

Marc Kleinknecht
Thorsten Bohl
Uwe Maier
Kerstin Metz
(Hrsg.)

Lern- und Leistungsaufgaben im Unterricht

Fächerübergreifende Kriterien
zur Auswahl und Analyse

VERLAG JULIUS KLINKHARDT
BAD HEILBRUNN 2013

k

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
<i>Uwe Maier, Thorsten Bohl, Marc Kleinknecht & Kerstin Metz</i>	
Allgemeindidaktische Kriterien für die Analyse von Aufgaben	9
<i>Henriette Hoppe & Kerstin Metz</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Deutsch	47
<i>Christina Druke-Noe & Samuel Merk</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Mathematik	75
<i>Claudia Nerdel, Knut Neumann, Lutz Stäudel & Markus Rehm</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in den Naturwissenschaften.....	95
<i>Knut Neumann</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Physik	101
<i>Claudia Nerdel</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Biologie.....	115
<i>Lutz Stäudel & Markus Rehm</i>	
Fachdidaktische Aufgabenanalyse in Chemie.....	127
<i>Monika Waldis</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Geschichte	145
<i>Margarete Diek</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Kunst	163
<i>Michael Pfitzner</i>	
Fachdidaktische Aufgabenanalysen in Sport.....	176
<i>Holger Arndt</i>	
Fachdidaktische Analysen von Aufgaben im Wirtschaftsunterricht	193
<i>Marc Kleinknecht, Thorsten Bohl, Uwe Maier & Kerstin Metz</i>	
Fazit und Ausblick. Aufgaben analysieren: Eine allgemeindidaktische und fachdidaktische Herausforderung	207
Autorenspiegel.....	221

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen. Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

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

2013.K. © by Julius Klinkhardt.
Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung
des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Foto Umschlag: © Graffzone / istockphoto.com.
Druck und Bindung: Friedrich Pustet, Regensburg.
Printed in Germany 2013.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

ISBN 978-3-7815-1930-5

dernd eingestuft als die Bearbeitung eines Diagramms, das bei seiner Bearbeitung grundlegendes Wissen über die Konventionen seiner Darstellung erfordert (Variablen, Achsenbelegung, Skalierung etc.). Ob diese Einordnung in unterschiedlichen biologischen Kontexten verallgemeinerbar ist, ist noch eine offene Forschungsfrage. Die Kategorie *Lebensweltbezug* ist bei Biologieaufgaben recht leicht zu handhaben, stellt für die Naturwissenschaften und insbesondere für die Biologie jedoch nur den einen Pol der Kategorie *Aufgabenkontext* dar. Daher könnte diese Kategorie erweitert werden, um die analysierten Aufgaben in ihren Inhalten und Themenbezügen detaillierter zu beschreiben.

5 Literaturverzeichnis

- Bayrhuber, H., Drös, R. & Kull, U. (Hrsg.) (2009). *Linder Biologie Schülerband 11, Bayern*. Braunschweig: Bildungshaus Schulbuchverlage, Westermann, Schroedel, Diesterweg, Schöningh Winklers GmbH.
- Germ, M. (2009). *Lernaufgaben als Kohärenzbildende Elemente in der naturwissenschaftlichen Lehrerbildung*. Kiel: Universitätsbibliothek. Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00004481 [1.10.2012]
- Institut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) (Hrsg.) (2009). *Lehrplan Biologie* (Gymnasium G8). <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/content/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26386> [26.01.13]
- Jatzwauk, P., Rumann, S. & Sandmann, A. (2008). Der Einfluss des Aufgabeneinsatzes im Biologieunterricht auf die Lernleistung der Schüler – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 263ff.
- Jungbauer, W. (Hrsg.) (2007). *Netzwerk Biologie 9 Bayern*. Braunschweig: Bildungshaus Schulbuchverlage, Westermann, Schroedel, Diesterweg, Schöningh Winklers GmbH.
- Kroß, A. & Lind, G. (2001). Einfluss von Vorwissen auf Intensität und Qualität des Selbsterklärens beim Lernen mit biologischen Beispielaufgaben. *Unterrichtswissenschaft*, 1(5), 2-25.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (Hrsg.) (2004). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie*. Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Biologie.pdf [26.01.13].
- Nitz, S., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2012) Entwicklung eines Erhebungsinstrumentes zur Erfassung der Verwendung von Fachsprache im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 117-139.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Stäudel, L. (2003). Der Aufgaben Check. In G. Becker, R. Bruder & H. Ball (Hrsg.), *Aufgaben* (S.16-17). Seelze: Friedrich Verlag.

Lutz Stäudel & Marcus Rehm

Fachdidaktische Aufgabenanalyse in Chemie

1 Aufgaben in der Chemie

Anspruchsvolle Lernaufgaben finden erst allmählich ihren Weg in den Chemieunterricht. In den Chemieschulbüchern herrschen vor allem zwei Varianten von Aufgaben vor, eine Art Testfrage im Anschluss an einen thematischen Abschnitt im Buch einerseits und andererseits eine sequenziell abzuarbeitende Handlungsaufforderung (Bölsterli, Rehm & Wilhelm, 2010). Letztere kann sowohl zum Experimentieren anleiten als auch die Beantwortung einer mehr oder weniger komplexen Fragestellung betreffen. Weiter verbreitet sind Lernaufgaben als von der Lehrkraft entwickelte und eher unabhängig vom Buch im Unterricht eingesetzte Elemente zur Gestaltung produktiver Lernsituationen. Wie in der Einleitung zu den naturwissenschaftlichen Fächern skizziert, ist diese Entwicklung dem nach TIMSS und PISA mit den SINUS-Projekten erfolgten Innovationsschub geschuldet: Aufgaben sollen selbstständiges Lernen ermöglichen, kognitiv herausfordern und gezielt den Aufbau fachbezogener Kompetenzen unterstützen. Die seit Mitte des letzten Jahrzehnts von vielen Institutionen und einigen Verlagen veröffentlichten Sammlungen von Aufgaben haben inzwischen eine vergleichsweise große unterrichtspraktische Akzeptanz erlangt, da sie selbst aus der Praxis stammen, in der Regel aus Entwicklungsprojekten, die den Vorstellungen von SINUS verpflichtet sind (Stäudel, 2004). Der Akzeptanz förderlich ist des Weiteren die Orientierung dieser „neuen Aufgabenkultur“ an den Strukturelementen der KMK-Standards von 2011. Für die naturwissenschaftlichen Fächer bedeutet dies übergreifend die Bezugnahme auf die Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Der Bereich Fachwissen ist in sogenannte Basiskonzepte unterteilt; für den Chemieunterricht im Besonderen sind das die Basiskonzepte „Struktur und Eigenschaften“, „Stoff-Teilchen-Beziehungen“, „chemische Reaktion“ und „Energieumsatz bei chemischen Reaktionen“.

