pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Bezler, Hans Joachim

Intelligentes Üben - Behalten - Überprüfen. Positionen einer neuen „Aufgabenkultur" im naturwissenschaftlichen Unterricht

Döbrich, Peter [Hrsg.]: Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachtagung am 15. Dezember 1999. Frankfurt am Main : GFPF ; DIPF 2002, S. 29-49. - (Materialien zur Bildungsforschung; 7)

urn:nbn:de:0111-opus-34405

in Kooperation mit:

GFPF
Gesellschaft zur Förderung
Pädagogischer Forschung e.V.

http://www2.dipf.de/gfpf/daten_zur_gfpf/daten_zur_gfpf.htm

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Kontakt:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft
Informationszentrum (IZ) Bildung
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main
eMail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert durch DIPF

GFPF
Gesellschaft zur Förderung
Pädagogischer Forschung

DIPF
Deutsches Institut für Internationale
Pädagogische Forschung

Peter Döbrich (Hrsg.)

Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Fachtagung am 15. Dezember 1999

Materialien zur Bildungsforschung
Band 7

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht; Fachtagung am 15. Dezember 1999 / GFPF, Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung ; DIPF, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung. Peter Döbrich (Hrsg.) – Frankfurt am Main : GFPF ; Frankfurt am Main : DIPF, 2002
(Materialien zur Bildungsforschung; Bd. 7)
ISBN 3-923638-25-6

Copyright © 2002 by Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung;
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung,
Schloßstraße 29, D-60486 Frankfurt am Main

Printed in Germany
ISBN 3-923638-25-6

Inhalt

Peter Döbrich; Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, Frankfurt am Main:
Einleitung
Internationale Vergleiche – Rückmeldungen über die Leistungen unserer Schulen V

Wolfgang Gräber, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel:
„Scientific Literacy" – Naturwissenschaftliche Bildung in der Diskussion 1

Hans Joachim Bezler, Studienrat, Heusenstamm:
Intelligentes Üben – Behalten – Überprüfen
Positionen einer neuen „Aufgabenkultur" im naturwissenschaftlichen Unterricht 29

Birgitta Krumm, OStD i.R., Frankfurt am Main:
Berichte aus den Arbeitskreisen 51

Hans Joachim Bezler

Intelligentes Üben – Behalten – Überprüfen Positionen einer neuen „Aufgabenkultur" im naturwissenschaftlichen Unterricht

In der Folge des TIMSS-Schockes und in der Vorbereitung auf PISA wird in Deutschland allenthalben eine neue „Aufgabenkultur" für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht gefordert.

Meist wird kritisiert, dass Leistungsüberprüfungen nur Wissenselemente aus zu kurzen Zeitabschnitten beinhalten, die zudem weder ausreichend vertikal vernetzt seien, noch prüfen, ob die „begrifflichen" Anker und fachbezogenen Arbeitsweisen ausreichende Einsichten in die wesentlichen Problemstellungen des jeweiligen Faches ermöglichen.

Es werden Rückschlüsse auf die Methoden des Unterrichts vorgenommen und das zu häufig eingesetzte fragend-entwickelnde Unterrichtsverfahren verantwortlich gemacht.

Das BLK-Gutachten zur Vorbereitung des Programms zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"[3] weist ein eigenes Modul (Modul 1) unterrichtsbezogener Maßnahmen aus, das sich mit der Weiterentwicklung dieser Aufgabenkultur befasst.

Die Expertise geht dabei von den Ansatzpunkten aus, dass

- die Unterrichtsführung überwiegend der Erarbeitung *einer* Lösung, *eines* Algorithmusses oder der Automatisierung *einer* Routine dient.
- die bisher gängige Übungspraxis wenig abwechslungsreiche Anwendungsaufgaben in unterschiedlichen Kontexten beinhaltet.
- es bisher kaum gelungen ist, länger zurück liegende Inhalte in den Unterricht zu integrieren, da eine relativ geringe Vernetzung der Themen bestehe.

---

[3] BLK, Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 60: Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts", Bonn 1997

Peter Häußler und Gunter Lind[4] vom IPN Kiel legen im Rahmen der BLK-Programmförderung umfangreiche Erläuterungen vor – allerdings bisher nur mit Beispielen für den Physikunterricht – wie eine Weiterentwicklung der Aufgabenkultur erreicht werden kann. Primäres Ziel müsse es sein, das Aufgaben-Lösen aus der mehr randständigen Position in das Zentrum des Unterrichts zu rücken. Sie beklagen dabei die schon von Wagenschein kritisierte Auffassung, dass das Einordnen von Wissen in die Systematik eines Faches gleichsam automatisch Verständnis impliziere und das Anwenden nur noch geübt werden müsse.

Ihre grundsätzlichen Aussagen können auf alle naturwissenschaftlichen Fächer übertragen werden.
Dass dabei zunächst von der Beachtung dieser Prämissen auszugehen sei, wenn konkretere Vorschläge als Bearbeitung im Sinne des Moduls 1 gesehen werden sollen, wird betont.

Auf der letzten Lehrplantagung für das Fach Chemie der Gesellschaft zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU)[5] hat eine eigene Arbeitsgruppe mit dem Titel „Aufgabenkultur" Positionen und Hinweise beschrieben, die für die Entwicklung und zum Umgang mit Aufgaben im Lernprozess bzw. bei der Leistungsüberprüfung empfohlen werden können. Die Diskussionsansätze und ihre Ergebnisse erscheinen ebenfalls auf andere naturwissenschaftliche Fächer übertragbar.

