allem systematisch geplant und evaluiert werden?

Bei vier Kompetenzbereichen mit insgesamt 25 Teilkompetenzen (vgl KLP GE SI), an deren Förderung allein bis zum Erreichen der ersten Progressionsstufe am Ende von Jahrgangsstufe 6 gearbeitet werden soll, ergibt sich im Hinblick auf die Zielsetzung eines langfristig angelegten systematischen Kompetenzerwerbs das Problem einer großen Unübersichtlichkeit. Es ist weder möglich einen solch langen und komplexen Prozess zu antizipieren noch ihn zu reflektieren, wenn es nicht gelingt, ihn in einer Übersicht zu dokumentieren, durch die Kompetenz-Lücken im Unterrichtsgeschehen deutlich werden.

Im Hinblick auf die Planung, Evaluation und spätere Überarbeitung des Unterrichts, hat die SINUS-Projektgruppe für jede Unterrichtsreihe ein tabellarisches Planungs- und Evaluationsraster entworfen. Dabei ist für jedes Unterrichtsvorhaben jede Teilkompetenz der insgesamt vier Kompetenzbereiche in einer Spalte aufgeführt. Jede Unterrichtsstunde ist in einer Zeile angelegt. Für jede Unterrichtsstunde

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!

wird nun die im Schwerpunkt stattfindende Handlungssituation der Schülerinnen und Schüler für die Teilkompetenz bzw. Spalte eingetragen, zu deren Erreichen diese Handlungssituation einen Beitrag leistet. Da nicht in jeder Stunde alle Kompetenzen schwerpunktmäßig verfolgt werden können, sind dies in der Regel nicht mehr als zwei, meist sogar nur eine pro Stunde. Je nach planerischem Vorgehen wird dann entweder am Anfang oder am Ende jeder Reihe deutlich, dass an einigen Teilkompetenzen häufiger gearbeitet worden ist als an anderen und dass einige sogar gar nicht berücksichtigt wurden. Für diese Teilkompetenzen zeigen sich in der Rückschau deutliche Lücken. Im Hinblick auf einen Unterricht, der auf eine langfristig angelegte Kompetenzorientierung zielt, ergeben sich hieraus eine Reihe von möglichen Konsequenzen, die im Folgenden nur exemplarisch dargestellt werden sollen, um die Arbeit mit dem Planungs- und Evaluationsraster zu verdeutlichen.

Möglichkeit A: Am Ende von zwei Unterrichtsvorhaben (ca. Ende des ersten Halbjahres) wird deutlich, dass der gesamte Kompetenzbereich „Bewertung“ noch gar nicht berücksichtigt wurde. In den folgenden Unterrichtsreihen bzw. -materialien sollten zumindest punktuell Teilkompetenzen aus dem Bereich „Bewertung“ Berücksichtigung finden, damit der Bereich den Schülerinnen und Schülern nicht in Gänze unbekannt bleibt.

Möglichkeit B: Am Ende von Jahrgangsstufe 5 (d. h. zur Hälfte der ersten Progressionsstufe) werden Teilkompetenzen deutlich, die gar nicht oder nur sehr wenig berücksichtigt wurden. Für das folgende sechste Schuljahr müssen diese Teilkompetenzen, soweit es die Gegenstände zulassen, vorrangig in den Unterrichtsvorhaben berücksichtigt werden.

Möglichkeit C: Einige Teilkompetenzen konnten in beiden Schuljahren nicht oder nur sehr selten berücksichtigt werden. In diesem Fall müssen die Unterrichtsstunden bzw. -materialien dahingehend analysiert werden, ob und wo es möglich wäre, durch eine geringfügige Umstrukturierung die nur selten behandelten Teilkompetenzen im nächsten Durchlauf schwerpunktmäßig zu berücksichtigen. Eine solche rückwirkende Modifikation ist auch zu jedem früheren Zeitpunkt – etwa am Ende eines Unterrichtsvorhabens, eines Halbjahres oder Schuljahres – möglich.

Möglichkeit D: Die Schülerinnen und Schüler zeigen im Hinblick auf eine Teilkompetenz am Ende der ersten Progressionsstufe immer noch größere Schwierigkeiten. Dies kann daran liegen, dass die Hinführung im Verlauf der Unterrichtsvorhaben in ihrer Feinstruktur nicht sauber genug aufgebaut war. Hier müsste demzufolge also der Aufbau bzw. die Hinführung hinterfragt und ggf. überarbeitet werden.

Generell sollte beachtet werden, dass einmal eingeführte Teilkompetenzen im weiteren Verlauf der Unterrichtsvorhaben immer wieder aufgegriffen bzw. fortgeführt werden, sodass sie weiterhin als aktives Wissen und Können gepflegt werden. Dabei kann auch deutlich werden, dass die den Reihen zugrunde liegenden Sachstrukturskizzen nachträglich erweitert oder auch reduziert werden müssen. Zusammenfassend lassen sich einige der Unterrichtsreihe bzw. den Unterrichtsmaterialien zugrunde liegende innovative Ansätze festhalten:

2.3 Überblick über die Unterrichtsreihe und Materialien

- Ein Modell des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses unter Berücksichtigung des Faktors „Vorwissen“.
- Eine Analyse des Sachunterrichts im Hinblick auf Anschlussmöglichkeiten für den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht am Gymnasium.
- Eine Anknüpfung an und weiterführende Systematisierung von einem allgemeinen naturwissenschaftlichen Vorwissen aus dem Sachunterricht zu einem auch für die Physik und die Chemie anschlussfähigen Lernstand.
- Der Bezug auf und die Arbeit mit den für die Gesamtschule dargestellten Kompetenzerwartungen im Bereich „Erkenntnisgewinnung“ bei der Planung und Durchführung des Biologieunterrichts am Gymnasium.
- Ein Planungs- und Evaluationsraster als Werkzeug für eine langfristige, systematische und kompetenzorientierte Unterrichts- und Reihenplanung.

2.3 Überblick über die Unterrichtsreihe und Materialien



Biologie erforscht
das Leben (6614)

Aus dem unter dem vorigen Gliederungspunkt erläuterten theoretischen Überlegungen ist die zusammenhängende Einstiegsreihe „Biologie erforscht das Leben“ entstanden. Sie wurde konzipiert für den Biologieunterricht der Jahrgangsstufe 5 am Gymnasium und umfasst 12 Unterrichtsstunden. Für diese Einstiegsreihe wurden komplette Unterrichtsmaterialien von Stundenblättern (inkl. didaktischer Anmerkungen) über Folien, Arbeitsblätter, Power-Point-Präsentationen bis hin zu Lernplakaten, Tests und Selbstevaluationsbögen erstellt, die kostenfrei herunterladbar sind. In dieser Reihe werden hier sehr allgemeine Fragen wie: „Wie arbeiten Biologinnen und Biologen?“ behandelt. Dabei wird neben speziell biologisch relevanten inhaltlichen Aspekten wie der Individualentwicklung der Insekten oder Leitgedanken wie: „Alle Lebewesen bestehen aus Zellen“ vor allem an allgemeine naturwissenschaftliche Arbeitsweisen des Sachunterrichts angeknüpft. Dabei erhalten die Schülerinnen und Schüler u. a. die Gelegenheit grundlegende Arbeitsweisen wie:

- Trennung von Beobachtung und Vermutung,
- Mikroskopieren und Arbeit mit der Lupe,
- Messen von Zeit, Volumen, Länge, Masse,
- Planen und Durchführen von Experimenten,
- Langzeitbeobachtung und Protokollführung und
- Heftführung,

zu erlernen und werden damit auf denselben grundlegenden naturwissenschaftlichen Kompetenz- und Wissensstand gebracht. Dieser ist für die Physik und die Chemie anschlussfähig.

Des Weiteren werden diese Arbeitsweisen vor dem Hintergrund des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses weiterführend systematisiert und in ein Modell zum wissenschaftlichen Erkenntnisweg

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!

(hypothetisch-deduktives Verfahren) eingeordnet. Im Zentrum der Reihe steht ein Kerzenexperiment, zu welchem die Schülerinnen und Schüler stufenweise hingeführt werden. Dieser Versuch stellt eine Fortführung der Kerzenexperimente dar, die in Deutschland häufig in der Vorschule und Grundschule durchgeführt werden (vgl. Lück 2009). Es geht hier jedoch erstmals darum, eine quantitative Beziehung zwischen zwei Größen zu ermitteln. In die hierfür nötigen Messinstrumente, z. B. Stoppuhr und Messzylinder, werden die Schülerinnen und Schüler in vorhergehenden Stunden eingeführt. Es handelt sich um ein halboffenes Experiment, da hier sowohl die ihm zugrunde liegende naturwissenschaftliche Fragestellung als auch die daraus resultierende Hypothese aus in Abschnitt 1 dargestellten Gründen vorgegeben sind. Eine weitere Anknüpfung an Grundschultradition ist das Arbeiten mit LÜK-Kästen, mithilfe derer komplexe Inhalte wiederholt bzw. geübt werden können. Die meisten Schülerinnen und Schüler sind hiermit vertraut.

Außerdem erhalten die Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit, einfache statistische Untersuchungen durchzuführen und ihre Ergebnisse in Diagrammen darzustellen. Dabei erlernen sie das Schreiben und Lesen von Diagrammen, ebenfalls wichtige Kompetenzen für fachgruppenspezifische Arbeitsweisen. Darüber hinaus werden die Schülerinnen und Schüler in die grundlegenden Organisationsformen Einzelarbeit und Partnerarbeit sowie in Gruppenarbeit mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten (Team-, Material-, Versuchs- und Protokoll-Chef) eingeführt, die für andere Fächer ebenfalls gute Anknüpfungspunkte im Hinblick auf ein „class room management“ bzw. kooperative Lernformen bieten. Ebenfalls werden Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit dem Fach Mathematik aufgezeigt.

In Anlehnung an Lehrwerke aus dem Fremdsprachenunterricht und der Kinderliteratur führen die von der Künstlerin Anna-Lina Mattar entworfenen Charaktere Phil, Paul, Lina und Sema (siehe Abbildung 2.4, von links nach rechts dargestellt) durch die Unterrichtsreihe und die verschiedenen Problemstellungen. Sie bieten den Schülerinnen und Schülern verschiedene Rollenvorbilder.

2.3 Überblick über die Unterrichtsreihe und Materialien



Abbildung 2.4: Phil, Paul, Lina und Sema bei der Arbeit

In der folgenden Tabelle 2.4 ist der Verlauf des Unterrichtsvorhabens unter Berücksichtigung des Erwerbs von Kompetenzen und Fachtermini dargestellt.

Tabelle 2.4: Übersicht über den Verlauf des Unterrichtsvorhabens unter Berücksichtigung des Kompetenz- und Fachterminierwerbs

vorab: Diagnose von Vorkenntnissen aus der Grundschule, Einführung in Heftführung und Besonderheiten des Biologieunterrichts (Verhalten in NW-Räumen ö.Ä.) und des Faches.

Möglicher Unterrichtsgang / zentrale Handlungssituation	ermöglichte Kompetenzen die SuS ...	Fachbegriffe
1. Was beobachtest du? Die SuS lernen Untersuchungsmethoden mit einer Lupe kennen.	untersuchen tierische und pflanzliche Objekte mit einer Lupe.	Beobachtung
2. Was beobachtest du tatsächlich? Die SuS unterscheiden zwischen Beobachtung und Vermutung.	unterscheiden zwischen der Beschreibung und der Deutung einer Beobachtung.	Hypothese

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Möglicher Unterrichtsgang/zentrale Handlungssituation	ermöglichte Kompetenzen die SuS ...	Fachbegriffe
3. Wie lassen sich Vermutungen überprüfen? Die SuS erarbeiten den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg.	beschreiben den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg. wählen auf der Grundlage einer vorgegebenen Problemstellung eine geeignete Fragestellung, Vermutung und Untersuchung aus.	Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg Untersuchung
4./5. Naturwissenschaftler messen verschiedene Größen. Die SuS üben das Messen von Zeit, Länge, Volumen und Masse.	setzen Messinstrumente zielgerichtet ein und lesen Messwerte von Skalen ab.	Masse Volumen Länge Zeit Skala
6. Wie lange brennt die Kerze? Die SuS wenden den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg in einem Experiment an.	planen ein Experiment zur Ermittlung eines semi-quantitativen Zusammenhangs, führen es durch, werten es aus und reflektieren es.	Experiment
7. Wir sammeln Daten. Die SuS sammeln Daten in Partnerinterviews.	führen eine Umfrage zur Sammlung von Datenmaterial durch.	Daten
8. Wir ordnen Daten und stellen sie anschaulich dar. Die SuS setzen Daten in Strichlisten und Häufigkeitstabellen um und erstellen ein Säulendiagramm.	setzen Daten in Strichlisten und Häufigkeitstabellen um und erstellen ein Säulendiagramm.	Säulendiagramm
9. Wir arbeiten mit Säulendiagrammen. Die SuS üben das Erstellen und Ablesen von Säulendiagrammen.	erstellen ein Säulendiagramm und lesen es ab. werten vorgegebene Diagramme aus.	
10. Alle Lebewesen bestehen aus Zellen. Die SuS nutzen das Mikroskop um Aussagen über den Aufbau tierischer und pflanzlicher Körper zu verallgemeinern. (Vom Einzelnen zum Allgemeinen)	mikroskopieren Fertigpräparate. beschreiben die Zelle als Grundbaustein aller Lebewesen.	Zelle, Zellhaut, Zellplasma, Zellkern, Präparate, Mikroskop

Fortsetzung auf der nächsten Seite

2.3 Überblick über die Unterrichtsreihe und Materialien

Möglicher Unterrichtsgang/zentrale Handlungssituation	ermöglichte Kompetenzen die SuS ...	Fachbegriffe
11. Was ist eigentlich aus unseren Mehlwürmern geworden? Die SuS erarbeiten die Stadien einer Insektenentwicklung mit vollkommener Verwandlung. Sie geben Feedback zur Unterrichtsreihe und schätzen ihren Kompetenzzuwachs mit Hilfe eines Fragebogens ein.	beschreiben die Stadien einer Metamorphose bei Insekten.	Stadium, Ei, Raupe, Puppe, Imago, Metamorphose
Abschluss: Selbstüberprüfung (wechselseitige Korrektur), SuS ordnen ihre Arbeitsmappe auf einen Heftstreifen. Möglichkeit, in die nächste Unterrichtseinheit einzusteigen.		

2.3.1 Erläuterungen zu ausgewählten den Lernprozess begleitenden Materialien

Ermittlung der Lernausgangslage

Mithilfe der in Abbildung 2.5 dargestellten Aussagen und den Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler wird ermittelt, zu welchen Themen die Schülerinnen und Schüler bereits in der Primarstufe unterrichtet wurden. Die abgefragten Inhalte und Kompetenzen ergeben sich aus der Analyse des Kernlehrplans für den Sachunterricht und müssen vor jedem nachfolgenden Unterrichtsvorhaben dem Thema entsprechend als Kompetenzaussagen präzisiert werden. Darüber hinaus werden hier Wünsche, Fragen und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler ermittelt. Sie liefern eine Grundlage der Planung und Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse.

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!

Name: _____

Was ich schon weiß

Heute steht "Biologie" auf dem Stundenplan. Das ist für dich ein neues Fach; aber Vieles von dem, was wir hier besprechen werden, kennst du vielleicht auch schon aus dem Sachunterricht an deiner Grundschule.

Bitte kreuze an:

☺ daran kann ich mich gut erinnern
 ☹ das weiß ich nicht mehr so genau
 ☹ das haben wir nicht gemacht

Wir haben gelernt, wie sich die Natur in den verschiedenen Jahreszeiten verändert.	☺	☹	☹
Wir haben den Wasserkreislauf besprochen.	☺	☹	☹
Wir haben gelernt, was eine Nahrungskette ist.	☺	☹	☹

Abbildung 2.5: Teil des Vordiagnosebogens (Diagnose 1)

Einbezug und Mitwirkung der Eltern

Gemäß § 42 (Allgemeine Rechte und Pflichten aus dem Schulverhältnis) des Schulgesetzes haben Eltern das Recht und auch die Pflicht der Mitwirkung an der schulischen Erziehung ihres Kindes. Das in Teilen dargestellte Informationsblatt (siehe Abbildung 2.6a) wird den Eltern gegeben und ermöglicht ihnen eine Übersicht über die inhaltlichen Schwerpunkte der geplanten Unterrichtsvorhaben eines Schuljahrs.

N N -Gymnasium
 Unterrichtsvorhaben für Biologie in Klasse 5

Biologie erforscht das Leben
 Die Biologie ist die „Wissenschaft vom Leben“. Biologinnen und Biologen beobachten die belebte Natur, die Pflanzen, die Tiere und auch den Menschen. Sie stellen Fragen und versuchen, diese durch noch genauere Beobachtungen, durch Messungen und durch Experimente zu beantworten.
 Der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg von der Beobachtung eines Phänomens, der Entwicklung von Fragestellungen und Hypothesen über die Sammlung und Darstellung von Daten bis hin zur Deutung experimenteller Untersuchungsergebnisse bestimmt den Verlauf dieser ersten Unterrichtseinheit.

Hauptsache – es schmeckt?
 In der ersten Unterrichtsreihe, die sich mit dem Bau und der Funktion des menschlichen Körpers beschäftigt, geht es um Ernährung und Verdauung.
 Dabei geht es aber nicht nur um die Kenntnis der

(a) Teil der Vorankündigung für die Eltern

Biologie erforscht das Leben

Heftführung von: _____

Mein Kind und ich sind mit der Bearbeitung der einzelnen Seiten (bitte ankreuzen)	eher zufrieden	eher unzufrieden
Titelblatt (beschriftet und gestaltet)	☺	☹
Inhaltsverzeichnis (sauber und lesbar, vollständig, alle Seiten durchnummeriert)	☺	☹
AB Beachte die Anweisungen (vorhanden)	☺	☹
AB Wir beobachten Mehlwürmer (Beobachtungen an Raupe, Puppe und Imago)	☺	☹
AB Beobachtung und Vermutung (4 Beobachtungen richtig herausgefunden)	☺	☹
AB Arbeitsschritte eines Forschers (1)	☺	☹

(b) Teil des Erwartungshorizontes zur Heftführung

Abbildung 2.6: Einbezug und Mitwirkung der Eltern

Darüber hinaus gibt das „Informationsblatt zur Heftführung“ den Schülerinnen und Schülern sowie ihren Eltern eine Übersicht über die wichtigsten Gestaltungskriterien bei der Heftführung. Mit ihrer

2.3 Überblick über die Unterrichtsreihe und Materialien

Unterschrift verpflichten sich die Schülerinnen und Schüler, ihr Material bereitzuhalten und ihr Heft sorgfältig zu behandeln. Ihre Eltern erklären sich mit ihrer Unterschrift bereit, ihr Kind durch eine regelmäßige Kontrolle der Heftführung so gut wie möglich zu unterstützen.

Ankündigung der Kompetenzschwerpunkte

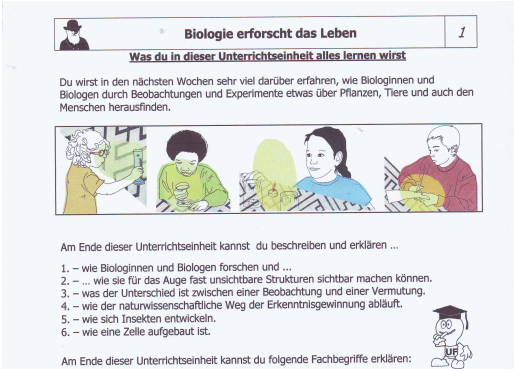
Die in Abbildung 2.7a dargestellte Übersicht gibt den Schülerinnen und Schülern einen Ausblick auf die vor ihnen liegende Unterrichtsreihe. Diese Einführung enthält eine kurze thematische Einführung in den Kontext sowie einen Ausblick auf kindgerecht formulierte konkretisierte Kompetenzerwartungen, die nach Kompetenzbereichen sortiert sind.

Darüber hinaus werden hier auch zentrale Fachbegriffe genannt, die die Schülerinnen und Schülern in der Unterrichtsreihe lernen werden. Hierdurch wird direkt zu Beginn der Reihe einerseits eine Erwartungshaltung seitens der Schülerinnen und Schülern erzeugt und andererseits ein klar abgesteckter Rahmen der konkretisierten Kompetenzerwartungen des Lehrers an seine Schüler dargestellt bzw. offen gelegt.

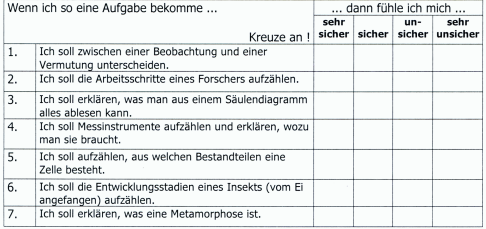
Selbstreflexion durch Ich-Kompetenzen

Der in Teilen in Abbildung 2.7b dargestellte Selbstreflexionsbogen wird den Schülerinnen und Schülern am Ende der Reihe ein bzw. zwei Stunden vor einer Kompetenzevaluation in Form von Diagnoseaufgaben und Selbsttest gegeben. Auf ihm finden sich neben offeneren Fragen ebenfalls kindgerechte Kompetenzformulierungen in Form von Ich-Kompetenzen. Diese sind auf die später in der Evaluation durch Aufgaben abgefragten Kompetenzen abgestimmt und geben den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, ihre eigenen Stärken zu erkennen und Lern- bzw. Wiederholungsbedarf zu ermitteln. Eine Rückmeldung über ihre Selbsteinschätzung erhalten sie mit Rückgabe ihrer Selbstüberprüfung, auf dem neben ihrem tatsächlichen Abschneiden auch ihre Selbsteinschätzung dokumentiert ist.

2 Kompetenzorientierter, naturwissenschaftlicher Unterricht am Gymnasium von Anfang an?!



(a) Teil des Blattes zur Ankündigung der Kompetenzerwartungen



(b) Teil der Selbstreflexionsbogens am Ende der Reihe

Abbildung 2.7: Transparenz im Lernprozess

2.3.2 Langfristige Unterstützung des Lernprozesses

Das in Abbildung 2.8 zu sehende Lernplakat wird nach Einführung in den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg im Klassenraum aufgehängt und ermöglicht über die periphere visuelle Wahrnehmung eine langfristige Unterstützung des Lehr-Lernprozesses.

2.3.3 Unterstützung der Lehrperson

Für jede Stunde sind die wesentlichen didaktischen Aspekte in einem Stundenblatt vermerkt (siehe Abbildung 2.9). So findet jede Kollegin bzw. jeder Kollege neben dem Thema der Stunde, die Kompetenzen, die im Schwerpunkt der Stunde stehen und die Handlungssituationen, die es Schülerinnen und Schülern ermöglichen sollen, die Kompetenzziele zu erreichen. Aus der chronologischen Darstellung der Handlungssituationen ergibt sich zudem die Struktur der Stunde. Eine Auflistung der benötigten Materialien sowie Hinweise zu deren Einsatz runden diesen Überblick ab.

2.3 Überblick über die Unterrichtsreihe und Materialien

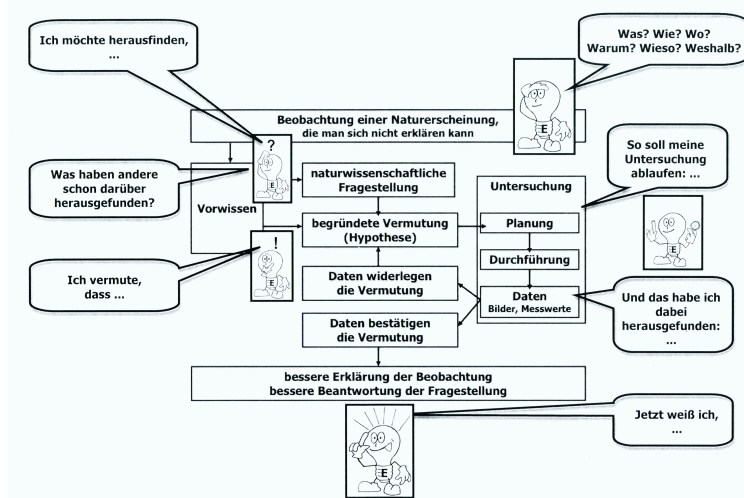


Abbildung 2.8: Lernplakat naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozess

	Biologie erforscht das Leben	
	6. Stunde	
„Wie lange brennt die Kerze?“ – Anwendung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges in einem angeleiteten Experiment. Kompetenzen, an deren Erreichen gearbeitet wird: Mit dieser Stunde möchte ich hauptsächlich erreichen, dass die Schülerinnen und Schüler... ... die Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges auf ein Beispiel anwenden. Handlungssituationen: Die SchülerInnen erhalten dazu die Gelegenheit, im Lernkontext anzukommen, indem sie ihre Alltagsvorstellungen zum Brennen und Löschen eines Feuers anhand einer Problemsituation (F 8, oben mit Text) artikulieren. ... Vorstellungen zu entwickeln, indem sie das Vorwissen, die Frage und die Vermutung zu einer Problemsituation in eigenen Worten wiedergeben (F 8, unten links) und ein Experiment zur Brenndauer einer Kerze bei unterschiedlichem Luftvolumen zu planen, dabei die Verwendung zweier Gefäße zu fordern, von denen eines ein doppeltes Volumen besitzt. ... ein Lernprodukt zu erstellen, indem das Experiment mit unterschiedlichen Volumina im Team durchführen und die Messergebnisse protokollieren. ... das Lernergebnis zu kommunizieren, indem sie mit Hilfe der gewonnenen Daten (Zentralwerte) die Hypothese überprüfen und die Genauigkeit der Aussage / Interpretation in Beziehung zur Anzahl der Experimente / Menge der Daten setzen. ... das Gelernte einzuüben, indem sie die Arbeitsschritte eines Forschers (Schema) an diesem Beispiel wiederholen.		

