

Mit anderen Worten, der Schule und ihrem Personal bleibt nichts anderes übrig, als sich der Herausforderung von Heterogenität zu stellen, künftig angesichts der Bestrebungen um Inklusion eher noch intensiver als in der Vergangenheit.

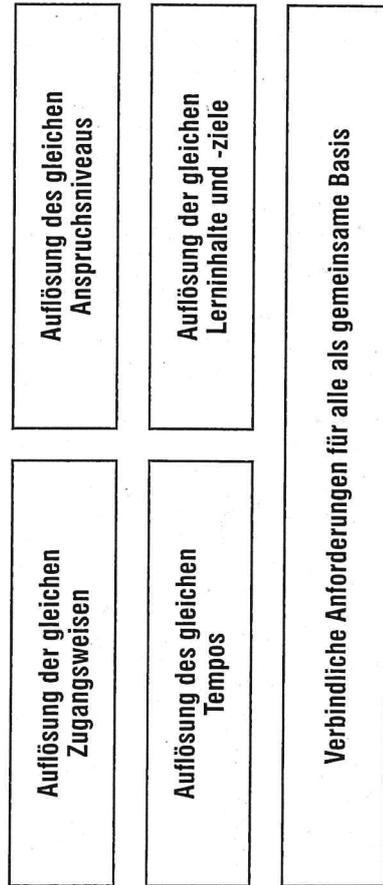
Die folgenden Abschnitte versuchen in diesem Sinn, einige für den naturwissenschaftlichen Unterricht erprobte Methoden und Maßnahmen aufzuzeigen, die geeignet sind, möglichst für alle Lernenden Situationen zu gestalten, die das Lernen unterstützen, und auch – für Sie als Akteure und Gestalter dieses Unterrichts – den existierenden Herausforderungen angemessen zu begegnen.

EINLADUNG ZUM MITDENKEN

Eine wichtige Rolle für den Umgang mit Heterogenität spielen Ihre Überzeugungen als Lehrkraft betreffend der Möglichkeiten der Entwicklung auf Seiten Ihrer Schüler. Gehören Sie eher zu den „Dynamikern“, die auch unter ungünstigen individuellen Voraussetzungen Potenziale zum produktiven Lernen zu erkennen glauben – oder eher zu den „Statikern“, die davon ausgehen, dass die kognitive Leistungsfähigkeit der Schüler wenig veränderbar ist? Welcher dieser „subjektiven Theorien“ (Dweck 1999) neigen Sie eher zu? Stellen Sie sich eine Skala von 1 bis 10 mit den skizzierten Polen vor und verorten Sie sich darauf!

7.1 Differenzieren – was prinzipiell zur Verfügung steht

Ignorieren der Unterschiede einer Klasse im Leistungsbereich führt dazu, und zwar empirisch belegbar, „daß die guten Schüler besser und die schlechten schlechter werden“ (Weinert 1997). Welche grundsätzlichen Möglichkeiten aus heutiger Sicht stattdessen zur Verfügung stehen, haben Hußmann/Prediger (2007) für den Mathematikunterricht anschaulich vorgestellt, wobei diese Skizze in der gewählten Allgemeinheit ebenso für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern gelten kann:



Basis ist in jedem Fall die Übereinkunft über Basisanforderungen, die als verbindlich betrachtet werden können. Die Bildungsstandards können hier wichtige Orientierung geben, auch wenn sie nicht als Mindest- sondern lediglich als Regelstandards formuliert worden sind. Auf dieser Grundlage können dann Maßnahmen zur Variation von Lernsituationen für einzelne Schülerinnen und Schüler oder kleine Gruppen ergriffen werden.

Als erstes kommt die „**Auflösung der gleichen Zugangsweisen**“ in Betracht. Praktisch bedeutet dies „Methodenvielfalt“. Was sich dem einen Lerner leicht als mentales Modell erschließt, das versteht ein anderer besser über den handelnden Umgang mit einem vergegenständlichen Anschauungsobjekt, ein Dritter ist eher empfänglich in kommunikativen Situationen, wo er einen Sachverhalt von einem Mitschüler umschrieben bekommt oder selbst alltagssprachlich umschreiben muss. In diese Kategorie von methodischem Vorgehen gehört demnach besonders die Nutzung von Methodenwerkzeugen, wie z. B. in den Abschnitten 3.2 oder 6.3 ausgeführt.

Lernsituationen, die mittels Methodenwerkzeugen gestaltet sind, können auch die **Auflösung des gleichen Lerntempos** unterstützen. Insoweit damit z. B. individuelles Üben ermöglicht wird, können Vorwissen gefestigt und Unsicherheiten im Verständnis ausgeglichen werden. Daneben sind hier Instrumente wie Wochenplanarbeit und die Nutzung von Portfolios zu nennen. Der letztgenannte Ansatz hat sowohl im Unterricht der Mittel- wie der Oberstufe einige Bedeutung erlangen können, auch in den naturwissenschaftlichen Fächern. Ob als Lern-tagebuch oder als eher offene Sammlung von Produkten, die mehr den persönlichen Interessen am Fach entsprechen, in beiden Fällen wird ein Schüler, eine Schülerin dazu herausgefordert, selbst (mehr) Verantwortung für das eigene Lernen zu übernehmen und erhält dafür größere Spielräume bei der Gestaltung des „Was?“ und insbesondere des „Wann?“.

