

Differenzieren im Chemieunterricht

Eine Herausforderung für Lehrkräfte, Lernende und das Selbstverständnis von Schule

Von Lutz Stäudel

Die Frage nach dem Differenzieren ist zuerst eine Frage der Vorstellung vom Lernen und von den Lernenden. Als Johann Amos Comenius (1592–1670) vor knapp 400 Jahren ein Bildungsprogramm für die sich emanzipierenden Stände der beginnenden Neuzeit entwarf, hatte er den Menschen vor Augen, dessen Bildungspotenzial nur durch geeignete Bedingungen entfaltet werden müsste. In seiner „Großen Didaktik“ [1] beschreibt er den Menschen als „Mikrokosmos ..., ein Universum im Kleinen, das im Verborgenen alles enthält, was im Makrokosmos des langen und breiten aufgedeckt zu sehen ist“ (Kap. 5). Im Gegensatz zur statischen mittelalterlichen Gesellschaft sind für ihn alle Menschen in dieser Hinsicht gleich, daher sollen „nicht nur die Kinder der Reichen und Vornehmen zum Schulbesuch angehalten werden, sondern alle in gleicher Weise, Adlige und Nichtadlige, Reiche und Arme, Knaben und Mädchen aus allen Städten, Flecken, Dörfern und Gehöften“ (Kap. 9). Diese „Bildung des Menschen kann am besten – und muss deshalb auch im frühesten Alter vorgenommen werden“ (Kap. 7), und zwar folgerichtig „gemeinschaftlich in Schulen“ (Kap. 8). Dass der „Unterricht in den Schulen ... alles umfassen (muss)“, dass „alle alles gelehrt“ werden sollen, schränkt Comenius im Sinne von Nützlichkeit für das praktische Leben ein: „Das ist jedoch nicht so zu verstehen, dass wir von allen die Kenntnis aller Wissenschaften und Künste (und gar eine genaue und tiefe Kenntnis) verlangten. Aber über Grundlagen, Ursachen und Zwecke der wichtigsten Tatsachen und Ereignisse müssen *alle* belehrt werden, die nicht nur als Zuschauer, sondern auch als künftig Handelnde in die Welt eintreten“ (Kap. 10).

Das Comeniussche Programm als frühe Skizze einer *Allgemeinbildung für alle* sieht – bewusst – ab von Differenzen; ähnliche Zielgleichheit von schulischer (Allgemein-)Bildung kannten die Schulsysteme der sozialistischen Staaten, und die zugrunde liegende humanistische Idee bestimmt noch heute unser Verständnis, wenn etwa *scientific literacy* durch Kompetenzen definiert wird, die Schülerinnen und Schüler umfassend in den Stand setzen sollen, am gesellschaftlichen Leben als bewusste, entscheidungsfähige Bürger teilzunehmen [2].

Im Unterschied zu Comenius, der auch in seinen vielfältigen Empfehlungen für die Gestaltung von Unterricht und Schule keine Notwendigkeit zur Differenzierung sah, weil für ihn Lehren und Lernen stets *leicht, mühelos und von Freude begleitet* erschienen, wissen wir heute, dass die Lernenden höchst verschieden sein können und dass Lernen sich als Prozess aktiver Aneignung ebenso unterschiedlich vollzieht. Der differenzierende Blick also tut not, und aus der Diagnose müssen entsprechende differenzierende Lernangebote abgeleitet werden.

Die konstruktivistische Sicht des Lernens

Wie M. Hänze (s. S. 2 ff. in diesem Heft) aus lernpsychologischer Perspektive bildhaft vorführt, lässt sich die Einteilung von Anfängern, Fortgeschrittenen und Profis bei der Zuordnung zu Kursen einer Skischule kaum auf schulisches Lernen übertragen. Die zu erwerbenden Fähigkeiten und Fertigkeiten sind nicht annähernd ähnlich einfach beschreibbar und die Voraussetzungen der Lernenden spielen eine deutlich größere Rolle für Lernweg und Lernerfolg.

