

## 7 Zugänge zum naturwissenschaftlichen Lernen öffnen

Marco Adamina und Kornelia Möller

- Lehren im naturwissenschaftlichen Unterricht ist in erster Linie darauf ausgerichtet,
- a) das *Verstehen* von Erscheinungen, Situationen und Prozessen in der Natur und in der Technik zu unterstützen (Zugang zu grundlegenden Konzepten),
  - b) *Fähigkeiten und Fertigkeiten* zum zunehmend eigenständigen Erschließen, Bearbeiten, Klären und Festhalten bzw. Präsentieren von Sachen und Situationen zu fördern (Zugang zu Methoden der Erkenntnisgewinnung),
  - c) zur Entwicklung von *Interessen und Neugierde* beizutragen,
  - d) Erfahrungen zu ermöglichen und die Entwicklung von Handlungsbereitschaften zu fördern,
  - e) und dabei die Entwicklung von *Selbstwirksamkeit und Dialogfähigkeit* zu unterstützen, damit die Lernenden sich das Selber-Herausfinden und -Verstehen zutrauen und sich austauschen können.

Um diese Ausrichtung im Arrangement von Unterricht aufzunehmen, sollten Schülerinnen und Schüler beim Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht Gelegenheiten haben,

... für sie bedeutsame Fragen und Probleme aufzunehmen	... eigene Vorstellungen und Vorkenntnisse einzubringen	... eigene Ideen zu entwickeln, umzusetzen und zu gestalten
... anspruchsvolle und auch längerdauernde Lernprozesse anzugehen	... über die Begegnungen mit Sachen sowie über Lernerfahrungen und über Lernwege nachzudenken	
... Sachen und Situationen nachzugehen, weiter zu danken, zu vergleichen, anzuwenden und zu übertragen	... sich auszutauschen, gemeinsam Anliegen aufzunehmen, eigene Ideen zu begründen und Begründungen anderer zu überprüfen	

Die genannten Lerngelegenheiten betonen ein eigenständiges, aktives, kooperatives, reflexives und anwendungsbezogenes Lernen von Naturwissenschaften in bedeutsamen Kontexten und folgen damit neueren sozial-konstruktivistischen und kognitiv-konstruktivistischen Ideen (vgl. Kap. 4.4). Die im folgenden Kapitel vorgestellten Zugänge sollen *Möglichkeiten* aufzeigen, diese Intentionen in der Gestaltung von Lernprozessen aufzugreifen.

## 7.1 Grundlegende Prinzipien für Zugänge im naturwissenschaftlichen Unterricht

Seit jeher wurden im Zusammenhang mit dem naturwissenschaftlichen Lernen Ideen, Anregungen und Empfehlungen zur Gestaltung von Zugängen im Unterricht entwickelt. Schon Comenius, Pestalozzi, Diesterweg und Harnisch betonten im sogenannten Realien- und Anschauungsunterricht z. B. die originale Begegnung, das eigene Nachdenken und die Selbstständigkeit der Lernenden. Weitere Ideen und Gedanken entstanden innerhalb reformpädagogischer Strömungen zu Anfang des 20. Jahrhunderts: Mit Bezug auf die bereits entwickelte «Anschauungspädagogik» wurden dabei die Erlebnisorientierung, der Handlungsbezug, die eigenständige und projektartige Erschließung von Sachen und Situationen, das freie Gespräch und das von eigenen Erfahrungen ausgehende Nachdenken über die Dinge aufgenommen, so z. B. von Dewey, Gaudig, Geheeb, Kerschensteiner, Hahn und Montessori. Martin Wagenschein entfaltete diese Gedanken in dem von ihm begründeten «genetischen» Unterricht seit den 50er- und 60er-Jahren weiter. Seit 1970 wurde die Diskussion vor allem im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht durch Fragen der Sach- und Wissenschaftsorientierung einerseits und der Orientierung an den Interessen und den Denkweisen der Lernenden andererseits geprägt.

Im Zusammenhang mit empirischen Ergebnissen aus der neueren Lehr- und Lernforschung (vgl. dazu Kapitel 4 zu Conceptual-Change-Ansätzen) lassen sich einige grundlegende Prinzipien und Folgerungen für die Ausrichtung von Zugängen im naturwissenschaftlichen Unterricht ableiten (vgl. obere Abbildung rechts). Dabei zeigen sich erstaunliche Ähnlichkeiten zwischen Ideen und Postulaten aus früheren Zeiten und den Folgerungen aus der neueren Forschung. Die untere Abbildung zeigt unterschiedliche Formen der Begegnung und Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen und technischen Phänomenen, welche eine Rhythmisierung in der Gestaltung von Lernprozessen ermöglichen.

In den folgenden Abschnitten werden drei Zugänge für das naturwissenschaftliche Lernen näher beleuchtet: das handlungsbezogene, genetische und problemorientierte Lernen. Dabei handelt es sich um Ansätze, die in bestimmten Kontexten entstanden sind, wobei auf einige Prinzipien der Unterrichtsgestaltung in besonderer Weise fokussiert wird. Sie überschneiden sich in manchen der aus ihnen gezogenen konkreten Folgerungen für die Unterrichtsgestaltung, unterscheiden sich jedoch in den ihnen zugrunde liegenden Kernideen.