Die **Auflösung des gleichen Anspruchsniveaus** kann auf vielerlei Weise realisiert werden: Im einfachsten Fall erfolgt dies durch Hilfen, die zu einer Aufgabe zur Verfügung gestellt werden. Ein Beispiel ist im Zusammenhang mit dem Mikroskop in Abschnitt 6.5 aufgeführt: Während leistungsfähigen Schülern abverlangt wird, dass sie die Bezeichnungen für Baugruppen dieses Instruments in einem komplexen Fließtext selbstständig identifizieren sollen, wird anderen durch typografische Hervorhebungen geholfen, wieder andere dürfen mit bereits zu rechtgeschnittenen Textbausteinen und den zugehörigen Labels arbeiten. In diese Kategorie fallen auch Aufgaben mit gestuften Hilfen. Hier bleibt das Ziel für alle gleich, aber auf dem Weg zur Lösung können die weniger leistungsfähigen nach Bedarf Hilfen nutzen, während die Stärkeren den Lösungsprozess selbst modellieren müssen und möglichst eigenständig zum Ziel gelangen sollen (vgl. Abschnitt 3.5). Weitere konkrete Beispiele hierzu gibt es im Abschnitt 7.2.

Die **Auflösung der gleichen Lerninhalte und -ziele** schließlich gehört zu den eher anspruchsvollen Interventionen, will man nicht riskieren, dass die Lern-

tion deshalb eher dadurch realisiert werden, dass den leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern zusätzliche Lernmöglichkeiten eingeräumt werden, sei es durch vertiefte Aufgabenstellungen oder durch ergänzende Aufgaben. Wahl- und Vertiefungsstationen bei Lernzirkeln sind hierfür erste Beispiele.

Bei jeder dieser Formen von Differenzierung steht vor der Bestimmung des konkreten Anforderungsniveaus die **Einschätzung der Leistungsfähigkeit** der Lerngruppen. Im Unterrichtsalltag erfolgt dies notgedrungen oft über die Summe der Eindrücke und Beurteilungen, die eine Lehrkraft im Unterricht davor von einem Schüler, einer Schülerin gewonnen hat. Weil sich dieses Verfahren aber allzu oft als fehleranfällig erweist, werden am Ende dieses Kapitels einige einfache Instrumente vorgestellt, die eben diese Einschätzung – aber auch die angemessene Selbsteinschätzung der Lernenden – unterstützen können. Die damit zu gewinnenden Diagnosen können zwar nicht mit den Beurteilungen durch wissenschaftliche Instrumente verglichen werden, ihre Praxistauglichkeit im Sinne von lernförderlichem Feedback haben sie aber noch immer bewiesen: Bei Hatthie (a. a. O.) rangieren sie als Spielarten des formativen Assessments in der Gruppe der höchst wirksamen Interventionen.

7.2 Das Anspruchsniveau variieren

Die mit einer Aufgabe verknüpften Anforderungen können auf verschiedene Weise verändert werden. Am einfachsten erscheint es zunächst, die konkrete Fragestellung zu variieren.



Ölpest

Nach Ötürnällen wie 2012 im Golf von Mexiko wird oft diskutiert, Bakterien einzusetzen, die sich von Erdöl ernähren.

- A Macht es Sinn, große Mengen solcher Bakterien ins Meer zu bringen? Was ist mit der Annahme, dass die Ölverschmutzung umso schneller abgebaut würde, je größer die Menge der eingebrachten Bakterien wäre? Begründe dein Urteil.
- B Bakterien benötigen Sauerstoff, um Erdöl zu „verdauen“. Schätze begründet ab, wie viel kg Sauerstoff sie für ein kg Erdöl benötigen. Ersetze dabei das Stoffgemisch Erdöl durch eine geeignete Modells substanz.
- C Bakterien benötigen ca. 3,5 kg Sauerstoff, um 1 kg Erdöl abzubauen zu können. Der Sauerstoffgehalt im Meerwasser beträgt ca. 6 mg/L. Wie groß ist die Wassermenge mindestens, die den Bakterien den notwendigen Sauerstoff liefern könnte? Beziehe dich auf 1 kg Erdöl. (Lösungen s. S. 228)

Ganz offensichtlich erfordern die drei Aufgabenvarianten Kompetenzen auf Schülerseite von recht unterschiedlicher Ausprägung. Analysiert man die Fra-

der Bearbeitungstiefe unterscheiden, sondern auch betreffend der angesprochenen Kompetenzen. Während (A) biologische und chemische Kenntnisse erfordert, damit vor deren Hintergrund eine grundsätzliche Modellierung des Zusammenhangs erfolgen kann sowie anschließend dessen Bewertung, sind (B) und (C) Berechnungsaufgaben mit unterschiedlichem Hintergrund: (B) verlangt u. a. chemische Formelkenntnis und Grundzüge stöchiometrischen Rechnens, (C) stellt eine Art erweiterter Dreisatzrechnung dar, chemie- oder biologie-bezogene Kompetenzen spielen hier keine Rolle.



EINLADUNG ZUM MITDENKEN

Weitere Unterschiede werden offenbar, wenn man die drei Aufgabenvarianten mit dem Analyseraster von S. 76 untersucht. Führen Sie einmal eine vergleichende Analyse durch und klären Sie für sich die zutage tretenden Anforderungen und deren Ausprägung.

Tatsächlich sind Veränderungen der Fragestellung bei einer Aufgabe nur in seltenen Fällen so möglich, dass dabei der gleiche Kompetenzaspekt aber in unterschiedlicher Ausprägung eine Rolle spielt (vgl. hierzu auch Sumfleth u. a. 2013).

Der zweite Weg der Variation des Anspruchsniveaus funktioniert über **Veränderungen im Aufgabenstamm** unter Beibehaltung der ursprünglichen Frage. Dieses im Zusammenhang mit Leistungsaufgaben entwickelte Verfahren nutzt die Möglichkeit, lösungsrelevante Informationen in den Aufgaben-Kontext zu integrieren, wodurch die Aufgabe weniger anspruchsvoll wird, oder umgekehrt durch Weglassen von Informationen das Anspruchsniveau zu erhöhen.

Bei genauer Analyse zeigt sich zwar auch hier, dass mit solchen Veränderun-gen stets eine Verschiebung des Fokus und der verknüpften Kompetenzaspekte verbunden ist, aber in geringerem Maße als im zuvor skizzierten Fall.