Abbildung 2.9: Teil eines Stundenblattes – didaktischer Kommentar für die Lehrperson

2.4 Erfahrungsbericht, Rückmeldungen oder Einschätzungen

Die entwickelte Reihe wurde bisher an drei Gymnasien mehrfach durchgeführt und modifiziert, sodass sie sich immer noch in der Weiterentwicklung befindet. Die durchführenden Kolleginnen und Kollegen beobachteten während des Unterrichtsvorhabens eine hohe Schülermotivation. Darüber hinaus wirkten die Schülerinnen und Schüler in den Folgezeilen in ihrem im Experimentierverhalten und im Umgang mit Diagrammen wesentlich sicherer und selbständiger. Insgesamt fanden die Materialien und Gestaltungsprinzipien auch bei Kolleginnen und Kollegen während Fortbildungsveranstaltungen großen Anklang.

Sicher ist, dass diese Materialien für jede Klasse und vor allem auch für den Einsatz in Klassen anderer Schulformen modifiziert werden müssen. Auch sollte z. B. die Arbeit mit Diagrammen und Rechenoperationen wie z. B. Zentral- oder Mittelwertsberechnung in jedem Fall genau mit dem Fach Mathematik abgestimmt werden, da es hier gerade in Klasse 5 zu einigen Überschneidungen kommen kann, deren Synergieeffekte für beide Fächer gewinnbringend sein könnten.

Des Weiteren könnten auch für andere Bereiche wie z. B. das Lesen oder das Schreiben von Diagrammen als LÜK basierte Übungsaufgaben entwickelt werden. Auch die Vorabfrage wie auch der Selbsttest könnten im Hinblick auf einfache Testaufgaben zur Ermittlung von erkenntnisgewinnungsbezogenen Operationen erweitert bzw. präzisiert werden. So erfragen sowohl Diagnose sowie Selbsttest nach derzeitigem Entwicklungsstand beispielsweise noch nicht die Präkonzepte zu naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen. Hier besteht noch ein deutlicher Entwicklungsbedarf.

Im Anschluss an diese Reihe sind bereits weitere Reihen entstanden, aus denen sich ähnlich wie in Gliederungspunkt 2.2.4 im letzten Abschnitt dargestellt immer wieder eine rückwirkende Modifikation der zurückliegenden Reihen ergab.

Dabei hat sich die Arbeit mit dem Planungs- und Evaluationsraster als sehr hilfreich und übersichtstiftend bewährt. Empfehlenswert ist eine ständige Reflexion und rückwirkende Überarbeitung, nach jeder Stunde, am Ende der Reihe, sowie am Ende des fünften und auch am Ende des sechsten Jahrgangs. Ein Überblick bzw. eine Jahrgangs- oder gar Orientierungsstufenbezogene Rückschau ohne ein solches Planungs- und Evaluationsraster ist kaum vorstellbar.

2.5 Literaturhinweise

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).

- Hattie, J. (2009). *Visible Learning - a synthesis of over 800 meta-analysis relating to achievement*. London & New York: Routledge.
- Kaiser, A. (2007). „Lehrerbildung“. In: *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Hrsg. von Kahlert u. a. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kirchhoff, R. (2002). *Profi von Anfang an*. Mülheim a.d.R.: Verlag an der Ruhr.
- Leisen, J. (2010). *Ein Lehr-lern-Modell für den Kompetenzorientierten Unterricht*. URL: www.studienseminar-koblenz.de (besucht am 21. 05. 2013).
- Lück, G. (2009). *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung, Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen*. Freiburg im Breisgau: Herder.
- Mahner, M. & Bunge M. (2000). *Philosophische Grundlagen der Biologie*. Berlin: Springer.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008a). *Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Biologie (G8)*. URL: http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_biologie.pdf (besucht am 03. 08. 2008).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008b). *Lehrplan Sachunterricht für die Grundschulen des Landes Nordrhein-Westfalen*. URL: http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_gs/GS_LP_SU.pdf (besucht am 12. 01. 2012).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2011). *Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik*. URL: http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GE/NW/GE_NW_Bio_Che_Phys_Endfassung.pdf (besucht am 01. 08. 2011).
- Möller, K. (2010). „Lernen von Naturwissenschaft heisst: Konzepte verändern“. In: *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.-9. Schuljahr*. Hrsg. von P. Labudde. Stuttgart: UTB.
- Suwelak, W. (2010). „Lehren und Lernen im kompetenzorientierten Unterricht“. In: *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht* 63.3.

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 Schulleistungsstudien 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 Schulleistungsstudien führte schon nach dem ersten „PISA-Schock“ zu Beginn des letzten Jahrzehnts zu einem Umdenken in der administrativen Steuerungsphilosophie – weg von einer Input-

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 summativ 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 eigentätige 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.

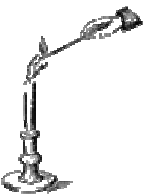
Im Lernkontext ankommen und Vorwissen reaktivieren

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.

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

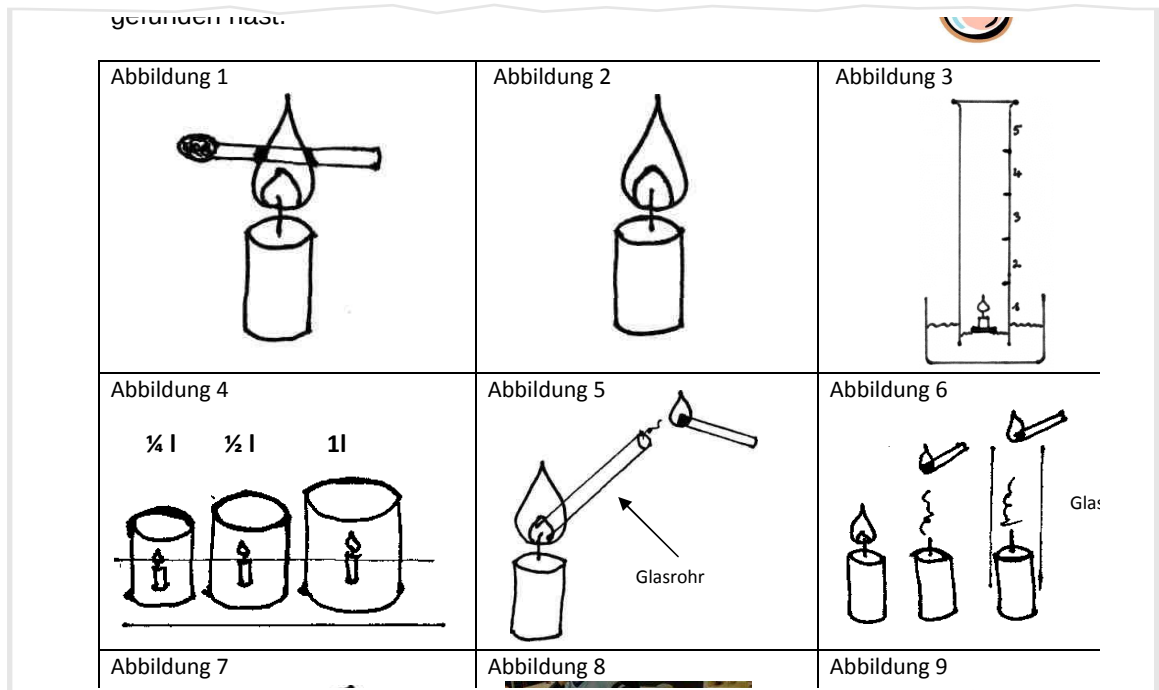


Abbildung 3.6: Auszug aus Planungshilfe2 Stufe I – Herleitung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen

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.

<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

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
- Tiegelzange
- 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.

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

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.

4 Naturwissenschaftlicher Unterricht in extrem heterogenen Lerngruppen an Abendrealschulen

Sabine Bräutigam

Das Ziel des Projekts bestand in der Entwicklung von kompetenzorientierten Lernarrangements, die den besonderen Bedarf der Abendrealschulen abbilden, der im Wesentlichen mit der extremen Heterogenität der zu unterrichtenden Lerngruppen zusammenhängt. Studierende unterscheiden sich teilweise drastisch in ihren persönlichen Biographien, etwa in Bezug auf vorhandene Vorbildung, Erfolg und Scheitern in ihrer schulischen Laufbahn, prägende Erfahrungen im beruflichen und privaten Leben, Phasen der individuellen Entwicklung. Diese Unterschiede müssen, mehr noch als in traditionellen Tagesschulen, bei der Auswahl von Themen und Zugängen, sowie bei Wegen der Kompetenzentwicklung Berücksichtigung finden. Auf der Grundlage einer Analyse der besonderen Bedingungen wurden zunächst Leitideen für die Gestaltung angepasster Unterrichtsmaterialien formuliert. Beispiele aus zwei an den Abendrealschulen entwickelten und erprobten Lernarrangements zu den Themengebieten „regenerative Energien“ und „Lebensraum Baum“ sollen zeigen, wie diese Leitideen umgesetzt werden können.

4.1 Projektbeschreibung und Zielsetzung

4.1.1 Ausgangslage an den Abendrealschulen / Weiterbildungskollegs: Teilnehmerschaft und Kurszusammensetzung

Das traditionelle Bild des „Abendrealschülers“, der tagsüber seiner Berufstätigkeit nachgeht und Abends die „Schulbank drückt“, um einen höheren Schulabschluss zu erwerben, unterliegt einem stetigen Wandel und ist heute nur noch wenig aktuell. Wollte man einen typischen Studierenden an der Abendrealschule / am Weiterbildungskolleg beschreiben, so wäre der gemeinsame Nenner, dass alle Studierenden Brüche oder offene Enden in ihrer Bildungsbiographie haben.

Die Gründe sowie der Zeitpunkt für einen „Neuanfang“ an einer Schule der „2. Chance“ sind dabei so vielfältig wie die Studierenden selbst. Das Gleiche gilt für die diversen Herkunftsschulformen (Förderschule bis Gymnasium) sowie für die Ursachen, die letzten Endes zu Brüchen geführt haben.

In der Altersverteilung zeigt sich ein wesentlicher Schwerpunkt im Bereich von 16 bis 25 Jahren, je nachdem ob Teilnehmer sofort nach Abschluss ihrer Pflichtschuljahre ihren bisher nicht erreichten Bildungszielen am Weiterbildungskolleg nachgehen, oder ob sie sich erst nach vorübergehenden beruflichen Orientierungen oder schwierigen persönlichen Entwicklungsphasen (Schwangerschaft mit

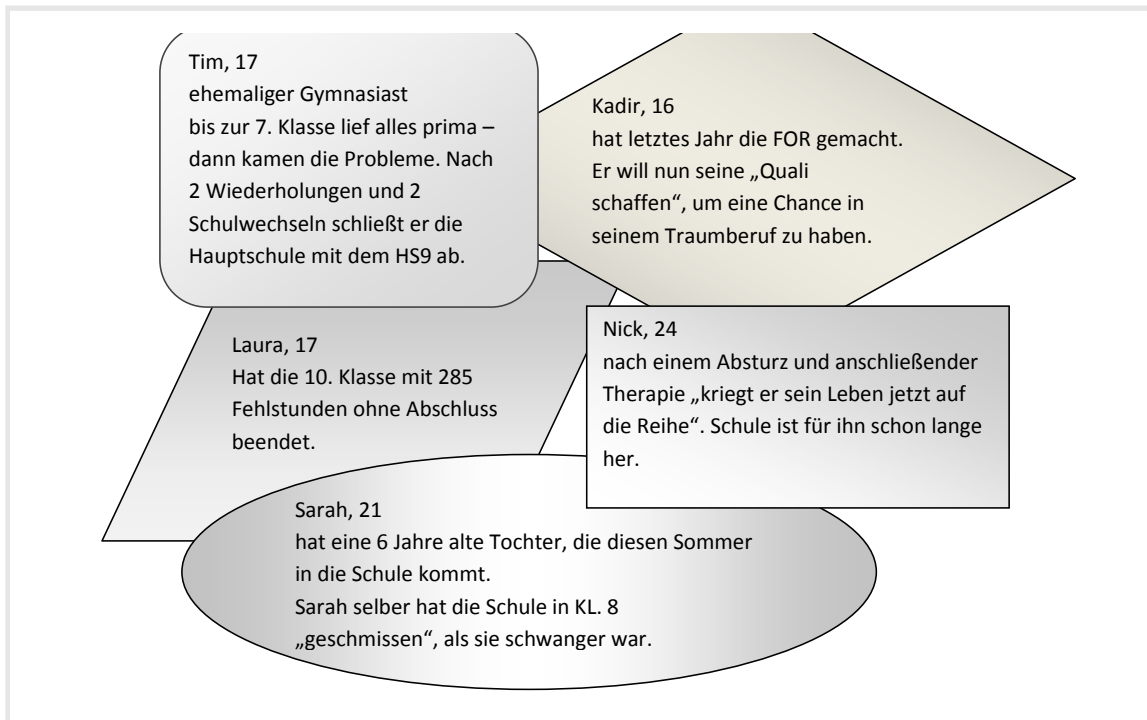


Abbildung 4.1: Eine durchaus alltägliche Lerngruppe am Weiterbildungskolleg

Familienphase, Krisenbewältigung nach traumatischen Erlebnissen, Stabilisierung nach Erkrankungen oder Suchtphasen etc.) zur Wiederaufnahme ihrer Schulausbildung entscheiden. Damit einher gehen extreme Unterschiede in fachlichen sowie sozialen Kompetenzen, sowie in den Alltagserfahrungen.

Die Lerngruppe und der curriculare Rahmen

In den äußerst heterogenen Lerngruppen bildet – in jedem Schulhalbjahr neu – ein komplexes und unübersichtliches Gemenge an Vorwissen den Ausgangspunkt für den Unterricht im jeweiligen Semester. Diese Situation entsteht dadurch, dass in einer Klasse regelmäßig bis zu vierzig Prozent Neueinsteiger mit den Studierenden, die das Semester regulär, also durch Versetzung aus dem vorangegangenen Semester, erreicht haben und wenigen „Wiederholern“ zusammen kommen.

Darüber hinaus regeln die Stundentafeln der geltenden Verordnungen (APO WBK) lediglich den Gesamtumfang des naturwissenschaftlichen Unterrichts, eine Differenzierung in Biologie, Physik und Chemie oder gar eine Zuordnung der Einzelfächer zu Semesterstufen ist nicht festgeschrieben und aus pädagogischen Gründen wohl auch gar nicht sinnvoll. Streng definierte Spiralcurricula für einen systematischen Erwerb fachlicher Kompetenzen lassen sich in dieser Situation nur schwer realisieren.

4 Naturwissenschaftlicher Unterricht in extrem heterogenen Lerngruppen an Abendrealschulen

Gleichwohl stellt sich den Abendrealschulen die Aufgabe, die bundesweiten Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss einzuhalten, um die Gleichwertigkeit der erworbenen Abschlüsse qualitativ abzusichern. Dies wird gewährleistet durch einen konsequenten Fokus auf die prozessbezogenen Kompetenzen und die Verständigung auf unverzichtbare fachliche Basiskonzepte in geeigneten Inhaltsfeldern (wie z. B. Ökologie, Gesundheit, Energiewende, Zytologie), an denen die Kompetenzen in Fächer verbindenden Kontexten exemplarisch erarbeitet werden.

Gelingensbedingungen für das Unterrichten in heterogenen Lerngruppen der Abendrealschule

Auch wenn die Stärken und Probleme der Lernenden individuell sehr verschieden sind, zeigen sich doch erwartungsgemäß einige Muster, die kumuliert auftreten, insbesondere bei den Teilnehmenden, deren Lernbiographie von Misserfolgserlebnissen geprägt ist. Die daraus abgeleiteten Gelingensbedingungen haben bei der Entwicklung der Lernszenarien besonderen Stellenwert:

Sprachsensibel Unterrichten Probleme beim Leseverstehen und in der Produktion von Texten behindern den Schulerfolg in allen Fächern. Eine sprachensible Ausarbeitung ist hier erforderlich. Vorbilder sind dabei die Methoden-Werkzeuge der Sprachförderung nach Leisen (o.D.) (Textpuzzle, Satzmuster, Wortgeländer, Wortlisten ...) bzw. Scaffolding-Techniken aus der Zweitsprachendidaktik. Wertvolle Hinweise und Materialien zum sprachsensiblen Fachunterricht finden sich unter der URL <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/sprachsensibler-fachunterricht1705/angebot-home/sprachsensibler-fachunterricht.html> im unterstützenden Web-Angebot des Schulministeriums NRW.



Sprachsensibler
Fachunterricht

konstruktiver Umgang mit Fehlern und Bereitstellung niederschwelliger Hilfsangebote Insbesondere Studierende, denen eigene negative Lernerlebnisse noch sehr präsent sind, haben häufig große Angst vor dem Scheitern, entwickeln oft Anstrengungen, um Fehler zu vermeiden. Dies führt dann aber oft zu einer abwartenden Haltung, bei der nicht aktiv an Aufgaben und Problemlösungen mitgearbeitet wird.

Unter der Voraussetzung, dass das Grundbedürfnis nach Sicherheit von den Unterrichtenden absolut ernst genommen wird und entsprechend in der Gestaltung des gemeinsamen Arbeitens als Grundlage dient, ergeben sich folgende methodische und materialbezogene Überlegungen:

- Fehler sind während des Lernens erlaubt und sogar erwünscht. Ein wichtiger Teil des Lernprozesses ist es Fehler zu machen, Ergebnisse zu evaluieren und aus Fehlern zu lernen. Die von Prof. Leisen als wesentlich propagierte Unterscheidung von Lernraum und Leistungsraum (in dem es dann um die Beurteilung von Lernergebnissen und damit um die Vermeidung von Fehlern geht) bietet hier einen Impuls. Bei der Entwicklung der Materialien lag der Fokus auf dem Lernraum.
- In den vorgestellten Materialien wird dies u. a. durch konsequent bereit gestellte Möglichkeiten zur Selbstüberprüfung gespiegelt.

- Selbstüberprüfung kann auch medial aufbereitet werden. Z. B. über sogenannte Learning Apps wird der Prozess interaktiver und oft attraktiver für die Studierenden.
- Kooperative Lernformen und Elemente haben besonderen Stellenwert, z. B. in Form von Partnerevaluationen nach vorab oder gemeinsam erarbeiteten Kriterienkatalogen. In diesen Lernformen ist auch der Zugewinn für die kommunikativen Kompetenzen ungleich höher.
- Gestufte Hilfen bieten Ansatzpunkte, wenn Lernende verunsichert sind, weil sie keine Handlungsansätze finden.

Individuelle Lerntempi berücksichtigen Insbesondere „langsame Lerner“ bringen oft die Erfahrung mit, dass von anderen bereits fertige Lösungsstrategien präsentiert werden, bevor sie richtig angefangen haben. Die Individualisierung umfangreicher Sequenzen, gesteuert über differenzierende Unterrichtsmaterialien, bietet hier die Chance, dass alle in ihrem Tempo eigenständig das Ziel erreichen und eigene Lernprozesse endlich einmal für sich abschließen zu können.

Moderates Einfordern der Verantwortung für das eigene Lernen Viele der verfestigten (Nicht)-Lern-Strategien der Studierenden zielen auf ein „Überstehen von Unterricht“ ab. Ein solches Verhalten führt allerdings selten zu nachhaltigem Lernen. In diesem Fall ist die vorübergehende Verunsicherung der Teilnehmenden durch komplexe Anforderungen, auch in fachübergreifenden Problemstellungen, gewollt. Die bequeme „Fehlstrategie“ der Vermeidung gilt es aufzubrechen, nur wer beginnt, seinen eigenen Lernprozess zu organisieren, kann erfolgreich auch komplexe Aufgaben lösen. Dies gilt natürlich unter der Maßgabe, dass die Handlungsfähigkeit der Studierenden mit Hilfe der oben genannten Ressourcen gewährleistet ist und sie sich schnell wieder rückversichern können. Der Lernprozess kann wesentlich durch die Auswahl von Kontexten unterstützt werden, die sich für die Studierenden als relevant und authentisch darstellen und ihnen auch für ihr Leben als potenziell hilfreich erscheinen.

Zusammenfassend ergeben sich daraus für die Entwicklung angepasster Unterrichtsarrangements folgende Leitideen:

- Die Arrangements müssen am Bedarf äußerst heterogener Gruppen (Alter, Lebenszusammenhang, Vorwissen, Bildungsbiographie sowie methodischer und sozialer Kompetenz) ausgerichtet sein.
- Die Arrangements sollen offen und kontextbezogen sein und den Studierenden Möglichkeiten bieten, Gelerntes mit Neuem zu verknüpfen, ihre Alltagserfahrungen mit dem „Lernstoff“ zu verbinden und auf dieser Basis Kompetenzen zu erwerben bzw. weiter zu entwickeln. Kontextbezogene Zugänge bieten dabei ebenfalls Implementierungschancen für die besonderen Forderungen der Kernlehrpläne für die Abendrealschulen in den fachübergreifenden Kompetenzbereichen „Lebensgestaltung und Berufsorientierung“.

4 Naturwissenschaftlicher Unterricht in extrem heterogenen Lerngruppen an Abendrealschulen

- Die Entwicklung der Eigenverantwortung der Studierenden soll im Fokus der Aufgaben und Projekte stehen, d. h. die Teilnehmer sollen herausgefordert und befähigt werden Lern-Produkte selbstgesteuert zu erarbeiten und zu evaluieren.
- Sprachensible Aufbereitung der Materialien soll den Lernenden auf verschiedenen Niveaus Hilfen zur Bewältigung der Anforderungen im (fach)sprachlichen Bereich bieten.
- Die Lernarrangements zielen auf fachübergreifenden und modularen Einsatz ab. Sie bieten auch die Option individualisierter und binnendifferenzierter Bearbeitung, ggf. auch in inklusiven Szenarien. Im Zentrum der Lernarrangements findet sich dabei im Sinne von Scientific Literacy eine naturwissenschaftliche Fragestellung, bei deren Klärung allerdings fachübergreifende Kompetenzen aus dem MINT Bereich (Abschätzungen, Berechnungen, statistische Auswertungen) sowie sprachliche Kompetenzen benötigt und entsprechend trainiert werden.

4.2 Beispiele entwickelter Unterrichtsmaterialien

Im Folgenden soll anhand von wenigen Beispielen aus den im SINUS Set erarbeiteten Lernszenarien vorgestellt werden, welche Ideen und Methoden herangezogen wurden, um die oben genannten Prinzipien umzusetzen. Da im Bereich der Abendrealschulen bisher keine kompetenzorientierten Kernlehrpläne für die Naturwissenschaften vorliegen, orientierten wir uns an den Bildungszielen und am Kompetenzmodell des Kernlehrplans Naturwissenschaften für die Gesamtschule, die mittelbar die Anforderungen der Bildungsstandards widerspiegeln.