Aber nicht nur die komplexen inter-individuellen Unterschiede sind Ursache für Heterogenität in den Klassenzimmern und Experimentierräumen, verschärft wird die Situation gerade durch den Versuch, zu mehr Homogenität zu kommen, nämlich durch die frühe Sortierung der Schülerinnen und Schüler in die Zweige unseres dreigliedrigen Schulsystems. TIMSS, die dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (1998) führte uns vor, was den meisten Lehrkräften schon längst bewusst war: Da für den Übergang auf die verschiedenen Schulformen der Sekundarstufe I hauptsächlich die Leistungen in Deutsch und Mathematik zählen,



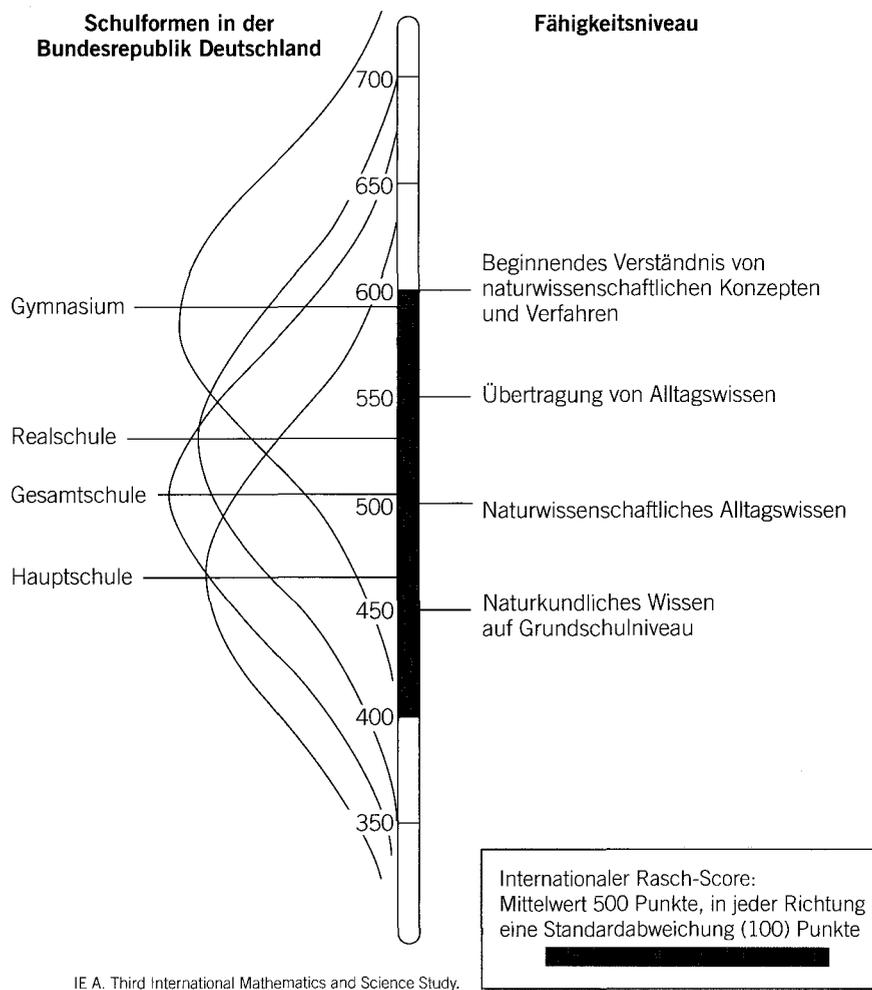
nicht aber die aus dem Sachkundeunterricht, herrscht in den Klassen jeglicher Schulform große Leistungsheterogenität. Nach seinen naturwissenschaftlichen Leistungen könnte so manch ein Schüler im Chemieunterricht einer Hauptschule ebenso in einer Gymnasialklasse sitzen – und umgekehrt (Abb. 1) [3].

