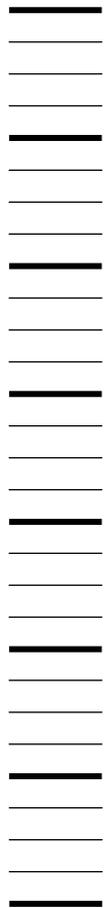




Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik auf der Volksschulstufe



Impressum

Bildungsdirektion Kanton Zürich
Walcheturm, Walcheplatz 2
Postfach
8090 Zürich
www.bildungsdirektion.zh.ch

Juni 2011

Erstellt durch die Pädagogische Hochschule Zürich im Auftrag der Bildungsdirektion
(gemäss Bildungsratsbeschluss vom 26. April 2010)

Inhaltliche Verantwortung:
Prof. Dr. Susanne Metzger, Pädagogische Hochschule Zürich
Thomas Stuber, Pädagogische Hochschule Bern (technikdidaktischer Anteil)

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Naturwissenschaften und Technik.....	5
3. Lernen und Lehren in Naturwissenschaften und Technik	7
4. Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik.....	8
4.1. Prinzipielle Ausrichtung des Unterrichts und seiner Inhalte	8
Leitlinie 1: Kompetenzorientiert unterrichten	9
Leitlinie 2: Inhalte fachlich korrekt und der jeweiligen Stufe angepasst vermitteln.....	9
Leitlinie 3: Fächerübergreifende Aspekte bewusst einbeziehen	10
Leitlinie 4: Technikinteresse und Technikverständnis fördern	12
4.2. Perspektive der Schülerinnen und Schüler.....	13
Leitlinie 5: Der Heterogenität der Lernenden bewusst begegnen	13
Leitlinie 6: Das Interesse der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen und fördern	14
Leitlinie 7: An den Vorerfahrungen der Lernenden anknüpfen	15
Leitlinie 8: Den Entwicklungsstand der Kinder und Jugendlichen berücksichtigen	16
4.3. Begleitung und Bewertung von Lernenden.....	16
Leitlinie 9: Individuell diagnostizieren und fördern.....	16
Leitlinie 10: Die Leistungserwartung transparent machen	17
4.4. Methoden und Lernumgebungen.....	17
Leitlinie 11: Vielfältige Methoden einsetzen	18
Leitlinie 12: Mit verschiedenen Aufgabentypen arbeiten	19
Leitlinie 13: Naturwissenschaftliche und technische Arbeitsweisen in den Unterricht einfließen lassen.....	20
Leitlinie 14: Naturwissenschaftliches Experimentieren und technisches Handeln fördern .	20
Leitlinie 15: Eine Umgebung schaffen, die guten NaTech-Unterricht ermöglicht	21
Leitlinie 16: Lernorte ausserhalb des Schulhauses bewusst einbeziehen	22
5. Grundlagen für die Umsetzung.....	23
Leitlinie 17: Lehrpersonen entsprechend qualifizieren	23
Leitlinie 18: Geeignete Lehr- und Lernmittel zur Verfügung stellen	23
6. Ausgewählte Literatur.....	25

1. Einleitung

Die Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik (NaTech) auf der Volksschule sollen sowohl als Grundlage für Unterrichtsentwicklung, Lehrmittelentwicklung und -evaluation sowie Aus- und Weiterbildungsangebote dienen als auch langfristig durch ihre Umsetzung eine Steigerung des Interesses, Wissens und Könnens von Kindern und Jugendlichen im NaTech-Bereich bewirken.

Grundlegend für die Erarbeitung waren das *HarmoS-Kompetenzmodell Naturwissenschaften+*, die *Bildungsstandards*, die Überlegungen zum *Lehrplan 21* (Deutschschweizer Lehrplan ab 2014) sowie die *Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich* (Quellenangaben im Kapitel 6).

Durch den Lehrplan 21 werden Fachbereiche, Stufen und Zyklen festgelegt. In den Leitlinien werden die entsprechenden Bezeichnungen übernommen:

1. Zyklus: 1.–4. Schuljahr (ehemals Kindergarten und die ersten beiden Primarschuljahre),
Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG) und Gestalten
2. Zyklus: 5.–8. Schuljahr (ehemals die letzten vier Primarschuljahre),
Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG) und Technisches Gestalten im Fachbereich *Gestalten*¹
3. Zyklus: 9.–11. Schuljahr (ehemals Sekundarstufe I),
Natur und Technik im Fachbereich *NMG* und *Technisches Gestalten* im Fachbereich *Gestalten*¹

Die verwendeten Formulierungen „naturwissenschaftlich-technisch“ und „NaTech“ beziehen sich jeweils sowohl auf die eigenständigen Bereiche *Naturwissenschaften* und *Technik* als auch auf einen verknüpften Bereich *Naturwissenschaften und Technik*.

Die Vorstellung, was qualitativ guter, lernwirksamer NaTech-Unterricht ist, wird zum einen vom Bild von Naturwissenschaften und Technik, zum anderen vom Lehr- und Lern-Verständnis entscheidend beeinflusst. Deshalb werden im Folgenden zunächst sowohl das Verständnis von Naturwissenschaften und Technik (Kapitel 2) als auch die aktuelle, in der Fachdidaktik sowie der Lehr-Lern-Psychologie allgemein etablierte Auffassung von Lernen und Lehren im NaTech-Bereich (Kapitel 3) kurz zusammengefasst.

In Kapitel 4 werden die Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik auf der Volksschulstufe dargestellt. Sie werden jeweils durch ergänzende Informationen und Umsetzungsvorschläge für den Unterricht vertieft.

Als wichtige Grundlagen für die Umsetzung der Leitlinien werden in Kapitel 5 die Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen sowie Lehr- und Lernmittel thematisiert. Zu beiden Bereichen besteht je ein weiterführendes Dokument (siehe Literaturangabe in Kapitel 6).

¹ Auf eine mögliche Förderung des Technikverständnisses im *Textilen Gestalten* wird in diesem Rahmen nicht eingegangen.

Die folgenden Ausführungen basieren auf dem aktuellen Stand der naturwissenschafts- und technikdidaktischen Forschung. Auf einen ausführlichen Ausweis wissenschaftlicher Literatur wurde zu Gunsten der besseren Lesbarkeit verzichtet, die verwendete Literatur ist in Kapitel 6 zusammengestellt.

2. Naturwissenschaften und Technik

Die Inhalte von Naturwissenschaften und Technik werden in den Fächern *Natur, Mensch, Gesellschaft* (Zyklen 1 und 2), *Natur und Technik* (Zyklus 3) sowie *Technisches Gestalten* thematisiert.

Der Fachbereich ***Natur, Mensch, Gesellschaft*** beinhaltet naturwissenschaftliche, geistes- und sozialwissenschaftliche Themen (inklusive Ethik und Religionen). Die Grundbildung in diesen Bereichen soll zu Einsichten in naturwissenschaftliche, technische sowie in grundlegende Zusammenhänge des sozialen und politischen Umfelds von Mensch und Umwelt befähigen. Im Zentrum des Unterrichts in den ersten beiden Zyklen steht die Wechselwirkung des Menschen mit seiner Um- und Mitwelt. Neben dem Erwerb von Faktenwissen geht es vor allem darum, relevante Arbeitsweisen zu erlernen und einzusetzen sowie das vernetzte Denken in Zusammenhängen und die Auseinandersetzung mit eigenen und fremden Wertvorstellungen zu erlernen. Im ***Technischen Gestalten*** stehen Materialerfahrungen, der Erwerb von technologischen Kenntnissen und problemorientierte Anwendungen im Zentrum. Insbesondere soll das Technikinteresse gefördert werden, indem auch technische Zusammenhänge und Wertungen thematisiert werden.

Der Teilfachbereich ***Natur und Technik*** im dritten Zyklus beinhaltet die klassischen Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik sowie einen übergreifenden Bereich, der insbesondere die technischen Anwendungen der Naturwissenschaften und ihre Wechselwirkung mit der Lebenswelt beinhaltet. Entsprechend werden die Naturwissenschaften als Einheit mit vielen Gemeinsamkeiten betrachtet, welche im Wesentlichen fächerübergreifend behandelt werden, ohne das Spezifische der einzelnen Fächer ausser Acht zu lassen. Allen Naturwissenschaften gemeinsam ist zum Beispiel das grundlegende naturwissenschaftliche Vorgehen mit Hypothesenbildung, Experiment, Beobachtung, Interpretation und Einordnung. Erkenntnisgewinnung in der Technik reicht vom schlichten technischen Tun mit seinen beiläufig sich einstellenden Kenntnissen über intuitives Problemlösen bis hin zu empirischem, wissenschaftlichem Vorgehen. Technikwissenschaftliche Erkenntnisse müssen häufig durch Erfahrungswissen, welches unmittelbar dem Lösen praktischer Probleme entspringt, ergänzt werden. Diese Formen der Erkenntnisgewinnung bilden die Basis einer naturwissenschaftlichen und technischen Grundbildung, welche die Schülerinnen und Schüler befähigen soll, Fragen zu erkennen, das erarbeitete Wissen anzuwenden und daraus persönliche Schlussfolgerungen betreffend Umwelt und Gesellschaft, aber auch für sich selbst zu ziehen.

