

Kompetenzorientiertes Unterrichten in den Naturwissenschaften

Die vergleichenden internationalen Schulleistungserhebungen wie TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) und PISA (Programme for International Student Assessment) haben die Aufmerksamkeit neben der Mathematik- und Lesekompetenz auch auf das vorher wenig beachtete Gebiet der Naturwissenschaften gelenkt. In der PISA-Studie 2006 standen erstmals naturwissenschaftliche Kompetenzen im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Analyse von Schulleistungen und SchülerInnenkompetenzen. Dabei wurden Naturwissenschaftsleistungen der 15/16-jährigen SchülerInnen entsprechend einer zu Grunde liegenden Kompetenzstruktur im Detail erfasst und damit zusammenhängende Kontextfaktoren erhoben (Schreiner & Schwantner, 2009). Die Leistungen in Österreich und in Deutschland lagen dabei knapp, aber statistisch signifikant über dem OECD-Durchschnitt (vgl. Schreiner, 2007). Eine nähere Betrachtung der Merkmale des Unterrichts in naturwissenschaftlichen Disziplinen zeigt dabei, dass sowohl in Deutschland als auch in österreichischen Schulen ein fragend-entwickelnder Unterricht dominiert. Es stehen Beschreibungen und Erklärungen naturwissenschaftlicher Phänomene im Vordergrund, die selbstständige Herangehensweise an naturwissenschaftliche Sachverhalte hingegen nimmt wenig Raum ein. So zeigt sich in der Analyse von Schreiner (2007), dass in den Bereichen „Interaktiver Unterricht“, „Experimentieren im Unterricht“, „Naturwissenschaftliche Untersuchungen“ und „Anwendungsbezug des Unterrichts“ ein Potential im Unterricht vorhanden ist, das kaum beziehungsweise unzureichend ausgeschöpft wird. Gerade diese Aktivitäten sind aber zwingend notwendig, damit nicht nur die Inhalte eines Faches verstanden werden, sondern auch dessen Epistemologie, also der Weg der fachspezifischen Wissenserkenntnis. Im Umkehrschluss zeigen diese Befunde auch, dass im gegenwärtigen Schulunterricht ein Unterrichtsstil dominiert, bei dem schüler/innenaktivierende Unterrichtselemente geringen Raum einnehmen und die Leistungserfordernisse primär auf die Reproduktion unterrichteter Inhalte ausgerichtet sind. Es ist dabei nicht erstaunlich, dass damit die derzeitige Praxis der Leistungsfeststellung in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern eher Wissen und Fertigkeiten auf niedrigem taxonomischem Niveau fördert (Buschmann, 2001). Dies hängt auch eng mit der spezifischen Struktur der Leistungsfeststellung (primär informelle Tests, Stoffwiederholungen am Unterrichtsbeginn) und deren zeitlich kurzfristigen Orientierung zusammen, woraus ein relativ geringer Grad der Nachhaltigkeit des Gelernten resultiert. Erschwerend kommen sehr heterogene Beurteilungspraktiken, vielfach vergleichende und nicht kriterienbezogene Beurteilungen und damit ein geringes Feedback- und Prognosepotential der Beurteilungen hinzu (Eder, Neuweg & Thonhauser, 2009; Weiglhofer, Stadler & Lembens, 2009). Mit der Einführung von Bildungsstandards und einem damit eingebundenen kompetenzorientierten Unterricht wird nun versucht, aktiv diesen Problemen entgegenzuwirken. Bildungsstandards sollen dabei helfen, verschiedene Bildungsziele im naturwissenschaftlichen Unterricht zu erreichen.

Ziele und Funktionen von Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern

Die deutsche Kultusministerkonferenz (KMK) fasste im Jahr 2004 den Beschluss, für den Mittleren Schulabschluss Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern einzuführen. Die Bundesländer verpflichteten sich, die Standards zu implementieren und anzuwenden. Konkrete Auswirkungen hat dies auf die Lehrplanarbeit, die Schulentwicklung und die Lehreraus- und -fortbildung. In Österreich wurden die gesetzlichen Grundlagen für die Einführung von Bildungsstandards im Jahr 2009 geschaffen (BGBL. 1, 2009). Durch die Einführung von Bildungsstandards wird seitens des Gesetzgebers eine nachhaltigere Ergebnisorientierung in Planung und Durchführung des Unterrichts und die Schaffung bzw. Verbesserung konkreter Vergleichsmaßstäbe als Grundlage für eine verbesserte Diagnostik und

individuelle Förderung erwartet. In Österreich gilt die gesetzliche Regelung der Bildungsstandards derzeit für die Unterrichtsfächer Deutsch, Lebende Fremdsprache und Mathematik. Allerdings wird auch für die naturwissenschaftlichen Fächer seit dem Jahr 2005 Entwicklungsarbeit geleistet. Kernelemente werden aus den jeweiligen Lehrplänen herausgeschält, Kompetenzen festgelegt und in Kompetenzmodellen strukturiert. Davon abgeleitet wurden prototypische Aufgaben erstellt, welche die Dimensionen des Kompetenzmodells illustrieren.