Die so vorgenommene äußere Differenzierung durch Aufteilung auf verschiedene Schulformen ist jedoch keineswegs der einzige Grund für Heterogenität im Unterricht. Auch geht es nicht nur um – kognitive – Leistungsfähigkeit, vielmehr bringt jeder Schüler, jede Schülerin sein eigenes kleines Universum mit in die Klasse:

Während Comenius noch vom „Belehren“ sprechen konnte, weil es für ihn um die Entfaltung von bereits im Menschen Angelegtem ging, (und zwar in allen Menschen in gleicher Weise), betitelt Siebert 1996 seine Schrift, mit der er eine konstruktivistische Sicht auf das Lernen entwickelt, gerade umgekehrt und spricht von der „Nutzlosigkeit von Belehrungen und Bekehrungen“ [4]. Der Neuroforscher Roth stellt kategorisch fest, dass (1) Wissen nicht übertragen werden kann und (2) Wissensaneignung auf Rahmenbedingungen beruht

und „durch Faktoren gesteuert wird, die unbewusst ablaufen und daher nur schwer beeinflussbar sind“ [5]. Er verweist auf „spezifische Lernbegabungen“ und „unterschiedliche Lernstile: Der eine lernt am besten durch Zuhören, der andere muss etwas gelesen haben, der Dritte das Ganze zu Hause noch einmal überdenken usw.“ (S. 55). Gute Lehrer müssten daher eigentlich „den Lern- und Gedächtnisstil eines jeden seiner Schüler genau kennen“, um optimale Lernbedingungen zu sichern – eine unlösbare Aufgabe.

Eine erste Konsequenz, inzwischen weitgehend praktiziert, ist die vielgestaltige Präsentation von Unterrichtsinhalten, neben der sprachlichen z.B. auch bildhaft-anschaulich und schließlich auch mittels methodischer Vielfalt, wie sie verstärkt mit den SINUS-Programmen Einzug in den Unterricht gehalten hat. Vom Lernzirkel über die Gestaltung von Lernplakaten, vom Kärtchentisch bis zu spielerischen Formen der Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Inhalten – Methodenwerkzeuge [6] eröffnen zusätzliche Lernwege und damit den Zugang für den einen Schüler, die Schülerin, die sich anders deutlich schwerer getan hätte. Denn viele Lernschwierigkeiten beruhen nachweislich auf der Dominanz



1: Leistungsverteilung innerhalb der Schulformen in den Naturwissenschaften am Ende der 8. Jahrgangsstufe (Mittelwert, Leistungsverteilungen der Schulformen und Fähigkeitsniveaus)

Äußere Differenzierung

- Schulform
- Schulprofil
- Jahrgangsklasse
- Leistungskurs

Innere Differenzierung

- Ziele
- Inhalte
- Methoden
- Medien
- Sozialformen
- Lernstil
- Lerntempo
- Interesse

von sprachlichen Vermittlungsansätzen im Unterricht, die „keineswegs allen Schülern liegen“. [5, S. 55]

Differenzieren – die Konsequenzen

Damit neu konstruiertes Wissen nachhaltig integriert werden kann, müssen hinreichende Verknüpfungsmöglichkeiten vorhanden sein bzw. geschaffen werden, Bezüge zu alltäglichen Erfahrungen ebenso wie zu anderen Wissensselementen. Wegen der hochgradigen Individualität von Vorerfahrungen und Vorwissen, von vorhandenen Assoziationen, aber auch Motiven und Interessen gibt es *die eine* Methode für Unterricht nicht – ebenso wenig *den einzigen* Ansatz differenzierend allen möglichen Lernern und ihren Bedürfnissen gerecht zu werden. Diese keineswegs neue Erkenntnis fand, wie H.-J. Becker in seiner Würdigung der chemiedidaktischen Literatur seit Ende des zweiten Weltkriegs anschaulich zeigt (s. S. 5 ff. in diesem Heft), ihren Niederschlag darin, dass Differenzierung stets primär als methodische Herausforderung verstanden worden ist, auch weil man die äußere Differenzierung aus fachdidaktischer Sicht als gegeben betrachten musste.