Im Bundesland Hessen wurde versucht, zur Qualitätssicherung unterrichtlicher Ergebnisse Aufgabenformate[6] für einzelne Fächer und für einzelne Schulformen zu entwickeln, die auf der Basis des vorhandenen Lehrplans

---

4 Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN), Peter Häußler, Gunter Lind, BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts" Erläuterungen zu Modul 1 mit Beispielen für den Physikunterricht;
Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht

5 Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.
Lehrplantagung Chemie vom 30.11.1999 bis 3.12.1999
Lehrplanempfehlungen veröffentlicht in MNU, 53, (3) 2000

6 z.B., Bezler, Bruder, Köhler, Krumm: Aufgabenformate zur Umsetzung des Rahmenplans Chemie, unveröffentlichtes Manuskript, Wiesbaden 1998

und in den Naturwissenschaften auf dem Hintergrund der TIMS-Studie Vorlagen und Beispiele liefern sollten, wie die Ergebnisse der Umsetzung des Lehrplans in den Schulen evaluiert werden können. Gleichzeitig wurden im Rahmen von jahrgangsbezogenen Handreichungen[7] zur Umsetzung des Lehrplans kontextbezogene Aufgabenbeispiele geliefert, die exemplarisch den neuen Anspruch dokumentieren sollen.

Die Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung hat diese Diskussion in einer Fachtagung zur „Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht" aufgegriffen und eine Arbeitsgruppe mit dem Thema „Intelligentes Üben – Behalten – Überprüfen" gebildet.

Der Friedrich-Verlag hat sein Jahresheft 2000 dem „Üben & Wiederholen"[8] gewidmet. Das frühere Jahresheft 1996 „Prüfen und Beurteilen"[9] erhält so, quasi zeitgeistkonform, die unerlässliche Ergänzung einer vollständigen Erfassung der Stellung „Aufgabe" im Lernprozess.

Durch die deutlichere Betonung, allgemein Unterrichtsmethoden auf den Prüfstand zu stellen, insbesondere das Lernen lernen zu lassen, kommt nun auch, quasi didaktisch reduziert, dem Üben üben mehr Bedeutung zu. Im Allgemeinen konsent ist dabei die Vorstellung, dass hierfür ein größeres Zeitbudget zur Verfügung zu stellen ist[10], als dies in bisherigen Planungsprozessen explizit festgeschrieben und durch Ausweisung der Inhalte des Unterrichts impliziert wurde. Dennoch ist es auch erforderlich, im Kontext einer fortwährenden Diskussion der Fächeranteile an den Stundentafeln die Steigerung der Effizienz des Lernens durch die Wahl geeigneterer Aufgaben[11] zu erreichen.

Im Folgenden sollen einige der Diskussionsansätze und -beiträge dargestellt werden. Sie sollen anregen, den bisherigen Umgang mit Aufgaben im Unterricht und bei Leistungsfeststellungen zu überprüfen. Einige ausgewählte Beispiele könnten geeignet sein, Formulierungen bei selbst ge-

---

7 Bezler, Deuser, Koch, Sgoff, Thomas: Die Luft, Handreichung und Materialien zum Rahmenplan Chemie, Wiesbaden 1999

8 „Üben & Wiederholen", Jahresheft 2000, Friedrich-Verlag, Seelze 2000

9 „Prüfen und Beurteilen", Jahresheft 1996, Friedrich-Verlag, Seelze 1996

10 z.B. Köhler, G.: „Anschauungsmaterial auf dem Bildschirm" in „Üben & Wiederholen", Jahresheft 2000, Friedrich-Verlag, Seelze 2000

11 Blum, W./Wiegand, B.: „Vertiefen und Vernetzen" in „Üben & Wiederholen", Jahresheft 2000, Friedrich-Verlag, Seelze 2000

wählten oder bei veröffentlichten Aufgaben hinsichtlich neuer Zielsetzungen zu untersuchen.

Aufgaben

- stellen und lösen sind wesentliche Teile des Lernprozesses.
- erarbeiten, üben und festigen Lerninhalte genauso wie die Fähigkeiten und Fertigkeiten, mit ihnen umzugehen.
- werden einzelnen Phasen des Lernens zugeordnet und erhalten dann unterschiedliche Bedeutungen und Funktionen.
- dienen aber auch - manche meinen wohl vor allem - der Überprüfung von Leistung.

Die folgende Übersicht kann in der Akkumulation von Begriffen anregen, auf die Vielschichtigkeit aufmerksam zu werden. Sie regt aber auch an, abzugrenzen.

Aufgaben

Intelligentes Üben - Behalten – Überprüfen

Grafik 1: Begriffliche Kontexte

Aufgaben sind geeignet, um die unmittelbare Auseinandersetzung der Lernenden mit den Lerngegenständen und den Methoden des Lernens zu gewährleisten. Hierbei werden unterschiedliche und jeweils geeignete Aufgabenformate zu wählen sein. Beiden Orientierungen gemeinsam ist

ihr Ausgangspunkt für die Planung und das Begehen der weiteren Lernschritte.

Auf der MNU-Tagung[12] wurde deutlich, dass zur Entwicklung einer neuen Aufgabenkultur die Auseinandersetzung mit den folgenden Fragen notwendig ist:

- Was bedeuten das Lernen und die Lernkultur heute?
- Wie sind die neuen Medien sinnvoll einzubeziehen?
  und
- Wie kann die Wechselbeziehung zwischen der Kooperation und Konkurrenz als gemeinsamen Prinzipien der Lebenspraxis insbesondere bei Aufgaben für Schülergruppen verwirklicht werden?

