

Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I? Ein Blick auf den Kanton Zürich und die Schweiz

Susanne Metzger

Im vorliegenden Artikel werden zunächst einige Befunde zur Gestaltung des Unterrichts, zur Qualität und zum Einsatz von Lehrmitteln sowie zum Umfang und den Inhalten der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen im naturwissenschaftlichen Bereich der Sekundarstufe I vorgestellt. Diese lieferten die Grundlage für eine empirische Bestandaufnahme in Form einer schriftlichen Befragung von Lehrkräften im Kanton Zürich, deren Design und Ergebnisse anschliessend dargestellt werden. Zusammenfassend werden einige sich daraus ergebende Folgerungen für die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts aufgezeigt.

Im Zuge internationaler Vergleichsstudien wie TIMSS und PISA sowie den nationalen Validierungstests zum HarmoS-Kompetenzmodell Naturwissenschaften (siehe z.B. Labudde & Adamina, 2008) wurde ein gewisser Handlungsbedarf im Bezug auf die naturwissenschaftliche Bildung in der Schweiz und insbesondere im Kanton Zürich sichtbar. Zum Beispiel messen Schweizer Jugendliche den Naturwissenschaften wenig Bedeutung zu und auch ihr Interesse an Naturwissenschaften ist gering (Moser & Angelone, 2008). Ausserdem wird in der Schweiz im internationalen Vergleich relativ wenig Zeit auf den naturwissenschaftlichen Unterricht verwendet (OECD, 2007), im Kanton Zürich besonders wenig (Moser & Angelone, 2009). Auch die Leistungen Zürcher Jugendlicher im Bereich Naturwissenschaften liegen unter dem Durchschnitt der Schweiz (Moser & Angelone, 2008). Diese regionalen Unterschiede zeigen sich ebenfalls bei HarmoS (Nidegger, Moreau & Gingins, 2009). Um die Situation im Kanton Zürich näher zu beleuchten, beauftragte die Bildungsdirektion des Kantons Zürich das Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik (ZHSP), eine Expertise zu «Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich» (Stern, Metzger & Zeyer, 2009) zu erstellen. In diesem Rahmen wurden unter anderem die Gestaltung des Unterrichts, die Qualität und der Einsatz von Lehrmitteln sowie der Umfang und die Inhalte der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen im naturwissenschaftlichen Bereich der Sekundarstufe I untersucht.¹

Im vorliegenden Artikel werden zunächst einige Befunde zu den Faktoren vorgestellt, welche den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht beeinflussen. Daran anschliessend werden in Kapitel 2 Design und Ergebnisse der Bestandenserhebung im Kanton Zürich präsentiert und diskutiert, wobei die schriftliche Befragung von Lehrkräften der Sekundarstufe I im Mittelpunkt steht. Abschliessend werden die sich daraus ergebenden Folgerungen für die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Schweiz aufgezeigt.

Einflussfaktoren für die Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Um die Faktoren zu identifizieren, welche Qualität und Wirkung des naturwissenschaftlichen Unterrichts beeinflussen, bietet sich die Betrachtung von Unterrichtsmodellen wie zum Beispiel des Angebots-Nutzungs-Modells von Helmke (2006) oder des Rahmenmodells der Wirkung schulischer Lerngelegenheiten auf fachliche und fachübergreifende Zielkriterien von Bildung (Doll & Prenzel, 2001) an. Sowohl Helmke (2006) als auch Doll & Prenzel (2001) nennen Lehr-/Lernmaterialien und Lehrpersonenmerkmale (Professionswissen) als zentrale Faktoren für den Erfolg (naturwissenschaftlicher) Bildung. Das Lehrpersonenprofessionswissen wird auch von Fischer, Borowski, Kauertz und Neumann (2010) als Faktor für den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern herausgearbeitet: Den von Shulman (1986) geprägten Begriffen des *pedagogical knowledge* (pädagogisches Wissen), *content knowledge* (Fachwissen) und *pedagogical content knowledge* (fachdidaktisches oder fachspezifisch pädagogisches Wissen) scheint eine «zentrale Bedeutung bei der Unterstützung von Wissenserwerbs- und Wissenskonstruktionsprozessen» (Fischer et al., 2010, S. 62) von Lernenden zuzukommen. Deshalb stand für die Analyse zur Situation der Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I im Kanton Zürich die Betrachtung der Lehrpersonen (fachliches und fachdidaktisches Wissen, Umsetzung im Unterricht, Aus- und Weiterbildung) sowie der vorhandenen und verwendeten Lehrmittel im Mittelpunkt. Sowohl im Hinblick auf das nötige Fachwissen der Lehrpersonen als auch auf die Einführung eines neuen Deutschschweizer Lehrplans waren zudem die Themen, welche üblicherweise in den jeweils gültigen Lehrplänen festgelegt und in den Lehrmitteln verarbeitet sind, von Interesse. Durch das weitgehend integrierte Unterrichten der Naturwissenschaften in der Schweiz wurden ausserdem die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Vernetzung innerhalb der Naturwissenschaften und darüber hinaus betrachtet. Weitere, in den Modellen (Doll & Prenzel, 2001; Helmke, 2006) aufgezeigte Faktoren für die Wirksamkeit von Unterricht wie beispielsweise die individuellen Voraussetzungen oder die familiären Umfelder der Schülerinnen und Schüler, wurden hingegen durch die Anlage der hier vorgestellten Untersuchung nicht berücksichtigt.

Lehrpläne: Umfang und Themen der naturwissenschaftlichen Fächer

Die kantonale Regelung der Lehrpläne in der Schweiz führt – im Gegensatz beispielsweise zu einem landesweit einheitlichen Volksschullehrplan in Österreich (BMUK, 2005) – zu sehr uneinheitlichen Stundentafeln. Dies zeigt sich bereits bei der Begrifflichkeit: Der naturwissenschaftliche Unterricht ist je nach Kanton Teil eines Fächerverbundes wie zum Beispiel «Realien», «Mensch und Umwelt» oder «Natur – Mensch – Mitwelt».

Im Jahr 2014 soll für diejenigen Deutschschweizer Kantone, welche dem HarmoS-Konkordat beigetreten sind, erstmalig ein gemeinsamer Lehrplan, der so genannte Lehrplan 21, eingeführt werden – mit einem integrierten Fach «Natur und Technik» (Geschäftsstelle der deutschsprachigen EDK-Regionen, 2010). Der Lehrplan 21 soll zu einer Vereinheitlichung sowohl der Themen und Handlungsaspekte – orientiert an den HarmoS-Kompetenzmodellen – als auch der Stundendotationen in den einzelnen Deutschschweizer Kantonen führen. Da bisher jedoch nur Vorschläge für die grobe Struktur der im Lehrplan enthaltenen Fachbereiche sowie für die Verteilung der Stunden über die einzelnen Fachbereiche und Schuljahre existiert, wird im Folgenden der Status Quo im Schuljahr 2008/09 aufgezeigt.

Umfang

In den meisten kantonalen Stundentafeln ist für die Sekundarstufe I des unteren und mittleren Anforderungsniveaus ein integriertes naturwissenschaftliches Fach (z.B. «Natur und Technik» oder «Naturlehre») ausgewiesen. Je nach Kanton und Anforderungsprofil schwankt die Anzahl der dafür vorgesehenen Stunden in den drei Jahren Sekundarstufe I zwischen 247 und 480, wobei die Geographie mit eingerechnet ist (Moser & Angelone, 2009). Das bedeutet, dass pro Woche – bei einer Gesamt-Stundenzahl von 30 bis 36 – zwischen 2 und 4 Stunden für Biologie, Chemie, Geographie und Physik gemeinsam zur Verfügung stehen. Im Vergleich mit anderen Kantonen nimmt Zürich bei der Gesamtstundenzahl für Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I in der Kategorie der erweiterten Ansprüche² den letzten und in jener der Grundansprüche den vorletzten Platz ein. Das ist insofern bedenkenswert, weil mit zunehmender Unterrichtszeit auch das Leistungsniveau steigt (Moser & Angelone, 2009), wobei hier keine Aussagen zur Signifikanz gemacht werden. Für die Mathematik konnte aber gezeigt werden, dass dieser Zusammenhang signifikant ist (Ramseier, 2005).

Ein Vergleich mit dem benachbarten Ausland verdeutlicht den geringen Stellenwert der Naturwissenschaften in der Schweiz: Zum Beispiel sind in Deutschland im Mittel in drei Jahren 200 Stunden Biologie, 140 Stunden Chemie und 140 Stunden Physik vorgesehen.

Die vergleichsweise geringe Stundendotation in der Schweiz deckt sich mit den Selbstaussagen der 15-Jährigen im Rahmen der PISA-Studie (OECD, 2007): 49% der Schweizer Jugendlichen werden weniger als zwei Wochen-

stunden und 19% vier oder mehr Wochenstunden in den Naturwissenschaften unterrichtet. Dies ist weniger als in Deutschland und Österreich: 34.6% (in D) bzw. 44.6% (in A) der Jugendlichen geben weniger als zwei und 32.3% (in D) bzw. 20.4% (in A) mehr als vier Stunden pro Woche an. Gemessen am OECD-Mittelwert liegt die Schweiz mit den Lernenden, die weniger als zwei Stunden unterrichtet werden, über dem OECD-Durchschnitt (32.7%) und mit den Lernenden, die mehr als vier Stunden pro Woche unterrichtet werden, unter dem OECD-Durchschnitt (28.7%).