Lernszenarien
(7320)

4.2.1 Lernanlass und Lernprodukt korrespondieren mit Kompetenzen zur Lebensgestaltung

Die Kernlehrpläne für die Kernfächer an den Abendrealschulen in NRW, die zum 01.08.2013 in Kraft traten, betonen über die bewährten Kompetenzbereiche der Bildungsstandards hinaus den besonderen Stellenwert von fachübergreifenden Kompetenzen für Lebensgestaltung und Berufsorientierung. Explizit gefordert werden z. B. Kontexte, die zur Teilhabe an Auseinandersetzungen in der demokratischen Gesellschaft, zur Übernahme von sozialer Verantwortung, zur Meinungsbildung und zur Organisation des eigenen Lebens anregen. Es handelt sich dabei übrigens um Ziele, die in naturwissenschaftlich technischen Zusammenhängen auch wesentliche Teilziele einer naturwissenschaftlichen Grundbildung sind.

Dabei eignet sich der naturwissenschaftliche Kontext auf besondere Weise als Anknüpfungspunkt für die Berufsorientierung. Die Kontaktaufnahme zu schulnahen Betrieben kann dabei ein wichtiges Element der Berufsorientierung darstellen. Diese lässt sich ausgehend vom Unterrichtsgegenstand, z. B. im Rahmen Recherche zu einem Fachreferat initiieren. Schwellenängste werden abgebaut, die Vielfalt der angebotenen Berufe in einem Lebensmittelbetrieb wahrgenommen, die Relevanz schulischen

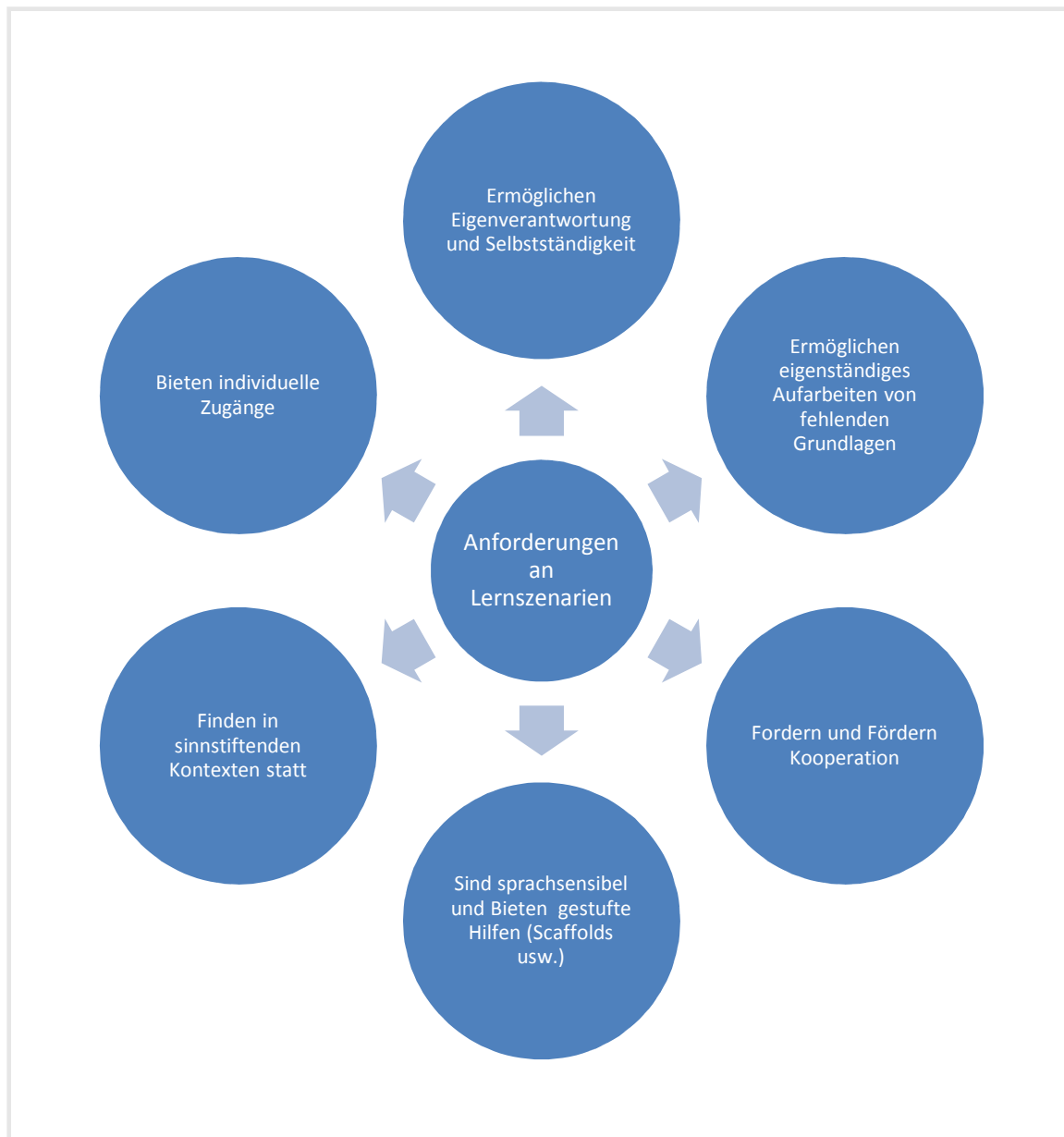


Abbildung 4.2: Anforderungen an Lernszenarien

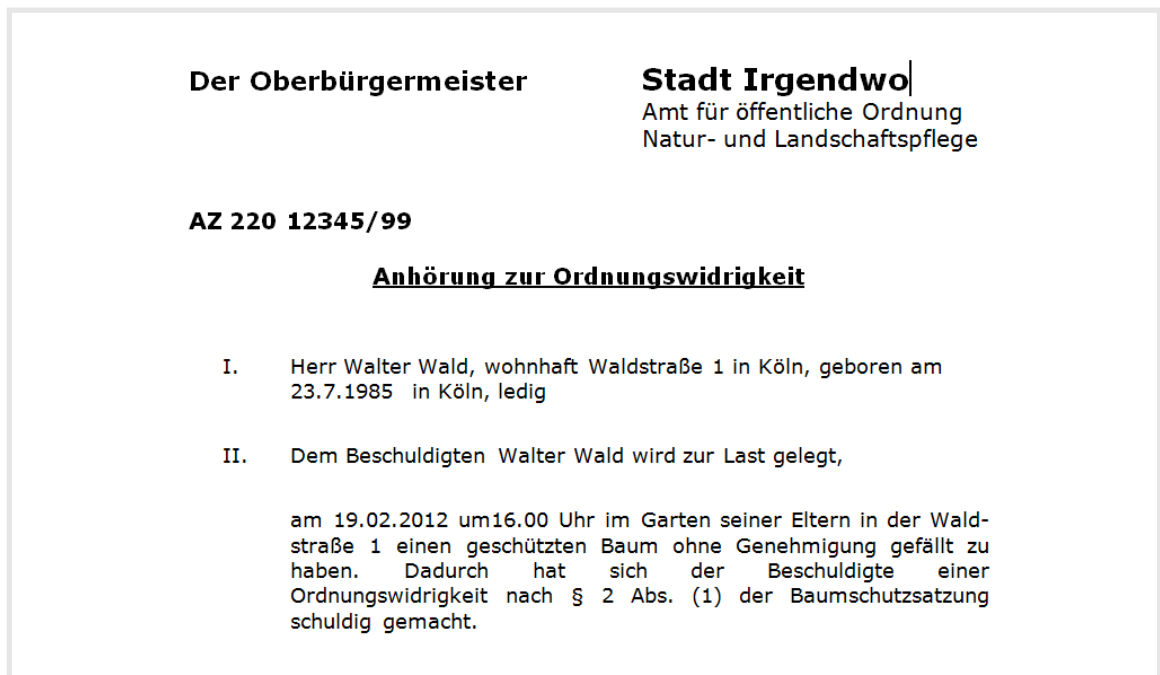


Abbildung 4.3: Fiktives Schreiben des Ordnungsamts als Ausgangspunkt

Lernens erkannt. Fächerübergreifend wurden der Kontakt und die berufsspezifischen Informationen im Arbeitslehreunterricht aufgegriffen, um individuell angepasste Bewerbungen zu verfassen.

Als Problemgrund für die Auseinandersetzung mit einem Thema im naturwissenschaftlichen Unterricht eignen sich vor dem Hintergrund der Kernlehrpläne möglichst authentische Texte und Quellen wie Zeitungsartikel zu kontroversen Themen (Energiewende, multiresistente Keime) oder ein Radio-Interview mit einem Umweltpolitiker. Die zu erstellenden Lernprodukte sind konsequenterweise adressatenbezogene Texte, z. B. ein Leserbrief an den Radiosender, ein informativer Text (Hygieneinstruktion) für Krankenhausmitarbeiter, eine Stellungnahme in einem Rechtsstreit.

Das Lernarrangement „Lebensraum Baum“ (siehe die Beschreibung des Lernarrangements im Abschnitt 4.3.1 auf Seite 61) geht bei der Entwicklung des Problemgrundes noch einen Schritt weiter. Der Lernanlass wird generiert über eine erfundene Klageschrift wegen der unrechtmäßigen Fällung eines Baumes, siehe Abbildung 4.3.

Fachlich zielt das Lernarrangement auf die ökologische Bedeutung der Bäume ab. Im Einstieg geht es zunächst um die Kontroverse, die hierdurch die mutmaßliche Ordnungswidrigkeit ausgelöst wurde.

Die Handlungs-Herausforderung liegt primär in der planvollen Auseinandersetzung mit dem „unverstandenen“ und verunsichernden Verwaltungshandeln. Um dieses zu verstehen und angemessen reagieren zu können, wird naturwissenschaftliches Wissen benötigt. In der Auftaktsequenz des Lernszenarios

narios steht das Entwickeln eines Handlungsplanes im Zentrum: Was muss recherchiert werden, welches fachliche Wissen muss zusammengetragen werden, um beurteilen zu können, welchen Sinn Baumschutzsatzungen haben und ob es sich bei dem gefälltten Baum tatsächlich um ein geschütztes Exemplar handelt. Auf dieser Basis kann dann eine begründete und rationale Stellungnahme verfasst werden. Auf dem Weg zum angestrebten Lernprodukt werden im Wechsel die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Bewertung, Kommunikation und Umgang mit Fachwissen angesprochen, Kompetenzen in diesen Bereichen können sich sukzessive aufeinander aufbauend weiterentwickeln.

4.2.2 Lernarrangements bieten Differenzierung und Sprachförderung

Quellen und Übungsmaterialien, die für die Erkenntnisgewinnung und die Sicherung der erarbeiteten Inhalte verfügbar sind, werden konsequent in mehreren Niveaustufen (*, **, ***) bereitgestellt.

Das Beispiel der authentischen Originalquelle „Baumschutzsatzung“ (siehe Abbildung 4.4) zeigt das Spektrum vom sperrigen Verwaltungstext, der von textstarken Teilnehmern genutzt werden kann und sogar Kompetenzen im Bereich Rezeption von Sprache ausschärfen kann, bis hin zur stark textentlasteten tabellarischen Darstellung (siehe Abbildung 4.5) für textschwache Teilnehmer.

Korrespondierend dazu sind auch die Übungsblätter und die Hilfen für Produktionsaufträge zur Dokumentation von Ergebnissen differenziert aufgebaut.

Auf dem höchsten Niveau geht es um die freie Produktion eines Textes ggf. nach einer Liste von Kriterien. In Abstufung dazu kann die Textproduktion gestützt erfolgen, angefangen von einfachen Hilfen wie Wortlisten und Sammlungen von strukturierenden Satzanfängen über Wortgeländer und Satzbaukästen (siehe Abbildung 4.6) bis hin zum Arbeiten mit Mustern, wie z. B. Lückentexte (mit und ohne Lösungsvorschläge) oder Textpuzzle.

§ 2 Geltungsbereich und Schutzgegenstand

- (1) Im Gebiet der Stadt Köln wird der Baumbestand innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile im Sinne des § 34 BauGB sowie innerhalb des Geltungsbereiches der Bebauungspläne, soweit letztere nicht eine land- oder forstwirtschaftliche Nutzung festsetzen, nach Maßgabe dieser Satzung unter Schutz gestellt.
- (2) Geschützt sind alle Bäume (Gehölzpflanzen), die einen Stammumfang von mehr als 100 cm in 1 m Höhe über dem Erdboden haben, sowie ihr ober- und unterirdischer Lebensraum (Kronen-, Stamm- und Wurzelbereich). Liegt der Kronenansatz unter dieser Höhe, ist der Stammumfang unter dem Kronenansatz maßgebend.

Abweichend von Satz 1 fallen alle Koniferen (ausgenommen Eiben) und Säulenpappeln sowie alle Obstbäume mit einem Kronenansatz unter 1.60 m nicht unter den Schutz dieser Satzung. Hiervon unberührt bleiben Walnussbäume und Esskastanien.

Mehrstämmige Bäume sind geschützt, sofern mindestens zwei Einzelstämme in 1 m Höhe über dem Erdboden einen Umfang von 50 cm und mehr haben.

Abbildung 4.4: Auszug aus der Baumschutzsatzung Köln 2002 (***)

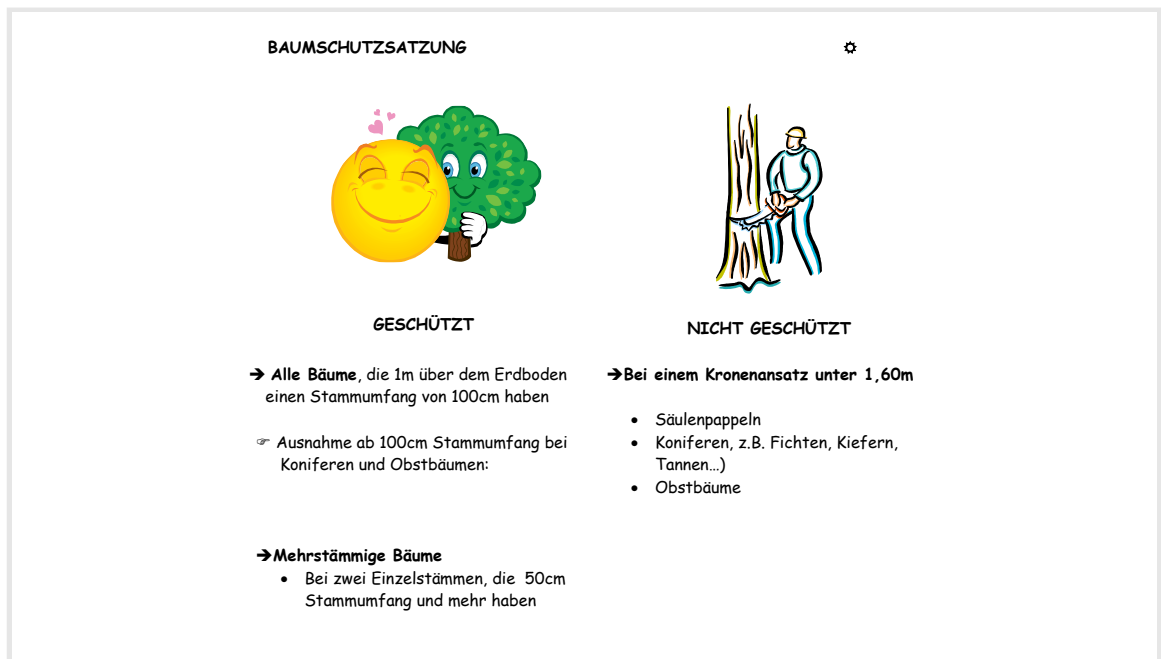


Abbildung 4.5: Baumschutzsatzung, vereinfachte Darstellung

4.2.3 Lernarrangements sind komplex und fachübergreifend

Ein wichtiges Lern-Produkt des Szenarios „Lebensraum Baum“ ist eine Stellungnahme zu dem Vorwurf der ordnungswidrigen Fällung. Dieser liegt die Entscheidung zugrunde, ob es sich tatsächlich um einen geschützten Baum handelt. Für diese Entscheidung und als Vorbereitung für die argumentativen Texte müssen eine Vielfalt von Aspekten berücksichtigt und vorbereitende Arbeiten erledigt werden.

Die Abbildung 4.7 zeigt, welche Lernbausteine für die begründete Entscheidung im Lernarrangement um den geschützten Baum zu koordinieren sind. Die Teilnehmer werden dadurch veranlasst, ihren Lernprozess zu reflektieren und wiederholend Gelerntes neu zu organisieren.

Darüber hinaus werden fachübergreifend mathematische Kompetenzen in den Kompetenzbereichen „Problemlösen“ und „Einsatz von Werkzeugen“ ausgeschärft, wenn es um die Abschätzung der Abmessungen der untersuchten Bäume geht.

4.2.4 Lernarrangements lassen Freiräume

Am Beispiel der Lernumgebung „Regenerative Energien“ lässt sich gut illustrieren, wie die bereitgestellten Materialien und Aufträge den Studierenden Freiräume und Wahlmöglichkeiten bei zielgleicher

Groß und unverzichtbar - vom Nutzen der Bäume!

! In Deutschland gibt es ca. 30 Milliarden Bäume. Das bedeutet, auf jeden Menschen kommen etwa 370 Bäume. Scheinbar stehen Sie nur herum und haben keine besondere Funktion. Doch der Eindruck täuscht! Bäume haben zahlreiche Fähigkeiten. Viele dieser Fähigkeiten sind für die Menschen wichtig - einige sogar lebenswichtig!

? Aufgabe: Unten finden Sie 6 Beispiele für den Nutzen eines Baumes. Allerdings machen die Sätze so keinen Sinn! Setzen Sie die Sätze richtig zusammen, indem Sie die einzelnen Satzteile mit Strichen verbinden!

Die etwa 130.000 Blätter...	...produziert er...	...ungefähr eine Tonne Staub aus der Luft!
Bei der Fotosynthese...	...filtert er jährlich...	...Rohstoff und Energieträger!
Die Wurzeln...	...ist ein umweltfreundlicher und nachwachsender....	...und vermindert damit auch die Lawinengefahr!
Mit Stamm, Ästen und Blättern....	...saugen jährlich...	...ungefähr 5.000 kg Kohlenstoffdioxid!
Mit seinen Wurzeln...	...saugen jährlich...	...bis zu 4500 kg Sauerstoff (= der Jahresbrauch von 11 Menschen)!
Das Holz...	...binden jährlich...	...etwa 40.000 Liter Wasser aus dem Boden!
	...stabilisiert er den Boden...	

Jörg Restemeyer, Andrea Kaminski, Gaby Ditz, Gaby Pfeffer

Abbildung 4.6: Hilfe zur Textproduktion

Ausrichtung lassen. Gleichzeitig lässt sich aber erkennen, wie das Szenario für zieldifferentes Arbeiten genutzt werden kann.

Eines der angestrebten Lernprodukte (siehe auch die Beschreibung des Lernarrangements im Abschnitt 4.3.2 auf Seite 63) ist der Bau des Modells einer Windkraftanlage. Die Studierenden haben den Auftrag, diese Anlage so zu modifizieren, dass sie einen möglichst hohen Wirkungsgrad erzielt. Im Szenario mit dem größten Freiheitsgrad besteht die einzige Vorgabe in der Auswahl des zur Verfügung gestellten Experimentiermaterials, das in einer Materialkiste bereitgestellt ist, ganz nach dem Prinzip einer Egg-Race-Aufgabe. Der Arbeitsauftrag weist aber bereits aus, auf welche möglichen Hilfen die Studierenden zurückgreifen können. Entsprechende Hilfekarten können bei Bedarf in Anspruch genommen werden. Teilnehmer können so z. B. auf detaillierte Aufbauhilfen in Form von Bildern und Texten zurückgreifen, wie in der Abbildung 4.10 am Beispiel einer Hilfekarte dargestellt.

Das Experimentalszenario bietet Differenzierungsmöglichkeiten, wenn nicht alle Teilnehmenden zielgleich arbeiten sollen oder können. Die Berechnung des Wirkungsgrades z. B. wurde in der Erprobung mit einem 4. Semester (Studierende erwerben die FOR) durchgeführt. Mit Studierenden des 1. Semes-

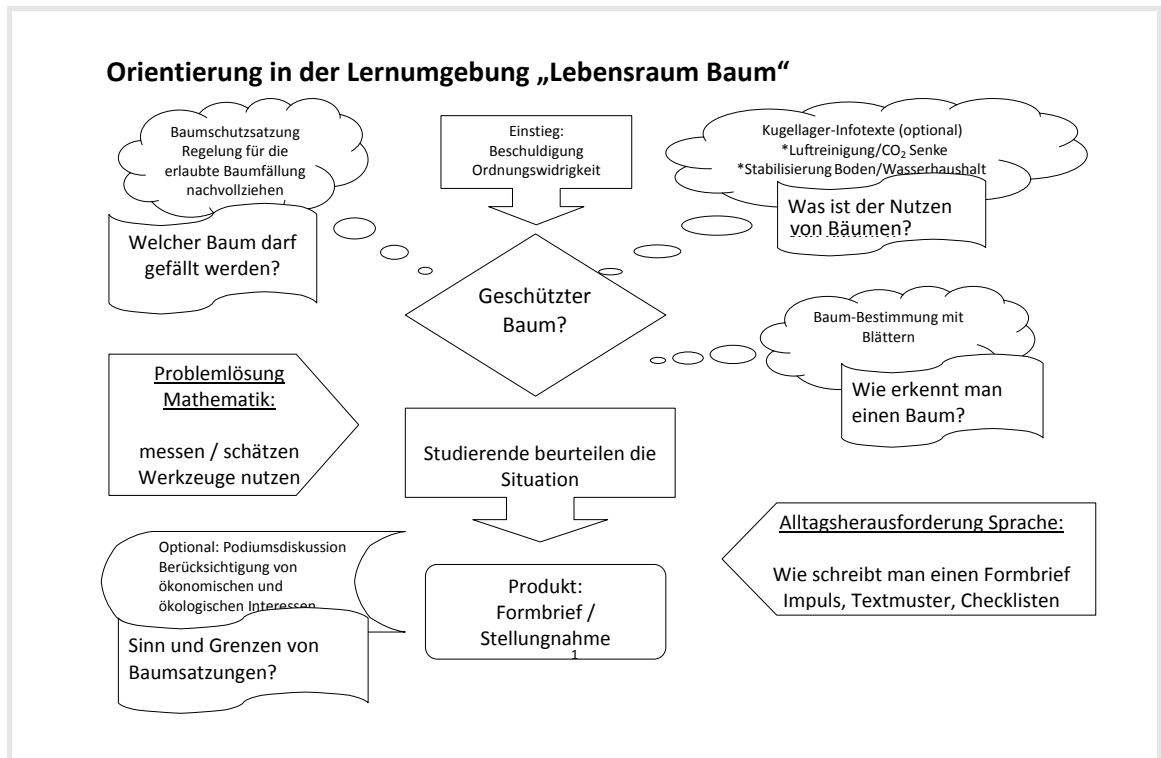


Abbildung 4.7: Übersicht über das Lernarrangement

Skizze

So funktioniert ein Försterdreieck

Wortgeländer

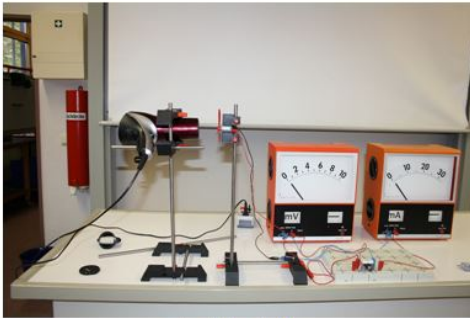
- ☐ Messe die Entfernung – Augenhöhe – Baumhöhe
- ☐ Halte das Försterdreieck – 1 Schenkel im Lot – 1 Schenkel waagrecht
- ☐ Entferne dich vom Baum – mit Försterdreieck anpeilen – Baumspitze

Abbildung 4.8: Arbeitsblatt zur Höhenbestimmung eines Baums

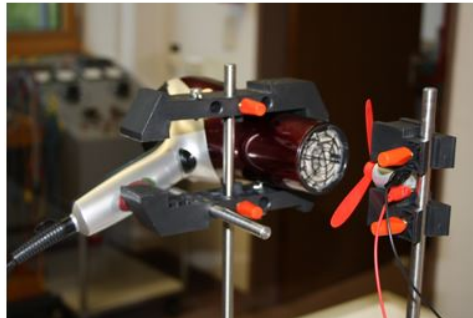
Lernumgebung regenerative Energien

Möglicher Versuchsaufbau

Hilfekarte 1 (Schülermaterial)



Gesamter Versuchsaufbau



Detailaufnahme Windkraftanlage

Abbildung 4.9: Versuchsaufbauten Windkraft

ters (Studierende erwerben den HSg) wurde der gleiche Aufbau verwendet, aber lediglich qualitativ der Einfluss des Windeinströmungswinkels untersucht. In einer gemischten Lerngruppe können die unterschiedlichen Untersuchungen und deren Ergebnisse allen Mitschülern präsentiert werden. In differenzierenden Lernsituationen bietet sich durch solche Herangehensweisen die Chance, dass alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit sinnvollen Beiträgen partizipieren und Anerkennung finden.