Sie fordert auch:

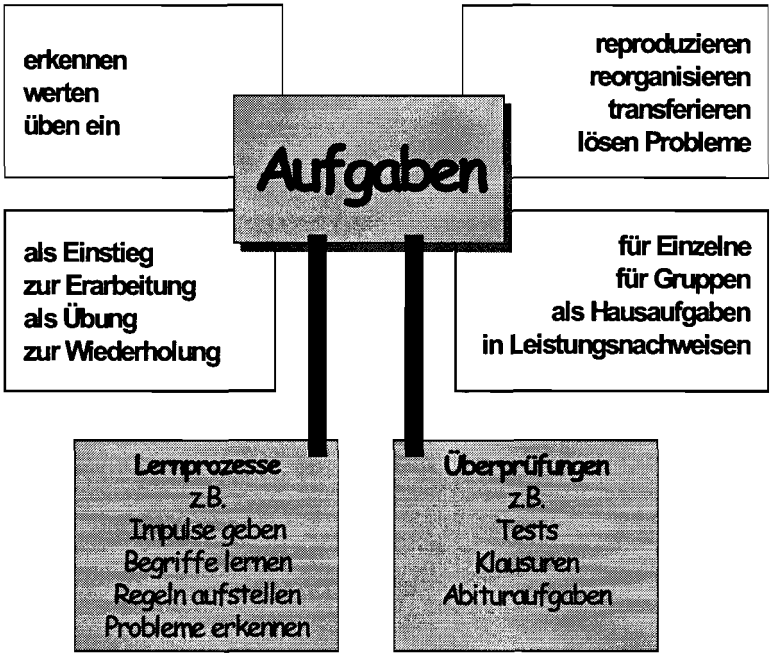
> „Aufgaben dienen (...) einerseits der Überprüfung des Lernerfolgs und andererseits der Förderung des Lernprozesses. Beide Aspekte sollen im Unterricht bewusst unterschieden werden. Lernprozesse können gestört werden, wenn die Lernenden das Empfinden haben, dass mit dem Bearbeiten von Aufgaben gleichzeitig eine Leistungskontrolle erfolgt. Erhebungen des Lernstandes als Hilfsmittel im Prozess des Lernens dürfen daher nicht mit Verfahren der Überprüfung verwechselt werden.“[13]

---

[12] s. Fußnote 5 – AG Bezler, Gröger, Scharf

[13] s. Fußnote 5

Die folgende Darstellung verdeutlicht diese Position und versucht gleichzeitig die inhaltlichen Zusammenhänge zu erfassen:



Grafik 2: Inhaltliche und methodische Differenzierung von Aufgaben in der Schulpraxis[14]

Überprüft man die Skripte des traditionellen naturwissenschaftlichen Unterrichts, so dominiert das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch. Der oder die Lehrende leitet, organisiert, fordert □ und fördert bisweilen, vor allem wertet er oder sie. Die Beiträge der Lernenden dienen in dieser Organisationsform und bei diesem Prozess der Erkenntnisgewinnung scheinbar primär der Zielfindung. Wahrgenommen und wohl auch gewollt werden sie als wesentliche Grundlage zur Beurteilung der Leistung des Einzelnen. Wenn ca. zwei Drittel der Gesamtbeurteilung von Schüle-

[14] s. Fußnote 5

rinnen und Schülern den nicht-schriftlichen Teil der Überprüfung ausmachen, sollte auch eine entsprechende Vielfalt zugrunde gelegt werden.

Aufgabenstellungen im Kontext der Förderung selbständigen Lernens lassen eine Trennung von Lernen und Überprüfen viel eher zu, wenn das reichhaltige Angebot an Methoden (Mindmapping, an Stationen lernen, Puzzles, Projekte, Planspiele, Referate u.a.) genutzt wird. Dabei kann deutlicher eingegangen werden auf die Individualität des Einzelnen.

Nicht neu ist, aber zunehmend akzeptiert wird nämlich die Bedeutung des Lerntyps und seine spezielle Organisation des Lernprozesses. Unterschiedliche Voraussetzungen gilt es transparent zu machen. Dadurch wird die Eigenverantwortung und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit gestärkt.

Über Methoden und Aufgabenstellungen ein entsprechendes Lernangebot zu schaffen, ist eine wichtige Voraussetzung, um die vielfältigen Sozialisationseinflüsse als fremdbestimmende Faktoren auszugleichen. Bedingt durch nichtschulische Lernangebote sind Vorwissen wie Fähigkeiten und Fertigkeiten für einen jeweiligen Lernschritt unterschiedlich. In den Naturwissenschaften kommt wesentlich hinzu, dass die Alltagsvorstellungen und ihre Darlegung in der Alltagssprache zunehmend fachwissenschaftlich gedeutet und mit den jeweiligen Fachbegriffen versehen werden müssen.

Dabei muss das Suchen nach alternativen Lösungsstrategien und Lösungswegen gestärkt werden. Die vielfältige Funktion des Experimentes für einen Erkenntnisprozess gilt es auch hier zu reflektieren. Im Sinne einer vertikalen Verknüpfung und einer horizontalen Vernetzung von Lerninhalten muss Wissen konsolidiert und flexibel, d.h. problemorientiert, eingesetzt werden können.

Die zunehmenden Angebote der neuen Medien müssen in ihrer Vielfalt erst erkannt und vor allem bewertet werden. Dies gilt für die Informationsbeschaffung genauso wie für die Präsentation der Ergebnisse von Arbeitsaufträgen.

