

Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht

Lernen – Prüfen – Diagnostizieren

Jürgen Langlet, Matthias Kremer



Herausgeber:
Deutscher Verein zur Förderung
des mathematischen
und naturwissenschaftlichen
Unterrichts e.V.

www.mnu.de

V

Vorwort

01

Bildungsstandards
durch Aufgaben überprüfen

02

Aufgabentypen

03

Analyse von Aufgaben

04a

Aufgabenbeispiele:
Analyse und
Neukonstruktion

Chemie

04b

Aufgabenbeispiele:
Analyse und
Neukonstruktion

Physik

04c

Aufgabenbeispiele:
Analyse und
Neukonstruktion

Biologie

05

Ausblick

T/L

Teilnehmer
LiteraturWeitere Materialien unter
www.mnu.de

Impressum

Herausgeber
MNU Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.

Matthias Kremer
Jürgen Langlet

Bildquellenverzeichnis
Titelfoto: R. Stephani

Gestaltung
www.launchcontrol.de

Druck:
Appel & Klinger, Druck und Medien GmbH, Kronach

ISBN 978-3-9405 16-12-1

1. Auflage
© 2011, Verlag Klaus Seeberger
Vossenacker Str. 9, 41464 Neuss

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist
urheberrechtlich geschützt. Jede
auch teilweise Verwertung in anderen
als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf
der schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Vorwort

In der Weiterentwicklung und Veränderung der Aufgabenkultur wird allenthalben *„gerade im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich ein didaktisch-methodisches Schlüsselinstrument zur Behebung der vielfach beschriebenen Defizite“* (Ralle 2001) gesehen. Um das Erarbeiten, Üben und Wiederholen sei es in der deutschen Aufgabenkultur schlecht bestellt (BLK 1997). Aufgaben seien zu standardisiert, zu eindimensional und zu wenig komplex, als dass sie den Anforderungen an eine moderne Lernkultur genügen würden. Aufgaben müssten die Lernenden durch Authentizität und Situiertheit motivierend überzeugen.

Aufgaben fällt beim Lernen tatsächlich eine, vielleicht die entscheidende Rolle zu, wenn sie so gestaltet sind, dass die Schülerinnen und Schüler motiviert sind, sie zu bearbeiten. Dazu gehört nicht nur ein Sinn stiftender Kontext, sondern auch die berechtigte Aussicht, sie bewältigen zu können.

Lehrer benötigen daher ein Instrumentarium, mit dem sie das Niveau und weitere wichtige Kriterien ihrer Aufgaben im Voraus abschätzen können. Ein solches wird in diesem Heft vorgestellt. Es beruht auf dem Analysesystem, das durch das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) entwickelt wurde. Beim IQB werden nämlich zurzeit Aufgaben entwickelt, die im Jahre 2012 in den Schulen zum Einsatz kommen, um die Leistungsstände der Schülerinnen und Schüler zu überprüfen.

Mit dieser Handreichung wollen wir Sie, die Lehrkräfte, vorab mit dieser Art von Aufgaben vertraut machen, Ihnen also Hilfen für die anstehenden Überprüfungen geben, nicht nur als „learning for the test“, sondern mit der Zielsetzung, den Unterricht an der Entwicklung von Kompetenzen auszurichten.

Dazu wird an drei Beispielen gezeigt, wie eine bereits existierende Aufgabe analysiert und dann so modifiziert wird, dass sie als Lernaufgabe geeignet ist.

Mit dieser Handreichung wollen wir zum vierten Mal die Schulen, Fachkonferenzen und Lehrkräfte direkt ansprechen, ihnen Reflexions-, Argumentations- und Umsetzungshilfen anbieten – und auch zum Austausch untereinander ermuntern. Während sich die erste Schrift dieser Reihe „Erstellung schuleigener Arbeitspläne“ (2007) direkt an die Fachgruppen gewendet hat, fokussierte die zweite „Individuelle Förderung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (2009) das individuelle Lernen der Schülerin wie des Schülers, unterstützt durch die Lehrenden. Das Heft „Doppelstunden im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (2010) untersuchte die Forderung nach Einführung von Doppelstunden systemisch wie schulspezifisch.

Tuttlingen,
Februar 2011
MATTHIAS KREMER

Wendisch Evern,
Februar 2011
JÜRGEN LANGLET
MNU Bundesvorsitzender

01

Bildungsstandards durch Aufgaben überprüfen!

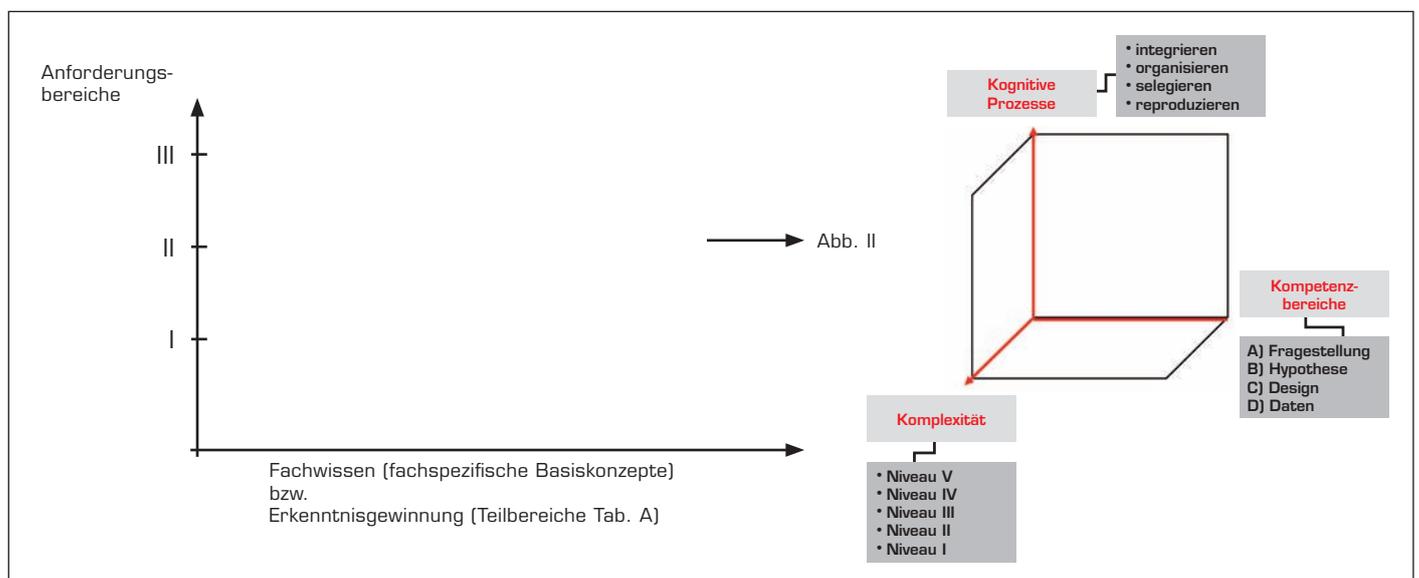
PISA 2009 hat es erneut bestätigt: Unsere Schülerinnen und Schüler haben international in der naturwissenschaftlichen Kompetenz auf hohem Niveau eine gute Position erreicht. Jedoch besteht weiterhin Entwicklungspotenzial. Dieses Entwicklungspotenzial ergibt sich aus dem Ist-Zustand und den im Schuljahr 2005/06 in allen Bundesländern eingeführten nationalen Bildungsstandards (NBS). Das Erreichen der Bildungsstandards soll im Rahmen der „Gesamtstrategie der KMK zum Bildungsmonitoring“ im Jahre 2012 zentral und im Vergleich der Bundesländer überprüft werden.

Die dazu benötigten Aufgaben werden im Kooperationsprojekt „Evaluation der Standards in den Naturwissenschaften für die Sekundarstufe I“ (ESNaS) entwickelt und pilotiert. Dieses ist kein einfaches Unterfangen, denn die Bildungsstandards beschreiben normativ allgemeine Kompetenzen wie „Fakten und einfache physikalische Sachverhalte reproduzieren“. Sie liefern also keine präzisen Er-

läuterungen zur Umsetzung. Dies mag in der Praxis ein wesentlicher Grund für den allgemeinen, zur Ablehnung führenden Verdruss sein, der sich immer wieder in Kommentaren niederschlägt wie „Was bringen Kompetenzen schon Neues?“

Obiges Kompetenzbeispiel weist auf zwei Aspekte hin: „Fakten“ und „Sachverhalte“. Es drängen sich sofort die Fragen auf: Welche Fakten? Welche Sachverhalte? Enthalten Kompetenzbeschreibungen also mehrere Merkmale, die zudem nicht eindeutig abgegrenzt sind, muss nach grundlegend Überprüfbar geschaut werden. Hierauf wird bei der Entwicklung von Testaufgaben zu achten sein, die ja operationalisierbar sein müssen: Das bedeutet, die Merkmale sind eindeutig und systematisch zu variieren und zu graduieren. Zu diesem Zweck wurde das normative Kompetenzstrukturmodell (vgl. Abb. I) spezifiziert und erweitert¹:

Abb. I: Vom einfachen zum differenzierten Kompetenzstrukturmodell



1 Damit beschäftigt sich seit 2007 das IQB (Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen) mit Hilfe von Didaktikern der drei naturwissenschaftlichen Fächer; leitend sind Prof. Mayer (Kassel), Prof. Fischer und Prof. Sumfleth (Duisburg-Essen).

Die Abszisse berücksichtigt in diesem ersten Bildungsmonitoring nur die Kompetenzbereiche *Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung*. Das Fachwissen ist in die fachspezifischen Basiskonzepte² und die Erkenntnisgewinnung in Teilbereiche (s. Tabelle A) differenziert. Die Ordinate bildet die Anforderungsbereiche ab. Da die gebräuchlichen Bereiche (Reproduktion, Anwendung, Transfer) zwar sehr bekannt sind, aber in der Zuordnung zu Aufgaben deutlich vom Vorwissen abhängig sind, werden die Anforderungsbereiche auf der Ordinate durch zwei schwierigkeitsbestimmende Faktoren „Komplexität“ und „kognitive Prozesse“ ersetzt. Leicht nachvollziehbar wird Komplexität nach der Anzahl der beteiligten Elemente und der Verknüpfungen zwischen den Elementen gestuft (ein Fakt, zwei Fakten, ...: vgl. Kap. 03). Schwerer greifbar ist die Stufung von kognitiven Prozessen, da diese nicht nachweisbar sind. Die Testentwickler schlagen deshalb eine Hierarchie von Strategien zum Umgang mit vorgegebenen Informationen vor: Identifizieren, Auswählen, Strukturieren und Einbinden von Information zu einem kumulativen (Text-)Verstehen. Diese Strategien stellen ein die Bundesländer übergreifendes Konzept dar, weil ein gemeinsamer verbindlicher Inhaltskanon über die verschiedenen Schulformen und Bundesländer hinweg fehlt.

Mit Hilfe dieses dreidimensionalen Kompetenzmodells, das „im Wesentlichen auf empirischen Ergebnissen“³ basiert, sind die Kompetenzen operationalisierbar und können in Aufgaben einzeln überprüft werden. Das bedeutet, die zentrale Vorgabe der KMK, die normativen Bildungsstandards zu überprüfen, hat die Testentwickler dazu gebracht, ein ausdifferenziertes Kompetenzmodell als ihr Werkzeug zur Aufgabenerstellung zu entwickeln.

