

Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht

Welche Aufgaben werden wann und wie im Unterricht eingesetzt? Dieser Frage geht die Aufgabenkultur nach. Unter Aufgabenkultur ist das Zusammenwirken folgender Aspekte zu verstehen: die Art (Aufgabenvielfalt) und die Qualität der Aufgaben (»gute« Aufgaben), deren Vernetzungen untereinander (Aufgaben-curriculum) und die Einbettung der Aufgaben in das gesamte Unterrichtsgeschehen (Unterrichtschoreografie). Aufgaben zu kultivieren erfordert von den Lehrkräften eine ganze Reihe von Kultivierungsleistungen, die Gegenstand dieser Abhandlung sind.

1 Aufgabenkultur im deutschen Unterricht

Aufgaben zum Üben und Wiederholen, zum Vertiefen und Festigen, zum Prüfen und Testen werden in hohem Maße eingesetzt. Indes werden Aufgaben noch zu selten zum Lernen von etwas Neuem genutzt. In Deutschland wird – im Unterschied zu anderen Ländern – Neues über das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch und weniger über Aufgabenstellungen, Selbstlernmaterialien und Informationsinputs gelehrt (vgl. [1], S. 89). Das BLK-Gutachten ist nach wie vor aktuell und ausgesprochen anregend. Dieses Verfahren ist zeitintensiv und hat oft nicht den erwarteten Erfolg. Aufgaben zum Lernen im Allgemeinen und Lernaufgaben im Speziellen bieten hierzu eine Alternative.

Unter den vielen Möglichkeiten zur Klassifizierung von Aufgaben wird hier die folgende Zweiteilung favorisiert:

- Aufgaben zum Lernen: Lernaufgaben, Übungsaufgaben, Wiederholungsaufgaben, Festigungsaufgaben, Vertiefungsaufgaben, Strukturierungsaufgaben, Vernetzungsaufgaben, ...
- Aufgaben zum Leisten: Prüfungsaufgaben, Testaufgaben, Diagnoseaufgaben, Evaluationsaufgaben, ...

Die internationalen Studien belegen, dass gerade in Deutschland Lern- und Leistungssituationen häufig miteinander vermischt werden mit der Folge, dass die Lernsituationen von den Lernenden nicht als solche angesehen werden, sondern dass sie sich in Leistungssituationen wähnen. Eine gute Aufgabenkultur differenziert hier und schafft für die Lernenden Klarheit, indem sie über den Sinn und das Ziel der jeweiligen Aufgabe informiert werden.

Aufgaben kultivieren bedeutet, sie für das Lernen und Leisten fruchtbar zu machen. Das erfordert von den Lehrkräften vielfältige Leistungen im Kultivieren (Kasten 1).

- Aufgaben auf die Kompetenzen hin ausrichten
- Aufgaben anstrukturieren und durchstrukturieren
- Aufgaben Sinn und ein klares Profil geben und sie in Kontexte setzen
- Aufgaben öffnen und schließen
- Lernaufgaben entwickeln
- Aufgaben zum Leisten in solche zum Lernen umbauen und umgekehrt
- Aufgaben zum Vernetzen und kumulativen Lernen entwickeln
- Aufgaben binnendifferenziert gestalten
- Experimente und naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden integrieren
- Aufgaben passend in den Unterricht einbetten (Unterrichtsskript, Unterrichtskonzept)

Kasten 1. Kultivierungsleistungen im Überblick

Die Kultivierungsleistungen der Lehrkräfte überschneiden sich teilweise, aber ergänzen einander. So wie das Düngen und das Beschneiden, das Jäten und das Bewässern, die Schädlingsbekämpfung und die Naturbelassung, die Fruchtfolge und Bodenbearbeitung gleichermaßen dem Ziel einer ertragreichen Ernte dienen, so sind die Methoden des Kultivierens heute vielfältiger als früher und die Anforderungen an die Aufgabenkultur haben sich in den letzten Jahren erhöht. Der Prozess der zunehmenden Professionalisierung ist auch und gerade in der Aufgabenkultur erkennbar. Die nachfolgenden Ausführungen widmen sich systematisch den genannten Kultivierungsleistungen.

2 Aufgaben auf die Kompetenzen hin ausrichten

Die internationalen Studien belegen die Stärken und die Schwächen des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland. Unser Unterricht ist stark in:

- der Vermittlung der systematischen Wissensstruktur des Faches
- dem Lehren der Handhabung begrifflicher und formaler Techniken

- der Vermittlung der naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden, wobei hier Verstärkungen ebenso sinnvoll wie möglich sind.

In naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland kommen eindeutig zu kurz:

- das argumentative Bewerten und Begründen
- das adressatengerechte Verbalisieren
- das selbstständige Erschließen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und
- der Verwertungsaspekt des naturwissenschaftlichen Wissens.

Im Licht der in den Bildungsstandards geforderten Kompetenzen ist unser Unterricht stark in der Vermittlung der Kompetenzen *Fachwissen* und *Erkenntnismethoden* und noch schwach in der Vermittlung der Kompetenzen *Kommunikation* und *Bewerten*. Daraus erwächst der Auftrag, die letztgenannten Kompetenzen stärker in den Blick zu nehmen und entsprechende Aufgabenformate zu entwickeln, ohne die andern Kompetenzbereiche zu schwächen.

Die Kompetenzmatrix in den Bildungsstandards und den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung der drei naturwissenschaftlichen Fächer ist eine geeignete Methode zur Aufgabenanalyse. (Kasten 2) Die Kompetenzmatrix prüft die in der Aufgabe geforderten Kompetenzen auf dem jeweiligen Anforderungsniveau (vgl. auch ein Beispiel in [2], S. 308).

Folgende Handlungsoptionen haben sich bewährt, um die Kompetenzbereiche *Kommunikation* und *Bewertung* in den Aufgaben zu stärken:

- die Darstellungsform wechseln, z. B. zu einem Bild einen Text verfassen, ein Diagramm verbalisieren, einen Versuch in einer Filmleiste skizzieren, ...
- einen vorgegebenen Text unter fachlichen und fachsprachlichen Gesichtspunkten bewerten lassen
- eine Erklärung, Begründung, Erläuterung etc. für einen bestimmten Adressaten abfassen, z. B. Schwester im Grundschulalter, abwesenden Mitschüler, gebildeten Laien (Eltern), Physiklehrerin
- die Aufgabe durch einen Auftrag funktionalisieren, z. B. als Fachredakteur einen Text verfassen.

3 Aufgaben anstrukturieren und durchstrukturieren

Aufgaben sind in einem sehr allgemeinen Verständnis Aufforderungen an die Lernenden in einer mal mehr oder mal weniger vorgezeichneten Bahn kognitiv aktiv zu werden. Kasten 3 zeigt, dass eine Aufgabe im Unterricht im Wesentlichen aus zwei Teilen besteht, dem Setting und den Bearbeitungsaufträgen.

Jede Aufgabe modelliert einen Realitätsausschnitt. Dies geschieht in der Regel im Setting. Die Modellierung des Realitätsausschnittes kann ausgesprochen begrenzend (z. B. viele Rahmenbedingungen, nur

		Kompetenzbereiche			
		Fachwissen	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation	Bewertung/Reflexion
Anforderungsbereiche	I	Kenntnisse und Konzepte Ziel gerichtet wiedergeben	bekannte Untersuchungsmethoden und Modelle beschreiben, Untersuchungen nach Anleitung durchführen	bekannte Informationen in verschiedenen fachlich relevanten Darstellungsformen erfassen und wiedergeben	vorgegebene Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes erkennen und wiedergeben
	II	Kenntnisse und Konzepte auswählen und anwenden	geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung überschaubarer Sachverhalte auswählen und anwenden	Informationen erfassen und in geeigneten Darstellungsformen situations- und adressatengerecht veranschaulichen	geeignete Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes auswählen und nutzen
	III	komplexere Fragestellungen auf der Grundlage von Kenntnissen und Konzepten planmäßig und konstruktiv bearbeiten	geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung unbekannter Sachverhalte begründet auswählen und anpassen	Informationen auswerten, reflektieren und für eigene Argumentationen nutzen	Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven abwägen und Entscheidungsprozesse reflektieren

Kasten 2. Kompetenzmatrix

Setting	Bearbeitungsaufträge
<ul style="list-style-type: none"> - Rahmung der fachlichen Situation - Darstellung des Kontextes - Bereitstellung von Materialien (Texte, Bilder, Geräte, Erklärungen, Informationen, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsaufträge in Form von Fragen oder Aufforderungen mittels Operatoren - Angabe der Bearbeitungs- und Darstellungsmittel - ggf. Hilfen und Hinweise zur Bearbeitung (Methoden, Ablauf, Zeit, Umfang, ...) - Angaben zur Darstellung und Präsentation - Angaben zur Bearbeitungsqualität und Bewertungskriterien - oder dem Fehlen jeglicher Angaben

Kasten 3. Zu den zwei Teilen einer Aufgabe: Setting und Bearbeitungsaufträge

die benötigten Informationen) oder weit gefasst sein (z. B. auch überflüssige nichtrelevante Informationen), vorstrukturiert (z. B. durch Hervorheben der zentralen Elemente) sein oder nicht. Der Realitätsausschnitt selbst kann eng oder weit, einfach oder komplex sein. Die Modellierung des Realitätsausschnittes bestimmt die Akzeptanz der Aufgabe und damit ihr Aktivierungspotenzial.