Reaktion in der Petrischale

Ein Beispiel aus dem Chemieunterricht soll dies illustrieren, eine Reaktion in der Petrischale: Bekanntlich bildet sich beim Zusammentreffen von gelöstem Kochsalz mit ebenfalls in Wasser gelöstem Silbernitrat ein charakteristischer Niederschlag von Silberchlorid. Verlagert man diese Reaktion aus dem Reagenzglas in eine Petrischale, die man etwa einen halben Zentimeter hoch mit destilliertem Wasser gefüllt hat, und gibt man die Reaktanten an gegenüberliegenden Seiten der Schale als kristalline Feststoffe ins Wasser, dann ist zunächst deren langsame Auflösung zu betrachten, bis sich schließlich etwa in der Mitte der Schale eine Reaktionszone ausbildet.

Unter der Voraussetzung, dass zuvor im Unterricht der Lösungsprozess von Salzen in Wasser thematisiert und/oder auch experimentell durchgeführt und beobachtet worden ist, somit also notwendiges Vorwissen vorhanden ist, kann die Aufgabe wie folgt formuliert werden:

A In eine Petrischale mit Wasser werden an den gegenüberliegenden Seiten je etwas festes Kochsalz und etwas festes Silbernitrat gegeben.
 Wo wird eurer Meinung nach zuerst eine Reaktion stattfinden?

Als erste und noch schwache Unterstützung des Bearbeitungsprozesses kann ein Hinweis zur Aktivierung des Vorwissens in die Aufgabe eingefügt werden:

A Ihr habt in der letzten Stunde beobachten können, wie sich verschiedene Salze in Wasser lösen. Ihr sollt von diesen Beobachtungen ausgehend eine Vorhersage für folgenden Versuch machen:
 In eine Petrischale mit Wasser werden an den gegenüberliegenden Seiten je etwas festes Kochsalz und etwas festes Silbernitrat gegeben. Wo wird eurer Meinung nach zuerst eine Reaktion stattfinden?

Durch diese Erweiterung des Aufgabenstamms wird eine analoge Modellierung des Experiments angeregt. Wenn des Weiteren explizit auf konkrete, bereits zuvor im Unterricht gemachte Beobachtungen verwiesen wird, wird das Anspruchsniveau bezüglich der eigenständigen Organisation der zur Lösung notwendigen Wissens Elemente noch weiter vereinfacht:

A Ihr habt in der letzten Stunde beobachten können, wie sich verschiedene Salze in Wasser lösen.
 ▶ Löst man ein Körnchen Kaliumpermanganat in Wasser, dann sieht man, wie sich die lila gefärbte Zone immer weiter kreisförmig ausdehnt.
 ▶ Wenn man einen Kochsalzkristall in Wasser gibt, dann kann man sehen, wie sich ausgehend vom Feststoff Schlieren bilden.
 Ihr sollt von diesen Beobachtungen ausgehend eine Vorhersage für folgenden Versuch machen: ...

Schließlich kann noch ein visueller Anker in Form eines Fotos von einem der erwähnten Versuche eingefügt werden, der durch die gezeigte Kreisform der sich ausbreitenden Lösung eine entsprechende eigene Modellierung anregen soll.

Eine weitere mögliche Unterstützung wäre der Hinweis auf eine Entwicklung zunächst des Lösungsprozesses der beiden Substanzen im zeitlichen Verlauf, gegebenenfalls noch ergänzt durch den Hinweis, dass die Schüler die Beobachtungen der Art der Ausbreitung auf den zu antizipierenden Versuch übertragen

Als Lösung wird erwartet, dass, ausgehend vom Einstreutort der Feststoffe, konzentrisch sich erweiternde Kreisbögen gezeichnet werden, die sich als erstes in der Mitte berühren, wo es auch im realen Experiment zu einer ersten Reaktion und Niederschlagsbildung kommt.

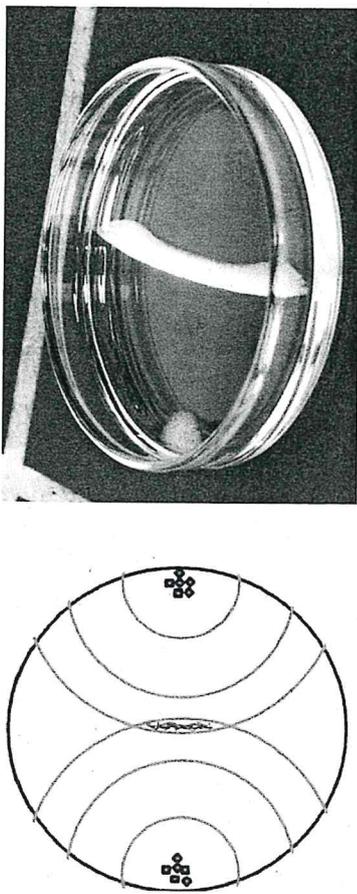


Abb. 7.2: Reaktionsskizze und tatsächliche Reaktion

Wie ersichtlich, beziehen sich diese Erweiterungen des Aufgabenstamms nur auf eines der zur Lösung notwendigen Wissens Elemente. Nicht unterstützt wird die zu erwartende chemische Reaktion, nämlich die Ausfällung von Silberchlorid. Dies könnte bei Bedarf vorab durch eine Wiederholung des Chlorid-Nachweises im Reagenzglas erfolgen.



EINLADUNG ZUM MITDENKEN

Nehmen Sie ein Schulbuch zur Hand und suchen Sie eine Aufgabe heraus, bei der eine erarbeitete Gesetzmäßigkeit auf einen neuen Sachverhalt angewandt werden soll.
 Versuchen Sie, den Aufgabenstamm mit Hinweisen und Hilfen anzureichern – oder aber das Anspruchsniveau durch Weglassen von Informationen zu steigern.

