

Fraefel, Urban

Problemfelder und Perspektiven des Naturwissenschaftsunterrichts an Deutschschweizer Volksschulen

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 22 (2004) 1, S. 69-82



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Fraefel, Urban: Problemfelder und Perspektiven des Naturwissenschaftsunterrichts an Deutschschweizer Volksschulen - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 22 (2004) 1, S. 69-82 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-135405

in Kooperation mit / in cooperation with:

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

BEITRÄGE ZUR LEHRERINNEN- UND LEHRERBILDUNG

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

ISSN 2296-9632

<http://www.bzl-online.ch>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Problemfelder und Perspektiven des Naturwissenschaftsunterrichts an Deutschschweizer Volksschulen

Urban Fraefel

Der Naturwissenschaftsunterricht der Deutschschweizer Volksschule hat ein spezielles Profil, verglichen mit den Unterrichtskulturen anderer Länder: Er ist didaktisch hoch elaboriert, zeitlich tief dotiert, inhaltlich höchst heterogen und im Fächerkanon marginalisiert. In diesem Aufsatz wird diskutiert, welche Ambivalenzen und Altlasten im curricularen, didaktischen, strukturellen und lehrerbildnerischen Bereich angegangen werden müssen, um naturwissenschaftlich-technischen Unterricht im dynamischen bildungspolitischen Umfeld neu zu positionieren, Relevanz naturwissenschaftlichen Wissens und Könnens herauszuarbeiten sowie Professionalität von Unterricht und Lehrerbildung sicherzustellen.

1. Ein Blick in die gegenwärtige Landschaft

Mit dem Naturwissenschaftsunterricht in der Schweiz – zumindest auf der Sekundarstufe I – scheint es nicht allzu schlecht zu stehen, wenn man die Resultate der jüngsten PISA- und TIMS-Studien zum Massstab nimmt: Im internationalen Vergleich im Durchschnitt liegend, erzielten die Deutschschweizer Schülerinnen und Schüler bei deutlich geringerer Unterrichtszeit eher bessere Ergebnisse als Vergleichsgruppen z.B. in Deutschland (Baumert & Lehmann, 1997; Beaton et al., 1996; Moser, 2001; Moser et al., 1997; Zahner et al., 2002). Sie erbrachten sogar überdurchschnittliche Leistungen, wenn es um Problemlösen, den Einsatz naturwissenschaftlicher Routineverfahren (z.B. Messen, Datenprotokollierung) sowie Planen, Durchführen und Auswerten naturwissenschaftlicher Experimente geht (Labudde, 1999). Man kann feststellen, dass hier mit bescheidenen Mitteln beachtliche Resultate erbracht werden, und dass es der *science*-Unterricht in der Schweiz schafft, im Schatten der mächtigen Promotionsfächer Sprache und Mathematik auch im internationalen Vergleich zu bestehen.

Man fragt sich: Was macht den Naturwissenschaftsunterricht in der Schweiz vergleichsweise wirkungsvoll?¹ Verglichen mit anderen Ländern hat der Deutschschweizer Naturwissenschaftsunterricht ein charakteristisches Profil, und dies erstaunt nicht. Spätestens seit den TIMS-Videostudien wissen wir: Wie Unterricht *gestaltet* wird, ist viel stärker von stillschweigenden kulturellen Übereinkünften bestimmt als bisher gemein-

¹ Im Folgenden konzentriere ich mich auf die Situation des Naturwissenschaftsunterrichts in der deutschschweizerischen Volksschule, mit Schwerpunkt Sekundarstufe I und Seitenblicken auf die Primar- und Vorschule.

hin angenommen (Stigler & Hiebert, 1999; Reusser & Pauli, 2003). Ganz besonders in einzelnen Fächern sind kulturspezifische Unterrichtsprofile deutlich auszumachen (Hiebert & Gallimore et al., 2003). Jenseits individueller Unterrichtsstile kann man sagen, dass sich Fachunterricht oft durch ein Bündel unverkennbarer Charakteristika auszeichnet, die dem Fach in einem bestimmten Kulturraum ihr Gepräge geben.

1.1 Ein Phantombild durchschnittlichen Naturwissenschaftsunterrichts

Der Mainstream des Naturwissenschaftsunterrichts in der Deutschschweiz gehorchte lange Zeit einer beschaulichen und wenig hinterfragten Praxis. Man könnte sagen, es handele sich um einen Unterricht des anständigen Mittelmasses, der von allem ein wenig macht und von nichts zu viel. Wer das Bild eines durchschnittlichen Naturwissenschaftsunterrichts der Deutschschweizer Volksschule in wenigen Strichen skizzieren müsste, dürfte wohl – bei aller Heterogenität – eine Reihe von Charakteristika nennen (vgl. Fraefel, 2000). Auf der einen Seite fallen die folgenden *unterrichtsbezogenen Merkmale* auf:

- *Methodischer Approach.* Einblicke in den Naturwissenschaftsunterricht der Volksschule zeigen, dass sehr viele Lehrpersonen die Sachverhalte mit erheblichem Aufwand aufbereiten. Im Zentrum steht der Anspruch, methodisch hoch elaboriert zu unterrichten, nicht selten auch um den Preis fachlicher Differenziertheit.
- *Methodische Vielfalt.* Die Bandbreite methodischer Zugänge ist insbesondere im Naturwissenschaftsunterricht beachtlich.
- *Starke Lehrersteuerung.* Naturwissenschaftslektionen tendieren dazu, stark und auf hohem methodischem Niveau strukturiert zu werden. Auf die komplexen Anforderungen des Naturwissenschaftsunterrichts reagieren viele Lehrpersonen mit einer klaren Steuerung des Unterrichtsgeschehens und der Erkenntniswege der Lernenden.
- *Viel Schüleraktivität.* Quer durch alle methodischen Ansätze stehen im Mittelpunkt des Naturwissenschaftsunterrichts zumeist umfangreiche Schüleraktivitäten (Fraefel, 2001b).
- *Geringes Schülerinteresse.* Unmittelbares Engagement von Schülerinnen und Schülern im Naturwissenschaftsunterricht ist zu beobachten. Dennoch rangieren die naturwissenschaftlichen Fächer, v. a. bei Themen aus Chemie und Physik, in der Beliebtheitsskala regelmässig weit hinten.

