

BRIEF AN EINEN JUNGEN MENSCHEN, DER PLANT, MATHEMATIK ZU UNTERRICHTEN

Armin P. Barth (ETH Zürich)

Ich liebe die Mathematik, seit ich damals die erste Klasse des Gymnasiums besuchte, und ich habe das Fach nun fast vierzig Jahre lang mit grosser Freude und Befriedigung unterrichtet. Meine Lehrer – In meinem Fall waren es ausschliesslich Männer – müssen offenbar einiges richtig gemacht haben. Daher halte ich es für interessant zu erforschen, was es denn war, das mich damals zu einem lebenslangen Fan gemacht hat, und es Dir, der Du planst, Mathematik zu unterrichten, mit auf den Weg zu geben.

Anfänge

Am Gymnasium hatte ich das Glück, von einem Lehrer unterrichtet zu werden, der nach jeder Deutung des Wortes ein grosser Mensch war: Walter Senft. Er war sehr gebildet und konnte die Mathematik in einen grösseren Zusammenhang stellen. Er lehrte uns Ideen und nicht einfach Rechenregeln, er zeigte uns Hintergründe, Querbezüge und Anwendungen. Die Mathematik hörte auf, eine Disziplin zu sein, sie wurde zu einer Art, die Welt zu sehen. Das hat mich ein Leben lang geprägt; noch heute sehe ich die Welt durch die Linse mathematischen Denkens. Leider verstarb Walter zu Beginn dieses Jahres – immerhin aber im 98. Lebensjahr und nach einem langen, erfüllten Leben, in dem die Liebe zur Mathematik immer eine Rolle gespielt hat.

Als ich mich später für ein Studium entscheiden wollte, informierte ich mich mit den damals üblichen (analogen) Infomappen, die es zu jeder Studienrichtung gab. In der Mathematik-Mappe stand unter anderem, dass man mit mathematischen Methoden beweisen könne, dass gewisse Dinge nicht beweisbar sind. Dieser Satz schlug bei mir mit der Wucht des Urknalls ein, und noch heute höre ich sein Rauschen. Es war um mich geschehen, ich wollte unbedingt erfahren, wie so etwas Verrücktes möglich ist.

Nun ist es häufig so, dass Dinge faszinierend klingen, weil man sie nicht genau versteht, und dass die Faszination abklingt, wenn man sie ganz und

gar durchdrungen hat. In der Mathematik ist das nicht so. Später kniete ich mich so lange in das Halteproblem (Turing 1936), die busy-beaver-Funktion (Radó 1962), das Korrespondenzproblem (Post 1947), die NP-Vollständigkeit von SAT (Cook, 1971), die Unvollständigkeitssätze (Gödel 1931) und viele andere Probleme, bis ich jedes Detail verstand, und siehe da: Die Faszination wuchs noch, ich erschauerte ob der Genialität von Hirnen, die sich solche Beweise ausdachten.

Im Studium hatte ich das Glück, von Koryphäen unterrichtet zu werden. Stark beeinflusst haben mich der Logiker Ernst Specker (1920 – 2011) und natürlich Volker Strassen (*1936). Strassen war nicht nur überaus unterhaltsam, er lehrte uns zu denken. Mathematik entstand vor unseren Augen in dem Moment, als er sie vor uns betrieb, sie wurde lebendig, greifbar, tiefgründig, aktuell. 1977 erschuf er zusammen mit Solovay den Solovay-Strassen-Primzahltest, und nur wenige Jahre später konnten wir in seiner Vorlesung damit arbeiten. 1969 bewies er, dass der klassische $O(n^3)$ -Algorithmus zur Matrixmultiplikation nicht optimal ist, und in meinem Studium konnten wir mitfiebert, wie Strassen, Pan, Schönhage, Winograd, Coppersmith und andere daran arbeiteten, den Exponenten in Richtung 2 zu senken – eine Jagd, die spannender war als jeder Thriller und jedes heutige Computerspiel.

Klar, ich war überaus empfänglich für all dies, und natürlich darf man nicht voraussetzen, dass alle Schülerinnen und Schüler diese Bereitschaft mitbringen. Dennoch kannst Du, wenn Du bald Mathematik unterrichten wirst, viel daraus lernen. Und ich gehe so weit zu behaupten, dass das, was Du daraus lernen kannst, wichtiger ist als alles, was Du in Vorlesungen über Lehren und Lernen hören wirst (auch wenn Erkenntnisse aus solchen Vorlesungen sehr bedeutsam sind).