2 Aufgabenstichprobe/Aufgabenauswahl

Bei der Auswahl der Aufgaben-Beispiele für die Analyse mit dem in diesem Band diskutierten Kategoriensystem haben wir verschiedene Sammlungen und Quellen einbezogen, so z.B. Publikationen aus den Landesinstituten der Länder, Publikationen zu aktuellen empirischen Studien, Materialien aus der Unterrichtspraxis von Lehrkräften sowie schließlich die Bildungsstandards selbst, die ihre Zielsetzungen bekanntlich mittels Beispielaufgaben zu veranschaulichen versuchen. Die Auswahl folgt dabei den Kompetenzfeldern der Standards, wobei – zur Orientierung der Leserin/des Lesers – jeweils nur die wichtigsten Bezüge zu Kompetenzfeldern und Basiskonzepten herausgestellt werden. Berücksichtigt wurden daneben auch unterschiedliche Aufgabenformate, z.B. Aufgaben zum Üben, Wiederholen und Vertiefen, die mittels Methodenwerkzeugen (Freiman & Schlieker 2001) gestaltet werden, Aufgaben zur Prüfung von Wissensbeständen, Aufgaben zum Einsatz mathematischer Hilfen für chemische Berechnungen (Tepner, Roeder & Melle, 2010) etc..

Die erste Aufgabe „*Wasser in seinen Aggregatzuständen*“ (Bartels, 2010) bezieht sich auf die Basiskonzepte „Struktur und Eigenschaften“ sowie „Stoff-Teilchen-Beziehungen“. Da nach einer modellhaften Beschreibung realer Phänomene gefragt wird, kommen neben dem Kompetenzfeld Fachwissen auch Aspekte der Erkenntnisgewinnung ins Spiel.

Die zweite Aufgabe „*Zuordnungen: Kochsalz*“ ist ein unveröffentlichtes Beispiel aus der Unterrichtspraxis und stammt von Willfried Gruner, Schleitz. Die Aufgabe wiederholt fachsprachliche Begriffe und Sachaussagen zum Kochsalz; in Bezug auf die Kompetenzfelder des Chemieunterrichts geht es hier um Fachwissen einerseits und Kommunikation andererseits.

Das dritte Aufgabenbeispiel „*Chemisches Rechnen: Silizium*“ (Tepner et al., 2010) berührt wiederum die Kompetenzfelder Fachwissen und Erkenntnisgewinnung: Ausgehend von einem grundlegenden Verständnis des Basiskonzeptes „Stoff-Teilchen-Beziehungen“ sollen Aussagen zum quantitativen Verhältnis von Element und Verbindung gemacht werden.

Bei den „*Zucker süßen Getränken*“ (Bartels, 2010) geht es im vierten Beispiel um die Beschreibung und den Vergleich bestimmter Verfahren, mithin um Kompetenzerwerb im Feld Erkenntnisgewinnung.

Und schließlich zielt das fünfte Aufgabenbeispiel auf Bewertungskompetenz, wenn unter der Überschrift „*Vom Acker in den Tank – Biosprit*“ (KMK, 2011) der ökologische Nutzen von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen diskutiert werden soll.

3 Aufgabenanalyse

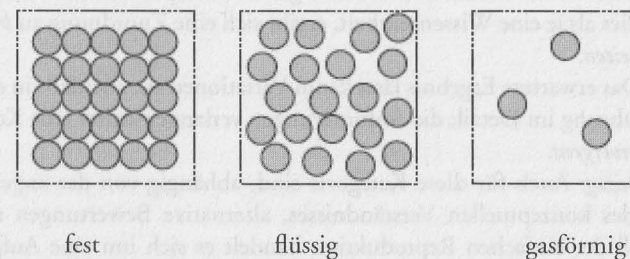
3.1 Wasser in seinen Aggregatzuständen

Wasser kann in verschiedenen Aggregatzuständen vorkommen. Stelle die Zustände zeichnerisch im Teilchenmodell dar und beschreibe sie.

Aufgabe 1 nach Bartels et al., 2010.

Diese so oder in ähnlicher Formulierung oft eingesetzte Aufgabe verlangt vom Lernenden den Wechsel von der Ebene realer Phänomene zur modellhaften Darstellung auf „Teilchenebene“. Da dies nur unter der Voraussetzung gelingen kann, dass entsprechendes Vorwissen bereits existiert, und da Wasser und seine Aggregatzustände in der Regel das stoffliche Beispiel der Wahl für die Vermittlung bilden, zielt die Aufgabe auf Reproduktion von zuvor Vermitteltem ab.

Als konkretes Ergebnis werden hier eine dreiteilige Skizze mit Beschriftung sowie ein erläuternder Text erwartet.



Die Autoren haben diese Aufgabe für die Jahrgangsstufen 5/6 konzipiert; sie bewerten sie vor diesem Hintergrund als Aufgabe mit mittlerem Anforderungsniveau.

Eine eindeutige Zuordnung zu den Subkategorien ist nicht auf jeder Ebene möglich, wie die Analyse zeigt.

Wissensart: Primär fragt die Aufgabe nach einem *Konzept*, nämlich der Vorstellung, dass Materie aus diskreten Teilchen aufgebaut ist. Die Art der Fragestellung lässt aber keinen Schluss zu, ob bei richtiger Antwort das Konzept des Diskontinuums (atomare Vorstellung) tatsächlich verstanden worden ist; im Gegenteil weisen empirische Befunde darauf hin, dass Teilchen- und Kontinuumsvorstellungen oft koexistieren (und insbesondere für den Gaszustand die Vorstellung anzutreffen ist, dass der Raum zwischen den Teilchen „mit Luft“ gefüllt wäre). Unter diesem

Gesichtspunkt kann es sich durchaus nur darum handeln, dass Faktenwissen – im Sinn des Wissens um eine fachliche Form der Darstellung – abgefragt und reproduziert werden soll.

Kognitive Prozesse: Die in der Aufgabe verlangte Zeichnung kann lediglich reproduziert werden, da das Teilchenmodell der Aggregatzustände das einfachste Modell auf der atomaren Ebene ist und also als erste einfache Modellvorstellung diskreter Teilchen – letztlich als Konstrukt der Naturwissenschaft – im Unterricht durch die Lehrperson eingeführt werden muss. Es ist kein Transfer aus zuvor Gelerntem möglich. Die Schülerinnen und Schüler können sich dieses Modell nicht selbständig herleiten, da auf der Teilchenebene keine Anschauung existiert und die Phänomene auf materieller Ebene nicht auf dieses Modell hinweisen, eher umgekehrt: in Kenntnis des Modells können eingeschränkte Erklärungsmöglichkeiten für bestimmte Phänomene (hier die Aggregatzustände) gegeben werden. Die Aufgabe fragt jedoch nicht nach Erklärungsmöglichkeiten für Phänomene, sondern lediglich nach dem Abbild des Teilchenmodells für die Aggregatzustände („...Stelle die Zustände zeichnerisch im Teilchenmodell dar ...“). Hier ist eine eindeutige Zuordnung im Sinne von *Reproduktion* angezeigt.