## Grundlegende Prinzipien zur Ausrichtung von Unterrichtssequenzen

**Originale Begegnung**  
Möglichst direkte, authentische Begegnung mit den Sachen und Situationen vor Ort durch Erfahrung und Erkundung

**Bewusste Wahrnehmung**  
Hinwendung zur Sache durch bewusstes und gezieltes Betrachten und Beobachten, Hören, Tasten...

**Situierung, Erfahrungsbezug**  
Bezug zu eigenen Erfahrungen, Vorstellungen und eigenem Vorwissen; Anknüpfen an authentischen, für die Lernenden bedeutungsvollen Situationen

**Grundlegende Prinzipien für Zugänge im naturwissenschaftlichen Unterricht**

**Aktivierung, Handlungsbezug**  
in Sinne von eigenständigem und selbstbestimmten Erschließen von Sachen und Situationen, von eigenem Handeln verbunden mit gedanklichem Ordnen

**Strukturierung, Orientierung**  
Herstellen von Zusammenhängen zwischen Teilinhalten, die Verortung von Beispielen zu allgemeinen Konzepten, durch Einordnung von Abläufen, mithilfe von «Advanced- und Post-Organizern»

**Fragen-, Problemorientierung**  
Fragen und Probleme mit Bezug zu Sachen und Situationen als Ausgangspunkte für Lernprozesse; Fragen, Probleme mit Lücken und Widersprüchen als anspruchsvolle, offene Lernaufgaben

## Verschiedene, sich ergänzende Formen der Begegnung und Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen

**ästhetisch**  
durch sinnliche Wahrnehmung, sinnhafte, bedeutungsstarke Bezüge

**forschend – erkundend**  
durch das Explorieren und Erschließen in der direkten Begegnung

**intuitiv – expressiv**  
durch emotionale, ausdrucksstarke Bezüge, Empfindungen

**fragend – dialogisch**  
durch das Aufnehmen/Unterbreiten von Fragen, den Dialog und Diskurs

**Formen der Begegnung und Auseinandersetzung**

**logisch – quantitativ**  
durch Sammeln, Zählen, Messen, Vergleichen, Experimentieren u. a.

**narrativ**  
durch «Geschichten» und «Erzählungen», biografische Bezüge u. a.

**sich informierend**  
durch das Erschließen und Bearbeiten von Informationen

**verortend – orientierend**  
durch Ordnen, Verbinden, Strukturieren, Modellieren, Analogien bilden u. a.

**handelnd – gestaltend**  
durch das eigene Handeln, durch Nachkonstruieren, Gestalten

## 7.2 Fokus 1: Ansätze handlungsbezogenen Lernens

Bereits in der Reformpädagogik finden sich verschiedene Ansätze, die auf das Handeln Bezug nehmen. So betonen Kerschensteiner das handwerkliche Schaffen, Dewey und Kilpatrick das »learning by doing« in relevanten Situationen, Gaudig die mit dem Schaffen verbundene freie geistige Tätigkeit und Montessori den stimulierenden Einfluss des Umgangs mit Dingen auf die geistige Entwicklung des Kindes.

Piaget kommt das Verdienst zu, auf die grundlegende Bedeutung des Handelns für das sich entwickelnde Denken bei Lernenden aufmerksam gemacht zu haben. Auch wenn die Stadientheorie Piagets aufgrund einer Vielzahl neuerer Untersuchungen nicht mehr aufrechtzuerhalten ist, bleibt die Grundaussage der Theorie Piagets zur geistigen Entwicklung unangetastet: Anspruchsvolle geistige Operationen gelingen besser, wenn die Gegenstände, auf die sich die geistigen Operationen beziehen, anwesend sind oder wenn konkrete, zuvor im Handeln erworbene Vorstellungen vorhanden sind. Anknüpfend an Piagets Theorie der geistigen Entwicklung, betont Aebli die Notwendigkeit von Handlungen beim Aufbau geistiger Operationen. »Soweit als möglich muss man dem Schüler, der tastend nach Lösungen sucht, Gelegenheit geben, die Operation effektiv auszuführen« (Aebli, 1976, S. 96). An die Lehrkraft stellt dieser Ansatz die Forderung, Aufgaben zu stellen, die den Erwerb theoretischer Begriffe und Operationen unterstützen (Kap. 8).

Im Unterricht werden handlungsbezogene Zugänge vor allem in Formen des Forschens, Erkundens, Erprobens, Untersuchens und Herstellens realisiert (vgl. Beispiele rechts und Kap. 9). Entscheidend ist hierbei der Grad der Vernetzung mit gedanklichen Aktivitäten: Besteht kein Zusammenhang zwischen Handlungsstrukturen und angestrebten Denkstrukturen, so handelt es sich eher um einen »praktizistischen« Unterricht, dem es zwar um Motivierung und Selbsttätigkeit der Lernenden geht, der sich aber kaum förderlich auf das Denken und die Lernergebnisse auswirkt (Möller, 2007b).

Beim Einbezug von Handlungsformen ist es deshalb entscheidend, die Funktion von Handlungen für den Aufbau- und Verstehensprozess im Blick zu behalten. Im angelsächsischen Bereich wird hierfür die treffende Bezeichnung »hands on and brains on« verwendet. Berücksichtigt man diese Forderung, so erweisen sich handlungsbezogene Unterrichtssituationen im Lichte der neueren Conceptual-Change-Forschung als geeignete Zugänge, da sie das aktive Konstruieren von Wissen unterstützen, die Überprüfung von Vermutungen und Ideen ermöglichen sowie die Anwendung des Gelernten fördern.