Was lernst Du daraus?

Zunächst einmal lernst Du daraus, dass ein Thema nicht deswegen unterrichtet werden

sollte, weil es als nächstes im Lehrplan steht, sondern weil es interessant und bedeutsam ist, vielleicht sogar aktuell, weil es Konzepte thematisiert, die breit anwendbar sind, weil Ideen und Argumente erprobt werden können, die typisch für das Fach sind, weil es Aspekte enthält, die schön und erst noch praktisch sind. Frage Dich stets, welche wirklich überzeugenden Gründe es dafür gibt, dass Du und Deine Klasse nun gleich 45 Minuten lang an einem bestimmten Thema arbeiten sollen, und finde diese Gründe niemals in Lehrplänen, der Schulbesuchspflicht oder anderen Formalitäten.

Zweitens: Nutze ein Thema immer auch, um die Bedeutung der Mathematik in der heutigen Welt deutlich zu machen, zeige Hintergründe, Querbezüge und Anwendungen. Mach die Mathematik lebendig und greifbar, präsentiere nicht nur ihre fertigen Erkenntnisse, sondern zeige, wie diese entstehen. Zeige, wie Probleme angepackt werden, wie typisches mathematisches Argumentieren funktioniert, wie Vermutungen aufgestellt und allenfalls verworfen werden, wie Beweisführungen ablaufen. Ermögliche Deinen Schülerinnen und Schülern originale Begegnungen, lass sie über die Schultern der grossen Mathematikerinnen und Mathematiker schauen. Wie bestimmte Euklid den ggT zweier Zahlen? Warum musste Claudius Ptolemäus, um Astronomie zu betreiben, eine Tabelle von Sehnenlängen errechnen? Mit welcher genialen Idee hat Tartaglia die Auflösungsformel für die kubische Gleichung gefunden? Warum konnte die Erfindung von John Napier in gewissem Sinne die Lebensspanne verdoppeln? Wie hat es Cavalieri geschafft, Volumina zu berechnen? Warum war Leibniz so sehr an Tangentensteigungen interessiert? Wie hat Leonhard Euler die Summe der reziproken Quadratzahlen bestimmt? Wie hat Ada Lovelace Programme für die ersten mechanischen Computer entworfen? Wie haben Cauchy, Riemann und andere das Integral verstanden? Inwiefern hat Emmy Noether die moderne Algebra mitbegründet? Was hat Strassens Primzahltest mit Monte Carlo zu tun? Es ist fast unmöglich, sich der Faszination zu entziehen, die die grossen Ideen der Menschheit verströmen, wenn man ihnen die verdiente Bühne gibt.

Nebenbei bemerkt: Es ist zwingend, dass Du Dich auch Quellen widmest, die älter sind als das Internet. Wenn Du beispielsweise etwas über

Mengenlehre nachlesen möchtest, findest Du im Internet eine überwältigende, erdrückende Menge an Seiten zum Thema, so erdrückend, dass man versucht ist, nur den ersten paar Links zu folgen. Dass es aber eine grossartige Einführung von Paul Halmos aus den 60er-Jahren gibt, geht in diesem Wirrwarr unter. Natürlich findet man das PDF dieses Buches, wenn man danach sucht, aber Du musst wissen, dass es existiert, bevor die Internetsuche beginnt. Darum lege ich Dir das Studium von auch älteren Büchern und Artikeln sehr ans Herz.

Und drittens: Scheue nie davor zurück, Deine eigene Begeisterung für die mathematischen Inhalte zu zeigen. Im Gegenteil: Erzähle den Jugendlichen, was Dich an Mathematik besonders fasziniert, was Deine «Urknall-Momente» waren, was aus Deiner Sicht wichtig an dem aktuellen Thema ist. Suche in der Mathematik eine Quelle der Inspiration und Begeisterung und halte sie ein Leben lang am Laufen. Jugendliche sind meist sehr offen und begeisterungsfähig. Bedenke, dass Deine Art, die Welt zu sehen, für sie neu und teils fremd ist. Aber im besten Fall ist sie auch attraktiv und manchmal gar wegweisend. Du öffnest für sie die Tür in eine faszinierende Welt, die ihnen bislang verschlossen war. Im schlechten Fall hatten sie bisher einen modrigen, abstossenden Geruch hinter dieser Tür vermutet, aber dank Deinem Unterricht revidieren sie diese Vermutung nun vielleicht und betreten die neue Welt mit Neugier oder gar mit Faszination.