Zwar gab es, mit Bezug auf Entwicklungspsychologie und Genderforschung, den einen oder anderen Ansatz, die Geschlechter für bestimmte Phasen des Unterrichts zu trennen, z. B. um rollenbedingte Störungen zu minimieren – auch eine Form der äußeren Differenzierung. Trotz interessanter Ergebnisse blieben solche Versuche aber randständig [7]. Umgekehrt gab und gibt es Versuche, die Heterogenität zu nutzen, indem man sie (scheinbar) weiter vergrößert, etwa durch Bildung jahrgangsübergreifender Lerngruppen (Jenaplanschule, Reformschule Kassel u. a.). Aber auch diese organisatorischen Maßnahmen, die darauf setzen, dass in solchen Lernarrangements das Lernen in der Peergroup mehr an Gewicht erhält [8], blieben stets auf Einzelfälle beschränkt, sicher auch wegen der dann notwendigen Veränderungen von Schul- und Unterrichtsstrukturen.

Ausgehend von der Vorstellung, durch Differenzierung das individuelle Lernen zu fördern, entwickelte sich aber eine aus-

gesprochen enge Beziehung zum *Diagnostizieren*. Wenn Vorstellungen wie die von Roth, dass eine Lehrkraft den Lern- und Gedächtnisstil eines jeden seiner Schüler genau kennen müsse, unrealistisch sind, dann müsse man zumindest annähernd feststellen, auf welchem Stand eine Schülerin, ein Schüler ist, um ihn optimal fördern zu können. Wie die Praxis in unseren Schulen zeigt, wird Diagnose aber zuallererst betrieben, um Bewertungen vorzunehmen – Klassenarbeiten sind weit mehr verbreitet als Lernstandserhebungen für eine nachfolgende differenzierende Förderung. Diagnostische Instrumente sind zudem mit einigen Problemen behaftet, die sich grundsätzlich nicht ganz beheben lassen: So messen sie vorzugsweise jenen bestimmten Aspekt, auf den sie zugeschnitten sind, meistens kognitive Leistungen. Dass z. B. Performance-Tests, bei denen Schüler ein Problem praktisch bzw. labormäßig lösen sollen, ganz andere Ergebnisse zeitigt als parallel durchgeführte Papier- und Bleistift-Tests, führte uns wiederum TIMSS vor [9]. Die nächste Schwierigkeit beim Diagnostizieren besteht dann darin, entsprechend dem festgestellten „Zustand“ die geeigneten Maßnahmen – seien sie methodischer oder medialer Art – zu bestimmen.

Gestützt auf solche Einsichten sind in der jüngeren Vergangenheit zahlreiche Ansätze weiter ausgearbeitet worden, die Diagnose und differenzierende Maßnahmen deutlich enger miteinander verschränken. Die Beiträge im ersten Block dieses Heftes stellen entsprechende Beispiele vor.

Individuelle Lernstände ermitteln

O. Wißner stellt hier zwei Instrumente vor, die unmittelbar auf die Ermittlung von individuellen Lernständen ausgerichtet sind (s. S. 12 ff. und S. 24 ff. in diesem Heft). Im Unterschied zu klassischen Bewertungsverfahren legt er dabei die Verantwortung und die praktische Durchführung in die Hände der Lernenden. Genutzt werden in einem Fall zusätzlich kooperative Strukturen, wenn die Leistungen bzw. Einschätzungen des einen durch einen zweiten Schüler kontrolliert werden und ggf. ein gemeinsames Urteil gefunden werden muss. Die Aufforderung zur Selbsteinschätzung bei den Vorschlägen zur Lernstandskontrolle hat zudem den Effekt, dass ein Schüler, eine Schülerin sich nicht darauf beschränken kann, festzustellen „kann ich“ – „kann ich nicht“, sondern im weiteren selbst tätig werden muss, um geeignete Nacharbeiten an den betreffenden Inhalten zu bestimmen. Die Lehrkraft kann so tatsächlich, wie oft gefordert, Verantwortung für das Lernen ein Stück an die Schüler delegieren und so u. a. zu einer realistischen (fachbezogenen) Selbsteinschätzung beitragen.