## Handlungsbezogenes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht im Lichte aktueller Conceptual-Change-Ansätze

(vgl. Kapitel 4.4)

Im naturwissenschaftlichen Unterricht lassen sich verschiedene Handlungsformen nutzen (Kap. 9), z. B. das Beobachten (bei der Untersuchung des Lösens von Salz in Wasser), Herstellen (Aufbau eines elektromagnetischen Schalters, eines einfachen Luftdruckbarometers), Untersuchen (Kettengeräte beim Fahrrad, Wirkung von Magneten), Erproben und Testen (Funktionsfähigkeit eines selbst hergestellten Fahrzeugs mit Steuerung), Experimentieren (Abhängigkeit der Verdunstung von Temperatur, Oberfläche, Wind) und Erkunden (Geländeformen). Solche Handlungsprozesse fördern den Aufbau von Vorstellungen in vielfältiger Art und Weise:

- ☛ Handlungen unterstützen die für konzeptuelle Veränderungen notwendige Erkenntnis, dass bereits vorhandene Vorstellungen Grenzen haben: Lernende, die glauben, dass Salz beim Lösen verschwindet, kommen zum Beispiel ins Zweifeln, wenn sie die Lösung probieren. Handlungen tragen so dazu bei, die Belastbarkeit von Vorstellungen in realen Situationen zu evaluieren. (1. Bedingung für Conceptual Change von Posner et al., 1982)
- ☛ Handlungen können dazu beitragen, neue Konzepte verständlich zu machen, wenn – im Sinne Aebli – Denkstrukturen mit Handlungsstrukturen verknüpft sind. Das Untersuchen des inneren Aufbaus einer Glühlampe hilft z. B. zu verstehen, in welcher Form die Leitungen an die Glühlampe angeschlossen werden müssen, um einen Stromfluss zu gewährleisten. (2. Bedingung für Conceptual Change von Posner et al., 1982)
- ☛ Handlungen, die in reale Kontexte eingebettet sind (wie z. B. das Erproben des Schwimmens eines Holzstammes in einem nahe gelegenen Teich), können die Plausibilität neuer Konzepte unterstreichen. (3. Bedingung für Conceptual Change von Posner et al., 1982)
- ☛ Im Handeln können Lernende auch erfahren, dass ihr entwickeltes Konzept sich in der Anwendung bewährt, also »fruchtbar« ist, eine weitere Bedingung für konzeptuelle Veränderungen. Dies ist möglich, wenn Lernende Erfahrungen und Situationen aus ihrer Lebenswelt mithilfe erarbeiteter Vorstellungen verstehen können, z. B. wenn sie das Aufsteigen eines schwimmenden Menschen im Wasser beim starken Einatmen deuten können. Auch die Erfahrung, dass verstandene Konzepte das Erstellen von Handlungsprodukten unterstützen oder sogar erst ermöglichen, lässt »Fruchtbarkeit« des Gelernten erleben. (4. Bedingung für Conceptual Change von Posner et al., 1982)
- ☛ Durch die Aussicht, etwas erforschen, untersuchen, erproben oder bewirken zu können, üben Handlungen eine aktivierende Funktion aus und wirken vor allem bei vielen jüngeren Lernenden aufmerksamkeitssteigernd. Da konzeptuelle Veränderungen Mühe und Anstrengungsbereitschaft erfordern (vgl. die sogenannten heißen Conceptual-Change-Theorien), können Handlungen die Lernenden dazu motivieren, diese Anstrengung auf sich zu nehmen.
- ☛ Handlungen finden zumeist in sozialen Gefügen statt. Der dabei vorhandene Austausch in der Lerngruppe fördert das Prüfen und Entwickeln von Vorstellungen im gemeinsamen Diskurs (Kap. 15), wodurch individuelle Denkprozesse stimuliert werden können. Der in der Theorie des Sozialen Konstruktivismus benutzte Begriff »shared cognition« kennzeichnet diesen Prozess treffend.

### 7.3 Fokus 2: Ansätze genetischen Lernens

Wagenschein (1968) entwickelte den Ansatz des genetischen Unterrichts für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereich. Er ist als Gegenentwurf zu einem Unterricht zu verstehen, der sich auf die Weitergabe fertiger Wissensbestände beschränkt. Genetischer Unterricht soll Lernenden die Möglichkeit geben, Wissen durch eigenes Nachdenken zu erwerben und – in diesem Prozess des Generierens von Wissen – auch zu verstehen. Den Begriff des «Genetischen» entfaltet Wagenschein als *genetisches-sokratisches-exemplarisches* Lehren. *Genetisches* Lehren führt, so Wagenschein, ohne Bruch vom Sehen zum Verstehen, vom Nachdenken über auffällige Phänomene in die wissenschaftliche Denkweise hinein. Die Gesprächsführung im Unterricht soll *sokratisch* sein: In Anlehnung an Sokrates soll die Lehrperson das Gespräch mit den Schülerinnen und Schülern leiten, nicht dozierend, informierend, Ergebnisse und Fertiges unterbreitend, sondern dialogisch, Beiträge der Lernenden aufnehmend, stimulierend und provozierend. *Exemplarität* bedeutet eine begründete Beschränkung auf beispielhafte Themen und Arbeitsweisen, mit dem Ziel, Zeit für eine vertiefte Auseinandersetzung zu gewinnen.