Aufgabenstellungen haben diesen genannten Aspekten Rechnung zu tragen.

Die im Allgemeinen aufgestellte, jedoch stark verkürzte Forderung als Ergebnis der TIMS-Studie, Aufgabenstellungen müssten „offener" formuliert werden, greifen Häußler und Lind[15] auf, stellen jedoch als

muliert werden, greifen Häußler und Lind[15] auf, stellen jedoch als wesentlichen Differenzierungsansatz vier Fragen als Strukturierungshilfe:

1. Wie kann die Einbettung von Aufgaben in den Unterricht verbessert werden?
2. Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Lösungswegen entwickelt werden?
3. Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Kontexten formuliert werden?
4. Wie kann in Aufgaben länger zurückliegender Stoff wiederholt und mit neuem Unterrichtsstoff verknüpft werden?

Die grundsätzlichste Frage mit der weitreichendsten Bedeutung ist: Wie kann die Einbettung von Aufgaben in den Unterricht verbessert werden?

Geht man von der Prämisse aus, dass prinzipiell jeder Unterrichtsphase Aufgaben zugeordnet werden können, werden entsprechend ihren unterschiedlichen Funktionen auch unterschiedliche Formate notwendig. Gemeinsam ist allen Phasen die Stärkung der Funktion.

Zu unterscheiden wäre jedoch, ob z.B. Aufgaben einer übenden Wissensakkumulation dienen und dabei ein vertikaler Lernaufbau intendiert wird. Solche Aufgabenstellungen unterscheiden sich deutlich von denen, die horizontal vernetzend und damit fächerverbindenden Charakter aufweisen.

Insbesondere bei Hausaufgaben kann in vielfältigerer Weise auf unterschiedliche Schwerpunkte eingegangen werden. Durch die beabsichtigte Individualität des Ansatzes können auch unterschiedliche Lernausgangslagen und Lerntypen berücksichtigt werden. Erforderlich ist die Entwicklung eines Aufgabenpools, auf den in geeigneter Weise vom Lernenden selbst zugegriffen werden kann.

---

[15] s. Fußnote 4

Häußler und Lind meinen,

> „der Glaube, daß Hausaufgaben für den Lernfortschritt förderlich, wenn nicht sogar unabdingbar sind, ist bei Eltern, Schülern und Lehrkräften sehr weit verbreitet, und das, obwohl man seit über dreißig Jahren aus zahlreichen Untersuchungen weiß, dass Hausaufgaben in der Art, wie sie gestellt, bearbeitet und von der Lehrkraft (eher nicht) kontrolliert werden, einen verschwindend geringen Einfluss auf den Lernerfolg haben."[16]

Da aus Untersuchungen bekannt sei, wie die Effektivität von Hausaufgaben verbessert werden könnte, empfehlen sie die Beachtung der folgenden Aspekte:

Hausaufgaben sollen
- eine sinnvolle Funktion als Teil des Unterrichtsprozesses einnehmen,
- die individuellen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen,
- von den Lernenden als sinnvoll und hilfreich für ihren Lernprozess erkannt werden,
- kontrolliert und mit einer individuellen Rückmeldung versehen werden.

---

[16] s. Fußnote 4

Unterrichtsphase	Funktion der Aufgaben
Einstiegsphase	Motivierung, sich die Mittel zu erarbeiten, die zum Lösen erforderlich sind
Erarbeitungsphase	Unterstützung des Lernprozesses durch Umwandlung einzelner Wissensbausteine in anwendungsfähiges, lebendiges Wissen
Übungsphase	Festigen des Gelernten und Übertragen auf neue Anwendungen
Wiederholungsphase	Vernetzung des neu Gelernten mit früher gelerntem Stoff
Individualphase	Anpassung an individuellen Lernfortschritt
Gruppenunterricht	Möglichkeiten zu wechselseitigem Helfen und Lehren
Hausaufgaben	Anpassung an individuellen Lernfortschritt
Leistungsnachweis	Tests, Klassenarbeiten, Prüfungen
Reduzierung der fragend-entwickelnden Anteile	Zentrale und periphere Aufgabengruppen als Leitlinie der Unterrichtsorganisation

Tabelle 1 (nach Häußler/Lind)[17]

Für die Formulierung und Zuordnung von Aufgaben müsse dabei gelten, dass eine Weiterentwicklung

> „des klassischen, auf die Begriffe, Regeln und Gesetze der Disziplin bezogenen Typs in Richtung auf eine reflektiertere Praxis des Übens, Übertragens und Wiederholens zu erfolgen habe. Außerdem müssen kreativ Aufgaben formuliert werden, die etwas mit der Bedeutung der Naturwissenschaften in unserer Zeit und mit den Chancen und Risiken ihrer Nutzung zu tun haben.“[18]

Auch Häußler und Lind fordern bei der Reflexion der Aufgabenkultur eine Stärkung

---

[17] s. Fußnote 4

[18] s. Fußnote 4

„unterrichtsmethodischer Maßnahmen, die bei der Beschäftigung mit Aufgaben Kooperation, Eigenverantwortung und Selbstvertrauen fördern“[19].

Die folgende Aufgabe soll hier als Beispiel genannt werden. Der Einsatz einer solchen Aufgabe ist an verschiedenen Stellen des Lernprozesses möglich. Ergebnisse hängen von den unterschiedlichen Lernstandsvoraussetzungen und anderen weiteren Erfahrungen ab.