Ähnliche Instrumente finden sich übrigens in einer Publikation der Fachgruppe Chemieunterricht in der GDCh [10], die ergänzend unbedingt empfohlen werden kann. Wie bei Wißner betreffen die Inhalte zentrale Wissensstrukturen des Chemieunterrichts in der Mittelstufe („Chemische Reaktion“, „Teilchenebene“) und reichen in die Oberstufe („Chemische Gleichgewichte“) hinein.

Für diese Ansätze gilt, dass eine unmittelbare Verknüpfung von Diagnose und weitergehenden Maßnahmen in deren Struktur angelegt ist. Die Lehrkraft hat moderierende und

beratende Funktion, muss die Schülerantworten eher qualitativ als quantitativ analysieren und entsprechende Hilfen zur Verfügung stellen.

Methoden als Mittel der Differenzierung

Im zweiten Abschnitt dieses Heftes ist eine Reihe von Vorschlägen versammelt, die in der von H.-J. Becker charakterisierten Weise Differenzierung als methodische Aufgabe für die Gestaltung von Lernsituationen verstehen.

S. Krämer stellt dazu eine Methode der sprachbewussten Differenzierung vor, mit deren Hilfe Schülerinnen und Schüler – insbesondere Zweitsprachler – durch Fachsprachenanreicherung an Bildungssprache herangeführt werden.

H. Schmidkunz entwirft ein Szenario für die praktische Arbeit im Labor, die gemeinsam bzw. arbeitsteilig von den Lernenden vorbereitet und dann durchgeführt wird. Am bekannten Beispiel der Identifizierung von einigen ähnlich aussehenden Substanzen aus Küche und Haushalt wird gezeigt, wie sich die Vorkenntnisse und Fähigkeiten bei diesen Arbeiten ergänzen und gegenseitig fördern können.

B. Lutz stellt demgegenüber das Konzept seiner Schule vor, die – unter dem Anspruch einer möglichst umfassenden pädagogischen Förderung ihrer Schüler – als Versuchsschule gleich mehrere organisatorische Strukturen entwickelt hat, um diesem Ziel näher zu kommen. Zum einen wird der naturwissenschaftliche Unterricht an dieser Schule (Offene Schule Waldau) integriert unterrichtet, ergänzt durch Angebote für eigenes Arbeiten und Forschen im Offenen Labor, zum anderen werden für die fachliche Vertiefung in den Klassen 9 und 10 thematisch und leistungsbezogen differenzierte Kurse, auch im Bereich der Chemie, angeboten, in die sich die Lernenden nach Selbsteinschätzung und Interesse einwählen können.

P. Wlotzka, P. Woldt und M. Busch berichten über das differenzierende Potenzial eines Lernzirkels zu Themen der Nanotechnologie. An jeder einzelnen Station erhalten die Lernenden Hilfen in Form von Arbeitsaufträgen, zur besseren Selbsteinschätzung, um anschließend nach unterschiedlichen Anforderungsniveaus gestaltete Aufgaben auswählen und bearbeiten zu können. Die vorgenommene Differenzierung bezieht sich dabei unmittelbar auf die Vorgaben der Bildungsstandards, sodass sich dieses Beispiel auch zur Auseinandersetzung mit den dort entwickelten Strukturen eignet.

Mit einem ganz ähnlichen Ansatz nähern sich K. Hoy und S. Kranz (S. 66 ff.) den chemischen Aspekten von Raketenantrieben.

Differenzierende Aufgabenformate

Im dritten Block schließlich geht es um das Differenzierungspotenzial von Aufgaben. Zunächst setzen sich I. Parchman u. a. mit der Frage auseinander, was genau eigentlich eine Aufgabe schwerer oder leichter macht. Diese Frage ist angesichts der entwickelnder Testbatterien für vergleichende Lernstandserhebungen ebenso wichtig wie im Sinne von differenzierenden Angeboten für das individuelle Lernen. Die Bemühungen der

Kultusministerkonferenz, die Kompetenzanforderungen der Bildungsstandards künftig nicht nur einzufordern, sondern auch überprüfen zu können, sind unmittelbar mit der erfolgreichen Beantwortung dieses Problems verbunden. An zwei Aufgaben-Beispielen, die unterschiedlichen Konzepten folgen, wird die Praxis solcher Differenzierung konkret vorgestellt.

