

Susanne Metzger
Christina Colberg
Patrick Kunz
(Hrsg.)

SWiSE
Swiss Science Education

Naturwissenschafts- didaktische Perspektiven

Naturwissenschaftliche
Grundbildung und
didaktische Umsetzung im
Rahmen von SWiSE

Band 1

Haupt

21 SWiSE-Kompetenzrahmen: Was müssen Lehrpersonen für gutes naturwissenschaftlich-technisches Unterrichten können?

Patrick Kunz, Christina Colberg, Esther Bäuml, Anne Beerenwinkel, Florence Bernhard, Peter Labudde, Kim Ludwig-Petsch, Susanne Metzger, Barbara Sieber-Suter, Claudia Stübi, Urs Wagner und Markus Wilhelm

21.1 Zweck

Das in Kapitel 11 dargestellte heutige Verständnis einer naturwissenschaftlich-technischen Grundbildung zeigt, dass darunter mehr als nur reines Faktenwissen verstanden wird. Dieses Verständnis schlägt sich auch in der Ausgestaltung von Lehrplänen nieder. Immer mehr Lehrpläne – so auch der Schweizer Lehrplan 21 (D-EDK, 2015) und die deutschen Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2005a–c) – stellen nicht mehr nur einen Katalog von Inhalten dar, sondern beschreiben Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Laufe der Schulzeit erwerben sollen. Was bedeutet das für die Lehrpersonen? Reicht es, wenn auch sie dieselben Kompetenzen beherrschen, um guten naturwissenschaftlich-technischen Unterricht gestalten zu können? Nein, Lehrpersonen müssen über eine Reihe weiterer Kompetenzen verfügen. Nämlich solche, die es ihnen erlauben, ihren naturwissenschaftlich-technischen Unterricht auf die im Lehrplan beschriebenen Kompetenzen auszurichten. Dies sind – wie in allen Fächern – einerseits allgemeindidaktische sowie andererseits eine Reihe fachdidaktischer Kompetenzen. Der im Folgenden präsentierte SWiSE-Kompetenzrahmen basiert auf empirischen Forschungserkenntnissen, stellt jedoch letztlich eine pragmatische Priorisierung dar. Dies betrifft sowohl die Auswahl der Kompetenzbereiche als auch die Selektion der eigentlichen Kompetenzen.

So wurden aus der Vielzahl allgemeindidaktischer Kompetenzbereiche diejenigen ausgewählt, welche aus Sicht des Autorenteam für guten Naturwissenschaftsunterricht besonders bedeutsam sind oder eine spezifische fachliche Akzentuierung verlangen. Es sind dies die Bereiche Sprachen,

Aufgaben sowie Diagnose und Beurteilen. Von den fachdidaktischen Kompetenzbereichen wurden neben dem fachlichen Professionswissen die Vorstellungen der Lernenden, Lernorte, Experimente sowie das Arbeiten mit Modellen und Systemen als grundlegend erachtet und in diesen Kompetenzrahmen des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts aufgenommen.

21.2 Einsatz des SWiSE-Kompetenzrahmens

Der vorliegende SWiSE-Kompetenzrahmen für naturwissenschaftlich-technisches Unterrichten soll Lehrpersonen als Orientierung dienen, um ihre persönlichen Unterrichtskompetenzen in diesem Fach gezielt weiterzuentwickeln. Für die Verwendung ist es wichtig, sich vor Augen zu halten, dass man sich als Lehrperson nicht gleichzeitig in allen Kompetenzen perfektionieren kann. Der Einsatz des Kompetenzrahmens ist vielmehr so ausgelegt, dass Lehrpersonen gezielt an ausgewählten Kompetenzen arbeiten. In Textbox 21.1 ist ein mögliches Vorgehen dazu zusammengefasst.

Textbox 21.1: Vorgehensvorschlag zum Einsatz des SWiSE-Kompetenzrahmens

- 1.) Überblick verschaffen:
Die Kompetenzbereiche und Kompetenzen durchsehen.
- 2.) Selbstanalyse:
Was kann ich schon, worin bin ich gut? Wo habe ich noch Weiterbildungsbedarf?
- 3.) Auswahl:
Aufgrund der Selbstanalyse gezielt einzelne Kompetenzen auswählen, an denen man arbeiten möchte.
- 4.) Entwicklungsplanung:
Pro ausgewählte Kompetenz ein bis zwei Ziele formulieren, konkrete Maßnahmen zusammenstellen und beginnen.

Tipp:

Idealerweise werden Weiterbildungs-Partnerschaften gebildet, in welchen man sich zur Umsetzung der Entwicklungspläne gegenseitig austauscht.

21.3 Der SWiSE-Kompetenzrahmen im Überblick

Der hier postulierte Kompetenzrahmen für naturwissenschaftlich-technisches Unterrichten ist nach dem Schalenprinzip aufgebaut. Die äußeren Schalen bilden dabei die Basis für die jeweils innenliegenden Bereiche (siehe Abb. 21.1).