Eine solche Aufgabenstellung fordert die Lernenden auch heraus, sich mit scheinbar fachfremden Aspekten flankierend zu beschäftigen und diese dann sachlich korrekt in den Kontext einzubinden. Die Aufgabenstellung soll außerdem eine sprachlich angemessene Darstellung fördern. Die häufig beobachtete rudimentäre Kommunikationskultur eines fragend-entwickelnden Unterrichts befördert mit ihrer methodischen Dominanz mangelnde Darstellungen von fachlichen Zusammenhängen auch und gerade in den Naturwissenschaften.

Eine mögliche und tatsächlich von einer Schülerin erfolgten Antwort zur gestellten Aufgabe wird beigefügt.

Aufgabe (1):

Fertige aus den folgenden Begriffen eine Unfallmeldung.

94 Vol% □ Entzündung – Fete – Feuerwehr – Fondue leichtentzündlich – Spiritus – Wasser

Lösungsbeispiel:

Mutprobe mit verheerenden Folgen

Die Mutprobe auf einer Fete hatte verheerende Folgen. Zwei Jungs sind schwer verletzt und drei Mädchen erlitten leichte Verbrennungen. Während des Fondueessens entschlossen sich die Jungs, eine Mutprobe zu machen. Sie wollten Spiritus so lange wie möglich gurgeln. Eine Minute lang ging alles gut, doch dann verschluckte sich einer der Jungs am 94 Vol-%igen Spiritus. Er spuckte den restlichen

---

[19] s. Fußnote 4

Spiritus aus □ genau über die Fonduebrennerflamme. Durch die Stichflamme entzündete sich auch das Fett im Fonduetopf. Die anderen Jungs versuchten sofort mit Wasser zu löschen, wodurch explosive Reaktionen auftraten.
Die herbeigerufene Feuerwehr fand den Jungen mit lebensbedrohlichen Verbrennungen. Andere litten an Verätzungen des Rachens und drohen zu erblinden.
Die Mädchen haben zum Glück nur leichtere Verbrennungen. Die Feuerwehr betonte nochmals, daß in die Nähe einer Flamme keine leichtentzündlichen Stoffe gehören und die Spiritusflammen nicht mit Wasser gelöscht werden dürfen, da dies zu einer Stichflamme oder Explosion führen kann.

aus: TAGBLATT vom 19.12.1998

Für die Mathematik kann eine vergleichbare Aufgabe (2) exemplarisch genannt werden, die von Blum/Wiegand[20] aus Herget/Scholz[21] zitiert wird und für eine Klasse 7 formuliert wurde. Dabei können der Prozentbegriff und die Bruchzahlen aufgegriffen, problematisiert und durch ihre Vernetzung mit einem Anwendungsbeispiel geübt werden.

Gegeben ist folgender Zeitungsausschnitt. Nimm dazu Stellung.

Schnellfahrer

Fuhr vor einigen Jahren noch jeder zehnte Autofahrer zu schnell, so ist es mittlerweile heute „nur noch" jeder fünfte. Doch auch fünf Prozent sind zu viele, und so wird weiterhin kontrolliert, und die Schnellfahrer haben zu zahlen.

Ein anderes Beispiel dokumentiert den Zusammenhang mit der Unterrichtsmethode.
Das folgende Aufgabenbeispiel (3)[22] wurde innerhalb der Freiarbeit eingesetzt und kann als Beitrag zu den „egg-races" verstanden werden:

---

20 s. Fußnote 11

21 Herget, W./Scholz, D.: Die etwas andere Aufgabe □ aus der Zeitung, Velber 1998

22 Auszug aus einem Briefwechsel mit dem Kollegen G. Kuhn im Auslandsschuldienst, Singapur/Frankfurt 1997

Baue eine Rakete aus einer Brausetablette.

Voraus ging das Lernen an Stationen (Reaktion von kalkhaltigen Substanzen mit Säure, CO_2-Nachweis, Hirschhornsalz, Backpulver, Feuerlöscher, Sprudelwasser, Brausetablette).

> "Die Stationen hatte ich verkürzt und es waren nicht so viele, so daß die Schüler nach ungefähr 3 – 4 Stunden fertig waren.
> Ein Protokoll über die Stationen wurde benotet."[23]

Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Lösungswegen entwickelt werden?

Unterschiedliche Lösungsansätze und Lösungswege zulassen bedeutet den primären Verzicht auf das Einüben oder Überprüfen spezieller Methoden. Durch konkretisierende Formulierungen werden häufig einseitige Lösungswege vorgegeben (grafische Darstellung, Formulierung eines Reaktionsschemas, Berechnung etc.), die den Ausschluss anderer implizieren und scheinbar entweder eine Hilfe darstellen sollen oder auf die für die Naturwissenschaften typische Exaktheit aufmerksam machen sollen. Häufig meint man einen formelhaften Umgang und algebraische Ansätze.

