

SUSANNE WILDHIRT, MARIO GERWIG

Lehrstückunterricht bringt frischen Wind – auch für die Lehrer

Interview mit Prof. Dr. Elsbeth STERN und Prof. Dr. Norbert HUNGERBÜHLER, ETH Zürich

Prof. Dr. Elsbeth STERN (Psychologin, Vorsteherin des Departments Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften der ETH Zürich) und Prof. Dr. Norbert HUNGERBÜHLER (Mathematiker, Verantwortlicher für die Mathematiklehrer-Ausbildung an der ETH Zürich) über die Grundlagen des Wissens, über Spezifisches, Reizvolles und Eigenartiges des Faches Mathematik, über Aha-Erlebnisse und Schlüsselmomente – und darüber, wie die Lehrkunstdidaktik helfen kann, die Kultur des Mathematiklernens zu fördern.

Das Gespräch führten Susanne WILDHIRT und Mario GERWIG am 01. November 2012.

Wildhirt: In Ihrem Beitrag „Schulleistungen im Bereich der mathematischen Bildung“, erschienen in WEINERT [2002], unterscheiden Sie, Frau STERN, zwischen Fakten-, Anwendungs- und Problemlösewissen, also zwischen „Wissen, dass“, „Wissen, wie“ und „Wissen, warum“. Wie kommen Sie zu dieser Unterscheidung und warum ist sie sinnvoll?

Stern: Dies ist eine Unterscheidung, die in der Kognitionswissenschaft gemacht wird. Wir wissen, dass wir vieles aus Routine machen und dabei aber gar nicht genau wissen, was wir tun – „Wissen, wie“. Über anderes hingegen können wir sprechen und nachdenken – „Wissen, dass“. Ferner gibt es Kontrollinstanzen, mit denen man kontrolliert, ob man noch auf der Zielgeraden ist. Man hat festgestellt, dass es für Fehler zwei Gründe geben kann: Entweder fehlen den Lernenden Routinen, dann zeigen die Fehler, dass die Person die Sache eigentlich verstanden hat, sie aber bspw. nicht gut rechnen konnte – oder umgekehrt, die Lernenden können Routinen, können diese aber nicht einordnen. Fehler ist nicht gleich Fehler! Nun muss man bei jeder nicht-trivialen Tätigkeit bestimmte Routinen haben, die von selber ablaufen, man muss aber auch über Verständniswissen verfügen, um etwa neue Probleme lösen zu können. Letzteres spielt ja gerade in der Mathematik eine große Rolle, weil man eine Aufgabe im neuen Gewand wieder erkennen muss.

Gerwig: Wie genau kann man beide Fehlerarten voneinander trennen?

Stern: Ganz rein trennen kann man diese Stufen nicht. Und trotzdem gibt es gute Gründe für die Unterscheidung, vor allen Dingen, weil man sie unterschiedlich erwirbt. Wenn man immer nur wiederholt, erwirbt man prozedurales Wissen, wenn man über Dinge immer wieder nachdenkt und sie in andere Kontexte einbettet, erwirbt man konzeptuelles Wissen. Während man beim prozeduralen Wissen möglichst keine Fehler machen sollte, kann man viele Konzepte erst über Fehler erwerben. Es gibt bestimmte Fehler, die man machen muss. Diese Unterscheidung als heuristische Unterscheidung beizubehalten, ist sinnvoll, um auch im Einzelfall sagen zu können, ob es bei einem Kind am Verständnis oder an mangelnden

Routinen hakt. Es ist natürlich nicht sinnvoll, Routinen zu üben, wenn das Verständnis fehlt, denn dann wird Unsinn gelernt.

Wildhirt: Dazu kommt der dritte Bereich: „Wissen, warum“ – man könnte auch sagen „Wissen, wozu“ oder „Wissen, worauf hin“.

Stern: Genau. Diese Art von Wissen nennt man Metakognition. Dazu gehört bspw. zu wissen, dass Fragen in der Schule eine andere Bedeutung haben als im Alltag. Wird man im Alltag etwas gefragt, will jemand etwas wissen, was er selbst nicht weiß. In der Schule weiß der fragende Lehrer die Antworten aber besser als der Schüler. Dieses Wissen über das schulische Lernen, also zu wissen, dass man etwas lernt, was man vielleicht nicht sofort, aber durchaus mit Verzögerung gebrauchen kann, gehört zur Kategorie Metakognition.

Wildhirt: Gibt es einen dieser drei Bereiche, der in der Schule, speziell im Mathematikunterricht, dominiert?