Wissenseinheiten: Voraussetzung für eine angemessene Antwort ist das Wissen um die Aggregatzustände einerseits und deren grafische Repräsentation andererseits; zählt man dies als je eine Wissenseinheit, ergibt sich eine Zuordnung zu *bis zu vier Wissenseinheiten*.

Offenheit: Das erwartete Ergebnis lässt kaum Variationen zu, allenfalls in der grafischen Ausführung im Detail; die Anforderungen verlangen daher eine Kodierung *definiert/konvergent*.

Lebensweltbezug: Auch für diese Kategorie sind, abhängig von der angenommenen Tiefe des konzeptuellen Verständnisses, alternative Bewertungen möglich. Für den Fall der einfachen Reproduktion handelt es sich um eine Aufgabe der Unterkategorie *ohne Bezug zur Lebenswelt* der Lernenden. Unter der Voraussetzung einer tieferen Durchdringung der Bezüge zwischen Phänomenen und ihrer naturwissenschaftlichen Deutung kommen durchaus konkrete Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler ins Spiel, etwa die unterschiedliche Festigkeit von Wasser und Eis, z.B. beim Schwimmen oder beim Schlittschuhlaufen. Zwar werden solche Erfahrungen nicht konkret als Aufgabenkontext thematisiert, die mögliche Verknüpfung von Teilchenkonzept mit lebensweltlichen Erfahrungen lässt aber auch eine Zuordnung zu *authentischem Lebensweltbezug* zu.

Sprachliche Komplexität: Aufgrund der einfachen und überschaubaren Aufgabenformulierung ist die Zuordnung zur Ausprägung *niedrig* hier eindeutig. Zwar müssen zwei zentrale Fachbegriffe verstanden werden: „Aggregatzustand“, „Teilchenmodell“. Diese Begriffe sind Gegenstand des naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts und – im Vergleich zu anderen naturwissenschaftlichen Begriffen

– weniger komplex. So ist der Begriff „Aggregatzustand“ lediglich eine Umschreibung von „fest-flüssig-gasförmig“ und kann bereits in der Grundschule adäquat angewandt werden. Das Teilchenmodell ist das einfachste Modell auf der atomaren Ebene. Auch wenn es ein Verständnis diskreter Atome nur sehr schwer gewährleistet – gerade weil es Komplexität stark reduziert – ist der Begriff „Teilchen“ statt „Atom“, „Molekül“ oder „Einheit“ der sprachlich am wenigsten komplexe.

Repräsentationsformen: Wir schlagen hier die Zuordnung *Eine* vor. Man könnte auch die Zuordnung *Integration* wählen, da die ikonische Darstellung der Aggregatzustände mit dem entsprechenden Begriff verknüpft werden muss. Letztlich existiert aber – fachlich gesehen – keine ikonische Darstellung, da diskrete Teilchen nicht sichtbar und naturwissenschaftlich als Atome nur mathematisch zu fassen sind.

3.2 Kochsalz

Salz

Jeden Tag nimmst du es mit Speisen zu dir, das Kochsalz.
Doch was weißt du eigentlich darüber?

Verbinde zusammengehörende Satzteile mit einer geraden Linie von Kreis zu Kreis.

Buchstaben, die **nicht** von einer Verbindungslinie berührt werden, ergeben von oben nach unten gelesen die Lösung.

Weil Kochsalz ein Bestandteil der Erdkruste ist, wird es bezeichnet als ...	o (T)	Hallstadt, Bad Ischl, Bad Reichenhall, ...
Meerwasser enthält etwa ...	o (S) o (O)	Ionen.
Salzbergwerke findet man z.B. in ...	o (T) o (A)	Pökeln (Einsalzen).
Die wässrige Salzlösung, die später eingedampft wird, heißt ...	o (L)	3% Salz.
Salz ist in Wasser ...	o (E) o (Z)	Natriumchlorid.
Salz ist in Benzin ...	o (S) o (W)	Mineral.
Kochsalz ist aufgebaut aus □	o (A)	NaCl.
Die chemische Formel von Kochsalz ist ...	o (M)	1g/kg Körpergewicht.
Seine chemische Bezeichnung ist ...	o (S)	Sole.
Das Konservieren von Lebensmitteln mit Kochsalz nennt man ...	o (E) o (S)	Natrium und Chlor.
Kochsalz entsteht bei der Reaktion von ...	o (S)	würfelförmig.
Kochsalz kristallisiert ...	o (L)	löslich.
Kochsalz ist in größeren Mengen giftig. Die tödliche Dosis ist ...	o (E) o (R)	unlöslich.

Aufgabe 2 nach Willfried Gruner, Schleitz (Beispiel aus der Unterrichtspraxis).

Diese Aufgabe dient, wie viele Aufgaben im Unterricht, der Wiederholung und Übung. Sie bedient sich eines spielerischen Formats, das, wie Domino, Memory oder Stille Post (Freiman & Schlieker, 2001) mit den sogenannten Methoden-

werkzeugen (Leisen, 2003) im Zusammenhang mit SINUS Einzug auch in den Chemieunterricht gehalten hat. Uns schien es interessant zu sein, auch eine Aufgabe dieses Zuschnitts mit dem diskutierten Kategoriensystem zu analysieren. Inhaltlich bezieht sich das Beispiel auf eine Unterrichtssequenz zum Kochsalz. Um die Aufgabe zu lösen, müssen die Schülerinnen und Schüler kurze fachsprachliche Sätze aus zwei Teilen sinnvoll zusammenstellen. Dabei können einige Aussagen auf der Basis von Fachwissen direkt vervollständigt werden.

Wissensart: Es geht um *Fakten* rund ums Kochsalz. Zwar variiert die Verarbeitungstiefe leicht, die Sätze können aber ohne *prozedurales bzw. konzeptionelles Wissen* ergänzt werden.

Kognitive Prozesse: Die Satzergänzungen setzen kein Verständnis über chemische Konzepte voraus, ein Beispiel hierfür ist die Zuordnung der Satzteile „Salz ist in Wasser“ – „löslich“ bzw. „Salz ist in Benzin“ – „unlöslich“. Die Beurteilung der Löslichkeit mit Hilfe des „Struktur-Eigenschaft-Konzepts“ wäre dann möglich, wenn mittels der Strukturformeln (von Wasser bzw. Benzin) argumentiert werden müsste und nicht nur mit den Begriffen Wasser bzw. Benzin. Wir ordnen diese Aufgabe daher der Ausprägung *Reproduktion* zu. Wenn Schülerinnen und Schüler Sätze ergänzen, indem sie schlussfolgerndes Denken anwenden (z.B. der Satz muss grammatikalisch richtig sein oder der Satz darf nicht sinnlos sein), dann verlässt die Aufgabe das Feld der Chemie, schult aber dennoch schlussfolgerndes Denken.