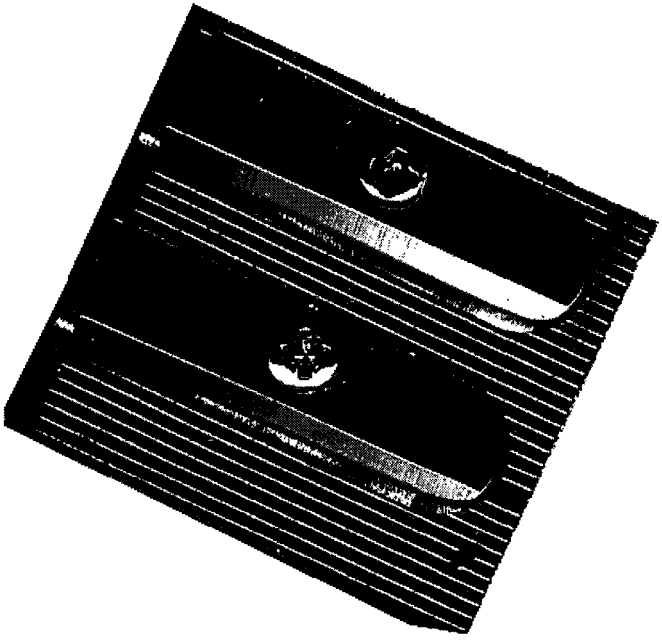
In der Mathematik und Physik erscheint das Erkennen unterschiedlicher Lösungswege einfacher zu sein als in den Disziplinen Chemie und Biologie. So können unterschiedliche physikalische Prinzipien herangezogen werden, wenn zum Beispiel manche Mechanikaufgaben entweder durch Lösen der Bewegungsgleichung oder mit Hilfe von Erhaltungssätzen gelöst werden sollen. Das Erkennen, welcher Weg einfacher oder eleganter ist, erfordert Problemverständnis und Durchdringung der Zusammenhänge. Schülerinnen und Schüler können solche Voraussetzungen allenfalls zum Ende ihrer schulischen Ausbildung in exemplarischen Aspekten erreichen.

Aufgaben mit hohem „kreativen" Anteil sind solche, bei denen Produkte hergestellt werden sollen. Die Chemie, insbesondere in ihrer „organischen Chemie", hatte hier traditionell schon immer einen Schwerpunkt.
Zur Einübung können anfangs Aufgaben gestellt werden, bei denen experimentelle und theoretische Lösungswege beschritten und verknüpft werden.

---

[23] s. Fußnote 22

Als einfaches Beispiel möge die folgende Aufgabenstellung (4) dienen:



Wie kann festgestellt werden, ob der „Spitzer" aus verschiedenen Metallen besteht? Welches Metall ist oder welche Metalle sind es?

Der Lösungsweg kann im Team diskutiert werden (Was muss untersucht werden, die einzelnen Bestandteile? Ist eine Demontage erforderlich oder gerade nicht sinnvoll? Müssen Ergebnisse mit Literaturwerten verglichen werden?...)

Später müssen Synthesewege als Lösungswege gefunden werden. Dabei muss nur noch das Produkt genannt werden. Edukte und Verfahren können ausgewählt, Bewertungen auch unter Einbeziehung fachfremder Aspekte erfolgen.

Häußler/Lind schlagen die Entwicklung von Aufgaben vor, die unterschiedliche Lösungswege hauptsächlich in Richtung unterschiedlicher

Lösungsmodi zulassen. Den qualitativen, halbquantitativen, graphischen oder pragmatisch-unorthodoxen Lösungen sollte dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Im Kontext industrieller Produktentwicklung im Team, in dem Techniker, Naturwissenschaftler, Betriebswirte, Designer und Marketingfachleute zusammenarbeiten, erscheint gerade dieser Aufgabentyp eine geeignete Erweiterung von Lösungssichtweisen zu ermöglichen.

Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Kontexten formuliert werden?

Häußler und Lind[24] sprechen bei Aufgaben dieses Typs von einer Unterscheidung in eine „Tiefenstruktur" und eine „Oberflächenstruktur". Mit Tiefenstruktur ist das zugrundeliegende Prinzip gemeint, das zur Herbeiführung der Lösung sinngemäß anzuwenden wäre. Die Oberflächenstruktur beinhaltet dagegen die konkreten in der Aufgabe beschriebenen Objekte. Aufgaben mit variierenden Kontexten meinen also solche, bei denen die gleiche Tiefenstruktur, aber eine unterschiedliche Oberflächenstruktur vorliegt.

Sie führen ein Beispiel an:

> Im Unterricht sei das dritte Newton'sche Axiom behandelt und es seien entsprechende Aufgaben gelöst worden (z.B. die wechselseitige Anziehung zwischen Erde und Mond oder die wechselseitige Anziehung zwischen zwei auf Skateboards stehenden Kindern, von denen das eine das andere mit einem Seil zu sich heranzieht und dabei selber zum anderen gezogen wird). In diesen Aufgaben wäre actio=reactio die Tiefenstruktur und Mond und Erde bzw. Kinder, Skateboards und Seil Teile der Oberflächenstruktur.

Gerade die Einbindung solcher Aufgaben in den Lernprozess kann Üben als intelligent qualifizieren. Erst das Lernen in immer neuen Kontexten führt zu wirklichem Verständnis und damit zum Behalten. Um allmählich die Fähigkeit zu entwickeln, bei unterschiedlichen Aufgabenstellungen eine eventuelle gemeinsame Tiefenstruktur zu erkennen, muss das „Ausblenden können" der Oberflächenstruktur schon früh geübt werden. Die

---

[24] s. Fußnote 4

Interessenforschung hat dabei eine Reihe von Kontexten ermittelt, die als „Einkleidung“ gleichzeitig die Motivation zum Aufgaben lösen erhöhen.

Die Aufgabe (1) könnte auch als ein Beispiel für diesen Aufgabentyp genannt werden, der sich mit der Wirkung brennbarer Stoffe beschäftigen sollte.