Themen

Allein die Vielfältigkeit der verschiedenen Lehrpläne der Schweizer Kantone (Slovák, 2005) zeigt, dass über Inhalte von Lehrplänen und somit Lehrmitteln auch in Fachkreisen nie Einigkeit herrscht. Zudem unterliegen die Inhalte sich zeitlich verändernden bildungspolitischen Rahmenbedingungen. Während es zum Beispiel in den letzten Jahren in den Naturwissenschaften die Tendenz gab, sich auf naturwissenschaftliche Methoden zu konzentrieren, herrscht momentan eher wieder der Trend, die Lehrpläne auf Inhalte oder Kompetenzen hin auszurichten.

Für die Entwicklung in der Schweiz kann das im Auftrag der EDK³ erarbeitete HarmoS-Kompetenzmodell Naturwissenschaften (HarmoS-Konsortium Naturwissenschaften, 2008; siehe auch Labudde in dieser Heftnummer, Kap. 2) als wegweisend angesehen werden. Es verknüpft zu erwerbende Kompetenzen («Handlungsaspekte») mit zu lernenden Inhalten («Themenbereiche») und strukturiert den Aufbau der Kompetenzen durch die gesamte obligatorische Schulzeit. Auch wenn die Themenbereiche stets fächerverbindend angelegt sind, haben sie doch thematische Schwerpunkte. So können von den acht Bereichen drei der Biologie/Gesundheit («Lebewesen», «Lebensräume und -gemeinschaften» und «Mensch und Gesundheit»), zwei der Physik («Bewegung, Kraft, Energie» und «Wahrnehmung und Steuerung»), einer der Chemie («Stoffe und Stoffveränderungen»), einer der Geographie («Planet Erde») und einer einem umfassenden Verständnis von Naturwissenschaften und Technik («Mensch, Gesellschaft, Technik: Perspektiven») zugeordnet werden (HarmoS-Konsortium Naturwissenschaften, 2008). Dies stellt im Vergleich zur momentanen Situation in der Schweiz gemäss Lehrplanaanalyse von Slovák (2005) eine Aufwertung der chemischen und physikalischen Anteile dar: Von den 30 naturwissenschaftlichen Kategorien, die in mindestens 50% der aktuellen Schweizer Lehrpläne genannt werden, sind 17 in den Bereich Biologie, Umwelt und Gesundheit, 10 in den Bereich der Erkenntnisgewinnung, 3 in den Bereich Geographie und keine in die Bereiche Chemie und Physik einzuordnen (Szlóvák, 2005).

Interdisziplinäre Zusammenarbeit und Vernetzung

Der fächerverbindende Unterricht kann gerade im Bereich der Naturwissenschaften zur Steigerung des Interesses – vor allem bei chemischen und physikalischen Themen – beitragen (Labudde, 2003, 2008; Metzger, 2010). Dies gilt insbesondere für Interessentypen (häufig Mädchen), die sich mehr für Kontexte im Bereich Naturphänomene, Gesundheit/menschlicher Körper oder Gesellschaft als für die technische Seite der Chemie und Physik interessieren (Elster, 2006; Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998). Dementsprechend sind in nahezu allen Lehrplänen des deutschsprachigen Raumes fächerverbindende Elemente vorgesehen, allerdings werden sie unterschiedlich stark gefordert (Fries, 1998). In einigen Kantonen und Bundesländern wird der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht gefördert, indem er organisatorisch als ein Fach definiert und von nur einer Lehrperson unterrichtet wird. Häufig führt dies jedoch nicht zu echtem integrierten Unterricht (Metzger, 2010). Noch schwieriger wird fächerverbindende Wissensvermittlung, wenn Biologie, Chemie und Physik in einer Klasse von verschiedenen Lehrpersonen unterrichtet werden (BLK, 1997), wie es in Deutschland und Österreich in nahezu allen Schultypen der SI und SII oder in Schweizer Gymnasien üblich ist.

Ein Beispiel für einen echten Integrationsansatz stellt das Konzept für den Lernbereich Naturwissenschaften der Luise-Büchner-Schule in Groß-Gerau (D) dar (Batz, 2008). Hier werden die naturwissenschaftlichen Fächer von der fünften bis zur zehnten Klasse als Fächerverbund von nur einer Lehrkraft unterrichtet. Das Fach «Naturwissenschaften» wird dadurch zum Hauptfach aufgewertet und ihm stehen von Klasse fünf bis zehn je drei bis fünf Stunden pro Woche zur Verfügung. Für den Unterricht wurden von Fachlehrpersonen der Biologie, der Chemie und der Physik gemeinsam Module entwickelt. Diese Module sind zum Teil fachspezifisch, aber dort, wo es sich anbietet, sind sie fächerverbindend konzipiert. In den einzelnen Klassen eines Jahrgangs unterrichten möglichst Lehrkräfte mit verschiedenen fachlichen Hintergründen, so dass eine gegenseitige Unterstützung möglich ist. Da die Themen pro Jahrgang parallelisiert sind, können Synergien beim Bereitstellen der Materialien sowie beim Auf- und Abbau der Experimente genutzt werden.

Speziell wenn das zu unterrichtende Fach wie im Kanton Zürich «Natur und Technik» heisst, sollte interdisziplinäre Vernetzung nicht nur zwischen den klassischen Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik stattfinden, sondern insbesondere auch mit der Technik. Dabei ist zu beachten, dass Technikverständnis nicht automatisch im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert wird, sondern dass es einer speziellen Einbindung bedarf. Das bedeutet zum einen, dass technische Anwendungen bewusst in den Naturwissenschaftsunterricht integriert werden, so dass an diesen ein naturwissenschaftlich-technischer Kontext erfahrbar wird. Zum anderen muss den Schülerinnen und Schülern – in Zusammenarbeit mit den Lehrpersonen für das «Technisches Gestalten» bzw. «Werken» – die Möglichkeit gegeben werden, konkrete

technische Anwendungen selbst (nach)zubauen. Erst durch beide Facetten der Technik kann ein umfassendes Technikverständnis aufgebaut werden (Mey, 2008). Dies spiegelt sich auch in den «Bildungsstandards Technik für den Mittleren Schulabschluss» des Vereins Deutscher Ingenieure wider (VDI, 2007).

Naturwissenschaftliche Lehrmittel (insbesondere Schulbücher)

Im Allgemeinen sind Lehrpläne verbindlich und den Lehrmitteln übergeordnet, so auch im Kanton Zürich (z.B. Bildungsdirektion, 2004). Da Lehrpläne den Lehrkräften jedoch zum Teil grosse Freiheiten lassen, ist es nicht selten, dass Lehrmittel die eigentlichen Lehrpläne darstellen (Oelkers & Reusser, 2008). In weiten Teilen der Schweiz gibt es für die Volksschule obligatorische Lehrmittel, welche von den Gemeinden angeschafft werden. Die Lehrpersonen haben die obligatorischen Lehrmittel im Unterricht zu verwenden, können aber – soweit es die Forderungen des Lehrplans zulassen – aus den Inhalten der obligatorischen Lehrmittel auswählen (z.B. Bildungsdirektion, 2004). Trotz des integrierten Ansatzes wurden auch in der Schweiz für die Sekundarstufe I neben einigen sehr wenigen fächerverbindenden naturwissenschaftlichen Lehrmitteln vor allem nach Fächern getrennte Lehrmittel entwickelt. Eine Umfrage zu Lehrmitteln im Kanton Zürich ergab, dass die naturwissenschaftlichen Lehrmittel der Sekundarstufe I bei den Lehrpersonen recht gut bis sehr gut abschneiden. Die Biologiebücher wurden jeweils am besten beurteilt, allerdings gibt es Unterschiede für die Niveaus A, B und C (Fickler, Hiltbrunner & Heidelberger, 2008). In Deutschland und Österreich gibt es keine obligatorischen Lehrmittel in dem Sinn, die Lehrmittel können von den Lehrkräften im Wesentlichen selbst gewählt werden.

Weil Lehrmittel jeweils zu den speziellen Lehrplänen eines Kantons oder Bundeslandes sowie dem Niveau passen müssen, ergibt sich eine Vielzahl an Lehrmitteln im deutschsprachigen Raum. Obwohl – oder gerade weil – es für den inzwischen unübersichtlichen Lehrmittelmarkt kaum Qualitätskontrollen gibt (Oelkers & Reusser, 2008), wurden Anforderungen an «gute» Lehrmittel schon mehrfach beschrieben (z.B. Adamina, 2004; Mayer, 2008). Der Zürcher Lehrerinnen- und Lehrerverband hat diese in einem Positionspapier zusammengefasst: Ein gutes Lehrmittel muss verschiedene Lehr- und Lern- sowie Unterrichtsformen ermöglichen, für Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler benutzerfreundlich sein, Binnendifferenzierung berücksichtigen, an Alltagsbeispielen anknüpfen und ausreichendes, vielfältiges sowie selbst anpassbares Übungs- und Prüfungsmaterial enthalten (ZLV, 2009). Darüber hinaus wird anschauliches Didaktikmaterial gefordert. Zum Beispiel sollten in einem Lehrerkommentar Erläuterungen zum Lehr- und Lernverständnis sowie nötiges Hintergrundwissen enthalten sein (Mayer, 2001). Insgesamt sollte ein Lehrmittel den Unterricht bzw. dessen Vorbereitung erleichtern (Fischer, 2009; Mayer, 2008), insbesondere im Bereich der didaktischen Reduktion (Oelkers & Reusser, 2008).

Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen im naturwissenschaftlichen Bereich

Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere die Qualität und der Umfang des so genannten *pedagogical content knowledge* (Shulman, 1986, 1987) von Lehrpersonen mit den Leistungen ihrer Schülerinnen und Schüler korrelieren (Bromme, Rheinberg, Minsel, Winteler & Weidenmann, 2006). Speziell für den Bereich Mathematik in der Sekundarstufe I konnte von Krauss et al. (2008) gezeigt werden, dass die Leistungen der Lernenden umso besser waren, je besser das Fachwissen der Lehrkraft war – jedoch nur, wenn sie gleichzeitig über fachspezifisch pädagogisches Wissen verfügte. Das heisst, Lehrpersonen müssten durch Aus- und Weiterbildung dazu befähigt werden, sowohl fachinhaltliches als auch pädagogisch didaktisches Wissen so aufzubauen und miteinander zu verbinden, dass sie ihren Unterricht angepasst an die motivationalen und kognitiven Voraussetzungen der Lernenden aufbereiten und gestalten können (Shulman, 1987). Die PH Zentralschweiz Luzern bietet als einzige Hochschule im deutschsprachigen Raum eine integrierte Lehrpersonenausbildung im Fach Naturwissenschaften an, welche sowohl eine echte Verbindung der klassischen Fächer Biologie, Chemie und Physik als auch die Verknüpfung von fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Inhalten anstrebt (Rehm, Wilhelm, Brovelli, Malti & Häcker, 2006).

Der Blick auf die Quantität an naturwissenschaftlichen Ausbildungsanteilen⁴ lässt grosse Differenzen erkennen: In der Schweiz werden von den 270 ECTS-Punkten für den Mastertitel (Sekundarstufe I) zwischen 40 (PH Zürich) und 60 (PH Bern) in den Naturwissenschaften (Fachwissenschaft und Fachdidaktik) erworben. Somit steht für die einzelnen naturwissenschaftlichen Bereiche während der Ausbildung wesentlich weniger Zeit zur Verfügung als es der Fall ist, wenn Studierende – wie in Deutschland und Österreich üblich – insgesamt nur in zwei Fächern, also zum Beispiel Chemie und Physik, mit 70 bis 100 ECTS-Punkten für fachliche und fachdidaktische Inhalte pro Fach ausgebildet werden. Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, dass sich deutsche Studierende in «ihrem Fach» sicher fühlen, während sich zum Beispiel Zürcher Studierende fachlich nur dort kompetent wahrnehmen, wo sie fachwissenschaftlich vertieft haben und das ist entweder in Biologie *oder* in Chemie *oder* in Physik (Metzger, 2007).

Weiterbildungen können zum einen genutzt werden, um sich die in der Ausbildung vernachlässigten Inhalte anzueignen, zum anderen, um konkrete Lösungsansätze für Probleme des Schulalltags zu erarbeiten. Dabei sollte die Weiterbildung stets berufsbezogen sein und eine Wirkung auf der Unterrichtsebene nachweisen (Oelkers & Reusser, 2008). Nach Stern darf Weiterbildung «nicht länger als schmückendes Beiwerk, Unterbrechung der Unterrichtsroutine durch Kursbesuche oder als Nachhilfestunde für schlechte Lehrpersonen gesehen werden, sondern muss selbstverständlicher Teil der Schulkultur und der professionellen Entwicklung werden.» (Stern, 2009, S. 17)

Bestandesaufnahme zum naturwissenschaftlich-technischen Unterricht im Kanton Zürich

Ziel der Bestandenserhebung war es, die spezifischen Stärken und Schwächen des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts sowie seiner Rahmenbedingungen im Kanton Zürich zu erheben. Dazu wurden zunächst mündliche Befragungen mit Lehrpersonen sowie Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern aller Stufen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Interviews lieferten zusammen mit den theoretischen Hintergründen (Kapitel 1) die Indikatoren für die schriftliche Befragung von Sekundarschullehrpersonen im Kanton Zürich.

Methode

Im Folgenden werden zunächst Durchführung und ausgewählte Ergebnisse der Expertenbefragung dargestellt. Diese diente vor allem dazu, die Theorie für die Bestandenserhebung im Kanton Zürich aufzubereiten. Das Design des Fragebogens sowie die Stichprobe der Fragebogenerhebung werden im Anschluss dargestellt.

Expertenbefragung

Um spezifische Rahmenbedingungen bezüglich der in Kapitel 1 dargestellten Einflussfaktoren im Kanton Zürich – im Vergleich zu anderen Kantonen und Deutschland – zu identifizieren und entsprechend in die schriftliche Erhebung einfließen lassen zu können, wurden halbstrukturierte Interviews mit sechs Schweizer und drei deutschen Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern sowie mit je zwei Lehrkräften aus der Schweiz und aus Deutschland geführt. Sieben Personen wurden persönlich, die übrigen per Telefon interviewt. Die Gespräche dauerten von einer halben bis eineinhalb Stunden und die Aussagen wurden protokolliert. Darüber hinaus wurden telefonisch Informationen von Personen, welche für die Aus- und Weiterbildung an der PH Zürich, der PH Bern, der PH Thurgau sowie der PH der FH Nordwestschweiz zuständig sind, eingeholt.

Im Wesentlichen decken sich die Einschätzungen der Expertinnen und Experten mit der in Kapitel 1 dargestellten Theorie. So sind zum Beispiel alle von den Befragten als wichtig genannten Themen und Kompetenzen im HarmoS-Kompetenzmodell Naturwissenschaften enthalten oder die Kriterien der Interviewten für «gute» Lehrmittel (Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen, an Alltagsbeispielen anknüpfen, dort, wo es sinnvoll ist, mit anderen Fächern verbinden, neue Lern- sowie geeignete Experimentierformen einbinden und von einem konstruktivistischen Lern-Lehr-Modell ausgehen) decken sich im Wesentlichen mit der Theorie.

Zudem lieferten die Interviews wichtige Hinweise auf die spezielle Situation der Schweizer Sekundarschulen: Nach Einschätzung der befragten Expertinnen und Experten führt ein integriertes Fach wie «Natur und Technik» oder «Naturlehre» häufig dazu, dass die Präferenz der jeweiligen Lehrkraft (in den meisten

Fällen Biologie) ausführlich, die anderen naturwissenschaftlich-technischen Anteile dagegen eher wenig bis gar nicht in den Unterricht einfließen. Dies zeigt sich auch in der von den Schweizer Befragten wahrgenommenen Aufteilung der für das integrierte Fach zur Verfügung stehenden Stunden: Biologie wird im Mittel während aller drei Jahre je ein bis zwei Wochenstunden lang unterrichtet, während Physik und Chemie meistens nur ein halbes bis zwei Jahre lang ein bis zwei Stunden pro Woche behandelt wird. Nach dem Professionswissen der Schweizer Lehrpersonen befragt, sahen die Schweizer Interviewten vor allem Lücken im Fach- und fachdidaktischen Wissen. Weiterbildungen in diesen Bereichen würden jedoch sehr selten besucht.

Fragebogen

Neben Angaben zu Person und Ausbildung (sechs Multiple Choice-Items und ein offenes Item) wurden die Lehrkräfte zu den in Kapitel 1 beschriebenen Einflussfaktoren auf die Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts befragt. Bei der Konstruktion der Fragen wurden die aus den Experteninterviews gefolgerten Erwartungen zur Situation im Kanton Zürich einbezogen. Dies äussert sich zum Beispiel in den Antwortmöglichkeiten zu einzelnen Items. Zur Strukturierung für die Lehrpersonen wurde folgende Unterteilung gewählt:

(1) Lehrpläne und Inhalte:

Fünf Fragen zu quantitativen Anteilen von biologischen, chemischen, physikalischen und technischen Themen sowie Schülerexperimenten im Unterricht; die Beantwortung erfolgte mittels anzukreuzender vorgegebener Intervalle.

(2) Obligatorische und zugelassene Lehrmittel im Kanton Zürich:

Ein Multiple-Select-Item zu den verwendeten der acht naturwissenschaftlichen, im Kanton Zürich obligatorischen Lehrmittel; zusätzliche Lehrmittel konnten genannt werden; Einschätzung der Güte der obligatorischen Lehrmittel mittels einer vierstufigen Likert-Skala; ein Multiple-Select-Item zu den Materialien für die Vorbereitung des Unterrichts; zusätzliche Hilfsmittel konnten genannt sowie Wünsche geäussert werden.