Wissenseinheiten: Da es sich um einzelne Wissens Elemente sehr unterschiedlicher Art handelt, ist deren Zahl entsprechend groß, was nicht zu dem Schluss verleiten sollte, die Aufgabe würde in dieser Hinsicht hohe Anforderungen stellen. Die Bestimmung der notwendigen Wissens einheiten für jede Teilaufgabe wäre hier nötig, kann aber aus Platzgründen nicht geleistet werden: Als Beispiel führen wir hier die folgende Teilaufgabe an: „Die chemische Formel von Kochsalz ist“ – „NaCl“. Hierzu sind zwei Wissens einheiten nötig, nämlich die Wissens einheit „Formel“ sowie die Wissens einheit „Kochsalz = Natriumchlorid“ (wobei die Gleichsetzung von Kochsalz und Natriumchlorid eine leichte fachliche Unschärfe enthält, Kochsalz ist letztlich mehr als nur Natriumchlorid, was auf jeder käuflichen Kochsalzpackung nachgelesen werden kann.)

Offenheit: Die Zuordnungen müssen eindeutig sein, damit „das Spiel aufgeht“, somit ist die Offenheit sehr stark eingeschränkt. Wir ordnen die Ausprägung *definiert/konvergent* zu.

Lebensweltbezug: Es ist aus unserer Sicht *kein Lebensweltbezug* vorhanden. Jedoch nützt ein gutes Allgemeinwissen auch aus nicht-naturwissenschaftlichen Bereichen bei der Lösung der Aufgabe, etwa wenn eine Schülerin oder ein Schüler weiß, dass „hal“ ein germanischer Wortstamm ist, der für Salz steht.

Sprachlogische Komplexität: Es geht um kurze einfache Aussagesätze, die zwar Fachwissen erfordern, z.B. die Zuordnung unterschiedlicher Fachbegriffe, die Sprachlogik ist aber eher *gering*.

Repräsentationsformen: Die mentale Beweglichkeit, die aufgrund unterschiedlicher Repräsentationsformen möglich wäre (Maier, Bohl, Kleinknecht & Metz, 2013, in diesem Band) ist eher gering. Zwar müssen zwei unterschiedliche Textsorten kombiniert werden (sprachlicher Text und chemischer Formeltext). Es ist aber fraglich, ob es sich hierbei um die Ausprägung *Integration* handelt oder ob es sich aufgrund der Aufgabenstellung „Zuordnung von Satzteilen“ nicht eher um die Ausprägung *eine Repräsentationsform* handelt.

Anzumerken bleibt, dass das Spielerische als Charakteristikum dieser Aufgabe nicht erfasst werden kann. Dies dürfte in ähnlicher Weise auch um andere Spielformate gehen, z.B. wenn bei einem Chemie-Memory Formeln und Trivialnamen zugeordnet werden müssen oder bei einem Kärtchentisch, der die Organisation oder Reorganisation von Wissen unterstützt.

3.3 Chemisches Rechnen – Silicium

Aufgabe 2

Silicium (Si) findet bei der Herstellung von Solarzellen und Computern Anwendung. Es wird aus Quarz (SiO_2) hergestellt. Wie viel Gramm Quarz werden benötigt, um 10 g Silicium herzustellen? Um die Aufgabe zu lösen, kannst du auf einem ähnlichen Wege vorgehen, wie du ihn in dem „Aluminiumoxid-Beispiel“ kennen gelernt hast.

Angaben:

$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$

$M(\text{Si}) = 28 \text{ g/mol}$



Schwimmbaddach mit Solarzellen

www.solarserver.de/solarmagazin/index.html, Zugriff am 12.1.2004

Aufgabe 3 nach Tepner et al. (2010), 229.

Die Stöchiometrie ist die Lehre von den Mengenverhältnissen in regulären chemischen Verbindungen. Die hier betrachtete Aufgabe bezieht sich trotz einer auszuführenden einfachen (stöchiometrischen) Rechnung im Kern auf die Tatsache, dass Atome eines bestimmten chemischen Elements aus Atomen gleicher Masse bestehen und sich daher die Massenverhältnisse in Verbindungen auf einfache Weise aus den betreffenden Formeln und den einem Element zugeschriebenen Massen ableiten lassen. Statt einzelne Atome zu betrachten, wurde als Bezugseinheit im Verlauf der Entwicklung der Chemie das „Mol“ festgelegt: Das Mol ist die Stoffmenge, die aus ebenso vielen Einheiten besteht, wie Atome in 12 Gramm des Nuklids Kohlenstoff-12 (Isotop ^{12}C) enthalten sind.

In der vorliegenden Aufgabe, die von der Essener Forschungsgruppe um Insa Melle im Zusammenhang mit der Untersuchung der Lernwirksamkeit von Aufgaben in der Jahrgangsstufe 9 des Gymnasiums eingesetzt wurde, geht es um die Herstellung von Silizium aus Quarz, das in reiner Form aus Silizium-Dioxid besteht. Sobald man auf Basis der mit der Aufgabenstellung gelieferten Informationen das Verhältnis von Silizium als Element ($M(\text{Si}) = 28 \text{ g/mol}$) und dem Oxid ($M(\text{SiO}_2) = M(\text{Si}) + 2 \cdot M(\text{O}) = (28 + 2 \cdot 16) \text{ g/mol}$) festgestellt hat, bleibt nur noch eine einfache Dreisatzrechnung durchzuführen:

Wenn man für 28 g Silizium 60 g Siliziumdioxid benötigt, wie viel davon braucht man dann zur Herstellung von 10 g?

Analysiert man diese Aufgabe mit dem vorgeschlagenen Kategoriensystem, dann kommt man zu folgendem Ergebnis:

Wissensart: Zur Lösung der Aufgabe wird die Kenntnis des Mol-Konzepts benötigt, ebenso aber auch die Fähigkeit, es auf eine konkrete Fragestellung anzuwenden. Mithin ist hier die Unterkategorie *Konzepte* zutreffend. Für die geforderte Berechnung ist zudem der Umgang mit dem Dreisatz gefragt; d.h. neben Konzeptwissen ist zur Lösung der Aufgabe auch *prozedurales Wissen* notwendig.

Kognitive Prozesse: Die Bewertung hängt hier davon ab, wie sich die Einbettung der Aufgabe in den vorherigen Unterricht konkret gestaltet. Der Hinweis am Ende des Aufforderungstextes „Um die Aufgabe zu lösen, kannst du auf einem ähnlichen Wege vorgehen, wie du ihn in dem ‚Aluminium-Beispiel‘ kennen gelernt hast.“ deutet auf eine Musteraufgabe und deren Lösung hin, an die sich die Silizium-Aufgabe anlehnt. Unter dieser Bedingung handelt es sich um einen *nahen Transfer*. Wird die Aufgabe ohne diese Verknüpfung gestellt und liegt die Erarbeitung des Molbegriffs und seiner mathematischen Bedeutung bereits länger zurück, dann trifft eher die Unterkategorie *weiter Transfer* zu, auch wenn die Berechnung selbst elementar ist.