Dem gegenüber zeichnet sich der schweizerische Naturwissenschaftsunterricht auch durch einige *strukturelle Partikularitäten* aus:

- *Inhaltlich wenig verbindliche Lehrpläne.* Die Freiräume in inhaltlichen Entscheidungen sind für die Lehrpersonen enorm gross, und die Auswahl faktisch gelehrten Wissens grenzt an Beliebigkeit.
- *Schulorganisatorische Freiräume.* Lehrpläne, Stundenpläne und Schulorganisation stecken die Grenzen heute sehr weit und geben den Lehrpersonen noch mehr Spielraum in Methode und räumlich-zeitlicher Strukturierung.
- *Anfangsunterricht.* Der gesamte Naturwissenschaftsunterricht der Volksschule ist

ein Anfangsunterricht, d.h. er kann nirgends auf Grundlagen der vorhergehenden Schulstufe aufbauen. Auf der Primarstufe wird ein eklektischer Unterricht gepflegt, ohne verbindliche Grundlagen für die Sekundarstufe I zu schaffen.

- *Kleines Zeitbudget.* Die Lektionenzahl für die Naturwissenschaften ist ausgesprochen tief – auf der Sekundarstufe I liegt sie im Schnitt bei 2.5 Jahresstunden. TIMSS hat belegt, dass die Stundendotation der Schweiz zu den tiefsten gehört (Moser et al., 1997).
- *Keine Selektion.* Naturwissenschaftsleistungen dienen kaum zur Selektion, sind somit fast nirgends promotionswirksam. Der Leistungsdruck in anderen Fächern ist grösser. Das Lernen in Naturwissenschaften zahlt sich mit Blick auf die Schulkarriere nicht aus.

Ob es gerade diese Mischung von Charakteristika ist, die zu den passablen Resultaten in TIMSS und PISA führt, ist zur Zeit schwer zu beurteilen. Eine laufende binationale Videostudie in Deutschland und in der Schweiz wird hier hoffentlich ein klareres Bild ergeben (Knierim, Gerber & Labudde, 2002).

1.2 Wenig Grund zu Selbstzufriedenheit

Der Betriebsamkeit, die Lehrpersonen um den Naturwissenschaftsunterricht entwickeln, steht die *irritierende Folgenlosigkeit* gegenüber, die Lernen bzw. Nichtlernen in diesem Feld auszeichnet. Aufwand und Ertrag stehen nicht selten in einem krassen Missverhältnis. Der deutschschweizerische Naturwissenschaftsunterricht führt – im Schatten gewichtigerer Unterrichtsbereiche – ein buntes, aber wenig beachtetes Eigenleben. Schon die Analyse an der Oberfläche fördert manifeste Widersprüche zu Tage. Sie können bei genauerem Hinsehen als sich überlagernde, gegenläufige Trends verstanden werden und verweisen ihrerseits auf *tiefer liegende Problemlagen*, die man nicht auf die lange Bank schieben darf. Die offene Diskussion dieser latenten Konfliktfelder sollte nicht verschlafen werden.

Im Folgenden will ich *vier Felder chronischer Ambivalenz* eingehender beleuchten, denen sich zu stellen für eine mittelfristige Strategie des Naturwissenschaftsunterrichts notwendig sein wird.

2. Vier Ambivalenzen

2.1 Offene Lehrpläne kontra Kerncurriculum

Bis zu den Lehrplanreformen der 1980er und 1990er Jahre gab es über die zu unterrichtenden Inhalte wenig Dissens. Lehrpersonen bewegten sich in den Bahnen eines wohl bekannten, durch Unterrichtsmedien, Experimentiermaterial und Lehrmittel abgsockelten Schulwissens. Durch die mit unschweizerischer Radikalität eingeführten offenen Lehrpläne sind inhaltliche und zeitliche Vorgaben faktisch dahingefallen. In den Vordergrund schieben sich Intentionen, die sich je nach Jargon *formale Bil-*

denkziele, überfachliche Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen oder instrumentelle Techniken nennen. Erstens sollen den Lehrpersonen situativ bedingte, reaktive Planungsentscheidungen durch Lockerung von Strukturen erleichtert werden. Zweitens wird argumentiert, dass in einer Informationsgesellschaft nicht der Besitz von Wissen prioritär sei, sondern die Kompetenz, es im Bedarfsfall verfügbar zu machen, zu vernetzen und zu bewerten. Drittens beruft man sich auf die universelle Transferierbarkeit von so genannten Schlüsselqualifikationen. Dies sind Positionen, die nach heutigem Wissensstand kaum zu halten sind, denn höhere Denkleistungen sind nie unabhängig vom konkreten Wissen (z.B. Weinert, 1994).

So ist zur Zeit eine *Ambivalenz hinsichtlich curricularer Bindung* zu beobachten. Einerseits geniessen manche Lehrpersonen die Freiräume in der zeitlichen und inhaltlichen Strukturierung von Naturwissenschaftsunterricht, andererseits rücken auch die Nachteile ins Bewusstsein: Zu nennen ist vorab der drohende Verlust an elementarem und instrumentierbarem Orientierungswissen bei den Schülerinnen und Schülern; sodann eine breite Verunsicherung bei der Planung von Unterricht, und schliesslich die allseitige Ungewissheit über Lernerfolg und Relevanz. Wenn man sich als Lehrperson nicht gänzlich aus der Verantwortung für die fachorientierten Bildungsprozesse verabschieden will, spricht in der Tat einiges für klarer konturierte, konsistente Lehrpläne.