Wenn Du Dir all das, was ich bisher gesagt habe, zu Herzen nimmst, wirst Du automatisch vieles richtig machen. Du wirst für ein angenehmes Klassenklima sorgen, in dem sich alle wohl fühlen, weil es Dir als Anwalt oder Anwältin der Mathematik wichtig ist, möglichst viel Gutes zu bewirken. Du wirst abwechslungsreichen Unterricht bieten, weil es Dir wichtig ist, allen möglichen Aspekten der Mathematik eine Bühne zu bereiten. Du wirst zahlreiche besonders lernförderliche Unterrichtssituationen schaffen, weil es Dir wichtig ist, die Jugendlichen für das Fach zu gewinnen und sie möglichst gut vorzubereiten auf aktuelle und künftige Herausforderungen.

Obwohl Du nun automatisch vieles richtig machen wirst, kannst Du Deinen Unterricht noch professionalisieren. Dabei helfen Dir die Erkenntnisse der modernen Lehr/Lernforschung.

Studien und ihre Gefahren

Die Lehr/Lernforschung gewinnt ihre Erkenntnisse meist aufgrund von Studien. Natürlich haftet diesen Erkenntnissen nicht die Unumstösslichkeit mathematischer Beweise an, und oftmals werden Studien auch mangelhaft umgesetzt. Zum Beispiel kommt es vor, dass in einer Korrelationsstudie (die den Zusammenhang zwischen zwei quantifizierbaren Merkmalen untersucht) aus einer hohen Korrelation auf eine Ursache-Wirkung-Beziehung geschlossen oder dass eine dritte Variable übersehen wird, die gemeinsame Ursache beider Parameteränderungen ist. Oder es kommt vor, dass in einer quasi-experimentellen Studie schon bestehende Gruppen verwendet werden und dabei Selektionseffekte übersehen werden. Oder es kommt vor, dass in einer experimentellen Vergleichsstudie die beiden Gruppen bezüglich kognitiver Fähigkeiten oder sozio-ökonomischem Status nicht gleich zusammengesetzt sind. Und so weiter. Wenn die Studie aber wissenschaftlich sauber gemacht, seriös überprüft und prominent publiziert ist, und wenn es eine Vielzahl gut gemachter Studien gibt, die zu ähnlichen Schlussfolgerungen gelangen, dann wäre es unklug, Du würdest Dir diese Schlussfolgerungen nicht zu Herzen nehmen.

Vorwissen und Misskonzepte

Eine der zentralen Erkenntnisse der modernen Lehr/Lernforschung ist, dass schulisches Lernen ein schrittweiser Wissens- und Verstehensaufbau auf einer Basis von Vorwissen ist. Vorwissen ist einer der wichtigsten Prädiktoren für schulischen Erfolg. Schon die bekannte Schachstudie (Chase & Simon, 1973), in der Stellungen auf Schachbrettern studiert und dann auf einem leeren Brett rekonstruiert werden mussten, zeigte, dass Schachprofis bei zufälligen (aber erlaubten) Stellungen gleich schlecht abschnitten wie Laien, dass sie aber bei realen Stellungen (die aus einer Partie erwachsen) deutlich besser abschnitten als Laien, weil sie auf gut gebündeltes Vorwissen aus zahlreichen analysierten Partien zurückgreifen konnten.

Untersuchungen dieser Art legen die Vermutung nahe, dass Expertinnen und Experten ihr Wissen in grösseren zusammenhängenden Einheiten («Chunks») ablegen und besonders effizient darauf zugreifen können – und dass Wissenserwerb domänenspezifisch ist, dass also durch Experten-

wissen in einem Bereich nicht das Denken ganz allgemein verbessert werden kann. Für Dich als Lehrerin oder Lehrer bedeutet dies, dass Du vor jedem Thema, aber auch vor jeder kleineren Einheit analysieren solltest, ob die Lernenden über das nötige Vorwissen verfügen, um die neuen Inhalte daran anzudocken. Vorwissenschecks sind ein probates Mittel dafür, aber auch kurze Repetitionen oder Zusammenstellungen des nötigen Vorwissens. Denn wenn Jugendliche neue Inhalte nicht verstehen, ist es oft einfach so, dass das nötige Vorwissen nicht präsent genug ist. Intelligenz im Sinne des IQ ist wichtig bei Themen, die eine besonders hohe Komplexität und Abstraktion aufweisen, aber an Schulen sind sehr oft Unterschiede im Vorwissen verantwortlich für Unterschiede in der Leistung. Nicht umsonst betont die renommierte Lehr/Lernforscherin Elsbeth Stern immer wieder, dass Intelligenz weniger relevant ist, wenn Wissen erworben worden ist.

