

Das Kompetenzmodell der naturwissenschaftlichen Kernlehrpläne

Das Kompetenzmodell der vorliegenden Kernlehrpläne Naturwissenschaften für Realschulen, Gesamtschulen und Hauptschulen leitet sich aus den Bildungszielen in den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK) ab. Zur Ausdifferenzierung der Kompetenzbereiche wurden neben den deutschen Bildungsstandards auch die Bildungsstandards der Schweiz herangezogen. Außerdem wurden Modelle berücksichtigt, die vom Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) den Testaufgaben für die Überprüfung der Bildungsstandards (u.a. Ländervergleich 2012) zugrunde gelegt werden.

Das vorliegende Kompetenzmodell bezieht sich auf alle naturwissenschaftlichen Fächer. Bei allen Unterschieden in den Inhalten soll damit der gemeinsame und einheitliche Charakter einer naturwissenschaftlichen Sichtweise betont werden.

Die vier dort genannten Kompetenzbereiche *Umgang mit Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* sind von besonderer Bedeutung für das Ziel einer *Naturwissenschaftlichen Grundbildung*. Sie werden durch insgesamt 25 übergeordnete Kompetenzen näher beschrieben und ausdifferenziert. Um deutlich zu machen, was Schülerinnen und Schüler bezüglich dieser Kompetenzen wissen und können sollen, werden die Kompetenzen in den Inhaltsfeldern der Kernlehrpläne inhaltlich konkretisiert (konkretisierte Kompetenzerwartungen).

Kompetenzbereich *Umgang mit Fachwissen*

Kompetenz im Umgang mit Fachwissen bedeutet, dass fachliches Wissen im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zum Erkennen von Zusammenhängen und zur Lösung von Problemen angewendet werden kann. Ergebnisse der Kognitionspsychologie weisen darauf hin, dass dieses nur unzureichend gelingt, wenn Wissen etwa als reine Sammlung gelernter Fakten vorliegt. Solches Wissen ist zwar vorhanden, aber kaum nutzbar, und wird deshalb als „träges Wissen“ bezeichnet.

Flexibel nutzbares naturwissenschaftliches Wissen zeichnet sich durch folgenden Eigenschaften aus (in Klammern Bezug zu den übergeordneten Kompetenzen des Kernlehrplans):

- Es sollte sicher und flüssig ohne große Anstrengung abrufbar sein, um die kognitive Belastung bei der Bearbeitung von naturwissenschaftlichen Problemen in Grenzen zu halten. Eine gute Wissensorganisation unterstützt dabei in bestimmten Anforderungssituationen das Erkennen wiederkehrender Muster und erleichtert den Zugriff auf entsprechende Wissensbestände. Diese Prozesse können innerhalb und außerhalb des Unterrichts durch intelligentes Üben und durch ständiges Aufgreifen von bereits Gelerntem nachhaltig unterstützt werden.

(UF1 Fakten wiedergeben und erläutern, s. auch UF3 Sachverhalte ordnen und strukturieren)

- Es sollte Gesichtspunkte enthalten, wann, warum und unter welchen Bedingungen bestimmte Konzepte nützlich sein können, bei welchen Problemen und in welchen Kontexten eine Anwendung des Wissens also Sinn macht. Lernen in Sinn stiftenden Kontexten, Dekontextualisierung und Verallgemeinerung sowie Transfer von Gelerntem auf neue Kontexte sind hierfür besonders nützlich.

(UF2 Konzepte unterscheiden und auswählen, s. auch UF4 Wissen vernetzen)

- Es muss gut strukturiert und organisiert sein. Hier spielen vor allem zentrale naturwissenschaftliche Konzepte, Basiskonzepte als Ankerpunkte und Leitideen sowie übergeordnete Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten, um die herum sich einzelne Fakten und Begriffe anordnen lassen, eine wichtige Rolle. Im Unterricht sollten Bezüge zu übergeordneten Konzepten immer wieder hergestellt und aufgegriffen werden.

(UF3 Sachverhalte ordnen und strukturieren, s. auch UF1 Fakten wiedergeben und erläutern)

- Es muss anpassungsfähig und erweiterbar sein. Das hilft einerseits dabei, flexibel mit neuen Situationen umgehen zu können und ist andererseits Bedingung für lebenslanges, erfolgreiches Lernen.