Das Gleiche gilt für die Bearbeitungsaufträge. Die Aufgabe kann durch die Bearbeitungsaufträge durchstrukturiert oder anstrukturiert sein.

- Eine durchstrukturierte Aufgabe ist klar und eindeutig, sie entlastet didaktisch vor, der Bearbeitungsumfang und die -wege sind vorgegeben und die Lösungen sind i. d. R. eindeutig. Bei passender Abstimmung auf die Lerngruppe werden die Lernenden »erfolgreich« und glatt durch die Aufgabe geführt.
- Eine anstrukturierte Aufgabe hat eine offene Aufgabenstellung, der Bearbeitungsumfang und die -wege sind offen oder nicht angegeben, es gibt evtl. mehrere Lösungen, die individuell unterschiedlich gegangen werden können und die Lernenden können »scheitern«.

Untersuchungen zeigen, dass auch durchstrukturierte Aufgaben von Nutzen für das Lernen sind. Lernende können sich auch in sehr engmaschig angelegten Aufgabenserien als autonom und selbstbestimmt erleben, wenn das Anforderungsniveau der Aufgabe gut zu ihren Denk- und Handlungsmöglichkeiten passt (vgl. [3], S. 415). Aus der Erfahrung weiß man und Videostudien (vgl. [4], S. 8) belegen dies, dass insbesondere schwächere Lernende an Interesse und Ausdauer verlieren, also aussteigen, wenn die Lernaufgabe nicht zu ihren Kompetenzen passt.

Es macht Sinn, den Lernenden die Struktur der Aufgabe als Programm vorzuzeichnen. Advanced organizer zeigen nachweislich einen positiven Effekt auf das Lernen und bieten sich bei umfangreicheren Aufgaben geradezu an. Das Gegenstück am Ende der Aufgabe dazu ist die Metareflexion, um das Neue in dem erweiterten Wissensnetz bewusst zu machen und somit intensiver zu verankern. Hierzu kann wieder das Programm genutzt werden.

Durchstrukturierte wie anstrukturierte Aufgaben haben ihren didaktischen Wert. In einer guten Aufgabekultur sind sie passend auf die Lerngruppe und die Zielsetzung abgestimmt.

Kasten 4 bietet eine Übersicht der Handlungsoptionen, die sich zum An- und Durchstrukturieren anbieten.

- Aufgabenteile weglassen oder ergänzen
- das Setting gliedern und durch Hervorhebungen zentrale Elemente verdeutlichen
- die Struktur der Aufgabe als Programm vorzeichnen
- advanced organizer nutzen
- die Bearbeitungsaufträge kleinschrittig und nummeriert abfassen bzw. nicht
- Zwischenergebnisse einbauen
- an Musterlösungen arbeiten lassen und als Hilfen bereitstellen
- Durch Aufgabe erlernte Inhalte/Kompetenzen erfahrbar machen (vgl. Beispiel im Praxisteil: Gefriergetrocknete Erdbeeren)

Kasten 4. Zum An- und Durchstrukturieren von Aufgaben

4 Aufgaben Sinn und Profil geben und in Kontexte setzen

Ohne Zweifel muss mit Aufgaben geübt und wiederholt und die Handhabung begrifflicher und formaler Techniken mit Aufgaben muss trainiert werden. Der Sinn dieser Aufgaben besteht gerade in der Routinisierung und Perfektionierung, die frei machen für die Möglichkeiten der weiteren Kompetenzentwicklung.

Gute Aufgaben berücksichtigen das, was man aus Erfahrungen und Untersuchungen an Aufgaben kennt: Nicht der Aufgabengegenstand, nicht die tolle Einkleidung machen eine Aufgabe zur »guten Aufgabe« sondern, dass Schüler Fähigkeiten und Kompetenzen an vorstellbaren Problemen anwenden und weiterentwickeln können. Die Aufgabe muss nahe an den Fähigkeiten der Lernenden sein, andernfalls steigen sie kognitiv aus. Die Aufgabenbearbeitung muss sich aus der Sicht des Schülers lohnen. Aufgaben und Arbeitsaufträge sollen dazu beitragen, bei den Schülern Kompetenz selbst erfahrbar zu machen. Daraus erschließt

sich ihnen der Sinn einer Aufgabe. Darüber hinaus gibt es Aufgaben, deren Sinn in der Thematik und in dem Verwertungsaspekt der Aufgabe liegt. Solche Aufgaben müssen in einem Kontext stehen.