Sowohl in Deutschland als auch in Österreich soll durch die Einführung von Bildungsstandards die Fokussierung von Unterrichtsergebnissen weg von einem Wissen von isolierten Einzelfakten hin zu einem Verstehen naturwissenschaftlicher Konzepte unter Einbeziehung der prozeduralen Komponente gelenkt werden. Dies drückt sich im deutschen Kompetenzmodell beispielsweise im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung oder im österreichischen oder Schweizer Kompetenzmodell in der Handlungsdimension bzw. Handlungsebene aus. Nicht das kurzfristig angelegte Prüfungswissen steht im Vordergrund, sondern längerfristig erworbene Fertigkeiten auf verschiedenen Ebenen. Kumulatives Lernen erfordert allerdings auch das Üben und Anwenden des Gelernten und ein Abgehen von einer zu starken Stoff- und Vollständigkeitsorientierung. Nicht das additive Abarbeiten von Lehrplaninhalten sollte oberstes Ziel sein, sondern die intensive Bearbeitung wesentlicher grundlegender naturwissenschaftlicher Konzepte. Im deutschen Kompetenzmodell wird die inhaltliche Dimension durch Basiskonzepte, in Biologie beispielsweise durch „System“, „Struktur“, „Funktion“ und „Entwicklung“ abgebildet (KMK, 2004). Damit soll ein kumulatives, kontextbezogenes Lernen begünstigt werden. Sowohl in Deutschland als auch in Österreich und der Schweiz zeichnen sich die jeweiligen Kompetenzmodelle durch eine Verflechtung der Handlungsdimension mit der Inhaltsdimension aus, wodurch der prozedurale Charakter, die naturwissenschaftliche Herangehensweise gestärkt werden (Labudde et al., 2008; Weiglhofer & Venus-Wagner, 2010). Von den Kompetenzmodellen der Bildungsstandards sollen auch Impulse ausgehen, die Lehrpläne der drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in Struktur, Inhalt und Zeit besser aufeinander abzustimmen.

Naturwissenschaftliche Kompetenzen

Die konzeptionelle Ausrichtung kompetenzorientierten Unterrichts wird vor allem von der verwendeten Definition des Kompetenzbegriffes geprägt. Dieser wiederum gibt vor, worauf hin der Unterricht ausgerichtet sein muss, um als kompetenzorientiert zu gelten. In den Naturwissenschaften werden Kompetenzen nicht nur kognitiv, sondern ganzheitlich gesehen, was in der verwendeten Kompetenzdefinition von Weinert (2001) zum Ausdruck kommt. Demnach sind Kompetenzen „... *die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst nutzen zu können*“. Der Definition folgend fokussiert kompetenzorientierter Naturwissenschaftsunterricht demnach auf zwei unterschiedliche Bereiche - den kognitiven und den sozial-motivationalen.

Die Zielsetzung einer Förderung der naturwissenschaftlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten der SchülerInnen findet sich zwar in den entsprechenden Lehrplänen der deutschen Bundesländer und in Österreich, dennoch nimmt im derzeitigen Naturwissenschaftsunterricht die Vermittlung von Wissen eine zentrale Rolle ein. Dem Bereich der Fertigkeiten, der besonders auf psychomotorische Tätigkeiten, wie selbstständiges Durchführen von Experimente oder Ausführen von typisch naturwissenschaftlichen Handlungen wie Mikroskopieren abzielt, kommt bislang im Unterricht eine eher untergeordnete Rolle zu (Schreiner & Schwantner, 2009; Zumbach, Schmitt, Reimann & Starkloff, 2006). Es wird also gefordert, im kognitiven Bereich neben der Beschaffung und Wiedergabe von Wissen auch andere in den Naturwissenschaften grundlegende Handlungen zu berücksichtigen. Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten in einem kompetenzorientierten Unterricht genau zu vermitteln sind, ist in fachspezifischen Kompetenzmodellen zusammengefasst, auf die später noch ausführlicher eingegangen wird.

Ein zweiter Bereich, der für kompetenzorientierten Unterricht zu berücksichtigen ist, resultiert in sozial-motivationalen Faktoren. Diese sind in der Unterrichtssituation schwieriger zu überprüfen, da hier verschiedene, teils schwer überprüfbare Einflussfaktoren vorliegen. Am einfachsten können LehrerInnen noch die Motivation ihrer SchülerInnen zumindest in der Unterrichtssituation überprüfen und gegebenenfalls durch motivationsfördernde Maßnahmen entgegensteuern. Motivationsfördernd wirken vor

allem Maßnahmen, die den SchülerInnen ermöglichen im Unterricht autonom und selbstbestimmt zu agieren und sich selbst als kompetent zu erleben (vgl. Deci, Koestner & Ryan, 1999). Beides ist nur in einem Unterricht möglich, der den SchülerInnen eine aktive Rolle beim Erlernen von Fähigkeiten und Fertigkeiten zugesteht und sie nicht als passive Wissensrezipienten sieht. Schwieriger ist es, den SchülerInnen volitionale Bereitschaften, also Handlungsbereitschaften zu vermitteln. Volitionstheoretische Modelle (z.B. Schwarzer, 1999) legen nahe, dass neben einem ausreichenden Wissen über die Situation auch Einstellungen eine Rolle spielen, wenn es darum geht, ob eine Handlung ausgeführt wird oder nicht. Wenn wir im Unterricht also zum Beispiel Handlungsbereitschaften zum Umweltschutz, präziser zur Mülltrennung vermitteln wollen, genügt es nicht, dass die SchülerInnen wissen, wie Müll richtig getrennt wird, sondern sie müssen Mülltrennung persönlich als wichtig empfinden. Eine solche Einstellung wird nicht nur durch den Unterricht, sondern auch durch die Meinungen von Bezugspersonen, die für die SchülerInnen eine wichtige Rolle einnehmen, bestimmt.