Es ist sinnvoll, schrittweise Fähigkeiten zum selbstständigen Problemlösen zu entwickeln. Problemsituationen bieten besondere Gelegenheiten, bestehendes Wissen und vorhandene Kompetenzen zu nutzen und zu erweitern.

(UF4 Wissen vernetzen, s. auch UF3 Sachverhalte ordnen und strukturieren)

Kompetenzbereich *Erkenntnisgewinnung*

Die übergeordneten Kompetenzen des Kompetenzbereichs lassen sich grob in vier Bereiche untergliedern, die für Erkenntnisgewinnung konstitutiv sind: Erkennen von Fragestellungen oder Problemen sowie Generieren von Hypothesen zu deren Lösung, Erkunden und Überprüfen mithilfe von Untersuchungen bzw. Experimenten, Verstehen und Erklären mithilfe von (theoretischen) Modellen, Reflektieren über angemessene und nicht angemessene Vorgehensweisen beim Erkenntnisprozess..

Bei naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozessen sind drei Ebenen bedeutsam¹:

- Fakten (Daten, anerkannte Gesetze, Theorien und Modelle)
- Methoden (empirische Überprüfung, Untersuchungen, Experimente, Modellierungen)
- Ziele der Naturwissenschaften (verstehen, erklären, vorhersagen, anwenden)

¹ nach L. Laudan (1984). Science and Values. The Aims of Science and their Role in Scientific Debate. University of California Press, Berkeley and Los Angeles

Zur Kompetenzentwicklung im Bereich Erkenntnisgewinnung ist es deshalb auch im Unterricht notwendig, bewusst Beziehungen zwischen den drei genannten Ebenen der Fakten Methoden und Ziele herzustellen. So etwas wie *Die Wissenschaftliche Methode* im Sinne eines Rezepts mit Erfolgsgarantie gibt es leider nicht. Auch ohne allzu tief in wissenschaftstheoretische Probleme einzutauchen ist es jedoch möglich, exemplarisch einige Arbeits- und Denkweisen kennenzulernen, die besonders typisch, breit akzeptiert und mit Blick auf die Ziele auch Erfolg versprechend sind.

Wissenschaftliche Untersuchungsmethoden können, je nach Zielsetzung, sehr unterschiedlich angelegt sein. Zu Beginn einer Forschungslinie kommen häufig eher erkundende und beschreibende Verfahren zur Anwendung, um relevante Variablen zu identifizieren und Fragestellungen entwickeln zu können. In weiterführenden Untersuchungen werden Beziehungen zwischen Variablen hergestellt. In Experimenten geht es dann um sorgfältig geplante Umgebungen, in denen Variablen gezielt isoliert und verändert werden können, um quantitative Beziehungen zwischen Ursachen und Wirkungen ableiten zu können. Man muss jedoch auch in Ansätzen den besonderen Charakter der Naturwissenschaften kennen, um Ergebnisse und Vorgehensweisen richtig einordnen zu können. Der amerikanische Didaktiker Norman Lederman nennt folgende charakteristische Merkmale der Naturwissenschaften, die auch für schulisches Lehren und Lernen bedeutungsvoll sind:

Naturwissenschaftliches Wissen

- ist vorläufig (es ist veränderbar; es gibt keine absoluten Wahrheiten oder Dogmen, jedoch Elemente, die sich über längere Zeit bewährt haben)
- ist erfahrungsbasiert (es wird zumindest teilweise belegt durch Beobachtungen der natürlichen Welt und versucht, Widersprüche dazu aufzuklären)
- ist subjektiv (es ist „Theorie-geladen“ und unterliegt einer individuellen Interpretation, deshalb müssen Ideen und Ergebnisse offen dargelegt und von anderen kritisch hinterfragt werden)
- ist in seiner Entstehung angewiesen auf menschliche Deutung, Vorstellungskraft und Kreativität (Erklärungen werden erfunden und nicht gefunden)
- ist eingebettet in bestimmte gesellschaftliche und kulturelle Bedingungen (die Ziele, Praktiken und Ergebnisse der Wissenschaften werden durch diese Bedingungen beeinflusst)

Außerdem ist es notwendig, zwischen Beobachtungen und Deutungen und zwischen Gesetzmäßigkeiten und Theorien zu unterscheiden. Während Beobachtungen und Gesetzmäßigkeiten eher auf einer deskriptiven Ebene angesiedelt sind, bewegen sich Deutungen und Theorien auf einer Ebene der Erklärung. Ähnlich wie Deutungen nicht zwangsläufig aus Beobachtungen resultieren, folgen Theorien nicht eindeutig aus noch so gut erkannten Gesetzmäßigkeiten.