4.2.5 Lernarrangements schaffen Sicherheit

Die Mehrzahl der bisher und im Folgenden vorgestellten Ressourcen bietet differenzierende Hilfen, die die Teilnehmenden zu jedem Zeitpunkt in die Lage versetzen sollen, handlungsfähig zu sein. Darüber hinaus stehen Überprüfungsmöglichkeiten in Form von Lösungen und Checklisten zur Verfügung. Dazu einige Beispiele aus den beiden hier vorgestellten Lernarrangements „Baum als Lebensraum“ (siehe Abbildung 4.8) und „Regenerative Energien“ (siehe Abbildung 4.9): Methodenkarten, Muster und Checklisten helfen dabei, sich die Regeln für die Erstellung verschiedener Produkte zu vergegenwärtigen. In den Abbildungen 4.10 und 4.11 sieht man eine Auswahl der gestuften Methoden-Hilfen, die zur Erstellung des Lernproduktes „Formbrief an das Ordnungsamt“ erstellt wurden.

Fehlt Grundlagenwissen, so soll dies über geeignete Ressourcen den Studierenden verfügbar gemacht werden. Dazu wurde neben den selbst verfassten Infotexten, die auf Hilfekarten bereitgestellt werden, auch bewusst auf externe Informationsquellen verwiesen:

- Recherche im einschlägig genutzten Schulbuch.



Abbildung 4.10: Hilfekarte zur Erstellung eines formalen Briefs

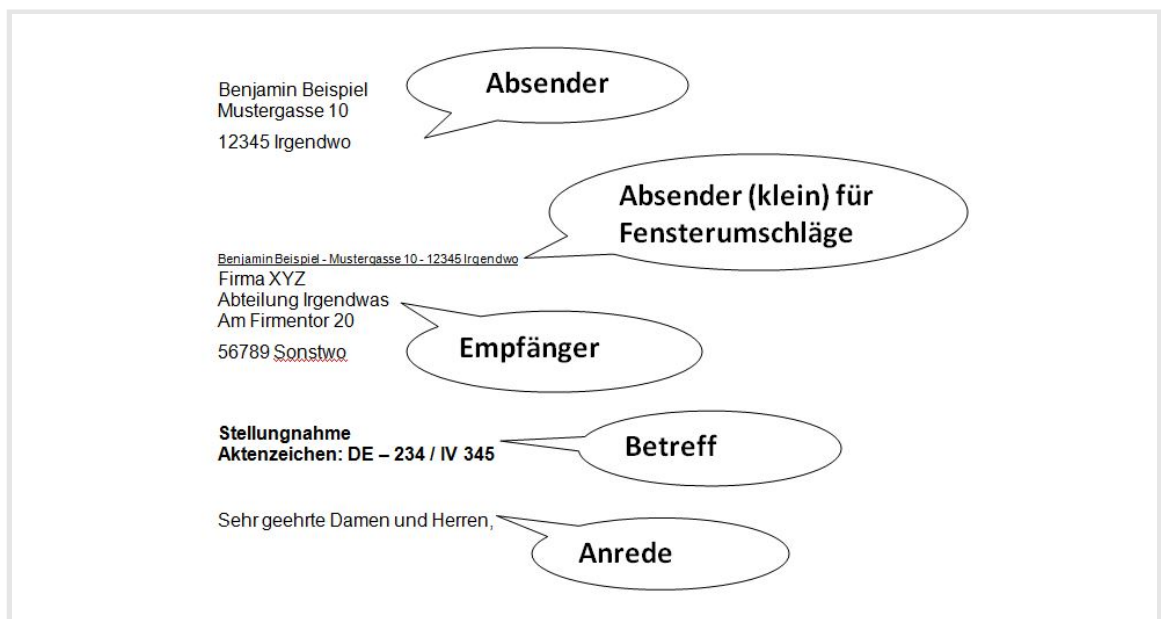


Abbildung 4.11: Kopf eines Musterbriefs

4.2 Beispiele entwickelter Unterrichtsmaterialien

- Hinweis auf Links im Internet, z. B. auch multimediale Beiträge bei „planet schule“ (www.planet-schule.de). Diese können, wenn die technische Infrastruktur keinen internetfähigen Computer im Unterrichtsraum vorsieht, auch im Vorfeld als mpeg4 Videodateien kostenlos heruntergeladen werden. So kann die Vorführung offline mit der in der Schule verfügbaren Infrastruktur erfolgen. Durch die Möglichkeit, die Videodateien auf kleine tragbare Multimedia-Player zu übertragen oder direkt auf einem Smartphone abzurufen, kann die Nutzung durch die Teilnehmer auch individualisiert erfolgen. Die Studierenden können so selber das „Nutzungstempo“ bestimmen, Passagen wiederholen oder anhalten, um Notizen zu machen.
- Nutzung der Schulbibliothek / Handapparat im Unterrichtsraum.
- Nutzung von geeigneten LearningApps (siehe <http://learningapps.org>), die am Computer oder auf mobilen Endgeräten genutzt werden können.

Die in Abbildung 4.12 gezeigte LearningApp wurde als sprachliche Hilfe und zur Selbstüberprüfung im Rahmen der Lernaufgabe „Pumpspeicherkraftwerk“ erstellt. Diese Lernaufgabe ist ein Teil des Lernarrangements „Regenerative Energien“ (siehe auch die Beschreibung des Lernarrangements in Abschnitt 4.3.2).

Die Nutzer ordnen die einzelnen Textbausteine den zwei Betriebsphasen Energiespeicherung und Strom Rückgewinnung zu. Interaktiv erhalten sie sofort eine Rückmeldung, ob sie die Zuordnung korrekt getroffen haben. Die zwei Sammlungen von Textbausteinen stellen nach erfolgreicher Bearbeitung eine erweiterte Wortliste oder ein Wortgeländer dar, die als Hilfe bei der Erstellung des informativen Textes dienen können.

LearningApps.org ist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt der Pädagogischen Hochschule PH Bern, in Kooperation mit der Universität Mainz (Prof. Dr. Franz Rothlauf) und der Hochschule Zittau/Görlitz (Prof. Dr. Christian Wagenknecht). Die kleinen Übungsprogramme sind über das Internet zugänglich und stehen den Studierenden ortsunabhängig zur Verfügung. Mit jeder Übungs-App wird auch ein QR-Code erstellt, über den die Studierenden die Übungen auch über ein Smartphone oder Tablet abrufen können.



LearningApps.org
(7321)

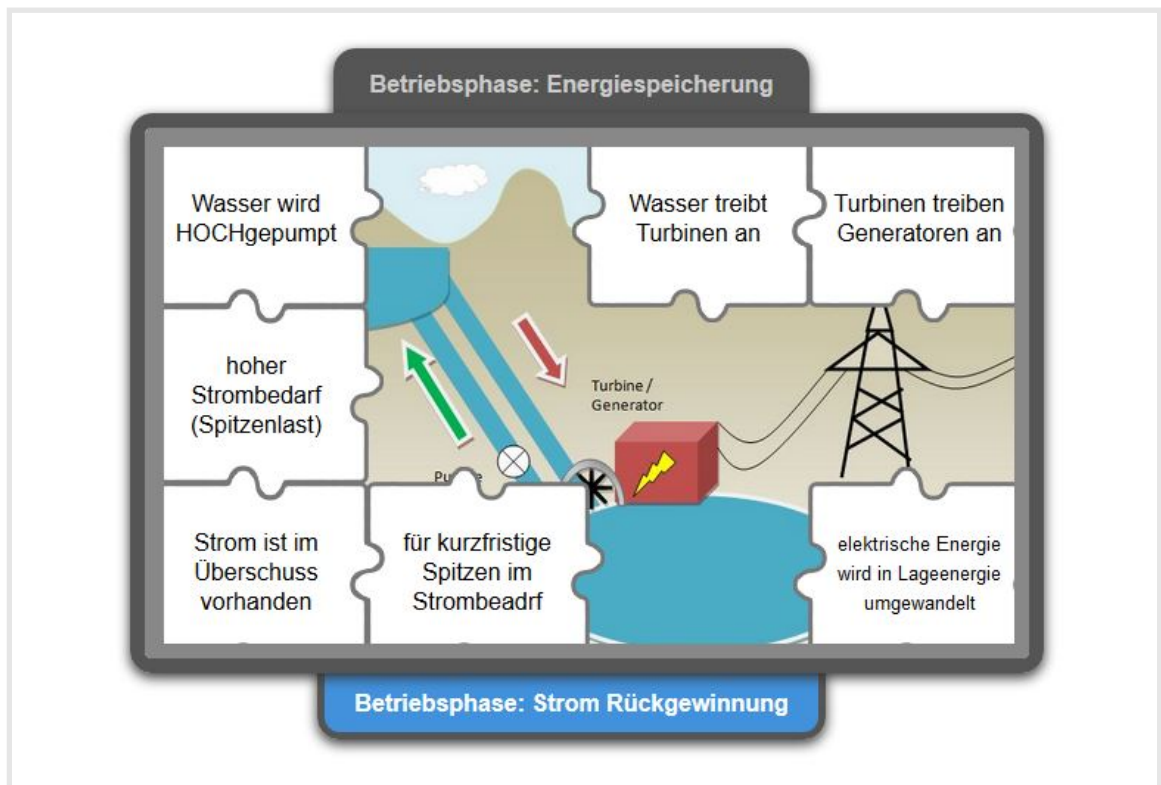


Abbildung 4.12: Oberfläche einer LearningApp

4.2.6 Lernarrangements entfalten kooperativ besonderes Potential

Das Grundverständnis des kooperativen Lernens ruht auf den Säulen von positiver Abhängigkeit, individueller Verantwortung und direkter Interaktion. Lernumgebungen, die heterogenen Gruppen individualisierten Zugang zum Lernstoff bieten, können durch den Einsatz kooperative Arbeitsformen häufig bereichert werden.

Kooperative Techniken wie reziprokes Lesen oder Think-Pair-Share Ansätze verbessern den Zugang zu Lerninhalten durch die Kommunikation der Studierenden. Daher werden solche methodischen Vorgaben im Material immer wieder implementiert.

Bezogen auf die Absicherung und Selbstüberprüfung von komplexen Produkten zeigen kooperative Methoden einen deutlichen Mehrwert. Korrigieren Partner gegenseitig ihre Ergebnisse nach einem vorgegebenen Bewertungsrahmen, so erhält nicht nur der Korrigierte eine Rückmeldung zu seiner Leistung (wie er/sie auch durch eine Korrektur des Unterrichtenden erhalten hätte). Vielmehr setzt der Korrigierende sich durch seine Auseinandersetzung mit der Bewertung nochmals intensiv mit den

Inhalten vor dem Hintergrund des Bewertungsrahmens auseinander und reflektiert damit auch sein eigenes Lernergebnis.

Auch die Evaluation und Reflexion der Lernprozesse profitieren von einem Austausch in der Gruppe. Selbst in materialgestützten Lernumgebungen, wie sie hier vorgestellt werden, bleibt es in der Verantwortung der Unterrichtenden als Lernbegleiter diese Prozesse anzuregen ggf. zu bündeln und durch Feedback zu bereichern.

4.3 Übersicht über die Projekt-Materialien

4.3.1 Lernumgebung: „Der Baum als Lebensraum“

Lernanlass / Lernprodukte

Die Lernenden werden mit einer Anklage (Anhörungsbogen) wegen der unrechtmäßigen Fällung eines Baumes konfrontiert. Davon ausgehend müssen verschiedene Aspekte der Situation geklärt werden (Erkenntnisgewinnung) und eine eigene Stellungnahme (Bewertung, Kommunikation) in einem formal angemessenen Schreiben formuliert werden.

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:

Inhaltlich wird mit dem Lernarrangement die Grundlage gelegt für die ökologische Bedeutung der Bäume. Curricular verankerte Unterrichtsreihen zur Zelle können in Biologie anschließen.

Ein gewichtiger Schwerpunkt bei den überfachlichen Kompetenzen, die mit diesem Szenario entwickelt und geschärft werden sollten, liegt im Bereich der Eigenverantwortung und Selbstregulierung und dem Umgang mit Herausforderungen. Die komplexe und gleichzeitig kontroverse Aufgabenstellung (Stellungnahme zur Klageschrift), erfordert Bewertungskompetenz, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wird aber das dazu erforderliche Wissen fehlen, insofern ist das Szenario tatsächlich unabhängig von Voraussetzungen: Es ist davon auszugehen, dass keine Teilnehmerin und kein Teilnehmer über Vorkenntnisse zur lokalen Baumschutzsatzung (kein curricular verankerter Inhalt) verfügt. Die daraus resultierende Verunsicherung ist intendiert. Die vielen Teilnehmern sehr vertraute Ausgangslage (vor einer Aufgabe zu stehen und nicht zu wissen, wo man mit der Problemlösung beginnen soll) wird bewusst aufgegriffen und den Studierenden als lebensweltliche Herausforderung gespiegelt, um ihnen dann Optionen aufzuzeigen und sie zu motivieren und anzuleiten, ihren Prozess der Erkenntnisgewinnung zu planen und zu steuern. Dabei arbeiten sie selbstreguliert und eigenverantwortlich. Nur wer in der Recherchephase alle wesentlichen Erkenntnisse vollständig zusammenfasst und absichert, hat am Ende eine belastbare Bewertungsbasis.

In Evaluationsgesprächen mit den Studierenden zeigte sich, dass sie diese Kausalitätskette gut reflektieren konnten.

Die großen Anteile von fachübergreifenden Inhalten, die bezogen auf das Fachwissen den Kernfächern Deutsch und Mathematik zugeordnet werden, sind intendiert. Mit den mathematischen Verfahren, die z. B. zur Bewertung der Situation erforderlich sind, um Größen und Umfang von Bäumen sowie

4 Naturwissenschaftlicher Unterricht in extrem heterogenen Lerngruppen an Abendrealschulen

Blattflächen abzuschätzen, wird Mathematik situationsbezogen im Kompetenzbereich „Problemlösen“ eingesetzt. Bezogen auf den „Umgang mit Fachwissen“ kann so die Kompetenz UF₄ „Wissen vernetzen“ auf besondere Weise ausgeschärft und gefördert werden. Dasselbe gilt für die fachübergreifenden sprachlichen Aspekte. Scientific Literacy basiert u. a. auf der Kompetenz, fachliche Texte zu rezipieren und adressatenorientiert zu produzieren.

Fachliche Einordnung

Teilaspekte Biologie	Teilaspekte Mathematik	Teilaspekte Deutsch
• Sinn und Zweck Baumschutzsatzung • Baumbestimmung mit Hilfe von Blättern und Baumbestimmungsschlüssel • Altersbestimmung von Bäumen • Nutzen der Bäume Fotosynthese CO₂-Assimilation Staubfilterung Erosionsschutz • Exkursion in den Wald	• Försterdreieck Anwendung der Strahlensätze • Bestimmung von Höhe und Umfang • Achsensymmetrie • Oberfläche und Volumen • Fermi Aufgaben Abschätzung von Blätteranzahl / -oberfläche	• Leseverständnis • Wortschatzerweiterung • Argumentation • Textverständnis und -erstellung • Differenzierung von Sprachebenen • Formbriefe

Differenzierungsmöglichkeiten

- Sprachensible Hilfen
- Lernkontrollen mit Niveaustufenausweisung * – ***
- Mustertexte
- Methodenkoffer

4.3.2 Lernumgebung „Regenerative Energien“

Lernanlass / Lernprodukte

In der Auseinandersetzung um sinnvolle Maßnahmen zur Bereitstellung von Energie (sogenannte Energiewende) sind Grundkenntnisse zu auftretenden naturwissenschaftlichen Vorgängen und zu in diesem Zusammenhang verwendeten Begriffen unerlässlich. Die Studierenden beschäftigen sich hier mit

- dem Bau eines Modells einer Windkraftanlage / Effizienzbetrachtung (gestaffelt von einfacher qualitativer Optimierung bis zur Berechnung des Wirkungsgrades)
- einem Leserbrief als persönliche Stellungnahme zu verschiedenen (regionalen) Vorhaben zum Bau von Pumpspeicherkraftwerken (Zeitungsartikel / Radiointerview)

Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung

Auch hier gilt das beim „Lernszenario Baum“ ausgeführte Prinzip, dass prozessbezogenen Kompetenzen, die Selbstregulierung und Eigenverantwortung fördern, besondere Bedeutung beigemessen wird. Der Lernanlass ergibt sich gezielt aus der geforderten lebensweltlichen Kompetenz, in der aktuellen gesellschaftspolitischen Debatte um die Energiewende mitreden zu können und selber Stellung zu beziehen. Diesen Kompetenzen aus den Bereich Bewerten und Kommunikation, die schwerpunktmäßig bei den Aufgaben zum Pumpspeicherkraftwerk abgebildet werden, stehen im Modul Windkraft Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung durch Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten gegenüber.

Ohne elementare Kenntnisse von Stromkreisläufen, Messgeräten und elektrischen Kenngrößen können die Experimente nicht durchgeführt werden. Genau an dieser Stelle kann eine der wesentlichen Querschnittskompetenzen für das selbstregulierte Lernen – die Fähigkeit zur Selbstevaluation – gut geschärft werden. Die Studierenden müssen reflektieren, welche Kenntnisse sie schon besitzen, diese überprüfen und/oder sich über bereit gestellte Ressourcen eigenverantwortlich aneignen. Eine Fähigkeit, die insbesondere im 2. Bildungsweg und für lebenslanges Lernen unabdingbar ist. Die gezielte Nutzung multimedialer Quellen als Teil der Ressourcen zielt auch auf die Medienkompetenz der Studierenden ab.

Die heterogenen Lerngruppen bieten zudem eine große Chance für die kooperative Zusammenarbeit von Studierenden mit unterschiedlichem Hintergrund und damit auch für den Ausbau sozialer Kompetenzen. Entsprechende Schüler-Coaching-Partnerschaften werden von der Lehrkraft initiiert und ggf. koordiniert und gefördert.

Fachliche Einordnung

Physik, Chemie, Deutsch und Gesellschaftswissenschaften

Lernaufgabe Windkraftmodell	Lernaufgabe Leserbrief
• Technischer Aufbau einer Windanlage • Funktionsweise eines Generators • Einfluss von Rotorform und Größe auf Kenndaten • Einfluss des Windeinfalls • Elektrische Kenngrößen • Berechnung des Wirkungsgrades einer Anlage	• Arbeitsweise eines Pumpspeicherkraftwerks • Energieumwandlungen / Speicherung • Ökologische Aspekte • Kritische Betrachtung von Akzeptanz / Argumentieren • Herausforderungen der Energieversorgung • Abgrenzung Grundlast und Spitzenlast • Adressatenorientierte Kommunikation

Differenzierungsmöglichkeiten

- Materialkiste mit gestuften Hilfen bis zur visuellen Aufbauanleitung
- Sprachsensible Hilfen + Lernkontrollen über Learning-Apps
- Vorschläge zu kooperativen sowie kollaborativen Nutzungsformen der Materialien
- Mustertexte
- Methodenkoffer

4.4 Erfahrungsbericht, Rückmeldungen und Einschätzungen

4.4.1 Erfahrungsberichte der Unterrichtenden

Materialfülle übersichtlich strukturieren: Die Materialfülle, die sich durch den hohen Differenzierungsgrad und die vielfältigen Unterstützungs-Ressourcen ergibt, stellt in der Handhabung der Lernumgebungen eine Herausforderung dar. Dieses zeigte sich insbesondere in den Fällen, wo Lehrkräfte Lernumgebungen mit ihren Studierenden erprobt haben, die zuvor nicht in die Entwicklung des Materials involviert waren.

Zur besseren Orientierung wurden daher Materialübersichten und Laufzettel erstellt, die aufzeigen, welche Materialien in einem Zyklus zusammengehören und sequentiell zu bearbeiten sind und welche zusätzlichen Angebote modular optional eingesetzt werden können. Methodisch-didaktische Kommentare ergänzen die Orientierungshilfen.

Folgende Empfehlungen haben sich bewährt:

- Laufzettel bereit stellen, besser noch diese gemeinsam mit Studierenden entwickeln und evaluieren.

4.4 *Erfahrungsbericht, Rückmeldungen und Einschätzungen*

- den Raum gliedern; beim Szenario „Lebensraum Baum“ wird z. B. ein Teil des Raumes als Rathaus ausgewiesen, die Zuordnung, welche Aufträge und Ressourcen dort bereit stehen, ist für die Studierenden transparent.
- Materialien in farblich unterschiedlichen Ablagekörben bereit stellen. Farbliche Zuordnungen können dabei Materialarten wie Auftrag, Info, Hilfe, Methoden repräsentieren, Niveaustufen können bei Bedarf durch ein Punktesystem auf den Körben gekennzeichnet werden. Eine laminierte Vorlage hilft, Ordnung zu halten. Mit diesem System können auch Studierende schnell in den Auf- und Abbau des Materials einbezogen werden.
- Hilfe-Materialien soweit wie möglich textlich entlasten. Bildgestützte oder multimediale Angebote wurden hier von den Studierenden gut angenommen.
- Tutoring-System ausbauen. Bei freier Wahl der Sozialform zeigen die meisten Studierenden Interesse an Kooperation. Für den Fall, dass einzelne Studierende größere Blöcke von notwendigem Vorwissen nacharbeiten müssen, bietet es sich an, dass Tutoren ihre Mitschüler einführen. Im Fall der Lernumgebung „Regenerative Energien“ gelang dies gut, um zwei Teilnehmer ohne Vorkenntnisse zu elektrischen Kennwerten und Schaltungen zu begleiten. Tutoren wie auch Lernende in diesen Partnerschaften haben sich positiv zu ihren Erfahrungen geäußert.

4.4.2 **Rückmeldungen der Studierenden**

Die Studierenden wurden nach Bearbeitung der Lernumgebungen um Rückmeldungen gebeten. Das in der Abbildung 4.13 dargestellte Beispiel aus der Befragung der Studierenden von zwei Kursen des 4. Semesters, die das Lernarrangement „Regenerative Energien“ am WBK Mönchengladbach bearbeitet haben, zeigt einen klaren Trend: Die Teilnehmer erleben die Arbeiten zwar als anspruchsvoll, bearbeiten diese trotzdem mit Spaß und ohne subjektiv erlebten Zeitdruck. Vergleichbare Ergebnisse ergeben sich aus den Befragungen der anderen Projekte.

Bei den Freitextrückmeldungen, die bei Evaluationen von Studierenden verschiedener Erprobungsschulen (TAS Köln, ARS Bonn, WBK Mönchengladbach) gegeben wurden, sind folgende Rückmeldungen herauszustellen, die jeweils signifikant wiederkehrend benannt wurden:

- Es wird als positiv erlebt, Fehler machen zu dürfen und die Zeit zu haben, diese eigenständig zu korrigieren.
- Studierende schätzen es, selber Verantwortung übernehmen zu können und die in Anspruch genommenen Ressourcen selbst auszuwählen.
- Schüler mögen die „entspannte“ Haltung ihrer Lehrerinnen und Lehrer im „Lernraum“.
- Studierende bemerken und thematisieren den Zusammenhang verschiedener Unterrichtsfächer.