Der Beitrag der ***Biologie*** liegt in der Auseinandersetzung mit zentralen Phänomenen der belebten Natur. Durch unmittelbare und direkte Begegnung sollen emotionale Bindungen zur Natur geschaffen, lebende Systeme von der zellulären Ebene bis zum Ökosystem erfahren

und Methodenkenntnisse erworben werden. Dabei werden die Systeme in ihrer Komplexität, aber auch gegenseitigen Wechselwirkung betrachtet.

Das Spezifische der **Chemie** liegt in der Auseinandersetzung mit der stofflichen Welt, der Untersuchung und Beschreibung von Stoffen und Stoffumwandlungen. Der Chemieunterricht soll also wesentlich zum Verständnis materieller Gesetzmässigkeiten wie zum Beispiel von Grenzen und Potenzialen der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung, von Lebensvorgängen oder der Entstehung und Lösung von Umweltproblemen beitragen.

Die **Physik** beschäftigt sich mit den Vorgängen vor allem der unbelebten Natur und ihrer (mathematischen) Beschreibung, wobei das Zusammenspiel von Experiment und theoretischer Modellbildung eine zentrale Rolle spielt. Im Unterricht soll Physik als Wissenschaft erfahrbar gemacht werden, mit welcher Phänomene aus Alltag und Technik besser verstanden und eigene Erfahrungen aus der Umwelt erklärt werden können.

Im **Technischen Gestalten** ist eine Entwicklung des Fachs vom Produktions- zum Erschließungshandeln nötig: Nicht nur das hergestellte Produkt (Artefakt) soll im Zentrum stehen, sondern alle Handlungen während der Herstellung und der späteren Verwendung des Artefakts sollen Bereiche der Technik erschliessen. Ähnlich wie im *Technischen Gestalten* ist die Hauptfragerichtung der **Technik** der Sinn und der Zweck – während es in den klassischen Naturwissenschaften im Wesentlichen um Ursache und Wirkung geht. Zur Bildung eines umfassenden Technikverständnisses muss der Technikbegriff über den Gegenstandsbereich der Maschinen und Apparate hinausgehen und die Technik in naturwissenschaftliche, humane und soziale Zusammenhänge eingebettet werden. Dabei steht eine konkrete Lebensweltorientierung im Zentrum (mehrperspektivischer Ansatz).

Technische Bildung und Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) als Zusammenspiel von *Natur und Technik* und *Technischem Gestalten*

Seit je ist Technik Teil unseres Lebens und unserer Kultur. Unsere aktuelle Lebenswelt wird in weiten Teilen und in zunehmendem Mass durch Technik und technische Prozesse geprägt. Die persönliche Lebensgestaltung und das gesellschaftliche Mitwirken erfordern heute und in Zukunft ein Erkennen und Verstehen technischer, naturwissenschaftlicher und sozialer Zusammenhänge. Entsprechend muss technische Bildung zu einem unentbehrlichen Bestandteil der Allgemeinbildung werden, damit Kompetenzen erworben werden können, die zur Bewältigung technisch geprägter Lebenssituationen erforderlich sind. Ziel ist ein verantwortungsbewusstes technisches Handeln im privaten, öffentlichen und beruflichen Bereich. Dieses bewegt sich immer in einem Spannungsfeld von Wirtschaftlichkeit, Ökologie und Sozialverträglichkeit, das heisst, in einem Zielkonflikt von ökonomisch Vernünftigem, ökologisch Vertretbarem sowie human und sozial Wünschbarem.

Dieses Spannungsfeld ist auch das zentrale Thema der BNE, wobei die zeitliche Komponente noch stärker betont wird: Eine Entwicklung wird als „nachhaltig“ bezeichnet, wenn sie weltweit die Bedürfnisse der heutigen Generation decken kann, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen einzuschränken. Das heisst, dass eine *Bildung für Nachhaltige Entwicklung* Menschen dazu befähigen soll, globale Probleme vorherzusehen, sich mit ihnen auseinanderzu-

setzen und sie zu lösen. Entsprechend muss auch die BNE als fester Teil der Allgemeinbildung angesehen werden.

Im *Natur und Technik*-Unterricht erschliessen sich Schülerinnen und Schüler Funktionsweisen und Gesetzmässigkeiten, indem sie sich mit Phänomenen und technischen Objekten auseinandersetzen, beobachten, experimentieren und Schlüsse ziehen. Die kausale Denkweise von Ursache und Wirkung fördert insbesondere theoretisch-kognitive Kompetenzen.

Im *Technischen Gestalten* werden anhand konkreter Bedürfnisse und technischer Fragestellungen verschiedene Lösungsmöglichkeiten beschrieben, technisch-funktionale Produkte entwickelt, hergestellt und bewertet. Hier steht der Problemlöseprozess im Zentrum und es werden primär praktisch handlungsbezogene Kompetenzen gefördert.

Die Fähigkeit, sich über Technik auszutauschen und techniktypische Denk- und Handlungsweisen anzuwenden, wird in beiden Fächern erworben. Durch ein gemeinsames konstruktivistisches Lehr-Lern-Verständnis (siehe dazu Kapitel 3) und durch die Ähnlichkeiten der typischen Arbeitsweisen wird die Zusammenarbeit für das Vorhaben „Technische Allgemeinbildung“ wesentlich erleichtert.

3. Lernen und Lehren in Naturwissenschaften und Technik

Die Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik basieren auf einem sozial-konstruktivistischen Lehr-Lern-Verständnis.

Der konstruktivistische Ansatz baut auf der Grundthese auf, dass Lernende neues Wissen nicht einfach vorgefertigt und weitgehend passiv übernehmen können, sondern es auf der Basis ihrer bisher erworbenen Vorstellungen und Kenntnisse selbst konstruieren müssen. Einschränkend ist zu bemerken, dass zwar alle Einsichten von den Lernenden aktiv konstruiert werden, der Lernprozess zum Teil aber unbewusst „passiert“ oder die Bedeutung gewisser Sinnesdaten (z.B. die Beobachtungen von Experimenten) „aufgedrängt“ werden kann. Die individuelle Konstruktion wird zudem durch den sozialen und kulturellen Kontext, in den der bzw. die Lernende eingebunden ist, beeinflusst. Das heisst, Bedeutungen können auch gemeinsam konstruiert werden. Damit verbunden ist ein erweiterter Wissensbegriff: Wissen wird nicht nur als im Gehirn gespeichertes träges Faktenwissen, sondern auch als situiertes Wissen (d.h. unter Einbezug der Kontexte) und als in Wissensgemeinschaften verteiltes Wissen (d.h. Akzente einzelner Personen oder Wissenskonstruktion in der Gruppe) verstanden. Wissen dient somit dem Handeln im Kontext einer sozialen Gemeinschaft und muss auch eingeübt werden.

In der konstruktivistischen Anschauung von Lernprozessen spielen Konzeptwechsel eine zentrale Rolle. Unter dem Begriff Konzeptwechsel wird der Übergang von einer vorunterrichtlichen Vorstellung zu einem dem gegebenen Kontext angemessenen Konzept verstanden. Für einen erfolgreichen Konzeptwechsel bei Schülerinnen und Schülern müssen die Lernwege bewusst geplant werden. Diese können sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich sein:

- Anknüpfen: Es wird von Erfahrungen ausgegangen, deren Alltagsverständnis möglichst wenig mit den wissenschaftlichen Vorstellungen kollidiert.

- Konfrontieren: Es wird von naturwissenschaftlichen Phänomenen oder technischen Erscheinungen ausgegangen, die dem Alltagsverständnis der Lernenden widersprechen, wobei ein kognitiver Konflikt erzeugt wird.
- Umdeuten: Tragfähige vorunterrichtliche Konzepte werden den wissenschaftlich korrekten Begriffen zugeordnet.
- Kontrastieren: Konzepte der Wissenschaftsgemeinschaft werden tragfähigen Alltagskonzepten gegenübergestellt.

Damit die Lernenden bereit sind, diese Lernwege zu gehen, müssen ihnen zum einen die Mängel in ihrem bisherigen Konzept bewusst werden, zum anderen muss ihnen eine logisch verständliche, einleuchtende und fruchtbare (d.h. sich in neuen Situationen als erfolgreich erweisende) neue Vorstellung vorgeschlagen werden. Diese Lernprozesse sind schwierig, benötigen Zeit und verlaufen nicht immer linear.

4. Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik

In diesem Abschnitt sind die verschiedenen Leitlinien für qualitativ guten, lernwirksamen Unterricht in Naturwissenschaften und Technik auf der Volksschulstufe aufgeführt. Auf Merkmale guten Unterrichts allgemein, wie zum Beispiel eine klare Strukturierung des Unterrichts, einen hohen Anteil an echter Lernzeit oder ein allgemein lernförderndes Klima wird in diesem Rahmen nicht weiter eingegangen.²

Die Reihenfolge der Leitlinien stellt keine Abstufung nach Wichtigkeit dar, sondern ergibt sich durch thematische Zusammenhänge der einzelnen Leitlinien. Durch die Komplexität und Vielschichtigkeit von Unterricht ist es zudem nicht zu vermeiden, dass sich gewisse Thematiken in den Leitlinien wiederholen.

4.1. Prinzipielle Ausrichtung des Unterrichts und seiner Inhalte

Eine der Aufgaben des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts ist es, die Schülerinnen und Schüler auf ihr Leben und Mitwirken in einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt vorzubereiten. Dies kann nicht durch reine Vermittlung von Fachinhalten im Sinne der Fachsystematik der Bezugswissenschaften geschehen. Vielmehr muss den Kindern und Jugendlichen im Unterricht ermöglicht werden, vielfältige naturwissenschaftlich-technische Kompetenzen zu erwerben.

² Klare Strukturierung z.B. durch Rollenklarheit sowie Absprache von Regeln, Ritualen und Freiräumen; hoher Anteil an echter Lernzeit z.B. durch gutes Zeitmanagement, Pünktlichkeit und Auslagerung rein organisatorischer Angelegenheiten; lernförderndes Klima z.B. durch gegenseitigen Respekt, verlässlich eingehaltene Regeln, Verantwortungsübernahme, Gerechtigkeit und Fürsorge.

Leitlinie 1: Kompetenzorientiert unterrichten

Sowohl die Bildungsstandards als auch der neue Deutschschweizer Lehrplan sind auf den Erwerb von Kompetenzen hin ausgerichtet. NaTech-Unterricht sollte daher eine Verknüpfung von Fähigkeiten und Fachinhalten (bzw. Handlungsaspekten und Themenbereichen gemäss HarmoS-Kompetenzmodell Naturwissenschaften+) berücksichtigen, so dass die Schülerinnen und Schüler die entsprechenden Kompetenzen im Laufe der Zeit (individuell) entwickeln können.

Die Schweizer **Bildungsstandards** sind auf der Grundlage des HarmoS-Kompetenzmodells Naturwissenschaften+ für das Ende eines jeden Zyklus als Basisstandards definiert und auf die Handlungsaspekte bezogen formuliert. Beispielsweise sollen „Schülerinnen und Schüler am Ende des zweiten Zyklus Objekte in Abbildungen, Bildern oder Grafiken nach (eigenen oder vorgegebenen) Kriterien ordnen können“ (Handlungsaspekt *Ordnen, Strukturieren, Modellieren*). Angewandt auf den Themenbereich *Lebensräume und Lebensgemeinschaften* wäre eine mögliche Konkretisierung: „Schülerinnen und Schüler können Pflanzen, Tiere und abgebautes, „totes“ Material in der Abbildung einer Teichlandschaft zuordnen“. Der gleiche Handlungsaspekt könnte aber auch mit dem Themenbereich *Stoffe und Stoffumwandlungen* verknüpft werden: „Schülerinnen und Schüler können verschiedene Stoffe den Kategorien *Reiner Stoff* und *Stoffgemisch* zuordnen“.

Durch die Anwendung eines Handlungsaspekts in einem Themenbereich wird eine naturwissenschaftlich-technische **Kompetenz** beschrieben. So kann der Aufbau von Kompetenzen durch die gesamte obligatorische Schulzeit strukturiert werden. Entsprechend muss der Unterricht *Output*-orientiert, das heisst auf das Erreichen von Kompetenzen hin ausgerichtet sein. Für die Umsetzung im Unterricht bedeutet dies, dass es in erster Linie darauf ankommt, welche Kompetenzen die Lernenden *erworben haben*, und nicht darauf, welche Fachinhalte *behandelt wurden*. Dennoch ist eine sorgfältige Auswahl der Fachinhalte wichtig und darf nicht beliebig sein (siehe Leitlinie 2).

Leitlinie 2: Inhalte fachlich korrekt und der jeweiligen Stufe angepasst vermitteln

Für eine solide Bildung im Bereich Naturwissenschaften und Technik ist es grundlegend, dass die Lernenden alters- und stufengerechtes sowie anschlussfähiges Wissen erlangen. Das heisst, dass in den folgenden Stufen an das erworbene Wissen angeknüpft werden kann, so dass es vertieft und erweitert wird.

Auf allen Stufen ist es wichtig, die NaTech-Themen so auszuwählen, dass sie angemessen und relevant sind sowie korrekt und fachlich fundiert behandelt werden können – sei es in den ersten beiden Zyklen im Rahmen von *NMG*, im dritten Zyklus in *Natur und Technik* oder im *Technischen Gestalten*. Insgesamt sollte sich so ein Spiralcurriculum ergeben, welches den Schülerinnen und Schülern jeder Stufe ermöglicht, an Bekanntes anzuknüpfen und ihr Wissen zu erweitern.

Balance zwischen Fachsystematik und Lernprozessen

Um den Fachinhalt eines Themas auf das geeignete Anforderungsniveau und die geistige Lernfähigkeit der Lerngruppe anzupassen, ist es wichtig, den fachlichen Inhalt didaktisch zu rekonstruieren. Das bedeutet,

- das Elementare und die Exemplarität des Fachinhalts zu bestimmen, also die grundlegende Idee herauszuarbeiten; dazu müssen der Fachinhalt konkretisiert und einzelne Elemente ausgewählt werden, um diese stärker in den Vordergrund rücken zu können;
- die zentralen inhaltlichen Elemente unter Berücksichtigung der Vorstellungen, Interessen sowie kognitiven und emotionalen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler zu fassbaren, geeigneten Unterrichtselementen aufzuarbeiten;
- auch bei der Wahl der Methoden und Experimente die Perspektive der Lernenden zu berücksichtigen (mehr dazu in Abschnitt 4.2).

Der Einbezug von **Kontexten** aus der Lebenswelt der Lernenden, das Aufgreifen authentischer Fragestellungen aus Wissenschaft und Beruf oder die Integration von Themen der modernen Technologien stellen dabei Möglichkeiten dar, naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen Bedeutung zu geben.

Leitlinie 3: Fächerübergreifende Aspekte bewusst einbeziehen

Durch die Definition von *NMG* und *Natur und Technik* als integrierte Fächer sollte fächerübergreifender Unterricht die Regel sein. Dabei ist zu beachten, dass nicht nur die naturwissenschaftlichen Fächer miteinander verbunden, sondern auch historische, geografische und kulturelle Aspekte einbezogen werden sowie eine bewusste Verknüpfung mit dem *Technischen Gestalten* sowie weiteren Bereichen wie *Mathematik* oder *ICT und Medien*³ angestrebt wird. Der Einsatz fächerübergreifenden Unterrichts bedeutet jedoch nicht, dass der Aufbau einer soliden, anschlussfähigen, auch fachspezifischen Wissens- und Kompetenzbasis vernachlässigt werden darf.

Fächerübergreifend – eine Begriffsklärung

Fächerübergreifend ist ein Oberbegriff für einen über die Grenzen des einzelnen Faches hinausreichenden Unterricht. Es wird unterschieden in⁴

- **Fachüberschreitend** (auch *fachübergreifend* oder *intradisziplinär* genannt):
In einem Fach werden Inhalte eines anderen Faches eingebunden. Diese Art von übergreifendem Unterricht ist relativ einfach zu bewerkstelligen, weil keine Absprachen mit anderen Fachlehrpersonen oder Änderungen im Stundenplan nötig sind.

³ *ICT* (Informations- und Kommunikationstechnologien) *und Medien* ist expliziter Teil des Lehrplans 21.

⁴ Die folgenden Definitionen sind entnommen aus: Metzger, S. (2010). *Die Naturwissenschaften fächerübergreifend vernetzen*. In Labudde, P. (Hrsg.). *Fachdidaktik Naturwissenschaft*. Bern: Haupt. S. 29-44.

- **Fächerverknüpfend** (auch *fächerverbindend* oder *multidisziplinär* genannt):
Ein gemeinsames Thema zweier (oder mehrerer) Fächer wird zeitlich koordiniert und systematisch miteinander verknüpft unterrichtet. Das heisst: Jedes Fach zeigt das Thema aus seiner Perspektive mit seiner Herangehensweise – ohne dass es für die Lernenden zu Widersprüchen kommt. Dies bedarf einer guten Absprache zwischen den einzelnen Fachlehrpersonen und unter Umständen sogar Anpassungen im Stundenplan.
- **Fächerkoordinierend** (auch *integriert* genannt):
Ein übergreifendes Thema wird aus den Perspektiven verschiedener Fachrichtungen in einem gemeinsamen Unterricht (z.B. einer Projektwoche oder an einem Thementag) bearbeitet. Dafür müssen die entsprechenden Gefässe entweder bereits gegeben sein oder speziell dafür geschaffen werden. Für den Erfolg ist es zudem essentiell, dass die verschiedenen Perspektiven beinhaltet sind, auch wenn das Thema dann unter Umständen nur von einer Fachlehrperson unterrichtet bzw. betreut wird.
- **Integriert** (Einteilung aus Sicht der Studentafel):
In einem integrativen Fach wie z.B. „Natur, Mensch, Gesellschaft“, „Natur und Technik“, „Naturwissenschaften“ oder „Mensch und Umwelt“ werden von einer Lehrperson mehrere Fachrichtungen innerhalb eines Gefässes unterrichtet.