Wissenseinheiten: Betrachtet man ausschließlich das Mol-Konzept, dann handelt es sich hier um *eine einzige Wissenseinheit*; von einem außer-fachlichen Standpunkt aus muss aber mindestens eine weitere Wissenseinheit in Betracht gezogen

werden: zur Lösung erforderlich nämlich ist das Wissen um die Konvention der Aufstellung chemischer Formeln und daraus abgeleitet die Fähigkeit, aus der kodierten Information „SiO₂“ auf die Mengen- bzw. Zahlenverhältnisse der beteiligten Elemente zu schließen, mithin wäre Unterkategorie *bis zu vier Wissenseinheiten* anzunehmen. Die Kodierung „bis zu vier Wissenseinheiten“ deckt dann auch die durchzuführende Dreisatzrechnung mit ab.

Offenheit: Die Aufgabe ist nicht ergebnisoffen, zumal sie von idealisierten Umsetzungen (ohne Verluste bei einer realen Produktion) ausgeht. Für den Lösungsweg sind Alternativen bei der Abfolge der Schritte denkbar, insgesamt aber erscheint die Aufgabe als *definiert* und *konvergent*.

Lebensweltbezug: Das der Aufgabe zugehörige Foto weist auf einen realen Bezug hin, nämlich die Verwendung von Silizium in Fotovoltaik-Anlagen. Damit ist eine *formale Beziehung zur Lebenswelt* gegeben. Die Aufgabenstellung selbst greift dies nicht wieder auf, die Berechnung folgt idealisierten Vorstellungen von chemischen Reaktionen ohne Hinweis auf z.B. technische Verluste bei der Produktion. Der Lebensweltbezug ist eher ein Motivationselement.

Sprachlogische Komplexität: Diese ist vergleichsweise niedrig, allenfalls der Umstand, dass die Angaben zu den Molmassen ausgegliedert sind, bei der Rezeption aber im Kontext gelesen werden müssen, stellt eine Hürde im Sinne bereichsspezifischer Lesefähigkeit dar. Die chemiespezifischen Kodierungen, also Formeln und Molmassen, bedeuten bei angemessener Platzierung der Aufgabe im Zusammenhang einer Unterrichtssequenz in Klasse 9 oder 10 keine besonderen Anforderungen an die Lernenden. Zutreffend erscheint in diesem Fall Unterkategorie *niedrig*. Sollte die Aufgabe als Testaufgabe eingesetzt werden, die kumuliertes Wissen bzw. den Stand der Kompetenzentwicklung abfragen soll, dann müsste die Bewertung nicht nur in dieser Unterkategorie neu überdacht werden. D.h. die sprachlogische Komplexität hängt streng von der Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler ab, da keine Hilfen gegeben werden können.

Repräsentationsformen: Hier liegt eine Transformation der Repräsentationsformen vor. Der Fließtext mit dem illustrierenden Foto (Aufgabengegenstand) muss in eine mathematische Gleichung und deren Berechnung bzw. Lösung transformiert werden. Wir ordnen die Aufgabe daher der Ausprägungsform *Transformation* zu.

3.4 Zuckersüße Getränke

32. Zuckersüße Getränke

Im Rahmen der Gesundheitserziehung hat Lisa erfahren, dass viele Getränke sehr viel Zucker enthalten. Nun möchte sie wissen, wie viel Zucker in ihrem Lieblingsgetränk Cola enthalten ist. Welche Möglichkeiten gibt es, den Zuckergehalt zu bestimmen?

Nenne Vor- und Nachteile der Vorgehensweisen.



Foto: U. Pfohl

Aufgabe 4 nach Bartels et al. (2010), 37.

Diese Aufgabe, ebenfalls für die Jahrgangsstufen 5/6, wird von den Urhebern unter dem Gesichtspunkt „Bewerten“ geführt, hier dann als Aufgabe mit hohen Anforderungen an die Lernenden.

Zunächst einmal sei festgestellt, dass hier Bewertungskompetenz unter einem sehr eingeschränkten Blickwinkel verstanden wird, nämlich als fach-immanenter Vergleich verschiedener möglicher Vorgehensweisen bei der Lösung des angerisenen Problems. Solche Kompetenzen können aber mit mindestens gleicher Berechtigung dem Bereich „Erkenntnisgewinnung“ zugeordnet werden, der auch Metawissen um die Reichweite und Bedeutung verschiedener Verfahrensweisen enthält.

Wie die erwartete Lösung aussehen könnte, kann faktisch nur vor dem Hintergrund des vorausgehenden Unterrichts geklärt werden. Das heißt: Je nach Unterrichtsgestaltung kann die Aufgabe durch die Aktivierung deklarativen Wissens bewältigt werden. Dann nämlich, wenn der Unterricht die jeweiligen Verfahrensweisen sehr konkret behandelt hat und zur Lösung der Aufgabe lediglich das wiedergegeben werden muss, was im Unterricht behandelt wurde. Werden aber im Chemieunterricht Kompetenzen aus dem Bereich allgemeiner chemischer Verfahrensweisen erworben (Titration des gelösten Zuckers), die hier im Sinne eines Transfers zur Anwendung kommen, handelt es sich um eine Aufgabe aus dem Bereich der „Erkenntnisgewinnung“. Die Zuordnung zu den Klassen 5/6 schließt aus, dass es hier um eine chemische „Bestimmung“ im engeren Sinn gehen könnte, also etwa die Isolierung oder Titration des gelösten Zuckers. Anzunehmen ist, dass zuvor ein Experiment durchgeführt worden ist, bei dem gezeigt wurde,

dass eine Cola-Dose in Wasser untergeht, eine gleich große mit Cola light aber schwimmt (vgl. z.B. Tillmann, 2000). Dieser Effekt wird dann als Folge unterschiedlicher Dichte der beiden Flüssigkeiten gedeutet. Daraus könnte als Untersuchungsmethode für den Zuckergehalt das Wiegen von abgemessenen Mengen der fraglichen Getränke angeleitet werden. Mit Hilfe einer Eichgeraden, auf die man die steigenden Dichten von Zuckerlösungen mit steigendem Gehalt aufträgt, kann dann der Zuckergehalt eines Getränks abgeschätzt werden. Da weitere Inhaltsstoffe die Dichte nur sehr wenig beeinflussen, ist dieses Verfahren vergleichsweise treffsicher.

Eine etwas weniger systematische Untersuchung könnte darin bestehen, die Masse von z.B. 100 ml des Getränks mit dem gleichen Volumen Wasser zu vergleichen, dem man nach und nach immer mehr Zucker zufügt und dabei das Volumen jeweils korrigiert.

Vorschlägen könnten Schülerinnen und Schüler auch, das Getränk „einzudampfen“, bis alles Wasser „verschwunden“ ist. Ob sie dabei den kritischen Einwand berücksichtigen, dass Zucker beim Eindampfen karamellisiert und teilweise zersetzt wird, hängt wiederum vom vorausgehenden Unterricht ab.