Kompetenzbereich *Kommunikation*

Die Naturwissenschaften sind u. a. wegen ihres Bestrebens nach Objektivität und intersubjektiver Überprüfbarkeit auf intensive Kommunikation angewiesen. Dafür haben sich spezifische Konventionen herausgebildet. Wesentliche Merkmale sind dabei u. a.

- klare und strukturierte Formen der sprachlichen Darstellung unter Verwendung präziser Fachbegriffe,
- die Verwendung bestimmter nicht-sprachlicher Darstellungsformen (z.B. Tabellen, Diagramme, Zeichnungen, Symbole),
- die genaue Dokumentation von Ideen, Handlungen und Beobachtungen, um Ergebnisse reproduzieren und nachvollziehen zu können,
- die Suche nach und die kritische Auseinandersetzung mit bereits bestehendem Wissen und den Ideen anderer,
- die Kooperation und der gedankliche Austausch mit anderen und die Bereitschaft, Kritik zu akzeptieren,
- sachliches und logisch fundiertes Argumentieren, wobei auch allgemein akzeptierte Fakten als Beleg und zur Begründung herangezogen werden.

Eine angemessene Beachtung dieser Merkmale fachlicher Kommunikation im Unterricht fördert nicht nur Verstehensprozesse, die ja im besonderen Maße auf sprachliche Vermittlung angewiesen sind. Sie verdeutlicht darüber hinaus auch die besonderen Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften in ihrem Bestreben, Einschränkungen durch die unvermeidbare Subjektivität der Erkenntnisgewinnung durch Einzelpersonen zu überwinden. Ein bewusster und angemessener Umgang mit Fachsprache und Alltagssprache erleichtert Schülerinnen und Schülern außerdem die Vermittlung zwischen ihrer Alltagswelt und der Weltsicht der Wissenschaften.

Kompetenzbereich *Bewertung*

Die Fähigkeit, in unklaren Situationen mit verschiedenen Handlungsmöglichkeiten zu einer rational begründbaren Entscheidung unter Verwendung von naturwissenschaftlichem Wissen zu kommen, gehört zu den wesentlichen Elementen einer naturwissenschaftlichen Grundbildung. Typische Situationen können etwa technische Fragestellungen, Kaufentscheidungen, politische Kontroversen, Fragen der persönlichen Sicherheit und Gesundheit usw. sein. Häufig beinhalten Bewertungsprozesse ein Dilemma. Für einen Vorteil an der einen Stelle nimmt man Nachteile an anderer Stelle in Kauf. Beispiele dafür finden sich u. a. in der Diskussion um die Nutzung der Kernenergie, vielleicht auch bei der Entscheidung, ob man einer Röntgenuntersuchung zustimmen soll. Auch wenn bei Bewertungen oft auch persönliche und emotionale Gründe eine Rolle spielen, sind Entscheidungen häufig fundierter, wenn sie

- nach bewussten, klar benannten Kriterien erfolgen,
- sich auf sachliche und belastbare Informationen und Fakten stützen,

- Vorteile und Nachteile verschiedener Handlungsoptionen abwägen und dabei unterschiedliche Kriterien gewichten,
- die Folgen verschiedener Entscheidungen in die Überlegungen einschließen.

Bewertungskompetenz im Sinne der Kernlehrpläne bedeutet nicht, lediglich zu beurteilen, ob etwas zutrifft oder nicht oder ob eine Aussage fachlich richtig oder falsch ist. Urteile zur fachlichen Richtigkeit selbst sind zwar manchmal eine Voraussetzung zur Klärung von Kriterien oder Handlungsoptionen, basieren aber eher auf Kompetenzen in den Bereichen *Umgang mit Fachwissen* und *Erkenntnisgewinnung* (Ebenen der Fakten, Methoden und Ziele)