In diesem Fall muss man sich der Herausforderung stellen, ein relevantes naturwissenschaftlich-technisches Basiswissen zu benennen, dessen Erwerb erweiterte Bildungsziele keineswegs ausschliesst. Für ein konsistentes Curriculum wird man sich erneut Gedanken machen müssen, welche Kompetenzen wann in einer Volksschulkarriere erworben werden sollten. Vorteile liegen auf der Hand:

- Naturwissenschaftliches Tun kann bereits ab der Vor- und Primarschule sinnstiftend in Bildungsprozesse eingebunden werden, ohne Stückwerk zu bleiben.
- Die Lehrpersonen gewinnen mehr Planungssicherheit, und in nachfolgenden Stufen können sie verbindlich auf Erfahrungen und Wissen der vorangehenden Stufen aufbauen.
- Die standardorientierte Überprüfbarkeit des Unterrichtserfolgs an strategischen Schnittstellen ("Treffpunkten") versichert die Lehrpersonen ihrer eigenen Wirksamkeit, die Eltern des Erreichens eines definierten Standards und die Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Kompetenzen.
- Das Potential naturwissenschaftlichen Wissens für die Förderung von kognitiven Fähigkeiten kann früh genutzt werden.
- Die Perspektive selektionswirksamen Unterrichts verleiht den Naturwissenschaften angemessenes Gewicht im Fächerkanon – ein durchaus realistisches Argument.
- Und schliesslich kann die Curriculum-Debatte zu einer dringend notwendigen Profilierung des naturwissenschaftlich-technischen Bereichs innerhalb des verwirrend barocken Konstrukts "Mensch und Umwelt" (oder "Natur-Mensch-Mitwelt" o.ä.) beitragen.

In realistischer Reichweite dürfte ein *pragmatischer Minimalkonsens* sein, ein Raster von formalen und materialen Zielen, die in eine sach- und lernlogisch plausible Hierarchie gebracht und stufengemäss umgesetzt werden sowie situativ erweiterbar sind. Auf allen Stufen ist noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten, um bedeutsame Inhalte zu orten und didaktisch neu zu rekonstruieren. Bekanntlich läuft die Formulierung nationaler Standards an; die jüngste PISA-Studie hat zwar gezeigt, dass bedeutsame Standards auf kluge Art überprüft werden können; dennoch muss verhindert werden, dass alle bildungs- und wertorientierten Ziele auf dem Altar vergleichender Messbarkeit geopfert werden. Es spricht viel dafür, offensiv in den Diskurs über ein Kerncurriculum der naturwissenschaftlichen Bildung einzutreten. Der Gewinn, der dem Naturwissenschaftsunterricht aus einer curricularen Strukturierung über die ganze Volksschulzeit erwächst, ist auf jeden Fall so gross, dass das eine und andere Opfer aus dem Fundus privater Präferenzen verschmerzt werden kann.

2.2 Methodische Stilübungen kontra pragmatische Lernorientierung

Es ist nun keineswegs so, dass alle Lehrpersonen die curricularen Freiräume exzessiv nutzen, im Gegenteil: Viele Lehrpersonen stützen sich gerne auf die ihnen vertrauten Inhaltsstrukturen und unterrichten entlang bewährter, elaborierter Wege. Dabei koexistieren und überlagern sich *zwei Unterrichtskulturen* nicht nur in inhaltlicher, sondern auch in methodischer Hinsicht: auf der einen Seite der eher am Fachwissen orientierte, methodisch hoch strukturierte, lehrerzentrierte Unterricht, auf der anderen Seite der schülerorientierte, offene, konstruktivistisch inspirierte Ansatz. Ich möchte vorweg die *Konvergenzen* dieser didaktischen Paradigmata hervorheben.

2.2.1 Schüleraktivität als gemeinsamer Nenner

Wie eingangs angedeutet, zeichnet sich der hiesige Naturwissenschaftsunterricht quereb durch eine starke Betonung der Schüleraktivität aus: Kaum eine Lektion, in der die Schülerinnen und Schüler nicht etwas zu experimentieren, beobachten, protokollieren, werken oder erforschen haben (Fraefel, 2001b). Die Archäologie der Schulhaussammlungen belegt, dass dies eine Tradition mit Wurzeln im frühen 20. Jahrhundert ist. Je nach lokaler Variante wird eher der handwerkliche, der phänomenologische oder der labororientierte Aspekt betont. Dieses Bemühen um das Tätigsein der Schülerinnen und Schüler legt Zeugnis ab vom festen Glauben an die unmittelbare Wirksamkeit der Aktivität; es ist Ausdruck einer tief sitzenden Überzeugung schweizerischer Pädagogen, dass der Weg vom körperlichen Tun zum nachhaltigen Lernen sehr direkt und zwingend wirksam sei. Das hat Aebli schon in frühen Schriften kritisiert (Aebli, 1951/1976), und dieser naive Kurzschluss ist mittlerweile durch eine Vielzahl von Untersuchungen widerlegt (Harlen, 1999): Das Tun ist nicht *per se* lernwirksam. Dennoch bleibt das methodisch sorgfältige Arrangement von Schüleraktivitäten gewissermassen das Markenzeichen unserer naturwissenschaftlichen Unterrichtskultur – und bei klugem Einsatz ein grosses Kapital. Neben diesem beherrschenden Unterrichtssegment "Schülertätigkeit" lassen sich zwei Tendenzen herausfiltern, die ich kurz skizzieren möchte.

2.2.2 Stoff- und lehrerzentrierter Unterricht

Der *stoff- und lehrerzentrierte Naturwissenschaftsunterricht* sieht sich determiniert durch die innere Logik der Bezugswissenschaften, auf die der Schulunterricht rekurriert; die Fakten sollen den Schülerinnen und Schülern die Einsicht gewissermassen aufzwingen, denn ihre Indizien erscheinen empirisch abgesichert, die Theorien schlüssig und die Evidenzen unbestreitbar. Es geht hier allenfalls darum, die intelligiblen Sachverhalte so darzustellen, dass sie den Lernenden einzuleuchten vermögen und sich niemand den Einsichten ernsthaft verschliessen kann. Diese naive und verklarte Vorstellung naturwissenschaftlicher Erkenntnis wurde im 20. Jahrhundert zum dominierenden Modell für den Unterricht in Naturwissenschaften: In stromlinienförmigen Unterrichtsarrangements werden Einsichten suggeriert. Einerlei, ob es um Stärkeproduktion, Wärmeleitung oder Redox-Reaktionen geht: Didaktisch durchdachte Apparaturen, raffinierte Veranschaulichungen und geschliffene Argumentationen sollen zu den richtigen Schlussfolgerungen zwingen und zeigen, "wie es wirklich ist" – *natura locuta, causa finita*. Ein pseudoinduktives Vorgehen führt planmässig zum wissenschaftlichen Dogma. In Anlehnung an Muckenfuss (1995) könnte man dieses rituelle Abwickeln inszenierter Erkenntnis den "Modus des Naturwissenschaftstreibens" nennen.