Aufgaben mit gestuften Hilfen als selbstdifferenzierendes Format

Dieses Verfahren der Anpassung des Anforderungsniveaus für eine bestimmte Lerngruppe löst aber keineswegs bereits das Problem, wie in einer Klasse mit deutlichen Leistungsunterschieden umzugehen wäre, wie also die Lehrkraft unterschiedlich leistungsstarken Schülern Lernangebote unterbreitet oder ob sie sich z. B. nach Selbsteinschätzung eigenständig einem Differenzierungsniveau zuordnen. Einfacher ist es, die Unterstützungen als Option anzubieten, z. B. im Format einer **Aufgabe mit gestuften Hilfen**.

Wie bereits in Abschnitt 3.5 ausgeführt, hat dieses Format – wenn die Voraus-

ken sollen ohne Hilfen zur Lösung gelangen, die weniger Starken können die Hilfen nach und nach aufnehmen, die Impulse bzw. Informationen für ihren Bearbeitungsprozess benutzen und schließlich ebenso zum Ergebnis gelangen wie der Rest der Klasse.

Um die Verwandtschaft von Variationen im Aufgabenstamm mit dem Hilfen-system aufzuzeigen, sind hier die Hilfetexte zur letzten Aufgabe auszugswise wiedergegeben (ausführlich siehe Stäudel 2008b).



Hilfe 2

Erinnert euch: Was passiert, wenn ein löslicher Feststoff in Wasser gelangt? Wie breitet er sich aus?

Antwort 2

Die in Wasser gelösten Teilchen eines Stoffes breiten sich nach allen Seiten gleichmäßig aus. Wir haben gesehen, dass sich dabei kreisförmige Zonen bilden.

Hilfe 3

Wendet eure Überlegung, dass sich ein gelöster Stoff kreisförmig ausbreitet, auf die Stoffe in der Petrischale an. Versucht in einer Skizze, die zeitliche Veränderung darzustellen.

Antwort 3

(hier wird eine Skizze wie in Abb. 7.2 links wiedergegeben, dazu der folgende Text:) Die Zonen mit den gelösten Stoffen berühren sich also wahrscheinlich zuerst in der Mitte der Petrischale.

Hilfe 4

Erinnert euch, was ihr über Silbernitrat und Kochsalz wisst.

Antwort 4

Silbernitrat ist ein Nachweisreagenz für Chlorid. Es bildet sich ein weißer, wolkiger Niederschlag. Wenn sich gelöstes Silbernitrat und Kochsalz berühren, bildet sich eine Zone mit weißem Niederschlag.

Antwort 5 (Musterlösung)

Wenn Silbernitrat und Kochsalz als Feststoffe an gegenüberliegenden Stellen der Petrischale ins Wasser gegeben werden, lösen sie sich. Die gelösten Stoffe breiten sich kreisförmig aus. Wenn sie sich in der Mitte der Petrischale berühren, findet eine Reaktion statt. Silbernitrat ist ein Nachweisreagenz für Kochsalz. Wo sich die Zonen der gelösten Stoffe treffen, bildet sich ein weißer Niederschlag. Dieser Niederschlag breitet sich wahrscheinlich von der Mitte nach den Seiten aus.

Einschränkend muss hier jedoch noch einmal angemerkt werden, dass sich das Format der Aufgabe mit gestuften Hilfen nur dann anbietet, wenn ein Lösungsprozess mit logisch aufeinander folgenden Schritten zu erwarten ist. Offener Fragestellungen können damit nicht aufbereitet werden.

7.3 Auflösung der Zielgleichheit – Variation der Bearbeitungstiefe

Von den verschiedenen Möglichkeiten, die Bearbeitungstiefe von Aufgaben zu verändern und so die Zielgleichheit – über die curricularen Kompetenzvorgaben hinaus – zu variieren, sollen hier nur einige diskutiert werden, die eine gewisse praktische Bedeutung erlangt haben.

Es ist kein Zufall, dass besonders das Lernen an Stationen entsprechende Lern-situationen eher zu integrieren vermag als andere Unterrichtsmethoden. Von Beginn an gab es beim Stationenlernen Wahlpflichtstationen (Methodenpool der Universität Köln: http://methodenpool.uni-koeln.de/stationenlernen/stationenlernen_darstellung.html), die für die schnelleren Gruppen als Puffer dienen sollten, zum anderen wurden gelegentlich aber auch Wahlstationen bereitgestellt, die zu tiefer gehender Bearbeitung herausforderten. Inzwischen gibt es auch Erfahrungen mit durchgehend niveaudifferenzierten Stationen. Ein Beispiel sei hier auszugswise skizziert:

Woldt u. a. (2012) haben einen Lernzirkel zur Nano-Dimension entwickelt und dabei jede Station mit drei Arbeitsaufträgen versehen, die sich in der Bearbeitungstiefe unterscheiden. Die Schülerinnen und Schüler müssen selbst wählen, welchen Schwierigkeitsgrad sie sich zutrauen. Zur Veranschaulichung sind hier die Aufträge für die Stationen 2 und 4 wiedergegeben.

Station/Thema & Methode	Anforderungsbereich 1	Anforderungsbereich 2	Anforderungsbereich 3
Station 2 Warum haben Nanoteilchen eine relativ große Oberfläche? Arbeit mit Modellen: Ein Würfel wird in acht kleinere zerlegt.	Beschreibung der Oberflächenvergrößerung bei zunehmendem Zerteilungsgrad anhand eines Würfels, der in acht kleinere zerlegt wird.	Berechnung der Oberflächenvergrößerung anhand eines Würfels mit vorgegebener Kantenlänge	Wie AFB 2, jedoch immer weiter gehende Zerteilung; Ableitung einer mathematischen Regel, die den Zusammenhang von Zerteilungsgrad und Oberflächenvergrößerung wiedergibt.
Station 4 Tyndall-Effekt, Größe von Nanoteilchen, Experiment mit LP	Durchführung von Experimenten zum T.-Effekt, Protokoll, Definition des Tyndall-Effekts	Wie AFB 1 + Erklärung der Beobachtungen; Vermutungen über die Teilchengröße	Wie AFB 1 + Erarbeitung einer Definition des Tyndall-Effekts anhand einer Abbildung; Zusammenhang von Teilchengröße und Wellenlänge des Lichts

Tab. 7.1: Arbeitsaufträge zum Lern-Nano-Din (aus: Woldt u. a.)