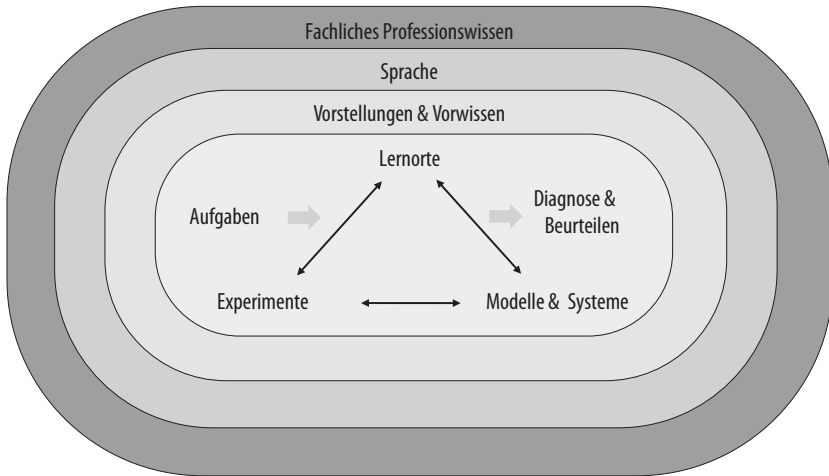


Abbildung 21.1: Der SWiSE-Kompetenzrahmen für naturwissenschaftlich-technisches Unterrichten als Schalenmodell

Die äußeren Schalen werden durch das Professionswissen der Lehrpersonen, den Einsatz von Sprache sowie den Umgang mit Vorstellungen und Vorwissen der Schülerinnen und Schüler gebildet. Fähigkeiten und Fertigkeiten der Lehrpersonen in diesen drei Kompetenzbereichen bilden das Fundament für den Kern, den eigentlichen naturwissenschaftlich-technischen Unterricht: Durch kognitiv herausfordernde Aufgabenstellungen – unter sinnvollem Einbezug von Experimenten, naturwissenschaftlichen Modellen und außerschulischen Lernorten – soll die Lehrperson die Lernenden begleiten, sich naturwissenschaftliches Grundwissen und Denken anzueignen und so die Naturwissenschaften zu durchdringen und zu verstehen (vgl. Abbildung 21.1).

In diesen acht Bereichen gibt es einige «prominente Abwesende». Für die folgenden, für guten naturwissenschaftlich-technischen Unterricht ebenfalls wichtigen Bereiche, wurden keine eigenen Kompetenzbereiche formuliert:

Die sinnvolle Berücksichtigung beider *Geschlechter* stellt im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht eine Herausforderung dar. Diesem Aspekt wird innerhalb der einzelnen Kompetenzbereiche Rechnung getragen.

Für guten naturwissenschaftlich-technischen Unterricht gibt es einige ganz spezifische Unterrichtsmethoden. Diese naturwissenschaftlich-technische *Methodenkompetenz* wird ebenfalls innerhalb der vorliegenden Kompetenzbereiche berücksichtigt.

Der überfachliche Bereich der *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (BNE) bleibt bewusst weitgehend ausgeklammert. Damit soll diesem wichtigen Zukunftskompetenzbereich nicht sein Stellenwert abgesprochen werden, ganz im Gegenteil: Es soll damit zum Ausdruck gebracht werden, dass es sich dabei um einen Kompetenzbereich handelt, für den nicht nur der naturwissenschaftlich-technische Unterricht zuständig ist.

21.4 Die Schalen und der Kern des Kompetenzrahmens

Fachliches Professionswissen

Das fachliche Professionswissen stellt den äußeren und somit alles umfassenden Kompetenzbereich dar. Es wird dabei im Sinne von Shulman (1986) verstanden und umfasst neben dem Fachwissen in den Disziplinen Biologie, Chemie, Physik sowie Technik¹ auch fachdidaktisches Wissen sowie Wissen über das Fachcurriculum (= Curriculares Wissen). Dass fachliches Professionswissen von Lehrpersonen tatsächlich eine Voraussetzung für guten naturwissenschaftlich-technischen Unterricht ist, belegen zahlreiche Studien (z. B. Baumert & Kunter, 2006; Lipowsky, 2006). So kommen Baumert und Kunter (2006) in ihrem Übersichtsartikel zum Schluss, dass Fachwissen eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung für guten Unterricht ist. Denn ein profundes Fachwissen ist eine – aber nicht die einzige – wichtige Grundlage für fachdidaktische Flexibilität. Und fachdidaktisches Wissen «scheint sich positiv sowohl auf die Qualität des Unterrichts und der

1 Technik wird umfassend begriffen als ingenieurwissenschaftliche Anwendungen von naturwissenschaftlichen Prinzipien in technischen Maschinen und Apparaten *einschließlich* der damit zusammenhängenden humanen und sozialen Aspekte. Der Technikbegriff, wie er hier verstanden wird, schließt somit Sinn- und Wertefragen mit ein und beinhaltet auch die Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft, Natur und Technik.