(3) Umsetzung im Unterricht:

Sechs Items zur Bewertung mittels vierstufiger Likert-Skala von Aussagen zu Anteilen im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht sowie zur experimentellen Ausstattung des Schulhauses; Einschätzung (vierstufige Likert-Skala), wie häufig vorgegebene fächerübergreifende Inhalte thematisiert werden; weitere Themen konnten genannt werden; vier Items zur Wichtigkeit des Einsatzes mathematischer Hilfsmittel im «Natur und Technik»-Unterricht (vierstufige Likert-Skala); ein Multiple-Choice-Item zum Einsatz des Computers im Unterricht.

(4) Aus- und Weiterbildungen von Lehrpersonen im Kanton Zürich:

Sechs mal drei (jeweils getrennt nach Biologie, Chemie und Physik) Items zur Einschätzung der persönlichen fachlichen (1) und fachdidaktischen (5) Kompetenzen mittels vierstufiger Likert-Skala; drei offene Fragen zur Ausbildung (Realität und Wunsch); eine Frage nach der Zahl der besuchten Weiterbildungen sowie offene Fragen zu gewählten Themen und Wünschen.

Am Ende gab es zusätzlich die Möglichkeit, noch Generelles anzumerken.

Der achtseitige Fragebogen wurde mit der Software EvaSys erstellt, so dass die Eingabe der Daten automatisiert erfolgen konnte. Alle Daten wurden anonym ausgewertet.

Stichprobe der Fragebogenerhebung

Da die in der SI eines Schweizer Gymnasiums Unterrichtenden nach Ausbildung und Selbstverständnis SII-Lehrkräfte sind, wurden für die schriftliche Bestandesaufnahme nur Lehrpersonen an Sekundarschulen befragt. So wurden an alle Schulleitungen von Sekundarschulhäusern je sechs Fragebogen mit der Bitte versandt, diese an Lehrkräfte ihres Schulteams weiterzugeben, welche «Natur und Technik» unterrichten. Insgesamt wurden 882 Fragebogen verschickt, von denen 356 für die Auswertung zur Verfügung standen. Dies entspricht einem Rücklauf von 40%. Fünf weitere Fragebogen konnten nicht in die Auswertung eingehen, da drei viel zu spät eingingen und zwei ausser einem Kommentar zur Bestandeserhebung keine weiteren Angaben enthielten. Die Verteilung von Männern zu Frauen betrug 260 zu 89, 7 Antwortende machten keine Angabe zum Geschlecht. Als naturwissenschaftlichen Schwerpunkt im Studium hatten 240 Biologie, 101 Chemie und 119 Physik gewählt, wobei Mehrfachnennungen möglich waren und 58 Lehrkräfte keines der drei Fächer angekreuzt haben. Den grössten Anteil (37.6 %) hat die Gruppe der Lehrpersonen, die ausschliesslich Biologie als naturwissenschaftlichen Schwerpunkt gewählt hatten.

Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse folgt der Struktur aus Kapitel 1: Zunächst geht es um Inhalte und deren Umsetzung im Unterricht (im Fragebogen Punkte 1 und 3), anschliessend um Lehrmittel und zum Schluss um Aus- und Weiterbildung. In den einzelnen Bereichen werden jeweils zunächst die Ergebnisse der geschlossenen Items und anschliessend Beispiele der Antworten auf offene Fragen berichtet.

Inhalte und deren Umsetzung im «Natur und Technik»-Unterricht

Die Frage nach der Gewichtung der verschiedenen naturwissenschaftlichen Inhalte ergab, dass der Anteil der Biologie im Mittel am grössten ist. Von insgesamt 240 in der Sekundarstufe I für «Natur und Technik» zur Verfügung

stehenden Stunden, werden im Mittel knapp die Hälfte für biologische Themen verwendet (Tabelle 1).

Tabelle 1: Median- und Modalwerte zu der von den Lehrpersonen angekreuzten Stundenanzahlen für biologische (Bi), chemische (Ch), physikalische (Ph) und technische (T) Themen in drei Schuljahren (die zur Auswahl stehenden Stundenanzahlen-Intervalle waren nicht äquidistant).

	<i>Median</i>	<i>Modus</i>
<i>Bi</i>	81-100	100-130
<i>Ch</i>	41-60	41-60
<i>Ph</i>	61-80	61-80
<i>T</i>	21-30	11-20

Ein Kruskal-Wallis H-Test für ordinalskalierte Daten von mehr als zwei unabhängigen Gruppen ergibt, dass der Anteil physikalischer und technischer Themen hoch signifikant, der Anteil chemischer Themen signifikant davon abhängt, in welchem naturwissenschaftlichen Schwerpunkt die Lehrkräfte ausgebildet wurden (Ch: $H(6) = 15.43$, $p < .05$; Ph: $H(6) = 33.12$, $p < .01$; T: $H(6) = 25.58$, $p < .01$). Vergleicht man diejenigen Lehrpersonen, die ausschliesslich Biologie als Schwerpunktfach hatten, mit jenen ohne Biologie, so ergeben sich mittlere, hoch signifikante Zusammenhänge zwischen Biologie und dem Anteil der physikalischen, und niedrige, signifikante für die der technischen Themen (Ph: $U = 2549.0$, $r = -.27$, $p < .01$; T: $U = 1798.5$, $r = -.17$, $p < .05$; nichtparametrischer Mann-Whitney U-Test).

Obwohl 71.5 % der Lehrkräfte der Aussage zustimmen, dass sie vor allem die Themenbereiche behandeln, in denen sie sich fachlich sicher fühlen, möchten 61.1 % nicht darauf verzichten, alle Bereiche von «Natur und Technik» zu unterrichten. Im Rahmen der offenen Antworten bemängeln Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Beispiel, dass «die naturwissenschaftlich-technischen Themen durch die Sprachlastigkeit zu wenig Gewicht» hätten und somit «zu wenig Zeit dafür zur Verfügung» stünde. Dies wird zusätzlich durch die Auslagerung fächerübergreifender Themen, wie zum Beispiel Suchtprävention, Berufswahl oder Sexualkunde in den «Natur und Technik»-Unterricht negativ beeinflusst.

Zur Frage der Verknüpfung innerhalb von «Natur und Technik» wurden den Lehrpersonen sieben fächerverbindende Themen vorgegeben. Es sollte

angegeben werden, wie intensiv diese im eigenen Unterricht vorkommen. Abbildung 1 zeigt, dass nur die «Sinnesorgane» ausführlich (36.6 % «sehr ausführlich», 49.9 % «ausführlich»), die anderen Themen kaum behandelt werden (zwischen 72.5 % und 97.9 % kreuzen «wenig» oder «gar nicht» an). Auf die offene Frage, welche weiteren fächerverbindenden Themen unterrichtet werden, wurden vereinzelt die Themen «Bewegung», «Klima» und «Verkehr» genannt.

Welche der folgenden fächerverbindenden Inhalte thematisieren Sie im „Natur und Technik“-Unterricht?

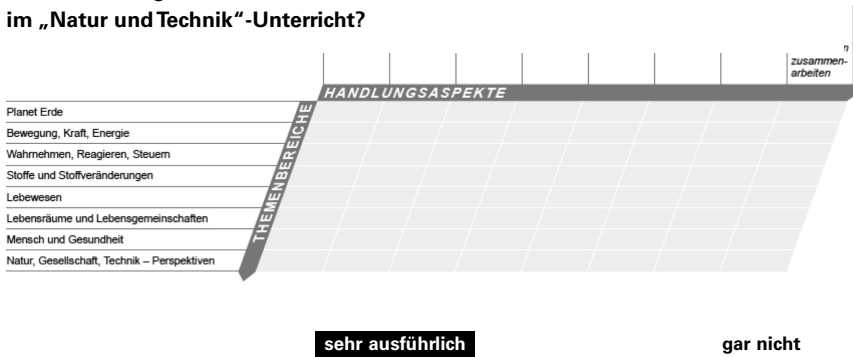


Abbildung 1: Fächerverbindende Inhalte auf der Sekundarstufe I. Weitere Themen wurden von den Lehrpersonen höchstens in vernachlässigbarer Anzahl genannt.

Zu den im Schulhaus vorhandenen Experimentiermaterialien befragt, gibt die Mehrheit der Sekundarschullehrpersonen (68%) an, dass sie zufrieden ist. Auf der anderen Seite steht bei 11% nicht genügend Material zur Verfügung. Aussagen wie «das Naturwissenschaftszimmer ist zu klein», «mit normaler Klassengrösse ist Experimentieren nahezu unmöglich» oder «Geld für Material fehlt» in den offenen Antwortmöglichkeiten unterstreichen deren Probleme zusätzlich. Entsprechend werden beim Anteil des Experimentierens grosse Unterschiede sichtbar: Es gibt Lehrkräfte, welche die Lernenden gar nicht experimentieren lassen (2% in weniger als 5 Stunden in drei Jahren), und solche, welche es sehr oft tun (5% in etwa jeder zweiten Stunde). Im Mittel wird im Kanton Zürich jedoch eher wenig durch die Schülerinnen und Schüler experimentiert: Für drei Jahre ergibt sich ein Median von 41-60 Stunden und ein Modus von 61-80 Stunden (die anzukreuzenden Intervalle waren nicht äquidistant), das heisst im Mittel wird in knapp einem Viertel der «Natur und Technik»-Stunden experimentiert. Insgesamt zeigt sich ein schwacher, aber hoch signifikanter Zusammenhang (Kendalls $\tau = .14$, $p < .01$) zwischen dem im Schulhaus verfügbaren Material und dem Anteil des Experimentierens der Schülerinnen und Schüler.