Nach Einschätzung der PISA-Experten besteht in der Praxis noch eine Diskrepanz zwischen dem Anspruch der Bildungsstandards und der alltäglichen Unterrichtsgestaltung. Deshalb haben wir in dieser Schrift wesentliche

Elemente dieser Testaufgaben-Entwicklung herausgegriffen und sie für den schulischen Alltag an Beispielen in den drei Naturwissenschaften umgesetzt. Es ist lohnenswert für den naturwissenschaftlichen Unterricht, sich mit Aufgaben zu beschäftigen, denn in den Bearbeitungen bzw. Lösungen von Aufgaben zeigen die Lernenden ihre Kompetenz(en).

Außerdem kann mit nun fein zuzuschneidenden Aufgaben die Diagnosemöglichkeit des Könnens der Lernenden für die Lehrkräfte deutlich erhöht werden und den Lernenden damit gezielter geholfen werden.

Mit dieser Art Aufgaben zu gestalten, bereiten wir nicht nur auf den PISA-Test vor, sondern wir verändern über die Aufgaben auch den Unterricht in Richtung einer größeren Transparenz und einer gezielteren Feedback-Kultur.

Dazu wollen wir mit dieser Schrift beitragen und versuchen, an einem Beispiel den Vorteil zu verdeutlichen. Dafür ausgewählt haben wir den Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“, der in Tabelle A für den Teilbereich „Naturwissenschaftliche Untersuchungen“ genauer aufgeschlüsselt ist.

Tabelle A: Teilbereiche des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung

Erkenntnisgewinnung Teilbereiche	Aspekte	KMK-Standards Die Schülerinnen und Schüler ...
Naturwissenschaftliche Untersuchungen	Fragestellung Hypothese Design Daten	erkennen und entwickeln Fragestellungen. [Ch/E1] stellen an einfachen Beispielen Hypothesen auf. [Ph/E6] planen geeignete Untersuchungen . . . [Ch/E2] . . . werten Experimente aus. [Bi/E6]
Naturwissenschaftliche Modellbildung	Funktionalität Modellanwendung Grenzen	
Wissenschaftstheoretische Reflexion	Eigenschaften Entwicklung	
Naturwissenschaftliche Arbeitstechniken		

2 – ohne zu bedenken, dass diese Basiskonzepte in den Fächern Physik und Biologie höchst umstritten sind und sich deshalb nicht durchgesetzt haben –

3 Kauertz et al. (2010), S. 135 - 153

02

Aufgabentypen

Das Bearbeiten von Aufgaben unterstützt die Schülerinnen und Schüler wesentlich beim Kompetenzaufbau. Dies gilt gleichermaßen für prozessbezogene wie auch für inhaltsbezogene Kompetenzen. Ausgehend vom erreichten Kompetenzniveau der Lernenden wird man in einer Teilaufgabe den Schwerpunkt nur auf jeweils einen Kompetenzbereich legen, also z.B. eine inhaltsbezogene Kompetenz weiterentwickeln und sich dabei nur sicher beherrschter prozessbezogener Kompetenzen bedienen oder umgekehrt. Die Lernenden erleben auf diese Weise ihren Kompetenzzuwachs bei der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Sachverhalten in verschiedenen Aufgabenstellungen und entwickeln langfristig eine positive Einstellung gegenüber Arbeitsaufträgen und den naturwissenschaftlichen Fächern, wenn sie sich in Zwischenstufen als erfolgreich erleben.

Im Unterricht werden Aufgaben in sehr verschiedenen Absichten gestellt und müssen entsprechend unterschiedlich gestaltet werden.

In der Einstiegsphase können Aufgaben eine Fragehaltung und ein Problembewusstsein bei den Schülerinnen und Schülern erzeugen. Hier wird es in erster Linie um Erkundungen, Abschätzungen und das Herstellen einer Erfahrungsbasis gehen, in der Regel nicht um quantitative Aspekte.

In der Erarbeitungsphase helfen Aufgaben den Lernenden beim Erfassen neuer Begriffe, Gesetze, Konzepte und Verfahren. Eine besondere Rolle erhalten in diesem Zusammenhang auch umfangreiche Lernaufgaben⁴. Geeignete Aufgaben müssen einen adäquaten Grad an Vorstrukturierung aufweisen und sich sowohl auf das Vorwissen als auch auf die jeweils anzustrebende Kompetenz beziehen („komplex und strukturiert“ oder „bekannt und offen“). Rückmeldungen über mögliche Verständnisschwierigkeiten oder Lösungswege dienen in dieser Phase als Orientierung und unterstützen so den Kompetenzerwerb.

In der Übungsphase sollen Lernergebnisse gesichert, vertieft und/oder transferiert werden. Die hier verwendeten Aufgaben sollten variantenreiches Üben in leicht veränderten Kontexten ermöglichen. Sie lassen nach Möglichkeit unterschiedliche Lösungswege zu und dürfen in Teilaufgaben auch zum kreativen Umgang mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen herausfordern. Fehlerhafte Lösungen und Irrwege können dabei vielfach als neue Lernanlässe genutzt werden.

*Diagnoseaufgaben*⁵ sind speziell darauf ausgerichtet, den in einem begrenzten Abschnitt vorhandenen Kenntnisstand festzustellen. Sie sind knapp gehalten und auf die jeweilige Fragestellung bzw. bestimmte Aspekte konzentriert. Durch geeignete Gestaltung mit multiple-choice-Antworten kann man ggf. an der Antwort direkt das erreichte Kenntnisniveau erkennen.

Aufgaben zum Kompetenznachweis („Leistungsaufgaben“) sollen so gestaltet sein, dass sie sich auf im Vorfeld gestellte transparente Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler beziehen. Art und Inhalt der Aufgabenstellungen werden entsprechend dem unterrichtlichen Vorgehen angelegt, dabei kommt es auf ein ausgewogenes Verhältnis von inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Anforderungen an. Dies ist in der Regel in einem experimentellen Kontext oder durch Arbeit an Texten oder anderen Medien zu erreichen, wenn dabei der Unterrichtsgegenstand von verschiedenen Seiten aus betrachtet werden kann. Bei der Planung sollte man berücksichtigen, dass die Bearbeitung von Aufgaben zur Überprüfung prozessbezogener Kompetenzen einen hohen Zeitanteil beansprucht. Wichtige Anhaltspunkte für die Gestaltung ergeben sich aus lern- und prüfungspsychologischen Aspekten. So wird man die Komplexität innerhalb von Teilaufgaben nach einem einfachen Einstieg langsam ansteigen lassen und möglichst vermeiden, niederwertige von höherwertigen Leistungen abhängig zu machen.

⁴ Leisen (2008) S. 52 ff.

⁵ Krumm et al. (2008)

03

Analyse von Aufgaben

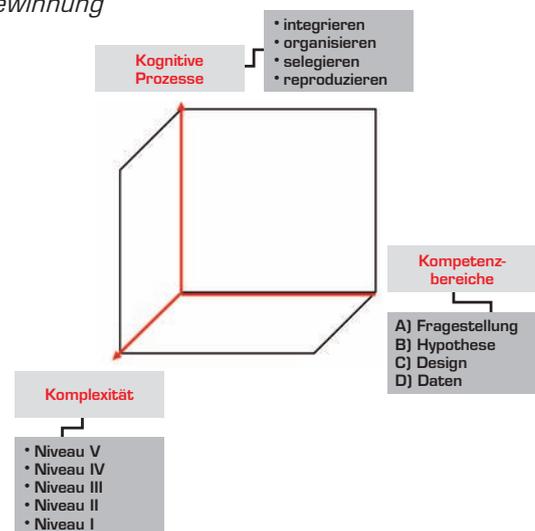
Im Schulalltag sind Lernaufgaben allgegenwärtig. Das Angebot an Unterrichtsmaterialien ist umfangreich. Viele Lehrkräfte gestalten aber auch individuell entwickelte Aufgaben, u.a. weil sie auf diese Weise sicherer in Bezug auf die lerngruppenspezifische Niveaupassung der erwarteten Leistung sind. Dennoch bleibt immer ein Grad an Ungewissheit: Passt diese Aufgabe zu meinem Unterricht? Können die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse und Fähigkeiten zeigen? Wird die jeweilige Kompetenz wie verlangt getestet? Deswegen sind Hilfen bei der Beurteilung von Aufgaben erwünscht.

Beurteilung der Qualität von Aufgaben: Kriterien

Die Arbeitsgruppe um Prof. Mayer (Uni Kassel) hat ein einfach zu handhabendes (ESNaS-Kompetenz-)Modell zur Einschätzung der Qualität einer Aufgabe entwickelt. Nach der Klärung des notwendigen Vorwissens sollten folgende Aspekte geprüft werden:

1. **Ziele der Aufgabe:** Welche Kompetenzbereiche und welche Kompetenzen sind von ihr angesprochen? In unserem Fall: Welche der vier Aspekte des Teilbereichs der Erkenntnisgewinnung (vgl. Kap. 01) sind angesprochen: Fragestellung, Hypothese, Design, Daten? Wie gut passt die Aufgabe zum angestrebten Ziel?
2. **Öffnung:** In welchem Maße wird der Lernende geführt oder muss er wesentliche Schritte ohne Hinweis und Hilfe bewältigen?
3. **Stufung:** Bietet die Aufgabe zu Beginn einen leistbaren Einstieg für alle Schüler, aber auch Möglichkeiten für gute Schüler, weitere Aufgabenschritte selbstständig abzuwickeln, für die andere Schüler eine zusätzliche Information oder Hilfe benötigen?
4. **Kontext:** Ist die Aufgabe mit einem Zusammenhang verknüpft, der Schüler motivieren kann?
5. **Niveau:** Werden verschiedene, definierte Anforderungen verlangt? Diese sind wegen der Operationalisierbarkeit (vgl. Kap. 01) unterteilt in „Komplexität“ und „kognitive Prozesse“.

Abb.11: Niveau einer Aufgabe im ESNaS-Kompetenzmodell, angewandt auf den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung



Komplexität wird nach den beiden Prinzipien „Anzahl an Elementen“ und „Verknüpfung der Elemente“ gestuft (Tabelle B):

Tabelle B: Komplexitätsstufen einer Aufgabe

I.	Ein Faktum
II.	Zwei Fakten
III.	Ein Zusammenhang
IV.	Zwei Zusammenhänge
V.	Übergeordnetes Konzept

Typische Fakten der Stufen I und II sind etwa Bezeichnungen von Größen, Eigenschaften oder Variablen. Häufig vorkommende Zusammenhänge der Stufen III und IV sind Je-Desto-Beziehungen, die z.B. bei der Beschreibung eines Kreisprozesses auf der IV. Stufe miteinander verknüpft werden müssen. Die V. und höchste Stufe ist erreicht, wenn die Zusammenhänge so übergreifend beschrieben werden, dass sie ohne Bezug zu einer konkreten Situation anwendbar sind.