Kasten 5 bietet eine Übersicht der Handlungsoptionen, die sich bewährt haben, um Aufgaben Sinn zu geben.

- den Lernenden den Sinn der Aufgabe mündlich oder schriftlich mitteilen
- durch ein passendes Setting die Aufgabe in einen thematischen Kontext stellen, ihren Anwendungsbezug und den Verwertungsaspekt herausstellen
- die Struktur der Aufgabe als Programm vorzeichnen
- durch die Aufgabenstellung zu einer sinnvollen Handlung auffordern, z. B. erstelle eine Präsentation für ...
- der Aufgabe ein klares Profil (Übungsaufgabe, Wiederholungsaufgabe, Vorbereitungsaufgabe, Lernaufgabe, Testaufgabe, Trainingsaufgabe, ...) geben, durch Operatoren oder durch zusätzliche Angaben

Kasten 5. Aufgaben Sinn geben

5 Aufgaben öffnen und schließen

Beim Start des BLK-Programms stand das Öffnen von Aufgaben ganz oben auf der Agenda der Aufgabenentwicklung, waren die Aufgaben bis dato sehr geschlossen und engschrittig formuliert. Es ging um die Entwicklung und Erprobung von Aufgaben, die mehrere Zugangsweisen und Lösungswege zulassen und zu einer Flexibilisierung des Wissens beitragen. In allen Bundesländern wurden Aufgabensammlungen in Mathematik und in etlichen auch in den Naturwissenschaften entwickelt und erprobt (z. B. [5]).

Wir wissen heute, dass wir offene und geschlossene Aufgaben gleichermaßen brauchen. Offene Aufgaben verfolgen Ziele wie Eigenständigkeit, Selbstvertrauen, Problembewusstsein, Kreativität, Flexibilität. Die unterrichtspraktischen Erfahrungen zeigen, dass offene Aufgaben angereichert werden sollten durch:

- Bereitstellung von Orientierungshilfen durch z. B. Begriffsnetze, Mindmaps, Übersichten
- Ergänzung durch Übungen, die das Könnensbewusstsein stärken
- Einbindung von Metareflexionen über Bearbeitungswege.

Bei allen Aufgaben stellen sich zwei Fragen:

- Wie passt sich die Aufgabe an das Fähigkeitsniveau der Lernenden an?
- Welcher Bestand an gesicherten Grundkenntnissen und -fertigkeiten ist erforderlich?

Durch die Öffnung kann die Aufgabe besser an das Fähigkeitsniveau der Schüler zum verständnisvollen Lernen angepasst werden. Die Lernenden adaptieren gewissermaßen die Aufgabe an ihr Fähigkeitsniveau. Geschlossene Aufgaben lassen das nicht zu. Durch Binnendifferenzierung und durch »Abgestufte Lernhilfen« kann die Aufgabe an das Fähigkeitsniveau angepasst werden. Orientierungshilfen und Metareflexionen in offenen Aufgaben bewahren Schüler vor Überforderung und Leerlauf.

In Kasten 6 sind die Handlungsoptionen gebündelt, die sich zum Öffnen von Aufgaben anbieten.

- Bearbeitungsaufträge weglassen
- Aufgaben mit verschiedenen Lösungswegen stellen
- Aus dem Setting selbst Fragen und Arbeitsaufträge erstellen und bearbeiten lassen
- Eine Aufgabe durch ein offenes Setting »rückwärts angehen«
- Produktionsorientierte Aufträge stellen (z. B. Postererstellung, Bau eines funktionstüchtigen Gerätes, Erstellung einer Webseite, ...)
- Aufgaben aus verschiedenen Themengebieten mischen

Kasten 6. Zum Öffnen von Aufgaben

6 Lernaufgaben entwickeln

Aufgaben im Allgemeinen sind professionelle Konstruktionen im Rahmen eines didaktischen Arrangements mit einer didaktischen Absicht (Lernen, Üben, Wiederholen, Vernetzen, Leisten, ...). Lernaufgaben zielen auf das selbstständige Erschließen von etwas Neuem und den Aufbau verstehensrelevanter Wissensnetze. Die Chancen von Lernaufgaben liegen darin, dass

- Lernende durch Aufgaben gesteuert selbstständig Neues lernen können
- individuelle Bearbeitungswege möglich sind
- das Lerntempo variieren kann
- dem Lehrenden die Rolle des Beraters und individuellen Betreuers zukommt, dabei auch individuelle Lernstandsdiagnosen erleichtert werden
- gute und bewährte Lernaufgaben im Kollegium ausgetauscht werden können.