Betrachtet man Station 2, so erkennt man, dass in jedem Fall die Grundidee verfolgt wird, dass bei zunehmender Zerteilung die Oberfläche vergrößert wird. Während beim einfachsten Arbeitsauftrag dieser Zusammenhang durch praktischen Nachvollzug qualitativ erschlossen wird, wird bei mittlerer Anforderung darüber hinaus eine Berechnung mit konkreten Maßen gefordert, im höchsten Anforderungsbereich die Aufstellung einer mathematischen Regel, die auf fortlaufende Zerteilung angewandt werden kann. Wie bereits im Zusammenhang mit der Ölpest-Aufgabe angemerkt, kommt es auch hier bei der Veränderung der Anforderungen zugleich zu einer gewissen Verschiebung des Kompetenzfokus – sozusagen der Preis für die vorgenommene Variation.



EINLADUNG ZUM MITDENKEN

Haben Sie schon einmal niveaudifferenzierte Aufgaben bei einem Lernzirkel eingesetzt? Wie waren Ihre Erfahrungen? Wenn Sie es noch nicht probiert haben, bei welchem Thema, bei welcher Station hielten Sie dies für sinnvoll? In welche Richtung könnte dabei differenziert werden?

Neben solchen, eher eng geführten Aufgabenstellungen, die das Anspruchsniveau durch gezielte Variation verändern, gibt es auch **selbstdifferenzierende Aufgaben mit eher offenem Charakter**. Die Offenheit liegt dabei meist in den möglichen unterschiedlichen Wegen der Bearbeitung begründet, weniger im Ergebnis. Ein Beispiel für eine prozessoffene Aufgabe ist die folgende: „Bestimme die Brenndauer einer Kerze!“ Entwickelt und eingesetzt wurde diese Aufgabe an einer Schule, die ein pädagogisch-didaktisches Konzept für hochbegabte Schüler implementiert hatte (Beeken u. a. 2009).

Die Brenndauer einer Kerze kann auf ganz verschiedene Weise ermittelt werden:

- ▶ durch Abbrennen einer bestimmten Länge, Zeitmessung und Extrapolation,
- ▶ durch Extrapolation des Massenverlusts nach eine bestimmten Brenndauer,
- ▶ und bei Angebot verschiedener Kerzenformen durch weitergehende Berechnungen und Abschätzungen des Massen- und Größenverlusts.

Ganz ähnlichen Charakter hat die Aufgabe, eine Anzahl von Flüssigkeiten und Feststoffen hinsichtlich der Gefahren zu beurteilen, die damit verbunden sind, wenn man sie in einen Mikrowellenofen stellt. Maximale Prozessoffenheit erreicht man mit der weitergehenden Aufforderung, diese Stoffe – Wasser, Ethanol, Propanol, Oktan, Butter, Margarine ... danach zu reihen, wie gut sie durch Mikrowellenstrahlung erwärmt werden können. Hier kann einerseits eine rein theoretische Betrachtung durch Abschätzung der Dipolmomente erfolgen – oder aber auch eine praktische Untersuchung unter mehr oder weniger definierten Bedin-

Originär selbstdifferenzierende Aufgaben sind jedoch vergleichsweise rar. Wer stattdessen niveaudifferenzierte Aufgaben einsetzen will, muss sich auch Gedanken machen, wie er den Lernstand seiner Schülerinnen und Schüler erfassen kann. Möglichkeiten hierzu zeigen die folgenden Abschnitte 7.4. und 7.5 auf.

7.4 Diagnoseinstrumente zur Selbstüberprüfung

Vergleichsweise schnell lassen sich Aussagen über Leistungsstand bzw. Kompetenzausprägung mittels *Diagnosebögen zur Selbsteinschätzung* gewinnen. Die Lernenden bekommen dabei Aussagen vorgelegt, die spezielle Teilkompetenzen beschreiben, und werden aufgefordert abzuschätzen, wie gut bzw. sicher sie eine entsprechende Aufgabe würden erfüllen können. Das Beispiel hierzu ist für Schülerinnen und Schüler einer 8. Klasse konzipiert (Scholl 2009).

	Bei den folgenden Aufgaben bin ich mir ...				
	Aufgabe: Ich kann ...	sehr sicher	sicher	ziemlich sicher	unsicher
1	einen Schaltplan fachgerecht zeichnen				
2	die wichtigsten Schaltzeichen erklären				
3	ohne Schwierigkeiten Reihenschaltungen von Parallelschaltungen unterscheiden				
4	nach einem vorgegebenen Schaltplan mit dem Schülerelementierkasten ein Experiment aufbauen				
5	Anwendungsbeispiele für Reihen- und Parallelschaltungen nennen und erklären				
6	eine Schaltung zur Untersuchung der Widerstände von Drähten aufbauen				
7	den Trafo bei den Schülerelementen mit Hilfe des Multimeters auf die erforderliche Spannung einstellen				
8	mit dem Multimeter an verschiedenen Stellen im Stromkreis die Stromstärke messen				
9	ohne die Anleitung des Lehrers eine Schaltskizze entwerfen und die Beobachtung mit physikalischen Fachausdrücken notieren				

Tab. 7.1: Selbsteinschätzungsbogen für eine 8. Klasse

Alternativ zu der hier gewählten Skala mit vier Antwortmöglichkeiten sind auch drei- oder zweifach Auswahlspalten in Gebrauch.

Erkennbar dient ein solcher Bogen zuallererst den Lernenden selbst, sich ihrer Stärken bzw. Schwächen bewusst zu werden. Sammelt die Lehrkraft die ausgefüllten Bögen anonym ein, dann ist in der Regel zu erwarten, dass die Angaben nicht geschönt sind, allerdings fehlt der Lehrerin bzw. dem Lehrer dann die Grundlage, individuelle Unterstützung anzubieten. Sehr wohl aber spiegeln die Bögen den Stand einer Klasse und können so Basis sein für die Anpassung und Gestaltung kommenden Unterrichts.