Kognitive Prozesse werden entsprechend den einzelnen Schritten zum Umgang mit Information (vgl. Kap. 01) gestuft:

- Reproduzieren
- Selektieren
- Organisieren
- Integrieren

Tabelle C: Kognitive Prozesse und variierende Kriterien aus Kauertz et al. (2010), S. 144

Kriterien Kognitive Prozesse	Verhältnis zwischen der Menge der vorgegebenen Information und der erwarteten Information	Notwendigkeit, Zusammenhänge herzustellen	Ähnlichkeit der Situation in Aufgabenstellung und Lösung
Reproduzieren	Identisch	Nein	hoch
Selektieren	Teilmenge	Nein	hoch
Organisieren	Erweiterung	Ja	hoch
Integrieren	Erweiterung	Ja	niedrig

Diese Schritte sind eindeutig durch drei Variablen voneinander zu unterscheiden: Das Verhältnis zwischen gegebener Information und Erwartung, der Herstellung von Zusammenhängen sowie der Unähnlichkeit zwischen gegebener Information und der Lösung (vgl. Tabelle C).

Während also auf der ersten Stufe das Wiedergeben im Text genannter Fachinformation verlangt wird (was laut PISA etwa 20% der Schüler schwerfällt), sollen auf der zweiten Stufe, dem Selektieren, beispielsweise aus vorgegebenen Schülervorstellungen und naturwissenschaftlichen Fakten die Letzteren ausgewählt werden. Organisieren und Integrieren beziehen sich auf typische naturwissenschaftliche Kompetenzen wie Diagramme auswerten, Formeln nutzen, Anwendung und Kritik von Modellen etc., wobei diese auf Stufe IV in das Vorwissen eingebettet werden müssen.

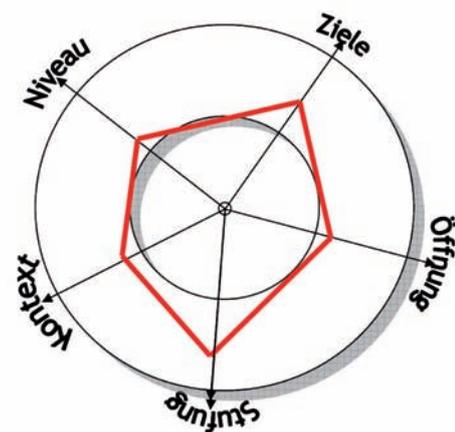
Beurteilung von Aufgaben: Kriterienetz

Mithilfe eines Kriteriennetzes lassen sich zusammenführend Aufgaben beurteilen. Dabei bilden die fünf oben erläuterten Kriterien Randpunkte des Netzes. Die jeweilige Ausprägung der in einer zu beurteilenden Aufgabe enthaltenen Kriterien wird abgeschätzt und auf der entsprechenden Achse zwischen minimaler (Kreismittelpunkt) und maximaler Ausprägung (äußerer Kreis) markiert. Beim Kriterium „Ziele“ bedeutet eine starke Ausprägung einerseits eine hohe Anzahl geförderter oder angelegter Kompetenzen aus verschiedenen Bereichen, aber auch die zentrale Funktion der geforderten Kompetenz im Hinblick auf ein naturwissenschaftliches Weltverständnis. Außerdem muss die Aufgabenstellung gut zur angestrebten Kompetenz passen.

Die Ausprägung des „Niveaus“ setzt sich aus der Stufe der Komplexität (Tabelle B) und dem geforderten kognitiven Prozess (Tabelle C) zusammen.

Werden die Punkte durch eine rote Linie miteinander verbunden, lassen sich auf einen Blick die spezifischen Anforderungen (Kompetenzen) einer Aufgabe erkennen (Abb. III).

Abb. III: Kriterienetz einer Aufgabe mit etwa mittlerer Ausprägung der fünf Kriterien



Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

In dieser Schrift beschränken wir uns auf den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, der von den ESNaS-Entwicklern in vier Teilbereiche differenziert wird (vgl. Kap. O1) - und von denen auf die „Naturwissenschaftliche Untersuchungen“, die wiederum vier Aspekte umfassen, nämlich die Kompetenzen:

- Umgang mit Fragestellungen (Erkennen, Formulieren und Entwickeln)
- Umgang mit Hypothesen (Aufstellen begründeter und prüfbarer Hypothesen)
- Planung des Designs (Identifizieren und Auswählen der Variablen sowie Planen des Vorgehens)
- Umgang mit den Daten (Durchführen und Auswerten der Ergebnisse)

In den folgenden Kapiteln O4a-c werden für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung vorgegebene Aufgaben aus den drei naturwissenschaftlichen Fächern entsprechend dem Kriteriennetz analysiert und neu konstruiert. Ein Vergleich der ursprünglichen mit der modifizierten Lernaufgabe anhand des Kriteriennetzes wurde beim Beispiel aus der Biologie vorgenommen.

04a

Aufgabenbeispiele: Analyse und Neukonstruktion Chemie

Von der Unterrichtssituation zur Lernaufgabe

Zunächst wird eine bekannte Unterrichtssituation beschrieben, die in eine Lernaufgabe mündet, deren Bearbeitung den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, Kompetenzen aus dem Bereich Fachwissen und Erkenntnisgewinnung zu erwerben. Eine erste Fassung einer zur Unterrichtssituation passenden Lernaufgabe wird *vorge stellt*, *analysiert* und daraufhin *modifiziert*.

Unterrichtssituation

Ausgangssituation: Anfangsunterricht.

Vorhandene Kompetenzen: Kenntnis der Bildung von Eisenoxid und von Sauerstoff als Bestandteil der Luft (Fachwissen).

Das Aufstellen von Fragestellungen und Hypothesen sowie Untersuchungen zu ihrer Überprüfung sind von einigen Beispielen her bekannt (Erkenntnisgewinnung).

Unterrichtsverlauf bis zum Stellen der Lernaufgabe:

Nach Durchführung des Experimentes „Erhitzen eines Kupferblechs in der entleuchteten Brennerflamme“ beschreiben die Schülerinnen und Schüler die Beobachtungen und äußern die Vermutung, dass es sich bei dem schwarzen, spröden Stoff

a) um Ruß oder b) um Kupferoxid handeln könnte.

Ziel des folgenden Unterrichtsabschnitts: Es sollen Kompetenzen aus dem Bereich Fachwissen (Bildung von Oxiden) mit einer Kompetenz aus dem Bereich Erkenntnisgewinnung verknüpft werden.

Zu erwerbende Kompetenz: Die Schülerinnen und Schüler planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen (KMK-Bildungsstandards Chemie, E2).

Methode: Einsatz einer Lernaufgabe.

Die Lösung obiger Fragestellung (Besteht die schwarze Schicht aus a) Ruß oder b) Kupferoxid?) sollen die Lernenden eigenständig angehen, indem sie durch eine Lernaufgabe zur Problemlösung aufgefordert werden.

Die problemorientierte Vorgehensweise bleibt erhalten, allerdings wird die Sozialform von der Frontalsituation in die Partner- und/oder Einzelarbeit verlagert.

Lernaufgabe:

Wähle eine der Vermutungen a) oder b) aus und plane eine Untersuchung zu ihrer Bestätigung.

Erwartungshorizont:

Zu a) Bestätigung der Vermutung, es handle sich um Ruß: Erhitzen eines Kupferblechs ohne Kontakt mit der Brennerflamme (z.B. im Reagenzglas oder mittels eines Heißluftföhns / einer Kochplatte). Schülererwartung: Ausbleiben der Schwarzfärbung und damit Bestätigung, dass es sich um Ruß handelt.

Abwischen des schwarzen Stoffes und Vergleich mit Ruß (Eigenschaften wie Aussehen, Verhalten beim Erhitzen, ...). Schülererwartung: Der schwarze Stoff hat die gleichen Eigenschaften wie Ruß.

Zu b) Bestätigung der Vermutung, es handle sich um Kupferoxid:

1. Erhitzen eines Kupferblechs ohne Kontakt mit der Brennerflamme (z.B. im Reagenzglas oder mittels eines Heißluftföhns/einer Kochplatte). Schülererwartung: Schwarzfärbung
2. Erhitzen des Kupferblechs unter Luftausschluss (z.B. mit gefaltetem Kupferblech, im evakuierten Gefäß oder unter Stickstoffatmosphäre). Schülererwartung: Ausbleiben der Schwarzfärbung.
3. Erhitzen des Kupferblechs in Sauerstoffatmosphäre. Schülererwartung: Schwarzfärbung.

Analyse der Lernaufgabe

Um die Eignung der Lernaufgabe zur Entwicklung der gewünschten Kompetenz zu prüfen, wird diese nun einer differenzierten Analyse nach obigen Kriterien unterzogen:

Ziel der Lernaufgabe: Ausschließlich Kompetenz E2 (s.o.) Die Lernaufgabe setzt die Kompetenzformulierung an einem geeigneten Beispiel um, da diese beiden Vermutungen im Unterricht immer wieder von Schülern genannt werden. Sie passt ideal zur angesteuerten Kompetenz E2. *Öffnung:* Sehr offen, da keine inhaltlichen und fachmethodischen Hilfen gegeben werden.

Stufung: Der Schüler muss sämtliche fachmethodische Schritte selbstständig leisten. Die Aufgabe enthält keine Stufen.

Kontext: Die Unterrichtssequenz ist nicht durch einen Kontext, sondern durch fachsystematische Aspekte bestimmt.

Niveau: Hohe Komplexität:

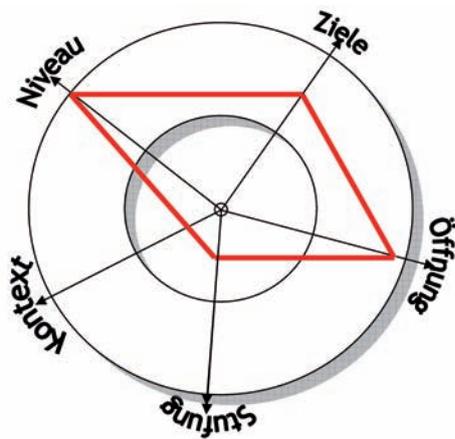
Die Schüler müssen mehrere Zusammenhänge erkennen und Schlussfolgerungen für die Planung des Experiments ziehen. Dies entspricht laut Tabelle B der zweithöchsten Komplexitätsstufe IV.

Anspruchsvolle kognitive Prozesse:

Die Schüler können aus der Aufgabenstellung auf keinen Lösungsweg schließen; die Ähnlichkeit mit bekannten Problemen ist niedrig. Die Aufgabe verlangt also laut Tabelle C die Höchststufe „Integrieren“.

Damit ist das Niveau als sehr hoch einzuschätzen.

Abb. IV: Ausprägung der Kriterien bei der Lernaufgabe Chemie (Erhitzen eines Kupferblechs)



Analyse der Aspekte des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses nach ESNaS:

Fragestellung: Undeutlich

Hypothese: Unterschied zwischen Vermutung und Hypothese (passende, begründbare und prüfbare Vermutung) muss deutlicher herausgearbeitet werden.

Untersuchungsdesign:

- *Identifizierung* der zu untersuchenden Variablen: Der Schüler erhält keinerlei Hinweise bezüglich der möglichen Variablen.
- *Auswahl einer Variablen:* Die Aufgabe führt nicht zur bewussten Auswahl einer Variablen.
- *Planung des Vorgehens zur Untersuchung:* Vollständig dem Schüler überlassen.
In diesem Punkt stellt die Aufgabe eine Überforderung der Schüler dar.
- *Durchführung und Auswertung:*
Dieser Punkt entfällt, da die Lernaufgabe nur auf die Kompetenz des Planens abzielt.

