

Was ist und was will die fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischer Ausrichtung?¹

von Urs Kirchgraber²

1

Schon in der Planungsphase des Instituts in den Jahren 2000 bis 2002, zeichnete sich ab, dass sich das Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik bald mit einer grossen und interessanten Aufgabe würde auseinandersetzen setzen müssen. Äussere Bedingungen, insbesondere die EDK-Verordnung über die Anerkennung der Lehrdiplome für Maturitätsschulen von 1998 und das Gesetz über die Pädagogische Hochschule des Kantons Zürich von 1999 verlangen eine Neukonzeption der gymnasialen Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Im Vergleich zu bis anhin darf/muss nur schon ihr Umfang mindestens verdoppelt werden.

Durch die Berufungen von Regula Kyburz-Graber, Urs Ruf und Franz Eberle als Professoren für Gymnasialpädagogik ans Höhere Lehramt Mittelschulen (HLM) der Universität Zürich in den Jahren 1998 und 1999 und diejenige von Philipp Gonon als Professor für Berufspädagogik im Jahr 2004 und den mit diesen Neubesetzungen einhergehenden markanten Ausbau der Infrastruktur am HLM, war, nimmt man – den am 3. Juni 2005 leider verstorbenen – Karl Frey und den Autor von der ETH, sowie die an der neu gegründeten Pädagogischen Hochschule Zürich sich formierende Kompetenz dazu, ein „think tank“ entstanden, der die Aufgabe einer Neukonzeption der Lehrpersonenausbildung für die Sekundarstufe II mit Verve und hoffentlich einschlägiger Sachkompetenz in Angriff nehmen konnte.

2

Wir einigten uns, die Ausbildung in 5 Ausbildungsbereiche zu gliedern:

- Erziehungswissenschaften/Berufspädagogik
- Fachdidaktik
- Berufspraktische Ausbildung
- Wahlpflichtfach
- Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischer Ausrichtung

Jeder dieser Ausbildungsbereiche soll 360 Arbeitsstunden beinhalten und mit 12 Kreditpunkten nach ETCS belegt sein.

Wir glauben dass der fünfte Ausbildungsbereich, die fachwissenschaftliche Vertiefung, wie wir kurz sagen, zu einem Markenzeichen der gymnasialen Lehrpersonenausbildung auf dem Platz Zürich werden könnte und deshalb sollen die Gründe und Charakteristika für diesen Bereich hier vorgestellt werden, wobei hinzuzufügen ist, dass natürlich in allen fünf Bereichen hohe Qualität und eine enge Verknüpfung aller Teile angestrebt wird. Angesichts der wissenschaftlichen Erkenntnislage über die (Un-)Wirksamkeit von Lehrpersonenausbildung ist uns im übrigen ausserordentlich wichtig, dass die Studierenden lernen, ihr erworbenes Wissen flexibel und unterrichtswirksam

¹ Leicht überarbeitete Version der Rede, die der Autor anlässlich der Eröffnung des Zürcher Hochschulinstituts für Schulpädagogik und Fachdidaktik am 11. November 2005 gehalten hat.

² Departement Mathematik der ETH und Zürcher Hochschulinstitut für Schulpädagogik und Fachdidaktik von PHZH, UniZH und ETH.

einzusetzen. Ein beträchtlicher Teil der Ausbildungszeit von 1800 Arbeitsstunden wird daher für angeleitete Umsetzungen verwendet werden.

3

Universitäre Vorlesungen und Fachlehrbücher stellen ihr Wissenschaftswissen meist in kompakter, Redundanz vermeidender, auf Effizienz bedachter Weise mit dem Ziel dar, die Studierenden rasch an die wissenschaftliche Forschungsfront zu führen. Sie sind das Resultat eines unablässigen Optimierungsprozesses durch Experten und derer aus langer Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Gegenstand geprägten Sichtweisen. Geschichte und Vorgeschichte eines Wissensbestands beispielsweise spielen allenfalls am Rand eine Rolle, Um- oder gar Irrwege sind kein Thema. Es wird auf Instruktion gesetzt. Je fortgeschrittener der Stoff, umso weniger wird er in der Regel etwa von Übungen begleitet.

Die Praxis zeigt, dass die besten Studierenden von solchen Lehrveranstaltungen und Fachlehrbüchern bestens profitieren: sie finden rasch Zugang zum Wissenschaftsbetrieb und entwickeln sich schnell zu produktiven Forscherinnen und Forschern.

Ob derart gestalteter Unterricht bei etwas weniger begabten Studierenden nicht zu *trägem Wissen*, wie Weinert sagt, führt, das nur schwer handlungswirksam wird, muss aufgrund von Indizien zumindest in Betracht gezogen werden.