Die beiden Beispiele für Aufgaben mit gestuften Hilfen (L. Stäudel) schließen an die inzwischen bekannten Beispielsammlungen an. Ein weiteres Mal wird an praktischen Inhalten gezeigt, wie inhaltliche und lernstrategische Hilfen eingesetzt werden können und welche Möglichkeiten es gibt, Vorwissen zu aktivieren oder Problemlöseprozesse etwa durch Visualisierungen zu unterstützen.

Während Aufgaben mit Hilfen sich vorzugsweise als selbst-differenzierende Lernumgebungen für weniger leistungsstarke Lerngruppen als geeignet erwiesen haben, setzen sich M. Beeken, I. Wottke, A. Lühken und I. Parchman mit der Frage auseinander, wie hochbegabte Schülerinnen und Schüler angemessen gefördert werden können. Am Beispiel der Sir-Karl-Popper-Schule in Wien stellen sie zunächst die zugrunde liegenden Konzepte von Hochbegabung vor, skizzieren den schulorganisatorischen Rahmen der Förderung und berichten von der praktischen Umsetzung konkreter Angebote und deren Wirkungen. Im Beitrag werden dazu Aufgaben mit vergleichsweise offenen Fragestellungen vorgestellt, die auch im Regelunterricht anderer Schulen – von der Lehrkraft entsprechend begleitet – eingesetzt werden können.

Allen diesen Beiträgen ist eine Überzeugung gemeinsam, die, zwar oft arbeitsintensiv, ein Ziel unterstützen soll: Die maximale individuelle Förderung unserer Lernenden, um sie kompetent zu machen für ein zielgerichtetes, selbstbestimmtes Leben in einer Gesellschaft, die weitgehend geprägt ist von Naturwissenschaft und Technik, bis hinein in den individuellen Alltag.

Literatur

- [1] Comenius, J. A.: Große Didaktik. Die vollständige Kunst, alle Menschen alles zu lehren. Herausg. von S. und A. Flitner. 10. Aufl., Stuttgart 2007 (Original: 1657)
- [2] PISA-Konsortium Deutschland: PISA 2006 – Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie. Münster 2007, S. 65
- [3] Baumert, J.; Bos, W.; Lehmann, R. (Hrsg.): TIMSS/III: Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Opladen 2000
- [4] Siebert, H.: Über die Nutzlosigkeit von Belehrungen und Bekehrungen. Soest 1996
- [5] Roth, G.: Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? In: U. Herrmann (Hrsg.) Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim 2006, S. 49–59
- [6] Freiman, T.; Schlieker, V.: Jeder lernt anders. In: UC 12(2001) Nr. 64/65, S. 4–9
- [7] Kessels, U.: Mädchenfächer – Jungenfächer? Geschlechtertrennung im Unterricht. In: G. Becker u. a. (Hrsg.): Heterogenität. Friedrich Jahresheft XXII (2004), S. 90–94
- [8] Vygotski, L.: Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge (MA) 1978
- [9] Labudde, P. u. a.: Beurteilungsformen in fächerübergreifenden Unterrichtsminiaturen. In: D. Höttecke (Hrsg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht im Vergleich. GDCh Jahrestagung 2006. S. 497 ff.
- [10] GDCh Fachgruppe Chemieunterricht (Hrsg.): Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht. Frankfurt 2008 (zu beziehen über GDCh, Varrentrappstr. 40–42, 60486 Frankfurt; Download: www.gdch.de)