Die Ziele des genetischen Unterrichts fasst Wagenschein so zusammen: Es geht um Einwurzelung des Wissens, das heißt um die Verknüpfung des Erlernten mit der erlebten Wirklichkeit des Lernenden, um produktive Findigkeit, das heißt um eine Erziehung zum kritischen, argumentierenden Denken sowie um die Nutzung der angebotenen Denk- und Lernlust des Kindes.

In der deutschsprachigen Didaktik wurde Wagenscheins Ansatz z. B. von Köhnelin für den Sachunterricht sowie von Roth, Klafki, Berg und Rumpf für die Erziehungswissenschaft mit Bezügen zu Fachdidaktiken aufgegriffen. In der angelsächsischen Literatur ist der Ansatz auch wegen mangelnder Übersetzungen noch wenig verbreitet – einzig der Begriff «socratic dialogue» findet sich dort als methodisches Arrangement im Zusammenhang mit sozial-konstruktivistischen Positionen. Inhaltlich verwandt ist allerdings der auf Bruner zurückgehende und in den 1960er-Jahren entwickelte Ansatz des «discovery learning» wie auch der in der heutigen angelsächsischen Naturwissenschaftsdidaktik verbreitete «scientific-inquiry»-Ansatz (Kap. 9). Mit dem Grundgedanken des «Genetischen» verwandte Begriffe finden sich auch in der deutschsprachigen Didaktik: Forschend-entdeckendes Lernen und kognitiv aktivierendes Lernen sind Beispiele hierfür. Zu Zugängen, die auf der Basis neuerer Conceptual-Change-Theorien entwickelt wurden (Kap. 4), hat der genetische Ansatz eine große Affinität (Möller, 2007a).

### Facetten des Genetiscl.

(Möller, 2001)

Bei einem genetischen Zugang können verschiedene Facetten unterschieden werden:

1. aus *individual-genetischer Perspektive* geht es um den Aufbau von Wissen durch die Lernenden, um das Überprüfen von Vermutungen und das selbsttätige Schließen,
2. aus *logisch-genetischer Perspektive* ergibt sich die Forderung an die Lehrkraft, eine geeignete Auswahl, Anordnung und Strukturierung der Lerninhalte vorzunehmen,
3. aus *historisch-genetischer Perspektive* stellt sich die Frage, ob Lerninhalte durch den Einbezug historischer Kontexte und Entwicklungen interessant und lernförderlich gestaltet werden können.

#### Ein Beispiel für die 3.–6. Klasse zur Verknüpfung der Facetten:

In einem *individual-, logisch- und historisch-genetisch* angelegten Unterricht bearbeiteten wir das Thema «Luftdruck und Vakuum entdecken». Ausgehend von Erfahrungen, die Kinder bereits bei der Bearbeitung des Themas Luft gemacht hatten, stellte sich die Frage, ob eigentlich überall Luft sei oder ob es auch einen Raum ohne Luft geben könne. Erzählungen aus der Geschichte über Spekulationen zum «Horror vacui» regten dazu an, selbst ein Vakuum herzustellen (mit Strohhalm, Vakuumpumpen, Kerzen usw.). Guericke's historischer Halbkugel-Versuch wurde im Film betrachtet und mit «Saugpumpen» nachgestellt; die ungeheure Wirkung des Luftdrucks konnte anschließend anhand von Alltagsphänomenen erfahren werden (Saughaken, Einmachgläser, Saftflaschen, Vakuumverpackungen ...) (*historisch-genetischer Aspekt*). Bei der weitgehend selbsttätigen Deutung der Experimente und Phänomene vollzogen die Lernenden einen wichtigen Konzeptwechsel: Sie veränderten ihre Alltagsdeutung, dass Luft weggesaugt wird (z. B. beim «Saugen» mit einem Strohhalm) in das Konzept «Luft drückt».

Mit dieser Konzeptveränderung war es möglich, alltagsweltliche Phänomene, wie zum Beispiel die Funktionsweise eines Staubsaugers oder das Haltbarmachen von Lebensmitteln auf das Herstellen eines Vakuums zurückzuführen. Den Lernenden war der Aufbau wissenschaftsnaher Konzepte gelungen (*individual-genetischer Aspekt*). Voruntersuchungen hatten gezeigt, dass Lernschwierigkeiten dadurch entstanden, dass das Druckkonzept für die Lernenden nicht plausibel genug war. Wieso soll Luft, die man nicht spürt, drücken? Wir veränderten daraufhin den Aufbau unseres Unterrichts und begannen mit der Frage, ob Luft etwas wiegt oder nicht. Auch hier machten historische Bezüge die Fragestellung authentisch. In einem Experiment, das die Lernenden selbst entwickelten, stellten sie fest, wie viel ein Liter Luft wiegt. Wie schwer die Luft aufuns lastet, wurde über Vergleiche verständlich gemacht. Diese *logisch-genetische Anordnung* von Lernschritten half den Schülerinnen und Schülern, das Saugkonzept in das Konzept «Luft drückt» zu überführen. (Möller et al., 2007, Klassenkiste Luft und Luftdruck)

## 7.4 Fokus 3: Ansätze des problem- und projektorientierten Lernens

Ansätzen des problem- und projektorientierten Lernens und der Anwendung von Wissen und Können in neuen Situationen wird in jüngerer Zeit wieder mehr Bedeutung im naturwissenschaftlichen Unterricht beigemessen (Kap. 1). Diese Entwicklung steht insbesondere auch in Verbindung mit Ergebnissen aus den internationalen Schulleistungsstudien von TIMSS und PISA und Ergebnissen aus der fachdidaktischen Lehr- und Lernforschung (Kap. 4). Diskutiert wird vor allem, dass der naturwissenschaftliche Unterricht zu wenig auf Verstehen und Wissensanwendung ausgerichtet ist, und dass Fähigkeiten des selbstgesteuerten und kooperativen Lernens zu wenig gefördert werden. Zudem wird der mangelnde Bezug zu außerschulischen Erfahrungen kritisiert (Kap. 11). Schulisches Lernen beschränkt sich deshalb häufig auf sogenanntes träges Wissen, das außerhalb des schulischen Kontextes kaum nutzbar ist.