Lerngelegenheiten, als auch auf die Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler auszuwirken» (Baumert & Kunter, 2006, S. 493).

In den beiden Kapiteln 11 und 19 wird gezeigt, dass das «Wesen der Naturwissenschaften» einen essenziellen Bestandteil einer naturwissenschaftlich-technischen Grundbildung darstellt. Da dieser Aspekt im aktuellen Naturwissenschaftsunterricht häufig vernachlässigt wird, soll das explizite Berücksichtigen als eigenständige Kompetenz dazu beitragen, dass Lehrpersonen dem «Wesen der Naturwissenschaften» eine stärkere Beachtung in ihrem Unterricht verschaffen.

Dass Lehrpersonen einen Bezug zum Alltag, zur Aktualität, zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler schaffen können, ist gerade im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht eine nicht zu vernachlässigende Kompetenz. Solche Bezüge können zum einen zur Motivation, zum anderen zur kognitiven Aktivierung beitragen (z. B. Hugener, Pauli & Reuser, 2007; Rakoczy, Klieme & Pauli, 2008). Diesem Umstand wird sowohl in diesem Kompetenzbereich Rechnung getragen, als aber auch durch Kompetenzbeschreibungen in den Bereichen Aufgaben, Experimentieren sowie Lernorte.

Sprache im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

Die Sprache befindet sich in der zweiten Schale. Das mag erstaunen. Sie wurde deshalb in diesem Kompetenzrahmen an so prominenter Stelle platziert, da dieser Bereich von Lehrpersonen im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht meist wenig Beachtung geschenkt wird. Aber ohne Textverständnis (sowohl mündlich, als auch schriftlich) lassen sich viele naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen erst gar nicht erfassen. Deshalb spielt eine für die Zielstufe verständliche Sprache und Ausdrucksfähigkeit der Lehrpersonen eine zentrale Rolle im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht. Die Fachsprache muss erst im Laufe des Unterrichts entwickelt werden (Heitzmann, 2010). Dieser Prozess braucht neben Zeit ein hohes Maß an sprachlicher Eigenaktivität der Lernenden (Philipp, 2012), die Lehrpersonen gezielt in ihren naturwissenschaftlich-technischen Unterricht einbauen können müssen.

Umgang mit Vorstellungen² der Schülerinnen und Schüler

Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler befinden sich in der dritten Schale. Wie in Kapitel 20 zusammengefasst, bringen Kinder, Jugendliche, aber auch Erwachsene gerade im naturwissenschaftlich-technischen Bereich zahlreiche Vorstellungen mit, die den wissenschaftlichen Konzepten oft diametral gegenüberstehen. Dazu gibt es einen reichen Fundus an Forschungsarbeiten (z. B. Barke, 2006; Duit, 2009; Hammann & Asshoff, 2014; Müller, Wodzinski & Hopf, 2004). Wenn eine Lehrperson diese vorhandenen Vorstellungen ignoriert, sind Verständnisschwierigkeiten auf beiden Seiten vorprogrammiert. Deshalb ist es fundamental, dass Lehrpersonen den Umgang mit Vorkonzepten im Unterricht besondere Beachtung schenken (Möller, 2010).

Aufgaben als Schlüssel zum Anstoßen von Lernprozessen

Aufgabenstellungen spielen eine zentrale Rolle im Prozess der Aneignung von Kompetenzen durch Schülerinnen und Schüler (z. B. Adamina, 2010). Entsprechend wichtig ist es, dass Lehrpersonen nicht nur Sicherheit in der Formulierung von Aufgaben für ganz unterschiedliche Einsatzkontexte aufweisen. Lehrpersonen sollen auch Aufgaben unterschiedlich offen gestalten können, damit verschiedene Lernwege ermöglicht und Schülerinnen und Schüler differenziert gefördert werden können (Leisen, 2006; Luthiger, Wilhelm & Wespi, 2014).

Experimentieren, ein zentraler Bereich im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

Praktisches naturwissenschaftliches Arbeiten und Experimentieren bilden einen zentralen Aspekt des naturwissenschaftlichen Denkens und Handelns und sind somit integraler Bestandteil der naturwissenschaftlich-technischen Grundbildung (vgl. Kapitel 11). Entsprechend wichtig ist es, dass Lehrpersonen praktische Arbeitsweisen nicht als Selbstzweck, sondern zielorientiert einsetzen (vgl. Kapitel 13). Entscheidend ist auch, dass die Lehrpersonen das hypothetisch-deduktive Vorgehen (vgl. Kapitel 14) nicht nur selbst beherrschen, sondern die verschiedenen Phasen dieses experimen-

2 Der Begriff «Vorstellungen» umfasst zum einen Vorwissen und Vorerfahrungen, aber auch Vorstellungen, Vorkonzepte und Präkonzepte von Schülerinnen und Schülern. Diese beiden Begriffskategorien sind zwar nicht deckungsgleich, werden hier jedoch mit der Bezeichnung «Vorstellungen» zusammengefasst.

tellen Prozesses der Erkenntnisgewinnung in ihrem Unterricht den Lernenden auch bewusst machen (Emden & Sumfleth, 2012; Hammann, 2004; Mayer, Grube & Möller, 2008) und typische Fehler im Bereich des naturwissenschaftlichen Denkens gezielt thematisieren (Hammann, Phan, Ehmer & Bayrhuber, 2006).