Eine andere Möglichkeit, die Schüler zu mehr oder weniger zutreffenden Urteilen zu bewegen, besteht darin, dass sie nach dem Ausfüllen die Ergebnisse mit einem Mitschüler besprechen und gegebenenfalls auch praktische Beispiele für die skizzierten Teilkompetenzen entwickeln.

Bögen wie dieser lassen sich nach entsprechenden Veränderungen auch zur **Einschätzung der eigenen Aktivitäten** im Unterricht verwenden, z. B. mit zu bewertenden Aussagen wie „Ich habe in dieser Unterrichtsstunde meine Arbeitsergebnisse selbst kontrolliert/etwas vor anderen präsentiert/mich mit eigenen Beiträgen am Unterricht beteiligt.“ (PLRP 20012, S. 10)

Ob mit Fokus auf Kompetenzerwerb bzw. -ausprägung oder, wie zuletzt angedeutet, mit Blick auf das eigene Lernen, in beiden Fällen findet ein teilformalisiertes Feedback statt, das in hohem Maße lernfördernd wirken kann (vgl. Hattie 2008): Die Schülerinnen und Schüler werden in die Verantwortung für das eigene Lernen genommen, indem sie ihren Lernzuwachs reflektieren ebenso wie ihre Bereitschaft, sich mit den Inhalten des Unterrichts aktiv auseinanderzusetzen.

7.5 Diagnosebögen für die Partnerarbeit

Bereits im Jahr 2008 hat die Schulgruppe der Gesellschaft Deutscher Chemiker eine Zusammenstellung von Diagnoseinstrumenten und Förderkonzepten veröffentlicht, die immer noch beispielhaft ist. Eines der Instrumente ist der hier wiedergegebene *Diagnosebogen für die Partnerarbeit*, hier zum Inhaltsbereich „Teilchen“ bzw. zum Kompetenzaspekt „Modelle – Konzepte“ (GDCH 2008).

So wie hier zum Teilchenkonzept können Aussagen zu einem zuvor im Unterricht bearbeiteten Thema zusammengestellt werden, zu denen zwei Schüler erst nacheinander und dann gemeinsam Stellung beziehen müssen. Durch entsprechende Wahl und Formulierung der Aussagen können Kompetenzaspekte sehr unterschiedlicher Art und Ausprägung abgefragt werden. Verwendet man für falsche Statements, wie z. B. zur „Farbe von Atomen“, Misskonzepte, die bei den Lernenden häufig anzutreffen sind, dann erhält die Lehrkraft einen guten Überblick darüber, wie sicher das Modellverständnis im konkreten Fall in der Lerngruppe ausgeprägt ist. Daneben kann die Arbeit mit diesem Bogen selbst eine intensive Lernsituation darstellen, besonders wenn die Partner Aussagen unterschiedlich anreikreuzt haben

1. Wenn du als Erste(r) das Blatt erhältst, kreuze die richtigen Aussagen in der ganz rechten Spalte an (○) und knicke dann das Blatt an den gestrichelten Linien nach hinten (erst 1., dann 2.). Gib es dann deinem Mitschüler.		1.
2. Wenn du als Zweite(r) das Blatt erhältst, falte nicht auf und kreuze die richtigen Aussagen auf der rechten Seite an (□).		2.
3. Beide Schüler, die das Blatt bearbeitet haben, falten es auf, diskutieren miteinander die Ergebnisse und tragen dann gemeinsam die Kreuze bei den richtigen Aussagen in der linken Spalte ein.		
1.	Die kleinen Teilchen von Schwefel sind gelb.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.	Beim Lösen von Salz in Wasser verschwinden kleine Teilchen.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.	Zwischen den kleinen Teilchen eines Kristalls ist Luft.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.	Die Bewegung der kleinen Teilchen kommt nie zum Stillstand.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.	Kleine Teilchen können nicht schmelzen.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.	Kleine Teilchen sehen aus wie Tischtennisbälle.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7.	Bei Zuckerwasser schwimmen kleine Zuckerteilchen in Wasser.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Abb. 7.3: Diagnosebogen für die Partnerarbeit (aus: GDCH 2008, S. 5)

Keine Angst sollte man als Lehrkraft davor haben, dass sich „Falsches einprägt“. Seit den Arbeiten zum SINUS-Modul „Aus Fehlern lernen“ gibt es gute Erfahrungen im Umgang mit Misskonzepten. Innen einfach die „richtige“ – naturwissenschaftliche – Sicht gegenüberzustellen und diese schlicht von den Lernenden abzuverlangen, hat keinen positiven Nutzen fürs Lernen!

Auch hier kann der Bogen als Rückmeldung für die Lehrkraft genutzt werden; wo eine Zweiergruppe trotz Diskussion zu einer Fehlentscheidung gekommen ist, bietet sich hier die unmittelbare Unterstützung durch geeignete Materialien an, z. B. ein hierfür gestaltetes Arbeitsblatt, der Verweis auf einen passenden Abschnitt im Schulbuch oder ein gemeinsames Gespräch im Sinne eines dialogischen Diskurses, der aufdeckt, was genau sich ein Schüler, eine Schülerin vorstellt, was daran widersprüchlich ist und welchen Nutzen die naturwissenschaftliche Sicht für diesen konkreten Fall haben könnte.