Letztlich müssen auch die Möglichkeiten für das Ausführen der Handlung gegeben sein, was außerhalb des Systems Schule nur eingeschränkt überprüft werden kann. Ähnlich verhält es sich mit sozialen Bereitschaften, da sie in der unmittelbaren Unterrichtssituation zwar beobachtbar sind, zum Beispiel in der Bereitschaft zur Teamarbeit um naturwissenschaftliche Probleme zu lösen, die aber in der Makroumwelt völlig andere Ausprägungen annehmen können. Im Unterricht können Lernende in vielen Bereichen nur unterstützt und gefördert werden. Aufgrund der vielen unterschiedlichen einflussnehmenden Parameter bestehen aus der Perspektive des Schulsystems nur begrenzte Einflussmöglichkeiten. Dennoch bietet hier ein kompetenzorientierter Unterricht das Potenzial, solche fachlichen und außerfachlichen Kompetenzen zu fördern, so dass diese auch nachhaltig über die Grenzen des Unterrichts hinaus verfügbar sind. Hierbei helfen Kompetenzmodelle, um solche Unterrichtsaktivitäten zu planen und durchzuführen.

Kompetenzmodelle

In Kompetenzmodellen sind alle Kompetenzen, die von den SchülerInnen erworben werden sollen, geordnet aufgeführt. Auf den ersten Blick scheinen Kompetenzmodelle ausschließlich kognitive Kompetenzen zu beinhalten, jedoch sind diese kognitiven Kompetenzen ohne die Berücksichtigung sozial-motivationaler Kompetenzen nicht zu erreichen, sie sind also, auch wenn sie nicht bei jedem Punkt explizit formuliert wurden, implizit immer mit zu bedenken.

Die gängigsten Kompetenzmodelle der Naturwissenschaften im deutschsprachigen Raum (Deutschland: Modell der Kultusministerkonferenz (KMK) für den mittleren Schulabschluss, 2005; Schweiz: Kompetenzmodell Harmonisierung obligatorischer Schule (HarmoS) Naturwissenschaften+, 2008; Österreich: Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe Allgemeinbildender Höherer Schulen und Hauptschulen sowie Kompetenzmodell Naturwissenschaften 12. Schulstufe Berufsbildender Höherer Schulen, Venus-Wagner, 2009) bestehen aus jeweils drei Dimensionen: Handlungsdimension, Inhaltsdimension und Anforderungsdimension (siehe Abbildung 1). Auch wenn die Bezeichnungen für die einzelnen Dimensionen in den unterschiedlichen Modelle variieren. Die Handlungsdimension enthält Handlungen, die typisch sind für die Naturwissenschaften. Sie bildet die zentrale Komponente der Modelle, da sie die eigentlichen Kompetenzen enthält, die die SchülerInnen erwerben sollen. Diese Dimension wird im deutschen Modell der KMK (2005) als „Kompetenzbereiche“ bezeichnet, im Schweizer Modell trägt sie den Namen „Handlungsaspekte“. Da Kompetenzen jedoch nur an Inhalten erworben werden können, werden auf der Inhaltsdimension Themen aufgelistet, an Hand derer die einzelnen Kompetenzen erlernt und trainiert werden können (Modell der KMK: Basiskonzepte, HarmoS: Themenbereiche). Und schließlich ist es auch wichtig, festzulegen, mit welcher Qualität eine bestimmte Kompetenz erworben werden soll (KMK: Kompetenzstufen, HarmoS: Niveaus). Ist es zum Beispiel erforderlich, ein Experiment nach Anleitung durchzuführen, oder ist es erforderlich, sich selber ein Experiment zur Prüfung eines bestimmten Phänomens auszudenken und es selbstständig umzusetzen? Jede Kompetenz lässt sich also mit unterschiedlichen Inhalten und Anforderungsstufen kombiniert im Unterricht variabel einsetzen.

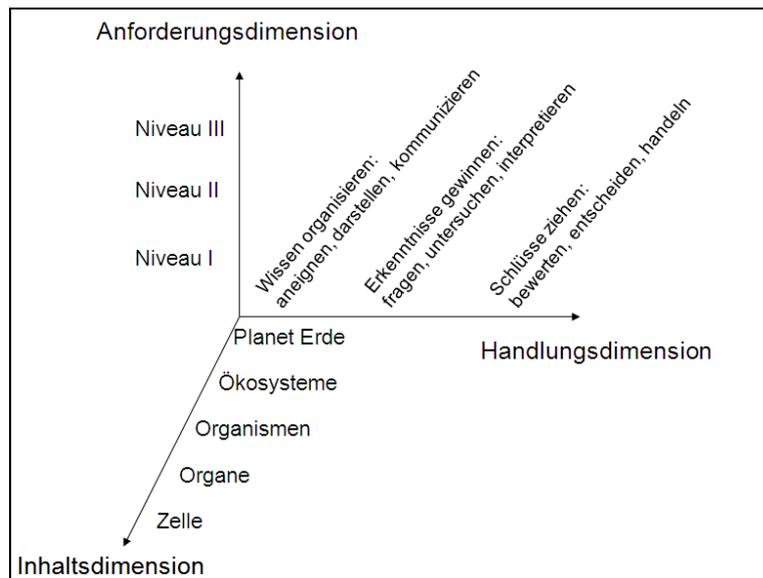


Abb. 1: Österreichisches Kompetenzmodell der 8. Schulstufe ausgeführt für Biologie als Beispiel für den Aufbau von Kompetenzmodellen