Verständnis von Modellen und Systemen

Modelle werden oft nur als Abbilder der Wirklichkeit wahrgenommen. Entsprechend werden sie im Unterricht meist nur zur Veranschaulichung von schwer zugänglichen Strukturen oder Ideen eingesetzt. Die kritische Reflexion von Grenzen der Modelle kommt dabei oft zu kurz (Heitzmann, 2010). Weiter ist auch das Nutzen von Modellen selbst unter anderem in den deutschen Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss prominent vorhanden (KMK, 2005a–c). Lehrpersonen sollten beim Einsatz von Modellen sogar noch weiter gehen und das Entwickeln von Modellen als Teil des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozesses erfahrbar machen (Kircher, 2007; Upmeyer zu Belzen & Krüger 2010; Weitzel & Meisert, 2014). Der Umgang mit Modellen bildet zudem auch einen zentralen Aspekt für das Verständnis von Systemen. Das Anleiten von Schülerinnen und Schülern zum Umgang mit Wechselwirkungen und der Dynamik von Systemen stellt eine weitere Kompetenz dar, die Lehrpersonen beherrschen sollten (Bollmann-Zuberbühler, Frischknecht-Tobler, Kunz, Nagel & Wilhelm, 2010).

Passender Einsatz von Lernorten³

Wir sind umgeben von naturwissenschaftlich-technischen Phänomenen und Anwendungen. Darum ist es wichtig, dass im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht explizit außerschulische Lernorte sinnvoll eingebunden werden. Dabei werden «dem Lernen an außerschulischen Lernorten ... positive Wirkungen auf kognitiver und affektiver Ebene bescheinigt.» (Brovelli, von Niederhäusern & Wilhelm, 2011, S. 342). Voraussetzung dafür ist allerdings die professionelle Kompetenz der Lehrpersonen (Brovelli, von Niederhäusern & Wilhelm, 2011). Diese müssen Exkursionen als integralen Bestandteil von Unterrichtssequenzen verstehen, von der Planung der Unterrichtseinheit über

3 Der Begriff «Lernorte» umfasst Lebensräume wie Fließgewässer, Wald etc., außerschulische Lernangebote wie Museen, botanische Gärten, Zoos etc., naturwissenschaftlich-technische Betriebe sowie informelle Möglichkeiten wie Spielplätze etc.

den Einbezug in den Klassenunterricht, der Durchführung bis hin zu einer adäquaten Nachbereitung im Unterricht (Favre & Metzger, 2010).

Einsatz adäquater Diagnose- und Beurteilungsinstrumente

Im Naturwissenschaftsunterricht sollte – wie in allen anderen Fächern auch – die Zielerreichung formativ und summativ überprüft sowie mit konstruktivem Feedback gefördert werden. Insbesondere ist es wichtig, mit Diagnose- und Beurteilungsinstrumenten den spezifisch naturwissenschaftlich-technischen Kompetenzen, wie beispielsweise den manuellen Fertigkeiten oder dem naturwissenschaftlichen Denken, gerecht zu werden. Eine besondere Bedeutung kommt der formativen Leistungsbeurteilung zu, da es gerade im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht wichtig ist, dass Lehrpersonen individuelle (Fehl-)Konzepte der Schülerinnen und Schüler erfassen und zum Wissensaufbau nutzen können (Metzger, Stern & Zeyer, 2009).

21.5 Die Kompetenzen im Detail

Fachliches Professionswissen

Die Lehrperson kann sich fachliches und fachdidaktisches Wissen sowie aktuelle, für das berufliche Handeln relevante Informationen erschließen und mit der alltäglichen Unterrichtspraxis in Beziehung setzen.

(P1) Curriculares Grundwissen beherrschen

Die Lehrperson hat zentrale naturwissenschaftliche und technische Konzepte des curricularen Wissens so gut durchdrungen, dass diese in zielstufenadäquater Sprache einfach erklärt werden können.

(P2) Fachliches und fachdidaktisches Wissen ausbauen

Die Lehrperson kann sich innerhalb der eigenen Fachdisziplin neues Wissen erschließen, fachliche, fachdidaktische und methodische Kenntnisse laufend aktualisieren und ins berufliche Handeln einbauen und dadurch als Berufsperson auf dem aktuellsten Stand bleiben.