Stern: PISA und TIMMS haben festgestellt, dass in Deutschland besonders viele Routineaufgaben gemacht werden. Die Schüler lernen also bestimmte Aufgabentypen kennen und wissen auch, was sie dann damit machen sollen. Aber sie lernen nicht, ihr Wissen flexibel anzuwenden. In den 1990er-Jahren war in Bayern den Lehrern im Lehrplan sogar vorgeschrieben, für bestimmte Lösungswege, die zwar richtig waren, aber nicht dem erwarteten Weg entsprachen, Fehler anzustreichen. Dies stellt nun wirklich den Gipfel dar, wie man den Spaß an Mathematik endgültig verderben kann.

Hungerbühler: Wenn wir den Schulalltag heute betrachten, dann stellen wir häufig fest, dass immer noch zu viele prozedurale Fertigkeiten standardmäßig antrainiert werden. Zudem werden oftmals nur diese abgefragt, es gibt kaum verständnisorientierte Fragen in Prüfungen. Wenn man nun den dritten, den explorativen Bereich betrachtet, stellt man fest, dass allein schon wegen der unterschiedlichen Stundendotation des Faches Mathematik nicht alle Lehrkräfte dieselbe Möglichkeit haben, diesen dritten Bereich vergleichbar intensiv zu bearbeiten. Aber wir würden es gern sehen, wenn der explorative Ansatz vermehrt seinen Niederschlag im Unterricht fände. Das ist eine Frage der Intensität. Der Wunsch ist, dass alle drei Ebenen im Unterricht möglichst in jedem Gebiet behandelt werden.

Gerwig: Können Sie ein Beispiel nennen, wie so etwas gelingen kann?

Stern: In unserem MINT-Lernzentrum¹ werden zurzeit lineare Funktionen behandelt. Der explorativen Ebene würde entsprechen, wenn ein Kind das Bild einer linearen Funktion vor sich hätte und einem anderen Kind am Telefon erklären müsste, wie groß die Steigung ist. Es muss also genau überlegen, welche Informationen es heranzieht.

¹ Im MINT-Lernzentrum der ETH Zürich entwickeln Lehr- und Lernforscher gemeinsam mit erfahrenen Gymnasiallehrpersonen Unterrichtseinheiten zu zentralen Themen der Schulfächer Chemie, Mathematik und Physik, um die naturwissenschaftliche Allgemeinbildung zu verbessern. Diese Unterrichtseinheiten zeichnen sich durch den Transfer von der empirischen Lehr- und Lernforschung in die schulische Praxis aus. Ziel des MINT-Lernzentrums ist die nachhaltige Optimierung von schulischen Lernangeboten in den MINT-Bereichen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik). (Anm. d. Hrsg.)

Hungerbühler: Aber es kann auch in Richtung Lehrkunst gehen. In dem Band „Kollegiale Lehrkunstwerkstatt“ [EUGSTER/BERG 2010] bspw. gibt es sehr schöne Beispiele aus fast allen Fächern, die ich auch in diesem dritten Bereich verorten würde.

Wildhirt: Dem stimmen wir völlig zu, wir kämpfen allerdings oft mit dem Argument, dass die Lehrstücke sehr zeitintensiv und daher nur schwer durchführbar seien.

Stern: Dieses Argument kommt natürlich immer. Vor allem, weil viele Lehrer das Gefühl haben, alles machen zu müssen, was sie bisher gemacht haben, und dann kommt noch etwas dazu. Aber das ist ja gerade nicht die Idee. Wenn man neue Ideen in die Schule bringt, heißt das eben nicht, dass noch etwas dazu kommt. Vielmehr muss man alles, was man bisher gemacht hat, ein bisschen umstellen.

Wildhirt: Frau STERN, Sie haben in ihrem damaligen Artikel auch geschrieben, dass der dritte Bereich „Problemlösewissen“ im Alltag allgemein mit „Verstehen“ bezeichnet wird. Wir haben unseren 2012 in Zürich gegründeten Verein „LEHRKUNST.ch – durch Verstehen zur Bildung“ genannt. Es gibt an dieser Stelle also offenbar einen großen Konsens mit WAGENSCHN, der sagt, dass wir nichts mehr brauchen als findige Köpfe, denen angesichts neuer Probleme etwas Brauchbares einfällt. Nun geht es uns in der Lehrkunstdidaktik um noch mehr als um die von Ihnen genannten drei Bereiche. Wir versuchen in den Lehrstücken auch immer eine gewisse Geisteshaltung zum Tragen kommen zu lassen.