Weil bei diesem Verfahren die Partner auf gleicher Ebene kommunizieren können, wird dieses Instrument meist gut angenommen. Auch die Diskussion über falsche Urteile gestaltet sich eher entspannt, weil die „Verantwortung“ für einen Fehler nicht nur einem der Partner mitgebracht wird, sondern



EINLADUNG ZUM MITDENKEN

Wahrscheinlich sind Ihnen beim Lesen bereits Inhalte und Unterrichtssituationen eingefallen, zu denen Sie einen der beiden Diagnosebögen einsetzen könnten. Formulieren Sie es aus! Achten Sie bei der Gestaltung der Aussagen, zu denen die Schüler Stellung nehmen sollen, auf ein ausgewogenes Verhältnis von richtigen und falschen Statements, denken Sie dabei auch daran, dass Kompetenzen unterschiedlich tief ausgeprägt sein können.

7.6 Mapping-Verfahren – nicht nur zur Diagnose

Vielfältiger noch einsetzbar als Diagnosebögen sind Mapping-Verfahren, das gilt besonders für das **Concept Mapping**: aber auch andere Maps können der Lehrkraft Aufschluss geben, wie ein Thema oder Inhalt im Bewusstsein der Lernenden einer Klasse repräsentiert ist.

Naturwissenschaftliche Begriffe, besonders wenn sie der Alltagssprache entlehnt sind, sind oft mehrdeutig (vgl. Kapitel 6). Als Lehrkraft muss man sich bewusst machen, dass auch bei eindeutiger Definition die in lebensweltlichen Situationen „erworbenen“ Assoziationen bei den Lernenden mitschwingen, wenn nicht sogar die fachliche Bedeutung überdecken. U. Klinger gibt hierfür ein markantes Beispiel: Innerhalb der Chemie hat der Begriff „Reaktion“ eine zentrale und wohl definierte Bedeutung, nämlich die Umwandlung von Stoffen, begleitet von Energieumsätzen und der Veränderung von Eigenschaften. Reaktion kann aber auch stehen für

- ▶ die Antwort auf einen Reiz in psychologischen Kontexten
- ▶ fortschrittsfeindliche, rückwärtsgewandte Kräfte in politisch-gesellschaftlichen Systemen oder
- ▶ im Sport als „schnelle Antwort auf eine Herausforderung“ (Klinger o. J.).

Die primären Assoziationen der Lernenden kann man abfragen, auf Kärtchen schreiben und anschließend zu einer **Mindmap** anordnen lassen. Diese Maps geben der Lehrkraft einen guten Überblick darüber, woran Schülerinnen und Schüler gegebenenfalls noch denken, wenn im Unterricht ein bestimmter Begriff benutzt wird.



EINLADUNG ZUM MITDENKEN

Versuchen Sie einmal, Maps zu so vielfältigen Begriffen wie „Energie“ (im Physikunterricht) oder „Leben“ im Biologieunterricht erstellen zu lassen. Lassen Sie dabei nur die ersten zehn Wörter aufschreiben, die den Schülern einfallen.

Wie unterschiedlich das für den Begriff „Feuer“ aussehen kann, zeigen die beiden Maps von Schülern einer 7. Klasse. In anderen Maps finden sich „Feuerwehr“, „Brandblase“, „Notarztwagen“ und sogar „Hexe“.

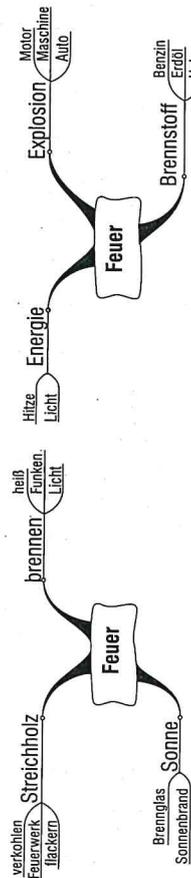


Abb. 7.4: Maps zum Begriff „Feuer“

Assoziative Maps können gut in die Vorbereitung einer Unterrichtssequenz eingebaut werden: einerseits dienen sie für die Lehrkraft der Orientierung, zum anderen können sie, ausgehängt im Klassenraum, Anlass sein für eine erste Auseinandersetzung und eine Erweiterung der je individuellen Sicht auf einen Zusammenhang.

Während solches freies Assoziieren aufzeigt, vor welchem begrifflichen und vorstellungsmäßigem Hintergrund Unterricht stattfindet, sind gezielt angefertigte thematische Maps zugleich Diagnoseinstrument und gestaltete Lernsituation. Dass Maps für geeignet erachtet werden, Auskunft zu geben über den Stand des Verständnisses einzelner Schülerinnen und Schüler einen ausgewählten Sachverhalt betreffend, hängt unmittelbar mit der konstruktivistischen Sicht des Lernens und Verstehens zusammen: So wie einerseits das Ordnen auf dem Tisch bei Zuordnungsverfahren oder die Anfertigung einer Skizze zu einem mehr oder weniger komplexen Zusammenhang die Herausbildung und Festigung von mentalen Strukturen bzw. einer Modellierung unterstützen kann, so bilden Maps in gewissem Sinn diese in den je einzelnen Köpfen entwickelten Strukturen wieder in der dinglichen Welt ab (vgl. Mandl/Fischer 2000).

Für die Unterrichtspraxis hat sich eine Vielzahl von Varianten herausgebildet, die sich durch den Grad der Offenheit der Gestaltung auf Schülenseite und den Aufwand beim Auswerten durch die Lehrkraft unterscheiden. Damit einher gehen aber auch Informationsgehalt und Potenzial für aus der Diagnose abgeleitete Maßnahmen. Bei der eher offenen Variante werden die Schüler aufgefordert

- ▶ zu einem Thema, einer Frage, einem Zusammenhang eine Anzahl von Begriffen aufzuschreiben, die sie
- ▶ im zweiten Schritt zu einer Map (bevorzugt zu einer Conceptmap) ordnen und
- ▶ schließlich noch die Verbindungen zwischen den Begriffen mit geeigneten Etiketten versehen.