Alleine die Vielzahl an kreativen Antworten dokumentiert die Versuche, unter Zugrundlegung einer ermittelten Tiefenstruktur, weitere Kontexte aus anderen Erfahrungsbereichen mit einzubinden.

Wie kann in Aufgaben länger zurückliegender Stoff wiederholt und mit neuem Unterrichtsstoff verknüpft werden?

Die BLK-Expertise beklagt eine „relativ geringe vertikale Vernetztheit der Themen und Stoffe des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“.

Aufgaben, die zurückliegende Themen und Inhalte wiederholen und mit aktuellen Fragestellungen verknüpfen sollen, können jedoch erst dann gestellt werden, wenn curricular und formal solches Handeln erwünscht ist. Strukturen in Lehrplänen, die Jahrgangsstufen oder Halbjahren Themen zuweisen, die eine hinreichende Vernetzung beinhalten, ermöglichen eher Sichtweisen über den vordergründig fachlichen Kontext hinaus. Aber auch eine vertikale Vernetzung begrifflicher Anker und das dadurch erreichbare Verständnis wesentlicher fachlicher Prinzipien (z.B. Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieerhaltung etc.) werden durch die Anführung eines Stoff- oder Lernzielkataloges, wie dies noch in früheren Lehrplänen üblich war, eher behindert.

Modernen Lehrplänen liegen daher Ansätze zugrunde, die die Formulierung von fachlichen Leitlinien beinhalten. So empfiehlt die MNU[25] z.B. für die Chemie-Lehrpläne der Sekundarstufe I die folgenden Leitlinien mit Erschließungsbereichen (Alltag/Lebenswelt, Fachwissenschaft Chemie, Natur/Umwelt, Technik, weitere Erfahrungsbereiche) und pädagogischen Leitlinien zu verknüpfen:

---

[25] s. Fußnote 5

- Arbeitsweisen der Chemie
- Stoffe, Eigenschaften und Stoffgruppen
- Struktur und Eigenschaften
- Teilchen zwischen Vorstellung und Realität; erste differenzierte Atom- und Bindungsmodelle
- chemische Reaktion: Veränderung auf Stoff- und Teilchenebene, Formelsprache, energetischer und zeitlicher Verlauf
- Erkennen von Ordnungsprinzipien für Stoffe und Reaktionen

Wenn dann noch durch Änderungen von Rechtsvorschriften auch in Überprüfungen auf frühere Unterrichtseinheiten inhaltlich Bezug genommen werden darf, können in allen Bereichen Aufgaben dieses Typs eingesetzt werden.

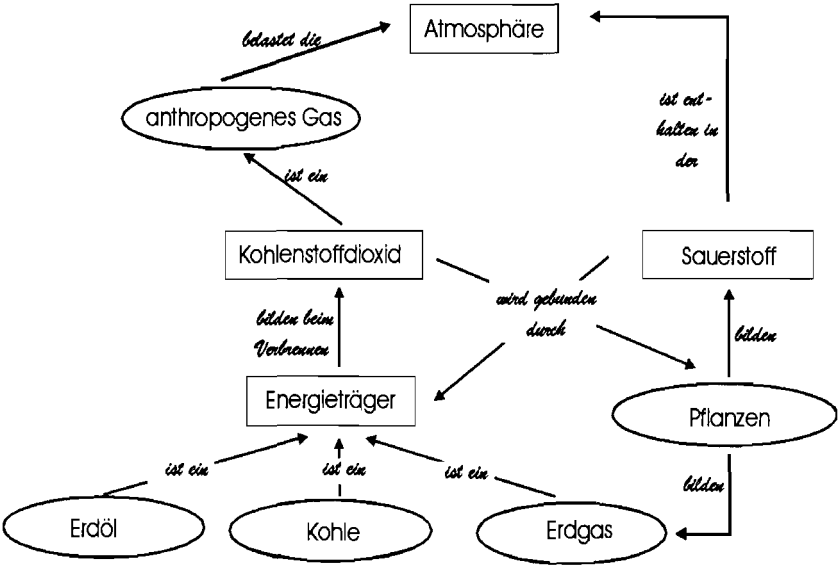
Die folgende Aufgabe (5) kann z.B. im Chemieunterricht einer 9. Jahrgangsstufe gestellt werden, wenn das Rahmenthema „Luft“[26] lautet:

Erstelle für das „Kreislaufgeschehen in der Atmosphäre“ mit Hilfe der einzufügenden Begriffe ein Beziehungsnetz.

Schlüsselbegriffe:	Begriffe, die einzufügen sind
• KOHLENSTOFFDIOXID	• KOHLE
• SAUERSTOFF	• ERDÖL
• ENERGIETRÄGER	• ERDGAS
• ATMOSPHÄRE	• ANTHROPOGENES GAS

[26] s. Fußnote 7

Das folgende Beziehungsnetz könnte sich ergeben:



Die entscheidende Frage, die sich Kolleginnen und Kollegen stellen, die für „best practice" im Lernprozess verantwortlich sind, ist die Frage nach der Realisierung neuer Ansätze. Häufig hängt von einer überzeugenden Antwort gleichsam in Rückkopplung die Akzeptanz der Problemstellung überhaupt und eine konsente Lösungsstrategie ab.