Gerwig: Vielleicht kann ich diesen Gedanken mit einem Beispiel verdeutlichen. Es ist unbestritten, dass es eine Aufgabe des Mathematikunterrichts ist, das Ausbilden einer Begründungshaltung zu fördern. Schülerinnen und Schüler sollen lernen, ihre Aussagen zu begründen, Begründungen von anderen einfordern, Argumentationen auf Lückenlosigkeit hin untersuchen usw. Es handelt sich dabei natürlich um eine überfachliche Kompetenz, eine Geisteshaltung, die weit über den Mathematikunterricht hinausgeht und die besonders mithilfe mathematischer Beweise erworben werden kann – in den drei Lehrstücken der Beweis-Trilogie wird dies besonders deutlich. Häufig findet man nun die Aussage, dass Beweise bei den meisten Schülern nicht sehr beliebt sind. Rührt diese Haltung daher, dass die Schülerinnen und Schüler oftmals nicht genau wissen, was ein Beweis ist und warum sie etwas beweisen sollen – womöglich noch etwas, das ohnehin offensichtlich wahr ist?

Stern: Ich glaube, was Sie ansprechen, ist das spezifisch Mathematische, nämlich dass Mathematik eine deduktive Wissenschaft ist und dass man aus einer Sache eine andere ableiten kann. Dem würde ich völlig zustimmen. Ich selbst habe auch erst eine Idee von einem Beweis bekommen, als ich schon an der Uni war – obwohl ich in der Schule nicht schlecht in Mathe war. Aber dort hatte man so seine Routine und wusste über drei Ecken so ungefähr, was der Lehrer hören will. Die Idee des mathematischen Beweises und dass Mathematik hier anders funktioniert oder eine andere Begründungskultur hat als Naturwissenschaften, gehört zum Mathematikunterricht dazu. Von daher würde ich auch denken, dass das Kennen und Verstehen dieser Begründungskultur Wissen ist, das über die Mathematik hinausgeht, aber dennoch ein ganz wichtiges kulturelles Lernziel ist. Allein die Unterscheidung zwischen Deduktion und Induktion, die in der Erkenntnistheorie entscheidend ist, sollte man in einem guten Mathematikunterricht gelernt haben. Bei beiden geht es darum,

dass ich Begründungen und Belege für meine Aussagen finde, aber die Herangehensweise ist unterschiedlich und beides hat seine Berechtigung.

Hungerbühler: Beweise spielen in der Mathematik eine ganz zentrale Rolle. Es ist ja quasi ein Alleinstellungsmerkmal der Mathematik, dass man Dinge beweisen kann und dass sogar schon vor 3.000 Jahren Dinge bewiesen wurden, die heute noch gelten und die auch in Zukunft nicht umgestoßen werden können. Den Schülerinnen und Schülern verständlich zu machen, warum wir in der Mathematik Dinge beweisen, ist ein Ziel des Mathematikunterrichts. Und ich glaube, dass man dieses auch exemplarisch und ohne Weiteres im Gymnasium appetitlich darreichen kann – in dem Lehrstück „Wurzel 2“ oder auch der Beweis-Trilogie wird dies ja bspw. sehr schön gemacht. Etwas problematischer ist die Frage, ob ich von den Schülerinnen und Schülern Beweise einfordern soll oder in welchem Maße es Ziel eines Unterrichts sein kann, dass Schülerinnen und Schüler selber Beweise produzieren können. Das ist eine viel heiklere Frage, weil es sich hierbei um eine sehr viel anspruchsvollere Tätigkeit handelt. Es ist nun einmal eine Tatsache, dass selbst scheinbar einfache Fragen in der Mathematik über Jahrtausende offen geblieben sind, bis jemand einen Beweis dafür gefunden hat, obwohl Generationen von klugen Leuten darüber nachgedacht haben. Aber der Begriff des Beweises und auch die Schönheit von Beweisen, deren Ästhetik und das damit verbundene Aha-Erlebnis, muss man den Schülerinnen und Schülern unbedingt nahebringen. Ich erinnere mich an meine eigene Schulzeit: Es sind für mich die glücklichsten Momente gewesen, in denen uns der Lehrer an Beweise herangeführt hat und bei mir plötzlich der Groschen gefallen ist. Das sind Erlebnisse, die man Schülerinnen und Schülern auf keinen Fall vorenthalten darf.

Gerwig: Ein schönes Beispiel für ein solches Aha-Erlebnis ist eine Szene im Lehrstück „Die Entdeckung der Axiomatik“, welches auf einem Entwurf WAGENSCHN² basiert. Darin entdecken wir nach einiger Zeit des Forschens und Nachdenkens, dass das 400-Seiten-Jahrtausendwerk „Die Elemente“ EUKLIDS auf gerade einmal zehn völlig einleuchtenden Axiomen beruht – ein Bildungserlebnis, welches bei den Schülern jedes Mal ein großes Aha-Erlebnis darstellt.

Wildhirt: Langfristig läuft unser Engagement auf einen Kanon von Lehrstücken hinaus. Ist es Ihrer Meinung nach sinnvoll, sich um so etwas Kanonisches zu kümmern, oder denken Sie, ein solches Ziel ist illusorisch, zu aufwendig oder gar unsinnig?