Auf der Handlungsdimension finden sich in den Modellen aller drei Länder Kompetenzen, die das Fachwissen betreffen, Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und Kompetenzen des Bewertens. Im deutschen und im Schweizer Modell werden zusätzlich noch kommunikative Kompetenzen explizit angeführt, die im österreichischen Modell implizit in allen drei Bereichen enthalten sind. Das Modell von HarmoS beinhaltet zusätzlich noch Kompetenzen des eigenständigen Arbeitens und des Weckens von Neugierde und Interesse. Auf der Inhaltsdimension gibt es zwei unterschiedliche Ansätze. Während im österreichischen Modell für die 8. Schulstufe und im Schweizer HarmoS Modell Themenbereiche aufgelistet sind, werden im Modell der KMK und im österreichischen Modell für die 12. Schulstufe die Themen in Konzepten geordnet. Die Anzahl der Anforderungsniveaus variiert zwischen zwei Niveaus im österreichischen Modell für die 12. Schulstufe, drei Niveaus im Modell der KMK und im österreichischen Modell für die 8. Schulstufe, bis hin zu vier Niveaus im HarmoS-Modell. In der Schweiz liegen zusätzlich zur 8. Schulstufe noch Anforderungsniveaus für die 4. Und für die 11. Schulstufe vor, die jeweils Überschneidungen mit den Niveaus der 8. Schulstufe zeigen.

Kompetenzorientierte Aufgaben

In Zusammenhang mit kompetenzorientiertem Unterricht spielen kompetenzorientierte Aufgaben eine bedeutende Rolle für den Unterricht. Im Kontext des kompetenzorientierten Unterrichts werden verschiedene Arten von Aufgaben unterschieden: Unterrichtsaufgaben (z.B. in Form von Hands-on Experimentieraufgaben oder in Form von Work-Sheets), prototypische Aufgaben, die das Kompetenzmodell veranschaulichen, Diagnoseaufgaben, die es den LehrerInnen ermöglichen, die Leistung der SchülerInnen ihrer Klasse einzuschätzen und Testitems, die dazu dienen den Leistungsstand von SchülerInnen einer Schulstufe zu erheben. Da die unterschiedlichen Arten von Aufgaben für heterogene Einsatzbereiche konzipiert werden, müssen sie auch unterschiedliche Kriterien erfüllen. Gemeinsam ist allen Aufgaben allerdings, dass sie sich auf ein Kompetenzmodell beziehen und somit bestimmten Inhalts-, Handlungs- und Anforderungsbereichen zugeordnet werden können (Venus-Wagner, 2011).

Aufgaben, die für den Einsatz im Unterricht konzipiert werden, decken in der Regel unterschiedliche Handlungskompetenzen an Hand eines einzigen Themas ab. Dabei lassen sie sich auf den einzelnen Dimensionen (Handlung, Inhalt und Anforderung) oft nicht nur einem einzelnen Bereich zuordnen, sondern können auch mehrere Aspekte beinhalten. Unterrichtsaufgaben können entweder für die selbstständige Arbeit der SchülerInnen eingesetzt werden, sie können aber auch gemeinsam mit der Lehrperson erarbeitet werden. Erstellt werden sie meist von den Lehrpersonen selbst, es kann aber auch auf Aufgabensammlungen zurückgegriffen werden (z.B. Töpferwien & Köttker, 2010). Prototypische Aufgaben dienen zur Veranschaulichung des Kompetenzmodells. Sie sollen aufzeigen, wie die einzelnen Bereiche eines Kompetenzmodells in einer Aufgabe umgesetzt werden können. Dazu werden in der Regel

von Lehrkräften in Zusammenarbeit mit FachdidaktikerInnen Aufgaben entwickelt, die jeweils zu einem Themenbereich Unteraufgaben mit unterschiedlichen Anforderungsniveaus und Handlungskompetenzen beinhalten (Weiglhofer & Venus-Wagner, 2010). Im Vergleich zu Unterrichtsaufgaben lassen sie sich präziser einzelnen Elementen des Kompetenzmodells zuordnen, allerdings ist die Zuordnung auch hier noch nicht trennscharf (siehe Abbildung 2). Prototypische Aufgaben werden den LehrerInnen zur Verwendung im Unterricht zur Verfügung gestellt und können je nach Bedürfnissen des Unterrichts adaptiert werden.

Leben im Meer

4) Anna erinnert sich, dass sie im Biologieunterricht von Nahrungsketten gehört hat. Sie schaut in der Graphik nach, wie viele Möglichkeiten es gibt, wenn die Nahrungskette aus einem Produzent, zwei Konsumenten und einem Endkonsumenten bestehen soll. Sie findet mehrere Möglichkeiten. Findest du auch eine?

Ziehe dazu die Bilder in die vorgegebenen Lücken.

Muscheln

Fische

Säugetiere

Vögel

Krebstiere

tierisches Plankton

pflanzliches Plankton

Zuordnungen zum Kompetenzmodell:

Handlungsdimension (H): H 1.3 - Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen und erläutern.