Fazit

Die Analyse zeigt, dass die Idee der Aufgabe generell geeignet ist, die gewünschte Planungskompetenz zu schulen. Allerdings können die große Offenheit, die Komplexität und der zu leistende kognitive Prozess zu einer Überforderung vieler Schüler führen. Für fortgeschrittene Lernende kann die Aufgabenstellung beibehalten werden. Eine modifizierte Aufgabe sollte individualisiertes Lernen ermöglichen und alle Schülerinnen und Schüler ansprechen.

Aus der Analyse ergibt sich, dass die Aufgabenstellung durch Angabe zusätzlicher Informationen (z.B. zu verwendende Geräte) weniger offen formuliert und in gestufter Form oder mit binnendifferenzierender Absicht erfolgreich eingesetzt werden kann. Ein Kontext aus dem Schüleralltag ist in diesem Fall allerdings nur schwer zu finden.

Zur Förderung der Kompetenz aus dem Bereich „Erkenntnisgewinnung“ muss die geänderte Lernaufgabe vor allem die Fragestellung präzisieren und festhalten und von der Formulierung einer Hypothese ausgehen. Sie muss dazu auffordern,

- die Variablen zu erfassen,
- eine (die) Variable bewusst auszuwählen und mögliche Hilfestellungen zu nutzen, wie z. B. die Aufforderung zur Begründung der Variablenauswahl oder eine Geräteliste.

Analyse der modifizierten Lernaufgabe (s. Seite 11)

Diese modifizierte Fassung der Lernaufgabe kann einer erneuten Analyse unterzogen werden. Dabei fällt auf, dass alle Überlegungen zur ursprünglichen Lernaufgabe berücksichtigt wurden. Auf Formulierungsvorschläge wurde zwar verzichtet, sie können aber individuell ergänzt werden. Die Lernaufgabe sollte so eingesetzt werden, dass sie für alle Lernenden den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess ermöglicht, aber dennoch die individuelle Leistungsfähigkeit der einzelnen Schülerinnen und Schüler berücksichtigt. So sollte die Suche und die begründete Auswahl einer geeigneten Variablen von allen Schülerinnen und Schülern bewusst geleistet werden, um den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess im Sinne der angestrebten Kompetenz zu schulen und zu festigen. Hilfen, wie die angeführte Geräteliste oder Formulierungsvorschläge, eignen sich als Zusatzmaterial für den gestuften bzw. binnendifferenzierten Einsatz.

Vorschlag eines ergänzenden Versuchs:

Eine Fortführung der aufgezeigten Thematik, eine Diagnosemaßnahme bzw. eine Binnendifferenzierung für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler würde sich durch einen ergänzenden Versuch anbieten. Hierbei wird das Kupferblech mit der Unterseite in die Spitze der *Kerzenflamme* gehalten, so dass die obere Seite heiß wird und mit dem Luftsauerstoff reagieren kann. Die Bildung von Ruß auf der Unterseite sowie von Kupferoxid auf der Oberseite des Kupferblechs kann durch Abwischen mit einem weißen Papiertuch gezeigt werden und bietet eine anspruchsvolle Verknüpfung der erworbenen Erkenntnisse.

Modifizierte Fassung der Lernaufgabe Chemie:

Experiment: Erhitzen eines Kupferblechs

Durchführung: Ein Kupferblech wird in die entleuchtete Flamme des Gasbrenners gehalten.

Beobachtung: Das Blech wird mit einem schwarzen spröden Stoff überzogen.

Frage: Worum handelt es sich bei dem schwarzen Stoff?

Hypothese 1: Auf dem Kupferblech hat sich Ruß abgeschieden. Dieser Ruß stammt aus der Brennerflamme.

Hypothese 2: Es ist Kupferoxid entstanden durch die Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft. Einen entsprechenden Vorgang haben wir bei der Bildung von Eisenoxid kennengelernt.

Auftrag:

1. Wähle eine Hypothese aus. Mithilfe einer Untersuchung soll sie bestätigt oder widerlegt werden.
Gehe hierzu wie folgt vor:
Um zu untersuchen, ob eine Hypothese zutrifft, muss der Versuch nochmals durchgeführt werden. Dabei darfst du aber etwas Entscheidendes ändern. Wichtig ist, dass du durch die Schlussfolgerungen aus den neuen Beobachtungen die ausgewählte Hypothese bestätigen oder widerlegen kannst.
2. Gib zunächst die Bedingung an, die entscheidend dafür ist, dass Ruß (Hypothese 1) oder Kupferoxid (Hypothese 2) entsteht.
3. Überlege dir, welche Änderungen am Versuchsaufbau möglich sind.
4. Überprüfe gedanklich für jede mögliche Änderung am Versuchsaufbau, ob diese Änderungen am Versuchsaufbau genau die von dir genannte Bedingung (siehe 1.) erfasst, die für die Bildung von Ruß oder Kupferoxid entscheidend ist.
Tipp: Kannst du nach Durchführung des Versuches genau sagen, ob es sich um Ruß oder Kupferoxid handelt? Warum?
5. Notiere nun die Versuchsdurchführung und skizziere den Versuchsaufbau.

Falls du weitere Tipps und Hinweise benötigst, schaue dir die Geräte und Chemikalien an, die dir zur Verfügung stehen. Eine Liste gibt es vorne am Pult.

Geräteliste (als Hilfestellung)

Erhitzen eines Kupferblechs: Geräte und Chemikalien

Die folgenden Geräte und Chemikalien stehen dir zur Verfügung. Du benötigst für deine Untersuchung nur einige davon:

Schutzbrille, Gasbrenner, Streichhölzer, Kerze, Heißluftföhn/Kochplatte, Tiegelzange, Holzzange, Reagenzgläser, Spatel, Filterpapier, Verbrennungsröhr, Kolbenprober, Stativmaterial, Verbindungsschläuche, Pumpe, Kupferblech, Gasbeutel mit Stickstoff, Gasbeutel mit Sauerstoff

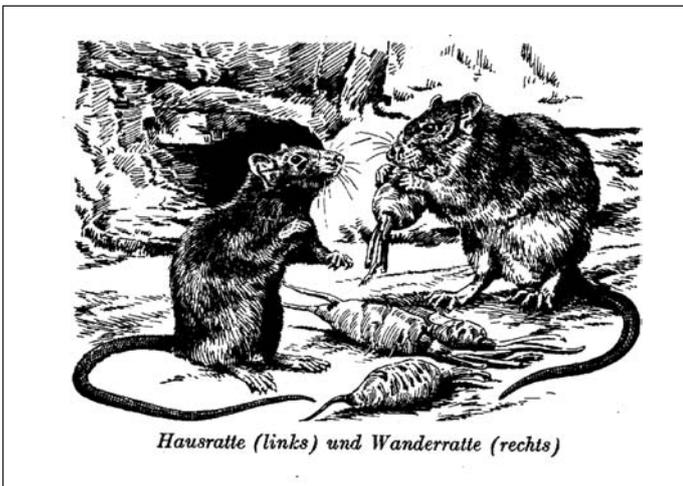
04b

Aufgabenbeispiele: Analyse und Neukonstruktion Physik

Von der Prüfungsaufgabe zur vorbereitenden Lernaufgabe

Sicherlich wird man Aufgaben zur Erkenntnisgewinnung hauptsächlich in einem gruppen-orientierten Arbeitsunterricht erwarten. Schülerinnen und Schüler sitzen vor einem Versuchsaufbau, stellen verschiedene Parameter ein, messen und werten aus, dies alles mithilfe von gut strukturierten Arbeitsmaterialien, mit denen sie einen Pfad der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung beschreiten. Wenn dieses Vorgehen weite Teile des Unterrichts bestimmt, erscheint es reizvoll, auch in einer Prüfungsaufgabe die erworbenen Kompetenzen aus dem Bereich Erkenntnisgewinnung zu überprüfen. Insbesondere wird es darum gehen, dass die Lernenden Hypothesen aufstellen und diese dadurch prüfen, dass sie sich eine Menge von Daten beschaffen und diese in geeigneter Weise aufbereiten. Korrektur und Bewertung einer solchen Aufgabe sind dann maßgeblich davon abhängig, inwieweit der Unterricht auf eine solche Prüfungssituation vorbereitet. Aus diesem Grund ist im Folgenden eine *Prüfungsaufgabe* vorangestellt. Der zentrale Teil dieser Aufgabe sollte durch eine Lernaufgabe, die im zweiten Abschnitt vorgestellt wird, vorbereitet werden. Zum Abschluss wird eine *Diagnoseaufgabe* präsentiert, die zeigen soll, inwieweit die Lernaufgabe durchdrungen wurde.

Prüfungsaufgabe



In der ZEIT vom 27.05.2004 stand der unten abgedruckte Artikel, der uns zu einer physikalischen Betrachtung herausfordern soll.

Schwingende Barthaare

„Wenn Ratten nachts aus dem Kanalloch schlüpfen, tasten sie sich vor allem mit Hilfe ihrer Barthaare durch die Dunkelheit. Die Gesichtsfühler sind sogar sensibler als die menschlichen Fingerkuppen und können auch die unterschiedliche Beschaffenheit von Oberflächen problemlos analysieren. Dabei vibrieren sie wie die Saiten einer Harfe, berichtet der Neurowissenschaftler Christopher Moore vom MIT in Cambridge [*Neuron*, Bd. 42, S. 451]. Jedes Barthaar reagiert auf eine bestimmte Frequenz besonders stark. Generell gilt: Die langen, dicken Barthaare sind auf tiefe, die kurzen, feinen Fühler auf hohe Frequenzen spezialisiert. Anhand der erzeugten Muster erkennt die Ratte, ob sie sich auf rauem oder weichem Untergrund befindet.“

Quelle: Die Zeit Nr. 23, 27.05.2004

Weil über das Vibrieren von Barthaaren in den Fachbüchern wenig zu finden ist, werden zwei Experimente mit Modellen für verschiedenartige Barthaare ausgeführt.

1.1 Beschreibe Aufbau und Ablauf des ersten Experiments, das dir dazu vorgeführt wird.

Wie jedes Experiment, so wird auch dieses wegen einer Hypothese ausgeführt, die der Experimentator vorab hat. Benenne diese Hypothese.