(P3) Natur der Naturwissenschaften charakterisieren

Die Lehrperson kann erklären, dass anhand naturwissenschaftlicher Erkenntnisse versucht wird, die (Um)Welt zu beschreiben, und kann erläutern, wie dieses Wissen, welches veränderbar ist, zustande kommt und belegt werden kann.

(P4) Natur der Naturwissenschaften vermitteln

Die Lehrperson kann Lernumgebungen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler sich mit dem Wesen der Naturwissenschaften auseinandersetzen und Erfahrungen sammeln können, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten, denken und kommunizieren.

(P5) Lerninhalte begründen

Die Lehrperson kann die Auswahl der Lerninhalte in Bezug auf ihre gesellschaftliche, fachliche und geschlechtssensible Relevanz überprüfen und begründen.

(P6) Lehrmittel gezielt einsetzen

Die Lehrperson kann Fachlehrmittel bewerten, auswählen und den Zielsetzungen des Lehrplans entsprechend einsetzen.

(P7) Aktuelle Themen in den Unterricht einbeziehen

Die Lehrperson kann sich neues professionsspezifisches Wissen (z. B. aus Fachliteratur, Referaten, Forschungsberichten, Tagespresse) erschließen und damit aktuelle Themen für den Unterricht aufbereiten.

Sprache

Die Lehrperson kann sprachsensiblen naturwissenschaftlich-technischen Fachunterricht planen und durchführen.

(S1) Eigene Äußerungen kritisch überprüfen

Die Lehrperson kann eigene Äußerungen kritisch dahin gehend überprüfen, ob sie gängige Vorstellungen von Lernenden unterstützen (z. B. «etwas hat Kraft»), beide Geschlechter gleichermaßen berücksichtigen und kann die Formulierungen entsprechend anpassen.

(S2) Begriffsbildung und differenzierte Verwendung von Fach- und Alltagssprache fördern

Die Lehrperson kann Lernumgebungen so gestalten, dass Begriffsbildungen vom Konkreten zum Abstrakten verlaufen, am Vorwissen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen und dass die Lernenden neue Fachbegriffe in verschiedenen Kontexten einüben, anwenden und in Beziehung zur Alltagssprache setzen können.

(S3) Erschließen von Texten anregen und begleiten

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler auf verschiedene Arten anregen und begleiten (z. B. eigenes Vormachen, Erstellen von Aufgaben zu einzelnen Leseschritten), sodass sie sich naturwissenschaftlich-techni-

sche Texte, Tabellen, Abbildungen, Diagramme und Grafiken erschließen können.

(S4) Schülerinnen und Schülern Ausdrucksmöglichkeiten bieten

Die Lehrperson kann sprach- und geschlechtersensiblen naturwissenschaftlich-technischen Fachunterricht planen und Lernumgebungen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler Gelegenheit haben, ihre Wahrnehmungen, Erfahrungen, Eindrücke, Meinungen, Fragen, Vermutungen und Argumente einzubringen und mündlich sowie wenn möglich schriftlich bzw. zeichnerisch auszudrücken.

(S5) Bewältigung von Schreib- bzw. Zeichenaufgaben unterstützen

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler auf verschiedene Arten anregen und begleiten (eigenes Vormachen, Erstellen von Aufgaben zum Schreibprozess, Bereitstellen von Redemitteln etc.), damit sie naturwissenschaftlich-technische Schreib- bzw. Zeichenaufgaben bewältigen können.

Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern

Die Lehrperson kann Vorstellungen von Lernenden erheben und im Unterricht adäquat berücksichtigen.

(V1) Vorstellungen von Lernenden erfassen

Die Lehrperson kann mit unterschiedlichen Methoden die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler sichtbar machen.

(V2) An Vorstellungen der Lernenden anknüpfen

Die Lehrperson kann Lernumgebungen so gestalten (z. B. durch die Auswahl von Aufgaben, Analogien und Experimenten), dass diese an den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen.

(V3) Wissenschaftliche Konzepte und Vorstellungen von Schülerinnen und Schüler in Beziehung setzen

Die Lehrperson kann Konzepte aus Naturwissenschaften und Technik zu den Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern in Beziehung setzen und darauf aufbauend Lernumgebungen so gestalten, dass die Lernenden zur aktiven Auseinandersetzung mit ihren eigenen Vorstellungen angeregt werden.

(V4) Reflexion und Erweiterung von Vorstellungen anregen und begleiten

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler anregen und begleiten, ihre Vorstellungen zu überprüfen, zu erweitern und/oder zu verändern und diesen Vorgang zu reflektieren.

Aufgaben

Die Lehrperson kann Aufgaben als zentrales Element eines aktiven, entdeckenden und handlungsorientierten Unterrichts einsetzen und damit Bezüge zu aktuellen Problemstellungen herstellen.