Anforderungsniveau (N): N2 - Anforderungsniveau II

Inhaltsdimension (I): B 3.6 - Die Ernährungsweise von Tieren und Pflanzen

Abb. 2: LehrerInnenversion Unteraufgabe 4 der prototypischen Aufgabe „Leben im Meer“ aus dem Fachbereich Biologie

Diagnoseaufgaben sind relativ kurze Aufgaben, die die Überprüfung der Ausprägung einzelner Handlungskompetenzen bei den SchülerInnen zum Ziel haben um die Entwicklung von Kompetenzen gezielt fördern zu können. Dazu werden jeweils zu einer speziellen Handlungskompetenz kurze Aufgaben zu verschiedenen Inhaltsbereichen und mit unterschiedlichen Anforderungsniveaus vorgegeben. Da diese Aufgaben Aussagen über Kompetenzausprägungen liefern, müssen sie testtheoretischen Kriterien genügen (Objektivität, Reliabilität, Validität). Diagnoseaufgaben liegen nicht nur für jene Schulstufen vor, in denen Leistungsstandsüberprüfungen angeordnet sind, sondern ermöglichen die kontinuierliche Beobachtung der Entwicklung von Kompetenzen über verschiedene Schulstufen hinweg. Testaufgaben dienen dazu in einer bestimmten Schulstufe (Deutschland: Schulstufen 4 und 9; Österreich: Schulstufen 4 und 8), den Leistungsstand der SchülerInnen eines Landes zu erheben. Sie werden in nationalen Untersuchungen eingesetzt. Im Gegensatz zu Diagnoseaufgaben können Testaufgaben nicht für die Analyse der Leistungen einzelner SchülerInnen verwendet werden, sondern sind dazu geeignet, Aussagen über Kompetenzniveaus der Gesamtheit der SchülerInnen einer Schulstufe zu geben.

Aufgaben für kompetenzorientierten Unterricht werden in der Regel nicht zum Erwerb und zur Überprüfung von Faktenwissen konzipiert, sondern sie fördern die Entwicklung unterschiedlichster im Kompetenzmodell vorgegebener Handlungskompetenzen. Um die Bearbeitung der Aufgaben nicht durch fehlendes Fachwissen einzuschränken, sind sie so konzipiert, dass sie von den SchülerInnen auch ohne

umfassendes Vorwissen beantwortet werden können. Auch auf die Verwendung längerer Texte wird weitgehend verzichtet, damit sie auch von SchülerInnen mit schlecht ausgeprägter Lesefähigkeit beantwortet werden können.

Kompetenzorientierter Unterricht mit Unterrichtsbeispielen in den Naturwissenschaften

Gerade im Bereich der Naturwissenschaften sind verschiedenste methodische Zugänge notwendig, um Schülerinnen und Schülern in einem transferförderlichen Unterricht zu unterstützen. Gerade hier können Unterrichtsbeispiele als Modell dazu beitragen, Unterrichtssituationen so zu gestalten, dass sie über basale Kompetenzniveaus hinausgehen. Im Folgenden soll ein Beispiel skizziert werden, bei dem solche verschiedenen Niveaus adressiert werden. Das Beispiel selbst ist den naturwissenschaftlichen Bildungsstandards und dem zugehörigen Kompetenzmodells des naturwissenschaftlichen Unterrichts an Österreichs Berufsbildenden Höheren Schulen (BHS) zugeordnet.

In dem Beispiel „Herz und Kreislauf“ (Weiglhofer, 2010) geht es um die Funktionsweise des Herzens und des Blutkreislaufs (siehe Abbildung 3).

„Herz und Kreislauf“

Material 1

Wie ist das Herz aufgebaut?

Das Herz ist der **Motor unseres Kreislaufs**. Es arbeitet wie eine Pumpe und hält unser Blut und mit ihm alle für die Versorgung unseres Körpers notwendigen Stoffe in Bewegung.

Bei Erwachsenen ist das Herz etwa faustgroß. Es handelt sich um ein muskuläres Hohlorgan, das durch eine Scheidewand in eine linke und eine rechte Hälfte geteilt wird, die jeweils aus einem **kleineren Vorhof (Atrium)** und einer **größeren Kammer (Ventrikel)** bestehen.

Zwischen den Vorhöfen und Kammern sowie den Kammern und den großen Gefäßen befinden sich besondere Verschlusseinrichtungen, die **Herzklappen**. Sie sorgen dafür, dass das Blut nur in eine Richtung strömt und kein Rückfluss möglich ist.

Bildquelle: <http://www.herz.hexal.de/grundwissen/herz/index.php#>

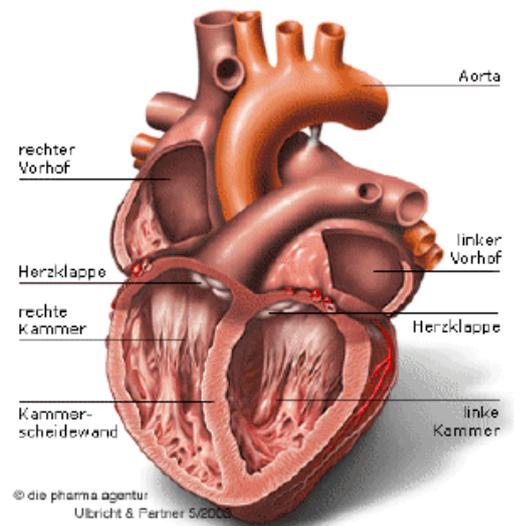


Abb. 3: Auszug aus dem Unterrichtsbeispiel „Herz und Kreislauf“

Das Beispiel wurde gestaltet, um exemplarische Deskriptoren des zugrunde liegenden Kompetenzmodells umzusetzen. Konkret sollen Lernenden nach der erfolgreichen Bearbeitung die folgenden Kompetenzen erwerben (Auszug):

- *Beobachten und erfassen:* Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur mit Hilfe von einfachen Gesetzmäßigkeiten beschreiben, darstellen und erläutern
- *Untersuchen und bearbeiten:* Ich kann aus unterschiedlichen Medien fachspezifische Informationen beschaffen.
- *Stoffe, Teilchen und Strukturen:* Vom Molekül zur Zelle zum Organismus