Es wäre ein Leichtes, diesen didaktischen Zugang polemisch zu demontieren; dagegen spricht zweierlei: *Erstens* ist er Ausdruck einer historisch verwurzelten kollektiven Überzeugung, die den rational-aufklärerischen Impetus der Naturwissenschaften nutzbar machen wollte, und *zweitens* hat sich im Schatten dieses Ansatzes eine methodische Raffinesse und rhetorische Virtuosität entwickelt, die ohne weiteres für gegenwärtigen Unterricht produktiv sein kann. – Nun ein Blick auf das Gegenmodell:

2.2.3 Konstruktivistisch inspirierter Unterricht

Der *konstruktivistische Unterricht* – das andere Paradigma – hat in den Naturwissenschaften gewissermassen ein Heimspiel: In mehreren Tausend wissenschaftlichen Publikationen sind Vorverständnis, Alltagsvorstellungen und Konstruktionsprozesse der Schülerinnen und Schüler bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte beschrieben und diskutiert worden (Pfundt & Duit, 1998). Das Credo konstruktivistisch unterlegter Unterrichtsbilder lässt sich etwa so umschreiben: *Kooperierend in situativen Kontexten erwerben Lernende neues Wissen als aktive Konstruktion auf der Basis ihres Vorverständnisses und reflektieren metakognitiv ihre Lern- und Denkprozesse* (vgl. Labudde, 2000). Wahrlich ein anspruchsvolles Konzept, verglichen mit dem einfach gestrickten Muster des stoff- und lehrergeleiteten Unterrichts.

Die Anforderungen an Lehrpersonen sind titanisch: Selbstverständlich müssen sie über die klassischen Lehrertugenden verfügen; darüber hinaus sollen sie motivierende, lebensweltbezogene Lernarrangements schaffen und Entscheidungsfreiheiten anbieten, sie sollen das schülerseitige Vorverständnis aktivieren und auf dessen Grundlage den Diskurs fördern, sie sollen fachlich kompetente Lernberater sein, sie sollen individuelle Fehlvorstellungen und Verstehensdefizite diagnostizieren können, und über allem

sollen sie erhöhte kognitive Aktivität der Schülerinnen und Schüler sicherstellen und ihnen zu metakognitiven Kompetenzen verhelfen. Hinzu kommt: Die eigentliche Krux des konstruktivistischen Ansatzes liegt im Paradoxon, dass die Lehrpersonen etwas leisten sollen, worüber sie letztlich keine Macht haben: Sie sollen die Schülerinnen und Schüler zu aktiven Lernenden machen, denn nur so gelingen die erwünschten Lernprozesse – und gleichzeitig wissen Lehrpersonen sehr wohl, dass sie gegen Denkräuflichkeit und Lernverweigerung machtlos sind.

Im Wissen um diese unterrichtlichen Schwierigkeiten hat die Naturwissenschaftsdidaktik vereinfachende, konstruktivistisch begründete Formalstufenschemata, Aktivitätsmuster, Lehrmittel und Leitprogramme angeboten (z.B. Duit et al., 1996; Häussler et al., 1998; Müller & Adamina, 2000). Es erstaunt indessen nicht, dass Lehrpersonen – insbesondere jene mit wenig Unterrichtserfahrung – nach weiterer Komplexitätsreduktion streben, vielfach indem das Konstruktivismuskonzept auf simple Unterrichtsrezepte heruntergebrochen wird. Nicht selten resultieren banalisierte Empfehlungen wie "Schüler selbständig arbeiten lassen", "alle Lernwege zulassen" oder "Frontalunterricht vermeiden".

2.2.4 Professionelle Lernorientierung jenseits des Methodenstreits

Wo stehen wir, wenn wir diese beiden Konzepte mit Blick auf Naturwissenschaftsunterricht einander gegenüberstellen? Faktisch durchdringen sich beide Modelle: Auch erfahrenere Lehrpersonen, die mit einem herkömmlichen Naturwissenschaftsunterricht vertraut sind, entziehen sich in der Regel nicht neuen methodisch-didaktischen Impulsen, so dass Elemente konstruktivistischen Unterrichts in ihre Praxis einsickern. Zu diesen Impulsgebern gehört im übrigen auch Martin Wagenschein, dessen Werk in manchen Aspekten als wegbereitend für die konstruktivistische Perspektive interpretiert wird (z.B. Soostmeyer, 1998). Andererseits sind viele Lehrpersonen in einer konstruktivistisch orientierten Lehrerbildung berufssozialisiert worden; dennoch haben auch sie eine Schulkarriere durchlaufen, die von traditionellen Unterrichtskonzepten durchtränkt war. Diese Vorbilder haben sie als kulturspezifische Muster im Sinne des Modell-Lernens verinnerlicht.

Beide Modelle können auf schlichte Stufenschemata und Unterrichtsrezepte verkürzt werden, was für lehrerbildnerische Zwecke manchmal angezeigt sein mag. Standardisierte schematische Zugänge sind aber auf die Länge sowohl unproduktiv als auch falsch. Die jüngste TIMS-Videostudie hat gezeigt, dass die unmittelbare, fast wunderbare Lernwirksamkeit von Unterrichtsschemata eine verführerische Illusion ist (Hiebert, Gallimore et al., 2003).