Lehrmittel im Kanton Zürich

Erwartungsgemäss benutzen die Lehrpersonen hauptsächlich die für den Kanton Zürich obligatorischen Lehrmittel: «Bau und Funktion unseres Körpers» (93.5%), «Physik für die Sekundarstufe I» (70.7%), «Biologie» (66.2%), «Chemie Sekundarschule» (59.4%), «Naturspuren» (54.6%), «Physik (Frey)» (38.9%), «Chemie Realschule» (38.0%) und «Tier- und Pflanzenkompass» (31.8%). Neben den obligatorischen Lehrmitteln verwenden 15% der Lehrkräfte den «Urknall» für ihren Unterricht. Alle verwendeten Lehrmittel wurden von über 55% der Lehrpersonen mit mindestens «gut» bewertet, wobei «Physik» (84.1% mindestens «gut»), «Biologie» (74.2% mindestens «gut») und «Tier- und Pflanzenkompass» (72.7% mindestens «gut») am besten eingestuft wurden. Dies deckt sich im Wesentlichen mit den von Fickler et al. (2008) gefundenen Ergebnissen. Allerdings widerspricht es den Einschätzungen der Expertinnen und Experten: Diese schätzen die Anzahl der nach fachdidaktischen Prinzipien aufgebauten, attraktiven Lehrmitteln als sehr gering ein; einige Lehrmittel seien veraltet oder sogar «fachlich falsch bzw. von der Giftstoffverordnung her nicht mehr vertretbar» (Schweizer Chemie-Fachdidaktikerin). Auch Lehrkräfte gaben in den offenen Antwortmöglichkeiten vereinzelt an, dass sie sich zusätzlich zu den obligatorischen Lehrmitteln für ihren Unterricht ein grösseres Angebot an gut aufbereiteten Lehrmitteln und Unterrichtsreihen zu aktuellen naturwissenschaftlich-technischen Themen wünschen.

Für die Vorbereitung ihres Unterrichts benutzen die SI-Lehrkräfte vor allem das Internet (88.2%), Lehrerkommentare der Lehrmittel (83.9%), Fachliteratur (59.4%), Materialien aus der Ausbildung (47.3%) sowie Materialien aus Weiterbildungskursen (24.5%). Auch die befragten Expertinnen und Experten gaben das Internet als eine der häufigsten zur Vorbereitung des Unterrichts genutzten Quellen an und waren mehrheitlich der Meinung, dass Online-Angebote häufig völlig unreflektiert 1:1 im Unterricht eingesetzt würden. Dies sei vor allem deshalb kritisch, weil «neben einigen wirklich guten Seiten zum Teil fachlich sehr fragwürdige oder stark von einer bestimmten Lobby geprägte Seiten im Netz» (Schweizer Chemie-Fachdidaktikerin) zu finden seien.

Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen im Kanton Zürich

Im Bezug auf die Ausbildung wurden von den SI-Lehrkräften zunächst die fachlichen Kompetenzen und anschliessend die für das Unterrichten von naturwissenschaftlich-technischen Inhalten wichtigen fachdidaktischen Kompetenzen erfragt. Sowohl auf die fachlichen wie auch fachdidaktischen Inhalte fühlen sich Lehrpersonen am besten im Bereich der Biologie vorbereitet (Abbildung 2 und Abbildung 3). Anzumerken ist dabei, dass es sich in allen Fällen um Selbsteinschätzungen der Lehrkräfte handelt.

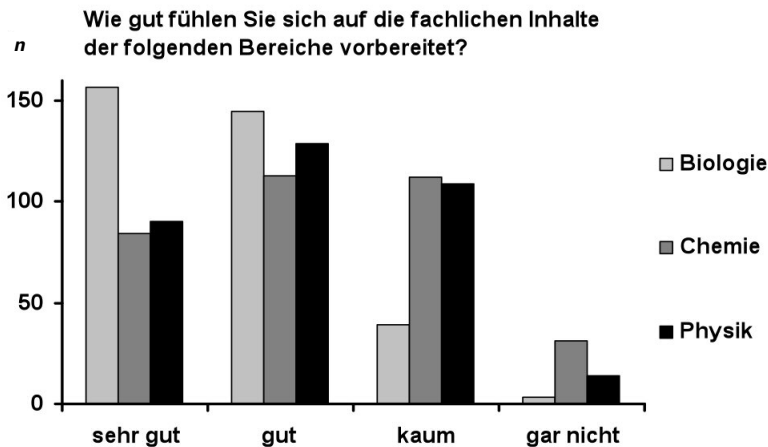


Abbildung 2: Fachliche Ausbildung der Lehrpersonen; auf der Ordinate ist die Anzahl der Lehrpersonen aufgetragen.)

Insgesamt fühlen sich Sekundarschullehrpersonen durch die Ausbildung in allen drei naturwissenschaftlichen Bereichen fachlich relativ gut vorbereitet, wenn auch die Physik und die Chemie (64 % bzw. 58 % mindestens «gut») gegen die Biologie (87.0 % mindestens «gut») deutlich abfallen (Abbildung 2): Ein nicht-parametrischer Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben ergibt, dass sich Lehrkräfte in Biologie hoch signifikant besser ausgebildet fühlen als in Chemie ($z = -9.03$, $p < .01$, $r = -.49$) und Physik ($z = -7.16$, $p < .01$, $r = -.38$). Der Unterschied zwischen Chemie und Physik ist schwach, aber signifikant ($z = -2.03$, $p < .05$, $r = -.11$). Entsprechend besteht ein mittlerer, hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Chemie und Physik (Kendalls $\tau = .35$, $p < .01$) sowie schwache, signifikante Zusammenhänge zwischen Biologie und Chemie (Kendalls $\tau = .23$, $p < .01$) und zwischen Biologie und Physik (Kendalls $\tau = .10$, $p < .05$).

Lehrpersonen, welche ausschliesslich Biologie als Schwerpunktfach im Rahmen des «Natur und Technik»-Studiums belegt hatten, fühlen sich im Vergleich zu jenen ohne Biologie als Schwerpunktfach hoch signifikant besser in Biologie (Kendalls $\tau = .39$, $p < .01$), signifikant schlechter in Chemie (Kendalls $\tau = -.16$, $p < .05$) und hoch signifikant schlechter in Physik (Kendalls $\tau = -.34$, $p < .01$) ausgebildet. Diese Ergebnisse bestätigen den früher für eine kleinere Stichprobe gefundenen Zusammenhang (Metzger, 2007). Darüber hinaus bestehen hoch signifikante Zusammenhänge zwischen dem sich kompetent in einem Teilbereich ausgebildet fühlen und dem Anteil dieser Themen im Unter-

richt (Biologie: Kendalls $\tau = .25, p < .01$; Chemie: Kendalls $\tau = .31, p < .01$; Physik: Kendalls $\tau = .20, p < .01$).

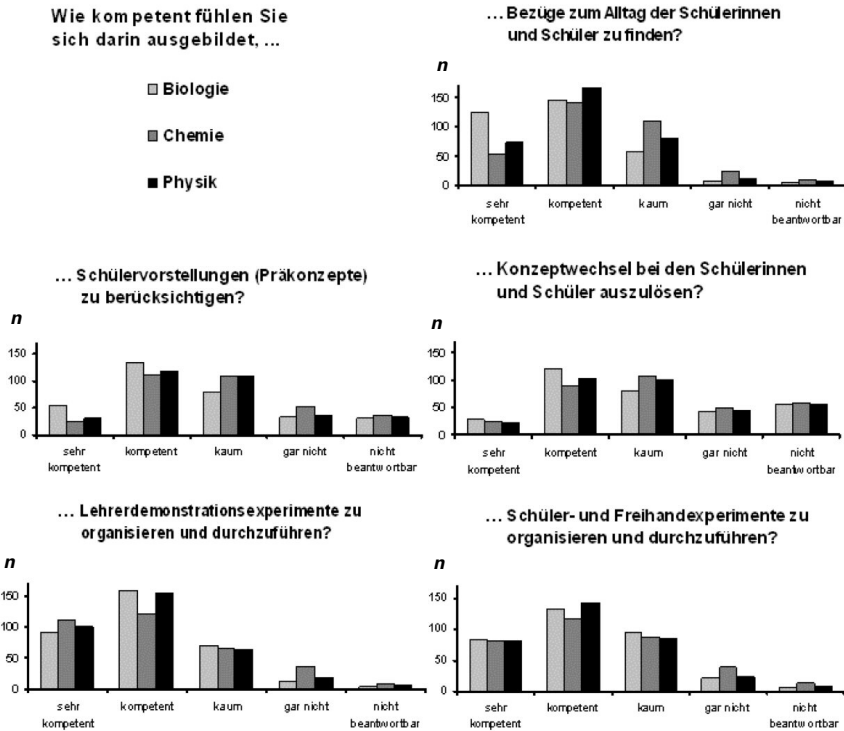


Abbildung 3: Fachdidaktische Ausbildung der Sekundarschullehrpersonen; auf der Ordinate ist die Anzahl der Lehrpersonen aufgetragen.