Einige Kritiker gehen sogar so weit, die fachlich-fachwissenschaftliche Ausbildung an Universitäten jedenfalls im Hinblick auf das zukünftige Arbeitsfeld von Lehrpersonen als *dysfunktional* zu bewerten³. Viele Fachdidaktiker werden Müller, Steinbring und Wittmann ein Stück weit zustimmen, wenn sie behaupten: „Die Fachstrukturen entsprechen nicht den Lernstrukturen, die Logik der fachlichen Systematiken nicht der Logik der Aneignungsprozesse.“⁴ Das aus einer mathematischen Strömung der 40-iger Jahre heraus geborene, fast global durchgeführte, und schliesslich gescheiterte Realexperiment der „New Math“, der „Neuen Mathematik“ in den 70-iger Jahren, belegt diese Behauptung.

4

Die Konstituierung des Ausbildungsbereichs fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischer Ausrichtung in der zukünftigen gymnasialen Lehrpersonenausbildung in Zürich ist das Ergebnis des Nachdenkens über Fragen, wie:

- Welche Bedeutung hat Fachkompetenz für „guten Unterricht“?
- Welche Art von Fachkompetenz ist für „guten Unterricht“ erforderlich?
- Kann Fachkompetenz für „guten Unterricht“ auch hinderlich sein?

Dabei könnte man Unterricht etwa dann als „gut“ bezeichnen, wenn er

- a) für die Lernenden sinnstiftend ist
- b) die Lernenden in die Lage versetzt, den für ein Fach charakteristischen Standpunkt zu verstehen, zu würdigen und – jedenfalls ein Stück weit – selbst einzunehmen
- c) lernwirksam (u.a. im Sinne standartisierten Tests) ist, und wenn er

³ S. K. Reusser/ H. Messner: Das Curriculum der Lehrerinnen- und Lehrerbildung – ein vernachlässigtes Thema, Beiträge zur Lehrerbildung 20, 2002, p. 285.

⁴ S. Reusser/Messner, loc.cit, p. 292.

d) Studienanfänger/-innen anschlussfähig auf Hochschulstudien vorbereitet.

Dabei sollten c) und d) quasi als Korollare eine Folge von a) und b) sein.

Fachkompetenz als *Voraussetzung* für guten Fachunterricht ist unbestritten. Reusser und Messner⁵ zum Beispiel, schreiben: „Das Verfügen über solides Fachwissen und Können gehört unbestritten zum A und O jeder qualifizierten Lehrarbeit.“ Blömeke⁶ interpretiert den Forschungsbestand vorsichtig, wenn sie feststellt, dass *fehlendes* Fachwissen einen signifikant negativen Einfluss auf Schülerleistungen hat, und vermerkt, dass es Forschungsergebnisse gibt, die auf einen möglichen *Plafond-Effekt* hindeuten.

Nathan und Koautoren⁷ haben die sogenannte „expert blind spot hypothesis“ untersucht, die Hypothese also, dass Lehrende mit elaboriertem Fachwissen dazu tendieren übergreifende organisierende fachliche Prinzipien und Formalismen des Faches zu Leitlinien für Unterrichtsgestaltung zu machen und den Entwicklungsstand und die Lernbedürfnisse von Lernenden zu wenig in Betracht zu ziehen. Dass diese Gefahr besteht, belegen sie anhand von Einschätzungen über Schwierigkeiten beim Erlernen der elementaren Algebra, wie sie Gruppen von Lehramtskandidaten mit unterschiedlichem fachmathematischem Hintergrund beurteilen.

Tatsächlich hat Shulman schon in den späten 80-iger Jahren zu differenzieren begonnen zwischen „*content knowledge*“ und „*pedagogical content knowledge*“. Dabei versteht er unter *pedagogical content knowledge* „(the) blending of content and pedagogy into an understanding of how particular topics, problems, or issues are organized, represented and adapted to the diverse interests and abilities of learners for instruction“.

Auf dieser Differenzierung aufbauend führten Ball und Koautoren kürzlich den Begriff „*content knowledge for teaching mathematics*“ ein und operationalisierten ihn – jedenfalls für Primarstufenlehrkräfte – soweit, dass daraus ein sozialwissenschaftliches Messinstrument entwickelt werden konnte⁸. In einer empirischen Studie mit circa 3000 Erst- und Drittklässlern und rund 700 Lehrpersonen in den USA konnten sie⁹ nachweisen, dass die Variable „*teachers' content knowledge for teaching mathematics*“ einen statistisch signifikanten Einfluss auf den einjährigen Lernfortschritt in Mathematik der untersuchten Schülerpopulation hatte.