Ich tendiere zur Auffassung, dass die meisten Unterrichtsformen und Methoden ein lernwirksames Potential in sich tragen, das erst dann ausgeschöpft werden kann, wenn sie von Lehrpersonen professionell, zielgerichtet und interaktionell kompetent eingesetzt werden, d.h. wenn Unterrichtsformen kein Selbstzweck sind, sondern einzig dem

Ziel dienen, Lernen und Bildung zu fördern. Einerlei, ob es sich um einen klärenden Lehrervortrag oder eine gut angeleitete Schülerrecherche handelt: Nicht die Wahl der Unterrichtsform als solche bestimmt die Qualität, sondern *der rationale Einsatz der Unterrichtsform, mit dem Ziel, die Lernprozesse zu optimieren.*

2.3 Besitzstandwahrung kontra Neupositionierung

In den vorhergehenden Abschnitten habe ich Unentschiedenheiten im curricularen und didaktischen Feld thematisiert. Hier nun geht es um strategische Ausrichtungen mit dem Ziel, den *Marginalisierungstrend aufzuhalten*, auf die sich anbahnende *Legitimationskrise* zu reagieren und dem Naturwissenschaftsunterricht mittelfristig einen angemessenen Platz in der Volksschule zu sichern.

Eine Neupositionierung muss sich nach aussen sichtbar manifestieren. In der Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler, der Eltern und der Behörden sollte Naturwissenschaftsunterricht an der Volksschule bedeutsam, dynamisch, effizient, anspruchsvoll und interessant sein. Eine Modernisierungsdebatte jenseits von Curriculum und Didaktik könnte entlang der folgenden Themenfelder geführt werden:

Individuell und gesellschaftlich bedeutsames Kontextwissen. Naturwissenschaftsunterricht muss sich als Ort für den Erwerb bedeutsamen Wissens profilieren. Er muss am Puls der Zeit sein, sich die brennenden Schlüsselfragen zu eigen machen, und er muss begründen, weshalb dieses Wissen hier und heute von Belang ist, statt sich einer unscharfen Vorstellung von Allgemeinbildung verpflichtet zu fühlen.

Selbstkritik bezüglich verstaubter Rituale. Es wird den Akteuren im Feld des Naturwissenschaftsunterrichts gut anstehen, aus kritischer Distanz inhaltliche und methodisch-didaktische Ladenhüter zu hinterfragen. Unseren Schülerinnen und Schülern wird vieles zugemutet, was schon unsere Eltern von der Tafel abgeschrieben haben. Hier sollte man sich nicht dem Vorwurf aussetzen, veraltetes Wissen zu vermitteln und überkommene Lehrrituale zu perpetuieren.

Synergien zur medialen Weltwahrnehmung. Wissen über Technik und Naturwissenschaften wird für Laien immer interessanter, seit ein professioneller Wissenschaftsjournalismus über Internet, Fernsehen, Radio, Zeitschriften und Zeitungen regelmässig selbst komplexe Sachverhalte plausibel und spannend darstellen kann und dafür offensichtlich sein Publikum findet. Naturwissenschaftsunterricht muss mediale Informationskanäle als inspirierende Partner nutzen, statt sie zu ignorieren oder sich zu ihnen in aussichtslose Konkurrenz zu begeben.

Inhaltliche Schiefplatten: Biologielaastigkeit und Technikfeindlichkeit. Für die erdrückende Dominanz biologisch-ökologischer Inhalte vor allem auf der Primarstufe mag es historische, lehrerbildnerische, emotionale und andere Gründe geben – zeitgemäss ist sie angesichts der Prägung der Lebenswelt durch Technik längst nicht mehr. In ihrer la-

stentem Technikskepsis tragen Volksschullehrpersonen der Tatsache zu wenig Rechnung, dass viele Themen aus dem technisch-physikalischen Bereich durchaus positiv besetzt sind und es sich eine moderne Schule nicht leisten darf, das Verständnis für zentrale Themen wie Informationstechnologie, Mobilität, Massenproduktion, Energienutzung oder Technisierung von Haushalt und Freizeit aus dem Bildungskanon abzurängen.

Problematische Fächerstruktur. Naturwissenschaften müssen ihre explizite Nennung in Lehrplänen und Stundentafeln behaupten, einerlei ob es Naturlehre, Naturkunde, Natur & Technik oder *science* heisst. Dies scheint mir der optimale Weg zwischen einem überholten Bezug zur akademischen Disziplin (Physik, Biologie, Chemie) und einem Aufgehen bzw. Abtauchen in diffusen Sammelbereichen wie Mensch & Umwelt oder Natur-Mensch-Mitwelt.

Plausible Begründung des Ressourcen-Einsatzes. Naturwissenschaftsunterricht auf der Sekundarstufe I ist eine teure Sache. Er hat das Privileg, über eigene Fachzimmer zu verfügen, darf aufwändige Schulhaussammlungen einrichten und erhält meist ein komfortables Budget. Dies verpflichtet, einen Unterricht zu führen, der die Investitionen rechtfertigt. Falls die Ressourcen brachliegen – und das ist öfter der Fall, als man meint, denn Lehrpersonen zweifeln gelegentlich, ob sich der Aufwand lohnt –, muss man sich nicht wundern, wenn hier ein enormes Sparpotential geortet wird oder eine Umverteilung in andere Bereiche und Stufen droht.

Mir scheint, dass all diese Diskussionsfelder offensiv angegangen werden müssen, damit sich der Unterricht in Naturwissenschaften und Technik didaktisch, lehrerbildnerisch und bildungspolitisch zukunftsweisend positionieren und legitimieren kann.