Ausgangspunkte für problemorientierte Lernsituationen bilden bedeutsame – nicht bereits vorsorglich reduzierte – Fragen und Probleme bzw. durch die Lehrenden initiierte Problemstellungen und Situationen aus der Lebenswelt der Lernenden. Diese werden im Verlaufe des Unterrichts unter Einbezug von Erfahrungen und Vorstellungen der Lernenden aufgenommen, in Teilfragen und -probleme aufgeteilt, bearbeitet und geklärt. Dabei treten neue Fragen, Un- oder Scheinklarheiten auf, denen nachzugehen und nachzuspüren ist. Neue Erkenntnisse werden auf andere Situationen der Lebenswelt übertragen und «geprüft». Bei dieser Auseinandersetzung mit Erscheinungen und Situationen stehen fragend-entdeckende (Kap. 9), aktiv-handelnde, im Dialog und Austausch mit anderen (Kap. 15) geführte Zugänge im Vordergrund (Einsiedler, 1994). Beim projektorientierten Lernen spielen zudem das Mitwirken bzw. das gemeinsame Planen, Sich-Ziele-Setzen, die Durchführung von Vorhaben und das Lösen von lebensweltlichen Problemen eine bedeutende Rolle. Dabei sind Aspekte der Selbstorganisation, der Arbeitsteilung und -absprache, der Ko-Konstruktion und Kooperation von großer Bedeutung.

Ansätze eines problem- und projektorientierten Lernens führen insbesondere zurück zu Dewey und Kilpatrick (1935), die mit dem Ziel einer verstärkten Erfahrungs- und Handlungsorientierung ein Lernen durch problemlösendes Arbeiten in gesellschaftlich relevanten Projekten forderten, das sie in einen demokratiefördernden Kontext stellten. Dieser Ansatz hat Gemeinsamkeiten mit entdeckenden bzw. forschenden (Inquiry Approach), handlungsorientierten und genetischen Zugängen.

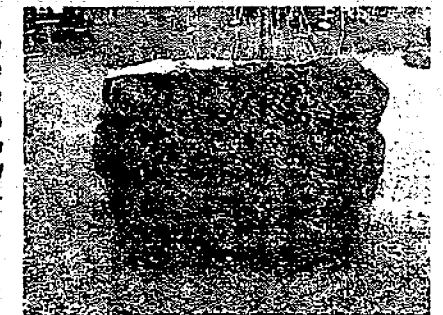
## Schritte der «Denkenden Erfahrungsverarbeitung» im Rahmen eines problem- und projektorientierten Unterrichtsverlaufs

(in Anlehnung an Dewey, 1993 (1916) und Gudjons, 2001; siehe auch Kap. 9)

Verschiedene Grade der Selbstorganisation, des eigenständigen und kooperativen Arbeitens, der Mitwirkung und Partizipation der Lernenden	<b>Eine Frage, ein Problem, eine Idee als Ausgangspunkt</b>	«Durch Befremdung, Verwirrung oder Zweifel begegnet man einer Schwierigkeit» <sup>1</sup> – Situationsbezug, Interessen, Relevanz, Bedeutung
	<b>Ideen, Fragen, Probleme formulieren; Vermuten, Deuten u. a.</b>	«Die Schwierigkeit wird lokalisiert, präzisiert ...», eine Deutung, «Vorausberechnung» wird vorgenommen. Vorwissen, Vorstellungen, Bezugspunkte, Ideen weiterentwickeln
	<b>Planen, Vorgehen besprechen, Ideen erörtern</b>	Wie können wir das Problem, das Vorhaben aufnehmen, angehen, bearbeiten? Zielgerichtete Planung des Vorhabens, des Projektes
	<b>Erkunden; Informationen erschließen; Befragen; «Erforschen»</b>	«Erkundungen klären das Problem auf und machen mögliche Lösungen und Ergebnisse sichtbar.» Ergebnisse werden ausgetauscht, ergänzt, «mit Vermutungen kontrastiert».
	<b>Ausworten, Übertragen, Anwenden</b>	«Eine logische Problembewältigungsstrategie wird angenommen und probalhalber umgesetzt.»
<b>Evaluieren, Reflektieren</b>	«Eine Evaluierung der Konsequenzen führt zur Annahme oder Ablehnung der Strategie. Die Reflexion ist ein unbedingter Bestandteil der denkenden Erfahrung.»	

<sup>1</sup> in Anführungszeichen: Zitate aus Dewey (1993, S. 201, [1916]).

«Woher kommen diese Riesensteine?» Die Schülerinnen und Schüler der 5. Klasse haben ihre Umgebung erkundet und dabei eine Frageliste zusammengestellt zu Dingen, die sie über ihre Umgebung nicht wissen und können, so z. B. «Woher kommen die Riesensteine auf dem Pausenplatz?», «Warum hat es auf dem Spielfeld beim Schwimmbad immer so viele Pfützen (Wasserlachen)?»