Neben der integrierten Ausrichtung der Bereiche *NMG* und *Natur und Technik* gibt es zahlreiche Gründe für fächerübergreifendes Unterrichten: So konnte eine Erhöhung des Interesses, der Selbstständigkeit sowie des Repertoires an naturwissenschaftlichen und technischen Arbeitsweisen der Schülerinnen und Schüler sowie die Verbesserung des Selbstkonzeptes der Mädchen nachgewiesen werden. Zudem lassen sich viele Probleme unserer Gesellschaft wie die Energieversorgung oder der Umgang mit Rohstoffen nur interdisziplinär lösen und auch im späteren Berufsleben müssen Fachgrenzen immer wieder überschritten werden. Deshalb sollte schon in der Schule die Bereitschaft und Fähigkeit entwickelt werden, Probleme aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und zu bewerten.

Insbesondere in den ersten beiden Zyklen ist es darüber hinaus wichtig, die Erkenntnisse verschiedener Bezugswissenschaften in der Bearbeitung eines Themenfelds zu integrieren.

Themenfelder sollten dabei, auch im dritten Zyklus,

- aus möglichst mehreren Inhaltsaspekten zusammengesetzt sein, thematisch von den Erfahrungs- und Erlebnisräumen der Lernenden ausgehen und Bezüge zur näheren und weiteren Umwelt herstellen,
- den gezielten Erwerb von Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen sowie eine Erhöhung der Selbst-, Sozial- und Sachkompetenz ermöglichen,
- Zugänge zu Kulturen und Lebenswelten eröffnen und damit Toleranz und Verständnis fördern,
- bildungsrelevant und für die Lebenszukunft der Lernenden bedeutsam sein, für die Schülerinnen und Schüler aber auch eine aktuelle Relevanz haben,
- das Lernen über verschiedenste Zugänge ermöglichen (Sinne, Handlung, Material etc.) und zunehmend differenzierter und in erweiterter Form behandelt werden können,

- im Technischen Gestalten aus den mehrheitlich akzeptierten Problem- und Handlungsfeldern Arbeit und Produktion, Bauen und Wohnen, Transport und Verkehr, Information und Kommunikation sowie Haushalt und Freizeit gewählt werden.

Durch den Einbezug der Geschichte von Naturwissenschaften und Technik in den Unterricht können Schülerinnen und Schüler beispielsweise naturwissenschaftlich-technische Kompetenzen entwickeln, Kenntnisse über das Wesen der Naturwissenschaften aufbauen oder spezifische naturwissenschaftliche Arbeitsweisen – wie zum Beispiel das Wechselspiel zwischen Experiment und Theoriebildung – reflektieren. Einen zentralen Punkt bilden dabei auch das Nachkonstruieren historischer Experimente und Geräte oder das Nacherfinden und Anwenden technischer Entwicklungen.

Ergänzend zu den Verknüpfungen mit den anderen Teilfachbereichen von *NMG* und dem *Technischen Gestalten* sollten auch Bezüge zu (resp. Verbindungen mit) darüber hinaus gehenden Bereichen hergestellt werden. Beispielsweise können parallel zur Behandlung der Proportionalität in der Mathematik im naturwissenschaftlichen Unterricht Geschwindigkeiten gemessen und Zeit-Weg-Diagramme gezeichnet werden.

Die Verbindung von *Natur und Technik* bzw. *NMG* mit *ICT und Medien*⁵ bietet sich insbesondere im Hinblick auf die Förderung des Technikverständnisses (siehe Leitlinie 4) an – etwa durch einen Einblick in die technischen Funktionsweisen verschiedenster Medien oder durch das Experimentieren zu Grundlagen der Medientechnik (z.B. Lichtleiter, Farbmischung oder elektrische Schaltungen). Darüber hinaus sollte im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht die Förderung der Informationskompetenz der Lernenden unterstützt werden, indem zum Beispiel Zugänge zu Naturphänomenen oder ausserschulischen Lernorten medial vermittelt oder verschiedene Informationsquellen genutzt und reflektiert werden.

Leitlinie 4: Technikinteresse und Technikverständnis fördern

Durch die Förderung des Technikinteresses und des Technikverständnisses werden Kompetenzen gefördert, welche zur Bewältigung technisch geprägter Lebenssituationen erforderlich sind. Es ist die Aufgabe sowohl von *NMG* bzw. *Natur und Technik* als auch des *Technischen Gestaltens*, naturwissenschaftliche und technische Aspekte in der didaktischen Aufbereitung so miteinander zu verweben, dass das Interesse an Technik und damit langfristig das Technikverständnis gefördert werden.

Die Förderung des Technikverständnisses bildet die Schnittmenge zwischen *NMG* bzw. *Natur und Technik* und dem *Technischen Gestalten*. Um ausgewogene technische Bildung zu gewährleisten, ist es unumgänglich, dass Technik umfassend wahrgenommen wird. Dazu muss über die Vorstellung hinausgegangen werden, Technik sei ausschliesslich angewandte Naturwissenschaft oder reines Abbild der Ingenieurwissenschaften und auf den Gegenstandsbereich der Maschinen und Apparate beschränkt. Ein umfassend wahrgenommener Technik-

⁵ Unter Medien werden sowohl konkrete Produkte (wie z.B. eine Zeitung oder eine Webseite) und Mediensparten (wie z.B. das Fernsehen oder das Internet) als auch grundsätzliche Vermittlungsträger von Informationen sowie Anwendungsformen der Informations- und Kommunikationstechnologie verstanden.

begriff berücksichtigt neben der Sache sowohl die humane als auch soziale Dimension von Technik, schliesst Sinn- und Wertfragen mit ein und berücksichtigt damit die Wechselwirkung von Gesellschaft, Mensch und Technik. Ein solches Technikverständnis führt zu technikbezogener Mündigkeit mit dem Ziel, Verantwortung zu übernehmen sowie sachgerecht, human und solidarisch handeln zu können.

In den ersten beiden Zyklen liegt der Fokus vorwiegend auf dem Technikinteresse, dominant ist die Frage nach dem *Wie*. Im Vordergrund stehen die Herstellung von Produkten bzw. die Umsetzung einfacher Ideen, die durch Eigentätigkeit und mehrperspektivische Erschließung auf der Zielstufe zu vermehrtem Interesse führen sollen. Das Technikinteresse stellt die Grundlage für ein umfassenderes Technikverständnis dar, welches unter anderem das Verstehen von technischen Phänomenen impliziert und auf der Sekundarstufe oder in weiterführenden Schulen gefördert werden sollte.

Im Gegensatz zum Produktionshandeln beinhaltet technisches Erschließungshandeln die Herstellung, den Gebrauch und die Bewertung von Technik und ist gekennzeichnet durch eine Verzahnung von Theorie und Praxis. Es schafft die Grundlage für ein aktuelles Technikverständnis und soll von den Lehrpersonen mit zunehmendem Alter der Lernenden ins Zentrum gerückt werden.

4.2. Perspektive der Schülerinnen und Schüler

Eine Voraussetzung für echtes Lernen im naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht ist die Berücksichtigung der lernrelevanten Faktoren auf Seiten der Schülerinnen und Schüler. Unter anderem betrifft dies das fachspezifische Vorwissen und Können der Lernenden sowie ihre individuellen Lernhaltungen (Interesse, Motivation und Selbstvertrauen). Neben den fachlichen Vorstellungen spielen auch Alltagsvorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften (*nature of science*) bzw. der Technik und Vorstellungen zum eigenen Lernen eine Rolle.

Leitlinie 5: Der Heterogenität der Lernenden bewusst begegnen

Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich zum Beispiel bezüglich ihres Geschlechts, ihres Alters, ihrer Interessen, ihres (fachspezifischen) Vorwissens, ihres (fachspezifischen) Leistungsvermögens oder auch ihrer sozialen und kulturellen Herkunft. Diese Unterschiede sollten bewusst wahrgenommen und akzeptiert werden sowie eine entsprechende Gestaltung des Unterrichts bedingen.