2.4 Akademische Fachausbildung der Lehrpersonen kontra stufenorientiertes Hintergrundwissen

2.4.1 Verhängnisvolle Abspaltung von Fachwissenserwerb

Die Autarkie des Fachwissenserwerbs ist ein globales lehrerbildnerisches Problem, manifestiert sich aber in besonderem Masse in den Hochschulkantonen, wo die Lehrerbildung der Sekundarstufe I eine enge Bindung mit den Universitäten eingegangen ist. Die Fachausbildung in den Bezugsdisziplinen übernimmt die Universität, doch dort kommen die Lehrerstudenten selten über das Niveau von Zweitsemestrigern der akademischen Studiengänge hinaus und werden nie am aktuellen Forschungsdiskurs teilhaben können. Dennoch bleibt die Fachausbildung an die klassischen Disziplinen Biologie, Chemie und Physik gekettet. Abgesehen davon, dass es auf der Volksschule keine Fächer dieses Namens mehr gibt, muss man sich fragen, warum gerade eine Einführungsveranstaltung in ein Chemie-, Physik- oder Biologiestudium zur Qualifikation von Lehrerstudenten beitragen kann. Später wird sich den Studierenden die kaum lösbare Aufgabe stellen, das akademische Halbwissen schülergerecht zu unterrichten. Gemäss heutiger Konventionen fällt es dann in die Zuständigkeit der Fachdidaktik, den

künftigen Lehrpersonen zu zeigen, wie man komplexe Inhalte auf Volksschulniveau herab transformiert.

Dieses Konzept ist aus naturwissenschaftsdidaktischer Sicht *gründlich gescheitert*. Der Preis ist zu hoch für das fragwürdige Erlebnis, als Hinterbänkler ein wenig Hochschulluft schnuppern zu dürfen. Die Lücke zwischen akademischem Wissen und unterrichtlichen Lehrinhalten ist unüberbrückbar, weil Schulwissen etwas anderes ist als verdünntes Hochschulwissen. Bestimmung und Aufbau unterrichtsrelevanten Wissens folgen völlig anderen diskursiven Regeln als das Handbuchwissen einer akademischen Disziplin.

Darüber hinaus bleibt fraglich, ob dieses Setting epistemologische Einsichten ermöglichen könne, wie vielfach gefordert. Vielmehr scheinen fatal falsche Vorstellungen über die Wissensproduktion und die Genese von wissenschaftlichen Referenzsystemen geweckt zu werden, indem die Lehrerstudenten die Naturwissenschaften als ein hierarchisch strukturiertes System von Lehrsätzen kennen lernen und an den soziokulturellen Konstruktionsprozessen von Wissen innerhalb der *scientific community* nie teilhaben können (vgl. v.a. Fleck, 1935/1980, aber auch Kuhn, 1962/1996).

Auf der anderen Seite ist das Fachwissen in der Tradition des "seminaristischen Weges" untergewichtet geblieben. In der Primarstufenausbildung liegt der Schwerpunkt unzweifelhaft auf der methodisch-didaktischen Kompetenz, um den Preis, dass Inhalte vor allem mit Blick auf die unterrichtliche Verwertbarkeit erworben werden, während der Erwerb von Hintergrundwissen zu wenig Raum gewinnt und dadurch die Legitimierung der Lehrpersonen als kompetente Fachleute geschwächt ist. Dies ist zu Recht moniert worden (z.B. Criblez, 2000).

2.4.2 Integration von fachlichem und pädagogisch-didaktischem Wissen

Der disziplinäre Fachwissenserwerb als solcher dürfte kaum zur Debatte stehen, auch wenn manche bisherigen Lehrkonzepte ernüchternd unergiebig sind. Wie aber kann Fachwissen lehrerbildnerisch produktiv erworben werden, wenn nicht entlang der gewohnten Pfade?

Es drängen sich Formen auf, die den Fachwissenserwerb sowohl aus dem Kontext maturitärer Allgemeinbildung als auch universitärer Fachdisziplinen herauslösen. Gebraucht werden Ansätze, die die Lehrinhalte nicht von der übrigen Lehrerbildung abspalten, sondern in den Erfordernissen des Berufsfelds zukünftiger Lehrpersonen kontextualisieren. Dazu ist es unerlässlich, dass dafür *eigene, für Lehrerstudenten konzipierte Gefäße und Curricula* bereitgestellt werden (vgl. Messner, 2000; Heitzmann, 2002). Damit könnte der klassische, isoliert disziplinäre Fachwissenserwerb in der Lehrerbildung ein Auslaufmodell sein. Darüber hinaus ist es wichtig, die disparaten Felder von fachlicher und fachdidaktischer Ausbildung in eine produktive Wechselwirkung zu bringen. Strukturell sind diese Bereiche in der Lehrerbildung zu stark getrennt

gewesen. Es ist hilfreich, das fachbezogene professionelle Wissen vereinfachend als ein bipolares Kontinuum aufzufassen – auf der einen Seite die disziplinären Wissensgebiete, auf der anderen Seite das pädagogisch-didaktische Wissen. So gesehen liegt der eigentliche Kern des schulbezogenen Wissenserwerbs zwischen den beiden Polen. Shulman (1986) ortet die Bereiche Pedagogical Content Knowledge (PCK), zu deutsch fachspezifisch-pädagogisches Wissen (Bromme, 1997), und das curriculare Wissen, das näher am pädagogisch-didaktischen Pol liegt und die Eigengesetzlichkeit des Schulwissens fokussiert.²

Die genannten intermediären Wissensformen der Profession zielen auf die *Integration relevanten Fachwissens mit Blick auf Lehren und Lernen im Naturwissenschaftsunterricht*. Mit diesem Konzept können manche negativen Effekte überwunden werden, die aus der Abspaltung des reinen Fachwissenserwerbs vom pädagogisch-fachdidaktischen Diskurs folgen. Die Lehrerbildung muss im fachlichen Bereich *den Fokus auf die didaktische Rekonstruktion von bedeutsamen Sachverhalten aus Wissenschaft und Lebenswelt* legen. Das bedeutet: Studierende erwerben stufenrelevantes Hintergrundwissen aus unterschiedlichen Disziplinen und kontextualisieren es mit Blick auf Lehr- und Lernbarkeit auf der Zielstufe. Das fachspezifisch-pädagogische Wissen wird idealiter im dialektischen Diskurs rekonstruiert aus Fachwissen, didaktischem Wissen und pädagogisch-psychologischem Wissen (Bromme, 1995; Gess-Newsome, 1999; Kattmann et al., 1997). Dieser Prozess baut nicht nur das relevante Wissen der angehenden Lehrpersonen auf, sondern er modelliert und antizipiert auch deren zukünftige fachunterrichtliche Planungstätigkeit. Ein solcher Dialog hat mancherorts wenig Tradition, doch er muss zwingend gepflegt werden, wenn nachhaltiges Fachwissen von Lehrpersonen aufgebaut *und* unterrichtlich wirksam werden soll. Die fachbezogene Professionalität von Lehrpersonen manifestiert sich letztlich im virtuosen Umgang mit diesem Wissen.