(A1) Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler herstellen

Die Lehrperson kann Aufgaben gestalten und auswählen, die Schülerinnen und Schülern die Auseinandersetzung mit Fragestellungen mit Bezug zu naturwissenschaftlich-technischen Phänomenen des Alltags, zu ihren spezifischen Interessen, zur Gesellschaft oder in der Sekundarstufe I zu Themen aus der Berufswelt ermöglichen.

(A2) Gelerntes und Neues in verschiedenen Kontexten verknüpfen

Die Lehrperson kann Aufgaben gestalten und auswählen, die gezielt und systematisch die Auseinandersetzung von bereits Gelerntem mit neuen Inhalten in verschiedenen Kontexten ermöglichen.

(A3) Verschiedene Lösungsmöglichkeiten und Lernwege zulassen

Die Lehrperson kann Aufgaben gestalten und auswählen, die verschiedene Lösungsmöglichkeiten und Lernwege zulassen, indem sie das aktive, entdeckende Lernen fördern und Schülerinnen und Schüler zum eigenständigen Entwickeln, Gestalten und Problemlösen anregen.

(A4) Schülerinnen und Schüler gemäß ihrem Leistungsstand fördern

Die Lehrperson kann Aufgaben gestalten und auswählen, die Schülerinnen und Schüler auf unterschiedlichen Leistungsniveaus ansprechen und bei der Bearbeitung durch gestufte und gezielte Hilfestellungen entsprechend ihrem Leistungsstand fördern.

Experimente, Beobachtungen, Untersuchungen und Konstruktionen

Die Lehrperson kann Experimente, Beobachtungen, Untersuchungen und Konstruktionen als zentrale Elemente des naturwissenschaftlich-technischen Erkenntnisprozesses einsetzen und den Aufbau der entsprechenden Kompetenzen bei Schülerinnen und Schülern fördern.

(E1) Experimente, Beobachtungen, Untersuchungen und Konstruktionen evaluieren

Die Lehrperson kann Experimente, Beobachtungen, Untersuchungen und Konstruktionen dahin gehend beurteilen, welche Funktion und Bedeutung sie im Erkenntnisprozess oder bei der Lösungsentwicklung haben, welche kognitiven und manuellen Anforderungen sie an die Schülerinnen

und Schüler stellen und welches Potenzial sie für einen lernwirksamen und differenzierenden Einsatz im Unterricht haben.

(E2) Formulierung von Fragestellungen und Hypothesen unterstützen

Die Lehrperson kann Experimente, Beobachtungen und Untersuchungen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler Fragestellungen und Hypothesen formulieren und diese untereinander diskutieren können.

(E3) Überprüfung von Fragestellungen und Hypothesen anregen und begleiten

Die Lehrperson kann Experimente, Beobachtungen und Untersuchungen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler Variablen zur Überprüfung ihrer eigenen oder vorgegebener Fragestellungen und Hypothesen bestimmen, adäquates Vorgehen planen und untereinander diskutieren können.

(E4) Dokumentation von Ergebnissen anregen und begleiten

Die Lehrperson kann Experimente, Beobachtungen und Untersuchungen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse auf angemessene Art und Weise (z. B. mit Diagrammen, Tabellen, Zeichnungen, beschrifteten Grafiken, Protokollen) dokumentieren können.

(E5) Kritische Reflexion von Ergebnissen anregen und begleiten

Die Lehrperson kann Experimente, Beobachtungen und Untersuchungen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse reflektieren, indem sie die Ergebnisse der Fragestellung und/oder Hypothese kritisch gegenüberstellen und mögliche Fehlerquellen bestimmen können.

(E6) Technische Konstruktionsprozesse anregen und begleiten

Die Lehrperson kann technische Herausforderungen so aufbereiten, dass Schülerinnen und Schüler selbst Lösungen konstruieren, austesten, bewerten und optimieren können.

(E7) Bezug zu relevanten Fragen aus dem Alltag herstellen

Die Lehrperson kann Experimente, Beobachtungen, Untersuchungen und Konstruktionen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler die gewonnenen Erkenntnisse zu relevanten Fragen aus dem Alltag oder zu lokalen oder globalen Herausforderungen und Problemstellungen in Bezug setzen können.

Modell- und Systemverständnis

Die Lehrperson kann Modelle und Systeme als zentrale Elemente des naturwissenschaftlich-technischen Erkenntnisprozesses einsetzen und Schülerinnen und Schüler zum Denken in Modellen und dynamischen Systemen anregen.

(M1) Modelle als Mittel zur Annäherung an die Wirklichkeit einsetzen

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler anregen und begleiten, Modelle als Mittel zur Annäherung an die Wirklichkeit zu begreifen, Unterschiede zwischen Modell und Realität zu diskutieren und dadurch zu erkennen, dass Modelle auch als Mittel zur Erkenntnisgewinnung genutzt werden können.

(M2) Stärken und Grenzen einzelner Modelle aufzeigen

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler anregen und begleiten, die Angemessenheit eines Modelles zur Erklärung eines Sachverhaltes sowie die Stärken und Grenzen einzelner Modelle kritisch zu reflektieren und entsprechende Modellerweiterungen begründen zu können.

