

Lutz Stäudel

Guter Unterricht mit guten Aufgaben

Beispiele aus den naturwissenschaftlichen Fächern

Aufgaben säumen den Weg zum guten Unterricht. Sie sind die Alternative zu eingefahrenen Unterrichtsritualen und können die Schüler zum wirklichen Nachdenken bringen – oder eben auch nicht. Woran man gute Aufgaben erkennt und wie man sie entwickelt.

Von neuer Aufgabenkultur ist nicht erst seit PISA die Rede, schon in der Baumert-Expertise (BLK 1997), die als Grundlage für die Ausgestaltung der seit 1998 durchgeführten SINUS-Projekte diente, stand die „Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht“ an erster Stelle der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Steigerung der Unterrichtseffizienz.

Diese Forderung wirkte in der Praxis der naturwissenschaftlichen Fächer zunächst reichlich fremd: Der Biologieunterricht kannte allenfalls Beobachtungs-Aufgaben, im Physikunterricht hatte sich eine spezifische Art von Rechen-Aufgaben etabliert („Berechne die Stromstärke, wenn die Spannung ...“) und in Chemie-Aufgaben ließen Lehrkräfte ihre Schützlinge meist nach vorgegebenem Schema Reaktionsgleichungen aufstellen.

Aber schon bald begann man, von der Mathematik zu lernen, die ihre Aufgabenpraxis durch kognitiv anspruchsvolle Problemstellungen angereichert hatte und auch eine große Variationsbreite von Aufgabenformaten präsentierte. Und schnell erkannten engagierte Fachkollegien (und Fachdidaktiker) auch, dass Aufgaben, insbesondere deren gemeinsame Entwicklung, einen Hebel zur Veränderung gleich mehrerer Ebenen des Unterrichts darstellen:

- Aufgaben als methodisches Element können das Unterrichtsskript verändern (Leisen 2001);
- Aufgaben können kognitiv anregende Lernsituationen evozieren und die Ver-

antwortung für das Lernen zumindest teilweise in die Hände der Schüler übergeben (Freiman 2004);

- Aufgaben bzw. deren Entwicklung können die Auseinandersetzung mit der Vorstellung vom Lernen befördern;
- die gemeinsame Konzeption und Formulierung von Aufgaben kann der Klärung von Unterrichts- und Bildungszielen ebenso dienen wie der Entwicklung tragfähiger kollegialer Kooperationsstrukturen.

Diese Zuschreibungen gelten für mehr oder weniger alle Unterrichtsfächer, ebenso die Forderung, die Aufgabenkultur je inhaltspezifisch zu entwickeln. Dass sich die folgenden Beispiele alle auf den Bereich der Naturwissenschaften beziehen, hat hauptsächlich damit zu tun, dass mit SINUS ein wohl definierter Rahmen für entsprechende Entwicklung in diesen Fächern zur Verfügung stand und immer noch steht und dass der Autor gemeinsam mit einer Vielzahl von Lehrkräften dort selbst in umfassender Weise Erfahrungen machen durfte.

Mit Aufgaben das Unterrichtsskript verändern

Was in der Vergangenheit oft im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch mit der ganzen Klasse erarbeitet worden ist, kann (fast) ebenso oft als Aufgabe gestellt und von den Schülerinnen und Schülern be- und erarbeitet werden. Ein Beispiel:

Warum ist die Lunge kein leerer Sack, sondern mit unzähligen Lungenbläschen gefüllt? Warum ähnelt ein Autokatalysator ei-

nem Bimsstein mit tausenden von Poren? Gibt es eine rationale Basis für die Volksweisheit „Gut gekaut ist halb verdaut?“ Die Naturwissenschaften lehren uns, dass die Größe einer Oberfläche deutlichen Einfluss darauf hat, wie schnell und wie vollständig eine Reaktion abläuft, etwa der Austausch von Sauerstoff und CO_2 in der Lunge, der Abbau von umweltschädlichen Stickoxiden im KAT und die Verdauung gut zerkleinerter Nahrung. Das kann man im Unterrichtsgespräch erarbeiten; die wichtige Erkenntnis, dass die Oberfläche umso größer wird, je mehr man etwas zerteilt, eignet sich aber ganz ausgezeichnet für eine Aufgabe (nach Riemeier 2006):

Die Schüler erhalten eine Kartoffel, ein Messer, Tusche in drei Farben und DIN-A3-Bögen. Sie schneiden einen möglichst großen Quader aus der Kartoffel heraus und beginnen dann nach schriftlicher Anweisung mit dem Zerteilen:

- Teilt den Quader in der Mitte durch und drückt die dabei erhaltenen Schnittflächen, nachdem ihr sie mit Tusche eingefärbt habt, nah beieinander auf den Papierbogen.
- Schneidet die Hälften nochmals durch und drückt nun mit den neuen Schnittflächen in einer neuen Farbe auf Papier.
- Wiederholt den Vorgang – Zerschneiden und Drucken – mehrmals und betrachtet dann das Ergebnis.