Durch die Ausrichtung des NaTech-Unterrichts auf Kompetenzen und damit auf Lernprozesse der Kinder und Jugendlichen ergeben sich gute Rahmenbedingungen, um auf die Heterogenität der Lernenden einzugehen. Während eine Arbeit ausschliesslich an und mit Fachinhalten schwer auf verschiedene Niveaus zu transformieren ist, gelingt die Differenzierung besser, wenn Prozesse, wie das Planen, Untersuchen und Auswerten von Experimenten, im Fokus stehen. Auf die unterschiedlichen Leistungsniveaus der Schülerinnen und Schüler kann zum Beispiel durch gestufte Aufgaben (mehr oder weniger Hinweise zur Lösung; eher offen oder eher geschlossene Aufgaben; Einbettung in einfachere oder komplexere Kontexte) oder eine gezielte formative Beurteilung (siehe Abschnitt 4.3) eingegangen werden.

Eine besondere Rolle spielt in diesem Zusammenhang die **Genderthematik**. Um den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht für Jungen und Mädchen gleichermaßen zugänglich zu machen, sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Rücksichtnahme auf die unterschiedlichen Vorerfahrungen von Schülerinnen und Schülern insbesondere in den Bereichen Physik und Technik; d.h. bewusste Wahl geeigneter Beispiele und Veranschaulichungen
- Einbetten der Themen in für Mädchen und Jungen gleichermaßen interessante Kontexte
- Verwendung einer geschlechtsneutralen und für alle Lernenden verständlichen Sprache
- aktive Beteiligung aller Schülerinnen und Schüler am Unterricht
- zum Teil geschlechtshomogene Durchführung von Gruppenarbeiten
- Stärkung des Leistungsselbstvertrauens; Misserfolge nicht auf fehlende Begabung und Erfolge nicht auf günstige äussere Umstände zurückführen

Leitlinie 6: Das Interesse der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen und fördern

Ziel des NaTech-Unterrichts sollte es sein, sowohl die Interessen der Lernenden bei der Auswahl von Themen bzw. deren Einbettung in Kontexte zu berücksichtigen als auch das Interesse und die Neugier der Kinder und Jugendlichen für naturwissenschaftlich-technische Themen zu wecken, aufrecht zu erhalten und zu fördern.

Folgende Punkte können dazu beitragen, dass Schülerinnen und Schüler den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht als interessant empfinden:

- Den lebenspraktischen Nutzen der Naturwissenschaften und der Technik erfahrbar machen
- Dazu anregen, die Bedeutung der Naturwissenschaften und der Technik für die Menschen und die Gesellschaft zu erkennen und danach zu handeln
- An ausserschulische Erfahrungen (z.B. naturwissenschaftliche Phänomene des Alltags oder Medienerfahrungen) anknüpfen, die Mädchen und Jungen gleichermaßen zugänglich sind
- Kontexte wählen, bei dem die Schülerinnen und Schüler einen Bezug zum Alltag und zu ihrer Lebenswelt herstellen können, um so dem Lerngegenstand Bedeutung zu geben⁶
- Den Kindern und Jugendlichen Gelegenheit geben, zu staunen, neugierig zu werden und ein Aha-Erlebnis daraus werden zu lassen
- Den Unterricht so arrangieren, dass aktiv und eigenständig gelernt sowie Erfahrungen aus erster Hand gemacht werden können

⁶ Achtung: Alltagsbezug bedeutet nicht automatisch Bedeutsamkeit aus der Perspektive der Lernenden. Bei der Auswahl der Kontexte sind daher auch hier immer wieder die individuellen Voraussetzungen der Kinder und Jugendlichen zu berücksichtigen.

- Den Lernenden möglichst viel eigenes Problemlösen ermöglichen, da sich die Identifikation mit einem selbst entwickelten Produkt durch praktisches Tun erhöht, je mehr Eigenleistung in die Problemlösung eingebracht werden konnte
- Vorzeitige Abstraktion vermeiden zugunsten eines spielerischen Umgangs und unmittelbaren Erlebens. Das heisst insbesondere, dass beim Einführen von quantitativen Grössen stets deren Notwendigkeit und Nutzen verdeutlicht werden und Formeln immer ein qualitatives Verständnis der Begriffe und ihrer Zusammenhänge vorausgehen sollte
- Nicht zuletzt sollte den Kindern und Jugendlichen eine gewisse Mitbestimmung für den Unterricht zugestanden werden (z.B. durch Wahlmöglichkeiten bei Vertiefungsthemen).

Leitlinie 7: An den Vorerfahrungen der Lernenden anknüpfen

Kinder und Jugendliche haben bereits zu vielen naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten ihre eigenen Vorstellungen aufgebaut, welche sich in unzähligen Alltagssituationen bewährt haben und oft tief verwurzelt sind. Im Unterricht geht es nicht um ein „Ersetzen“ dieser Alltagsvorstellungen. Vielmehr sollte es das Ziel sein, den Schülerinnen und Schülern verständlich zu machen, dass in bestimmten Situationen und für bestimmte Zwecke die naturwissenschaftlichen Vorstellungen fruchtbarer sind als ihre Alltagsvorstellungen.

Im Unterricht ist es wichtig, den „Dialog“ zwischen den Alltagsvorstellungen der Lernenden und den naturwissenschaftlichen Vorstellungen ernst zu nehmen. Alltagserfahrungen sollten als Anknüpfungspunkt für den Unterricht ausgewählt werden. Dabei gibt es drei Möglichkeiten:

- Wenn eine Alltagsvorstellung wenig mit der entsprechenden wissenschaftlichen Vorstellung kollidiert, ist es sinnvoll, an die Alltagsvorstellung anzuknüpfen und sie Schritt für Schritt zu der (derzeit akzeptierten) naturwissenschaftlichen Vorstellung hinzuführen.⁷
- Wenn eine Alltagsvorstellung der entsprechenden wissenschaftlichen Vorstellung widerspricht, so ist es sinnvoll, einen so genannten kognitiven Konflikt zu erzeugen. Dazu können die Lernenden zum Beispiel mit einem Phänomen konfrontiert werden, das ihren Vorstellungen widerspricht.⁸

⁷ Wenn Kinder z.B. formulieren, dass ein Gegenstand schwimmt, weil er leichter ist als Wasser, so ist das streng naturwissenschaftlich falsch. Durch die Erweiterung von „bezogen auf das gleiche Volumen“ wird die Erklärung aber richtig. In den ersten beiden Zyklen würde man nicht von Dichte, Masse oder Volumen sprechen, sondern zeigen und beschreiben, dass z.B. ein Würfel aus Holz leichter ist als die Menge an Wasser, die sich in einem gleich grossen Gefäss befindet.

⁸ Wenn Jugendliche z.B. der Meinung sind, dass ein Lämpchen Strom verbraucht, so kann man durch ein Messgerät vor und hinter dem Lämpchen zeigen, dass die Stromstärke hinter dem Lämpchen nicht geringer ist, sondern immer noch genauso gross wie vor dem Lämpchen.

- Wenn die vorunterrichtlichen Konzepte in sich schlüssig und prinzipiell tragfähig, aber in der Darstellung streng naturwissenschaftlich falsch sind, sollten diese Konzepte umgedeutet und den naturwissenschaftlich korrekten Begriffen zugeordnet⁹ bzw. mit den naturwissenschaftlichen Konzepten kontrastiert werden.

Um das Ziel zu erreichen, dass Schülerinnen und Schüler bereit und fähig sind, Alltagsvorgänge auch im Rahmen naturwissenschaftlicher Vorstellungen zu verstehen, ist es zum Beispiel hilfreich, Begriffe in verschiedenen Kontexten immer wieder zu üben, den Lernenden genügend Zeit zu lassen, metakognitive Fragen¹⁰ zu stellen oder affektive Aspekte zu berücksichtigen.

Leitlinie 8: Den Entwicklungsstand der Kinder und Jugendlichen berücksichtigen

Bei der Auswahl der passenden Unterrichtsinhalte und Methoden sind nicht nur das fachliche Vorwissen und Können, sondern auch die kognitiven Fähigkeiten und handwerklich-technischen Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler wichtig. Entsprechend sollten sie bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden.

Fühlen sich Lernende unter- oder überfordert, kann sich dies negativ auf die Motivation, das Interesse und damit das Lernen auswirken. Deshalb ist in verschiedenen Bereichen das „richtige Mass“ anzustreben: sowohl in der Wahl der angebotenen Fachinhalte und der zu erwerbenden Kompetenzen als auch bei der Wahl der Methoden und Lernumgebungen (siehe Abschnitt 4.4). Das heisst zum Beispiel, dass beim Umgang mit Experimentiermaterialien im naturwissenschaftlichen oder Werkzeugen im technischen Unterricht darauf zu achten ist, dass die Kinder und Jugendlichen die Handhabung kennen oder entsprechend darauf vorbereitet werden.

4.3. Begleitung und Bewertung von Lernenden

Im Sinne eines lernfördernden Klimas spielen sowohl eine individuelle und wertschätzende Begleitung als auch eine gerechte Beurteilung eine wichtige Rolle.