Im Klassengespräch werden die Fragen aufgenommen und geordnet. Die Schülerinnen und Schüler wählen, welche Fragen sie besonders interessieren, und bilden Forschergruppen nach Interessen. Das Vorgehen wird besprochen, «Forscherpläne» erstellt, Erkundungen, Befragungen und Recherchen durchgeführt sowie Ergebnisse

zusammengestellt und ausgetauscht. Eine Ausstellung wird gestaltet, und die Parallelklasse kommt zum «Forscheraustausch», wobei Ergebnisse und Forscherwege besprochen werden. Eine gemeinsame Erkundung der «Objekte» und der nahe gelegenen Kiesgrube bildet den Abschluss.

## 7.5 Aktiv-entdeckende, eigenständige und dialogische Lerngelegenheiten im naturwissenschaftlichen Unterricht

In den vorangehenden Abschnitten wurden grundlegende Prinzipien und Ansätze zur Gestaltung naturwissenschaftlichen Unterrichts sowie entsprechende Entwürfe für Lernarrangements beschrieben. Dabei wurde auf Ansätze fokussiert, welche auf möglichst authentische, für die Lernenden bedeutsame Fragen ausgerichtet sind und bei welchen aktiv-entdeckendes, individuell-konstruktives, dialogisches und reflexives Lernen betont wird (vgl. 4.1). Entsprechende Lernmöglichkeiten sollten auf jeder Schulstufe angeboten werden. Dazu gehören auch originale und länger dauernde – z. B. über Jahreszeiten hinweg oder in bestimmten Phasen eines Prozesses – Begegnungen mit Objekten, Erscheinungen oder Personen sowie das eigenständige Erschließen von Sachen und das gemeinsame Entwickeln und Umsetzen von Vorhaben.

Im Rahmen des Projektes «HarmoS Bildungsstandards Naturwissenschaften» (Kap. 1.5; Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008) wurden sieben Typen von Lerngelegenheiten beschrieben, die einer solchen Ausrichtung entsprechen. Diese Lerngelegenheiten, oft verbunden mit entsprechenden Lernaufgaben (Kap. 8), ergänzen Arrangements im Unterricht, die in stärker angeleiteter Form auf die Entwicklung grundlegender Kompetenzen zielen.

In solchen Arrangements werden Anliegen genetischer, handlungs-, problem- und projektorientierter Ansätze (vgl. 4.2–4.4) aufgenommen. Verbunden damit ist die Förderung bereichsspezifischer *und* überfachlicher Kompetenzen wie eigenständiges Arbeiten, Kooperieren, Mitteilen und Austauschen, Gestalten und Umsetzen. Ausgegangen wird dabei von exemplarisch-repräsentativen Themen bzw. von Frage- und Problemstellungen (z. B. ein ausgewählter Lebensraum, ein Naturphänomen, technische Entwicklungen), zu welchen im Rahmen von Lernsituationen Erkenntnisse und Vorstellungen erweitert, verändert sowie persönliche Bezugspunkte vertieft werden können. Derartige Lerngelegenheiten sind komplex angelegt und häufig auf das Anwenden und Übertragen bereits aufgebauter und geübter Fähigkeiten ausgerichtet. Sie setzen eine angemessene Rhythmisierung von angeleiteten *und* selbstgesteuerten Sequenzen, das Anknüpfen an Erfahrungen *und* die Hinwendung zu (neuen) sachbezogenen Auseinandersetzungen voraus und erfordern die unterstützende Begleitung durch die Lehrperson (vgl. Kap. 12). Gleichzeitig ermöglichen sie vertiefte Einblicke in Lernprozesse und -ergebnisse und geben Hinweise für die weitere Planung des Unterrichts.

## Typen und Beispiele von aktiv-entdeckenden, eigenständigen und dialogischen Lerngelegenheiten im naturwissenschaftlichen Unterricht

**Typ 1:**  
Fragen nachgehen, über Situationen nach- und vordenken

In gemeinsamen Lernsituationen «großen Fragen» zu Natur und Technik nachgehen (z. B. Wann ist etwas lebendig und wann nicht? Wie ist der Traum vom Fliegen möglich?).

**Typ 2:**  
Fragen, Phänomenen und Situationen fragend-entdeckend («forschend») nachgehen

Exemplarisch Fragen zu Natur und Technik auf explorierende oder experimentierende Art nachgehen (z. B. zu den Themen Energieumwandlungen, Wissen und Weiden bzw. zu Fragen der Art «Wie funktioniert dieses Gerät, diese Anlage?»).

**Typ 3:**  
Situationen in natürlichen Lebensräumen oder technischen Umgebungen begegnen und erkunden

Erfahrungen und Erkenntnisse aus Erkundungen in der direkten Begegnung mit Lebewesen, Sachen, Objekten, Erscheinungen, Situationen aufnehmen und dokumentieren (z. B. im Rahmen einer Land- bzw. Bergschulwoche, einer Exkursion, an außerschulischen Lernorten in der Umgebung).

**Typ 4:**  
Über längere Zeit exemplarisch Vorgänge beobachten und vergleichen

Wie Typ 3 – Der Fokus liegt auf der wiederkehrenden Begegnung, der Wahrnehmung von Veränderungen und Entwicklungen und deren Verarbeitung und Dokumentation (z. B. Beobachtungen am Nachthimmel zu verschiedenen Jahreszeiten oder in einem Lebensraum vom Frühling bis zum Frühwinter).