Das Ergebnis wird in Dreier- oder Vierergruppen zusammengefasst und ausgewertet. So erarbeitet, ist der Zusammenhang von Zerteilungsgrad und Oberflächenvergrößerung ein

Sieben Tipps

Wenn Sie für sich oder mit Ihren Fachkolleginnen geklärt haben, welcher Gegenstand oder Inhaltsaspekt sich für die Gestaltung einer Aufgabe eignet, sind folgende Tipps hilfreich.

1. Finden Sie einen geeigneten Kontext für die zu entwickelnde Aufgabe. Das Phänomen oder die beschriebene Situation sollte möglichst einen für die Lernenden erkennbaren Bezug haben, so dass Anknüpfungspunkte für Vorstellungen und Interessen geboten werden.
2. Klären und formulieren Sie die mit dem Bearbeiten und Lösen der Aufgabe zu erwerbenden Fähigkeiten, beispielsweise „naturwissenschaftliche Fragen erkennen“. Als Hilfe hierfür können die in den Bildungsstandards aufgelisteten Kompetenz-Aspekte dienen.
3. Stellen Sie fest, welche fachlichen, naturwissenschaftlichen oder übergreifenden Vorkenntnisse und Kompetenzen zur Lösung der Aufgabe notwendig sind. Entwickeln Sie möglichst begründete Vermutungen, in welchem Umfang die Lernenden über die entsprechenden Voraussetzungen verfügen oder ob sie sich diese erschließen oder erarbeiten können.
4. Formulieren Sie den Informationsteil knapp, klar und verständlich. Manchmal genügt der Hinweis auf eine lebensweltliche Situation, oft sind auch Beschreibungen, Bilder, Diagramme oder Tabellen notwendig.
5. Formulieren Sie eine oder mehrere präzise Aufforderungen, was zu tun ist oder was erwartet wird. Achten Sie darauf, dass die verwendeten Arbeitsanweisungen möglichst zu beobachtbaren Tätigkeiten oder Produkten führen. Präzise Formulierungen dieser Art schließen offene Aufgabenstellungen keineswegs aus.
6. Klären Sie, ob und welche Hilfen Sie zur Bearbeitung der Aufgabe für angemessen halten. Bearbeitungshinweise, inhaltliche Impulse und lernstrategische Hilfen können zur Differenzierung beitragen und den Lernenden etwa als „gestufte Hilfen“ zur Verfügung gestellt werden. Zeit sparende Vorgaben, wie Leertabellen, Koordinatensysteme oder Zeichnungsvorlagen erhöhen zugleich die effektive Lernzeit.
7. Planen Sie die Kontrolle der Lösungen ein. Lernende können ihre eigenen Lösungen auch selbst überprüfen oder die von Mitschülern. Dabei sind Musterlösungen und Lösungsraster hilfreich.

(Verändert nach Gropengießer 2006)

belastbares Wissenselement geworden und kann jetzt auf verschiedene Situationen angewandt werden.

Ähnlich können sich Schüler auch andere Inhalte aneignen, der größere Zeitaufwand wird leicht durch tieferes Verständnis wettgemacht. Das Beispiel führt zudem eindrucksvoll vor, was es bedeutet, dass alle Lerner aktiv werden – statt ein Wechselgespräch mit nur wenigen Schülern zu führen.

Kognitive Aktivierung und Verantwortung für das Lernen

Zu den anspruchsvollsten Aufgaben in den naturwissenschaftlichen Fächern gehören Modellierungsaufgaben; das sind Aufgaben, bei denen die Lernenden das Problem bzw. die Fragestellung selbst strukturieren müssen, um schließlich eine Lösung entwickeln zu können. In der Regel muss bei solchen Aufgaben zuvor erworbenes Wissen neu organisiert und an einen unbekanntem Sachverhalt angepasst werden. Ein Beispiel dieser Art stellt die „Sonntaler“-Aufgabe dar (Forscherguppe Kassel 2004):

An einem sonnigen Nachmittag sitzt Steffen mit seinen Eltern in einem Biergarten. Gleich nach dem Essen wollen die Eltern aufbrechen, da Steffen noch Physik lernen soll. Steffen protestiert, er möchte noch ein wenig bleiben. Die Mutter überlegt einen Moment, schließlich sagt sie zu ihrem Sohn: „Die-se hellen runden Flecken, die du unter der Baumkrone siehst, nennt man auch Sonntaler. Wenn man ihren Durchmesser kennt, dann kann mit ihrer Hilfe die Höhe des Blätterdaches bestimmen. Ich bestelle uns noch eine große Portion Eis, wenn du mir erklären kannst, wie das funktioniert.“