Leitlinie 9: Individuell diagnostizieren und fördern

Weil fast jede Klasse sehr heterogen zusammengesetzt ist und Basisstandards erreicht werden müssen, kommt einer inneren Differenzierung und individuellen Förderung eine grosse Bedeutung zu. Entsprechend sollten individualisierende Elemente in den Unterricht eingebunden werden.

⁹ Kinder haben z.B. sehr wohl eine Vorstellung von Energieumwandlungen (zum Beispiel, dass in einem Dynamo Bewegungs- in elektrische Energie verwandelt wird), sie sind sich nur nicht bewusst, dass es sich dabei um Energieumwandlungen handelt und formulieren es entsprechend anders (z.B. sagen sie, dass mit dem Dynamo Kraft in Licht verwandelt wird).

¹⁰ Eine metakognitive Frage könnte z.B. sein: „Was hat dich im Verlauf deiner Experimente zu der Überzeugung gebracht, dass ein Generator die Umkehrung eines Elektromotors sein könnte?“

Grundlegend für eine fördernde Begleitung von Schülerinnen und Schülern ist die Bereitstellung eines ihrem Leistungsvermögen angepassten Lernangebots (z.B. Lernaufgaben in verschiedenen Schwierigkeitsgraden) sowie individuelle, möglichst regelmässige und zeitnahe Rückmeldungen zum Lernfortschritt.

In Bezug auf das Lernangebot sollte sich die **Unterstützung durch die Lehrperson** mit zunehmender Kompetenz der Schülerinnen und Schüler verändern: Während die Lernenden zu Beginn noch stark angeleitet werden, genügt es mit der Zeit, ihnen ein Gerüst zur Verfügung zu stellen, mit welchem sie sich Neues aneignen können. Die Leitung durch die Lehrperson kann dann zunehmend zurückgenommen werden. Im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht kann dem durch die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Zugänge zu den jeweiligen Themen sehr gut Rechnung getragen werden.

Eine der Herausforderungen für die Lehrperson ist es, die richtige Balance zwischen individueller Förderung und Feedback (jede/r bekommt das, was sie/er braucht) und der selektiven Funktion von Noten (alle werden nach dem gleichen Mass gemessen, die Beurteilung erfolgt anhand der sozialen Norm) zu finden. Hilfreich können dabei eine bewusste klärende Rückschau auf die Lernprozesse inklusive einer Selbstbeurteilung durch die Schülerinnen und Schüler sein.

Leitlinie 10: Die Leistungserwartung transparent machen

Grundlegend ist, dass die Leistungserwartung dem durchgeführten Unterricht entspricht. Das heisst, die Beurteilungssituationen sollten die im Unterricht gesetzten Ziele und angewandten Methoden widerspiegeln. Insbesondere sollten für alle im Unterricht geförderten Kompetenzen Leistungserwartungen formuliert werden.

Die Basis für einen fairen Beurteilungsprozess ist die klare Formulierung von Zielen (zu erreichende Kompetenzen) in Form von Anforderungen und Beurteilungskriterien, welche den Lernenden bekannt sind. Zur Beurteilung sollen nicht nur schriftliche Lernkontrollen oder hergestellte Produkte herangezogen werden, sondern auch Beobachtungen während des Unterrichts. Insgesamt ist zu berücksichtigen, dass möglichst alle zuvor eingebundenen Kompetenzbereiche auch in einer Beurteilung entsprechend eingebunden werden. Präzise, eindeutige Aufgabenstellungen und angepasste Aufgabenformate tragen zusätzlich zu einem gerechten Verfahren des Beurteilens bei. Die Ergebnisse werden in Bezug zu den Ausgangssituationen und den Zielen gesetzt. Dadurch können zum einen Lernfortschritte, zum anderen Defizite festgestellt werden, aus denen dann entsprechende Fördermassnahmen abgeleitet werden. Diese wiederum bilden die Basis für eine Anpassung der Lernbedingungen und Lernstrategien sowie der Ziele.

4.4. Methoden und Lernumgebungen

In den Leitlinien zu Methoden und Lernumgebungen geht es vor allem um die äusseren Merkmale des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts.

Leitlinie 11: Vielfältige Methoden einsetzen

Durch das breite Spektrum an einsetzbaren Methoden ergibt sich ein Reichtum an Inszenierungstechniken und eine Vielfalt an Handlungsformen, mit welchen der Unterricht abwechslungsreich und handlungsorientiert gestaltet sowie Schülerinnen und Schüler auf ganz unterschiedliche Weise angesprochen und einbezogen werden können. Entsprechend sollten diese eingesetzt werden.

Generell werden verschiedene Ebenen von Methoden unterschieden, welche im Unterricht eingesetzt werden können:

- **Unterrichtsformen** (auch methodische Grossformen genannt) sind Grundtypen des Unterrichts wie z.B. Projektarbeit, Experimentierpraktikum oder Werkstatt.
- **Organisationsformen** (auch Sozialformen genannt) unterscheiden sich danach, ob die Schülerinnen und Schüler (z.B. bei Einzel-, Gruppen- oder Partnerarbeit¹¹) oder die Lehrperson (z.B. bei Klassenunterricht, Vortrag oder Unterrichtsgespräch) im Zentrum stehen.
- **Methodische Konzepte** beschreiben eine bestimmte Art des Lehrens und Lernens wie z.B. forschendes, exemplarisches, entdeckendes oder selbstgesteuertes Lernen oder handlungsorientierten, genetischen oder fragend-entwickelnden Unterricht.
- **Methodenwerkzeuge** sind Verfahren, Materialien oder Hilfsmittel zur Unterstützung von Lehr-Lern-Prozessen wie z.B. Concept-Map, Gruppenpuzzle, abgestufte Lernhilfen oder Karteikasten¹², aber auch gezielt eingesetzte Medien wie Computer oder Printmedien.
- **Technikspezifische Methoden** ermöglichen die technikspezifische Problemorientierung sowie die Erschliessung von Technik:
 - Im Bereich der Sachdimension von Technik eignen sich für *entdeckendes Lernen* eher Methoden wie die Materialuntersuchung, -erprobung, das Technische Experiment oder die Konstruktionsaufgabe; für *instruierend analytisches Lernen* der Lehrgang, die Produktanalyse oder die Fertigungsaufgabe.
 - Im Bereich der Human- und sozialen Dimension von Technik eignen sich für *entdeckendes Lernen* eher Methoden wie das Projekt oder das Planspiel; für *instruierend analytisches Lernen* die Erkundung und die Technikstudie.

Für die Auswahl einer Methode ist entscheidend, dass sie für die jeweilige Situation und Stufe passend sowie zielführend ist. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Heranführung der Schülerinnen und Schüler an neue Methoden, wie beispielsweise das forschende Lernen, kein Selbstläufer ist, sondern Zeit und strukturierte Hilfestellungen benötigt.

¹¹ Eine Stärke der Gruppen- oder Partnerarbeit ist die Möglichkeit, die Lernenden auch kommunikativ-kooperativ arbeiten zu lassen; d.h. sie diskutieren in erster Linie miteinander, nicht mit der Lehrperson; die Lehrperson fungiert im Wesentlichen als Lerncoach.

¹² Für weitere Methodenwerkzeuge sowie Erläuterungen siehe z.B. <http://www.methodenwerkzeuge.studienseminar-koblenz.de>

Medien und ICT können im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht auf vielfältige Art genutzt werden, um die Begegnung mit Themen aus Natur und Technik sowie das Lehren und das Lernen zu fördern:

- als Demonstrationswerkzeuge der Lehrperson z. B. für Präsentationen
- als unterstützendes Bildmaterial in Form von Filmen oder Fotos
- als interaktiver „Ersatz“ für die Lehrperson
- als Werkzeuge für Arbeiten der Schülerinnen und Schüler (z. B. zur Dokumentation und Präsentation)
- als Nachschlagewerke und offene Informationsquellen
- als universales Kommunikations- und Kooperationswerkzeug
- als Lernwelt, indem sie Experimente und Simulationsumgebungen ermöglichen

Leitlinie 12: Mit verschiedenen Aufgabentypen arbeiten

Aufgaben erfüllen verschiedene Zwecke und sollten in allen Phasen des Unterrichts eingesetzt werden. Bei der Auswahl von Aufgaben ist es wichtig, dass sie unter Berücksichtigung der Vorerfahrungen der Lernenden mehrere Zugänge ermöglichen und verschiedene, individuelle Lösungswege zulassen.

Aufgaben (auch Hausaufgaben) spielen in allen Phasen einer Unterrichtseinheit eine wichtige Rolle: bei der Erarbeitung neuer Inhalte, beim Üben von neu Erlerntem sowie beim Übertragen und Anwenden bereits entwickelter Kompetenzen.