Die Gefahr bei empirischen Studien liegt darin, dass ihre Reichweiten überinterpretiert werden. Bis ein Resultat einigermaßen feststeht, braucht es viel „Triangulierung“, wie Schoenfeld sagt, das heisst mannigfaltige Bestätigung unter verschiedenen Blickwinkeln. Immerhin würde ich den beschriebenen Forschungsbestand als Hinweis dafür werten, dass die fachwissenschaftliche Vertiefung die Qualität des gymnasialen Unterrichts zu fördern verspricht, vorausgesetzt die pädagogische Ausrichtung ist mit im Fokus – das heisst, es wird nicht ausschliesslich Fachkompetenz, sondern Fachkompetenz auch im Hinblick auf ihre Vermittlung, oder, wie Urs Ruf sagt, mit Bezug auf das Lehren und Lernen des Faches, gefördert.

⁵ S. Reusser/Messner, loc.cit, p. 284.

⁶ S. Blömeke, u.a.: Teacher Education and Development Study: Learning to Teach Mathematic (TEDS-M), DFG-Antrag Fassung Juli 2005, p. 7.

⁷ M. J. Nathan, A. Petrosino: Expert Blind Spot among Preservice Teachers, Amer. Educ. Res. J. 40, 2003, p. 905-928.

⁸ H. C. Hill u.a.: Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching, Elementary School Journal, 105, 2004, p. 11-30.

⁹ H. C. Hill u.a.: Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement, Educ. Res. J. 42, 2005, p.371-406.

5

Mit der fachwissenschaftlichen Vertiefung mit pädagogischer Ausrichtung, soll ein Strang in die fachwissenschaftliche Masterausbildung eingebracht werden, in dem sonst wenig thematisierte Aspekte des Faches, wie die Entstehung, die Entwicklung, die Schwierigkeiten in der Entwicklung, die Bedeutung von grundlegenden Fragen, Ideen, Begriffen, Methoden, Resultaten und ihrer Anwendungen im Mittelpunkt stehen. Mithin der Prozess der Wissenskonstruktion aus historischer und kognitiver Sicht, seine innerfachliche, disziplinenübergreifende und allenfalls gesellschaftliche Wirkung, oder, wie Heinrich Winter es neulich formuliert hat: Es soll der Beziehungsreichtum rückwärts, vorwärts und seitwärts aufgedeckt werden.

Hinsichtlich der Brückenfunktion der fachwissenschaftlichen Vertiefung gibt es zwei Blickrichtungen. Einerseits soll durch die Optik der Fachwissenschaft auf das gymnasiale Fach geschaut werden, ähnlich wie es Felix Klein schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit seinen Vorlesungen unter dem Titel „Elementarmathematik vom höheren Standpunkte“ in der Ausbildung von Mathematiklehrern vorgemacht hat. Umgekehrt soll mit den Mitteln des gymnasialen Faches in die Fachwissenschaft hinein geblickt werden. „Mathematik vom elementaren Standpunkt“ wäre die komplementäre Bezeichnung zu Kleins Vorlesungen.

6

Der gymnasiale Unterricht sollte durch den Ausbildungsbereich „Fachwissenschaftliche Vertiefung mit pädagogischer Ausrichtung“ im Laufe der Zeit beeinflusst werden. Unmittelbar werden die Auswirkungen auf der curricularen Ebene sein.

Eine wiederkehrende Frage in der fachwissenschaftlichen Vertiefung wird lauten: Hat ein bestimmtes Thema Wurzeln im gymnasialen Unterricht? Wenn ja, wird es vor- und rückwärts kompatibel unterrichtet, und so beziehungsreich wie möglich? Wenn nein, könnte es, ja sollte es, und wenn ja wie, in den gymnasialen Unterricht eingebracht werden?

Die Curriculumsentwicklung ist in manchen Fächern langsam: Manche Themen haben eine *sehr* grosse Halbwertszeit. Rektor Noger von der Kantonsschule Am Burggraben in St. Gallen hat letzthin einer Gruppe von Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern einige kritische Fragen zum gängigen Mathematikunterricht gestellt und je ein Exzerpt aus einer Mathematik-Maturaprüfung aus dem Jahr 1901, dem Jahr 1954 und dem Jahr 2004 gezeigt. Jedes Mal ging es um eine harmlose Kurvendiskussion.

Das Thema *Kurvendiskussion* hat auch im heutigen Mathematikunterricht einen Platz. Allerdings muss der Unterricht dazu hinterfragt und gegebenenfalls fortentwickelt werden. Es ist ohne weiteres möglich eine Querverbindung zwischen schulischer Kurvendiskussion und der sogenannten *Verzweigungstheorie* – einem neueren mathematischen Forschungsgebiet – herzustellen. Überraschenderweise zeigt sich, dass zwischen den Grafen von Polynomen dritten Grades – einem gängigen Kurvendiskussionsthema – und dem Phänomen des Waldsterbens mutmasslich ein Zusammenhang besteht, den zu kennen von allgemeinbildender, ja staatspolitischer Bedeutung ist.