zu diesem Heft



Liebe Leserinnen und Leser,

wenn Sie *google* zum Stichwort „Differenzierung“ suchen lassen, erhalten Sie in weniger als einer halben Sekunde fast 2 Millionen Antworten, drei von vier beziehen sich auf Schule und Unterricht – und das allein im deutschsprachigen Raum! Ein wahrhaft drängendes Problem wie es scheint, und entsprechend viele Befunde, Ratschläge und Hinweise. Im Gegensatz dazu bieten wir Ihnen mit diesem Heft ein sehr überschaubares Repertoire von Handlungsmöglichkeiten, zum einen, weil es in der Praxis des Chemieunterrichts eben meist (noch) nicht an der Tagesordnung ist, differenziert auf die Fähigkeiten, Interessen und Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler einzugehen, zum anderen weil nur wenige erprobte Ansätze tatsächlich kompatibel sind mit den alltäglichen Zwängen des Lehrens und Lernens in der Schule. Methoden werden aber schnell zum stupfen Werkzeug, wenn ihnen nicht die Wahrnehmung vorausgeht, wie verschieden die uns anvertrauten Lernenden wirklich sind. Diese Verschiedenheit zu erkennen, sie zumindest gelegentlich sogar als Chance zu verstehen und produktiv zu nutzen, dies sollen die Beiträge dieses Heftes unterstützen.

Hilfreiche Anregungen für Ihren Chemieunterricht wünscht Ihnen

Naturwissenschaften im
Unterricht
Chemie

Heft 111/112, Juni 2009
20. Jahrgang

DIFFERENZIEREN

Herausgeber: Dr. Lutz Stüdel, Kassel

BASISARTIKEL

Martin Hänze		Lutz Stüdel	
Mit Heterogenität umgehen	2	Differenzieren im Chemieunterricht	8
		Eine Herausforderung für Lehrkräfte,	
Hans-Jürgen Becker		Lernende und das Selbstverständnis von	
Differenzierung – was ist gemeint?	5	Schule	
Ein Konstrukt im Spiegel chemie-			
didaktischer Zeitschriftenpublikationen			

UNTERRICHTSPRAXIS

DIAGNOSE		Kathrin Hoy und Joachim Kranz	
		Explosiv! –	
Oliver Wißner		Die Chemie der Raketentreibstoffe	66
Atome, Elemente, Bindungen	12	Eine Unterrichtseinheit für die	
Lernzirkel zur Selbstdiagnose		Sekundarstufe II	
Oliver Wißner		MIT AUFGABEN DIFFERENZIEREN	
Das eigene Wissen überprüfen	24		
Lernstandserhebungen in Klasse 9		Lutz Stüdel	
und Klasse 11		Aufgaben mit gestuften Hilfen	72
		Eine selbstdifferenzierende Lern-	
		umgebung am Beispiel von	
METHODEN ZUR DIFFERENZIERUNG		Osmose und Verbrennung	
Silke Krämer		Sascha Bernholt, Maik Walpuski, Elke Sumfleth	
Scaffolding – ein Baugerüst für die		und Ilka Parchmann	
Fachsprache	34	Kompetenzentwicklung im	
Förderung des Sprachverständnisses		Chemieunterricht	78
von lernschwächeren Schülern		Mit welchen Modellen lassen sich	
		Kompetenzen und Aufgaben differenzieren?	
Heinz Schmidkunz			
Backzutaten identifizieren	46	Marco Beeken, Ingrid Wottle, Arnim Lühken	
Innere Differenzierung durch arbeits-		und Ilka Parchmann	
teiliges Experimentieren		Interessiert und begabt – und dann?	86
		Begabungsdifferenzierende Experimental-	
Burkhard Lutz und Horst Mazurkewitz		aufgaben	
Sternstunden	50		
Das Differenzierungssystem der			
Offenen Schule Waldau im Bereich			
Naturwissenschaften			
Petra Wlotzka, Patrick Woldt und			
Martin Busch			
Klein – kleiner – winzig	56		
Niveaudifferenzierte Lernstationen zu			
Grundlagen der Nanotechnologie			

MAGAZIN

ANREGUNG		MATERIAL	
Matthias Nolte		Oliver Wißner	
Virtueller Chemieunterricht	94	Bandolo	97
Einsatz von dynamischen Folien und			
Arbeitsblätter		Impressum	96

Kurzfassungen unter:
www.unterricht-chemie.de