Tabelle 1: Messwerte zum ersten Versuch

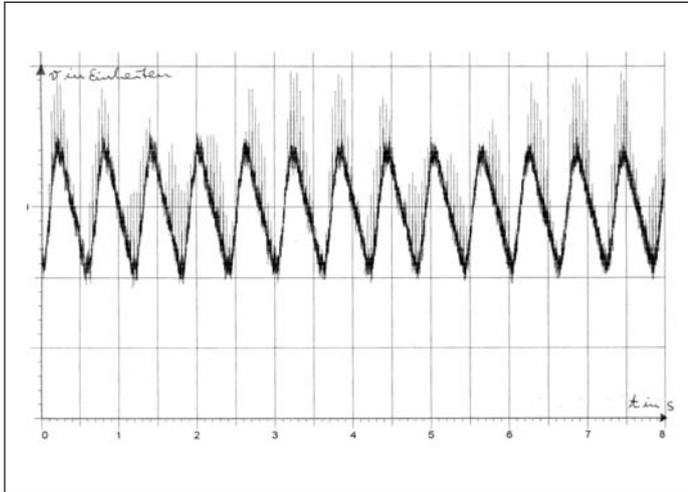
F / mN	0	0,28	0,55	0,83	1,11	1,31
S / cm	21	20,8	20,6	20,5	20,3	20,2

⁶ Artikel aus der ZEIT vom 27.05.2004,

Bild aus Schmeil: Tierkunde Bd. 1, Quelle&Meyer, 1962

1.2 Werte die Daten aus Tabelle 1 grafisch aus und ermittle die physikalische Größe, die sich hieraus ergibt.

1.3 Nach Anhängen eines kleinen Magneten der Masse $m = 2,34 \text{ g}$ wird folgendes Zeit-Elongations-Diagramm der Schwingung gewonnen:



1.3.1 Bestimme dazu die Periodendauer T so genau wie möglich.

1.3.2 Man kann die Periodendauer auch theoretisch vorhersagen. Untersuche, ob das Experiment die Vorhersage stützt. (Hinweis: Wenn du nicht weiter kommst, dann verwende $D = 0,16 \text{ N/m}$.)

2. In einem zweiten Experiment wird die Länge l eines der Barthaar-Modelle verändert. Die Messwerte stehen in Tabelle 2.

Tabelle 2: Messdaten zum zweiten Versuch (Zusammenhang Länge – Frequenz)

l / cm	19,4	18,5	17,0	14,8	12,5	10,0	7,2
f / Hz	4,7	5,2	8,0	11,0	16,0	25,0	48,0

2.1 Prüfe mithilfe des Taschenrechners, ob die Aussage

$$f \sim \frac{1}{l^2} \text{ gerechtfertigt ist.}$$

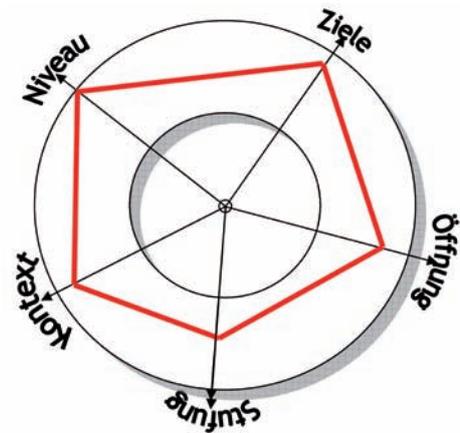
Stelle die wesentlichen Schritte deines Vorgehens nachvollziehbar dar. Auf Einzelheiten der Bedienung des Gerätes braucht dabei nicht eingegangen zu werden.

2.2 Formuliere möglichst anschaulich, was das eben gefundene Gesetz über verschieden lange Barthaare aussagt.

2.3 Formuliere die Frage, die dem Artikel zufolge von uns noch untersucht werden müsste.

Analyse der Prüfungsaufgabe

Abb. V: Ausprägung der Kriterien bei der Prüfungsaufgabe Physik (Barthaare)



Ziele: Prüfung der Kompetenzen

E 1 (... beschreiben Phänomene und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück),
 E 4 (... wenden einfache Formen der Mathematisierung an),
 E 6 (... stellen an einfachen Beispielen Hypothesen auf),
 E 9 (... werten gewonnene Daten aus, ggf. auch durch einfache Mathematisierungen) in Teilaufgabe 1,
 E 10 (... beurteilen die Gültigkeit empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerung) in Teilaufgabe 2.

Kenntnisse bezüglich Fachwissen: Lineares Kraftgesetz, Periodendauer; Auswertung, Handhabung und Interpretation von Messdaten.

Öffnung: Die Teilaufgaben sind unterschiedlich offen: 1.1 und 2.1: nicht offen, 1.2 – 2.2 sind geöffnet, 2.3 ist sehr offen.

Stufung: Die Aufgabe ist stark gestuft, wobei der Anforderungsbereich innerhalb der beiden Teilaufgaben ansteigt.

Kontext: In beiden Teilaufgaben starke Verknüpfung mit Alltagsphänomen „Orientierung eines Tieres in Dunkelheit“.

Niveau: Hohe Komplexität

Die Schüler müssen mehrere Zusammenhänge erkennen und Schlussfolgerungen ziehen: Stufe IV (Tabelle B).

Anspruchsvolle kognitive Prozesse: Die Schüler können aus der Aufgabenstellung nicht direkt auf einen Lösungsweg schließen; die Ähnlichkeit mit bekannten Problemen ist niedrig, damit ist laut Tabelle C der kognitive Prozess des „Integrierens“ gefordert.

Das Niveau ist als sehr hoch einzuschätzen.

Analyse der Aspekte des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses nach ESNaS:

Fragestellung: Eine solche kann hier wegen der Prüfungssituation nicht entwickelt werden.

Hypothese: Formulierung einer begründeten, prüfbaren und passenden Hypothese in 1.1

Untersuchungsdesign: Keine Durchführung eines Experiments, sondern Gewinnung von Messdaten

Datenauswertung: Deutlicher Schwerpunkt der Prüfungsaufgabe in 1.2; Aspekt der Fehleranalyse, in 2.3 Grenzen und offene Fragen.

Fazit

Um in einer Prüfungsaufgabe einen so offenen Arbeitsauftrag wie den in 1.3.1 zu stellen, der aber auch ein-

Lernaufgabe Physik zur Vorbereitung der Prüfungsaufgabe

Das Schwingen der Apollo-15-Flagge auf dem Mond wurde gern als Beweis dafür angeführt, dass man nicht auf dem Mond gelandet sei, sondern die Mondlandungen in einem Filmstudio in Hollywood gedreht habe (siehe z.B. <http://www.clavius.info/A15flag01.htm>). Dabei hätte ein Astronaut ganz einfach ein Fadenpendel benutzen können, um die Skeptiker zu überzeugen, ganz abgesehen davon, dass man mit diesem Instrument die Fallbeschleunigung g_{Mond} hätte messen können.

Im Weiteren soll ein geeignetes Messverfahren für die Bestimmung von g_{Mond} ausgewählt werden. Zur Auswahl stehen zwei Messvorrichtungen, mit denen auf der Erde an einem Fadenpendel die Diagramme in Abb. 1 und 2 aufgenommen wurden.

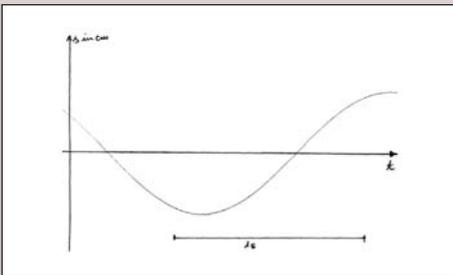


Abb. 1: Zeit-Elongations-Diagramm der Schwingung, aufgenommen mit einem magnetischen Sensor und einem Koordinatenschreiber.

Lösung, nur für die Hand der Lehrkraft:
Man misst $T/2 = 0,95$ s, also $T = 1,9$ s. Bei einer Pendellänge von $l = 0,985$ m erhält man rechnerisch $T = 1,99$ s.

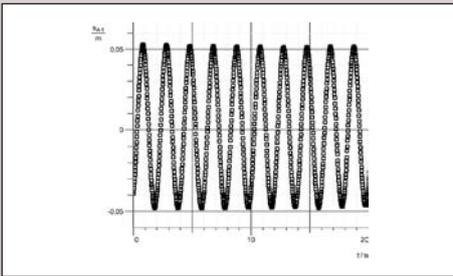


Abb. 2: Zeit-Elongations-Diagramm der Schwingung, aufgenommen mit einem Lasersensor und Rechner mit Interface

Lösung, nur für die Hand der Lehrkraft:
Man erhält $15 T = 29,8$ s, also $T = 1,991$ s gemäß Berechnung aus der Pendellänge von $l = 0,985$ m.

Arbeitsaufträge:

- Fertige eine Skizze eines möglichen Versuchsaufbaus an.
- Bestimme aus den Diagrammen die Periodendauer T .
Die beiden Messwerte werden nicht übereinstimmen.
- Wende folgende vier Anweisungen zur Ermittlung der Periodendauer an:
 - Nutze die Definition der Periodendauer für eine entsprechende Messung.
 - Verwende gleichphasige Orte mit möglichst großem zeitlichem Abstand.
 - Verwende Zeitpunkte, die gut abzulesen sind.
 - Mittle über möglichst viele Messungen zwischen benachbarten gleichen Phasen.
- Überlege zunächst allein, welche Methode zu einer möglichst genauen Bestimmung der Periodendauer führt.
Vergleicht eure Ideen dann miteinander und einigt euch auf eine begründete Entscheidung.
- Erstellt eine Folie, auf der eure Entscheidung anhand einer übersichtlichen Skizze dargestellt wird und in der die wesentlichen Züge der bevorzugten Methode veranschaulicht werden. Formuliert auch, worauf es bei einer genauen Bestimmung ankommt.
- Schlagt in einem Physikbuch nach, welche Gleichung zur Berechnung von g auch auf dem Mond gebraucht wird. ($l = \dots$)
- Bestimme nun mit der Formel aus der vorher ermittelten Periodendauer die Fallbeschleunigung g auf der Erde.

deutig zu korrigieren und zu bewerten sein soll, muss den Lernenden die Möglichkeit gegeben worden sein, sich mit dieser Fragestellung im Vorfeld eingehend befasst zu haben. Deshalb bietet es sich an, eine Lernaufgabe zu konstruieren, die sich an der geplanten Prüfungsaufgabe orientiert.

Konstruktion einer vorbereitenden Lernaufgabe

Einige Gesichtspunkte, die eine Lernaufgabe besonders charakterisieren und sie von einer Prüfungsaufgabe abgrenzen, sollen hier in den Fokus gerückt werden:

- Klare Zielvorstellung vorgeben – nur eine Kompetenz steht im Vordergrund
- Variation der Problemstellung, die verschiedene Blickwinkel erzwingt
- Grad der Offenheit eher gering halten
- Vielfältige Stufung konstruieren
- Vorhersehbare Schwierigkeiten erkennen
- Reflexionsaufgaben einbauen
- Kooperationsformen nahelegen, wenn nicht sogar erzwingen

Analyse der neu konstruierten Lernaufgabe (s. Seite 14)

Klassenstufe: 9/10 (In einigen Bundesländern ist das Thema „Schwingungen“ allerdings erst für die Kursstufe vorgesehen.)

Zeitbedarf: 2 Unterrichtsstunden

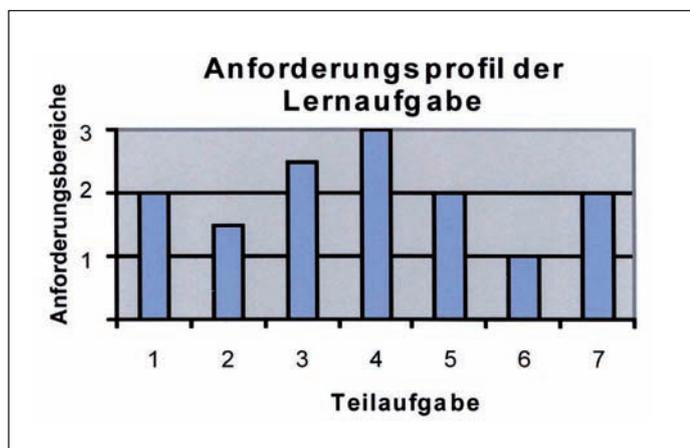
Kenntnis von: Periodendauer, Phase, Amplitude, Zusammenhang zwischen g und T beim Fadenpendel.