Lernaufgaben zielen darauf ab, dass die Schülerinnen und Schüler während der Bearbeitung etwas Neues lernen. Dabei werden sie durch eine Folge von gestuften Arbeitsaufträgen möglichst so geführt, dass sie eigenständig neues Wissen konstruieren können und ein kumulativer Kompetenzaufbau möglich wird. **Leistungsaufgaben** stehen eher am Ende einer Einheit und dienen meist der summativen Bewertung oder dem Vergleich. Auch wenn Leistungsaufgaben eher weniger zum Aufbau von Kompetenzen geeignet sind, ist deren Bedeutung für den Unterricht nicht zu unterschätzen (z.B. wegen der verpflichtenden Teilnahme Zürcher Schulen an den Stellwerktests).

Merkmale guter Aufgaben sind zum Beispiel, dass sie neugierig machen und Fragen aufwerfen, an das Vorwissen anknüpfen, dem Lernniveau angepasst und in sinnstiftende Kontexte eingebunden sind, mehrere Lösungswege und insbesondere eine Differenzierung auf das jeweilige Niveau ermöglichen, von den Lernenden als bedeutsam erachtet werden sowie möglichst viele naturwissenschaftlich-technische Arbeitsweisen beinhalten (siehe Leitlinie 13).

Leitlinie 13: Naturwissenschaftliche und technische Arbeitsweisen in den Unterricht einfließen lassen

Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in den Unterricht zu integrieren unterstützt das Lernen der naturwissenschaftlichen Konzepte, trägt zum Verstehen der Natur der Naturwissenschaften bei und ebnet den Weg zu fachübergreifenden Kompetenzen wie zum Beispiel dem Problemlösen oder dem kritischen Denken. Insgesamt bildet das die Grundlage für eine naturwissenschaftliche Grundbildung (*scientific literacy*). Basis für technisches Handeln ist die technische Denkweise: Die Frage nach dem *Wie* (Lösung für ein technisches Problem) im Spannungsdreieck Wirtschaftlichkeit, Ökologie und human-sozialer Verträglichkeit durch Erschliessungshandeln (*technological literacy*).

Es gibt zwar nicht „die“ naturwissenschaftliche Vorgehensweise im Sinne eines fest vorgegebenen Schemas, aber es gibt Arbeitsweisen, die als Basis für naturwissenschaftliches Handeln angesehen werden können. Diese werden gemäss HarmoS-Kompetenzmodell Naturwissenschaften+ durch die folgenden Handlungsaspekte repräsentiert: *Interesse und Neugierde entwickeln, Fragen und Untersuchen, Informationen erschliessen, Ordnen, Strukturieren, Modellieren, Einschätzen und Beurteilen, Entwickeln und Umsetzen, Mitteilen und Austauschen* sowie *Eigenständig arbeiten, mit anderen zusammen arbeiten*. Im Unterricht sollten möglichst viele naturwissenschaftliche und technische Arbeitsweisen berücksichtigt werden. Dazu gehört zum Beispiel, im NaTech-Bereich Wissen anzuwenden, Fragen zu stellen, Phänomene zu beschreiben, Schlussfolgerungen zu ziehen oder charakteristische Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens verstehen zu können. Zudem sollte den Lernenden bewusst werden, wie Naturwissenschaften und Technik unsere direkte Umwelt beeinflussen, und in ihnen die Bereitschaft wecken, sich mit naturwissenschaftlich-technischen Ideen und Themen zu beschäftigen sowie diese zu reflektieren.

Leitlinie 14: Naturwissenschaftliches Experimentieren und technisches Handeln fördern

Naturwissenschaftlich bedeutsames Wissen kann nicht nur durch Vermittlung, passive Aufnahme oder reines Nachvollziehen aufgebaut werden. Vielmehr sollten die Lernenden selbst „Naturwissenschaften betreiben“, indem sie genau beobachten, eigene Fragen stellen und Phänomene selbst erforschen.

Technisches Handeln umfasst alles menschliche Handeln, das sich mit dem Hervorbringen und mit der Nutzung von Artefakten (Produkten) befasst. Entsprechend sollte sich das *Technische Gestalten* von der Produktfixierung lösen und die Förderung von technischen Kenntnissen und Handlungen ermöglichen sowie zu offenen und kritischen Haltungen anregen.

Beim **naturwissenschaftlichen Experimentieren** sollen Schülerinnen und Schüler – ausgehend von spannenden Problemen oder relevanten Fragen – selbst Hypothesen aufstellen, diese durch geeignete Untersuchungen bestätigen oder widerlegen und schliesslich Schlussfolgerungen ziehen. Das Sammeln von (experimentellen) Daten gehört dabei ebenso dazu wie das Kommunizieren von Prozess und Ergebnis.

Im ersten Zyklus geht es im Wesentlichen um das genaue Beobachten, Wahrnehmen und Beschreiben von Phänomenen sowie einen eher spielerischen Zugang zu einfachen Experi-

menten. Im zweiten Zyklus sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, Fragen, einfache Vermutungen und Problemstellungen aufzuwerfen, dazu einfache Erkundungen und Untersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten, wobei sie ansatzweise Regelmäßigkeiten erkennen sowie zu Fragen und Hypothesen Stellung nehmen können sollten. Am Ende des dritten Zyklus schliesslich sollten die Jugendlichen zu vorgegebenen Fragen und Hypothesen angeleitet sowie zu eigenen Fragen forschend-explorativ Erkundungen und Untersuchungen planen, durchführen und auswerten können. Dabei sollten sie in der Lage sein, Hypothesen und gewählte Variablen zu überprüfen, mögliche Regelmäßigkeiten abzuleiten und zu formulieren sowie zu Fragen und Hypothesen sachgemäss Stellung zu nehmen.

Entsprechend ist es wichtig, immer wieder verschiedene Formen des Experimentierens in den Unterricht zu integrieren: Demonstrationsexperimente zum Staunen und Standardversuche zum Aufbereiten der grundlegenden Theorie, aber auch und vor allem Schüler- und Freihandversuche sowie offene Formen des Experimentierens.

Auch wenn das Experiment insbesondere zu Beginn der Schulzeit einen eher spielerischen Zugang zur Erforschung von Phänomenen darstellt, sollte es niemals zum reinen Selbstzweck (gemäss *hands on, mind off*), werden, sondern immer auch zielführend sein.

Im technischen Prozess beinhaltet **technisches Handeln** das Entwickeln, Konstruieren, Produzieren, Verteilen, Verwenden, Ausserbetriebnehmen und Bewerten.

Leitlinie 15: Eine Umgebung schaffen, die guten NaTech-Unterricht ermöglicht

Die Unterrichtsräume – seien es Naturwissenschaftszimmer, Werkstätten oder reguläre Schulzimmer – sollten so ausgestattet sein, dass guter NaTech-Unterricht überhaupt möglich wird. Grundvoraussetzungen dafür sind eine funktionale Einrichtung und brauchbares Lernwerkzeug (auch im Hinblick auf mediale Lernelemente), welches jeweils so zur Verfügung steht, dass es ohne grossen Aufwand durch jede Lehrperson nutzbar ist. Insbesondere das Experimentiermaterial und die Fachräume für das *Technische Gestalten* sollten den Unterrichtsinhalten und der jeweiligen Stufe angemessen sein.

Eine der Voraussetzungen für einen reibungsfreien Ablauf im Gebrauch der Materialien stellt eine gute Ordnung dar. Diese kann auf verschiedene Weise gewährleistet werden und hängt im Wesentlichen von den Rahmenbedingungen im jeweiligen Schulhaus ab. Liegt die Ordnung und Instandhaltung der Materialien beispielsweise in der Eigenverantwortung jeder einzelnen Lehrperson, so ist die Einhaltung klarer Regeln und Absprachen essentiell. Unter Umständen ist es deshalb sinnvoll, die Verantwortung einer einzelnen Person zu übertragen, welche dafür an anderer Stelle entlastet wird.

Leitlinie 16: Lernorte ausserhalb des Schulhauses bewusst einbeziehen

Lernen kann fast überall stattfinden: angefangen von verschiedensten Plätzen in der freien Natur über Museen und Science Center bis hin zu Firmen, die ihre Türen auch für Schulklassen öffnen. Alle diese Orte bieten die Chance, auf vielfältigste Weise mit allen Sinnen zu lernen und eine reale Begegnung mit Bezug zur Lebenswelt der Lernenden zu ermöglichen.

Die Authentizität der Primärbegegnung an einem ausserschulischen Lernort¹³ macht den Unterricht lebendig, motiviert und lädt zu eigenem Forschen und Entdecken ein. Unter entsprechender Anleitung werden Landschaften, Lebewesen, Produktionsstätten oder Produkte durch die Lernenden „mit Kopf, Herz und Hand“ erschlossen. Es werden aber nicht nur kognitive und affektive Zielbereiche angesprochen; auch das instrumentelle (Beobachten, Messen, Zählen, Befragen etc.) und das sozial kommunikative Lernen (Teamaufträge, Informationsaustausch, gemeinsame Erlebnisse auf Studienfahrten etc.) werden durch die unmittelbare, originale Begegnung gefördert. Daher darf von einem hohen Erinnerungswert und ausgeprägter Nachhaltigkeit ausgegangen werden. Der Besuch eines ausserschulischen Lernorts sollte nicht primär als „sozialer Event“ verstanden werden. Um Lernwirksamkeit zu erreichen, muss eine Exkursion gezielt in den Unterricht eingebunden und sowohl vor- als auch nachbereitet werden.