Am schnellsten geht im Vergleich wohl die Informationsentnahme aus dem Etikett, jedoch würde dies eine sehr offene Interpretation der Frage „Wie kann man den Zuckergehalt bestimmen?“ voraussetzen.

Wissensart: Wie bereits in der Charakterisierung der Aufgabe ausgeführt, geht es um mögliche *Prozeduren*. Benötigt wird allerdings auch Faktenwissen, etwa die Bedeutung der Begriffe Dichte und Lösung; daher kann zusätzlich auch mit *Fakten* kodiert werden.

Kognitiver Prozess: Die Einordnung ist abhängig vom Vorwissen bzw. vom vorhergehenden Unterricht. Die Zuordnung kann hier zwischen *Reproduktion* und *weiter Transfer* variieren.

Wissenseinheiten: Wiederum in Abhängigkeit von den Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler und erwarteter Antwort erscheint *bis zu 4 Wissenseinheiten* zutreffend, gegebenenfalls aber auch *mehr als 4 Wissenseinheiten*. Dies betrifft insbesondere das Verhalten von Zucker beim Erhitzen sowie die Proportionalitätsbetrachtungen, die im Zusammenhang mit Lösungsgehalt und Dichte erforderlich sind.

Offenheit: Zwar ist auch die Beurteilung der Offenheit in gewissem Umfang von den Erwartungen an die Lösung der Aufgabe abhängig, jedoch lässt die ergänzende Aufforderung zur Bewertung der Möglichkeiten die Annahme zu, dass tatsächlich freie Äußerungen zum Sachverhalt gewünscht sind (*ungenau/divergent*). Ohne diesen Zusatz wäre die Aufgabe eher der Kategorie *definiert/divergent* zuzuordnen.

Lebensweltbezug: Trotz ergänzender Abbildung und Bezugnahme auf ein „Lieblingsgetränk“ erscheint der Lebensweltbezug als *konstruiert*. Schließlich würde

sich eine Schülerin oder ein Schüler im realen Leben eher auf anderem Wege Informationen beschaffen, als dass er oder sie eine Untersuchung von Getränken durchführen würde. Ähnliches trifft im Übrigen auf die meisten Aufgaben zu, die in Kontexte eingebettet sind oder aus ihnen heraus entwickelt werden. Andererseits ist dies den Lernenden in der Regel durchaus bewusst und wird eher als möglicher Anker für Wissen betrachtet denn als Hilfe für das praktische Leben.

Sprachlogische Komplexität: Die Aufgabenstellung selbst ist sprachlich einfach, je nach Richtung und Umfang der Antwort könnte sich zumindest eine mittlere Komplexität ergeben, besonders wenn auf spezifische Fachinhalte unter Benutzung fachsprachlicher Idiome Bezug genommen würde (*niedrig bzw. mittel*).

Repräsentationsformen: Hier ist *eine* anzunehmen, da die Beantwortung vorzugsweise in Textform erwartet wird. Ergänzende mögliche Skizzen zum experimentellen Vorgehen verändern diese Einschätzung nicht grundlegend.

3.5 Aufgabe „Vom Acker in den Tank – Biosprit“

In der Diskussion über den Einsatz von Biodiesel wird oft behauptet: „Die Verbrennung von Biodiesel belastet die Atmosphäre nicht mit Kohlenstoffdioxid.“
Nehmen Sie Stellung zu dieser Aussage.

Aufgabe 5 nach KMK (2011), 31 ff.

Diese Aufgabe stellt einen Auszug aus der wesentlich umfangreicheren Beispielaufgabe 7 der Bildungsstandards für den Mittleren Bildungsabschluss (Fach Chemie) dar. Um sie ohne eigene Recherche und trotzdem fundiert beantworten zu können, könnten die als Kontext-Material der Aufgabe vorangestellten Informationen auch dieser Teilaufgabe beigelegt werden. Dabei handelt es sich um die Gegenüberstellung von Ökobilanzen aus verschiedenen Quellen und mit unterschiedlichem Interessenhintergrund (1: ein Verband der Lobby für nachwachsende Rohstoffe; 2: Gesellschaft für Erdöl-, Erdgas- und Kohleforschung), sodass die Bewertungen von Diesel und Biodiesel auch entsprechend divergierend ausfallen.

Aspekte	Ökobilanz 1	Ökobilanz 2
Energiebilanz	Die heutige Produktionskette von Diesel verbraucht zweimal mehr Energie als die von Biodiesel.	Die Energiebilanz für Diesel und Biodiesel ist eindeutig positiv, d.h., die Produkte liefern mehr Energie als für deren Herstellung aufzubringen ist.
Gesamtemission klimarelevanter Gase (CO₂-Ges.)³⁾ je kg Dieseldieselkraftstoff	– Diesel 3,5 – 3,6 kg; – Biodiesel 0,9 kg	– Diesel 3,5 – 3,6 kg; – Biodiesel 1,9 – 3,0 kg
Kohlenstoffdioxid	– Diesel 4 kg; – Biodiesel 0,3 – 0,8 kg	– Diesel 3,4 – 3,5 kg; – Biodiesel 0,8 – 1,4 kg
Schwefelverbindungen	– Biodiesel-Abgas frei von Schwefeloxiden, die den sauren Regen bewirken	– keine wesentlichen Unterschiede mehr in der Belastung durch Schwefelverbindungen
Umweltauswirkungen der Verbrennung im Motor	Die meisten Abgaswerte für Biodiesel liegen niedriger: – Kohlenwasserstoffe 20–40% niedriger, – Ruß 40–50% niedriger, – Partikel 0–40% niedriger,	Bei Verwendung von Biodiesel ergeben sich nur teilweise Vorteile, z.B. bei den Partikelemissionen. Nachteile ergeben sich durch die Stickstoffoxidemissionen.

3) (CO₂-Ges.): Wert für die Gesamtemission, bei dem nicht nur die Autoabgase, sondern auch die CO₂-Anteile berücksichtigt werden, die im Herstellungsprozess des Treibstoffes entstehen.

Aspekte	Ökobilanz 1	Ökobilanz 2
	– NO motorspezifisch, meist 0–15% höher, oft auch niedriger, – CO etwa gleich.	
Wirtschaftlichkeit	Die Preise liegen auf dem Niveau der Preise für fossile Dieseldieselkraftstoffe.	Um Biodiesel am Markt eine Wettbewerbschance zu eröffnen, sind hohe Subventionen erforderlich. Eine solche Subventionierung ist sowohl aus Umweltsicht als auch von der Kosten-Nutzen-Relation negativ zu bewerten.
Fazit	Wird ein fossiler Kraftstoff durch Biodiesel ersetzt, so entgeht dem Staat lediglich die Mineralölsteuer. Der CO ₂ -Einspareffekt beträgt jedoch 3,5 – 4,0 kg CO ₂ -Ges. ³⁾ pro Liter ersetzten Kraftstoffes. Zusätzlich werden die fossilen Energieressourcen geschont.	Die Förderung des Einsatzes von Biodiesel als Ersatz von Dieseldieselkraftstoff ist auch weiterhin aus Umweltsicht nicht zu befürworten.