(M3) Auswahl geeigneter Modelle anregen und begleiten

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler anregen und begleiten, passende Modelle zur Beschreibung von Eigenschaften (z. B. Ladungsmodell), Vorgängen (z. B. Teilchenmodell), funktionalen Zusammenhängen (z. B. Muskel-Skelett-Modell) oder komplexen, dynamischen Prozessen (z. B. Öko- oder Klimasysteme) verwenden zu können.

(M4) Umgang mit Systemmodellen fördern

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler anregen und begleiten, Wechselwirkungen und zeitliche Verzögerungen in Systemmodellen zu erkennen und Prognosen sowie Handlungsentwürfe auf der Basis von Systemmodellen kritisch einschätzen zu können.

Lernorte

Die Lehrperson kann Lernorte im Umfeld der Schule erschließen und für Lernprozesse nutzen sowie das Lernen innerhalb und außerhalb der Schule sinnvoll miteinander verbinden.

(L1) Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler aufgreifen

Die Lehrperson kann die vielfältigen Erfahrungen von Schülerinnen und Schülern in ihrer Lebenswelt aufgreifen und sinnvoll in den Unterricht integrieren.

(L2) Lernorte zum Aufbau von Verständnis und Interesse der Schülerinnen und Schüler nutzen

Die Lehrperson kann Lerngelegenheiten so planen und durchführen, dass durch vielfältige direkte Begegnungen mit Phänomenen, Situationen, Objekten und Menschen entdeckendes, forschendes oder problemlösendes Lernen möglich und so der Verständnis- und Interessenaufbau der Schülerinnen und Schüler gefördert wird.

(L3) Außerschulische Lernorte in den Unterricht integrieren

Die Lehrperson kann den Besuch unterschiedlicher Lernorte (z. B. Museen, Betriebe, Lebensräume, Landschaften, Industrie etc.) sinnvoll in den Unterricht integrieren, den Besuch vor- und nachbereiten und die Erfahrungen mit Schülerinnen und Schülern reflektieren.

(L4) Auseinandersetzungen mit ästhetisch-künstlerischen, anwendungsbezogenen, funktionalen und gesellschaftsbezogenen Fragestellungen ermöglichen

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schülern Begegnungen und Auseinandersetzungen mit ästhetisch-künstlerischen, anwendungsbezogenen, funktionalen und gesellschaftsbezogenen Fragestellungen in «Natur und Technik» ermöglichen.

Diagnose und Beurteilung

Die Lehrperson kann ein breites und abwechslungsreiches Repertoire an formativen und summativen Beurteilungsformen transparent sowie sach- und situationsgerecht zur individuellen Förderung und zur Notengebung einsetzen.

(D1) Variantenreiches Repertoire an formativen und summativen Lernkontrollen nutzen

Die Lehrperson kann mithilfe eines breiten Repertoires an formativen (z. B. Forschungstagebüchern, Beobachtungsprotokollen, Lernjournalen, Standortgesprächen) und summativen (z. B. Testaufgaben, Dokumentationen, Projektberichte, Präsentationen) Lernkontrollen den individuellen Lernstand der Schülerinnen und Schüler erfassen und beurteilen.

(D2) Formative und summative Lernkontrollen zur individuellen Förderung nutzen

Die Lehrperson kann Lernumgebungen so gestalten, dass Schülerinnen und Schüler aufgrund von formativen und summativen Lernkontrollen individuell gefördert werden.

(D3) Adäquate Bewertungskriterien formulieren und transparent kommunizieren

Die Lehrperson kann Bewertungskriterien und -prozesse gestalten, welche den Leistungen der Schülerinnen und Schüler gerecht werden und kann diese sowohl gegenüber den Schülerinnen und Schülern als auch gegenüber Schulleitung, Schulbehörden und Erziehungsberechtigten transparent kommunizieren.

(D4) Selbstbeurteilung und Beurteilung durch Peers unterstützen und einbeziehen

Die Lehrperson kann Schülerinnen und Schüler in die Beurteilung ihres Lernfortschritts einbeziehen und die Selbstbeurteilung sowie auch die Beurteilung durch Peers in die Gesamtbeurteilung miteinbeziehen.