Die Themen und Lerngegenstände in den Lernaufgaben müssen so sein, dass sie sich auch selbstständig erarbeiten lassen. Neues verständnisvoll zu lernen ist häufig damit verbunden, dass kognitive Schwellen überschritten und Hürden überwunden werden müssen. Im lehrergesteuerten Unterricht nimmt die Lehrkraft das in die Hand. Deren Lehrqualität und Erklärungsqualität bestimmt maßgeblich das Gelingen (»Unser Lehrer kann nicht bzw. gut erklären.«). Beim

Lernen durch Lernaufgabe wird das an dieselbe abgegeben. Folglich ist deren Ablaufstruktur von besonderer Bedeutung. Die folgende Liste enthält die lerntheoretisch begründete Ablaufstruktur einer Lernaufgabe, die sich bewährt hat.

1. Die Aufgabe wird im Setting zunächst thematisch gerahmt.
2. Als nächstes machen sich die Lernenden in einem ersten Zugriff mit der Problemstellung bekannt.
3. Nun wird das notwendige Vorwissen reaktiviert.
4. Es folgt eine Erarbeitungsphase durch eine Folge von Bearbeitungsaufträgen.
5. Das neu Erlernte wird kontrastiv zum Vorwissen ins Bewusstsein gerückt.
6. Durch weitere Übungen wird das neu entstandene Wissensnetz gefestigt.
7. Mit ähnlichen und verwandten Aufgaben werden weitere, bereits bestehende Wissensnetze mit dem neuen Lerninhalt verknüpft.

Kasten 7 enthält die Handlungsoptionen, die sich bewährt haben, um Lernaufgaben zu konstruieren:

- Themen, Probleme und Lerngegenstände an den Erfahrungen und dem Vorwissen der Lernenden anknüpfen
- als Grundlage eine gut vorstellbare und übersichtliche Problemsituation oder ein einfaches, aber herausforderndes Experiment (z. B. Freihandexperiment, Low-Cost-Experiment) wählen, das sowohl Einzelarbeit als auch kooperatives Lernen ermöglicht
- Lernaufgaben passend anstrukturieren bzw. durchstrukturieren
- mit Handlungs- und Verwendungssituationen verknüpfen
- Lernaufgaben auf das hin Verstehen ausrichten

Kasten 7. Zur Konstruktion von Lernaufgaben

7 Aufgaben zum Leisten in solche zum Lernen umbauen und umgekehrt

Nicht nur spezielle Lernaufgaben dienen dem Lernen, sondern auch solche zum Üben und Festigen. Aufgaben dieser Art haben eine sehr lange Tradition, wengleich ihr Ansehen und ihre Wertschätzung in der didaktischen Diskussion wellenförmig schwanken. Nach Jahren der Geringschätzung entdeckt man heute ihre Notwendigkeit und Bedeutung neu unter der Maßgabe des sinnvollen Einbaus in den Lernprozess. Es handelt sich hier um Aufgaben, die dem Aufbau von Routinen dienen, die frei machen für die Möglichkeiten komplexer und problemorientierter Aufgaben. Es geht weiterhin um das Festigen und Vernetzen von Lerninhalten, also um die Nachhaltigkeit des Lernens.

Kasten 8 enthält die Handlungsoptionen, die sich zum Umbau von Aufgaben zum Leisten in solche zum Lernen anbieten.

- Aufgaben durch Infomaterialien und Zusatzinformationen anreichern
- das Setting der Aufgabe vorgeben und von den Lernenden Fragen oder Bearbeitungsaufträge formulieren lassen
- das Setting der Aufgabe und die Lösung vorgeben und von den Lernenden die Bearbeitungsaufträge formulieren lassen
- Aufgaben zum Leisten in Partnerarbeit bearbeiten lassen und ggf. Fragen an den Lehrer formulieren lassen
- Aufgaben in Einzel-, Partner- oder Kleingruppenarbeit bearbeiten lassen mit einem Mitschüler als Lehrer, der über das Lösungsblatt verfügt und von der Lehrkraft instruiert wurde
- was an der betreffenden Aufgabe gelernt werden kann, darstellen
- den Charakter der Aufgabe zur Selbstevaluation herausstellen

Kasten 8. Zum Umbau von Leistungsaufgaben zu Lernaufgaben

8 Aufgaben zum Vernetzen und kumulativen Lernen entwickeln

Lernende brauchen sowohl fachlich-inhaltliche als auch unterrichtsmethodische Strukturen. Es ist das Recht des Lernenden zu wissen, wo er steht. Er möchte im eigenen Kopf eine Wissensstruktur haben bzw. aufbauen. Er möchte ein Netz des Wissens erkennen, um auch abhaken zu können. Dieses Recht besteht unabhängig von den Aneignungsverfahren der Lerninhalte und jenseits allen Streits über Lehr- und Lernverfahren.

Es geht um die Anschlussfähigkeit des lokalen Unterrichtsgeschehens in das globale Unterrichtsgeschehen über größere Zeiträume hinweg. Es geht um die sichtbare Seite der Sinnstiftung, des Zusammengehörens, der gegenseitigen Bezugnahme. Es geht um das rechte Maß von Unterrichtsstruktur und Überforderung. Die Zeiten, als die Unterrichtsstruktur ungefragt eine bloße Widerspiegelung der Fachstruktur war, sind vorbei. Das Strukturieren und Vernetzen hat vordringlich zwei Aufgaben:

1. Orientierung geben und Ordnung anbieten
2. das Lokale im Globalen sehen.

Das Strukturieren ist ein wichtiger Beitrag zum Ausbau des Könnensbewusstseins. Strukturen bilden sich aber erfahrungsgemäß nicht plötzlich, sondern emergieren langsam. Strukturieren kann man erst dann, wenn genügend Elemente zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund ist das vorausschauende Strukturieren anders anzugehen als das situative Strukturieren oder das nachträgliche Strukturieren. Die Handlungsoptionen, die sich zum Vernetzen, Strukturieren und zum

kumulativen Lernen anbieten, sind in Kasten 9 zusammengestellt.

- geeignete Methoden sind vorausschauendes, situatives und nachträgliches Strukturieren
- geeignete Methoden-Werkzeuge sind Begriffsnetz (Concept-Map), Übersichtstabellen, Synopsen, Mindmap, Zuordnung, Kärtchentisch, Flussdiagramm
- Aufgabe zur Selbstdiagnose stellen
- Begriffsnetze und Übersichten in der Gruppe aushandeln lassen

Kasten 9. Zum Vernetzen, Strukturieren und zum kumulativen Lernen

9 Aufgaben binnendifferenziert gestalten

Heterogenität ist keine pädagogische Größe, sondern eine Tatsache. Die Tatsache bezieht sich auf unterschiedliches Leistungsvermögen, Lernverhalten, Lerngeschwindigkeiten, Persönlichkeitsmerkmale etc., aber auch auf soziale, ethnische und kulturelle Herkünfte, Geschlechter, Lebensweisen, Religionszugehörigkeit. Heterogenität bedeutet sowohl Uneinheitlichkeit als auch Verschiedenartigkeit. Es kommt also darauf an, ob der Akzent auf Andersartigkeit und Fremdheit oder auf Vielfalt liegt. Wer den Akzent auf die Uneinheitlichkeit legt, sieht zunächst die Probleme, die sich daraus ergeben. Wer die Verschiedenartigkeit akzentuiert, legt den Blick auf die Chancen, die sich daraus ergeben. Heterogenität konstituiert vielfach nicht das pädagogische Denken der Lehrkräfte, da sie gewohnt sind, die altershomogene Lerngruppe für normal zu halten und die Anforderungen, Inhalte, Bewertungen darauf auszurichten. Der unbewusste Nebeneffekt: Heterogenität wird als *jenseits der Norm*, evtl. sogar als Störfaktor wahrgenommen. Die jetzige Lehrergeneration ist in einem selektiven System sozialisiert und ausgebildet worden. Das selektive Denken als Antwort auf Heterogenität, als scheinbare Problemlösung und als Entlastung von allem Störenden hat sich tief eingepreßt. Die weitreichenden Folgen davon hat uns die PISA-Studie offenbart, die uns bescheinigt, in Sachen sozialer Selektion eine Art negatives Musterland zu sein. So ist die Lehrtätigkeit von den Sozialformen (Frontalunterricht) bis zu den Unterrichtsformen (fragend-erarbeitende Gesprächsführung) auf Homogenität hin ausgerichtet. Der Umgang mit den Rändern ist Aufgabe der Binnendifferenzierung. In dem Maße, wie man Heterogenität als Chance begreift, gewinnt die Binnendifferenzierung einen pädagogischen Eigenwert. Binnendifferenzierungen können vorgenommen werden nach Arbeitsweisen, nach inhaltlichem und zeitlichem Umfang, nach dem Schwierigkeits- und Komplexitätsgrad und nach dem Lern- und Arbeitstempo.

Kasten 10 zeigt bewährte Handlungsoptionen, um Aufgaben binnendifferenziert zu gestalten.

- Lerninhalte auf *verschiedenen Erkenntniswegen* (deduktiv/induktiv) erschließen lassen
- durch unterschiedliche Abstraktionsgrade verschiedene Anforderungsstrukturen und zugleich verschiedene Perspektiven auf die Lerninhalte anbieten
- Lerninhalte durch *verschiedene Sinnesmodalitäten und Handlungsweisen* zugänglich machen, z. B. auf auditivem oder visuellem Weg, durch sensomotorische Aktivitäten, praktisches Handeln und durch Kommunikation
- ein differenziertes Angebot durch verschiedene *Lernformen* machen, die sich im *Grad der Selbstständigkeit* unterscheiden, etwa durch unterschiedliche Arten von Hilfsmitteln und Strukturierungshilfen (z. B. bei der Texterschließung: Lexika, Sacherklärungen, vorstrukturierte Sinneinheiten, Leitfragen etc.)
- Binnendifferenzierung durch die *Sozialformen des Unterrichts* herstellen, also als Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit
- abgestufte Lernhilfen anbieten

Kasten 10. Zur Gestaltung binnendifferenzierender Aufgabenangebote

10 Experimente und naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden integrieren

Dem Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden* kommt im Lernen eine besondere Bedeutung zu. Der naturwissenschaftliche Unterricht in Deutschland muss das selbstständige Erschließen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse stärker befördern. Durch entsprechende Aufgaben wird der Prozesscharakter naturwissenschaftlichen Handelns hervorgehoben und die Lernenden werden zum originären naturwissenschaftlichen Arbeiten herausgefordert. Die kognitive Aktivierung wird durch eigenständiges Experimentieren befördert. In viele Aufgaben lassen sich kleinere Freihandexperimente und Low-Cost-Experimente einbauen. Durch die Arbeit in der Gruppe wird zusätzlich die Kommunikation angestoßen. Kasten 11 enthält Handlungsoptionen, die sich bewährt haben, um Experimente und naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden in Aufgaben zu integrieren:

- kleinere Freihandexperimente und Low-Cost-Experimente einbauen
- Gedankenexperimente in Aufgaben einbauen
- aus skizzierten Experimenten und Ergebnissen Schlüsse ziehen lassen
- verschiedene Experimente zum Thema vergleichen lassen
- historische Vorgehensweisen und Experimente aufbereiten
- Bildschirmexperimente und interaktive Applets einsetzen

Kasten 11. Zur Integration von Experimenten und naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden

11 Aufgaben passend in den Unterricht einbetten (Unterrichtsskript, Unterrichtskonzept)

Unter *Aufgabenkultur* ist das Zusammenwirken folgender Aspekte zu verstehen: Die Art und die Qualität der Aufgaben, deren Vernetzungen untereinander und vor allem die Einbettung der Aufgaben in das gesamte Unterrichtsgeschehen. Eine nachhaltige Aufgabenkultur ist nur dann gewährleistet, wenn Aufgaben nicht lediglich ein kurzfristiges Ziel vorgeben (z. B. eine Versuchsauswertung durchführen), sondern in ein Curriculum zum Aufbau naturwissenschaftlicher Kompetenzen eingebunden sind. Hier stellen sich folgende Fragen:

- Gibt es in Deutschland bevorzugte Formen der Einbettung von Aufgaben in den Unterricht?
- Welche Einbettungsformen gibt es?
- Welche Wirkungen und Nebenwirkungen haben die Einbettungsformen?

Im BLK-Gutachten, in der TIMS- und der IPN-Video-studie wurden Unterrichtsskripte entdeckt, die für den deutschen Unterricht charakteristisch sind und durch ein sehr hohes Maß an Erarbeitung im vornehmlich fragend-erarbeitenden Stil gekennzeichnet sind. Wir verwenden in Deutschland sehr viel Zeit auf den Verstehensprozess in dem Sinne, dass die Schüler schrittweise und im Gleichschritt von einer Erkenntnis zu anderen geführt werden. Gegen das Bemühen, Verstehen zu bewirken, ist nichts einzuwenden, wohl aber gegen die Vorstellung, Verstehen sei im Gleichschritt aller in einem einmaligen Durchlauf dauerhaft zu erreichen. Wir wissen heute, dass bei Verstehensprozessen andere Gehirnregionen aktiv sind als bei anderen Prozessen, die ebenfalls am Lernen beteiligt sind: dem Wahrnehmen, dem Erkennen, dem Festigen und dem Erinnern. Alle diese am Lernen beteiligten Prozesse haben ihre spezifischen neurobiologischen Bedingungen, ihre zeitlichen Fenster und Verläufe. Gerade das Verstehen ist ein mühsamer und Zeit beanspruchender Vorgang. Bei diesen Lernprozessen spielen Aufgaben eine wichtige Rolle. Die Art dieses Zusammenspiels und die Einbettung in das Lerngeschehen definieren die Aufgabenkultur. (vgl. [6], S. 401)

Der gesamte Ablauf kann auch durch eine umfangreiche Lernaufgabe gesteuert werden, die beispielsweise folgende Gliederung hat:

1. Aufgabenteil zur Wiederholung von Vorwissen und Begriffen (Begriffs- und Wissensnetz) in Einzelarbeit oder Kleingruppen
2. Aufgabenteil zur Reaktivierung von Fertigkeiten und Routinen in Einzelarbeit
3. Informationsteil zum Thema, Problem, Kontext in Einzelarbeit
4. ggf. Beispielaufgabe mit Lösungen
5. Aufgabenteil zur Erarbeitung in Einzelarbeit oder Kleingruppen

6. Aufgabenteil zur Übung und Vertiefung in Einzelarbeit
7. ggf. Aufgabenteil zur Anwendung, zum Transfer, zur Erweiterung.

Die Lehrperson muss im Wesentlichen das Vernetzen der Unterrichtsinhalte mit dem vorhandenen Wissen leisten. Denn das ist es, was Lernende nicht oder nur selten aus sich selbst heraus leisten können, was aber auch Lernaufgaben nicht zu leisten vermögen. Der Lehrende weiß um die Strukturen des Faches, weiß um die Begriffszusammenhänge, weiß um die tragenden Ideen und Prinzipien der Thematik; hier ist sie als Lehrperson gefragt. Das kleinschrittige Hinführen zum Detailverständnis hingegen kann von Aufgaben übernommen werden und kann von den Lernenden selbst in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit übernommen werden. (vgl. [9], S. 118)

Literatur:

- [1] Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung: Gutachten zur Vorbereitung des Programms »Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts«. Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung Heft 60. Bonn 1997.
- [2] J. LEISEN: Zur Arbeit mit Bildungsstandards – Lernaufgaben als Einstieg und Schlüssel. – MNU **54** (2001) Nr. 5, 306–308.
- [3] C. v. AUFSCHNAITER – S. v. AUFSCHNAITER: Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht **54** (2001), Nr. 5, 409–416.
- [4] M. E. KRAUS: Impuls in 11. Ein Unterrichtsgang zum 1. Newton'schen Axiom. Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule **54** (2005), 8–12.
- [5] I. FRÖHLICH U. A.: (Physikgruppe des BLK-Modellversuchs SINUS im Land Brandenburg): Offene Aufgaben für den Physikunterricht – Ergebnisse einer Aufgabenwerkstatt, unveröffentlicht.
- [6] J. LEISEN: Qualitätssteigerung des Physikunterrichts durch Weiterentwicklung der Aufgabenkultur. – MNU **54** (2001) Nr. 7, 401–405.
- [7] MNU: Bericht über die bundesweite Lehrplantagung für Physik – www.mnu.de (10.05.06).
- [8] P. HÄUSSLER – G. LIND: Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. BLK-Programmförderung »Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts« Erläuterungen zu Modul 1 mit Beispielen für den Physikunterricht. Kiel: IPN 1998.
- [9] J. LEISEN: Wider das Frage- und Antwortspiel. Neue Inhalte aufgabengeleitet entwickeln. – in Friedrich Jahresheft 2003, 116–118.

OSTD JOSEF LEISEN, Peter-Joseph-Rottmann-Straße 20, 56077 Koblenz, josef.leisen@web.de ist Leiter des Staatlichen Studienseminars für das Lehramt an Gymnasien, war vormals Fachleiter für Physik und hat einen Lehrauftrag für Didaktik der Physik an der Universität Mainz. ■