Hungerbühler: Ich halte ein solches Engagement, welches auf die Formulierung eines fachspezifischen Kanons, einer Themenliste oder eines Kanons von Lehrstücken hinausläuft, keineswegs für unsinnig. Unterricht kann auch Erlebnis sein, und die Lehrstücke zeigen das! Es gibt da sehr gute Ideen. Ich bin überzeugt davon, dass man Schülerinnen und Schülern zeigen soll, wo sich in der Geschichte der Menschheit gewisse Gedanken kristallisiert haben, warum sie sich gerade dort manifestiert haben und wie schließlich die Lösung aussah. Man muss einfach vorsichtig sein und nicht zu sehr rückwärts gerichtet agieren. Die Mathematik hat sich nie geradlinig entwickelt – bis etwa der Begriff der stetigen Funktion auf dem Tisch lag, dauerte es Jahrtausende. Häufig ist die gute Theorie erst gewachsen,

² s. S. 24 f. in diesem Heft.

nachdem die gute Definition, der richtige Begriff da war. Man muss den richtigen Zeitpunkt abpassen und dort einsetzen, wo der Bezug zur heutigen Theorie vorhanden ist. Genauso wichtig ist es, nach vorne zu schauen. Was hat das, was sich damals ereignet hat, für Auswirkungen auf heute und auch auf morgen? Es sollte immer ein Bezug zur heutigen Zeit hergestellt werden oder noch besser auch darüber hinaus, damit auch wirklich eine Perspektive erkennbar wird.

Stern: Ich denke auch, dass es solches Engagement sinnvoll ist. Es fängt mit einem Kanon an, aber damit kann es nicht aufhören. Früher wurde häufig ein entscheidender Fehler gemacht: Natürlich macht man sich zunächst aus der Fachperspektive Gedanken darüber, welche Inhaltsbereiche man in die Schule bringen kann. Das Problem war nun häufig, dass es über lange Jahrzehnte dabei blieb. Heute wissen wir aber, dass der Unterricht mit einer Fragestellung beginnen sollte, damit er auf die Schüler zugeschnitten ist. Der Lehrer sollte also nicht sagen: „Heute machen wir Auftrieb, morgen Dichte“, sondern vielleicht: „Warum schwimmt ein Schiff, während ein kleines Stück Stahl untergeht?“ Das heißt: Die Schüler müssen sehen, dass sie mit dem im Unterricht Behandelten etwas anfangen können. Erst die Kompetenzorientierung geht nun der Frage nach, welche Arten von Problemen die Schüler am Ende lösen können sollen. Und die Idee der Kompetenzorientierung kommt natürlich aus den Inhaltsbereichen. Ein Kanon ist also der Anfang, aber niemals das Ende.

Wildhirt: In der allgemeindidaktischen Literatur ist die Lehrkunstdidaktik gut vertreten. Sehen Sie innerhalb der Lehrkunstdidaktik auch Ansatzpunkte, die nach einer empirischen Untersuchung rufen?

Hungerbühler: Mich fasziniert vor allem, dass auch die Lehrerinnen und Lehrer Freude an Lehrstückunterricht haben – und das ist absolut ein Plus! Denn Unterricht passiert ja eben nicht nur bei den Schülern, sondern auch bei den Lehrkräften. Es ist doch toll, wenn Lehrerinnen und Lehrer guten Mutes sind, miteinander etwas erarbeiten und besprechen und wieder Motivation gewinnen. Wenn man 20 Jahre unterrichtet hat, ist diese vielleicht nicht mehr gleich hoch wie am Anfang. Lehrstückunterricht kann eine Variante sein, um gewisse Aspekte im Unterricht zu verstärken und wieder frischen Wind zu bringen. Dafür ist es eine gute Sache.

Stern: Das könnte ich mir auch tatsächlich genau vorstellen. Diese Lehrerperspektive ist spannend: Lehrstücke sind Material, das von Lehrern spontan genutzt wird, um aus ihren Routinen herauszukommen.

Gerwig/Wildhirt: Wir danken Ihnen für dieses aufschlussreiche und ermutigende Gespräch.

Literatur

- [1] EUGSTER, WILLI; BERG, HANS CHRISTOPH (2010): Kollegiale Lehrkunstwerkstatt. Sternstunden der Menschheit im Unterricht der Kantonsschule Trogen. Band 3 der hep-Reihe „Lehrkunstdidaktik“. hep. Bern.
- [2] WAGENSCHEN, MARTIN (1999): Zum Problem des Genetischen Lehrens. In dgl. Verstehen lehren. Beltz. Basel und Weinheim, S. 75 ff.
- [3] WEINERT, FRANZ E. (Hrsg.) (2002): Leistungsmessungen in Schulen. Beltz. Basel und Weinheim.