Bezüglich ihrer fachdidaktischen Kompetenzen finden SI-Lehrkräfte ebenfalls, dass sie sich in der Biologie am besten auskennen, danach in der Physik und am schlechtesten in der Chemie (Abbildung 3): Ein nichtparametrischer Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben ergibt, dass sich die Lehrpersonen bezüglich des Alltagsbezuges (AB), der Einbindung von Schülervorstellungen (SV) sowie der Konzeptwechselinitiation (KW) hoch signifikant besser in Biologie als in Chemie (AB: $z = -8.05, p < .01, r = -.44$; SV: $z = -6.26, p < .01, r = -.34$; KW: $z = -3.21, p < .01, r = -.18$) und Physik (AB: $z = -4.91, p < .01, r = -.27$; SV: $z = -5.18, p < .01, r = -.28$; KW: $z = -2.73, p < .01, r = -.15$) ausgebildet fühlen. Der Unterschied zwischen Chemie und Physik ist klein, aber für AB und SV signifikant (AB: $z = -4.30, p < .01, r = -.23$; SV: $z = -2.36, p < .05, r = -.13$). Im Bezug auf Lehrerdemonstrations- sowie Schüler- und Freihandexperimente ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Fächern. In der Organisation und Durchführung von Lehrerdemonstrationsexperimenten

fühlen sich die Lehrpersonen – entgegen des sonstigen Trends – am kompetentesten in der Physik, dann in der Biologie und am wenigsten in der Chemie.

Auf die offene Frage, was den Lehrpersonen rückblickend in ihrer Ausbildung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich in der Praxis am meisten von Nutzen war, wurden von den Sekundarschullehrkräften eigene Erfahrungen, praxisbezogener Unterricht sowie Praktika und Fachdidaktik genannt. Nach einzelnen Aussagen gab es zu wenig Übungen, Experimente und Unterrichtsmaterialien, die Lehrveranstaltungen waren zu wenig praxisorientiert und Alltagsbezüge fehlten. Zudem vermissten sie Ideen für interdisziplinäre Themen.

Weiterbildungen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich werden nur selten besucht: 57 % der Sekundarschullehrkräfte geben an, in den letzten drei Jahren an keiner solchen Weiterbildung teilgenommen zu haben. Dabei gibt es generell keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem sich in den Naturwissenschaften fachlich (nicht) kompetent fühlen und dem Besuch von entsprechenden Weiterbildungen. Der einzige schwache, aber hoch signifikante Zusammenhang besteht zwischen dem Besuch von Weiterbildungen und dem sich in Chemie kompetent ausgebildet fühlen: Kendalls $\tau = .16$, $p < .01$. Bei den offenen Antwortmöglichkeiten gaben die Lehrpersonen an, dass sie zu folgenden Themen Weiterbildungskurse besucht hätten (in der Reihenfolge der Anzahl der Nennungen): «Chemie», «Energie», «Physik», «Elektronik» und «Experimentieren». Für Weiterbildungen wünschen sich die Lehrpersonen vor allem Experimente für den Chemie- und Physikunterricht, welche einen Alltagsbezug haben, schülernah und zeitgemäss sind.

Diskussion der Ergebnisse

Themen und deren Inhalte im «Natur und Technik»-Unterricht

Die Bestandenserhebung hat gezeigt, dass zum einen hauptsächlich biologische, zum anderen so gut wie keine fächerverbindenden Themen behandelt werden. Dies kann einerseits daran liegen, dass die Zahl der zur Verfügung stehenden, qualitativ hochwertigen, echt fächerübergreifenden Einheiten gering ist, andererseits daran, dass sich die Lehrpersonen nicht in allen Bereichen kompetent genug fühlen, um Ergänzungen aus anderen Gebieten zu integrieren. Durch das geschickte Vernetzen der verschiedenen, unter den Lehrkräften vorhandenen Kompetenzen könnte dem entgegen gewirkt werden. Dies gewinnt umso mehr an Bedeutung, da die überwiegende Mehrheit der Lehrpersonen den Fächerverbund nicht aufgeben und weiterhin alle Anteile von «Natur und Technik» unterrichten möchte, auch wenn sie sich nicht in allen naturwissenschaftlich-technischen Teilbereichen sicher fühlen. Der Zusammenhang zwischen der (empfundene) Kompetenz in einem fachlichen Bereich und dem Unterrichten desselben sowie die starke Dominanz biologischer Themen in der Ausbildung deuten – in Übereinstimmung mit der Meinung der Expertinnen und Experten – darauf hin, dass ein Teil der Professionalisierung von

Lehrkräften in der Weiterbildung geschehen muss. Dies gilt insbesondere für fachliche und fachdidaktische Kompetenzen im Bereich der Chemie und der Physik.

Lehrmittel im Kanton Zürich – Hilfsmittel für den Unterricht und dessen Vorbereitung

Die Kriterien der befragten Expertinnen und Experten decken sich weitgehend mit der in Kapitel 1 dargestellten Theorie. Dagegen werden die bestehenden Lehrmittel im Kanton Zürich – entgegen der Expertenmeinung, aber in Übereinstimmung mit der Umfrage von Fickler et al. (2008) – von den meisten Lehrpersonen als gut eingestuft. Trotzdem wünschen sie sich mehr Unterrichtsmaterialien und -hilfen. Deshalb sollten Entwicklungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Lehrmittel unternommen werden.

Für die Vorbereitung des Unterrichts nutzen die meisten Lehrkräfte das Internet – die konkret verwendeten Seiten wurden nicht erfragt. Die Präferenz für das Internet scheint darin begründet zu sein, dass es überall verfügbar ist und eine grosse Fülle an Material bietet. Jedoch ist es nur bedingt ein gutes Mittel für die Vorbereitung des Unterrichts, so dass diese Angebote nicht unreflektiert im Unterricht eingesetzt werden sollten: Um das Internet sinnvoll für den Unterricht nutzen zu können, müssen die Lehrpersonen schon einen gewissen Grad an fachlichem und fachdidaktischem Wissen mitbringen, um eine Auswahl treffen zu können.

Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen im Kanton Zürich

Die Einschätzungen der Befragten zur Ausbildung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich decken sich mit den Vermutungen, die die Zahlen zum Anteil der Ausbildung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich in Kapitel 1 nahe legen. Die Lehrkräfte fühlen sich im fachlichen Bereich – bis auf biologische Themen – weitgehend schlecht ausgebildet. Dabei fehlt es nach eigenen Einschätzungen nicht nur an fachlichen, sondern auch an fachdidaktischen Kompetenzen. Bei der Frage, wie kompetent sich die Lehrpersonen in verschiedenen fachdidaktischen Bereichen des naturwissenschaftlichen Unterrichts fühlen, kreuzen viele «nicht beantwortbar» an. Bei der Frage, wie kompetent sie sich darin ausgebildet fühlen, Schülervorstellungen zu berücksichtigen, kreuzen im Mittel über Biologie, Chemie und Physik ca. 10 % der Sekundarschullehrkräfte «nicht beantwortbar» an, bei der Frage nach dem Auslösen von Konzeptwechseln sind es ca. 17 %. Dies ist deutlich mehr als bei allen anderen Fragen. Eine mögliche Interpretation ist, dass die Befragten nichts mit den Begriffen «Schülervorstellung» und «Konzeptwechsel» anfangen können (wobei noch anzumerken ist, dass im Fragebogen erläutert war, was mit dem Auslösen von Konzeptwechseln gemeint ist). Das ist – gerade im Hinblick auf die Wichtigkeit von Schülervorstellungen und Konzeptwechseln für das Lernen in den Naturwissenschaften – als tragisch einzustufen. Dass sich Lehrpersonen der Sekundar-

schule in allen fachdidaktischen Fragen in der Biologie mit Abstand am kompetentesten fühlen, ist damit zu erklären, dass dem biologischen Bereich in der Ausbildung im Mittel die mit Abstand meiste Zeit zukommt. Die einzige Ausnahme – dass sie sich bei Lehreremonstrationsexperimenten in Physik kompetenter fühlen als in Biologie – ist darauf zurückzuführen, dass diese Art des Experimentierens in der Biologie kaum Anwendung findet.

Insgesamt ist die Ausbildung bedingt durch den Zeitmangel momentan oft zu theoretisch und Originalbegegnungen mit naturwissenschaftlichen – insbesondere chemischen und physikalischen – Phänomenen werden kaum ermöglicht.