**Typ 5:**  
Fachpersonen aus dem Bereich Natur und Technik begegnen

Der Fokus richtet sich auf authentische, originale Begegnungen mit verschiedenen Berufsfeldern und Tätigkeiten im Bereich von Natur und Technik (z. B. Revierförster, Chemikerin im Labor, Tierärztin, Automechaniker, Landwirtin, Arbeiter auf der Baustelle). U. a. sollen Gespräche mit Personen der Arbeitswelt und Einblicke in deren Tätigkeit ermöglicht werden.

**Typ 6:**  
Ideen, Perspektiven entwickeln; Umsetzungsmöglichkeiten entwerfen, Gestalten, Partizipieren und Mitwirken

Im Vordergrund stehen das Entwickeln von Ideen im Umgang mit natürlichen Ressourcen, die Gestaltung der eigenen Umgebung, die Entwicklung von technischen Geräten o. Ä. und das entsprechende Umsetzen sowie die Beteiligung bei Umsetzungsprozessen im Rahmen von projektartigen Vorhaben (z. B. ein Projekt zum Thema Natur in der Schulhausumgebung, Bewegung und Gesundheit, Energie sparen im Alltag).

**Typ 7:**  
Eigenständig Fragen zu natürlichen und technischen Erscheinungen nachgehen

Bei diesem Typ steht das eigenständige Entwickeln, Planen, Realisieren, Präsentieren und Austauschen im Vordergrund. Entsprechende Handlungsaspekte sollen eingeübt und angewendet werden. Dabei werden auch Erfahrungen gesammelt und reflektiert (z. B. Tierhaltung in der Schule, Produkte und Geräte testen, eigenständig «Phänomenen» nachgehen).

Zusammenstellung nach HarmoS Konsortium Naturwissenschaften+ (2008, S. 179–211)

## 7.6 Tests zur Selbstkontrolle – Anstöße zum Weiterdenken

### 1. Vor dem Lesen des Kapitels:

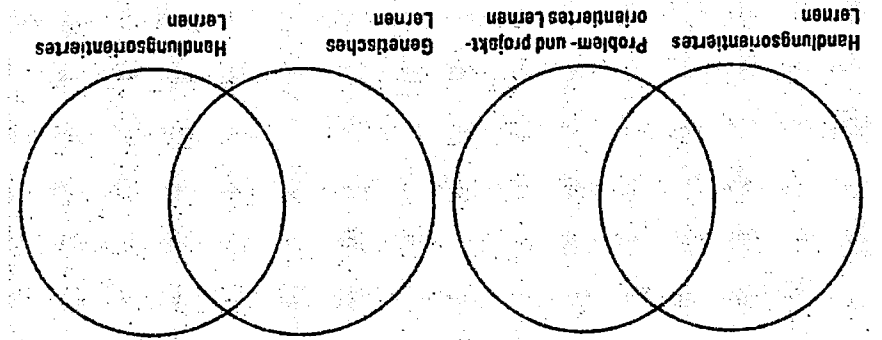
Wie haben Sie selber naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule bzw. der Primarstufe und der Sekundarstufe I erlebt und erfahren? Woran erinnern Sie sich? Gibt es darunter Lernsituationen, in denen Sie Vorstellungen zu Sachverhalten und Situationen im Bereich Natur und Technik nachhaltig entwickeln und vertiefte Erkenntnisse gewinnen konnten? Notieren Sie solche Situationen und überlegen Sie: Was machte diese Lernsituationen für Sie bedeutsam und lernwirksam?

Nehmen Sie beim Lesen dieses Kapitels jeweils Bezug zu den Erfahrungen aus Ihrer eigenen Lernbiografie und versuchen Sie dabei, entsprechende Verbindungen zwischen Ihren biografischen Erfahrungen und dem vorliegenden Kapitel herzustellen.

- Wählen Sie eine Lernsequenz oder eine thematische Unterrichtseinheit aus, die Sie in letzter Zeit im Rahmen von Unterrichtspraktika oder Ihres Unterrichts realisiert haben. Gliedern Sie diese Sequenz in Teilsequenzen, die sich bezogen auf die von Ihnen gewählten Zugänge abgrenzen. Beschreiben Sie kurz die einzelnen Teilsequenzen. Welche Prinzipien (vgl. 7.1), welche Formen (7.1), welche Ansätze (7.2–7.4) und welche Typen von Lerngelegenheiten (7.5) haben Sie bei Ihrem Arrangement der Lernsequenz berücksichtigt? Reflektieren Sie mit Bezug zu den in diesem Kapitel dargelegten Hinweisen Ihre Lernsequenz. Welche Folgerungen können Sie für die Planung künftiger Arrangements im naturwissenschaftlichen Unterricht ableiten?
- Vergleichen Sie die vorgestellten Ansätze (7.2–7.4), indem Sie diese durch Merkmale charakterisieren und auf Gemeinsamkeiten und Abgrenzungen hin analysieren (z. B. handlungsorientiert/genetisch; handlungsorientiert/problemmorientiert; problemorientiert/projektorientiert, handlungsorientiert/problemmorientiert). Zeichnen Sie dazu Schnittmengenbilder (vgl. Lösungshilfen).
- Arbeit in einer Studierendengruppe, in einem Fachteam an einer Schule oder in einer Weiterbildungsgruppe: Stellen Sie eine Sammlung von «Stichwortkarten» zum Kapitel zusammen und gruppieren Sie diese (vgl. dazu Stichworte zu Aufgabe 2 nebenan). Jede Person nimmt aus jeder Gruppe eine Stichwortkarte, stellt den Begriff aufgrund der Lektüre vor und ergänzt diese Erläuterung mit einem Beispiel aus der eigenen Unterrichtspraxis. Die anderen Teilnehmenden nehmen Stellung zur Präsentation, ergänzen und klären. So können eigene Struktur-bilder erweitert, vertieft und geklärt werden.