4 Naturwissenschaftlicher Unterricht in extrem heterogenen Lerngruppen an Abendrealschulen

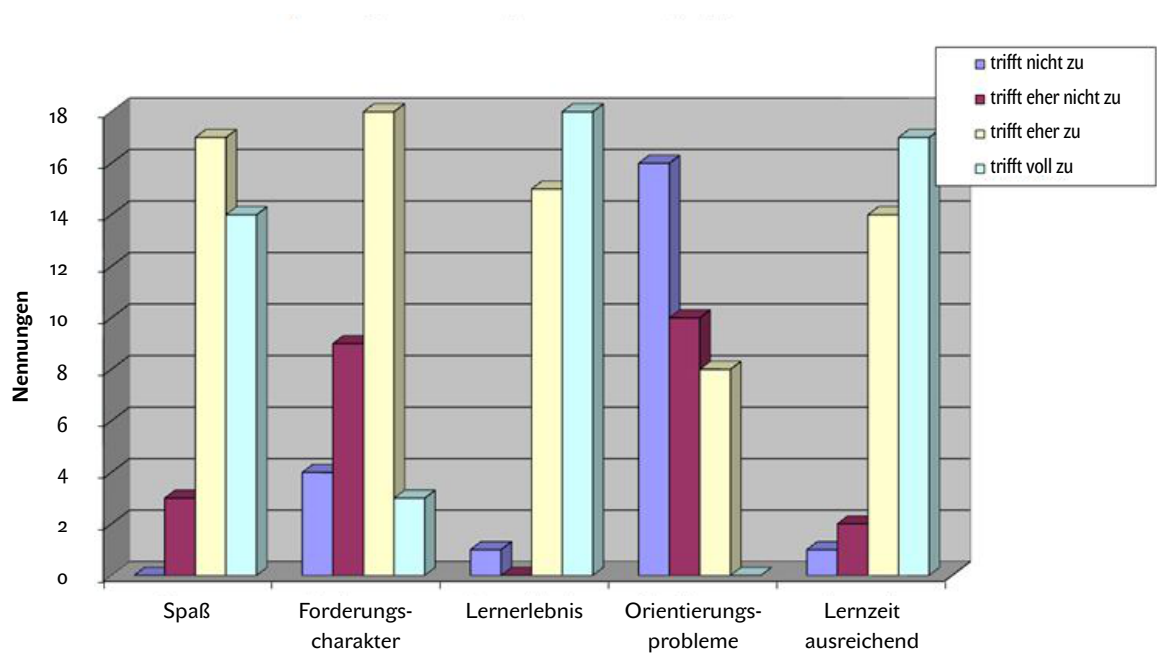


Abbildung 4.13: Schülereinschätzungen der Arbeit in der Lernumgebung mit Begleitung durch Computer/LearningApp

Auch von den Studierenden wurden kritisch Probleme bei der Orientierung benannt – insbesondere bei den sehr komplexen Lernumgebungen. Hier setzen im Moment die oben bereits benannten Bemühungen an. In der Folge wurden strukturierende Hilfen entweder in die Materialien eingefügt, oder die organisatorischen Bedingungen im Unterrichtsablauf wurden so gestaltet, dass an verschiedenen Stationen jeweils fokussiert nur eingeschränkte Materialangebote zur Verfügung gestellt wurden, die für die Studierenden gut überschaubar blieben.

4.4.3 Rückmeldungen vom SINUS Kongress im März 2013

Auf dem Kongress „Unterricht entwickeln – Kompetenzen fördern“ des SINUS-Projekts (in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW und der TU Dortmund im März 2013 in Dortmund wurden in zwei Workshops mit insgesamt 57 Teilnehmern die beiden Lernarrangements „Regenerative Energien“ und „Lebensraum Baum“ vorgestellt und durchgespielt. Die Workshop-Teilnehmer waren Unterrichtende aller Schulformen sowie Multiplikatoren aus der Lehrerfortbildung. Naheliegend war daher in der Evaluation des Workshops, die Frage zu thematisieren, inwieweit die Ergebnisse der Abendrealschulen für die Regelschulen nutzbar sind. Abgefragt wurden dabei folgende Items

- Passung von Anspruch und Differenzierung zum Bedarf an der eigenen Schule
- Bewertung von Struktur und Klarheit der Aufträge

- Priorisierung der abgebildeten Kompetenzbereiche
- Organisatorische und curriculare Chancen oder Konflikte

Zusammenfassend kann man sagen, dass ca. 2/3 der Befragten einen Einsatz von ausgewählten Materialien oder der gesamten Lernumgebungen an ihrer Schulform ohne große Anpassungen für möglich hielt. Die meistgenannten Bedenken waren:

- einige Materialien zeigen eine hohe Textlastigkeit (bei Einsatz in niedrigeren Klassenstufe als 9/10 sind ggf. Adaptionen erforderlich)
- Gesamte Lernumgebungen sind zu umfangreich und damit zeitaufwändig, um sie bei engem Zeitbudget durchzuführen, insbesondere wenn der Einsatz in einem Einzelfach erfolgt und fachübergreifende Kooperationen sich nicht organisieren lassen
- Szenarien sind komplex, so dass die Unterrichtenden selbst sich zunächst orientieren müssen.

4.5 Zusammenfassung und Perspektive

Insgesamt zeichnet sich ab, dass bezogen auf die Leitideen, auf die mit den Lernarrangements abgezielt wurde, positive Effekte erzielt werden. Das spiegelt sich im Feedback der Studierenden wie auch in der Bewertung durch die Unterrichtenden. Diese ersten Indikatoren gilt es aber in der Folge weiter zu überprüfen.

Ein wichtiger nächster Schritt liegt darin, die Ziele der Lernarrangements im „Leistungsraum“ abzubilden und entsprechende Erwartungen zu diskutieren. Im Moment liegen z. B. noch keine standardisierten Kriterien für die Bewertung von Lernprodukten vor.

Im SINUS Set wurde kontrovers diskutiert, wie bei der Test- oder Produktbewertung zu verfahren sei, wenn Studierende für Bearbeitungswege anspruchsvollere Varianten wählen. Es gibt Ideen, die Notengebung im Leistungsraum auch für Studierende über etwas Ähnliches wie Credit-Point-Systeme transparent zu machen.

Offen bleibt ebenso die Diskussion, welche Rolle die Arbeitsorganisation der Studierenden im Lernraum spielt. Insbesondere aufgrund der Leitidee „Förderung der Selbstständigkeit“, kommt der Lernorganisation eine wesentliche Bedeutung zu. Wichtig ist dabei, für die Studierenden Transparenz zu schaffen und natürlich die Anforderungen durch die Aufgabe in einem realisierbaren Rahmen zu halten.

4.6 Literaturhinweise

Hielscher, M., Rothlauf F. und Wagenknecht C. *Einsatz/Erstellung von Learning Apps zur Lernkontrolle*. URL: <http://learningapps.org> (besucht am 08. 11. 2013).

Leisen, J. *Kompetenzorientierte Aufgaben im Lehr-Lern-Modell*. URL: www.aufgabenkultur.de (besucht am 08. 11. 2013).

5 Intelligentes Üben als Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Ulrike Schulz-Kossuch

5.1 Projektbeschreibung und Zielsetzung

Jeder Lernprozess benötigt Übungsphasen. Dieses Üben wurde bisher im herkömmlichen naturwissenschaftlichen Unterricht zu wenig verankert und häufig in einer wenig motivierenden Form in die Hausaufgaben verlagert. Im Zuge des zunehmenden Ganztagsunterrichts und der verstärkten Reduzierung der Hausaufgaben sind Übungsphasen innerhalb des Unterrichts von besonderer Bedeutung und bieten wertvolle Chancen. Die Zeit, die dafür investiert werden muss, ist gut angelegt, wenn Übungsphasen intelligent und anregend in den Lernprozess eingebettet sind und diesen sinnvoll unterstützen. Die Übungsphasen sind nur dann intelligent, wenn die Übungsaufgaben genau zum Lernstand und zu den angestrebten Zielen passen, Schüler Übe-Kompetenz entwickeln können, richtige Lernstrategien nutzen und die Lehrer gezielte Hilfe beim Üben geben können (Meyer 2004).

In unserem Projekt wurden unterschiedliche Übungsformen für intelligentes Üben im kompetenzorientierten, naturwissenschaftlichen Unterricht zusammengetragen, in verschiedenen Inhaltsbereichen erprobt und auf der Grundlage der dabei gemachten Erfahrungen weiterentwickelt.

Die Projektgruppe Ruhrgebiet setzt sich aus folgenden Lehrerinnen und Lehrern zusammen:

Erich Kästner-Realschule, Gladbeck: Antje Flinkmann, Manfred Kiesow-Roeder, Barbara Koppers

Gesamtschule Berger Feld, Gelsenkirchen: Ulrike Schulz-Kossuch

Gesamtschule Horst, Gelsenkirchen: Michael Hänsel

Rosa-Parks-Schule (Gesamtschule), Herten: Susanne Köser, Andreas Moch, Brigitte Schröter

Schalker Gymnasium, Gelsenkirchen: Friedhelm Kossuch

Sekundarschule Hassel, Gelsenkirchen: Carola Soltau

Verbundschule der Stadt Isselburg, Isselburg: Wilfried Elting, Petra Jonat

Willy-Brandt-Gesamtschule, Marl: Karin Lammers

Unser Projektziel war die Entwicklung motivierender, abwechslungsreicher Übungsphasen für den kompetenzorientierten Unterricht in den Naturwissenschaften. In Orientierung an den 10 Merkmalen guten Unterrichts nach Meyer (2004) und dem Anspruch der individuellen Förderung von Schülerinnen und Schülern haben wir intelligente Übungsformen zusammengetragen, erprobt und verfeinert. Unterricht mit solch integrierten Übungen soll die Individualisierung der Lernprozesse ermöglichen, indem

die Lehrperson Strukturen vorgibt, die eine selbstgesteuerte Konstruktion persönlichen Fachwissens ermöglicht und fördert.

Schülerinnen und Schüler sollen erfahren und reflektieren, auf welchen Wegen sie am besten lernen können. Dabei entwickeln sie ihre Übe-Kompetenz. Edelmann und Wittmann (2012) sprechen in diesem Fall von elaborierendem Üben im Gegensatz zum mechanischen Üben, bei dem Lerninhalte durch Auswendiglernen, Pauken und Repetieren eingeschliffen und perfektioniert werden. Beide Übungstypen haben ihre Berechtigung, weil sie verschiedene fachliche Zielsetzungen haben. Mit klug eingesetzten Übungsphasen verändert man Lernstrukturen so, dass Schülerinnen und Schüler ihre Selbstständigkeit und soziale Selbstwirksamkeit intensiv und positiv wahrnehmen und gestalten können. Naturwissenschaftliches Lernen geht dabei weit über sprachliches Lernen hinaus.

Die hier vorgestellten Beispiele für intelligentes Üben haben wir im eigenen Unterricht mehrfach erfolgreich durchgeführt. Darüber hinaus fanden sie bei Fachkonferenzen und Austauschtagungen mit Fachlehrern, Moderatoren und Fachleitern große Zustimmung.

5.1.1 Zur Bedeutung des Übens

Kompetenzorientierung im naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet, Schülerinnen und Schüler bei naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Problemen handlungsfähig zu machen. Um handlungsfähig zu werden, müssen typische Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht nur entwickelt, sondern auch nachhaltig eingeübt werden. In den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts verstand man unter Üben in einer eher behavioristischen Sichtweise meist die wiederholte Durchführung von Handlungen, um bestimmte Fertigkeiten, Verhaltensweisen und Gewohnheiten zu verbessern oder zu mechanisieren.

Die Kognitionspsychologie sieht heute aufgrund wesentlicher Erkenntnisse zum menschlichen Lernen und Verstehen die Funktion des Übens deutlich differenzierter. Aebli wies darauf hin (und wird durch Ergebnisse der modernen Gehirnforschung darin unterstützt), dass Wissen und Können durch beständiges Reaktivieren, Umwälzen, Neuordnen, Ausbauen, Festigen, Vertiefen, Verallgemeinern erst beständig und nutzbar wird. Außerdem ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, Neues zu lernen, bestehendes Vorwissen integrieren und erweitern zu können. Lehren und Lernen gelingt also besser, wenn immer wieder eine stabile Wissens- und Verständnisbasis das Fundament für Neues liefert.

In den übergeordneten Kompetenzbeschreibungen des Kernlehrplans Naturwissenschaften für die Gesamtschule werden diese Anforderungen im Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen adressiert. Er beinhaltet die Facetten

UF₁ Fakten wiedergeben und erläutern

UF₂ Konzepte unterscheiden und auswählen

UF₃ Sachverhalte ordnen und strukturieren

UF₄ Wissen vernetzen

Intelligentes Üben kann die dahinter liegenden Kompetenzen wesentlich fördern und unterstützen. Eine wiederholte Auseinandersetzung mit bestimmten naturwissenschaftlichen Sachverhalten kann Wissen soweit „einprägen“ und verfügbar machen, dass man sicher und schnell ohne langes Nachdenken

5 Intelligentes Üben als Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts

darauf zugreifen kann. Bestimmte Handlungen können vielleicht sogar automatisiert werden, so dass sie wie selbstverständlich ablaufen. Das Arbeitsgedächtnis wird dadurch entlastet, so dass man sich mehr auf das Wesentliche und Neue zu konzentrieren kann. Man fängt eben nicht immer wieder von vorne an.

Neben einer Festigung des Wissens bieten entdeckende, produzierende und vernetzende Varianten des Übens Chancen, zu einem vertieften Verständnis naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens zu gelangen. Intelligentes Üben kann helfen, gemeinsame Ideen und Prinzipien hinter den Dingen zu entdecken und auf dieser Grundlage zu abstrahieren und zu verallgemeinern. Wissen kann so auf einer höheren Ebene aggregiert und strukturiert werden. In konkreten Anforderungssituationen fällt es dann leichter, Muster zu erkennen und vertraute Ansätze für Lösungen zu nutzen. Darüber hinaus können bestimmte Übungsformen weitere wesentliche Funktionen für das Lernen übernehmen. Besonders bedeutungsvoll sind hier Selbstkontrolle und Feedback, also die Vergewisserung bzw. Rückmeldung, ob fachliche Kompetenzen sicher erreicht wurden oder eventuell weitere Schritte erforderlich sind.

Ein nicht unwesentliches Problem ist, dass herkömmliche Formen des Übens oft als eintönig und mühsam empfunden werden. Es fällt schwer, eine entsprechende Motivation aufrecht zu erhalten. Die erarbeiteten Beispiele für intelligentes Üben im naturwissenschaftlichen Unterricht versuchen, diese Prozesse möglichst abwechslungsreich und motivierend zu gestalten. Besonders geeignet sind dazu Formen, die Grundgedanken bekannter Spiele aufgreifen, die durch ihre Interaktion mit anderen Personen einen besonderen Reiz entfalten. Neben Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen werden dabei in der Regel auch Kompetenzen aus dem Bereich Kommunikation eingeübt, die für eine Handlungsfähigkeit in den Naturwissenschaften unerlässlich sind. Verstehen komplizierter Zusammenhänge wird über Sprache vermittelt, Kommunikation ist deshalb auch ein zentrales Element einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise. Es geht dabei z. B. um das wechselseitige Erklären und Darstellen fachlicher Zusammenhänge in verschiedenen Repräsentationsformen, um gegenseitiges Zuhören und aufeinander Eingehen, um argumentierendes Feedback, um die Verdeutlichung eines Begriffs durch die Beschreibung seiner Eigenschaften usw. Der Austausch mit anderen macht es wiederum unvermeidbar, sich eigene Vorstellungen zu fachlichen Zusammenhängen bewusst zu machen sowie diese neu zu strukturieren und ihre Konsistenz zu überprüfen.

Insgesamt wurden in der Entwicklung der Übungsformen damit folgende Eigenschaften angestrebt: Formen intelligenten Übens sollten fachlich zielführend und zugleich motivierend sein

- durch ihren spielerischen Charakter und die Nutzung der sozialen Funktionen des Spiels,
- durch ein hohes Maß an kognitiver Aktivierung aller Übenden
- durch Anlässe zur Kooperation und Kommunikation
- durch wechselnde Rollen, z. B. als Erklärender oder als Feedbackgebender

In den folgenden Beispielen ergeben sich unterschiedliche Facetten in den Kompetenzbereichen Umgang mit Fachwissen und Kommunikation, die durch die jeweilige Übung besonders gefördert werden. Diesbezügliche Schwerpunkte sind in den Beschreibungen hervorgehoben.

5.2 Beispiele für intelligente Übungsformen¹

5.2.1 Der Mosaikvortrag

Der Mosaikvortrag (am Beispiel der Fotosynthese)

Anleitung

Schüler/innen sollen gemeinsam mit wechselnden Rollen einen fachlichen Vortrag halten. Jede/r Schüler/in erhält verdeckt einen Begriff, der zur Erklärung der Fotosynthese notwendig ist

Die Schülerinnen und Schüler erklären mit Hilfe ihrer zugeteilten Begriffe den Ablauf der Fotosynthese. Die Person, die die gekennzeichnete Startkarte hat, beginnt mit dem Vortrag. Jede/r Schüler/in meldet sich zu dem Zeitpunkt zu Wort, wenn der eigene Begriff den Vortrag sinnvoll ergänzt bzw. fortsetzt.

Bemerkung:

Wenn das Sozialverhalten der Schülerinnen und Schüler noch nicht ausreichend ausgeprägt ist, ist die Einführung einer Sprechkarte, die zum Sprechen berechtigt, sinnvoll. Sie wird vom Start anfangend von Schüler/in zu Schüler/in weitergereicht. Die anspruchsvollere, aber auch interessantere Variante der Übung ist, wenn Schüler/innen ohne Absprachen spontan agieren. Bei geringerem Leistungsvermögen oder weniger Erfahrung können Schüler/innen den Vortrag aber auch in einer gemeinsamen Vorbereitungsphase strukturieren und eine Reihenfolge der Begriffe festlegen.

Ziele:

Der Mosaikvortrag schult das „dynamische Wissen“ – im Gegensatz zu starrem, auswendig gelerntem Reproduktionswissen – und damit die fachliche Diskussionsfähigkeit. Er ist verständnisfördernd, weil man sich Zusammenhänge und Abläufe der Fotosynthese im Vorfeld deutlich machen muss. Man muss diese Zusammenhänge erkennen und Beiträgen der anderen Vortragenden gut zuhören, um den richtigen Zeitpunkt für den eigenen Einsatz zu erkennen und entsprechend inhaltlich zum Gelingen des Gesamtvortrags beizutragen.



Intelligente
Übungsformen
(7322)

¹Alle in diesem Beitrag aufgeführten Kompetenzen beziehen sich auf den Kernlehrplan Naturwissenschaften für die Gesamtschule (Einführungserlass 2011) (MSW 2011).

Folgende Kompetenzen können damit gefördert werden:

UF1 Fakten wiedergeben und erläutern Schülerinnen und Schüler können Phänomene und Vorgänge mit einfachen naturwissenschaftlichen Konzepten beschreiben

UF2 Konzepte unterscheiden und auswählen Schülerinnen und Schüler können bei der Beschreibung naturwissenschaftlicher Sachverhalte Fachbegriffe angemessen und korrekt verwenden.

K8 Zuhören, hinterfragen Schülerinnen und Schüler können bei der Klärung naturwissenschaftlicher Fragestellungen anderen konzentriert zuhören, deren Beiträge zusammenfassen und bei Unklarheiten sachbezogen nachfragen.

Tipp

Für die Einführung dieser Methode sollte man die Anzahl der Begriffe reduzieren, vorher bekanntgeben und gegebenenfalls die Reihenfolge vorgeben.

Schülermaterial zum „Mosaikvertrag“

Die folgenden Kärtchen sollten von der Lehrperson vorher ausgeschnitten werden und dann einzeln und verdeckt an die Vortragenden verteilt werden:

Wurzel	Leitungsbahnen
Wasser	Blatt
Sonne	Licht
Spaltöffnungen	Kohlenstoffdioxid
Blattfarbstoff	Chlorophyll
Traubenzucker	Sauerstoff
Stärke	

Hilfen zum „Mosaikvortrag“

Bitte nur bei nicht anders lösbaren Problemen verwenden!

Eine mögliche sinnvolle Reihenfolge

Wurzel – Leitungsbahnen – Wasser – Blatt – Sonne – Licht – Spaltöffnung – Kohlenstoffdioxid – Blattfarbstoff – Chlorophyll – Traubenzucker – Sauerstoff – Stärke

Anmerkung:

Es sind auch andere sinnvolle Reihenfolgen möglich und eventuell können einzelne Begriffe auch an mehreren Stellen im Vortrag vorkommen. Unterschiedliche Lösungen werden akzeptiert und begrüßt.

5.2.2 Die Stille Post

Die Stille Post (am Beispiel der verzweigten Alkane)

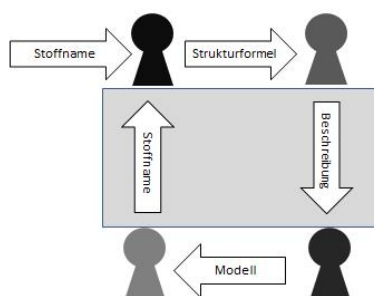
Anleitung:

Die Klasse wird in Tischgruppen (je 4 Lernende an einem Tisch) aufgeteilt. Die vier Gruppenmitglieder erhalten vier verschiedene Fachbegriffe zu einem Themengebiet und erledigen ihre Aufgabenstellung parallel zueinander.

- Jedes Mitglied einer Tischgruppe erhält einen Arbeitsauftrag, eine Karte mit einem Stoffnamen und drei leere Karten. Auf dem Tisch steht ein Molekülbaukasten.
- Es sind pro Tisch vier verschiedene Stoffnamen gleichzeitig im Umlauf.
- Alle Lernenden arbeiten gleichzeitig in der jeweiligen Phase, aber mit unterschiedlichen Stoffnamen. Alle Tischgruppen sind also zu jedem Zeitpunkt aktiv. Die Lehrperson gibt jeweils den Zeitpunkt des Phasenwechsels vor.
- Die „Stille Post“ wird immer auf eine neue, leere Karte geschrieben.
- Die Weitergabe der „Stillen Post“ erfolgt gleichzeitig im Uhrzeigersinn am Tisch.
- Zuletzt erfolgt die Kontrolle (5. Phase) bei demjenigen, welcher den Stoffnamen zu Beginn erhalten hat.

5 Intelligentes Üben als Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts

- Weicht der als Ergebnis aufgeschriebene Stoffname vom anfangs erhaltenen Stoffnamen ab, so muss anschließend die gesamte Tischgruppe den Fehler auffinden und korrigieren.



	1. Phase Stoffname → Strukturformel	2. Phase Strukturformel → Beschreibung	3. Phase Beschreibung → Modell	4. Phase Modell → Stoffname	5. Phase Kontrolle
1. Teil- gruppe	• 2-Methylbutan wird als Strukturformel geschrieben.	• 2,3-Dimethylbutan Die Strukturformel wird schriftlich beschrieben	• 2,2-Dimethylpropan Anhand der Beschreibung wird ein Modell gebaut.	• 3-Ethylpentan Anhand des Modells wird der Stoffname ermittelt	• Kontrolle des Stoffnamens von 2-Methylbutan
2. Teil- gruppe	• 3-Ethylpentan wird als Strukturformel geschrieben.	• 2-Methylbutan Die Strukturformel wird schriftlich beschrieben	• 2,3-Dimethylbutan Anhand der Beschreibung wird ein Modell gebaut.	• 2,2-Dimethylpropan Anhand des Modells wird der Stoffname ermittelt	• Kontrolle des Stoffnamens von 3-Ethylpentan
3. Teil- gruppe	• 2,2-Dimethylpropan wird als Strukturformel geschrieben.	• 3-Ethylpentan Die Strukturformel wird schriftlich beschrieben	• 2-Methylbutan Anhand der Beschreibung wird ein Modell gebaut.	• 2,3-Dimethylbutan Anhand des Modells wird der Stoffname ermittelt	• Kontrolle des Stoffnamens von 2,2-Dimethylpropan
4. Teil- gruppe	• 2,3-Dimethylbutan wird als Strukturformel geschrieben.	• 2,2-Dimethylpropan Die Strukturformel wird schriftlich beschrieben	• 3-Ethylpentan Anhand der Beschreibung wird ein Modell gebaut.	• 2-Methylbutan Anhand des Modells wird der Stoffname ermittelt	• Kontrolle des Stoffnamens von 2,3-Dimethylbutan

Ziel:

Bei dieser Methode wird im kommunikativen Bereich geübt, eine Darstellungsform in eine andere Darstellungsform fachlich zu „übersetzen“. (Zum Beispiel: Überführung einer Zeichnung in einen beschreibenden Text und anschließend in ein Modell).

Der Umgang mit Fachwissen wird dadurch gefördert, dass bestimmte Regeln für Stoffnamen benutzt werden, nach denen sich die Stoffe gruppieren und sortieren, aber auch wiedererkennen lassen.

Im Bereich Erkenntnisgewinnung spielt die Darstellung von Stoffen im Teilchenmodell eine Rolle.

Folgende Kompetenzen können damit gefördert werden

K7 Beschreiben, präsentieren, begründen Schülerinnen und Schüler können naturwissenschaftliche Sachverhalte, Handlungen und Handlungsergebnisse für andere nachvollziehbar beschreiben und begründen.

UF3 Sachverhalte ordnen und strukturieren Schülerinnen und Schüler können naturwissenschaftliche Objekte und Vorgänge nach vorgegebenen Kriterien ordnen.