Um zu einer Lösung zu gelangen, muss Steffen – und mit ihm die Schüler, die diese Aufgabe bearbeiten sollen – die naturwissenschaftliche Brille aufsetzen und herausfinden, wie sich das Problem weiter strukturieren lässt: Es hat etwas mit Licht zu tun, die Sonntaler könnten so etwas sein wie Bilder der Sonne. Für Abbildungen (ohne Linse) gibt es eine spezifische physikalische Betrachtungsweise, nämlich den Strahlensatz. Wenn schließlich noch die Lücken im Blätterdach in Beziehung gesetzt werden mit ei-

ner (Loch-)Blende, wie es sie bei einer Camera Obscura gibt, dann ist die Lösung nicht mehr schwer.

Weil Aufgaben solcher Komplexität nur von einer Minderheit der Schülerinnen und Schüler aus dem Stand gelöst werden können, bieten sich strukturierte Hilfen zur Unterstützung des Arbeits- und Lösungsprozesses an. Den Lernenden wird in diesem Setting dann zwar viel an kognitiver Anstrengung zugemutet, sie werden aber auf dem Weg zur Lösung nicht allein gelassen. Dafür müssen sie aber zumindest so viel Verantwortung für ihr Lernen übernehmen, dass sie die angebotenen Hilfen selbstgesteuert nutzen und in ihre Überlegungen einbeziehen.

Deutlich mehr Verantwortung wird den Lernenden mit spezifischen Aufgabenformaten übertragen, die den kooperativen Lernformen zuzuordnen sind. Ein Beispiel ist das Gruppenpuzzle:

Ein Thema, wie die „Wirkungen von Alkohol“ (von Borstel 2005), wird in fünf Teilthemen gegliedert. Jeder Schüler, jede Schülerin erhält Informationsmaterialien zu einem der Aspekte und die Aufgabe, diese so durcharbeiten, dass er sich mit anderen darüber austauschen kann. In der zweiten Runde finden sich alle mit dem gleichen Teilthema zusammen und stellen sicher, dass sie wirklich Experten für dieses Gebiet sind. In der dritten Runde des Gruppenpuzzles schließlich finden sich die jetzt qualifizierten Experten so zusammen, dass in jeder der neuen Gruppen alle Teilthemen abgedeckt sind und unterrichten sich wechselseitig über das Erarbeitete.

Damit Lernen durch Lehren stattfinden kann, müssen zunächst geeignete Inhalte identifiziert werden, die sich entsprechend gliedern lassen und deren Teile mehr oder weniger unabhängig erarbeitet werden können. Dies gilt für das Gruppenpuzzle ebenso wie etwa für die Entwicklung und den Einsatz von Lernzirkeln mit anschließender Expertenrunde.

Die Auseinandersetzung mit solchen Lernarrangements und besonders die gemeinsame Ausarbeitung stellen gute Einstiegsmöglichkeiten für die kollegiale Kooperation dar: Die Kooperierenden erfahren unmittelbar den Nutzen ihrer gemeinsamen Arbeit, wenn sie die ausgearbeiteten Aufgaben der Lernstationen bei ihren eigenen Klassen einsetzen.

Aufgaben und die Vorstellungen vom Lernen

Dass die aktive Auseinandersetzung und die kognitive Durcharbeitung des Stoffes eine wichtige Rolle beim Lernen spielen, gehört inzwischen zum Allgemeinwissen des Lehrberufs. Natürlich haben Lehrer schon immer

versucht, diesen Aneignungsprozess zu antizipieren. Aber der fragend-entwickelnde Unterricht war geradezu dafür prädestiniert, die Illusion erfolgreicher Antizipation des Lernprozesses hervorzurufen: Der Unterricht war schließlich stets erfolgreich an sein vorausbestimmtes Ende gelangt, und einige in der Klasse hatten ja aktiv daran mitgewirkt.

Wie trügerisch dies ist, stellt man schon beim Versuch fest, eine eindeutige Anweisung für ein naturwissenschaftliches Experiment zu formulieren – und noch eindringlicher bei der Formulierung von Aufgaben und möglicher Hilfen zu ihrer Bearbeitung.

Wenn ein Lehrerteam versucht, eine Aufgabe mit gestuften Hilfen zu entwickeln, machen die Beteiligten regelmäßig ähnliche Erfahrungen: Als erstes fällt immer wieder schwer, eine Aufgabe so zuzuschneiden, dass Komplexität und ein angemessener Grad kognitiver Herausforderung erhalten bleiben. Als zweites führt der Versuch, Hilfen für die Bearbeitung zu entwickeln, oft in massive Zweifel.