Den anderen Pol bilden Maps, bei denen die Lehrkraft die Netzwerkstruktur vor

In der unteren Map sind die aus der ersten Darstellung übernommenen Teilstrukturen dunkel hervorgehoben. Eine Schülermeinung zu diesem Verfahren: „Durch das mehrmalige Überarbeiten meiner Ergebnisse habe ich bemerkt, was ich wusste und was ich noch nicht wusste.“ (ebenda, S. 74)

Rückmeldungen, die so verstanden werden – und es scheint, diese Äußerung ist kein Einzelfall –, sind ein deutlicher Hinweis darauf, dass es durch Instrumente der Selbstdiagnose, die sich sämtlich durch klare Feedback-Mittelungen an den Lerner auszeichnen, das Bewusstsein für das eigene Lernen gestärkt werden kann. Damit aber wird eine der vielleicht schwierigsten Aufgaben von Schulle und Unterricht nachhaltig unterstützt: die Übernahme der Verantwortung für das eigene Lernen durch die Schülerinnen und Schüler.



Ganz kurz: Welche Maßnahme zur Diagnostik werden Sie als erstes realisieren? Bei welchem Thema? Mit welchen Klassen?

Zum Weiterlesen

- Themenheft „Binnendifferenzierung im Biologieunterricht“ der Zeitschrift Unterricht Biologie, Nr. 347/348 (2009)
- Themenheft „Differenzierung“ der Zeitschrift Unterricht Physik, Nr. 99/100 (2007)
- Themenheft „Diagnose“ der Zeitschrift Unterricht Chemie, Nr. 124/125 (2011)
- Themenheft „Differenzierung“ der Zeitschrift Unterricht Chemie, Nr. 111/112 (2009)
- Themenheft „Diversität und Heterogenität“ der Zeitschrift Unterricht Chemie, Nr. 135 (2013)
- Friedrich Jahresheft 2004 „Heterogenität“
- GDCh Fachgruppe Chemieunterricht: Diagnostizieren und Fördern (2008) (Download unter: https://www.gdch.de/index.php?eID=tx_nawsecured&u=0&file=fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Chemieunterricht/diag.pdf&t=1386186719&hash=17e87fd06758e6a36dfd27df8c78f3c4df7cda96 bzw. mittels google-Suche: „GDCh“ & „Diagnostizieren“)
- Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz (2012): Umgang mit Heterogenität. Teil 1: Diagnostik (Download unter: [http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/fach-naturwissenschaften/unterricht/umgang-mit-heterogenitaet.html](http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/index.php?eID=tx_nawsecured&u=0&file=uploads/media/HR_HET_Teil1_diagnostik_gesamt.pdf&t=1385585826&hash=e4d78ab24583ad57b02ab10814aaa4fcb8cedf33))

8 Beim Lernen kooperieren

Schüler lernen als Einzelne, aber „einzeln“ bedeutet nicht „außerhalb sozialer Bezüge“. Wie wir spätestens seit Vygotski wissen, findet Lernen stets in sozialen, kommunikativen Zusammenhängen statt. Dazu zählt das familiäre Umfeld, die Freunde und Spielkameraden, in der Schule Lehrkräfte und Mitschüler. Das konstruktivistische Verständnis von Lernen legt zudem nahe, dass im Austausch zwischen Gleichaltrigen effektiver gelernt wird.

Aus dieser Perspektive ist es nahezu unverständlich, dass es erst der Ergebnisse von TIMSS bedurfte, um ein Modul „Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation“ zu fordern (SINUS Modul 8). Offenbar war Unterricht zuvor zu sehr auf die Bewertung von Einzelleistungen fixiert und in kurzschlüssiger Folgeleistung sah man das Lernen in ähnlicher Weise. Die BLK-Expertise führt darüber hinaus eine Reihe „pragmatischer Gründe“ auf, derenwegen kooperative Arbeitsformen vernachlässigt würden: Die Befürchtung von Lehrkräften, es könne zu viel Unruhe entstehen, der Aufwand sei zu hoch und der Lerneffekt unsicher (BLK 1997, S. 92). Weiter heißt es dort: „Kooperatives Lernen kommt nicht schon dadurch zustande, daß Schüler Aufgaben in Gruppen bearbeiten. Kooperation bedarf der Übung, um die erforderlichen sozialen Routinen einzuschleifen und Zeitverluste zu minimieren. Vor allem aber müssen die Aufgabenstellungen so angelegt sein, daß Kooperation sinnvoll wird und die Schülerinnen und Schüler durch das Zusammenarbeiten für ihr Lernen profitieren.“ (ebenda)

Dass Arbeit in Gruppen keineswegs identisch ist mit kooperativem Lernen, ist bekannt – und zählt vermutlich mit zu den „pragmatischen Gründen“, dass entsprechende Ansätze so selten in der Unterrichtspraxis anzutreffen waren. In Gruppen ohne eigentlich kooperative Struktur und ohne Aufgabe, auf die sich die Aktivitäten der Einzelnen fokussieren, setzen sich Tendenzen der Individualisierung durch, die Renkl u. a. (1996) plakativ wie folgt charakterisieren:

- ▶ Das „Der-Hans-der-machts-dann-eh“-Phänomen
- ▶ Das „Ja-bin-ich-denn-der-Depp“-Phänomen
- ▶ Das „Da-mach-ich's-doch-gleich-lieber-selbst“-Phänomen
- ▶ Das „Kann-und-mag-ich-nicht-mach-du“-Phänomen
- ▶ Das „Ich-hab-meinen-Teil-erledigt“-Phänomen
- ▶ Das „Gruppenarbeit-nein-danke“-Phänomen

Eine Strategie, solchen Entwicklungen gegenzusteuern, besteht darin, Rollen für die Arbeit in der Gruppe zu verteilen, z. B. die als Zeitwächter, als Protokollant, als Fragensteller, als Ermutiger usw. (Weidner 2003, S. 59). Eine solche Rollenverteilung kann hilfreich sein, besonders bei jüngeren Schülerinnen und Schülern, sie garantiert aber noch nicht, dass kooperative Prozesse stattfinden.

Positiv charakterisiert wird kooperatives Lernen meist durch Grundelemente, die es ähnlich macht wie ...