## Lösungshilfen

**Beispiel:** Handlungsorientierte Zugänge betonen die aktiv-gerebte Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen. Das kann in nachvollziehbarer Form realisiert werden (z. B. bei einer Einführung in den Umgang mit Experiment-Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich in das obige Schnittbild übertragen).



Die vorgestellten Ansätze stammen aus unterschiedlichen theoretischen und historischen Kontexten und sind deshalb nicht trennscharf voneinander abzugrenzen. Dennoch lassen sich Unterschiede und Gemeinsamkeiten herausarbeiten und darstellen. Hilfreich könnte die Darstellung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden sein, die sich nicht mit dem kontrastierenden Ansatz überschneiden.

Zu Aufgabe 3

Prinzipien (7.1): Originale Begegnung; Bewusste Wahrnehmung; Sicherung, Erfahrungsbezug; (sokratisch, exemplarisch, genetisch), problemorientiert; Handlungsbezug; Strukturierung, Aktivierung, Handlungsbezug; Problemorientierung; Orientierung; Fragen-, Problemorientierung; Formen der Begegnung und Auseinandersetzung nachgehen, über Situationen nach- und vordringen; (7.1): Esthetisch, forschend-erkundend; intuitiv-deckend (forforschend) nachgehen usw.   
 Typen von Lerngelegenheiten (7.5): Fragen nachgehen, über Situationen nach- und vordringen; Phänomene und Situationen fragend-erkundend (forforschend) nachgehen usw.   
 Genetisch, fragend-dialogisch, logisch-quantitativ, narrativ, sich informierend, verordnend-orientierend, handelnd-gestaltend;

Zu Aufgabe 2

## 7.7 Anregungen für die Schulpraxis und zum Weiterstudium

Anregungen für Umsetzungen in Unterricht und deren Reflexion sowie zur weiterführenden Auseinandersetzung:

- a) durch das Erproben unterschiedlicher Zugänge in eigenen Lernprozessen (z. B. einer Frage nachgehen, ein Phänomen oder ein Problem als Ausgangspunkt nehmen, etwas erkunden),
  - b) durch weiterführende Literaturrecherchen zu einzelnen Zugängen,
  - c) durch das Erschließen von Originalquellen und Spuren von einzelnen Personen, die an Konzeptionen zum naturwissenschaftlichen Unterricht auf verschiedenen Schulstufen gearbeitet haben (z. B. Wagenschein, Dewey),
  - d) durch das Entwickeln, Erproben und Reflektieren ausgewählter Zugänge im eigenen Unterricht.
- ☞ Zu a) Hinweise und Anregungen dazu finden sich zum Beispiel in:  
*Adamina, M. & Müller, H. (2008). Lernwelten: Natur–Mensch–Mitwelt (4. Auflage).* Bern: Schulverlag bmv AG. Darin: Broschüre EE – Experimente und Erprobungen mit dem eigenen Lernen und Lehren.  
 In verschiedenen Unterlagen zu Modellversuchen zum naturwissenschaftlichen Unterricht, vgl. dazu die Hinweise in Kapitel 8.8.
- ☐ Zu b) Im *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (Kahlert J. et al. (Hrsg.) (2007), Bad Heilbrunn: Klinkhardt), oder in der Reihe *Basiswissen Sachunterricht* (Kaiser A. & Pech, D. (Hrsg.) (2004), Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren) finden sich verschiedene Beiträge zu Zugangsweisen im Sachunterricht. Zudem lassen sich mit den entsprechenden Stichworten auch im Internet Beiträge erschließen.
- ☞ Zu c) Z. B. zu Martin Wagenschein: Hinweise und Texte lassen sich auf verschiedenen Wegen erschließen: z. B. «Verstehen lehren» (1968); im Internet über das «Wagenschein-Archiv», [www.martin-wagenschein.de](http://www.martin-wagenschein.de); Weiterentwicklungen z. B. im «Lehrkunst-Ansatz» [www.lehrkunst.ch](http://www.lehrkunst.ch), vgl. z. B. Wagenschein, M. (2009, 4). *Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge. Das Wagenschein Studienbuch. Reihe Lehrkundedidaktik, Band 4*, hrsg. von Hans-Christoph Berg et al., Bern, h.e.p. verlag, sowie Berg et al. (1997–2004) bzw. Berg (2009), Aeschlimann (1999).  
 Im Weiteren liegen neu aufgelegt und kommentiert Werke verschiedener Personen vor, so z. B. von Comenius, Dewey und Montessori.
- ☐ Zu d) Hinweise, Unterlagen und Praxisbeispiele finden sich z. B. in den Unterlagen der Reihe *Lehr- und Lernmaterialien «Natur–Mensch–Mitwelt»* ([www.nmm.ch](http://www.nmm.ch)) und in den Unterlagen zu den KINT-Boxen (Universität Münster, Didaktik des Sachunterrichts und Spectra Verlag Essen).