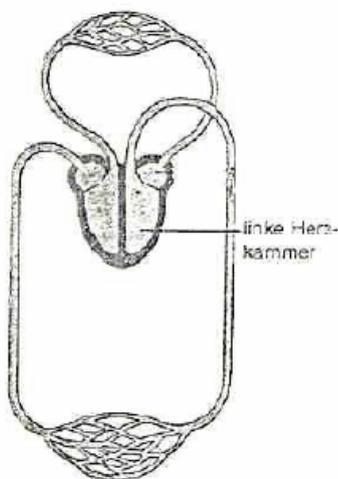
- *Anforderungsniveaus*: Niveau 1 - Naturwissenschaftliche Sachverhalte, Methoden und Anwendungen reproduzieren und Niveau 2 - Naturwissenschaftliche Sachverhalte und Methoden, auch inter-disziplinär zu transferieren und auf neue Sachverhalte anwenden

Diese Kompetenzen zeigen, dass das Unterrichtsbeispiel sich sowohl hinsichtlich der methodischen Lernzieltaxonomie, als auch inhaltlich von der inhaltlichen Komplexität auf unterschiedlichen Ebenen bewegt. Ein kompetenzorientiertes Unterrichten, das auf dieses Unterrichtsbeispiel zurückgreift, muss folglich methodisch so gestaltet sein, dass Lernende hier aktiv dieses Wissen nicht nur anwenden können, sondern gleichsam auch selbst notwendige Wissensstrukturen erarbeiten. Aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung ist es dabei zentral ist dabei, dass gerade bei Kompetenzen, die über ein einfaches Komplexitätsniveau hinausgehen, maßgeblich lernerzentrierte Ansätze und nicht rein gegenstandszentrierte Lernumgebungen (vgl. Reinmann & Mandl, 2006) notwendig sind. Insgesamt kann hier eine Vielfalt an Methoden eingesetzt werden, um die o.a. Kompetenzakquise zu unterstützen

Die Unterrichtsdurchführung beim kompetenzorientierten Unterrichten geht eng mit der Unterrichtsplanung einher. Dieses komplexe Wechselspiel zwischen Planung und Durchführung wird insbesondere durch die jeweilige Situation im Klassenzimmer beeinflusst. Da an dieser Stelle nicht alle möglichen Szenarien (wie Laborausstattung, Verknüpfung zwischen Disziplinen im naturwissenschaftlichen Unterricht) berücksichtigt werden können, wird bei den folgenden Beispielen von eher homogenen Zielgruppen mit vergleichbarem Leistungsstand in Biologie ausgegangen. In der Unterrichtspraxis ist hierbei natürlich jeweils die gegebene Situation zu berücksichtigen und entsprechend darauf zu reagieren. Ferner können die hier aufgeführten Beispiele nur skizzenhaft und exemplarisch einen Zugang zum kompetenzorientierten Unterricht geben und sollen auf keinen Fall sowohl inhaltlich als auch methodisch als einzig gangbaren Weg dargestellt werden.

Damit SchülerInnen die Kompetenzen zeigen können, wie sie in dem hier skizzierten Beispiel gefordert werden, stehen unterschiedlichste Methoden zur Verfügung. So ist es etwa denkbar, dass bei geringem Vorwissen auf Seiten der Lernenden etwa die Lehrende Person die Vorgehensweise frontal erläutert. Ist dieses Wissen bereits vorhanden, ist etwa ein geleitetes Erkunden auf Seiten der Lernenden möglich, bei welchem der Lehrkörper beratend und bei Bedarf anleitend zur Seite steht. Das Unterrichtsbeispiel trägt dem Rechnung, indem informierende Grundlagen nach und nach mit Übungen angereichert werden (vgl. Abb. 4).

Beschriften Sie untenstehende Skizze und zeichnen Sie mit Pfeilen die Fließrichtung des Blutes ein. Wo fließt das arterielle, wo das venöse Blut?



Animation und Überprüfung: <http://www.herz.hexal.de/grundwissen/herz/blutfluss.php>

Abb. 4: Aufgabe zur Überprüfung des Verständnisses und weiterer Recherche

Die Bearbeitung solcher Aufgaben kann etwa auch in Dyaden von SchülerInnen erfolgen, wobei hier etwa auch die Rollen der Lernenden (etwa Informationsrecherche, Beschriftung etc.) gewechselt werden können. Wichtig ist aber vor allen Dingen, dass die Lernenden die geforderten Kompetenzen auch selbst aktiv zeigen, d.h. dass es nicht beim LehrerInnenbeispiel bleiben darf, sondern dies aktiv durch die SchülerInnen auch selbst erfolgt.

Ein weiteres Resultat des kompetenzorientierten Unterrichts sollte auch ein systematisches Erweitern der basalen Kompetenzen sein. Dazu gehört, dass man nicht nur ein (und ggf. immer dasselbe) Beispiel aktiv von den Lernenden durchführen lässt, sondern dieses systematisch erweitert. Dieses systematische „Dekontextualisieren“ soll dazu beitragen, dass übergreifende Kompetenzen erworben werden können, die etwa bei diesem Beispiel hier sowohl weg vom Inhalt als auch der Form führen. Dies wird hier etwa gefördert, indem der Bezug zur Gesundheitserziehung gefördert wird. Im weiteren Verlauf des Unterrichtsbeispiels „Herz und Kreislauf“ wird dabei etwa der Themenbereich der koronaren Herzerkrankungen und ihrer Ursachen thematisiert. Dabei sollen die Lernenden u.a. ihre Normwerte für ihr eigenes Körpergewicht, den Blutdruck, das Cholesterin und den Blutzucker ermitteln und in Bezug zu Risiken im Bereich der koronaren Herzerkrankungen setzen.