E8 Modelle anwenden Schülerinnen und Schüler können Modelle, auch in formalisierter oder mathematischer Form, zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage verwenden.

Schülermaterial zu „Stille Post“

Zu Beginn bekommt jedes Gruppenmitglied einen bestimmten chemischen Stoff zugeteilt. Um welchen Stoff es sich handelt, soll entweder am Namen, an der Strukturformel, an einer Beschreibung oder an einem Modell des Stoffs erkannt werden.

Deine Aufgabe ist es, den Stoff in einer anderen Weise so darzustellen, dass die Mitschüler ihrerseits erkennen können, um welchen Stoff es sich handelt.

Jedes Gruppenmitglied startet mit seinem Stoff und gibt sein Ergebnis an das im Uhrzeigersinn nächste Gruppenmitglied zur nächsten Änderung der Darstellungsform weiter.

Phasen	Arbeitsauftrag	
1. Phase	Zeichne die Strukturformel des Stoffes.	(2 Min.)
2. Phase	Beschreibe die Strukturformel in einem Text .	(5 Min.)
3. Phase	Baue nach dem Text ein Modell des Moleküls.	(5 Min.)
4. Phase	Leite aus dem Modell den Namen des Stoffes ab.	(2 Min.)
5. Phase	Kontrolliere den Namen des Stoffes.	(1 Min.)

Vier Karten mit unterschiedlichen Stoffnamen:

2-Methylbutan	2,2-Dimethylpropan
3-Ethylpentan	2,3-Dimethylbutan

5.2.3 Die Strukturlegetechnik

Die Strukturlegetechnik (am Beispiel Kräfte)

Anleitung

Bei dieser Übung müssen neue Begriffe (eventuell auch in ihrer Verbindung mit schon bekannten) sinnvoll miteinander in Beziehung gesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten dazu Kärtchen mit den entsprechenden Begriffen und müssen diese in einer Struktur auslegen, die ihr Verständnis der Beziehungen abbildet.

Ziele

Bei dieser Methode werden inhaltliche Zusammenhänge eines neu erworbenen Wissensbereiches strukturiert und visualisiert. Durch den Austausch und die Diskussion fachlicher Zusammenhänge gelangen Schülerinnen und Schüler zu einem tieferen Verständnis. (Wissens-Konstruktion, anknüpfend an individuellem Vorwissen). Im Bereich Kommunikation stellt die Aufgabe Anforderungen an Fähigkeiten zum fachlichen Begründen und Argumentieren.

Es gibt nicht die eine richtige Lösung, vielmehr zeigen die unterschiedlich gebildeten Strukturen die individuellen Lern- und Verarbeitungsprozesse der Schüler und Schülerinnen. Die Lösungen können allerdings mehr oder weniger sinnvoll sein. In jedem Fall bieten sie Anlässe zur fachlichen Diskussion und Argumentation und zur Klärung noch nicht verstandener Konzepte. Für Lehrpersonen können sich wertvolle Ansatzpunkte zum Verständnis von aktuellen Schülervorstellungen ergeben, die wiederum im Unterricht aufgegriffen werden können.

Folgende Kompetenzen können damit besonders gefördert werden

UF3 Sachverhalte ordnen und strukturieren Schülerinnen und Schüler können Prinzipien zur Strukturierung und zur Verallgemeinerung naturwissenschaftlicher Sachverhalte entwickeln und anwenden.

K8 Zuhören und hinterfragen Schülerinnen und Schüler können bei Diskussionen über naturwissenschaftliche Themen Kernaussagen eigener und fremder Ideen vergleichend darstellen und dabei die Perspektive wechseln

Tipp

Für die Einführung dieser Methode sollte man die Anzahl der Begriffe gering halten. Wenn die Schülerinnen und Schüler diese Übungsform beherrschen, können sie statt der Strukturlegetechnik die Concept-Map verwenden. Bei der Concept-Map werden die Zusammenhänge der Begriffe zusätzlich durch beschriftete Pfeile verdeutlicht, mit denen die Beziehungen zwischen Begriffen beschrieben werden.

Schülermaterial zur „Strukturlegetechnik“

Aufgabe

Du erhältst einen Bogen mit Kärtchen, auf denen Begriffe gesammelt sind, die wir im Unterricht kennengelernt haben. Bringe diese Begriffe in einen sinnvollen Zusammenhang. Gehe dabei in folgenden Schritten vor:

- Schneide die Begriffskärtchen aus und sortiere sie (Einzelarbeit EA). Begriffe, die du anderen Personen erklären könntest, legst du auf einen Stapel und Begriffe, die du nicht richtig verstanden hast, legst du auf einen zweiten Stapel.
- Kläre in Partnerarbeit (PA) die unklaren Begriffe! Habt ihr bei einem Begriff beide Erklärungsbedarf, schlagt den Begriff im Schulbuch nach.
- Ordne die Begriffe nach ihrer Bedeutung und Beziehung zueinander an und lege die Kärtchen entsprechend (EA).
- Vergleiche deine Lösung mit der deines Partners/deiner Partnerin (PA) und begründe, warum du die Karten so angeordnet hast.
- Stelle deine Lösung dem Plenum vor.

Hinweis

Es sind auch andere Präsentationsformen, z. B. Markt der Möglichkeiten, denkbar.

Kraftmesser	Kraft
Bewegung	elastisch
Richtungsänderung	Verzögerung
Beschleunigung	Form
plastisch	Newton



Intelligente
Übungsformen
(7322)

5.3 Übersicht über alle (weiteren) Materialien

Denke quer! Diese Übungsform fördert die Kommunikations- und Konzentrationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler. Dabei müssen sie Alltagserfahrungen mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen verknüpfen.

Doppelpack Doppelpack fördert die Fähigkeit, sprachlich korrekte, eindeutige Formulierungen anzuwenden. Die Schülerinnen und Schüler müssen sich flexibel auf die Gedanken der wechselnden Partner einstellen.

Lernquiz Beim Quiz lernt der/die Schüler/in, bereits erworbenes Wissen zu reproduzieren. Das Ziel ist es, Schnelligkeit und Sicherheit im Assoziieren zu erlangen.

Lerntempoduett Diese Methode gibt den Lernenden die Chance, im individuellen Tempo zu arbeiten und fördert damit das selbstbestimmte Lernen.

Memo Beim Memo geht es darum, bestimmte sich ergänzende Informationen mit-einander in Verbindung zu bringen, sich diese zu merken und zu reproduzieren. Im Wechsel mit anderen Methoden eignet es sich zum Erlernen und Einprägen von Lernstoffen.

Mosaikvortrag Der Mosaikvortrag schult das „dynamische Wissen“ – im Gegensatz zu starrem, auswendig gelerntem Reproduktionswissen – und damit die fachliche Diskussionsfähigkeit.

Sag's nicht! Diese Übungsform fördert die Kommunikations- und Konzentrationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler.

Stille Post Bei dieser Methode wird geübt, eine Darstellungsform in eine andere Darstellungsform fachlich zu „übersetzen“. (Z. B. Überführung einer Zeichnung in einen beschreibenden Text und anschließend in ein Modell).

5.3 Übersicht über alle (weiteren) Materialien

Strukturlegetechnik & Concept-Map Bei diesen Methoden werden inhaltliche Zusammenhänge eines neu erworbenen Wissensbereiches strukturiert und visualisiert. Durch den Austausch und die Diskussion fachlicher Zusammenhänge gelangen Schülerinnen und Schüler zu einem tieferen Verständnis.

Tandem Eine schriftliche Übungsform, bei der die Kontrolle und Korrektur durch die Mitschülerin bzw. den Mitschüler erfolgt.

Tabelle 5.1: Folgende Kompetenzen (Kernlehrplan Naturwissenschaften für die Gesamtschule) können beim Einsatz der Übungsformen gefördert werden:

Kompetenzen	Denke quer!	Doppelpack	Lernquiz	Lerntempoduett	Memo	Mosaikvortrag	Sag's nicht!	Stille Post	Strukturlegetechnik + Concept-Map	Tandem
Umgang mit Fachwissen										
UF1 Fakten wiedergeben und erläutern		X	X	X		✓	✓	X		✓
UF2 Konzepte unterscheiden und auswählen		X	✓	✓	✓	✓	✓	X		✓
UF3 Sachverhalte ordnen und strukturieren							X	✓	✓	
UF4 Wissen vernetzen	✓									
Erkenntnisgewinnung										
E8 Modelle anwenden								✓		
E9 Arbeits- und Denkweisen reflektieren	X									
Kommunikation										
K7 Beschreiben, präsentieren, begründen				X		X	✓	X	X	X
K8 Zuhören, hinterfragen	X	✓		✓		✓			✓	✓
K9 Kooperieren und im Team arbeiten		✓		X		X		X	X	X

✓: Kompetenz, die besonders gefördert wird. X: Kompetenz, die auch gefördert werden kann.

5.4 Erfahrungsbericht

Die Erfahrungen, die Lehrerinnen und Lehrer mit dem Einsatz der Übungsformen im Unterricht gemacht haben, sind durchweg positiv. Gerade durch den Wechsel geeigneter Übungsformen wird es den Schülerinnen und Schülern beim Üben nie langweilig. Sie lernen, sich zu konzentrieren, zuzuhören, zu argumentieren und prägen sich dabei die Fachinhalte fast spielerisch ein. Außerdem gelingt es ihnen besser, das neu erworbene Wissen mit ihrem Vorwissen zu verknüpfen.

An den Stellen, an denen es bei den Übungsformen Schwierigkeiten gegeben hat, haben wir in Form von Tipps für Lehrerinnen und Lehrer (s. o.) versucht, das Übungsmaterial noch leichter einsetzbar zu machen.

Zahlreiche positive Rückmeldungen aus den Workshops, in denen diese Materialien vorgestellt und ausprobiert worden sind, zeigen, dass die meisten Übungsformen zwar bekannt sind, aber bisher nur sehr selten eingesetzt wurden.

Der zunehmende Bekanntheitsgrad einer Methode verbessert die Konzentration der Schülerinnen und Schüler auf die inhaltliche Ebene und ermöglicht ihnen eine verstärkte Selbststeuerung.

5.5 Perspektive

Probieren Sie die Übungsformen einfach aus und lassen Sie dazu Ihre Schülerinnen und Schüler selbst Übungsmaterialien erstellen und/oder Feedback geben!

Viel Spaß und Erfolg!

5.6 Literaturhinweise

Edelmann, Walter und Simone Wittmann (2012). *Lernpsychologie – Mit Online-Materialien*. 7. vollständig überarbeitete Aufl. Langensalza: Beltz.

Meyer, Prof. Dr. Hilbert (2004). *Was ist guter Unterricht?* 1. Aufl. Berlin: Cornelsen Vlg Scriptor.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2011). *Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen – Lernbereich Naturwissenschaften*. Ritterbach Verlag.

6 Diagnoseinstrumente für die individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums

Hartmut Melzer

Gerade in Fächern wie Chemie, die auf den kontinuierlichen Aufbau verfügbaren Wissens angewiesen sind, ist es sinnvoll, wenn Schülerinnen und Schüler Gelegenheiten haben, ihren eigenen Leistungsstand zu erkennen, und wenn die Unterrichtenden erfahren, mit welchem Vorwissen sie tatsächlich rechnen können. Werkzeuge hierzu werden in diesem Aufsatz vorgestellt. Sie liefern wertvolle Informationen zur Gestaltung von Unterrichtsschwerpunkten sowie zur individuellen Förderung einzelner Schülerinnen und Schüler.

6.1 Projektbeschreibung und Zielsetzung

Lernpsychologische Erkenntnisse haben in den letzten Jahrzehnten Einsichten zur Entstehung und Organisation von Wissen hervorgebracht, die für die Planung und Optimierung von Lehr-/Lernprozessen in der Schule ausgesprochen wertvoll sind. Wissen besteht danach nicht einfach in einer Ansammlung von Einzelfakten, die wie auf einer Festplatte im Gehirn gespeichert wären. Wesentlich für eine Wissensstruktur, die zur Bewältigung von Aufgaben und Problemen geeignet ist, ist vielmehr eine sinnvolle Vernetzung von Erfahrungen, Fakten, Erklärungsmodellen. Diese lassen sich wiederum in hierarchisch organisierten Begriffen bzw. Konzepten bündeln, die den Zugriff auf das Wissensnetz sowie den kommunikativen Austausch über Sachverhalte erleichtern oder gar erst ermöglichen. Lernen bedeutet, neue Fakten und neue Vorstellungen angemessen mit der bestehenden Wissensstruktur zu verknüpfen, also das Wissensnetz zu erweitern oder auszudifferenzieren. In diesem Sinne ist Wissenserwerb kumulativ. Lernen gelingt umso besser, je intensiver es auf vorhandenem Wissen aufbauen kann.

Dieses gilt auch, vielleicht sogar in besonderem Maße, für das Lernen der Naturwissenschaften, da die Naturwissenschaften ihre Erkenntnisse systematisch und hierarchisch organisieren und ein angemessener Gebrauch fachlicher Konzepte ein spezifisches und präzises Verständnis erfordert. Anders als in manchen anderen Fächern folgt die Abfolge wesentlicher Lerninhalte bestimmten Notwendigkeiten. Es gibt zwar unterschiedliche Wege Naturwissenschaften zu erlernen, eine zugrundeliegende Sachstruktur muss jedoch in jedem Fall beachtet werden. Notwendig ist ein konsekutiver, systematischer Aufbau naturwissenschaftlicher Kompetenzen, der in gut angepassten Lernschritten erfolgen sollte. In diesem Zusammenhang ist guter Unterricht auf fundierte didaktische Entscheidungen angewiesen, die einerseits eine fachliche Logik, andererseits aber vor allem bestehendes Wissen der Lernenden zu berücksichtigen

6 Diagnoseinstrumente für die individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums

haben. Je nach Alter der Schülerinnen und Schüler kann dieses Wissen aus schulischen Lernerfahrungen, nicht nur im Fach Chemie, oder auch aus außerschulischen Lernprozessen stammen. Außerdem können Vorkenntnisse in einer Lerngruppe selbst bei ähnlichen Lernwegen durchaus unterschiedlich sein.

Um Lernprozesse optimieren zu können, ist es erforderlich, die bestehenden Vorstellungen in einer Lerngruppe möglichst differenziert zu verstehen. Das gilt nicht nur beim Abschluss einer Unterrichtsreihe, sondern in verschiedenen Phasen, die gewissermaßen Schlüsselstellen für das weitere Vorgehen darstellen. Während in Abschlusstests nach einem größeren Unterrichtsabschnitt Schülerinnen und Schüler zeigen sollen, was sie insgesamt gelernt haben und entsprechend leisten können (summative Überprüfung), sollen während des Lernprozesses durch so genannte Diagnoseaufgaben Informationen gewonnen werden, inwieweit bestimmte Teilziele bei einzelnen Lernenden bereits erreicht wurden und an welchen Stellen sie noch Schwierigkeiten haben (*formative Überprüfung*). Diese Informationen lassen sich nutzen,

- damit Unterrichtende das tatsächlich vorhandene fachliche Wissen und das Denken der Schülerinnen und Schüler zu Beginn einer Unterrichtsreihe einschätzen und auf dieser Basis angemessene pädagogische und didaktische Entscheidungen treffen können, um optimal an Vorwissensstände anknüpfen zu können,
- um den Wissensstand aus Nachbardisziplinen zu erfahren und damit Vernetzungen und Synergieeffekte zwischen den Fächern zu schaffen, bei dem auf Vorhandenes aufgebaut und auf überflüssige Redundanzen verzichtet werden kann, so dass man nicht immer wieder von vorn anfangen muss,
- damit Schülerinnen und Schüler zu Beginn einer Unterrichtsreihe Klarheit gewinnen, ob sie über für den weiteren Lernprozess notwendiges Wissen verfügen, und dieses Wissen auffrischen und sich bewusst machen,
- um Schülerinnen und Schüler beim Aufbau vernetzten Wissens, also bei der Entwicklung fachlicher und überfachlicher naturwissenschaftlicher Konzepte zu unterstützen,
- damit Lehrende und Lernende Wege absprechen können, diagnostizierte Schwierigkeiten mittels individualisierter Förderung zu klären und auszuräumen.

Unsere Projektgruppe setzte sich zum Ziel, entsprechende Diagnoseinstrumente zu entwickeln, in verschiedenen Klassen zu erproben und aufgrund der dabei gemachten Erfahrungen zu überarbeiten. Dabei kamen nicht nur Tests auf Papier zum Einsatz – auch Spiele und Experimente wurden als Diagnosemittel herangezogen.

Unsere Arbeit begann, basierend auf den Kernlehrplänen Chemie für das Gymnasium, im Rahmen der beiden inhaltlichen Schwerpunkte

- Oxidation und Reduktion bei Metallen und
- Struktur-Eigenschafts-Beziehungen in der Organischen Chemie.

6.2 Beispiele für experimentelle Diagnoseaufgaben am Anfang und am Ende einer Unterrichtssequenz

Für beide Schwerpunkte sollte eine Lernumgebung entwickelt und erprobt werden, die auf vorhandenen Fähigkeiten und dem Vorwissen der Schülerinnen und Schüler aufbaut, Möglichkeiten des individuellen Lernens realisiert und kompetenzorientierte Lernprozesse fördert. Dabei sollte am Beginn und/oder am Ende der jeweiligen Arbeit eine Diagnoseaufgabe eingesetzt werden.

Lernende und Lehrende profitieren gemeinsam von diesem Verfahren: Schülerinnen und Schüler erhalten – nicht in einer Beurteilungsumgebung, sondern bewusst in einer Lernumgebung – Gelegenheit, schnell Stärken und Schwächen zu erkennen und eventuelle Schwächen gezielt abzubauen. Die Unterrichtenden profitieren gleichfalls von diesem Verfahren, da sie schnell und objektiv eine Rückmeldung über Voraussetzungen bzw. Ergebnisse eines Lernprozesses erhalten und den Unterricht „nachsteuern“ können.

Die Projektgruppe „Diagnose und individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums“ setzte sich aus Kolleginnen und Kollegen folgender Schulen zusammen.

Freiherr-von-Stein-Gymnasium Leverkusen
Gymnasium der Stadt Frechen
Heinrich-Mann-Gymnasium Köln
Johann-Gottfried-Herder-Gymnasium Köln
Otto-Hahn-Schule Bergisch Gladbach
Städtisches Gymnasium Leichlingen
Werner-Heisenberg-Gymnasium Leverkusen

6.2 Beispiele für experimentelle Diagnoseaufgaben am Anfang und am Ende einer Unterrichtssequenz

Die folgenden Diagnoseaufgaben wurden im Zusammenhang mit der Erarbeitung der Konzepte Oxidation und Reduktion von Metallen erprobt.

Das Verständnis von Reaktionsabläufen, also Vorgängen, bei denen Oxidation und Reduktion auftreten, ist von fundamentaler Bedeutung für das Fach Chemie. Die Einführung eines erweiterten Redox-Begriffs ist einer der zentralen Schritte des Inhaltsfelds *Metalle und Metallgewinnung*. Allerdings baut der Erwerb sowohl von konzeptbezogenen als auch von prozessbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in diesem Bereich auf Vorwissen auf, das nach der Bearbeitung der Inhaltsfelder *Stoffe und Stoffveränderungen* (IF2) und *Luft und Wasser* (IF3) vorhanden sein sollte. Dazu gehören Kenntnisse, wie man Stoffumwandlungen durch chemische Reaktionen erkennen und beschreiben kann. Außerdem werden Fähigkeiten vorausgesetzt, einfache Experimente und Untersuchungen nach Anleitung unter Beachtung von Sicherheitsmaßnahmen weitgehend selbstständig durchzuführen und zu protokollieren.

Diesbezüglich vorhandene Kompetenzen, insbesondere zum Verständnis chemischer Reaktionen und dabei auftretender Energieumwandlungen, werden zu Beginn der Unterrichtssequenz in der experimentellen Diagnoseaufgabe *Blondierungsmittel* (siehe S. 84 Materialien 2–4) überprüft und somit den Schülerinnen und Schülern wieder bewusst gemacht. Es wird dabei ein gewisses Maß an



Experimentelle
Diagnoseaufgaben
(7323)

6 Diagnoseinstrumente für die individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums

Selbststeuerung gefordert. Hilfekarten und Musterlösungen unterstützen einerseits den Prozess, sich zu erinnern und helfen andererseits zu klären, an welchen Punkten noch Verständnisprobleme bestehen. Diese Probleme können dann, gegebenenfalls mit Hilfen der Lehrperson, individuell aufgearbeitet werden.

Anschließend daran kann mit der Lerngruppe der erweiterte Redox-Begriff erarbeitet werden. Der gesamte Unterrichtsgang dazu ist in der folgenden Tabelle kurz skizziert.

Themenblock	Inhalte
Eingangsdiagnose <i>Blondierungsmittel</i>	• Erhebung des Vorwissens zu Stoffumwandlungen und energetischen Vorgängen bei chemischen Reaktionen
<i>Der Kupferbrief</i>	• Kupfer reagiert mit (Luft-)Sauerstoff • Die Verbindung von einem Metall mit Sauerstoff nennt man Metalloxid. • Aufstellen von Wortgleichungen
<i>Gebrauchte Kupfermünzen – Kupfergewinnung durch Reduktion</i>	• Natürliches Vorkommen von Kupfer • Rückgewinnung von Kupfer aus Kupferoxid durch die Reaktion mit Eisen – Schülerversuch mit gebrauchten Kupfermünzen und Eisen; Möglichkeit zur anschließenden Förderung im Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen, hier das „Schreiben von Versuchsprotokollen“ • Wiederholung der Begriffe exotherm und endotherm, denn hier liegt eine exotherme Reaktion vor • Aufstellen der Wortgleichung • Die Aufnahme von Sauerstoff als Oxidation und die Abgabe von Sauerstoff als Reduktion zu benennen. • (ggf. Gesetz der konstanten Massenverhältnisse)
Übungs- und Diagnoseaufgabe <i>Wer ist der Sauerstofffavorit?</i>	• Übung zum Aufstellen von Wortgleichungen (Förderung im Bereich der konzeptbezogenen Kompetenzen) • Aufstellen der Redoxreihe • Definition und Zuordnung der Begriffe starkes und schwaches Reduktionsmittel



Experimentelle
Diagnoseaufgaben
(7323)

Am Ende der Unterrichtsequenz liefert eine Übungsaufgabe sowohl den Lernenden als auch dem Lehrenden Informationen, in welchem Umfang der Redox-Begriff verstanden wurde und beim Erlangen neuer Erkenntnisse angewandt werden kann (siehe S. 84/85 Materialien 5–9).

Zu der gesamten Unterrichtsreihe stehen folgende Materialien zum Download zur Verfügung

1. Info Lehrer , Versuch, Kompetenzen
2. Blondierungsversuch Schülerblatt, Versuch, Gedankenexperiment
3. Blondierungsversuch Hilfekarten I
4. Blondierungsmittel, Lösung, Versuch, Gedankenexperiment
5. Sauerstofffavorit Info Lehrer, Versuch, Kompetenzen

6.2 Beispiele für experimentelle Diagnoseaufgaben am Anfang und am Ende einer Unterrichtssequenz

6. Sauerstofffavorit Schülerversuch, Arbeitsblatt
7. Sauerstofffavorit Tabelle für die Schüler
8. Sauerstofffavorit Tabelle mit Beobachtungen
9. Schülerantworten zu Sauerstofffavorit
10. Hilfekarten: z. B. Glimmspanprobe
11. alternative Hilfekarten Reduktion, Oxidation, Sauerstofffavoritenreihe

6.2.1 Diagnose über ein Experiment am Anfang einer Unterrichtsreihe

Mit der experimentellen Aufgabe Blondierungsmittel (siehe S. 84, Material 2) zu Beginn der Unterrichtsreihe soll vor allem getestet werden, inwieweit Schülerinnen und Schüler vorher gelernte Konzepte, aber auch Methoden in einer neuen Situation zur Erkenntnisgewinnung einsetzen können. Die Lehrperson möchte wissen, ob die Lernenden in Beobachtungen das Vorliegen einer chemischen Reaktion erkennen können und diese unter Benennung der Merkmale und unter Verwendung angemessener Fachsprache beschreiben können. Außerdem soll festgestellt werden, ob es gelingt, die Ebenen der Beschreibung und der Deutung einer Beobachtung bewusst zu trennen.

Als Zweites sollen Fähigkeiten deutlich werden, chemische Reaktionen, insbesondere die damit verbundenen energetischen Vorgänge, auf einer Modellebene angemessen zu erklären.