„Womit könnten die Arbeitsgruppen in den Schulen beginnen?" fragen daher ganz pragmatisch Häußler und Lind[27] und liefern handlungsanleitend gleich einen leistungsfähigen Fragenkatalog mit, auf dessen Basis die folgende Aufstellung entstanden ist:

---

[27] s. Fußnote 4

Bestandsaufnahme:

- Welche Aufgaben wurden bisher in einer bestimmten Unterrichtseinheit benutzt? (Erstellen eines themenorientierten Aufgabenkatasters, Sammlung aller Leistungsüberprüfungen.)
- Welche Ziele wurden im Unterricht damit verfolgt?
- Welchem Typus konnten diese Aufgaben zugeordnet werden? (Eher fachspezifisch oder fachübergreifend, z.B. die Bedeutung, Chancen und Risiken der Naturwissenschaften betreffend.)
- In welchem unterrichtlichen Zusammenhang (Einstieg, Erarbeitung, Übung, Wiederholung, Stillarbeit, Gruppenarbeit, Hausaufgaben, Leistungsnachweis) standen diese Aufgaben in erster Linie?
- Welchen Teil der Unterrichtszeit nehmen Aufgaben ein?
- Welche Aufgaben haben sich generell als leicht, welche als besonders schwierig erwiesen?
- Welche Fehler wurden hauptsächlich gemacht?
- Welche Maßnahmen wurden ergriffen, um das Lösen von Aufgaben zu erleichtern?

Differenzierte Ansätze einer neuen Aufgabenkultur

1. Der zukünftige Umgang mit Aufgaben:

- In welcher Unterrichtseinheit können zuerst neue Aufgabentypen erprobt werden?
- Wie können die bisherigen Aufgaben zu dieser Einheit ergänzt oder verändert werden?
- Wie kann der Stellenwert der Aufgaben vergrößert werden?
- Wie können diese Aufgaben im Hinblick auf unterschiedliche Lösungswege, unterschiedliche Anwendungskontexte und die Verknüpfung von altem und neuem Unterrichtsstoff ergänzt oder verändert werden?
- Wie können diese Aufgaben im Hinblick auf unterschiedliche Unterrichtsphasen ergänzt oder verändert werden?
- Welche dieser Aufgaben wären geeignet, anhand von mehr oder weniger ausgearbeiteten Lösungsbeispielen, den Schülerinnen und Schülern das Lösen von Aufgaben zu erleichtern?

2. Die Entwicklung von Aufgabensequenzen:

- Wie kann die Behandlung eines neuen Themas und die Verwendung bestimmter Methoden (Wochenplanarbeit, Freiarbeit, Lernen an Stationen etc.) mit der Bearbeitung von geeigneten Aufgaben verbunden werden?
- Welches Teilgebiet im einzelnen Fach eignet sich besonders für die schrittweise Hinführung zur Quantifizierung beim Aufgabenlösen? (Entwicklung von Aufgaben mit halbquantitativen Lösungen und von Aufgaben, die sich graphisch lösen lassen; quantitative Betrachtungen ohne Formeln.)
- Welche zeitlichen und methodischen Schritte sind erforderlich, um in einer bestimmten Lerngruppe zu Problem lösenden Aufgaben übergehen zu können?
- Wie können Aufgaben zur Einübung des Basiswissens unter Beachtung notwendiger innerer Differenzierung entwickelt werden? (Beachtung unterschiedlicher Lerntypen und unterschiedlicher Lerngeschwindigkeiten.)
- Wie können Aufgaben entwickelt werden, die qualitativ und quantitativ weitere Inhalte erschließen?

3. Informationen über die individuellen Bedingungen beim Aufgaben lösen:

- Wie können Informationen über die Schwierigkeiten erhalten werden, mit denen Schülerinnen und Schüler beim Lösen einer Aufgabe konfrontiert sind (z.B. durch Aufforderung zum lauten Denken, durch Interviews, durch Aufgabensequenzen mit schrittweise erhöhter Schwierigkeit)?
- Wie viel erklärender Text in den Lösungsbeispielen ist für welche Schülergruppe optimal?
- Wie könnte ein Förderprogramm für das Selbsterklären aussehen?
- Wie ließen sich Teilaspekte thematisch verwandter Module (z.B. „Aus Fehlern lernen“, „Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: kumulatives Lernen“, „Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern“, „Verantwortung für das eigene Lernen stärken“ und „Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs“) bei der Entwicklung der neuen Aufgabenkultur berücksichtigen?

4. Kommunikation und Evaluation:

- Welche Anregungen für die Ergänzung oder die Veränderung von Aufgaben können durch bereits vorhandene Veröffentlichungen erfolgen?
- Welche Schülerwettbewerbe können einbezogen werden?
- Welchen Referenten in einem Landesinstitut oder welche Hochschullehrer können für eine Zusammenarbeit gewonnen werden?
- Welche Möglichkeiten bestehen, mit anderen Schulen, die an der gleichen Problematik arbeiten, z.B. über das Internet zu kommunizieren und Arbeitsergebnisse auszutauschen?
- Wie können die eigenen Arbeitsergebnisse aufbereitet werden, damit sie von anderen genutzt werden können?
- Welche Fachliteratur wäre geeignet, in speziellen Fragen weiterzuhelfen?

Vielleicht lassen sich Kolleginnen und Kollegen aller Schulformen von der vorstehenden Zusammenstellung motivieren.

Von der Bereitschaft, den Aufgaben im Lernprozess einen neuen und bedeutenderen Stellenwert zukommen zu lassen, wird es ganz wesentlich abhängen, ob der naturwissenschaftliche Unterricht nicht nur im Vergleich zu anderen Ländern, sondern vor allem mit Blick auf die vielfältigeren Berufsbilder und ihren relevanten Schlüsselqualifikationen zukünftig qualifiziertere Ergebnisse vorweisen kann.