Aber auch ein anderer Inhalt kann hier zusätzlich zum Einsatz kommen, welcher sich in einem anderen Themenbereich bewegt (etwa Zahlen über Durchschnittswerte in der Bevölkerung, Thematisierung von sog. „Zivilisationskrankheiten“, Einfluss spezifischer Diäten etc.). Dies soll in erster Linie dazu beitragen, dass sich die Kompetenz eben nicht nur auf eine bestimmte Art von Inhalten bezieht, sondern auf verschiedenste Aspekte des Herzens und des Blutkreislaufs transferiert werden kann.

Neben dem Inhalt spielt auch die Dekontextualisierung der Inhalte eine wesentliche Rolle. So ist es bei dem o.a. Beispiel durchaus auch denkbar, dass etwa verschiedenste Laborbefunde aus Blutuntersuchungen dargestellt werden, anhand derer u.a. die Zusammensetzung des Blutes, aber auch etwa kritische Parameter bei einzelnen Werten zu identifizieren und zu erörtern sind. Dies beinhaltet auch die Diskussion von mehrdeutigen Ergebnissen und der gemeinsamen argumentativen Schlussführung. Weitere Aufgabenstellungen können durchaus auch geeignet sein um individuelle Stärken der SchülerInnen zu fördern (etwa kreative Tätigkeiten durch Designtätigkeit oder analytische Fertigkeiten durch weitergehende Datenanalysen). Dies ist etwa auch dann indiziert, um Prozesse der Binnendifferenzierung zu initiieren, d.h. etwa SchülerInnen, welche schon über die bereits vorhandenen erforderlichen Kompetenzen des Deskriptors verfügen, zum Erwerb erweiterter Kompetenzen anzuregen.

Weitere Möglichkeiten bieten bei dem skizzierten Beispiel auch der Einbezug bzw. die Vernetzung mit anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen. So ist im Bereich des Blutdrucks etwa die Schnittstelle zu Drücken generell als Teilgebiet der Physik möglich; im Bereich der Blutwerte und –fette etwa der Bezug zur Chemie und Lebensmittelchemie. Als wesentliche Kernkompetenz von Lehrenden muss dabei die Kenntnis der Kompetenzmodelle und etwaiger Unterrichtsbeispiele in diesen Fächern sowie die Kommunikation und Koordination mit den entsprechenden FachkollegInnen vorliegen. Auch die Abstimmung von lehrerInnenzentrierten und lernerInnenzentrierten Methoden ist hier sorgfältig abzuwägen. So ist insbesondere auch das eigene Experimentieren von SchülerInnen eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass etwa die fachspezifischen Epistemologien in den einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen verstanden und angewendet werden können.

Zusammenfassung und Fazit

Kompetenzorientiertes Unterrichten in den Naturwissenschaften umfasst ein breites Instrumentarium an Methoden und Inhalten, die hier zum Einsatz kommen sollen und müssen. Ausgehend von einem sichtbaren Bedarf, der nicht zuletzt durch verschiedene Bildungsscreenings deutlich wurde, wurden im deutschsprachigen Raum auch in den naturwissenschaftlichen Disziplinen die Grundlagen für einen kompetenzorientierten Unterricht geschaffen. Eine erste Maßnahme erfolgte hier durch den Entwurf spezifischer Kompetenzmodelle in den einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen, zum Teil aber auch zusammenfassende Ansätze, die auch einen integrierten Unterricht mehrerer Fächer ermöglichen. Diese Kompetenzmodelle erfüllen wie auch in anderen Fächern zwei wesentliche Funktionen (vgl. Heugl 2004/2005): Eine Orientierungsfunktion und eine Evaluationsfunktion. Direkt für das unterrichtliche Geschehen ist die Orientierungsfunktion von zentraler Bedeutung, da in deren Rahmen die zu erwartenden SchülerInnenleistungen transparent gemacht werden können. Als Bindeglied zwischen dem, was letztlich als *output* erwartet wird und was letztlich durch die Kompetenzmodelle und der darin enthaltenen

Deskriptoren beschrieben ist und dem, was im naturwissenschaftlichen Unterricht tatsächlich praktiziert wird, dienen u.a. Unterrichtsbeispiele. Diese sollen exemplarische Unterrichtsmethoden und -strategien in direkter Ableitung der zugrunde liegenden Kompetenzmodelle illustrieren. Hierbei liegt es wiederum in der Kompetenz der Lehrkräfte, die hier vorgeschlagenen Inhalte und Methoden so einzusetzen, dass die SchülerInnen die anvisierten Kompetenzen auch tatsächlich erreichen. Dies macht es in den Naturwissenschaften gegenüber anderen Disziplinen auch erforderlich, dass etwa mehr Eigenaktivitäten von SchülerInnen vorgenommen werden. So ist gerade das eigene Experimentieren notwendig, um den Erkenntnisweg der einzelnen Fächer zu verstehen. Gerade herkömmliches Unterrichtsgeschehen folgt nicht selten einem „show-and-tell“-Ansatz, bei dem Lernende in einer passiven und rezeptiven Rolle bleiben. Sie erwerben zwar auch in solchen basale Fertigkeiten und Kompetenzen, diese sind jedoch meist fragmentarisch und können nicht oder nur schwer in ein übergeordnetes mentales Modell integriert werden (Linn & Hsi, 2000). Ein wesentliches Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts muss es jedoch sein, die „Scientific Literacy“ (McGinn & Roth, 1999) von Lernenden auszubilden, denn dies ist die Kernkompetenz für die aktive Beteiligung im Fach und der Grundstein für etwaige spätere naturwissenschaftliche Aktivitäten und Kompetenzen.