Die Analyse gemäß dem vorgeschlagenen Kategoriensystem geht von der um die Kontext-Tabelle erweiterten Aufgabe aus.

Wissensarten: Entsprechend der Komplexität der Fragestellung sind im Zusammenhang mit dieser Aufgabe nahezu alle Wissensarten von Bedeutung. Zu den notwendig bekannten *Fakten* gehört z.B. die Kenntnis des prinzipiellen chemischen Aufbaus von Diesel wie auch der pflanzlichen Rohstoffe, aus denen Biodiesel gewonnen werden kann. Verfügbar müssen auch chemische Konzepte sein, die die Umwandelbarkeit von Stoffen betreffen (chemische Reaktion, Verbrennung) wie auch jene, die die Erstellung von Ökobilanzen betreffen (*Konzepte*). Zur Beantwortung der eigentlichen Fragestellung nach der CO₂-Belastung durch Biodiesel schließlich ist *metakognitives Wissen* erforderlich: Zum einen muss den Schülerinnen und Schülern bewusst sein, dass der Interessenhintergrund eines Autors oder einer Institution regelmäßig Einfluss auf die getroffenen Aussagen hat, dass „nackte“ naturwissenschaftliche Daten Entscheidungen nur unterstützen aber nicht ersetzen können usw.; zum anderen müssen sie in der Lage sein, die für eine Beantwortung der Frage nötigen Informationen gezielt aus dem angebotenen Material herauszufinden und für eine schlüssigen Bewertung sinnvoll zu verknüpfen.

Kognitive Prozesse: Gefordert ist mit der Aufgabe eindeutig *Problemlösen*. Wie in der entsprechenden Unterkategorie skizziert, muss „das zur Bearbeitung der Situation erforderliche Wissen erst zusammengefügt werden“. „Schüler müssen auf unterschiedliche Wissensarten zurückgreifen“ etc.. Wie komplex die Fragestellung tatsächlich ist, zeigt die seit Mitte 2012 neu einsetzende Diskussion um Biosprit, bei der bekannte Argumente inzwischen neu und teilweise entgegengesetzt wie in der Vergangenheit bewertet werden.

Anzahl der Wissenseinheiten: Wie unter Wissensarten ausgeführt, spielen im Kontext dieser Aufgabe nicht nur mehrere verschiedene Aspekte von Wissen eine Rolle (Fakten, Konzepte, Metawissen), in praktisch allen Teilbereichen sind zudem auch mehr als eine Wissenseinheit gefragt (*mehr als vier Wissenseinheiten*).

Offenheit der Aufgabenstellung: Der Arbeitsauftrag ist *eindeutig*, es geht um eine Stellungnahme zu einer aufgestellten Aussage. Die möglichen Begründungen sind aber *divergent*, ebenso kann auch die schlussfolgernde Bewertung variieren. Die Offenheit könnte im Übrigen dadurch gesteigert werden, wenn die Lernenden zu einer eigenen Recherche aufgefordert würden.

Lebensweltbezug: Ob der Lebensweltbezug der Aufgabe eher der Kategorie *real* oder *authentisch* zuzuordnen ist, hängt von den Bedingungen der Bearbeitung ab. In Zeiten intensiver Diskussion um Biosprit wie auch um die Alternative „food or fuel?“ im Zusammenhang mit landwirtschaftlicher Nutzpflanzenproduktion kann diese Aufgabe sehr wohl das Leben der Jugendlichen unmittelbar tangieren;

als Aufgabe, die die Lernergebnisse eines längeren Unterrichtsabschnittes noch einmal fokussiert, wäre sie aber eher der Unterkategorie *authentisch* zuzuordnen. *Sprachlogische Komplexität: Hohe Komplexität* haben sowohl die zur Verfügung gestellten Informationen wie auch die erwartete Argumentation.

Repräsentationsformen: Zur Beantwortung der Ausgangsfrage ist lediglich *eine Repräsentationsform* von Bedeutung; da die getroffene Bewertung aber auch begründet werden soll, können Elemente anderer Formen durchaus eine wichtige Rolle spielen, etwa die rechnerische Bilanzierung der verwendeten Daten oder eine Skizze, mittels derer bestimmte Folgerungen visualisiert werden können. In letztgenanntem Fall würden sogar Repräsentationsformen zum Zuge kommen, die auf einer *Integration* bzw. *Transformation* basieren, da Entsprechendes nicht in der Aufgabe selbst vorgegeben ist.

4 Diskussion und Fazit

Wie bei den beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächern auch, hat die Analyse der ausgewählten Aufgaben gezeigt, dass das vorgegebene Kategoriensystem durchaus zur differenzierten Aufgabenanalyse taugt. Gleichzeitig ließen sich dabei aber einige kritische Stellen erkennen, die hier noch einmal zusammengefasst werden sollen.

Die Bildungsstandards geben Kompetenzbereiche (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewerten) und deren Abstufung nach Anforderungsbereichen vor. Diese eignen sich auch zur Beschreibung von Aufgaben. Im Kategoriensystem wird die Differenzierung von Fachwissen abgebildet: Wissensseinheiten, Konzepten etc.. Hingegen spielt das Kompetenzfeld Kommunikation der Bildungsstandards eine eher nachgeordnete Rolle, sowohl im Kontext von sprachlogischer Komplexität als auch bei den Repräsentationsformen. Was letztere betrifft, so werden zwar Art und Umfang des für die Naturwissenschaften typischen Wechsels von Darstellungsformen und Betrachtungsebenen (Phänomene, Modellebene, Formeln, Diagramme) quantitativ erfasst, qualitativ bleibt die Bewertung von Repräsentationsformen noch offen. Außer Reichweite bleibt auch der Kompetenzbereich „Bewerten“; zwar werden entsprechende Aufgaben in Teilen richtig charakterisiert, etwa durch metakognitive Anforderungen, Problemlösen als gefordertem kognitiven Prozess sowie durch hohe Komplexität bei den Wissensseinheiten, ggf. auch durch die Attribute „nicht definiert/divergent“, dennoch treffen ähnliche Charakteristiken auch auf offene Aufgaben zu, bei denen es im Sinne von weitem Transfer um rein kognitive Fragestellungen geht.

Im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen gehen wir hier auf die Beurteilung des *Lebensweltbezugs* ein: Zunächst sind Aufgabenstellungen

mit chemischem Hintergrund per se auf die materielle Welt ausgerichtet, daneben lassen sich für praktisch alle Themenaspekte technische, ökologische oder alltagspraktische Bezüge finden. Ob ein derartiger Verweis in einer Aufgabe jedoch wirklich einen Lebensweltbezug bedeutet, der auch von den Lernenden so wahrgenommen werden kann, hängt aller Erfahrung nach mit der Bedeutungszuschreibung in der unterrichtlichen Situation zusammen. Insbesondere das Prädikat „real“ stellt unter schulischen Bedingungen eine fragwürdige Bewertung dar; sie dürfte genau genommen nur dann angewandt werden, wenn es sich um eine Aufgabe handelt, die sich ein Schüler, eine Schülerin selbst gestellt hat.