Obwohl die Lehrkräfte selbst wahrnehmen, dass sie nicht in allen Bereichen kompetent sind, besuchen sie so gut wie keine Weiterbildungen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Man könnte damit argumentieren, dass kaum Weiterbildungen in diesem Bereich angeboten werden, jedoch ist das nur eine Folge davon, dass sie nicht besucht wurden. Die Gründe sind vielmehr in der ständigen Überlastung der Lehrpersonen sowie den vielen anderen verpflichtenden Weiterbildungen zu suchen. Deshalb werden Kurse mit Themen, welche direkt im Unterricht umgesetzt werden können (z.B. auserschulisches Lernen, Experimentieren, Lehrmitteleinführungen), noch besser besucht als Theoriekurse.

Zusammenfassung und Folgerungen für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

Zusammenfassend werden vier Handlungsfelder abgeleitet, die zur Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Schweiz von Bedeutung sind:

(1) Das HarmoS-Kompetenzmodell Naturwissenschaften scheint eine gute Grundlage für die Etablierung eines nachhaltigen naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts in der Schweiz zu sein. Allerdings darf die Entwicklung nicht beim fertigen Kompetenzmodell stehen bleiben. Vielmehr müssen die Handlungsaspekte und Themenbereiche sowie die bei der Entwicklung und Validierung gewonnenen Erkenntnisse in Lehrpläne, Lehrmittel und geeignete Vorschläge für die konkrete Umsetzung im Unterricht einfließen. Insbesondere der fächerübergreifende Ansatz im Kompetenzmodell sollte konsequent weitergedacht werden. Es wäre eine Chance für die Naturwissenschaften, wenn fächerübergreifende naturwissenschaftliche Unterrichtseinheiten entwickelt und sowohl in der Sekundarschule als auch im Untergymnasium eingesetzt würden. Bei der Entwicklung sollten – neben den Ergebnissen der fachdidaktischen Forschung – die Expertise von naturwissenschaftlich ausgebildeten Sekundarschullehrpersonen mit Erfahrung im integrierten Unterrichten und die Fachexpertise von Gymnasiallehrkräften genutzt werden.

(2) Der naturwissenschaftliche Unterricht bzw. die chemischen und physika-

lischen Anteile spielen in den Stufen der obligatorischen Schulzeit fast immer eine Nebenrolle und sind nicht nur bezüglich der Stundendotation, sondern auch in inhaltlicher sowie didaktischer Hinsicht optimierbar. Entscheidend ist, dass auch die Lehrpersonen, welche über keine ausreichende fachliche und fachdidaktische Ausbildung im Bereich der Naturwissenschaften verfügen, insbesondere in Chemie, Physik und Technik, befähigt werden, einen fachlich und didaktisch qualitativ guten Unterricht zu erteilen. Es müssen also Weiterbildungen angeboten werden, die so gestaltet sind, dass sich Lehrkräfte nach dem Besuch zum einen fachlich kompetent fühlen, zum anderen die nötigen Materialien an die Hand bekommen, um das Gelernte möglichst gut im Unterricht umsetzen zu können. Dazu reicht es nicht, fertige Materialien zur Verfügung zu stellen (das könnte auch über das Internet geschehen), die Lehrpersonen müssen selbst damit konfrontiert werden, ihre eigenen Konzepte zu überdenken, um sich erst anschliessend mit den konkreten Unterrichtsmaterialien auseinanderzusetzen. Erste Schritte für solche Angebote werden zum Beispiel durch Innovation SWiSE – Swiss Science Education (www.swise.ch) oder das MINT-Lernzentrum (www.educ.ethz.ch/mint) gemacht.

(3) Der Mangel an (vor allem im Bereich der Chemie und Physik) fachlich und fachdidaktisch gut ausgebildeten Lehrkräften an (Zürcher) Sekundarschulen ist offensichtlich. Das liegt unter anderem daran, dass sich Studierende, welche sich für ein Studium zur Sekundarschullehrperson entscheiden, nicht in erster Linie für Chemie oder Physik interessieren. Hingegen müssten Studierende, welche sich in erster Linie für die Vermittlung von Naturwissenschaften an Jugendliche interessieren, an den meisten Schweizer Hochschulen noch drei weitere Fächer studieren, um einen Abschluss als Sekundarschullehrkraft zu erhalten. Dadurch gehen unter Umständen qualifizierte Lehrpersonen verloren. Eine Möglichkeit dem entgegenzuwirken wäre, Studierenden mit ausgeprägtem Vorwissen in den Naturwissenschaften einen Abschluss mit zwei Fächern (zum Beispiel Naturwissenschaften und Mathematik) zu ermöglichen.

(4) Existierende naturwissenschaftliche Lehrmittel sind zum Teil veraltet, didaktisch nicht gut aufbereitet und werden kaum noch benutzt. Dagegen ist es gerade für Lehrpersonen, die sich fachlich und fachdidaktisch nicht sicher fühlen, sehr wichtig, dass sie Lehrmittel zur Verfügung haben, die nicht nur fachdidaktische und lernpsychologische Erkenntnisse berücksichtigen, sondern sie in ihrer Arbeit optimal unterstützen – jedoch ohne einen «Unterricht nach Kochrezepten» zu fördern. Für Lehrkräfte hilfreich sind zum Beispiel Lösungen und didaktische Kommentare, Vorschläge für Arbeitsblätter und klare Angaben zum Schwierigkeitsgrad. Wenig hilfreich sind hingegen zu viele Informationen ohne Veranschaulichungen und ohne Vorschläge, wie man das Expertenwissen in schülergerechten Stoff umsetzen kann. Begleitend zu solchen Lehrmitteln wäre es dann wichtig, stets entsprechende Einführungen in die Arbeit mit den

Materialien und den darin enthaltenen Themen anzubieten und mehrere Möglichkeiten der konkreten Umsetzung bereit zu stellen.

Nach diesem ausführlichen Blick auf den Kanton Zürich und die Schweiz im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts kann nun die Frage im Titel des Beitrags beantwortet werden: Ja, die Naturwissenschaften sind in der Sekundarstufe I vertreten, sie haben einen gewissen Stellenwert erlangt, aber es gibt nach wie vor viel Entwicklungspotenzial.

Anmerkungen

- ¹ Zur Begrifflichkeit: Im Kanton Zürich gehen Jugendliche in der Regel nach sechs Jahren Primarschule für drei Jahre (*Sekundarstufe I, SI*) in eine so genannte *Sekundarschule*, in welcher drei Niveaus unterschieden und die Naturwissenschaften im integrierten Fach *Natur und Technik* unterrichtet werden. Alternativ ist es möglich, die Sekundarstufe I in einem gymnasialen Zweig, dem so genannten *Langgymnasium*, zu absolvieren. Daran schliesst sich die vierjährige *Sekundarstufe II (SII)* an. Während Lehrpersonen für Sekundarschulen an Pädagogischen Hochschulen mehrere Fächer studieren, absolvieren Gymnasiallehrpersonen ein komplettes Fachstudium an einer Universität oder ETH.
- ² In der Auswertung von Moser und Angelone (2009) wurden die Schülerinnen und Schüler drei Anspruchsniveaus zugeordnet: Grundansprüche (z.B. Realschulen; in D vergleichbar mit Hauptschulen), erweiterte Ansprüche (z.B. Sekundarschulen; in D vergleichbar mit Realschulen) und hohe Ansprüche (z.B. Bezirksschulen oder Gymnasien). In den Sekundarschulen im Kanton Zürich sind in der Regel Grundansprüche und erweiterte Ansprüche vertreten.
- ³ Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren; vergleichbar mit der deutschen KMK (Kultusministerkonferenz).
- ⁴ Linksammlung zum Bildungswesen der CH:
http://edkfmpro-8.unibe.ch/fmi/xsl/linkliste/abfragelink_d.xml; Informationen zu den Pädagogischen Hochschulen der CH: <http://www.educa.ch/DYN/166820.asp>;
 Informationen zum Bildungssystem in D: <http://www.bildungserver.de> > «Schule» bzw. «Hochschulbildung»; Informationen zum Bildungssystem in A: <http://www.bmukk.gv.234.at> > «Bildung Schulen»

Literatur

- Adamina, M. (2004). Bottom up und top down – Die Verschränkung von schulpraktischen und grundlegenden fachdidaktischen Anliegen bei der Entwicklung von Lern- und Lehrmaterialien. In C. Aeberli (Hrsg.), *Lehrmittel neu diskutiert* (S. 67-85). Zürich: Avenir Suisse.
- Batz, O. (2008). *Nawi – Der Lernbereich «Naturwissenschaften» an der Luise-Büchler-Schule*. Zugriff am 11.01.2010 unter <http://www.lbs-gg.de/nawi.php>
- Bildungsdirektion des Kantons Zürich. (2004). *Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich*. Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.
- BLK (Bund-Länder-Kommission). (1997). *Heft 60. Gutachten zur Vorbereitung des Programms «Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts»*. Zugriff am 02.02.2010 unter <http://www.blk-bonn.de/papers/heft60.pdf>