Die Konstrukte *fachspezifisch-pädagogisches Wissen* und *curriculares Wissen* können sich lehrerbildnerisch nur durchsetzen, wenn sie sich in Strukturen materialisieren. Selbstredend sind auch dafür gesonderte Unterrichtsgefäße der Lehrerbildung notwendig, wie sie vereinzelt bereits geschaffen wurden (Fraefel, 2001a; Sieber, 2002). Allerdings braucht es dazu Lehrpersonal, das nicht nur fachkompetent ist, sondern auch mit dem Schulfeld vertraut ist – eine *conditio sine qua non*, wenn nicht entweder der fachliche oder der unterrichtliche Aspekt unterbelichtet sein soll (Messner, 2000). Hier können durchaus unorthodoxe Wege beschritten werden. So ist es keineswegs zwin-

² Unzweifelhaft bietet das *curriculare Wissen* (Curricular Knowledge) den Lehrpersonen viele unterrichtlich verwertbare Heuristiken und deckt daher ein Lehrerstudentenbedürfnis ab, während das *fachspezifisch-pädagogische Wissen* (Pedagogical Content Knowledge) hilft, atomisierte Wissensressourcen mit Blick auf Unterricht sinnstiftend zu integrieren. Für Lehrerbildungszwecke ist zu diskutieren, inwieweit diese beiden sich überschneidenden Konstrukte voneinander abgegrenzt werden müssen (Fraefel, 2001a). – Die auf Shulman (1986) und Bromme (1992, 1997) zurückgehende Topologie des professionellen Wissens von Lehrpersonen ist in dieser Zeitschrift schon mehrfach referiert und diskutiert worden (Messner & Reusser, 2000; Staub, 2001).

gend, dass Unterrichtende immer Physiker, Chemikerinnen oder Biologen sein sollen. Vielleicht könnte manchmal ein Gastseminar eines Lebensmittelchemikers, einer Pharmakologin, eines Biomechanikers oder einer Kulturingenieurin Wesentliches zu Aufbau und Organisation relevanten Wissens beisteuern, sofern es gelingt, die Brücke zwischen Fachwissen und Schulwissen herzustellen.

3. Fazit

Im Jahr 2006 wird die nächste PISA-Studie durchgeführt werden: Im Zentrum steht dann die Naturwissenschaftskompetenz der Jugendlichen. Diese Akzentsetzung ist ein Indiz, dass die Naturwissenschaften international gleichwertig neben Mathematik und Sprachen stehen. Doch davon sind die schweizerischen Verhältnisse weit entfernt: Wie wir wissen, sind hier die Naturwissenschaften allzu oft eine Marginalie. Umso mehr müssen die Akteure des Naturwissenschaftsunterrichts an den Volksschulen gerade jetzt, in verändertem Umfeld, die Initiative ergreifen, sich aktiv positionieren und Perspektiven eröffnen. Dieser Aufsatz hat versucht, die *baseline* heutigen Naturwissenschaftsunterrichts zu skizzieren, Ambivalenzen zu benennen, nötige Diskurse anzuregen und auf zwingenden Handlungsbedarf hinzuweisen. Er fokussierte vier *Problemfelder* – inhaltliche, didaktische, strategische und lehrerbildnerische:

Erstens gilt es zu klären und zu kommunizieren, was Sache ist, d.h. dass tatsächlich bedeutsames Wissen erworben wird – heute angesichts exzessiver Unverbindlichkeiten keine Selbstverständlichkeit. Zu diesem Zweck muss – jenseits von Konventionen und persönlichen Präferenzen – eine *Curriculumdebatte* geführt werden, die sowohl dem vernünftigen und legitimen Anspruch auf Wissenserwerb als auch den überfachlichen, pädagogisch-didaktischen Zielsetzungen gerecht wird.

Zweitens ist jegliche didaktisch-methodische Kompetenz mit Blick auf intelligentes Lernen produktiv zu nutzen. Dazu muss ein rationaler didaktischer Diskurs fortgeführt werden, der unterschiedliche fachdidaktische Traditionen und Konzepte mit Blick auf eine *professionelle Lerner-Orientierung* bündelt.

Drittens muss die Naturwissenschaftsdidaktik aus dem Biotop von Selbstgenügsamkeit und internen Debatten heraustreten und sich strategisch als *zukunftsorientierte Kraft profilieren* und legitimieren. Das setzt indessen voraus, dass strukturelle Inkonsistenzen, Ineffizienz im Ressourceneinsatz sowie inhaltliche und didaktische Schief lagen selbstkritisch analysiert und überwunden werden.

Viertens müssen Lehrpersonen ihr Verhältnis zu den Bezugswissenschaften klären; insbesondere soll die Lehrerbildung sicherstellen, dass Funktion und Erwerbsmodi von disziplinärem Fachwissen schonungslos überdacht werden, und dass die Kluft zwischen akademischem Wissen und schulrelevanten Inhalten überbrückt wird, indem

Lehrpersonen kontinuierlich an der *gegenwartsbezogenen Rekonstruktion von Fachwissen für einen relevanten Unterricht* arbeiten. Die Dynamik, die die systematische Erneuerung des Naturwissenschaftsunterrichts der Volksschule vorantreiben wird, ist zu einem guten Teil gespeist durch internationale Vergleichsstudien und die Trends hin zu Standards und Kerncurricula. Aber auch hausgemachte Ressourcenknappheit und Akzeptanzdefizite zwingen zu Reformen. Der Moment ist günstig. Ich vermute, dass die Chancen für eine solide, sachkundige und zukunftsweisende Neugestaltung des Naturwissenschaftsunterrichts auf der gesamten Volksschule seit langem nicht mehr so gut standen, und man ist gut beraten, diese einmalige Gelegenheit nicht ungenutzt verstreichen zu lassen.