Eine kompetenzorientierte Aufschlüsselung im Fachwissen gibt es natürlicherweise nicht.

Ziele: Auswerten von Daten, Mathematisierung, Beurteilung der Gültigkeit gewonnener Ergebnisse; Schwerpunkt auf Kompetenz E9 „Auswerten gewonnener Daten, einfache Mathematisierung“

Offenheit: Nur im Aufgabenteil 4 gegeben. In den anderen Teilen geht es um den Erwerb neuer Fachkenntnisse. Daher ist die Aufgabe hier deutlich strukturiert (und wenig offen).

Stufung: Deutliche Stufung, allerdings mit fast kontinuierlich steigendem Anforderungsbereich.



Kontext: Deutlich erkennbare Verknüpfung zu bekannten Aussagen im Internet.

Niveau: Es geht nur um die Herstellung jeweils eines Zusammenhangs (Komplexitätsstufe III) und den kognitiven Prozess des Organisierens, insgesamt hat die neu konzipierte Aufgabe also eine mittlere Niveaustufe.

Analyse der Aspekte des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses nach ESNaS

Fragestellung ist vorgegeben; es soll keine entwickelt werden
Hypothesen: Es werden keine verlangt; während der Gruppenarbeit können aber Hypothesen entwickelt werden – mit Einfluss auf Teilaufgabe 4.

Untersuchungsdesign: Aufbau einer Anordnung, Gewinnung der Daten; Umgang mit Diagrammen

Datenauswertung: Teilaufgabe 2 und 3 – Kompetenz E9, Teilaufgabe 4 und 5 – Kompetenz E10.

Die letzten beiden Teilaufgaben liegen nicht im Bereich Erkenntnisgewinnung, runden die Aufgabe aber als solche ab und sorgen für einen geschlossenen Kontext.

Variationsmöglichkeiten

1. Die Fadenlänge kann geändert werden, man untersucht die Konsequenz für das Diagramm.
2. Die gleichen Messungen werden an Diagrammen ausgeführt, die mit Lautsprecher, Mikrofon und Oszilloskop gewonnen werden.

Eine mögliche Diagnoseaufgabe zur zentralen Fragestellung obiger Lernaufgabe befindet sich im Anhang auf der MNU-Website: www.mnu.de

O4c

Aufgabenbeispiele: Analyse und Neukonstruktion Biologie

Von der Unterrichtssituation zur Lernaufgabe

Zunächst wird eine weithin bekannte experimentelle Lernaufgabe zum Erwerb von Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung skizziert und analysiert. Aus dem Ergebnis werden Folgerungen gezogen und Vorschläge für eine modifizierte Fassung zusammengestellt, deren Kriterienetz schließlich dem der ursprünglichen Lernaufgabe gegenübergestellt wird.

Lernaufgabe vor Neubearbeitung

Betrachtet wird eine Unterrichtssituation in Klasse 7/8 im Rahmen eines Curriculums zum „Ökosystem Wald“. Die Schüler sollen die Kressekeimung bei unterschiedlichen Salzkonzentrationen selbstständig untersuchen⁷.

Lernaufgabe

1. Führe das beschriebene Experiment laut der angegebenen Vorschrift durch.
2. Notiere die Ergebnisse in der vorgegebenen Tabelle.
3. Formuliere das Ergebnis.

Versuchsvorschrift

Pro verwendetes Salz und pro zu untersuchender Konzentration sollten mindestens 2 Versuchsansätze vorbereitet werden.

Die Unterteile der Petrischalen werden mit 3 Lagen Filtrierpapier ausgelegt und jeweils 2 Schalen mit Salzlösungen gleicher Konzentration angefeuchtet. Zur Kontrolle werden 2 weitere Schalen nur mit Wasser angefeuchtet.

Bei der Verwendung von Glasplatten werden die mit Filtrierpapier belegten Glasplatten möglichst senkrecht in passende Bechergläser gestellt, die mit der jeweiligen Salzlösung ca. 2cm hoch gefüllt sind.

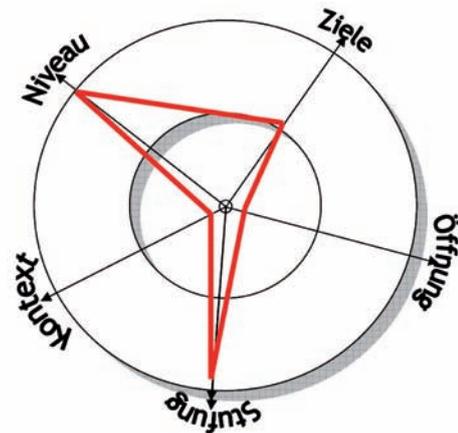
Auf jedes Filtrierpapier wird die gleiche Anzahl Kressesamen (z.B. 20) gelegt. Die unterschiedliche Quellung in Abhängigkeit von der Art und der Konzentration des Salzes kann schon nach ca. 4 Stunden festgestellt werden, die Anzahl gekeimter Samen und die Wurzellängen können nach 2 Tagen bestimmt bzw. ausgemessen werden und

als Mengen- bzw. Längenangabe in Prozent der Kontrollansätze angegeben werden. Die Messungen sollten mehrere Tage weiter verfolgt werden.

In der beigefügten Tabelle sollen die Schüler dann zu jeder Konzentration die Anzahl der nach 1 bis 5 Tagen jeweils reagierenden Samen eintragen und zwar nach folgenden Kriterien: Quellung, Keimung, Wurzellänge, Sprosslänge, Blätter, Aussehen/Besonderheiten.⁸

Analyse der Lernaufgabe „Biologie“

Abb.VI: Ausprägung der Kriterien bei der Lernaufgabe Biologie



Ziele/Kompetenzen: F 1.4 (beschreiben und erklären Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie) kombiniert mit: E 6 (planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/ oder werten sie aus)⁹.

Benötigte Kenntnisse: Keimungsbedingungen von Pflanzen, Bau der Pflanze und des Samens, Gerätekenntnis (Petrischale, Filterpapier, Bechergläser)

⁷ Ein typisches Beispiel für eine solche Aufgabe findet sich zum Beispiel im Internet auf der Seite:
<http://www.bid-owl.de/index.php?object=666332>

⁸ Zusatzinformationen für den Lehrer gibt es im Anhang auf der MNU-website www.mnu.de.

⁹ Die genannten Kompetenzen aus den Bildungsstandards werden hier nur teilweise erfüllt, vgl. Fazit.

Modifizierte Aufgabenstellung der Lernaufgabe Biologie unter besonderer Berücksichtigung der Erkenntnisgewinnung:

Deinem Nachbar fällt auf, dass nach einem harten Winter die Pflanzen in seinem Kräuterbeet im Vorgarten, nahe der Straße, recht kümmerlich wachsen.

1. Formuliere eine naturwissenschaftliche Fragestellung zunächst in Einzelarbeit.
2. Einigt euch in eurer Gruppe und dann im Plenum auf eine gemeinsame Fragestellung.
3. Entwickelt nun mit Bezug auf die Fragestellung Hypothesen.
(Begründung nicht vergessen!)
4. Wähle aus den vorgegebenen Versuchsvorschriften eine geeignete aus, um eine der Hypothesen zu überprüfen. Führe den Versuch gemäß Vorschrift durch und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein.
5. Werte deinen Versuch im Hinblick auf die Hypothese aus. Kann man deine Aussage verallgemeinern?
6. (oder als Hausaufgabe) Ordne die bei diesem Unterrichtsvorhaben durchgeführten Schritte dem Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu (Hinweis auf Darstellung im Schulbuch).

Weitere Aufgabenvorschläge/Ideen:

Wähle einen geeigneten Kontrollversuch aus.

Führe den Versuch in gleicher Weise mit einem anderen Stoff durch. Die naturwissenschaftliche Fragestellung lautet: Welchen Einfluss haben verschieden konzentrierte Lösungen unterschiedlicher Salze auf die Keimung und das Wachstum von Kresse?

Vier Varianten der Aufgabenstellung zur graphischen Aufbereitung:

- Erstelle dazu eine geeignete Tabelle.
- Füge die Säulen in das vorgegebene Diagramm ein.
- Wähle eine geeignete Diagrammform aus.
- Stelle die Daten grafisch dar.

Vergleiche mit den Ergebnissen der anderen Arbeitsgruppen.
Nenne die Faktoren, die bei diesem Versuch variiert werden können.

Mögliche Veränderungen im Materialangebot:

Die naturwissenschaftliche Fragestellung wird vorgegeben.
Die Messergebnisse werden vorgegeben, Vergleichsexperimente werden von den Schülern entwickelt.

Mögliche alternative Kontexte:

Versalzung von Äckern, abiotische Faktoren, „Gassi“-straßen

Öffnung: Die Schülerbeteiligung am Versuchsdesign und an der Fragestellung ist sehr gering.

Stufung: Die Abfolge der Arbeitsschritte ist vorgegeben. Durch die vorgegebene Stufung der Handlungsschritte wird Handlungssicherheit für die Schüler erreicht.

Kontext: Die Aufgabe nimmt keinen Bezug darauf.

Niveau: Die betrachtete Wirkung auf die Keimung ist sowohl stoff- als auch konzentrationsabhängig. Deshalb ist festzuhalten:

Hohe Komplexität

Die Schüler müssen mehrere Zusammenhänge erkennen und Schlussfolgerungen ziehen (laut Tabelle B Stufe IV).

Anspruchsvolle kognitive Prozesse: Die Schüler können aus der Aufgabenstellung nicht direkt auf einen Lösungsweg schließen; die Ähnlichkeit mit bekannten Problemen ist niedrig (laut Tabelle C: Integrieren).

Damit ist das Niveau als sehr hoch einzuschätzen.

Fazit

Das Material ist inhaltlich weitreichend. Die enge Führung in der Aufgabenstellung ermöglicht eine klar strukturierte Vorgehensweise. Es liegt keine eindeutige naturwissenschaftliche Fragestellung zu Grunde. Die Auswertung bietet demnach auch keinen Rückbezug auf Hypothesen, daher fehlt auch der Überblick über den Gesamtprozess. Die Formulierung des Ergebnisses kann nur beschreibend erfolgen und ermöglicht nicht den intendierten Kompetenzzuwachs im Bereich der Auswertung. Die Kompetenz E6 (Planen und Durchführen von Experimenten) wird lediglich auf der Sachebene erreicht. Es fehlt der Aufgabe ein sinnstiftender Kontext.

Analyse der modifizierten Lernaufgabe (s. Seite 17)

Benötigte Kenntnisse: Keimungsbedingungen von Pflanzen, Bau der Pflanze und des Samens, Gerätekenntnis (Petrischale, Filterpapier, Bechergläser)

Ziele/Kompetenzen: F 1.4 (... beschreiben und erklären Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie) kombiniert mit E 6 (... planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/oder werten sie aus)¹⁰

E 5: ... führen Untersuchungen mit geeigneten qualifizierenden oder quantifizierenden Verfahren durch,

E 7: ... wenden Schritte aus dem experimentellen Weg der Erkenntnisgewinnung zur Erklärung an (stark ausgeprägt).