Als Letztes ist das Ziel dieser Diagnoseaufgabe, die Beherrschung und situationsangemessene Verwendung elementarer chemischer Begriffe (Element, Verbindung, Analyse, Synthese) sowie von formalen Beschreibungen (mit einem einfachen Reaktionsschema) zu überprüfen.

Als „Gedankenstütze“ bei eventuellen Unsicherheiten, aber auch als Kontrolle zu ihren eigenen Vorstellungen stehen den Schülerinnen und Schülern Hilfekarten (siehe S. 84, Material 3) sowie Lösungsblätter (siehe S. 84, Material 4)) zur Verfügung.

Ergänzt werden kann die Diagnose durch eine Zusatzaufgabe, die sich besonders an schnellere oder leistungstärkere Teilgruppen wendet. Es handelt sich hier um ein Gedankenexperiment in zwei Teilen, das nur in bildlicher Form ohne nähere Beschreibung des Versuchsablaufs vorliegt. Mithilfe dieser Aufgabe kann die Lehrperson herausfinden, ob Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, bestehendes Wissen zu nutzen, um Fragestellungen eines nicht bekannten Experiments zu erkennen, und ob sie es schaffen, gut begründete Hypothesen zum Ausgang dieses Experiments zu formulieren. Eine nähere Beobachtung einer Gruppe bei der Durchführung der Aufgabe könnte auch Informationen liefern, in welcher Qualität Diskussionen und Argumentationen innerhalb der Gruppe ablaufen.

Im Folgenden sind die Diagnoseaufgabe *Blondierungsmittel*, eine exemplarische Hilfekarte sowie die Zusatzaufgabe dargestellt.

Weshalb Blondierungsmittel nicht zu lange aufbewahrt werden sollten

Simone S. entschließt sich nach einigem hin und her, ihre kurzen braunen Haare zu blondieren. Dafür kauft sie im Drogeriemarkt ein Blondierungsmittel. In der Verpackungsbeilage liest sie, dass der Hauptwirkstoff Wasserstoffperoxid (H_2O_2 /Wasserstoffperoxid ist eine Verbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff) ist, welches sich aber im Laufe der Zeit von selber zersetzt und somit die angemischte Blondierungscreme nicht über einen längeren Zeitraum aufbewahrt werden sollte. Aufgrund ihrer kurzen Haare benötigt sie nur die halbe Packung Blondierungsmittel und entschließt sich (entgegen der Empfehlung der Verpackungsbeilage) den Rest der Mischung für das nächste Mal auszubewahren.

Oh Schreck!! Nach einigen Tagen stellt sie entsetzt fest, dass das Fläschchen mit dem restlichen Blondierungsmittel geplatzt ist. Sie möchte der Ursache auf den Grund gehen.

Sie führt das folgende Experiment durch, bei dem sie die Zersetzung des Wasserstoffperoxids beobachtet. Damit der Vorgang nicht wieder mehrere Tage dauert, verwendet sie einen „Beschleuniger“ mit dem Namen Braunstein.

Geräte

Stativmaterial (Stativ, Muffe, Stativklemme), 1 großes Reagenzglas, 2 kleine Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Pipetten, durchborter Stopfen mit Glasspitze, Holzspan, Brenner, Streichhölzer, Schutzbrille

Chemikalien

ca. 5 mL Wasserstoffperoxid (H_2O_2), 1 kleine Spatelspitze Braunstein.

Chemikalie		H-Sätze	P-Sätze
Wasserstoffperoxid (H_2O_2) (w=3%)	Achtung 	H332	P101, P102, P103, P261, P271, P304+P340, P312
Braunstein	Gefahr  	H332, H302, H272	P221

Durchführung

Klammere das große Reagenzglas an das Stativ an, fülle in das große Reagenzglas mit dem Braunstein die Wasserstoffperoxid-Lösung aus dem kleinen Reagenzglas. Setze auf das große Reagenzglas den Stopfen mit Glasspitze.

6.2 Beispiele für experimentelle Diagnoseaufgaben am Anfang und am Ende einer Unterrichtssequenz

- A Überprüfe die Temperatur des Reaktionsgefäßes vor und nach der Reaktion durch Anfassen.
- B Fange das entstehende Gas in einem kleinen Reagenzglas über die Glasspitze auf und führe die Knallgasprobe durch. *(Benutze Infokarte I, wenn du zusätzliche Informationen benötigst.)* Wiederhole zur Sicherheit das Experiment noch einmal.
- C Fange das entstehende Gas in einem kleinen Reagenzglas über die Glasspitze auf und führe die Glimmspanprobe durch. *(Benutze Infokarte II, wenn du zusätzliche Informationen benötigst.)* Wiederhole zur Sicherheit das Experiment noch einmal.

Aufgaben

1. Beschreibe die Versuchsbeobachtungen.



2. Deute die Beobachtungen der beiden Nachweisreaktionen. *(Benutze Infokarte I+II, wenn du zusätzliche Informationen benötigst.)*



3. Erkläre die Rolle des „Beschleunigers“ Braunstein für die Reaktion. *(Benutze Infokarte I, wenn du zusätzliche Informationen benötigst.)*



4. Erläutere die Fachbegriffe: exotherm, endotherm und Aktivierungsenergie und wende sie auf den Versuch an. Das Energiediagramm für die Reaktion sieht folgendermaßen aus: Erläutere hieran die Funktion des Braunsteins. *(Benutze Infokarte IV, wenn du zusätzliche Informationen benötigst.)*

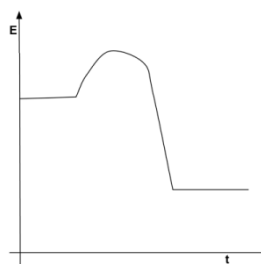


Kreuze die Lernampel an, ob du die Aufgabe mit oder ohne Hilfe gelöst hast.

rot: Aufgabe falsch oder nicht gelöst

gelb: Aufgabe mit Hilfe gelöst

grün: Aufgabe ohne Hilfe gelöst



5. Gib das Reaktionsschema in Worten an (*Hilfekarte IIa (ohne Formeln)*). Ordne den beteiligten Stoffen die Begriffe Element und Verbindung zu! Begründe, ob es sich bei der Reaktion um eine Analyse oder Synthese handelt!
6. Erläutere, warum es in Drogerien keine Blondierungsmittel gibt, die schwarze Haare blond färben.



Beispiel für eine Hilfekarte

Hilfekarte IIa zum Reaktionsschema (ohne Formel)

Das Edukt ist Wasserstoffperoxid.

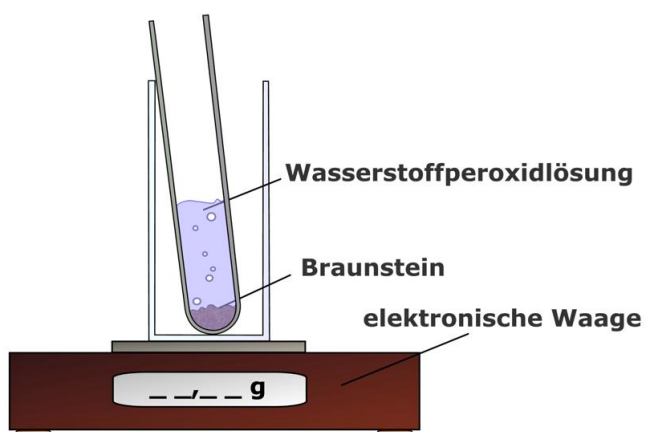
Der Braunstein kann entweder auf beide Gleichungsseiten geschrieben werden oder über den Reaktionspfeil, weil er nach der Reaktion unverändert vorhanden ist.

Es entstehen zwei Produkte:

- das von dir nachgewiesene Gas
- das dir bekannte Oxid des Wasserstoffs.

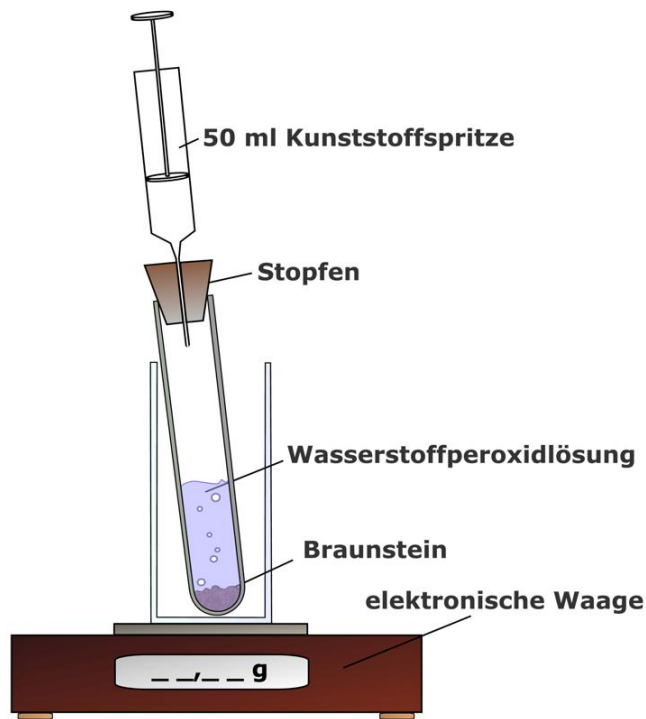
Zusatzaufgabe: Gedankenexperimente zum Blondierungsmittel

Gedankenexperiment Nr.1: Versuch mit Waage und offenem Reagenzglas



6.2 Beispiele für experimentelle Diagnoseaufgaben am Anfang und am Ende einer Unterrichtssequenz

Gedankenexperiment Nr. 2: Versuch mit Waage verschlossenen Reagenzglas



Aufgaben

- Erläutere, welche Fragestellungen mit diesen beiden Versuchen untersucht werden soll.
- Beschreibe die Durchführung und die zu erwartenden Beobachtungen für bei Experimente.
- Beschreibe die zu erwartenden Beobachtungen und begründe deine Hypothese.

6.2.2 Diagnose über ein Experiment am Ende einer Unterrichtsreihe

Am Ende der Unterrichtsreihe soll der Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler festgestellt werden. An dieser Stelle wird jedoch nicht ein üblicher Abschlusstest auf Papier verwendet, sondern ebenfalls wieder eine experimentelle Aufgabe. Es handelt sich dabei eigentlich um eine Übungs- und Transferaufgabe, die aber an dieser Stelle auch für diagnostische Zwecke eingesetzt wird. Die Lernenden untersuchen das Reaktionsverhalten verschiedener Metalle mit verschiedenen Metalloxiden, bei denen



Experimentelle
Diagnoseaufgaben
(7323)

teilweise Redoxreaktionen stattfinden. Über diese Versuche gelangen sie zu Erkenntnissen, in welcher Reihenfolge gängige Metalle stärker mit Sauerstoff reagieren und diesen binden können.

Mithilfe dieser Aufgabe können sich Lehrpersonen Informationen darüber verschaffen, wie sicher und routiniert ihre Lerngruppe chemisch experimentieren kann und welche Fehler oder Nachlässigkeiten dabei eventuell noch auftreten. Außerdem werden Fähigkeiten sichtbar, mit den in der Unterrichtreihe gelernten Konzepten zur Oxidation und Reduktion erfolgreich umgehen und sie auch in der Auswertung und in der formalen Darstellung ihrer Experimente angemessen anwenden zu können. Schließlich ist es interessant, ob die Schülerinnen und Schüler ihre neuen Erkenntnisse zur unterschiedlichen Reaktionsfähigkeit der Metalle auch sinnvoll strukturieren können und Erklärungen für diese Struktur finden.

Der Sauerstofffavorit

Gebrauchte (dementsprechend oxidierte) Kupfermünzen können mit Hilfe einer Reaktion mit Eisen wieder zu wunderschön glänzenden und wie neu aussehenden Kupfermünzen gemacht werden. Durch die Reaktion mit einem anderen Metall ist es also möglich, aus einem Metalloxid wieder elementares Metall zu gewinnen.

Doch funktioniert das zwischen allen Metallen und anderen Metalloxiden? Oder gibt es da Unterschiede?

Unter den vier Metallen Eisen, Kupfer, Magnesium und Zink soll in diesem Schülerversuch experimentell der Sauerstofffavorit ermittelt werden. Gemeint ist damit das Metall, das sich am leichtesten mit dem Sauerstoff verbindet und den Sauerstoff am stärksten festhält.

Für die Bestimmung benötigt man von jedem Metall auch sein Metalloxid.

Geräte

Tiegelzange, Spatel, Bunsenbrenner, Streichhölzer, sieben 4cm lange Magnesia-Rinnen

Chemikalien

Eisenpulver, Kupferspäne (zerkleinert), Magnesiumspäne (zerkleinert), Zinkpulver, Metalloxide in Pulverform: rotes Eisenoxid, schwarzes Kupferoxid, weißes Magnesiumoxid und weißes Zinkoxid

Durchführung



- Schutzbrille tragen!
- Gebt bei jedem Einzelversuche zunächst eine kleine Spatelspitze der Metallspäne bzw. des Metallpulvers auf die Magnesia-Rinne und deckt es dann mit einem der Metalloxid-Pulver vollständig ab.
- Haltet die Magnesia-Rinne mit Hilfe der Tiegelszange so lange in die nicht leuchtende Brennerflamme, bis das Gemisch durchgeglüht ist.
- Dokumentiert alle Versuche in einem Versuchsprotokoll. Notiert nach jedem Versuch eure Beobachtungen. Wichtig sind in diesem Zusammenhang das Glühverhalten und die Farben bzw. Farbänderungen der Stoffe. Notiert eure Schlussfolgerungen bezüglich einer Reaktion in der Tabelle.

Beobachtung

Haltet durch die Angabe von + bzw. – fest, ob eine Reaktion stattgefunden hat bzw. nicht stattgefunden hat.

	Eisenpulver	Kupferspäne	Magnesiumspäne	Zinkpulver
Eisenoxid		bekannt		
Kupferoxid	bekannt			
Magnesiumoxid				
Zinkoxid				

Wertet den Versuch aus

Hierzu stehen die Hilfekarten (zu 1 und 2) und Lösungskarten (zu 1, 3 und 4) zur Verfügung!

1. Notiert für die stattgefundenen Reaktionen die Wortgleichungen.
2. Gebt für jede Reaktion die Oxidation und die Reduktion an.
3. Erstellt nun für die vier Metalle eine Sauerstofffavoriten-Reihe. Den Sieger zuerst an die linke Seite und dann nach rechts mit abnehmender Tendenz die anderen Metalle.
4. Bleioxid kann mit Magnesium und mit Eisen reduziert werden. Blei reduziert Kupferoxid. Ordne Blei in die Reihe der Sauerstofffavoriten ein.



Experimentelle
Diagnoseaufgaben
(7323)

6.3 Aufgaben zur Selbstdiagnose im Verlauf eines Lernprozesses

Kompetenzorientierter Unterricht gelingt besser, wenn kumulatives Lernen für alle Beteiligten möglichst transparent wird. Lernende wollen sich vergewissern, was sie schon richtig verstanden haben bzw. schon können, Lehrpersonen benötigen Informationen, die für Entscheidungen zum weiteren Unterrichtsverlauf erforderlich sind. Es empfiehlt sich also, an bestimmten Stellen in den Unterrichtsverlauf kleine Überprüfungen des erreichten Lernstands unter ganz spezifischen Fragestellungen einzustreuen, sogenannte *formative Tests*. Damit diese den Unterrichtsrhythmus nicht stören, sondern eher auflockern, sollten sie kurz, spezifisch, informativ und mit wenig Aufwand der Auswertung verbunden sein. Sinnvoll sind hier u. a. kurze Aufgaben zur Selbstdiagnose, bei denen die Schülerinnen und Schüler die Auswertung selbst vornehmen können.

Zu Inhalten des Inhaltsfelds *Organische Chemie* (IF 11 des Kernlehrplans Gymnasium) wurden drei Typen von Selbstdiagnoseaufgaben erstellt. Auch bei diesen Formen der Diagnose geht es nicht um Beurteilung und Notenfindung, sondern darum, den Lernenden und den Unterrichtenden differenzierte Hinweise zum Stand des Lernens zu geben:

- Typ 1: Eingesetzt wurden relativ übliche Testaufgaben in einem stark eingrenzten Anwendungskontext, die den Schülerinnen und Schülern individuell zeigen, inwieweit sie einen bestimmten Zusammenhang verstanden haben. Im ersten Beispiel wird der Ablauf einer solchen Lernstandsdiagnose erklärt, anschließend ist ein Beispiel für diesen Aufgabentyp beschrieben.
- Typ 2: Eine andere, spielerische Form der Selbstdiagnose wurde in Anlehnung an das Kinderspiel „Bandolino“ entwickelt. Beispiele befassen sich mit den Inhalten „Chemische Reaktionen“ und „Funktionelle Gruppen und Bezeichnung von Estern“. Bandolino ist ein Zuordnungsspiel. Es muss ein Faden über vorhandene Kerben zu einander zuzuordnenden Elementen geführt werden. Eine Selbstkontrolle erfolgt über den Vergleich mit einer Abbildung zur richtigen Schnurführung auf der Rückseite.
- Typ 3: Eine dritte und wiederum spielerische Form der Selbstdiagnose in Partnerarbeit – „Ungleiche Paare“ – lehnt sich an das allseits bekannte „Memory“ an. Auch hierbei handelt es sich um ein Zuordnungsspiel, bei dem zunächst verdeckte Paare zusammengehöriger Elemente gefunden werden müssen. Im Vergleich zu Bandolino ist hierbei ein etwas komplexeres Verständnis erforderlich.

Die unten angegebenen Materialien zu Selbstdiagnoseaufgaben stehen zum Download zur Verfügung. Dabei beziehen sich die Materialien 1–6 auf den oben beschriebenen Typ 1, die Materialien 9–10 auf den Typ 2 und die Materialien unter 11 auf den Typ 3.

1. Ablauf einer Lernstandsdiagnose
2. Alkoholische Gärung
3. Alkoholische Gärung Lösung
4. Carbonsäuren

5. Carbonsäuren Lösung
6. Aufgabe und Lösung Ester
7. Mogelpackungen Kunststoffe
8. Mogelpackungen Kunststoffe (Lösung)
9. Bandolino Energie
10. Bandolino funktionelle Gruppen
11. Ein ungleiches Paar Energie

Im Folgenden werden Beispiele für diese Überprüfungsformen gezeigt.

6.3.1 Selbstdiagnose vom Typ 1

Aufgaben dieses Typs sind kein Selbstzweck oder Globaltest, sondern dienen dazu, Antworten auf ganz bestimmte Fragestellungen zu erhalten. Dementsprechend sollten sich Lehrkräfte sorgfältig überlegen, was genau sie wissen wollen und die Aufgabe präzise auf diesen Zweck zuschneiden. Die unten angegebene Beispielaufgabe etwa dient nur dazu festzustellen, ob Schülerinnen und Schüler wesentliche Schritte der alkoholischen Gärung (in einem veränderten Kontext) erkennen und formal-chemisch beschreiben können.

Die Vorgehensweise bei diesem Test lässt sich aus den Anleitungen für die Schülerinnen und Schüler erkennen. In Einzelarbeit können sie selbst entscheiden, ob sie eine Teilaufgabe mithilfe ihrer Aufzeichnungen oder ggf. des Lehrbuchs beantworten wollen, oder ob sie diese Hilfsmittel nicht benötigen. Im vorliegenden Beispiel wird einer Beantwortung ohne Hilfsmittel ein deutlich höherer Stellenwert eingeräumt, da es sich um einen elementaren chemischen Prozess handelt, der aus dem Gedächtnis jederzeit flüssig abrufbar sein sollte. Anschließend kann die Diagnoseaufgabe in einem ersten Schritt mit einer Lösungsfolie ausgewertet werden. Sollte sich dabei ergeben, dass nicht die volle Punktzahl erreicht wurde, sollten die Ursachen dafür gesucht werden. Leichtere Flüchtigkeitsfehler oder leichte Unsicherheiten sind dabei sicherlich weniger dramatisch zu werten (jedoch trotzdem für die Zukunft zu beheben) als Hinweise darauf, dass wesentliche Aspekte noch nicht richtig verstanden wurden. Die Lernenden sollten in einer solchen Situation auch mit Fragen an ihre Lehrerinnen und Lehrer wenden können, ohne wegen einer eventuellen Offenbarung von Wissenslücken eine schlechte Beurteilung befürchten zu müssen. Eine solche Verhaltensweise erfordert sicherlich einerseits klare Ansagen dazu, an welchen Stellen Leistungen erwartet und benotet werden sollen und an welchen nicht, andererseits ist sie nur möglich auf der Grundlage eines Vertrauensverhältnisses zwischen Lernenden und Lehrenden. Für alle Beteiligten muss deutlich sein, dass es um konstruktive Lernunterstützung und nicht um die Demonstration von Lerndefiziten geht.

Ablauf einer Lernstandsdiagnose

1. Schlage dein Buch und dein Heft zu, und nimm etwas zum Schreiben in die Hand!
2. Lasse das ausgeteilte Arbeitsblatt verdeckt vor dir liegen. Erst wenn der Lehrer dazu auffordert, drehe das Blatt um!
3. Versuche die Fragen bzw. Aufgaben zu beantworten!

Kreuze an, ob du die Frage ohne Hilfe
gelöst hast

oder ...

kreuze an, ob du das Buch und/oder
dein Heft als Hilfe zum Lösen der Fra-
ge verwendet hast!

Solltest du die Frage nicht beantwor-
ten können, kreuze nichts an!

Gelöst ohne Hilfe? (3 Punkte)	Gelöst mit Hilfe? (1 Punkt)	Erreichte Punkte
X		3
	X	1
		0

4. Werde fertig, bevor die vom Lehrer vorgegebene Zeit abläuft! Alle unbeantworteten Aufgaben geben keine Punkte!
5. Nachdem die Zeit abgelaufen ist, korrigiere deine Antworten mithilfe der Lösungsfolie (wird vom Lehrer vorgegeben), und schreibe auf, ob du drei, einen oder gar keinen Punkt bei den einzelnen Aufgaben erreicht hast. Addiere abschließend alle Punkte zusammen!
6. Wenn du nicht die volle Punktzahl erreicht hast, überlege dir, woran das gelegen haben könnte. In jedem Fall wirst du die Kenntnisse zum Lösen der Aufgabe im nächsten Unter-richtsabschnitt benötigen. Wenn du weitere Erklärungen brauchst, wende dich auch an deine Lehrperson.

Karl Dieb feiert Geburtstag

Nach einem Bankraub und einer Gerichtsverhandlung wird der Räuber Karl Dieb in ein Gefängnis eingeliefert. Er hat viel Zeit nachzudenken und beschäftigt sich mit verschiedenen Projekten. Unter anderem kommt er auf die Idee, sich für seinen Geburtstag etwas Wein zum Anstoßen selbst herzustellen.

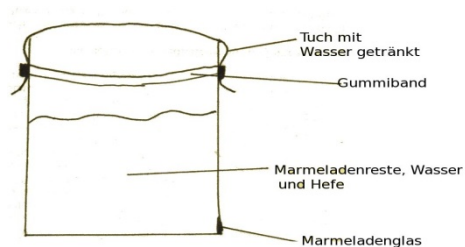
Der Knastbruder V. Erbrecher gibt K. Dieb den Tipp, ein halbvolles Marmeladenglas, etwas Backhefe und etwas Wasser aus der Küche zu besorgen. Damit ließe sich schon ein guter Fruchtwein herstellen. Kannst du Karl Dieb erklären, wozu er diese Zutaten braucht?

6.3 Aufgaben zur Selbstdiagnose im Verlauf eines Lernprozesses

Aufgabe:	Antwort:	Gelöst ohne Hilfe? (3 Punkte)	Gelöst mit Hilfe? (1 Punkt)	Punkte
Marmelade				
Wasser	Dies ist das Lösungsmittel in dem die Reaktion stattfindet.			
Backhefe				

Gib die Reaktionsgleichung zur alkoholischen Gärung an, und hilf V. Erbrecher, K. Dieb die chemischen Vorgänge zu erklären

Folgende Skizze hat V. Erbrecher angefertigt. Sie soll K. Dieb erklären, wie er den Wein herstellen kann. Erkläre K. Dieb auch, welches Problem er mithilfe eines in Wasser getränkten Tuches gelöst hat:



Problem: _____

Lösung: _____

Zeige auch anhand einer Strukturformel, woran man die Stoffgruppe Alkohol erkennt.

Aufgabe:	Antwort:	Gelöst ohne Hilfe? (3 Punkte)	Gelöst mit Hilfe? (1 Punkt)	Punkte
Reaktionsgleichung				
Woran erkennt man die Stoffgruppe Alkohol?				