Literatur

- Aebli, H. (1951/1976). *Psychologische Didaktik*. Stuttgart: Klett.
- Baumert, J. & Lehmann, R. (1997). *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske und Budrich.
- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. & Kelly, D. L. (1996). *Science Achievement in the Middle School Years. IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chestnut Hill: Boston College.
- Bromme, R. (1992). *Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens*. Bern: Huber.
- Bromme, R. (1995). Was ist 'pedagogical content knowledge'? Kritische Anmerkungen zu einem fruchtbaren Forschungsprogramm. In S. Hopmann & K. Riquarts (zus. m. W. Klafki & A. Krapp) (Hrsg.), *Didaktik und/oder Curriculum. Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 33*, 105–115.
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie D/II/3. Psychologie des Unterrichts und der Schule*. Göttingen: Hogrefe.
- Criblez, L. (2000). Für eine fachwissenschaftliche Ausbildung von Primarlehrerinnen und Primarlehrern. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 18 (1), 36–38.
- Duit, R., Häussler, P., Mikelskis, H. & Westphal, W. (1996). *Physik – um die Welt zu begreifen: Ein Lehrbuch für die Jahrestufen 9 und 10*. Frankfurt a. M.: Diesterweg.
- Fleck, L. (1980). *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv* (Erstausgabe 1935). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Fraefel, U. (2000). Anfangsunterricht in der Schweiz: Zumindest das Wenige wirklich verstehen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 11 (60), 37–39.
- Fraefel, U. (2001a). Fachwissen, curriculares Wissen, fachdidaktisches Wissen. *phz-aktuell*, 2 (1), 2–4.
- Fraefel, U. (2001b). *Merkmale und Scripts des Naturwissenschaftsunterrichts der Sekundarstufe I in der Deutschschweiz*. Zürich: Pädagog. Institut Universität Zürich.
- Gess-Newsome, J. (Ed.). (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for science education*. Dordrecht: Kluwer.
- Harlen, W. (1999). *Effective Teaching of Science. A Review of Research*. Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.
- Häussler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: ipn-Materialien.
- Heitzmann, A. (2002). Fachliche Ausbildung durch "Disziplinäre Vertiefung". *Beiträge zur Lehrerbildung*, 20 (3), 363–377.
- Hiebert, J., Gallimore, R. et al. (2003). *Teaching Mathematics in Seven Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study*. Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.

- Kattmann, U., Duit, R., Gropengiesser, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), 3–18.
- Knierim, B., Gerber, B. & Labudde, P. (2002). *Lehr-Lern-Kultur im Physikunterricht – eine Videostudie. Projektbeschreibung*. Bern: AHL.
- Kuhn, T.S. (1996). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* (13. Aufl.; engl. Originalausgabe 1962). Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Labudde, P. (1999). Reaktionen auf TIMSS in der Schweiz. *Naturwissenschaft im Unterricht*, 10 (54), 46–48.
- Labudde, P. (2000). *Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II*. Bern: Haupt.
- Messner, H. (2000). Die Sache verstehen: Welche fachlich-fachwissenschaftliche Ausbildung brauchen Lehrpersonen? *Beiträge zur Lehrerbildung*, 18 (1), 76–78.
- Messner, H. & Reusser, K. (2000). Die berufliche Entwicklung von Lehrpersonen als lebenslanger Prozess. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 18 (2), 157–171.
- Moser, U., Ramseier, E., Keller, C. & Huber, M. (1997). *Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der "Third International Mathematics and Science Study"*. Chur: Rüegger.
- Moser, U. (2001). *Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen, Kurzfassung des nationalen Berichtes PISA 2000*. Neuchâtel: BFS/EDK.
- Muckenfuss, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemässen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen.
- Müller, H. & Adamina, M. (2000). *Lernwelten Natur-Mensch-Mitwelt. Grundlagenteil zur Reihe "Lern- und Lehrmaterialien zum Fach Natur-Mensch-Mitwelt"*. Bern: BLMV.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1998). *Students' Alternative Frameworks and Science Education. Bibliography*. Kiel: IPN.
- Reusser, K. & Pauli, Ch. (2003). *Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie*. Zürich: Pädagogisches Institut der Universität Zürich.
- Shulman, L. S. (1991/1986). Von einer Sache etwas verstehen: Wissensentwicklung bei Lehrern. In E. Terhart (Hrsg.), *Unterrichten als Beruf. Neuere amerikanische und englische Arbeiten zur Berufskultur und Berufsbiographie von Lehrerinnen und Lehrern* (S. 145–160). Köln: Böhlau.
- Sieber, P. (2002). Fachliche Ausbildung – zum Beispiel Deutsch Sekundarstufe I. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 20 (3), 347–356.
- Soostmeyer, M. (1998). Einzelkristalle des Verstehens und kumulative Konstruktion. In W. Köhnlein (Hrsg.), *Der Vorrang des Verstehens. Beiträge zur Pädagogik Martin Wagenscheins* (S. 37–57). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Staub, F. C. (2001). Fachspezifisch-pädagogisches Coaching: Theoriebezogene Unterrichtsentwicklung zur Förderung von Unterrichtsexpertise. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 19 (2), 175–198.
- Stigler, J. W. & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York: Free Press.
- Weinert, F. E. (1994). Lernen lernen und das eigene Lernen verstehen. In K. Reusser & M. Reusser-Weyeneth (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe* (S. 183–205). Bern: Huber.
- Zahner, C., Meyer, A.H., Moser, U., Brühwiler, Ch., Coradi Vellacott, M. u.a. (2002). *Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen, Nationaler Bericht der Erhebung PISA 2000*. Neuchâtel: BFS/EDK.

Autor

Urban Fraefel, lic. phil., Pädagogische Hochschule Zürich, Rämistr. 59, Postfach, 8021 Zürich, urban.fraefel@phzh.ch