Öffnung: eigenständige Formulierung von Fragestellung und Hypothesen, hypothesenbezogene Auswahl des Vorgehens.

Stufung: Die Abfolge der Arbeitsschritte ist vorgegeben. Durch die vorgegebene Stufung der Handlungsschritte wird Handlungssicherheit für die Schüler erreicht.

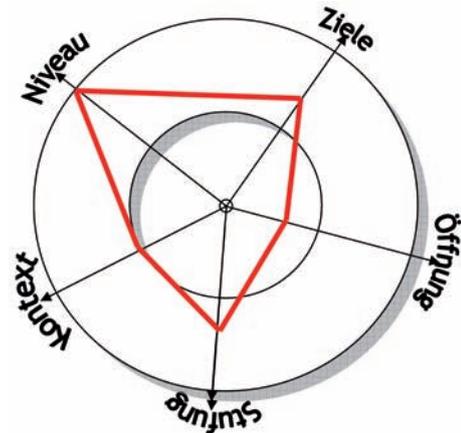
Kontext: Streusalzproblematik

Niveau: **Hohe Komplexität**, da betrachtete Wirkung stoff- und konzentrationsabhängig ist.

Formulieren naturwissenschaftlicher Fragestellungen, Hypothesenbildung, Auswertung mit Rückbezug auf Hypothesen, Reflexion des Erkenntnisweges, damit **anspruchsvolle kognitive Prozesse**:

Das Niveau ist als sehr hoch einzuschätzen.

Abb. VII: Ausprägung der Kriterien bei der modifizierten Lernaufgabe Biologie



Fazit:

Wie der Vergleich der Abbildungen VI und VII auf einen Blick zeigt, ist das Niveau der Aufgabe nach wie vor hoch, während sich die Ausprägungen der anderen Kriterien durch die Modifikation der Aufgabe deutlich verändert haben.

¹⁰ Die genannten Kompetenzen aus den Bildungsstandards werden hier nur teilweise erfüllt.

05

Ausblick

Die Arbeit des IQB an der „Evaluierung der Standards in den Naturwissenschaften für die Sekundarstufe I“ (ES-NaS) können wir Lehrer zur Verbesserung unserer Unterrichtsqualität nutzen. Folgende Chancen eröffnen sich dabei:

- Unser Blick auf die Kompetenzen der Schüler wird detaillierter.
- Die Arbeit mit Lern-, Prüfungs- und Diagnoseaufgaben wird gezielter.
- Demotivierend hohes Niveau bei Lernaufgaben kann rechtzeitig erkannt werden.
- Unsere Lernbegleitung wird dadurch erfolgreicher und für alle Beteiligten zufriedenstellender.
- Die gewinnbringende Zusammenarbeit in Fachkonferenzen zu den Themen „differenzierte Lernprogression“ und „Vergleichsarbeiten“ wird mit einer brauchbaren Arbeitsgrundlage versehen.

Alle diese Aspekte lassen sich in einem Satz zusammenfassen: „Kompetenzen“ werden allmählich zu handhabbaren Realitäten!

Nicht aus den Augen verlieren wollen wir bei der Beschäftigung mit Kompetenzen die „basics“, also das, was unsere Schüler an Grundfertigkeiten am Ende der Sekundarstufe I erworben haben müssen, um sich weiterhin auf sinnvolle Weise mit naturwissenschaftlichen Themen beschäftigen zu können. Was in unseren Fächern zu diesen „basics“ gehört und wie wir für das ständige „Wachhalten“ dieser Grundfertigkeiten und –kenntnisse sorgen könnten, ist Thema der nächsten Ausgabe dieser Themenreihe.

Zum Schluss haben wir eine Bitte an Sie: Wenn Sie sich mit unseren Anregungen zur Analyse und Neukonstruktion von Aufgaben beschäftigen, lassen Sie doch andere Kollegen an Ihren Erkenntnissen teilhaben! Senden Sie uns Ihre Analyseergebnisse, Aufgabenbeispiele oder kritische Stellungnahmen zu, damit auf der MNU-website ein kollegialer Austausch darüber möglich wird, für den der MNU seit jeher eine bewährte Plattform darstellt.

Werden Sie Mitglied im MNU!

Der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde 1891 gegründet und ist heute mit ca. 6000 Mitgliedern einer der großen Fachlehrerverbände Deutschlands.

Er vertritt die Fachinteressen der Lehrerinnen und Lehrer für Mathematik, Biologie, Chemie, Physik und Informatik aller Schulformen in den Ländern und über die Landesgrenzen hinaus. Er tritt für die Stärkung des Interesses junger Menschen an den Naturwissenschaften und der Technik als Berufsperspektive ein.

Besonderes Angebot für Studenten und Referendare: Beitragsfreie Mitgliedschaft im 1. Mitgliedsjahr.



Weitere Informationen finden Sie unter: www.mnu.de

Teilnehmer

Teilnehmer	Stadt	Email
ULRICH BEE	KONSTANZ	ulrich.bee@gmx.de
DR. ANKE DOMROSE	MOERS	anke.domroese@freenet.de
GERWALD HECKMANN	MÜNCHEN	gerwald.heckmann@mnu.de
LUTZ JAEGER	DEUTSCH EVERN	lutzjaeger@online.de
MATTHIAS KREMER	TUTTLINGEN	kremer-tuttlingen@t-online.de
JÜRGEN LANGLET	WENDISCH EVERN	juergen.langlet@mnu.de
RAIMUND LEIBOLD	NITTEL	raimund.leibold@t-online.de
MICHAEL RODE	LÜNEBURG	cdjmrode@t-online.de
ROBERT STEPHANI	KAISERSLAUTERN	robert.stephani@mnu.de
BERND WIESE	METTMANN	bernd_wiese@t-online.de

Literatur

1. BLK- Programm „Steigerung der Effizienz des nat.-wiss. Unterrichts“. Modul 1: Weiterentwicklung der Aufgabenkultur. Kiel, IPN, 1997.
2. Germ, M.: Strukturierung durch Lernaufgaben im Biologieunterricht. MNU 61, 8/2008. Neuss, Seeberger, 2008, S. 487 ff.
3. Kauertz, A., Fischer, H.E., Lau, A.: Kompetenzmessung durch Leistungstests. MNU 61, 2/2008, Neuss, S. 75 ff.
4. Kauertz, Alexander et al.: Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I, Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 16, 2010, S. 135 ff (Veröffentlicht unter http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/16_Kauertz.pdf (letzter Aufruf: 13. 02. 2011))
5. Kircher/Schneider (Hrsg.): „Physikdidaktik in der Praxis“, Springer Verlag Berlin, 2002, insbesondere Kapitel 7.2, S. 300 – 322
6. Krumm, Birgitta, E. Zimmerer, M. Kremer et al.: Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht. Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh, Frankfurt 2008
7. Langlet, J., Freiman, Th.: Aufgaben: Im Handeln lernen! Unterricht Biologie 287, Velber, Friedrich, 2003, S. 4-13
8. Leisen, J.: Lernaufgaben. 14. Fachleitertagung für Physik, MNU, Neuss, Seeberger, 2008. S. 52 ff.
9. Leisen, J.: „Qualitätssteigerung des Physikunterrichts durch Weiterentwicklung der Aufgabenkultur“, MNU 7, 2001, S. 401
10. Milkelskis, H. (Hrsg.): „Physik Didaktik“, Cornelsen Berlin 2006, insbesondere Kapitel 8.1, S.234 ff
11. N.N.: Verschiedene Ziele, verschiedenen Aufgaben. Themenheft 117/118. Naturwissenschaften im Unterricht/ Unterricht Physik, 21/3+4/2010, Velber, Friedrich, 2010.
12. Ralle, B.: Eine veränderte Aufgabenkultur als Herausforderung. MNU, 54(7), 2001, S. 387
13. Stäudel, L.: „Guter Unterricht mit guten Aufgaben“ in Friedrich Jahresheft XXV 2007 „Guter Unterricht“, S. 47

|

MNU Themenreihe Bildungsstandards
**Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht,
2011**

Anhang

Inhaltsverzeichnis

1. **Diagnoseaufgabe zum Thema „Schwingungen“
(Physik, Kl. 10)**

Aufgabentext
Mögliche Lösungen und deren Bedeutung

2. **Ergänzungen zur Lernaufgabe Biologie „Keimung von
Kressesamen“**

Tabelle der Beobachtungen (Kopiervorlage)
Auswertung / Besprechungsmöglichkeiten / Weiterführung
Zusatzinformation für den Lehrer

3. **Analyse von Aufgaben**

Anleitung (Textauszug, leicht verallgemeinert)
Kriterienetz zum Ausfüllen (Kopiervorlage)

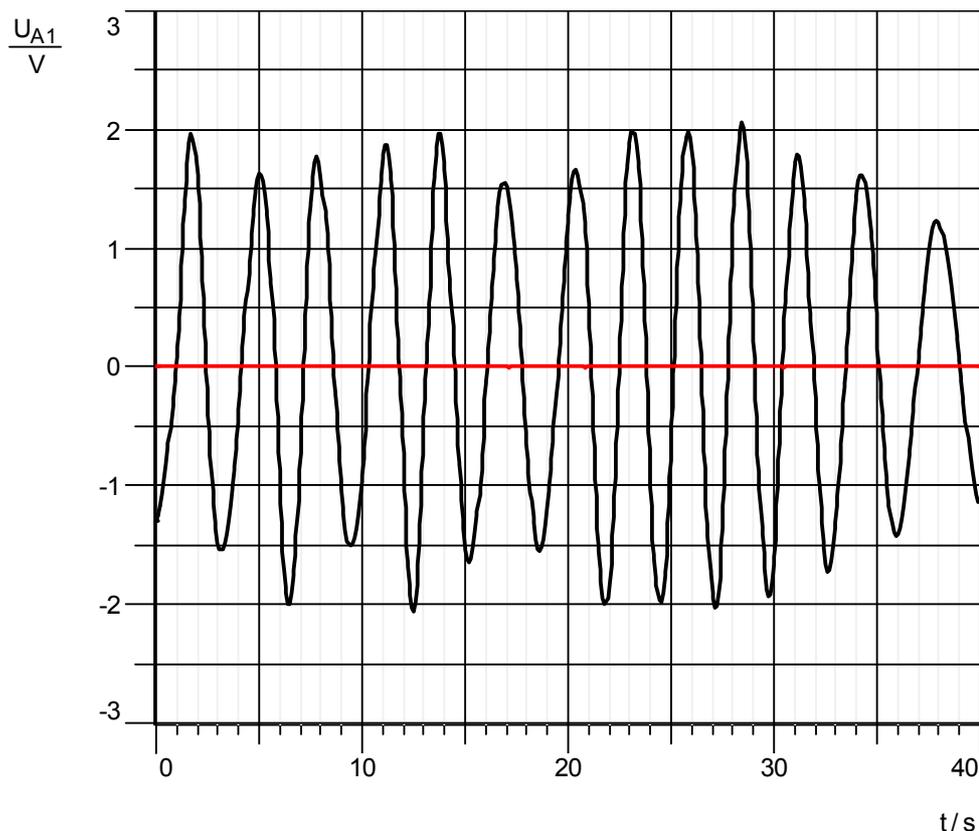
1. Diagnoseaufgabe zum Thema „Schwingungen“ (Physik, Kl. 10)

Um zu überprüfen, wie die Lernenden mit der zentralen Fragestellung der obigen Lernaufgabe umgegangen sind, kann die folgende Diagnoseaufgabe eingesetzt werden.