Gesamtpunktzahl

6.3.2 Selbstdiagnose vom Typ 2

Ein Bandolino ist ein Spiel, bei dem paarweise Verknüpfungen von bestimmten Gegenständen zur Lösung bekannt sein müssen. Diese Paare können z. B. Bezeichnungen und ihre Definitionen bzw. Erläuterungen sein. Es lässt sich damit besonders gut üben, verwandte Begriffe anhand von bestimmten Kriterien voneinander zu unterscheiden. Im ersten Beispiel sind dementsprechend Begriffe zuzuordnen, die bei der Beschreibung chemischer Reaktionen eine wichtige Rolle spielen.

Geeignet sind auch Zuordnungen von gleichen Sachverhalten in unterschiedlichen Darstellungsformen. Im zweiten Beispiel etwa sind Strukturformeln mit der adäquaten Bezeichnung nach der Nomenklatur organischer Verbindungen zu verknüpfen. Außer diesen Beispielen bietet sich eine Fülle von anderen Einsatzmöglichkeiten an Stellen an, bei denen eins-zu-eins-Zuordnungen in einfachen oder auch komplexeren Zusammenhängen von Bedeutung sind. Derartige Bandolinos sind in Festigungs- und in Wiederholungsphasen gut einsetzbar

Bei den abgebildeten Bandolinos werden nach dem Ausdruck die beiden Seiten umgeklappt, so dass sich die „Kontrolle“ auf der Rückseite befindet. Die zuzuordnenden Begriffe sind nun auf der Vorderseite in den Spalten der Abbildung sichtbar. Jeweils ein Feld von links wird mit einem Feld von rechts über eine Schnur verbunden, wobei die Schnur auf der Rückseite zum nächsten Feld geführt

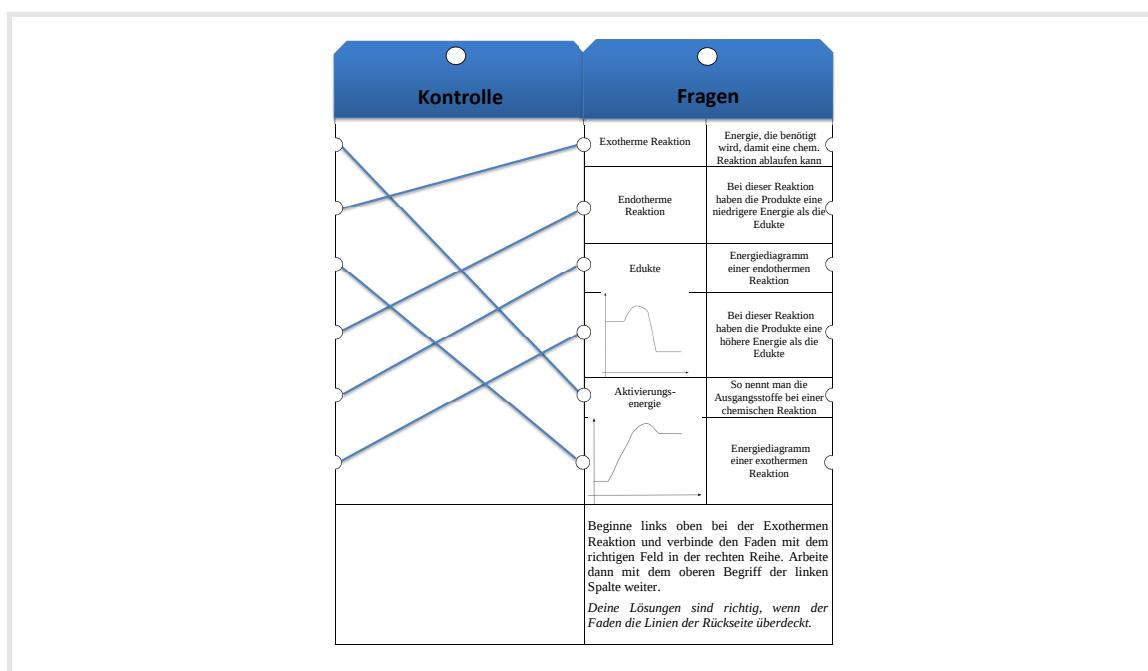


Abbildung 6.1: Bandolino zur Wiederholung: Chemische Reaktionen

6.3 Aufgaben zur Selbstdiagnose im Verlauf eines Lernprozesses

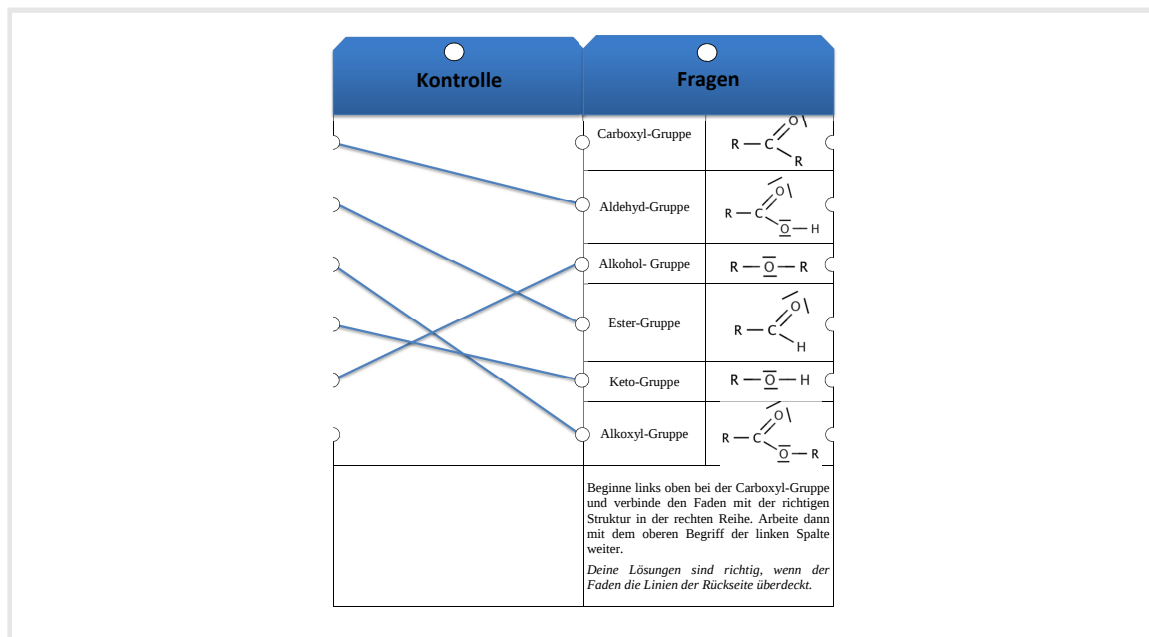


Abbildung 6.2: Bandolino zur Wiederholung: Funktionelle Gruppen

wird. Wenn alle Verbindungen hergestellt sind, lässt sich am Muster auf der Rückseite deren Richtigkeit leicht kontrollieren.

6.3.3 Selbstdiagnose vom Typ 3

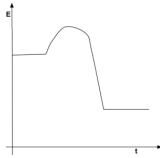
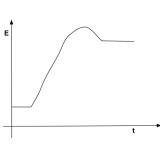
Beim Spiel „Ein ungleiches Paar“ werden, ähnlich wie beim Bandolino, paarweise Verknüpfungen hergestellt. Je nach Altersstufe können diese Verknüpfungen einfacher oder auch deutlich komplexer sein, bis hin zu Situationen, in denen die Zuordnung ein vertieftes Verständnis von Zusammenhängen erfordert. Die zu verknüpfenden Gegenstände werden auf separate Kärtchen geschrieben. Alle Kärtchen werden anschließend in einem Rechteckraster auf den Tisch gelegt, so dass die Informationen verdeckt sind. Die Spielenden drehen abwechselnd jeweils zwei Kärtchen um. Finden sie Zuordnungen, erklären sie diese und behalten die Kärtchen. Wenn keine Zuordnungen sinnvoll sind, werden die Kärtchen einfach wieder umgedreht. Es kommt nun darauf an, sich den Inhalt und den Ort der verschiedenen Karten gut zu merken, so dass man eventuell beim Aufdecken einer ersten Karte weiß, wo man den entsprechenden Partner finden kann.

Während die bisher beschriebenen Selbstdiagnosen für Einzelarbeit gedacht sind, macht diese Aufgabe vor allem mit einem Partner oder in einer kleinen Gruppe Sinn. Es erhält dadurch eine wichtige kommunikative Komponente, dass man ggf. die Zuordnungen den Mitspielenden gegenüber erklären und begründen muss. Wenn jemand eine Zuordnung nicht erkennt, wird ihm wahrscheinlich in einem der nächsten Spielschritte dieser Zusammenhang von jemand anderem erklärt, wobei natürlich eine zwanglose Gelegenheit zum detaillierten Nachfragen besteht.

Kartenbeispiel für die Selbstdiagnose „Ein ungleiches Paar“

Lege die Kärtchen mit der Rückseite nach oben in Form eines Rechtecks auf das Tuch. Der jüngere Spieler fängt an und dreht zwei Kärtchen um. Der Gegenspieler muss die Kärtchen ebenfalls sehen. Hat der Spieler zwei zusammengehörenden Kärtchen gefunden, so erhält er 1 Punkt und darf weitermachen. Findet er kein Pärchen so werden die Kärtchen wieder herumgedreht und sein Gegenspieler ist an der Reihe.

Es gewinnt der Spieler mit den meisten Punkten.

1 Mit ihr kann man das geringere Auskühlen von großen massigen Körpern erklären	8 Die Oberflächenvolumen-Regel	2 	5 
4 Energie-Diagramm für eine exotherme Reaktion	12 Energie-Diagramm für eine endotherme Reaktion	6 Aktivierungsenergie	28 Energie, die benötigt wird, damit eine chemische Reaktion ablaufen kann.
7 Bei dieser Reaktion haben die Produkte eine höhere Energie als die Edukte	37 Endotherme Reaktion	3 Exotherme Reaktion	9 Bei dieser Reaktion haben die Produkte eine niedrigere Energie als die Edukte
10 Definition einer Kalorie	22 Erhöht Temperatur von 1 L Wasser um $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$	11 Hierüber kann Wärmeverlust verhindert werden	14 Isolation
21 Energielieferant für den menschlichen Körper	39 Kohlenhydrate	13 Dieser Schwede erfand die Skala für unser Thermometer	16 Celsius
15 Energie-Grundumsatz eines erwachsenen Menschen	25 6000–7000 Kilojoule	17 Energie geht nicht verloren, ...	27 ... sondern wird umgewandelt

6.4 Fächerübergreifende Selbstdiagnose

Schülerinnen und Schüler an Gymnasien werden in drei verschiedenen naturwissenschaftlichen Fächern unterrichtet. Dabei werden sie zum Teil mit ähnlichen Konzepten konfrontiert, die Verbindungen der Fächer untereinander werden jedoch oft nicht klar, was wahrscheinlich zu schlecht vernetztem Wissen, in besonderen Fällen aber auch zu Verwirrung und Lernschwierigkeiten führen kann. Problematisch wird es z. B. dann, wenn unreflektiert unterschiedliche Konzepte für ähnliche Zusammenhänge verwendet werden oder auch gleiche Bezeichnungen bei unterschiedlichen Bedeutungen genutzt werden. Außerdem ist anzunehmen, dass durch unnötige Redundanzen bei der Einführung schlecht verbundener Fachinhalte nicht nur viel Zeit vergeudet wird, sondern auch vermeidbare Belastungen der Lernenden auftreten. Kompetenzorientierung erfordert in diesem Sinne, über die fachlichen Grenzen hinauszusehen und zu überlegen, in welchen Lernsituationen und an welchen Inhalten bestimmte Kompetenzen angelegt und in welchen Situationen sie dann aufgegriffen, genutzt und gegebenenfalls einen Schritt weiter entwickelt werden können.

An den meisten Schulen liegen nach dem ersten G8-Durchgang schuleigene Lehrpläne vor. Diese fachspezifischen Lehrpläne sind miteinander zu vergleichen und aufeinander abzustimmen. Diese Arbeit sollte an drei Zielsetzungen orientiert sein:

- Verbindliche Absprachen in den verschiedensten Bereichen (Entwicklung von Teilkompetenzen, verbindliche Experimente und Fachmethoden, Unterrichtsmethoden, Inhalte, Glossar etc.).
- Aufzeigen von Synergieeffekten zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern, die nicht nur einer zeitlichen Entlastung im Einzelfach dienen,
- sondern auch den Schülerinnen und Schülern den Aufbau vernetzten Wissens und überfachlicher naturwissenschaftlicher Kompetenzen ermöglichen.

Wie könnten Fachkonferenzen sinnvoll diese Aufgaben umsetzen? Und welche Rolle könnten hier Diagnoseaufgaben spielen?

- Ein erster Schritt ist der Vergleich der Lehrpläne. Als Beispiel ist unten der Atombau aufgeführt, der sowohl in der Chemie als auch in der Physik vorkommt.

Chemie Jg 7–9	Physik
Atomarer Aufbau der Materie Kern-Hülle-Modell Schalenmodell $\Rightarrow$ Elektronenkonfiguration (bis Ca)	identisches Modell wird in der Physik verwendet Eigenschaften von Materie
Atombau (Protonen, Neutronen, Elektronen), Isotope	Atomkern, Radioaktivität, ionisierende Strahlung
Bindung in Metallen (Elektronengasmodell, keine Kugelpackungen/Gitter; maximal Vergleich mit Ionenengitter)	elektrische Leitfähigkeit von Metallen, einfache Modelle von positiven Atomrümpfen und beweglichen Elektronen werden von der Physik verwendet

6 Diagnoseinstrumente für die individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums

- In einem zweiten Schritt muss geklärt und abgeglichen werden, welche Kompetenzen zu diesen Inhalten nach den schulinternen Curricula erworben werden sollen (z. B. Benutzung eines bestimmten Atommodells). In bestimmten Fällen bietet es sich noch an, zusätzlich ein Glossar zu erstellen, das für gleiche Begriffe Sichtweisen der unterschiedlichen Fächer zusammenführt.
- Dritter Schritt: Nun können die beteiligten Fachschaften gemeinsam eine Diagnoseaufgabe erstellen, die den zeitlich später unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen ermöglicht zu überprüfen, in welchem Umfang bestimmte Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern vorliegen.

Folgende Materialien stehen zum Download zur Verfügung:

- Materialien zu „Diagnoseaufgaben zu fächerübergreifenden Kompetenzen“
- Diagnoseaufgaben zum Atombau (Jahrgangsstufe 9)
- Aufgabe/Lösung in Form eines Fragebogens
- Lösungen zu den Diagnoseaufgaben zum Atombau
- Diagnoseaufgaben zum Energiebegriff
- Individuelle Förderung für prozessbezogene Kompetenzen, beispielhaft gezeigt am Inhaltsfeld Metalle und Metallgewinnung (Einführung eines erweiterten Redox-Begriffs)
- Infokarten (Streuversuch nach Rutherford),
- Ionenbildung und PSE (Periodensystem der Elemente), Kernladungszahl und Massenzahl,
- Kraft zwischen Ladungen

Ein Ausschnitt aus einem Selbstdiagnosebogen für überfachliche Kompetenzen im Bereich Atombau und Aufbau der Materie ist im folgenden Beispiel gezeigt. Er kann eingesetzt werden in der Jahrgangsstufe 9.

Selbstdiagnosebogen

Name:

Klasse:

Kann ich die folgenden Aufgaben zu Atommodellen sicher und richtig lösen?

Aufgabe 1

a  noch 99,9% der Strahlung

b 

Begründe den Weg der α -Teilchen unter a und b!

(5 Punkte)

Aufgabe 2

Kreuze an: Die Masse im Kern beträgt

- ☐ unter 25% ☐ ca. 50% ☐ ca. 82% ☐ über 99% der Atommasse

(1 Punkt) ☐

Aufgabe 3

Kreuze an: Die Ladung der Hülle ist ☐ positiv ☐ negativ

(1 Punkt) ☐

Aufgabe 4

Kreuze an: Das Volumen der Hülle nimmt

- ☐ unter 25% ☐ ca. 50% ☐ ca. 82% ☐ über 99%

des Atomvolumens ein.

(1 Punkt) ☐

Aufgabe 5

Kreuze an: Die Ladung des Kerns ist ☐ positiv ☐ negativ.

(1 Punkt) ☐

Aufgabe 6

Kreuze an: Die Aussage **Neutronenzahl = Massenzahl - Protonenzahl** ist

- ☐ richtig ☐ falsch.

(1 Punkt) ☐

Aufgabe 7

Kreuze an: Atomkerne sind ☐ positiv ☐ negativ ☐ nicht geladen

(1 Punkt) ☐

Aufgabe 8

Kreuze an: Protonen sind ☐ positiv ☐ negativ ☐ nicht geladen

(1 Punkt) ☐

6.5 Zusammenfassung und Ausblick

Beim ersten Zusammentreffen der Arbeitsgruppe bestanden zunächst nur diffuse Vorstellungen, wie das selbst gesteckte Ziel, die Erarbeitung von Diagnoseaufgaben, angegangen werden könnte. Es bildeten sich schnell mehrere Teilgruppen, die die Umsetzung unabhängig voneinander planten. Hierdurch entstanden unterschiedliche Ansätze, die anschließend von allen beteiligten Kolleginnen und Kollegen erprobt wurden. Die Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler und der Kolleginnen und Kollegen führten dann direkt zu einer Überarbeitung der Materialien.

Bei den Schülerinnen und Schüler kamen die Selbstdiagnose-Verfahren gut an. Nach anfänglicher Skepsis forderten sie solche Materialien regelrecht ein. Die Möglichkeit, früh eigene Wissenslücken ohne Leistungsdruck zu erkennen und zu reduzieren, wurde von vielen begrüßt und entsprechend genutzt.

Die Auswertung der fächerübergreifenden Diagnoseaufgaben zeigte teilweise Ergebnisse, die den anfänglichen Erwartungen nicht entsprachen. Der zeitliche Gewinn durch die Nutzung von Synergieeffekten etwa war bisher weitaus geringer als vermutet. Trotzdem hat die investierte Arbeit sich gelohnt. Die inhaltlichen Absprachen zwischen den Kolleginnen und Kollegen der verschiedenen Fächer

6 Diagnoseinstrumente für die individuelle Förderung im Chemieunterricht des Gymnasiums

erwiesen sich mit Blick auf Zieltransparenz, konsistente Konzeptbildung und Vernetzung zwischen den Fächern und nicht zuletzt eine systematische Entwicklung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen als vorteilhaft.

Diagnoseaufgaben liefern sowohl Lernenden als auch Lehrenden Hinweise auf Verständnisprobleme. Wenn diese Verständnislücken in der gesamten Lerngruppe vorliegen, etwa weil Aspekte im vergangenen Unterricht nicht oder nicht ausführlich genug behandelt wurden, ergeben sich wichtige Informationen für die generelle Unterrichtsplanung. Bei Diagnosen von individuellen Problemen müssen Lehrpersonen gegebenenfalls flexibel reagieren. Manchmal reichen unterrichtsbegleitende zusätzliche Erklärungen, manchmal ist es darüber hinaus sinnvoll, Hinweise oder Materialien zur Einübung und Vertiefung bereit zu stellen, nach denen Schülerinnen und Schüler Defizite selbstgesteuert oder mit Hilfe bearbeiten können. In jedem Fall muss das Ziel sein, Verständnisschwierigkeiten möglichst schnell zu erkennen und nicht zu groß werden zu lassen.

Gegen Ende der Projektphase setzte sich die Gruppe verstärkt mit der Frage auseinander, wie Kenntnisse im Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen erhoben und gefördert werden könnten. Es bieten sich erhebliche Chancen für Schülerinnen und Schüler, die eigentlich schon ein gutes konzeptionelles Verständnis besitzen und das Interesse haben, in Chemie noch einen Schritt weiter zu kommen. Vor allem Wettbewerbsaufgaben erscheinen hier unter Abwägung von Erstellungsaufwand und Potenzial besonders wertvoll, auf einem guten Einsteigerniveau z. B. die Aufgaben aus dem Experimentalwettbewerb *Chemie entdecken des Kölner Modells*. Teile der Aufgaben können für unterschiedliche Jahrgangs- und Leistungsstufen ausgewählt und durch zusätzliche Aufträge angereichert werden.

Im Bereich *Erkenntnisgewinnung* könnten diese etwa darin bestehen, das Beobachten von chemischen Vorgängen, insbesondere das sachgerecht getrennte Beschreiben und Deuten, einzuüben, bestimmten experimentellen Anleitungen die passenden Fragestellungen oder Hypothesen zuzuordnen, begründete Schlussfolgerungen zu ziehen sowie Regeln und Gesetzmäßigkeiten zu finden und zu verallgemeinern.

Im Bereich *Kommunikation* könnten Recherchen sowie Verfahren zur Dokumentation von Arbeitsergebnissen (Labortagebuch, Berichte usw.) sowie das Einüben des naturwissenschaftlichen Argumentierens im Vordergrund stehen.

Auch im Bereich *Bewertung* bieten sich zusätzliche Aufgaben an, etwa wenn es um Einschätzungen und Abwägungen zur Nutzung bestimmter Chemikalien oder chemischer Verfahren geht.

Erste Materialien dazu wurden zum Teil schon in Gymnasien (G8) getestet, erscheinen aber durchaus auch in anderen Schulformen als einsetzbar.

Insgesamt besitzt ein konsequenter Gebrauch von Diagnoseaufgaben nach unseren Erfahrungen ein erhebliches Potenzial für die Steuerung gemeinsamer und individueller Lernprozesse. Er lockert darüber hinaus den Unterricht auf und gibt Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, ihre eigene Kompetenzentwicklung zuverlässiger einschätzen zu können.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Modell des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses	9
2.2	Lehr-Lernmodell für kompetenzorientierten Unterricht nach Leisen	13
2.3	Prozessmodell einer kompetenzorientierten Reihenplanung	14
2.4	Phil, Paul, Lina und Sema bei der Arbeit	19
2.5	Teil des Vordiagnosebogens (Diagnose 1)	22
2.6	Einbezug und Mitwirkung der Eltern	22
2.7	Transparenz im Lernprozess	24
2.8	Lernplakat naturwissenschaftlicher Erkenntnisprozess	25
2.9	Teil eines Stundenblattes – didaktischer Kommentar für die Lehrperson	25
3.1	Auszug aus dem Aufgabenblatt der Lernenden	31
3.2	Einführungsseite Teil 1 – im Lernkontext ankommen	32
3.3	Einführungsseite Teil 2 – Das Lernen lohnt sich	33
3.4	Einführungsseite Teil 3 – Anknüpfung an das Vorwissen	34
3.5	Auszug aus der Hilfe „Lexikon“ – Kriterien für naturwissenschaftliche Fragestellungen .	35
3.6	Auszug aus Planungshilfe2 Stufe I – Herleitung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen	36
3.7	Auszug aus Planungshilfe2 Stufe II – Arbeitsaufträge zu den Bildern	37
3.8	Auszug aus Planungshilfe2 Stufe III – Durchführung und zurück zu den Fragestellungen	37
3.9	Auszug aus Planungshilfe1 – Versuchsmaterialien	38
3.10	Auszüge aus dem Methodenkoffer	39
3.11	Infoblatt: Vorgehensweise bei Lernumgebungen	44
4.1	Eine durchaus alltägliche Lerngruppe am Weiterbildungskolleg	47
4.2	Anforderungen an Lernszenarien	51
4.3	Fiktives Schreiben des Ordnungsamts als Ausgangspunkt	52
4.4	Auszug aus der Baumschutzsatzung Köln 2002 (***)	53
4.5	Baumschutzsatzung, vereinfachte Darstellung	54
4.6	Hilfe zur Textproduktion	55
4.7	Übersicht über das Lernarrangement	56
4.8	Arbeitsblatt zur Höhenbestimmung eines Baums	56
4.9	Versuchsaufbauten Windkraft	57
4.10	Hilfekarte zur Erstellung eines formalen Briefs	58
4.11	Kopf eines Musterbriefs	58

Abbildungsverzeichnis

4.12	Oberfläche einer LearningApp	60
4.13	Schülereinschätzungen der Arbeit in der Lernumgebung mit Begleitung durch Computer/ LearningApp	66
6.1	Bandolino zur Wiederholung: Chemische Reaktionen	96
6.2	Bandolino zur Wiederholung: Funktionelle Gruppen	97