Unschärf bleibt das Analyseinstrument auch gegenüber dem „Charakter“ einer Aufgabe: Nicht erfasst werden kann etwa, ob es sich um einen spielerischen Ansatz handelt. Ein entsprechend aufbereiteter Inhalt muss keineswegs stets reproduktiv sein, obwohl entsprechende Formate bevorzugt zu Übungszwecken eingesetzt werden. Manche Formate mit spielerischem Ansatz können aus konstruktivistischer Sicht durchaus zu neuen Lernschritten führen, genannt seien hier Formate der Zuordnung wie bspw. der Kärtchentisch.

Das Kategoriensystem lässt es nicht zu, Aufgaben losgelöst vom vorausgegangenen Unterricht eindeutig zu bewerten, was aber für die hier vorzunehmende Analyse unumgänglich wäre. Während bei der Kategorie 1 *Wissensart* noch situationsunabhängige Zuordnungen möglich sind, gilt dies für die Frage des *kognitiven Prozesses* nicht mehr. Nur bei Kenntnis des vorangegangenen Unterrichtsverlaufs oder vielmehr dessen „Outcome“ kann entschieden werden, ob es sich um bloße Reproduktion von Gelerntem handelt oder um einen engeren oder weiteren Transfer. Ein und dieselbe Formulierung kann zum einen das Abrufen von Bekanntem bedeuten, zum anderen die Übertragung eines Konzeptes, Modells oder Verfahrens auf einen anderen Sachverhalt, der enger oder nur wenig mit dem Erarbeitungskontext in Verbindung steht.

Was jede Lehrperson in Kenntnis des vorangegangenen Unterrichts und in Anwendung ihrer diagnostischen Fähigkeiten für sich weiß, (konkrete Präkonzepte, erworbene Kenntnisse, individuelle Lernschwierigkeiten ...), das muss für einen „fremden“ Beurteiler, der mit dem Kategoriensystem arbeitet, im Vorfeld auf anderem Wege geklärt werden. Dann kann das Kategoriensystem durchaus dazu beitragen, allgemein zu klären, was genau an Lernarbeit, Problemlösekompetenz, sprachlicher Komplexität etc. auf die Lernenden zukommt.

5 Literaturverzeichnis

- Bölsterli, K., Rehm, M. & Wilhelm, M. (2010). Die Bedeutung von Schulbüchern im kompetenzorientierten Unterricht – am Beispiel des Naturwissenschaftsunterrichts. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 28, 138-146. Verfügbar unter: http://www.bzl-online.ch/archivdownload/artikel/BZL_2010_1_138-146.pdf [17.12.2012].
- Bartels, A., Krey, O., Küger, K., Mikelskis-Seifert, S., Pfohl, U. & Wimmer, G. (2010). Naturwissenschaftliche Kompetenzen entwickeln. Kompetenzraster im naturwissenschaftlichen Unterricht. Herausgegeben vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM). Ludwigfelde-Struveshof: LISUM.
- Freiman, T. & Schlieker, V. (2001). *Methoden-Werkzeuge* (Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 64/65). Seelze, Stuttgart: Friedrich, Klett.
- KMK [Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland] (2011). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss. [Beschluss vom 4.12.2003]* (Beschlüsse der Kultusministerkonferenz). [Neuwied], Köln, Kronach: Link Luchterhand; Wolters Kluwer.
- Leisen, J. (Hrsg.). (2003). *Methoden-Handbuch. Deutschsprachiger Fachunterricht (DFU)*. Bonn: Varus-Verl.
- Maier, U., Bohl, T., Kleinknecht, M. & Metz, K. (2013, in diesem Band). Allgemeindidaktische Kategorien für die Analyse von Aufgaben. In M. Kleinknecht, T. Bohl, U. Maier & K. Metz (Hrsg.), *Lern- und Leistungsaufgaben im Unterricht. Fächerübergreifende Kriterien zur Auswahl und Analyse*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Stäudel, L. (2004). Chemieunterricht nach „SINUS“. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 53, 27-32.
- Tepner, O., Roeder, B. & Melle, I. (2010). Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 209-233.
- Tillmann, K. (2000). To be Cola or not to be Cola? Analyse von Colagetränken. *Unterricht Chemie*, 59, 39-48.

Monika Waldis

Fachdidaktische Analyse von Aufgaben in Geschichte¹

1 Aufgaben im Fach Geschichte

1.1 Aktuelle Entwicklungen in der Geschichtsdidaktik

Lern-, Leistungs- und Diagnoseaufgaben standen in der Vergangenheit in der geschichtsdidaktischen Literatur nicht sonderlich stark im Vordergrund. In jüngerer Zeit ist auf die Bedeutung von Lernaufgaben für den Geschichtsunterricht hingewiesen worden (Gautschi, 2009; Günther-Arndt, 2006; Heuer, 2011; Wenzel, 2007; 2010) und es wurden erste empirische Analysen zu Lern- und Prüfungsaufgaben durchgeführt (Hodel & Waldis, 2007; Ritzer & Fuchs, 2009; Waldis, Hodel & Fink, 2012). Der Impuls für diese Entwicklung gab einerseits die fächerübergreifende Diskussion um eine neue Lernkultur, welche die Selbststeuerung, Selbstorganisation und Selbstbestimmung des Lernens betont und versucht, Lernende intensiver in die Entwicklung fachlicher, sozialer und persönlicher Arbeitsweisen einzubinden und sie auf diese Weise Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen zu lassen (Bohl, 2001; Häcker, 2007; Wenzel, 2012). Die Diskussion findet derzeit ihre Fortsetzung mit dem Begriff der Aufgabenkultur, der die Ausgestaltung von fachlichen Lernprozessen, die zu „intelligentem Wissen“, „nachhaltigem Lernen“ und „vertieftem Verstehen“ führen, umschreibt (Keller & Bender, 2012). Andererseits regten Entwicklungen innerhalb der fachdidaktischen Diskussion das Nachdenken über eine neue Aufgabenkultur im Fach Geschichte an. Erstens wird in Abkehr zur Praxis der simplen Vermittlung von Masternarrativen die Verdeutlichung des Konstrukt-Charakters von Geschichte eingefordert. Schülerinnen und Schüler sollen demnach erkennen können, dass historische Kenntnisse aus Zeugnissen und Überresten der Vergangenheit gewonnen werden, deren Aussagekraft begrenzt ist und die unterschiedlich ausgelegt

¹ Ich bedanke mich ganz herzlich für die wertvollen Anregungen und kritischen Hinweise zu diesem Text bei den Geschichtsdidaktiker/-innen Jan Hodel und Beatrice Ziegler (PH FHNW, Aarau) sowie bei den Herausgeberinnen und Herausgebern dieses Bandes.