Generell lassen sich zwei **Typen ausserschulischer Lernorte** unterscheiden:

- Orte, an denen Inhalte pädagogisch-didaktisch und methodisch für aktive Erkundungs- und Lernprozesse bereits stufengerecht aufbereitet und dauerhaft verfügbar sind (Museen, zoologische oder botanische Gärten, Versuchslabors etc.).
- Orte, die zu Lernzwecken vorübergehend aufgesucht werden (die schulhausnahe Wiese, der benachbarte Handwerksbetrieb, das städtische Krankenhaus, Firmen etc.). Diese Kategorie zeichnet sich durch Offenheit in Bezug auf Erschliessungsaspekte, Erfahrungs- und Handlungsmöglichkeiten aus.

Der Besuch eines ausserschulischen Lernortes kann auf verschiedene Weise in den Unterricht eingebunden werden: zu Beginn als Motivation und gemeinsamer Startpunkt in ein neues Thema, innerhalb einer Unterrichtseinheit als vertiefende Weiterführung des Themas durch (eigenständige) Arbeit der Schülerinnen und Schüler am ausserschulischen Lernort oder am Schluss als zusammenfassende Bestätigung und Wiederholung, eventuell auch als weitere Vertiefung.

¹³ Mit *ausserschulischem Lernort* werden in der Naturwissenschaftsdidaktik alle Orte ausserhalb des Schulhauses bezeichnet, welche zum organisierten Lernen gezielt aufgesucht werden. Ausserschulisch meint in diesem Zusammenhang nicht, dass ein Angebot in der Freizeit, also ausserhalb der Schulzeit oder ausserhalb des Unterrichts, aufgesucht wird.

5. Grundlagen für die Umsetzung

Damit die Leitlinien aus den Abschnitten 4.1 bis 4.4 in angemessener Weise umgesetzt werden können, müssen im Wesentlichen zwei Voraussetzungen erfüllt sein.

Leitlinie 17: Lehrpersonen entsprechend qualifizieren

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für qualitativ guten, lernwirksamen Unterricht ist eine angemessene Qualifikation der Lehrpersonen. Diese kann entweder im Rahmen der Ausbildung oder der (berufsbegleitenden) Weiterbildung erlangt werden. Die Gestaltung der Aus- und Weiterbildungsmodule sollte sich dabei ebenfalls an den Leitlinien orientieren.

Gemäss der *Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich* fühlen sich Lehrpersonen im Kanton Zürich – insbesondere im chemischen und physikalischen Bereich – nicht gut genug ausgebildet und unterrichten naturwissenschaftlich-technische Themen entsprechend selten. Zudem besuchen sie bisher kaum Weiterbildungen im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich. Es ist deshalb wichtig, dass die Ausbildung und die Weiterbildung im Bereich der naturwissenschaftlich-technischen Fächer erweitert und verbessert werden. Lehrpersonen sollen eine gute Grundqualifikation erlangen und ihre Kompetenzen durch gezielte Teilnahme an Weiterbildungsveranstaltungen erweitern können.

Damit Weiterbildungen wirksam sind, sollen es keine Einmal-Veranstaltungen sein. Vielmehr müssen sie aus mehreren Präsenzveranstaltungen bestehen, zwischen denen das neu Gelernte immer wieder im eigenen Unterricht umgesetzt und reflektiert werden kann. Zudem hat es sich als positiv erwiesen, wenn Schulhaus-Teams gemeinsam Weiterbildungen besuchen. So können sie sich gegenseitig unterstützen und den NaTech-Unterricht im Schulhaus gemeinsam weiterentwickeln.

Weiterführendes Dokument: In den *Folgerungen für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen* werden konkrete Kompetenzen beschrieben, die Lehrpersonen idealerweise im Rahmen der Aus- und Weiterbildung erlangen sollten (Quellenangabe im Kapitel 6).

Leitlinie 18: Geeignete Lehr- und Lernmittel zur Verfügung stellen

Der Unterricht orientiert sich häufig in erster Linie an den zur Verfügung stehenden Lehr- und Lernmitteln – nicht zuletzt weil sie eine wichtige Unterstützung für Lehrpersonen darstellen. Deshalb ist es wichtig, dass die angebotenen Lehr- und Lernmittel sowohl den aktuellen (bzw. einzuführenden) Lehrplan als auch den aktuellen Stand der naturwissenschafts- und technikdidaktischen Forschung repräsentieren.

Unter Lehr- und Lernmitteln werden sowohl klassische Schulbücher und Unterrichtsmaterialien für Schülerinnen und Schüler inklusive der Begleitmaterialien für Lehrpersonen als auch ergänzende Materialien wie Online-Angebote und insbesondere Experimentiermaterialien verstanden. Damit Lehrpersonen neue Lehrmittel sinnvoll und in der angestrebten Art und Weise nutzen (können), ist es wichtig, entsprechende Einführungen in die Arbeit mit den

Lehrmitteln und den darin enthaltenen Themen anzubieten sowie mehrere Möglichkeiten der konkreten Umsetzung bereitzustellen.

Weiterführendes Dokument: In den *Folgerungen für Lehr- und Lernmittel* sind Qualitätskriterien für gute Lehr- und Lernmittel im Bereich Naturwissenschaften und Technik dargestellt (Quellenangabe im Kapitel 6).

6. Ausgewählte Literatur

- Bienia, D. (2004). *Technikgeschichte als Gegenstand allgemeiner technischer Bildung*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Bildungsdirektion Kanton Zürich (Hrsg.) (2011). *Folgerungen für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen aus den Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik auf der Volksschulstufe*.
- Bildungsdirektion Kanton Zürich (Hrsg.) (2011). *Folgerungen für Lehr- und Lernmittel aus den Leitlinien für den Unterricht in Naturwissenschaften und Technik auf der Volksschulstufe*.
- Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.) (2001). *PISA 2000 - Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- EDK (Hrsg.) (2010). *Basisstandards für die Naturwissenschaften*. Zugriff am 14.11.2010 unter http://edudoc.ch/record/36472/files/Standards_Nawi_d.pdf
- Geschäftsstelle der deutschsprachigen EDK-Regionen (2010). *Grundlagen für den Lehrplan 21*. verabschiedet von der Plenarversammlung der deutschsprachigen EDK-Regionen am 18. März 2010. Zugriff am 14.11.2010 unter <http://www.lehrplan21.ch/sites/default/files/Grundlagenbericht.pdf>.
- HarmoS-Konsortium Naturwissenschaften. (2008). *HarmoS Naturwissenschaften+: Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Höpken, G., Osterkamp, S. & Reich, G. (Hrsg.) (2003). *Standards für eine allgemeine technische Bildung - Inhalte des Technikunterrichts*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Höpken, G., Osterkamp, S. & Reich, G. (Hrsg.) (2007). *Warum alle mehr über Technik wissen müssen*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Hüttner, A. (2005): *Technik unterrichten*. Han-Gruiten. Verlag Europa Lehrmittel, 2. Auflage.
- Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P. (2007). *Physikdidaktik*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Labudde, P. (Hrsg.) (2008). *Naturwissenschaften vernetzen - Horizonte erweitern: Fächerübergreifender Unterricht konkret*. Seelze-Velber: Kallmeyer & Klett
- Labudde, P. (Hrsg.) (2010). *Fachdidaktik Naturwissenschaft*. Bern: Haupt.
- Merz, T. (2005). *Medienbildung in der Volksschule. Grundlagen und konkrete Umsetzung*. Zürich: Pestalozzianum.
- Metzger, S. (2010). *Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I? Ein Blick auf den Kanton Zürich und die Schweiz*. Schweizerische Zeitschrift für Bildungsforschung (im Druck).
- Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Verlag.

- Ropohl, G. (1999). *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie*. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2. Auflage.
- Schmayl, W. & Wilkening, F. (1995). *Technikunterricht*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Spörhase-Eichmann, U. & Ruppert, W. (Hrsg.) (2004). *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Stern, E., Metzger, S. & Zeyer, A. (2009). *Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich*. Zugriff am 14.11.2010 unter <http://www.zhsf-edu.ch/content-n264-sD.html>.
- Stuber, T. & Käser, A. (2010 - 2013). *Räder in Bewegung – ein Lehrmittelprojekt im Technischen Gestalten zur Förderung des Technikverständnisses*. Entwicklungsprojekt, PH Bern.
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. (Hrsg.) (2007). *Bildungsstandards Technik für den Mittleren Schulabschluss*. Zugriff am 14.11.2010 unter http://www.vdi-jutec.de/medienarchiv/ablage/original/bildungsstandards_2007.pdf.