Aufgabentext:

Von einem nicht völlig perfekten Pendel wurde mit dem Lasersensor das Zeit- Elongations-Diagramm aufgenommen.

- Bestimme die Periodendauer so genau wie möglich.



Mögliche Lösungen und deren Bedeutung:

Betrachtung der ersten Periode	$T = 3,25 \text{ s}$
Alle dargestellten Perioden	$12 T = 36,05 \text{ s}$, also $T = 3,00 \text{ s}$
Mittlung über sechs Perioden	$T = 3,06 \text{ s}$

Mit dieser Diagnoseaufgabe ist es möglich, durch einfache Abfrage des Ergebnisses auf die gewählte Methode zu schließen und Fehler bei Rundungen oder bei ungenauem Ablesen auf zu decken.

2. Ergänzungen zur Lernaufgabe Biologie „Keimung von Kressesamen“

Tabelle der Beobachtungen

Beobachtungen	Konzentration [g/l]	Anzahl der reagierenden Samen nach Tagen				
		1	2	3	4	5
Quellung	10					
	5					
	2,5					
Kontrolle	0					
Keimung	10					
	5					
	2,5					
Kontrolle	0					
Wurzellänge[mm]	10					
	5					
	2,5					
Kontrolle	0					
Sprosslänge [mm]	10					
	5					
	2,5					
Kontrolle	0					
Blätter	10					
	5					
	2,5					
Kontrolle	0					
Aussehen / Besonderheiten	10					
	5					
	2,5					
Kontrolle	0					

Auswertung / Besprechungsmöglichkeiten / Weiterführung

- verschiedene Schülergruppen liefern unterschiedliche Ergebnisse, graphische Darstellung zum Vergleich, EDV-Einsatz
- die Wirkung ist stoff- und konzentrationsabhängig, Dosis-Wirkung-Korrelation
- weiterführende Experimente zur Akkumulation, zur Untersuchung der Wirkung von Düngesalzen oder zur Bestimmung der Salzbelastung des Bodens sind möglich (z.B. in Facharbeiten)

Zusatzinformation für den Lehrer

Bei den Ansätzen mit Kochsalz ergeben sich ab einer Massenkonzentration von $\beta = 5\text{g/l}$ ein verringertes Wurzelwachstum und ein vermindertes Sprosswachstum sowie Blattverfärbungen. Im Falle des Einsatzes von Kupfersulfat erfolgt selbst die Quellung verzögert, bei Aluminiumsulfat ist die Keimung verzögert und das Sprosswachstum verringert. Bei Verwendung von Schwermetallsalzen treten diese Veränderungen schon bei Konzentrationen der Salzlösungen von $\beta = 10\text{mg/l}$ oder $\beta = 100\text{mg/l}$ auf.

Als Streumittel verwendete Salze verursachen an Pflanzen am Straßenrand ähnliche Schadwirkungen und Schadbilder wie im durchgeführten Experiment bei der Kresse. Der erhöhte Salzgehalt des Bodens führt über die Erhöhung des osmotischen Wertes des Bodens zu einer erschwerten Wasseraufnahme durch die Wurzel. Die zu beobachtenden Schadbilder an den Blättern werden von aufgenommenen Chlorid-Ionen hervorgerufen, wahrscheinlich wird das Protoplasma der Zellen durch Dehydratationsvorgänge geschädigt. Über Austauschvorgänge werden an Bodenkolloide gebundene Kationen wie Ca^{2+} , Mg^{2+} oder K^+ gelöst und ausgewaschen. Diese Auswaschung kann zu Mangelsituationen an Pflanzen führen.

Die schädigende Wirkung der Schwermetallsalze beruht hauptsächlich auf der Hemmung von Enzymen des Pflanzenstoffwechsels.

Entsprechende Experimente können auch mit Wasser durchgeführt werden, dem Heizöl oder Benzin zugesetzt wurde (beginnend mit einer Verdünnung von 1:10 bis 1:1000).

3. Analyse von Aufgaben

Anleitung

1. Ziele der Aufgabe:

Welche Kompetenzbereiche und welche Kompetenzen sind von ihr angesprochen? Wie gut passt die Aufgabe zum angestrebten Ziel?

2. Öffnung:

In welchem Maße wird der Lernende geführt oder muss er wesentliche Schritte ohne Hinweis und Hilfe bewältigen?

3. Stufung:

Bietet die Aufgabe zu Beginn einen leistbaren Einstieg für alle Schüler, aber auch Möglichkeiten für gute Schüler, weitere Aufgabenschritte selbstständig abzuarbeiten, für die andere Schüler eine zusätzliche Information oder Hilfe benötigen?

4. Kontext:

Ist die Aufgabe mit einem Zusammenhang verknüpft, der Schüler motivieren kann?

5. Niveau:

Werden verschiedene, definierte Anforderungen verlangt? Diese sind wegen der Operationalisierbarkeit unterteilt in „Komplexität“ und „kognitive Prozesse“.

Komplexität wird nach den beiden Prinzipien „Anzahl an Elementen“ und „Verknüpfung der Elemente“ gestuft (Tabelle):

Komplexitätsstufen einer Aufgabe:

- | |
|--|
| I. Ein Faktum
II. Zwei Fakten
III. Ein Zusammenhang
IV. Zwei Zusammenhänge
V. Übergeordnetes Konzept |
|--|

Typische Fakten der Stufen I und II sind etwa Bezeichnungen von Größen, Eigenschaften oder Variablen. Häufig vorkommende Zusammenhänge der Stufen III und IV sind Je-Desto-Beziehungen, die z.B. bei der Beschreibung eines Kreisprozesses auf der IV. Stufe miteinander verknüpft werden müssen. Die V. und höchste Stufe ist erreicht, wenn die Zusammenhänge so übergreifend beschrieben werden, dass sie ohne Bezug zu einer konkreten Situation anwendbar sind.

Kognitive Prozesse werden entsprechend den einzelnen Schritten zum Umgang mit Information gestuft:

- Reproduzieren
- Selegieren
- Organisieren
- Integrieren

Diese Schritte sind eindeutig durch drei Variablen voneinander zu unterscheiden: Das Verhältnis zwischen gegebener Information und Erwartung, der Notwendigkeit der Herstellung von Zusammenhängen sowie der Unähnlichkeit zwischen gegebener Information und der Lösung:

Kriterien / Kognitive Prozesse	Verhältnis zwischen der Menge der vorgegebenen Information und der erwarteten Information	Notwendigkeit, Zusammenhänge herzustellen	Ähnlichkeit der Situation in Aufgabenstellung und Lösung
Reproduzieren	Identisch	Nein	hoch
Selektieren	Teilmenge	Nein	hoch
Organisieren	Erweiterung	Ja	hoch
Integrieren	Erweiterung	Ja	niedrig

Quelle: Kognitive Prozesse und variierende Kriterien aus Kauertz, Alexander et al.: Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I, Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 16, 2010, S. 135 ff

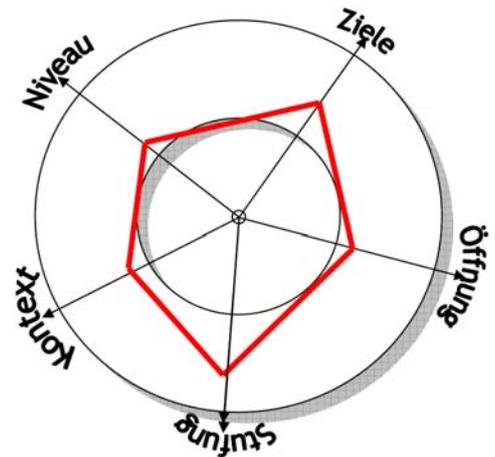
Beurteilung von Aufgaben: Kriteriennetz

Mithilfe eines Kriteriennetzes lassen sich zusammenführend Aufgaben beurteilen. Dabei bilden die fünf oben erläuterten Kriterien Randpunkte des Netzes. Die jeweilige Ausprägung der in einer zu beurteilenden Aufgabe enthaltenen Kriterien wird abgeschätzt und auf der entsprechenden Achse zwischen minimaler (Kreismittelpunkt) und maximaler Ausprägung (äußerer Kreis) markiert. Beim Kriterium „Ziele“ bedeutet eine starke Ausprägung einerseits eine hohe Anzahl geförderter oder angelegter Kompetenzen aus verschiedenen Bereichen, aber auch die zentrale Funktion der geforderten Kompetenz im Hinblick auf ein naturwissenschaftliches Weltverständnis. Außerdem muss die Aufgabenstellung gut zur angesteuerten Kompetenz passen.

Die Ausprägung des „Niveaus“ setzt sich aus der Stufe der Komplexität und dem geforderten kognitiven Prozess zusammen (siehe die beiden obigen Tabellen). Je höher das Niveau der Aufgabe, desto weiter außen wird im Kriteriennetz die Markierung gesetzt.

Werden die Punkte durch eine rote Linie miteinander verbunden, lassen sich auf einen Blick die spezifischen Anforderungen und Merkmale einer Aufgabe und somit auch ein eventuell nötiger Änderungsbedarf erkennen.

Spannend ist auch die vergleichende Einschätzung einer Aufgabe durch Erstellung von Kriteriennetzen im Kollegenkreis oder im Rahmen einer Lehreraus- oder fortbildungsveranstaltung.



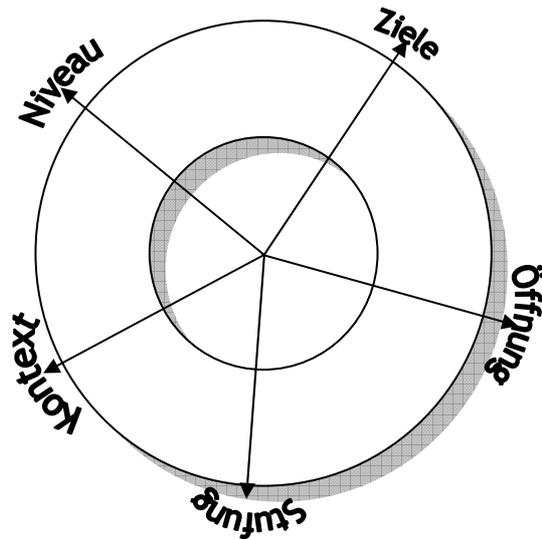
Aufgabenanalyse durch ein Kriteriennetz

Untersuchte Aufgabe:

Aufgabentyp: Lernaufgabe (Einstieg Erarbeitung Übung)
 Diagnoseaufgabe Leistungsaufgabe

Kompetenzbereich(e):

Kriteriennetz:



Aufgabenanalyse durch ein Kriteriennetz

Untersuchte Aufgabe:

Aufgabentyp: Lernaufgabe (Einstieg Erarbeitung Übung)
 Diagnoseaufgabe Leistungsaufgabe

Kompetenzbereich(e):

Kriteriennetz:

