

# Aufgaben für den Chemieunterricht

## Eine Einführung

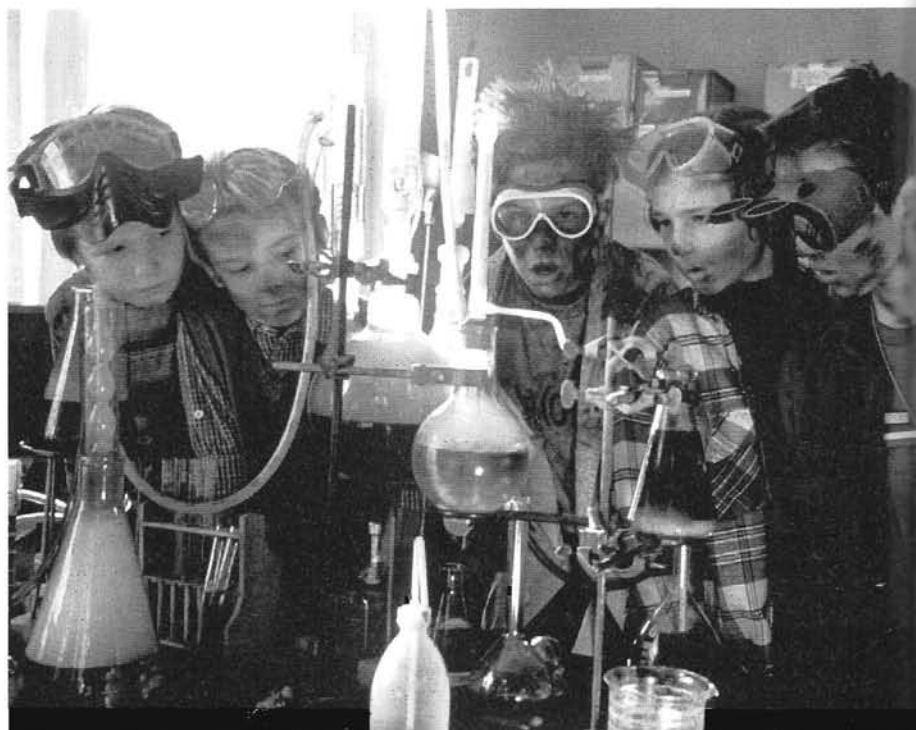
Von Lutz Stäudel

Wieso eigentlich spricht alle Welt – zumindest die pädagogische – von Aufgaben? Sind wir in der Chemie nicht ganz gut „ohne“ ausgekommen, einmal abgesehen von den eher lästigen Leistungsüberprüfungen? Waren wir nicht sogar froh, dass wir uns – anders etwa als die Mathematik, die die Schüler:innen und Schüler durch ständiges Abarbeiten von Aufgaben in Päckchen lengweilte – dass wir uns auf das Wesentliche konzentrieren konnten, nämlich die Vermittlung von Inhalten und die Entwicklung von Verständnis bei unseren Lernenden, unterstützt durch Experimente, Denkanstöße und einen dialogisch aufgebauten Unterricht? Was also hat sich verändert und – wenn schon ein neuer Trend heraufgezogen ist – was wäre der Nutzen?

### PISA und die Aufgaben

Da ist zunächst einmal PISA. Tests wie PISA leben geradezu von Aufgaben. Und mit PISA kam auch die neue Aufmerksamkeit für Aufgaben. Allerdings kennen wir zur Zeit kaum mehr als eine Handvoll der Aufgaben, mit denen im Frühjahr 2000 und 2003 deutsche Schüler:innen und Schüler getestet wurden. Dass unsere Kenntnis hier so begrenzt ist, hat mehrere Gründe: Zum einen sind nur wenige Aufgaben „freigegeben“, damit die anderen zu einem späteren Zeitpunkt nochmals eingesetzt werden und Hinweise liefern können auf mögliche Veränderungen der Leistungsfähigkeit, zum anderen stehen die Naturwissenschaften erst bei PISA 2006 im Zentrum der Untersuchung und fristeten bisher eher ein Nischendasein neben der Lesefähigkeit (2000) und der Mathematik (2003).

Nichtsdestotrotz hat bald nach der Veröffentlichung der ersten Ergebnisse im Jahr 2001 ein ausgesprochener Run auf die wenigen bekannten Aufgaben eingesetzt: Man wollte doch wissen, woran die eigenen Schülerinnen und Schüler



Mehr Verantwortung für das eigene Lernen durch Aufgaben

gescheitert waren, wollte sie – und sich – vorbereiten auf künftige Erhebungswellen, wollte verstehen, worin sich diese Aufgaben von dem unterscheiden, was im eigenen Unterricht stattfand und stattfindet.

Dass man PISA-Aufgaben eigentlich nicht „üben“ kann, war schnell klar: Falls die bekannten Aufgaben auch repräsentativ für die übrigen waren, dann ging es in einer Vielzahl von Fällen nicht um Reproduktion, sondern um strukturelles Verständnis. Die Schülerinnen und Schüler wurden mit mehr oder weniger komplexen Kontexten konfrontiert und mussten oft erst herausfinden, welche Informationen relevant für die Fragestellung waren und welche nicht, worin eigentlich das zu lösende Problem bestand. Sollten sie bei künftigen Tests im Durchschnitt besser abschneiden, dann galt es, ihre Fähigkeit im Umgang mit naturwissenschaftlicher Fragestellungen im allgemeinen zu verbessern. Solche Kompetenzen lassen sich nicht „einüben“, wohl aber durch einen Unterricht mit veränderter Akzentsetzung unterstützen. Aufgaben spielen dabei eine nicht zu übersehende Rolle.

### Aufgaben und Unterrichtsziele

Bei der neuen Beschäftigung mit Aufgaben kam noch manch anderes zum Bewusstsein: Zwar wusste man schon immer, dass das Lernen wie auch der Unterricht selbst in großem Umfang von den anschließenden Leistungskontrollen überformt werden. Eher neu ist aber die Einsicht, dass auch Aufgaben außerhalb von Tests dazu beitragen können, die Ziele und sonst oft nur implizit formulierten Anforderungen transparent zu machen.

Schüler:innen und Schüler entwickeln spätestens in der Mittelstufe eine spezielle Art der Arbeitsökonomie, die sich prägnant in der Frage ausdrückt: „Kommt das in der nächsten Arbeit?“. Diese Frage zeugt aber nicht nur von dem Bestreben, den Aufwand für das Lernen zu minimieren, sondern zeugt auch von der verbreiteten Unsicherheit, was denn wirklich wichtig ist von dem, was die Lehrkraft während einer längeren Unterrichtsphase an Inhalten präsentiert. Haben die Lernenden schließlich verlässliche Anhaltspunkte erhalten, was das eigentliche Ziel des Unterrichts ist, konzentrieren sie ih-

re Anstrengungen entsprechend. Aufgaben können hier mehr Transparenz schaffen, für beide Seiten. Die Schülerinnen und Schüler erfahren am konkreten Fall, was ihre Lehrerin oder ihr Lehrer von ihnen erwarten, welche Art Fragen sie lösen können sollen, über welches Wissen sie schließlich verfügen müssen. Und für den Lehrer ist es eine Art Selbstkontrolle: Mit der Formulierung einer Aufgabe ist auch eine Konkretisierung der eigenen Unterrichtsziele verbunden, oder anders gesagt: erst die Klärung der Ziele erlaubt die sinnvolle Konstruktion von Aufgaben.

## Aufgaben und Unterrichtsskript

Wenn im Zusammenhang von Aufgaben zunächst von Überprüfen die Rede ist, so stellt dies doch nur einen (wenn auch wichtigen) Aspekt dar. Mindestens ebenso wichtig ist die Rolle von Aufgaben in einem neuen Unterrichtsskript.

Die Notwendigkeit, eine neue „Aufgabenkultur“ zu entwickeln, wurde bereits zu Beginn der SINUS-Modellversuche konstatiert. Zwar bezog sich diese Forderung zuerst auf den Bereich der Mathematik; hier sollte das Üben und Festigen von Rechenfertigkeiten zumindest ergänzt werden durch kognitiv anspruchsvolle Problemstellungen, bei denen die Schülerinnen und Schüler zu eigenen Modellierungen herausgefordert würden. Bald aber griff die Idee von einem vermehrten Einsatz von Aufgaben im Unterricht auch auf die Naturwissenschaften über.

Von dieser Idee zu einer wirklichen „Aufgabenkultur“ im Chemieunterricht ist es indes ein weiter Weg. So sehr es einleuchtet, dass man mit Aufgaben im Unterricht wichtige Teile des Lernprozesses in die Hände der Schülerinnen und Schüler legt, so schwierig ist die Bestimmung geeigneter Aufgaben-Formate, die Abgrenzung der Fragestellungen, die Sicherung der Lernvoraussetzungen und manchmal auch die beratende Begleitung. Mit dem Einsatz von Aufgaben als Unterrichtselement werden auch Probleme sichtbar, die im fragend-entwickelnden Unterricht oft verdeckt blieben, besonders die große Heterogenität der Lerngruppen. Wie aber könnte man Aufgaben formulieren, die die Leistungsfähigen in der Klasse ebenso herausfordern wie die schwächeren Schü-

lerinnen und Schüler? Woran muss man die Anforderungen orientieren? Welche Hilfen soll man geben?

Andererseits entlasten Aufgaben auch die Arbeit im Klassenraum. Man darf sich zumindest für eine kurze Zeit aus der Rolle im Zentrum des Gesprächs zurückziehen, kann sich einzelnen Schülerinnen und Schülern widmen, kann erfahren – und zwar meist besser als in der Frontalsituation –, welche Probleme und Verständnishürden bei Einzelnen vorhanden sind, kann aus der Rolle des Instruktors in die des Beraters schlüpfen. Damit sind Aufgaben zwar noch kein Diagnose-Instrument, wie es gelegentlich gefordert wird, zumindest aber erlauben sie einen direkteren Blick auf die Lernarbeit der Gruppe und unterstützen eine realistische Einschätzung des Leistungsvermögens.

## Aufgaben und Lernen

Die Verlagerung der Lernarbeit in Aufgaben hinein hat auch noch ganz andere Effekte: Zum einen werden alle Schülerinnen und Schüler zu kognitiver Tätigkeit herausgefordert, zum anderen wird die Situation auch von der Aura latenter Überprüfung entlastet.

Besonders der letztgenannte Aspekt spielt vermutlich eine größere Rolle, als wir bisher glaubten. Der vor drei Jahren verstorbene Direktor des Max-Planck-Instituts für Psychologische Forschung in München, Franz E. Weinert, hatte bereits seit langem angemahnt, Lern- und Prüfungssituationen möglichst deutlich zu trennen. Seine Untersuchungen hatten eindeutig gezeigt, dass das Gefühl, in nahezu jeder Situation bewertet zu werden, die Auseinandersetzung mit Inhalten und Problemfragen massiv behindert. Eine Hinwendung zur Sache, so seine Botschaft, sei erst dann wirklich möglich, wenn Lernsituationen unbelastet sind von dem Gefühl, sich stets unterwertiger Beobachtung zu befinden.

Aufgaben können hier zumindest partiell entlastend wirken, denn mit einer Aufgabe überantwortet man ja tatsächlich einen Teil des Lernprozesses den Schülerinnen und Schülern, fordert ihre Verantwortung für das eigene Lernen heraus und unterstützt damit mittelfristig auch ihre Fähigkeit der Selbstregulation. Wenn Aufgaben aber in dieser Weise

wirksam werden sollen, müssen sie sich in ihrer Struktur, in ihrem Format, deutlich von Prüfungsaufgaben unterscheiden. PISA-Aufgaben taugen in dieser Hinsicht nur begrenzt als Beispiel: Zwar können sie zum Verständnis dessen beitragen, welcher Art die Kompetenzen sein sollen, die Schülerinnen und Schüler im Sinne naturwissenschaftlicher Grundbildung erwerben sollen, sie bleiben aber ihrem Wesen nach Testaufgaben. Lernaufgaben sind anders, nicht unbedingt der Fragestellung nach, aber sicher in der Art der Hilfen.

Aufgaben können darüber hinaus noch eine Reihe anderer wichtiger Funktionen erfüllen, erwähnt seien z.B. Aufgaben mit Anforderungen an die Kooperationsfähigkeit der Lernenden, dies aber soll nicht Gegenstand dieser Einführung sein, sondern bleibt den Autorinnen und Autoren vorbehalten, die von ihren praktischen Erfahrungen berichten und ihre Absichten und Reflexionen über ihre ganz speziellen Aufgaben berichten. Wie immer haben die Darstellungen weniger Rezeptcharakter sondern sollen vielmehr Anregungen darstellen für die eigene Auseinandersetzung mit diesem vielseitigen Element des Chemieunterrichts.

## Die Beiträge im Einzelnen

Eine Übersicht zur Bedeutung und Funktion von Aufgaben geben die Basisartikel von V. Woest und T. Freiman, welche sich – systematischer als diese Einführung – mit den unterschiedlichen Aufgabenformaten und ihrer Rolle im Chemieunterricht auseinandersetzen. Sie markieren dabei einerseits theoretische Bezugspunkte und erläutern sie an Beispielen, auf der anderen Seite sparen sie nicht mit unterrichtspraktischen Hinweisen, wie denn Aufgaben in der Unterrichtsrealität zu platzieren seien.

Der erste Block von Beiträgen im Praxisteil dieses Heftes hat mit Aufgaben zu tun, die zur experimentellen Bearbeitung aufrufen. Dass man es keineswegs bei der bekannten Form der praktischen Schülerübung belassen muss, zeigen gleich fünf Artikel. Mit ihrem Vorschlag, die Schülerinnen und Schüler im Anfangsunterricht einen „Laborführerschein“ machen zu lassen, steuern B. Arends und C. Lengen-Mertel unmittelbar eine größere Selbstständigkeit

der Lernenden an. H. Schmidkunz stellt eine Reihe interessanter Fragen zur Kerze, die sämtlich experimentell gelöst werden können, und zwar ebenfalls in einer sehr frühen Phase des Chemieunterrichts. Während es bei den Kerzen-Aufgaben um die eigenständige Planung von Experimenten geht, gehört die von P. Schütte vorgeschlagene Analyse von Alkalihalogeniden eher zu den Standarduntersuchungen im Bereich der Chemie. Interessant ist hier aber die Verknüpfung einer Übungsphase mit einer ebenfalls experimenteller Leistungsüberprüfung. Wettbewerbe schließlich leben von Aufgaben: Das zeigt zum einen H. Frank, der Aufgaben für einen jahrgangsumfassenden „Formel-C Tag“ vorstellt – mit einer Reihe angeleiteter Forschungsfragen für alltägliche Chemikalien –, wie auch H. Wambach, der für die Leserinnen und Leser verschiedene Wettbewerbe unter die Lupe genommen hat, deren Aufgaben sich gleichermaßen für einzelne Teilnehmer wie auch für den Unterricht eignen.

Im zweiten Teil des Heftes geht es um „Offene Aufgaben“. Wenn Schülerinnen und Schüler, so der Tenor der vier Artikel, mehr als bisher lernen sollen, naturwissenschaftlich relevante Probleme selbst zu erkennen und sie zumindest im Ansatz eigenständig zu strukturieren, dann müssen sie zumindest gelegentlich mit offeneren Fragestellungen konfrontiert werden. V. Woest und I. Eilks geben eine Übersicht, welche Wege zu einem entsprechend offenen Chemieunterricht führen können, O. Wißner entfaltet eine Strategie zur Öffnung von Aufgaben und führt anregende Beispiele vor, gemeinsam mit C. Schaar stellt V. Woest Orientierungsaufgaben aus dem Umfeld der Thüringer Lehrpläne mit Grundbildungsorientierung vor, und schließlich fragen V. Hofheinz, J. Schmitz und M. Gröger „Rotwein in der Schule?“ Dabei geht es natürlich nicht um den Konsum von Alkohol während der Unterrichtszeit, sondern vielmehr um die Bewertung von Informationen über mögliche physiologische und medizinische Effekte des mäßigen Rotweingenussses, mithin um eine Anwendung gleich mehrerer Formen naturwissenschaftlichen Arbeitens.

Der dritte Teil dieses Heftes widmet sich schwerpunktmäßig methodischen Aspekten, zum einen speziellen Formaten von Aufgaben und ihrer Ausgestaltung, zum anderen ihrer Einbettung in

den Unterricht. Dass man auch das Erstellen von Versuchsprotokollen als Aufgabe entwickeln kann, zeigen eindrucksvoll T. Witteck und I. Eilks; einen besonderen Reiz hat dabei ihr Lernarrangement, das mit kooperativen Elementen in gewisser Weise die Einigung von Naturwissenschaftlern auf eine bestimmte Sicht der Dinge nachbildet.

Ebenfalls auf die Arbeit in Gruppen setzt der Vorschlag von P. Bojko und V. Woest, bei dem es am Beispiel „Duft und Aromastoffe“ um die Bearbeitung von Teilthemen geht, die anschließend in die Gestaltung von Stationen für einen Lernzirkel münden sollen.