Wenn die Schüler etwa untersuchen sollen, warum Eiskonfekt im Mund auch dann irgendwie kühl schmeckt, wenn es nicht gerade aus dem Kühlschrank kommt, dann stellt sich die Frage: Wo anfangen? (Stäudel 2006)

Eigentlich, das wissen die Kollegen, ist es die Schmelzwärme des Fettanteils, die beim Verzehr der Mundschleimhaut entzogen wird, dazu noch ein bisschen Lösungswärme für den enthaltenen Zucker. Aber wie geleitet man die Schüler dorthin? Mit Verweisen auf physikalisch-chemische Zusammenhänge? Oder soll man ihnen raten, zuerst auf der Verpackung nach den Hauptbestandteilen der Süßigkeit zu suchen?

Wer so – antizipatorisch – eindringt in die vermuteten Lernprozesse und Denkschleifen seiner Schülerinnen und Schüler, wird bald seine übrigen Unterrichts Bemühungen kritisch überdenken; mehr noch, wenn er auch Aufgaben aus den benachbarten Naturwissenschaften mitreflektiert, weil er dort gelegentlich nicht mehr in seiner gewohnten (Experten-)Rolle agieren kann.

Aufgaben entwickeln in der Fachschaft

Die angeführten Beispiele lassen unschwer erkennen, wie die Auseinandersetzung mit Aufgaben zum Gegenstand der Fachschaftsarbeit werden kann. Bevor man allerdings mit der eigenständigen Entwicklung von Aufgaben beginnt, sollte die Analyse bereits vorhandener Aufgaben als erste gemeinsame Arbeit geplant werden. Dazu eignen sich PISA-Aufgaben ebenso wie die Beispielaufgaben der Bildungsstandards (SINUS Hessen 2006). Die gemeinsame Analyse schafft nicht nur eine gemeinsame Sprache (siehe

das Interview auf Seite 80), sie ermöglicht es auch, sich über Zielvorstellungen des Unterrichts zu verständigen und sich auf diesem Weg einem Ansatz von naturwissenschaftlicher Grundbildung zu nähern, der alle drei Fächer konstruktiv einbezieht. ■

Literatur

- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.): Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Materialien Heft 60. Bonn 1997 (sog. „Bauert-Expertise“).
- J. Leisen: Qualitätssteigerung des Physikunterrichts durch Weiterentwicklung der Aufgabenkultur. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU) 7(2001), S. 401–405.

- T. Freiman: Aufgaben – innovativ und entlastend. In: Unterricht Chemie Nr. 82/83 „Aufgaben“, 2004, S. 14–16.
- H. Ball, G. Becker, R. Bruder, R. Girmes, L. Stäudel, F. Winter (Hrsg.): Aufgaben. Lernen fördern – Selbstständigkeit entwickeln. Friedrich Jahresheft XXI. Seelze 2003.
- Forschergruppe Kassel: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. In: Naturwissenschaften verstehen. Lernchancen, 7. Jg., H. 42/2004, S. 38–43.
- G. von Borstel: <http://www.lebensnaherchemieunterricht.de/>
- H. Gropengießer, D. Höttecke, T. Nielsen, L. Stäudel: Mit Aufgaben lernen. Seelze 2006
- T. Riemeier: Zerkleinert und doch größer. Ein Naturwissenschaftliches Prinzip erfahren. In: H. Gropengießer u. a. Seelze 2006, S. 41–43.
- L. Stäudel: Eiskonfekt. Ein Testverfahren entwickeln. In: H. Gropengießer u. a. Seelze 2006, S. 128–133.
- SINUS HESSEN: Die Entwicklung einer Aufgabenkultur. Eine Aufgabe für die Fachgruppe. In: H. Gropengießer u. a. Seelze 2006, S. 148–149.

Anzeige



Unterrichten im Ausland

Sie haben das 1. und 2. Staatsexamen, die Lehrbefähigung für die Sekundarstufe II, sind aufgeschlossen und engagiert. Sie suchen neue Herausforderungen.

Lehrerin / Lehrer

Dann brauchen wir Sie als für einen Einsatz an Deutschen Auslandsschulen oder ausgewählten staatlichen ausländischen Schulen. Wir freuen uns auf Ihre Anfrage und informieren Sie gerne über die Rahmenbedingungen. Weitere Informationen und die Bewerbungsunterlagen finden Sie unter:

www.auslandsschulwesen.de

Tel.: 0221 758-3666 • mailto: ZfA.Bewerbung@bva.bund.de oder besuchen Sie uns vom 27.02. - 03.03.2007 auf der »Didacta« in der Messe Köln, Halle 6 Stand Nr. E070.



Bundesverwaltungsamt
– Zentralstelle für das
Auslandsschulwesen –

ZfA
Schulmanagement weltweit