- BMUK (Bildungsministerium für Unterricht, Kunst und Kultur). (2005). *Lehrplan der Volksschule. Allgemeine Bestimmungen*. Zugriff am 06.08.2010 unter http://www.bmukk.gv.at/medienpool/14041/lp_vs_zweiter_teil.pdf
- Bromme, R., Rheinberg, F., Minsal, B., Winteler, A. & Weidenmann, B. (2006). Die Erziehenden und Lehrenden. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 269-355). Weinheim: Beltz.
- Doll, J. & Prenzel, M. (2001). Das DFG-Schwerpunktprogramm «Bildungsqualität von Schule» (BIQUA): Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. In BMBF (Hrsg.)». *TIMSS: Impulse für Schule und Unterricht – Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Videodokumente* (S. 99-104). Bonn: BMBF.
- Elster, D. (2006). In welchen Kontexten sind naturwissenschaftliche Inhalte für Jugendliche interessant? *Plus Lucis*, 3, 2-8.
- Fickler, J., Hiltbrunner, V. & Heidelberg, M. (2008). Umfrage Lehrmittel. Gute Noten, aber sechs fallen durch. *ZLV-Magazin*, 5, 7-9.
- Fischer, D. (2009). Lehrmittel müssen praxistauglicher werden. *Bildung Schweiz*, 5a, 6-7.
- Fischer, H. E., Borowski, A., Kauertz, A. & Neumann, K. (2010). Fachdidaktische Unterrichtsforschung – Unterrichtsmodelle und die Analyse von Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 59-75.
- Fries, A. V. (1998). Lehrplattypen in der Schweiz. Vergleichende Darstellung der Lehrpläne in sieben Kantonen. In R. Künzli & S. Hopmann (Hrsg.), *Lehrpläne. Wie sie entwickelt werden und was von ihnen erwartet wird. Forschungsstand, Zugänge und Ergebnisse aus der Schweiz und der Bundesrepublik Deutschland* (S. 239-259). Chur: Rüegger.
- Geschäftsstelle der deutschsprachigen EDK-Regionen. (2010). *Grundlagen für den Lehrplan 21*. Zugriff am 06.08.2010 unter <http://web.lehrplan.ch/sites/default/files/Grundlagenbericht.pdf>
- HarmoS-Konsortium Naturwissenschaften. (2008). *HarmoS Naturwissenschaften+: Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Helmke, A. (2006). Was wissen wir über guten Unterricht? *Pädagogik*, 2, 42-45.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. & Jordan, A. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, 100, 716-725.
- Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2 (1), 48-66.
- Labudde, P. (Hrsg.). (2008). *Naturwissenschaften vernetzen - Horizonte erweitern: Fächerübergreifender Unterricht konkret*. Seelze-Velber: Kallmeyer & Klett.
- Labudde, P. & Adamina, M. (2008). HarMoS Naturwissenschaften: Impulse für den naturwissenschaftlichen Unterricht von morgen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 26 (3), 351-360.
- Mayer, B. (2001). Schulbuchforschung: Die Theorie zur Praxis der Lehrmittelentwicklung – was kann sie uns bieten? *Magazin i-mail*, 1, 2001, 4-6.
- Mayer, B. (2008). 3. Schweizerisches Lehrmittelsymposium – Aktuelle Entwicklungen im Bildungswesen und deren Einflüsse auf die Lehrmittelentwicklung. *Magazin i-mail*, 1, 2008, 10-11.
- Metzger, S. (2007). In der Schweiz ist alles besser!? In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. 33. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) vom 18. bis 21. September 2006 in Bern (S. 445-447). Berlin: Lit.
- Metzger, S. (2010). Die Naturwissenschaften fächerübergreifend vernetzen. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (S. 29-44). Bern: Haupt.

- Mey, H. (2008). Berg. Tunnel. Technik. Von der Notwendigkeit, Technikverständnis in die Allgemeinbildung zu integrieren. *NaTechInfo Informationsbulletin des Vereins NaTech Education*, 4, 1-2. Zugriff am 01.02.2010 unter <http://www.natech-education.ch/natech-info.html>
- Moser, U. & Angelone, D. (2008). *PISA 2006: Porträt des Kantons Zürich*. Zürich: KDMZ.
- Moser, U. & Angelone, D. (2009). Unterrichtszeit, Unterrichtsorganisation, Leistung und Interesse. In Bundesamt für Statistik (Hrsg.), *PISA 2006: Analysen zum Kompetenzbereich Naturwissenschaften* (S. 9-40). Neuchâtel: BFS/EDK.
- Nidegger, C., Moreau, J. & Gingins, F. (2009). Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Naturwissenschaften: Erkenntnisse aus PISA und HarmoS. In Bundesamt für Statistik (Hrsg.), *PISA 2006: Analysen zum Kompetenzbereich Naturwissenschaften* (S. 93-120). Neuchâtel: BFS/EDK.
- OECD. (Hrsg.). (2007). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- Oelkers, J. & Reusser, K. (2008). *Bildungsforschung Band 27. Qualität entwickeln - Standards sichern – mit Differenzen umgehen*. Bonn: BMBF.
- Ramseier, E. (2005). Analyse kantonaler Leistungsunterschiede. In Forschungsgemeinschaft PISA Deutschschweiz/FL (Hrsg.), *PISA 2003: Analysen für Deutschschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein. Detaillierte Ergebnisse und methodisches Vorgehen* (S. 163-225). Zürich: Kantonale Drucksachen- und Materialzentrale.
- Rehm, M., Wilhelm, M., Brovelli, D., Malti, T. & Häcker, T. (2006). Integrierte Naturwissenschaften auch in der LehrerInnenbildung? Ergebnisse einer empirischen Studie. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. 33. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) vom 18. bis 21. September 2006 in Bern* (S. 589-591). Berlin: LIT.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-21.
- Stern, E. (2009). Was müssen Lehrpersonen können? In E. Stern, S. Metzger & A. Zeyer, *Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich* (S. 13-17). Zugriff am 17.05.2010 unter <http://www.zhsf-edu.ch/content-n264-sD.html>
- Stern, E., Metzger, S. & Zeyer, A. (2009). *Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich*. Zugriff am 17.05.2010 unter <http://www.zhsf-edu.ch/content-n264-sD.html>
- Szlovák, B. (2005). *HARMOS. Lehrplanvergleich – Naturwissenschaften*. Bern: EDK.
- VDI (Verein Deutscher Ingenieure). (Hrsg.). (2007). *Bildungsstandards Technik für den Mittleren Schulabschluss*. Zugriff am 11.01.2010 unter http://www.vdi-jutec.de/mediennachricht/ablage/original/bildungsstandards_2007.pdf
- ZLV (Zürcher Lehrerinnen- und Lehrerverband). (2009). *Lehrmittel. Anforderungen, Auswahl, Praxistauglichkeit. ZLV Positionspapier Juni 2009*. Zugriff am 06.08.2010 unter <http://www.zlv.ch/bildungspolitik/positionspapiere>

Ein herzliches Dankeschön

der Bildungsdirektion des Kantons Zürich für die Finanzierung der Studie sowie allen Mitarbeitenden der Projektgruppe, insbesondere Patricia Schär und Nathalie Fernández.

Schlagworte: Sekundarstufe I, Naturwissenschaften, Lehrpersonen, Lehrmittel, Ausbildung, Weiterbildung

Les sciences naturelles au secondaire I? Un regard sur le canton de Zurich et sur la Suisse

Résumé

Cet article présente, en premier lieu, des résultats de recherches sur l'organisation de l'enseignement, sur la qualité et l'utilisation du matériel ainsi que sur l'étendue et les contenus de la formation initiale et continue en sciences naturelles au secondaire I. Ces recherches ont fourni les bases empiriques pour l'élaboration d'un questionnaire adressé au corps enseignant du canton de Zurich. La conception de l'instrument ainsi que les résultats sont présentés. En guise de synthèse, nous mettons en évidence quelques-unes des conclusions pertinentes pour l'enseignement des sciences naturelles.

Mots clés: Secondaire I, sciences naturelles, enseignants, moyens d'enseignement, formation initiale, formation continue

Le scienze naturali nelle scuole medie? Uno sguardo al Canton Zurigo e alla Svizzera

Riassunto

Questo articolo presenta, in primo luogo, dei risultati sull'organizzazione dell'insegnamento, la qualità e l'uso di libri e materiali didattici, nonché sulla struttura e sui contenuti della formazione iniziale e continua dei docenti di scienze naturali nella scuola media. Questi risultati hanno contribuito per una ricerca empirico tramite questionario ai docenti attivi nel Canton Zurigo. Vengono presentati il design della ricerca e i risultati, insieme alle conclusioni relative allo sviluppo dell'insegnamento delle scienze naturali.

Parole chiave: Scuola media, scienze naturali, docenti, materiali didattici, formazione iniziale, formazione continua

Natural sciences in secondary education : A look at the canton of Zürich and at Switzerland

Abstract

This article first presents some findings on the structure of instruction, quality and use of educational books and materials, as well as the quantity and content of education and training of teachers in the field of science in secondary education. This provided the basis for an empirical survey in the form of a teacher questionnaire in the canton of Zurich. Design and results are presented

afterwards. Summing up, some resulting conclusions for the development of science education are shown.

Key words: Secondary education, science, teachers, school books, teacher education, teacher training