Von T. Freiman kommt ein Erfahrungsbericht, wie man den Unterricht zu Säuren und Basen aufgabengestützt gestalten kann und wie Schülerinnen und Schüler Ergebnisse aus einer Aufgabe dann zur Lösung von weiteren Aufgaben anwenden können.

Eine vermutlich chancenreiche Methode, Aufgaben durch heterogene Lerngruppen bearbeiten zu lassen, stellt W. Habelitz-Tkocz vor. Ihre gestuften Lernhilfen können von den Lernenden immer dann in Anspruch genommen werden, wenn ihnen die nächste Hürde bei der Bearbeitung einer Aufgabe als allzu hoch erscheint. Mit wohl dosierter Unterstützung konstruieren ihre Schülerinnen und Schüler so ein „Einmal-Wärmekissen“.

Auch der folgende Beitrag stellt ein Methodenwerkzeug ins Zentrum: Mittels eines „Kugellagers“ kann, wie T. Witteck, G. Leerhoff, B. Most und I. Eilks beschreiben, nicht nur der Austausch von Informationen bewerkstelligt werden, die die Schülerinnen und Schüler zu einem Thema aus dem Internet gefunden haben; eine entsprechend formulierte Aufgabe fordert von den Lernenden zielgerichtete Recherche, Durcharbeiten der erhaltenen Informationen und Weitergabe in eigenen Worten innerhalb eines zeitlich und organisatorisch klar abgesteckten Rahmens. Ähnlich wie Kugellager sind auch Lernzirkel bereits seit einiger Zeit im Chemieunterricht anzutreffen. Ein Beispiel mit acht Lernstationen, die jeweils deutlichen Aufgabencharakter besitzen, schlagen D. Wurm und V. Woest vor, erprobt im Schülerlabor der Universität Jena, das sowohl vom Land Thüringen wie auch vom Fonds der Chemischen Industrie unterstützt wird.

„Nimm das Modell zur Hand und leite die Formel ab“, so lautet die Aufgabe von H.-D. Barke, die er an seine Schülerinnen und Schüler stellt. Modelle ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, Vorstellungen über den Feinbau der Materie zu entwickeln und die zugehörigen Begriffe zu klären und weiter zu entwickeln.

Eine Modellierungsaufgabe ganz anderer Art hat mit dem tropischen Regenwald zu tun (L. Stäudel). Ob jener wirklich ein Netto-Sauerstoffproduzent ist, kann, wie der Beitrag zeigt, aus der Fotosynthese Gleichung und den Randbedingungen eines nährstoffarmen Bodens erschlossen werden.

Als „Lernen an der guten Lösung“ könnte man den Vorschlag von W. Pöpping und I. Melle bezeichnen, die vorschlagen, Schülerinnen und Schüler mit Beispiellösungen zu gegebenen Aufgaben zu konfrontieren. Im Zuge der Rekonstruktion des vorgegebenen Lösungsweges bleibt es keineswegs nur beim Nachvollzug, vielmehr werden (implizit) Lösungsstrategien vermittelt, Textverständnis gefördert und Eigenaktivität beim Umgang mit der Vorlage provoziert.

Seinen Abschluss findet der dritte Teil des Aufgabenheftes mit zwei eher reflektierenden Beiträgen (Stäudel). Zum einen wird ein Blick zurück geworfen auf „Aufgaben vor PISA“, deren vom jeweiligen Zeitgeist geprägte Kontexte und darauf, wie sich heutige Aufgaben in Schulbüchern darstellen. Zum anderen wird dem Leser/der Leserin ein Analyseinstrument anempfohlen, das sich in anderen Zusammenhängen bereits gut bewährt hat: Eine Analyse-Spinne, ähnlich einer Zielscheibe, mit deren Hilfe überprüft werden kann, was es mit den eigenen Aufgaben für den Unterricht auf sich hat, ob sich die eigenen Ziele in den gestellten Aufgaben tatsächlich materialisieren – oder ob die Botschaften von Unterricht und Aufgaben doch eine verschiedene Sprache sprechen.

Die Auseinandersetzung mit Aufgaben für den Chemieunterricht steht noch in den Anfängen, aber die ersten Schritte auf diesem Wege sind ausgesprochen ermutigend.

► Dr. Lutz Stäudel, wiss. Mitarbeiter in der Chemiedidaktik an der Universität Kassel  
Heinrich-Plett-Str. 40, 34109 Kassel  
lutzs@uni-kassel.de ◀