21.6 Literatur

- Adamina, M. (2010). Mit Lernaufgaben grundlegende Kompetenzen fördern. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr* (S. 117–132). Bern: Haupt.
- Baumert, J. & Kunter, M., (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9(4), 469–520.
- Bollmann-Zuberbühler, B., Frischknecht-Tobler, U., Kunz, P., Nagel, U. & Wilhelm Hamiti, S. (2010). *Systemdenken fördern. Systemtraining und Unterrichtseinheiten zum vernetzten Denken. 1. bis 9. Schuljahr*. Bern: schulverlag plus.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Heidelberg: Springer.
- Brovelli, D., von Niederhäusern, R. & Wilhelm, M. (2011). Ausserschulische Lernorte in der Lehrpersonenbildung – Theorie, Empirie und Umsetzung an der PH Luzern. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 29(3), 342–352.
- D-EDK, Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (Hrsg.) (2015). *Lehrplan 21 – Natur, Mensch, Gesellschaft*. Bereinigte Fassung vom 26.03.2015. Abgerufen von <http://vorlage.lehrplan.ch> > Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG). (24. März 2016).
- Duit, R. (2009). *Bibliography – STCSE. Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. Online unter: <http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/> (10. Februar 2016).
- Emden, M., & Sumfleth, E. (2012). Prozessorientierte Leistungsbewertung. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 65(2), 68–75.
- Favre, P. & Metzger, S. (2010). Ausserschulische Lernorte nutzen. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr* (S. 165–180). Bern: Haupt.
- Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle. *Der mathematisch Naturwissenschaftliche Unterricht MNU*, 57(4), 196–203.
- Hammann, M., Phan, T. T. H., Ehmer, M., & Bayrhuber, H. (2006). Fehlerfrei Experimentieren. *Der mathematisch Naturwissenschaftliche Unterricht MNU*, 59(5), 292–299.
- Hammann, M. & Asshoff, R. (2014). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht*. Seelze: Friedrich.
- Heitzmann, A. (2010). Von der Alltagssprache zur Fachsprache gelangen. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr* (S. 73–86). Bern: Haupt.
- Hugener, I., Pauli, C., & Reusser, K. (2007). Inszenierungsmuster, kognitive Aktivierung und Leistung im Mathematikunterricht. Analysen aus der schweizerisch-deutschen Videostudie. In D. Lemmermöhle, M. Tothgangel, S. Bögeholz, M. Hasselhorn, & R. Watermann (Hrsg.), *Professionell Lehren – Erfolgreich Lernen* (S. 109–212). Münster: Waxmann.
- Kircher, E. (2007). Modellbegriff und Modellbildung in der Physikdidaktik. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 735–762). Heidelberg: Springer.
- KMK, Kultusministerkonferenz (2005a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand. Abgerufen von https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf (24. März 2016).

- KMK, Kultusministerkonferenz (2005b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand. Abgerufen von https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf (24. März 2016).
- KMK, Kultusministerkonferenz (2005c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand. Abgerufen von https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf (24. März 2016).
- Leisen, J. (2006). Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 59(5), 260–266.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. 51. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik: Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern: Ausbildung und Beruf (S. 47–70). Weinheim: Beltz.
- Luthiger, H., Wilhelm, M. & Wespi, C. (2014). Kategoriensystem für ein kompetenzorientiertes Aufgabenset. *Journal für LehrerInnenbildung*, 14(3), 56–66.
- Mayer, J., Grube, C. & Möller, A. (2008). Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Bd. 3, S. 63–79). Innsbruck: Studienverlag.
- Metzger, S., Stern, E. & Zeyer, A. (2009). *Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich*. Zürich: Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik (ZHSF).
- Möller, K. (2010). Lernen von Naturwissenschaften heisst: Konzepte verändern. In P. Labudde, (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr* (S. 57–72). Bern: Haupt.
- Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.). (2004). *Schülervorstellungen in der Physik*. Köln: Aulis.
- Philipp, M. (2012). *Motiviert lesen und schreiben. Dimensionen, Bedeutung, Förderung*. Seelze: Friedrich.
- Rakoczy, K., Klieme, E. & Pauli, C. (2008). Die Bedeutung der wahrgenommenen Unterstützung motivationsrelevanter Bedürfnisse und des Alltagsbezugs im Mathematikunterricht für die selbstbestimmte Motivation. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(1), 25–35.
- Shulman, L. S. (1986): Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Upmeyer zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41–57.
- Weitzel, H. & Meisert, A. (Hrsg.). (2014). Modelle. *Unterricht Biologie* 397/398. Seelze, Friedrich.

Unter dem Titel «Innovation SWiSE – Swiss Science Education» engagieren sich seit 2009 zahlreiche Expertinnen und Experten der Naturwissenschaftsdidaktik für die Weiterentwicklung des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts in der Schweiz. Im vorliegenden Band werden zunächst Rahmenbedingungen und Facetten von SWiSE vorgestellt. Erfolgsfaktoren und Herausforderungen der Weiterbildungsangebote werden diskutiert, Synergien mit anderen Initiativen vorgestellt und das Projekt «SWiSE-Schulen» näher beleuchtet. Der Fokus des zweiten Teils liegt auf den naturwissenschaftsdidaktischen Grundlagen von SWiSE. Ausgehend von einer Auslegeordnung zur naturwissenschaftlich-technischen Grundbildung werden Aspekte des praktischen und forschend-entdeckenden Lernens für alle Stufen der obligatorischen Schule vorgestellt. Den Abschluss bildet der SWiSE-Kompetenzrahmen für naturwissenschaftlich-technisches Unterrichten.



 **Haupt**