Nehmen wir ein weiteres Beispiel. *Computertomografie* ist eine Errungenschaft aus dem letzten Viertel des 20. Jahrhunderts mit enormen Auswirkungen in der medizinischen Diagnostik. Wie bei vielen modernen „Produkten“ ist auch die

Computertomografie – im Kern – eine mathematische Technologie, wobei das leider nicht ohne weiteres sichtbar ist!

In Zusammenarbeit mit Andreas Kirsch von der Universität Karlsruhe, einem Experten auf dem Gebiet, entwickeln wir Zugänge und Materialien zu dem Thema auf verschiedenen Niveaus: für Mathematikstudierende im Fachstudium, für Studierende im ersten Studienjahr und ambitionierte Mittelschülerinnen, für Schülerinnen der Sekundarstufe I, und setzen sie mit Erfolg in der Arbeit mit Schüler- und Lehrergruppen ein.

Bildgebende Verfahren gehören mathematisch zur Kategorie der *schlecht gestellten inversen Probleme*. Das Adjektiv „schlecht“ verrät, dass die Lösung solcher Probleme mit Schwierigkeiten verbunden ist. Der Profi definiert *Schlecht-Gestelltheit*, englisch *Ill-Posedness*, wie man sagt: „funktionalanalytisch“. Im Kern handelt es sich aber um eine Schwierigkeit, die auch Laien leicht verstehen können.

Man erinnere sich ans Konstruieren im Geometrieunterricht und ans Phänomen der „schleifenden“ Schnitte. Die simple Aufgabe ist, den Schnittpunkt zweier Geraden zu bestimmen. Wenn die Geraden grosso modo senkrecht aufeinander stehen, erhält man einen einigermaßen „wohl definierten“ Schnittpunkt – selbst mit einem relativ schlecht gespitzten Bleistift! Der Schnittpunkt ist hingegen umso weniger genau – umso schlechter – bestimmt, je flacher die beiden Geraden zueinander liegen.

Mit genau dieser Problematik kämpft man bei schlecht gestellten inversen Problemen. Dem schlecht gespitzten Bleistift entsprechen dabei die unvermeidlichen Messfehler bei der Bestimmung der Restintensität von Röntgenstrahlen, die beim Durchgang durch Gewebe abgeschwächt werden. Dank einer verblüffenden Idee des russischen Mathematikers Tikhonov muss man die Messgenauigkeit Gott sei Dank nicht beliebig erhöhen um valide tomografische Bilder zu erhalten – den Bleistift also nicht über alle Massen gut spitzen!

7

Wohlverstanden, es geht bei solchen Veränderungen – fast möchte man sagen: erstaunlicherweise – nicht um einen radikalen Umbau des schulischen Unterrichts, sondern um gar nicht so grosse, aber wichtige Akzentverschiebungen, begründet durch ein Überdenken des Stoffes aus einer Perspektive, die auch die wissenschaftliche Entwicklung des Fachs im Auge hat. Das führt zu einer Verwesentlichung. Allerdings muss der Transfer fachdidaktisch wohl überlegt sein, wie die (kurze) Diskussion um die Blind-Spot Hypothese deutlich macht.

8

Natürlich betrifft die fachwissenschaftliche Vertiefung nicht nur die Mathematik, sondern *alle* Fächer. Seit mehr als einem Jahr ist man an der Universität und der ETH – teilweise gemeinsam – daran, für verschiedene Fächer oder Fächergruppen die Idee einer fachwissenschaftlichen Vertiefung mit pädagogischer Ausrichtung auszuloten und konkrete Veranstaltungen vorzubereiten. In der Biologie zum Beispiel führt die fachwissenschaftliche Vertiefung zur Errichtung eines gemeinsamen Learning Centers an dem u.a. die Kolleg/-innen Steinmann-Zwicky, Kyburz-Graber, Aebi und Amrhein beteiligt sind.

9

Die fachwissenschaftliche Vertiefung wird ein Ort sein, an dem sich Fachwissenschaft und gymnasialer Unterricht begegnen, wo Fachwissenschaftlerinnen, Fachdidaktiker, Unterrichtspraktiker und Studierende zusammenarbeiten, um den Unterricht aktueller, verständlicher, wesentlicher, spannender zu machen. Hier könnte darüber hinaus auch die Basis dafür gelegt werden, dass sich Lehrerinnen und Lehrer parallel zur Unterrichtstätigkeit vermehrt lebenslang forschend mit ihrem Fachgebiet und seiner Lehr-/Lernbarkeit auseinandersetzen, was meines Erachtens für die gymnasiale Unterrichtskultur insgesamt, und im Hinblick auf die Anleitung von Semester- und Maturaarbeiten insbesondere wünschenswert ist.

UK/28.12.05