Eine weitere Funktion von Bildungsstandards ist die Evaluationsfunktion, welche insbesondere im Bildungsmonitoring und –controlling zum Einsatz kommen kann. Auch die Prüfung der empirischen Gültigkeit der Kompetenzmodelle ist in diesem Bereich anzusiedeln. Bevor jedoch diese Funktionen tatsächlich sinnvoll eingesetzt werden können, ist eine Änderung an der Basis, also dem unterrichtlichen Geschehen notwendig, damit SchülerInnen in naturwissenschaftlichen Disziplinen auch das Potenzial zum Erwerb höherwertiger Kompetenzen zur Verfügung steht. Die Entwicklung spezifischer Kompetenzmodelle und unterstützender Unterrichtsbeispiele bilden dabei eine Grundlage. Der wesentliche Erfolgsfaktor eines kompetenzorientierten Unterrichts sind dabei aber die Lehrenden, die für die Umsetzung dieses Unterrichts verantwortlich sind.

Literatur

- Buschmann, I. (2001). Die Trennung der Schülerinnen und Schüler nach ihren intellektuellen Begabungen in den schulgesetzlichen Bestimmungen und in der Praxis. In Eder, F., Grogger, G. & Mayr, J. (Hrsg.): *Sekundarstufe I: Probleme – Praxis – Perspektiven*. Innsbruck: StudienVerlag, S. 158-174.
- Deci, E. L., Koestner, R. & Ryan, R. M. (1999). A Meta-Analytic Review of Experiments Examining the Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation. *Psychological Bulletin*, 125, 627 – 668.
- Eder, F., Neuweg, G. H. & Thonhauser, J. (2009). Leistungsfeststellung und Leistungsbeurteilung. In: Specht, W. (Hrsg.): *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009*, Band 2: Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen. Graz: Leykam, S. 247-267.
- Heugl, H. (2004/05). Standards – ein Beitrag zur Qualitätsentwicklung? *ÖZB*, 3, 3- 5.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. et al. (Hrsg.) (2004). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: eine Expertise*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Kultusministerkonferenz (KMK).(2004). *Vereinbarung über Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10) in den Fächern Biologie, Chemie, Physik*. Beschluss vom 16.12.2004.
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2005). *Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz. Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung*. München, Neuwied: Luchterhand.
- Labudde, P. & Adamina, M. (2008). HarmoS Naturwissenschaften: Impulse für den naturwissenschaftlichen Unterricht von morgen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 26. Jg., H. 3, S. 351–360.
- Linn, M. & Hsi, S. (2000). *Computers, Teachers, Peers. Science Learning Partners*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- McGinn, M. & Roth, W-M. (1999). Preparing Students for Competent Scientific Practice: Implications of Recent Research in Science and Technology Studies. *Educational Researcher*, 28, 14-24.
- Reinmann G., & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch* (5. vollst. überarb. Auflage). (S. 613-658). Weinheim: Beltz.

- Schreiner, C. (Hrsg.)(2007): *PISA 2006: Erste Ergebnisse: Naturwissenschaft-Lesen-Mathematik*. Graz: Leykam.
- Schreiner, C. & Schwantner, U. (Hrsg.) (2009): *PISA 2006: Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt*. Graz: Leykam.
- Schwarzer, R. (1992). *Volitionstheorie der Gesundheitserziehung*. *Zeitschrift für Pädagogik*, 40, 907 – 922.
- Töpperwien, B. & Köttker, N. (2010). *Kompetenzen vermitteln, Kompetenzen erwerben: Biologie*. Köln: Aulis Verlag.
- Venus-Wagner, I. (2009). *Naturwissenschaftliche Bildungsstandards in Österreich*. Universität Salzburg: Dissertation.
- Venus-Wagner, I. (2011). Kompetenzorientierte Aufgaben. *MNU*. 64(7), 428 – 432.
- Weiglhofer, H., Stadler, H. & Lembens, A. (2009). Unterricht in Naturwissenschaft: Österreichische Ergebnisse aus fachdidaktischer Sicht. In: Schreiner, C. & Schwantner, U. (Hrsg.): *PISA 2006: Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt*. Graz: Leykam, S. 351-358.
- Weiglhofer, H., & Venus-Wagner, I. (2010). Bildungsstandards in den Naturwissenschaften in Österreich. In: J. Zumbach & G. Maresch (Hrsg.). *Aktuelle Entwicklungen in der Didaktik der Naturwissenschaften: Ansätze und Beispiele aus Informatik und Biologie*. Innsbruck: Studien Verlag.
- Weiglhofer, H. (2010). *Herz und Kreislauf*. Unterrichtsbeispiele in Naturwissenschaften BHS. Wien: BMUKK.
- Weinert, F. E. (Hrsg.) (2001). *Leistungsmessung in der Schule*. Weinheim und Basel: Beltz, S. 27-31.
- Wissenschaftliches Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+ (2008). *Kompetenzmodell und Vorschläge für Bildungsstandards: Wissenschaftlicher Endbericht*. Bern: CLIP.
- Zumbach, J., Schmitt, S., Reimann, P., & Starkloff, P. (2006). Learning Life Sciences: Design and Development of a Virtual Molecular Biology Learning Lab. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 25(3), 281-300.