Eine weitere Hürde, die Du meistern musst, sind Misskonzepte, die erfolgreiches Lernen erschweren oder verhindern. Nehmen wir Hugo, einen fiktiven Schüler. Wie viele Menschen ist er der Überzeugung, dass durch Aufaddieren von unendlich vielen positiven Zahlen zwingend Unendlich herauskommen muss. Extrapolationen von Alltagserfahrungen suggerieren das ja auch: Wenn ich auf einen Stapel von Jasskarten immer wieder eine oder mehrere Karten drauflege und niemals damit aufhöre, wird der Stapel sicher höher werden als jede beliebige Zahl von Metern. Dies aber unzulässig zu verallgemeinern, wäre fatal. Denn wenn ich mit 1 beginne und dann $\frac{1}{2}$ addiere und dann $\frac{1}{4}$ und dann $\frac{1}{8}$ und dann $\frac{1}{16}$ und so weiter, werde ich nie die Zahl 2 übersteigen, obwohl es unendlich viele positive Summanden sind. Tatsächlich ist diese Erkenntnis fundamental für die Mathematik. Eulers weiter oben erwähnte Summe der reziproken Quadratzahlen würde nicht konvergieren, wenn Hugo recht hätte. Und Hugo hätte grosse Mühe, die Grundlagen der Integralrechnung zu lernen, weil er nicht verstehen würde, wie die Riemannsumme für wachsendes n konvergieren kann. Sein Misskonzept wäre lernhinderlich.

Ein Teil Deiner Arbeit wird also darin bestehen, allfällige Misskonzepte zu antizipieren, zu analysieren und hilfreiche Strategien dagegen zu planen. Wie kannst Du Hugo dabei helfen, sein Misskonzept zu überwinden? Und bitte rede Dir nie

ein, dass ein einmal überwundenes Misskonzept nie mehr auftaucht. Studien (zum Beispiel Shtulman & Valcarcel, 2012, 2021) zeigen, dass durch guten Unterricht Misskonzepte unterdrückt, aber nicht überschrieben werden. Verständnisvolle Unterstützung beim Kampf gegen Fehlvorstellungen wird also zu Deinen täglichen Aufgaben gehören.

Kognitive Aktivierung

Eine universitäre Vorlesung ist oft eine reine Instruktion; eine Person steht vorne und erklärt neue Inhalte. Wenn Du frisch von einer Universität kommst, könntest Du versucht sein, dieses Modell auf die Schule zu übertragen. Das wird fast immer scheitern. An einer Universität geht das (viel eher), weil die Studierenden älter sind, das Fach aus eigenem Antrieb gewählt haben und meist über eine hohe intrinsische Motivation verfügen. An Schulen – und das ist eine weitere zentrale Erkenntnis der Lehr/Lernforschung – solltest Du der Instruktion eine Erkundungsphase vorschalten, in der die Jugendlichen mit attraktiven Fragen konfrontiert werden, die auf die zentralen Punkte des neuen Themas abzielen. Gut gemacht, führt diese Phase zu einer kognitiven Aktivierung, und Du erreichst Dreierlei: Du kannst einen positiven Einfluss auf die Motivation der Lernenden ausüben. Du kannst ihnen die Grenzen ihres Wissens aufzeigen und somit das Bedürfnis nach neuem Wissen wecken. Und Du kannst ihnen Gelegenheit geben, neues Wissen eigenständig zu konstruieren.

Zahlreiche empirische Vergleichsstudien belegen, dass ein gut gemachter kognitiv aktivierender Einstieg lernwirksamer ist, als wenn der Stoff zuerst vermittelt und danach geübt wird. Die Kunst besteht allerdings darin, Einstiegsfragen so gut hinzubekommen, dass sie attraktiv und anregend, herausfordernd und doch lösbar für die Mehrheit einer Klasse und unbedingt passgenau auf den aktuellen Kenntnisstand der Lernenden abgestimmt sind. Ich habe für meine Buchreihe «Mathematik fürs Gymnasium» eine grosse Zahl solcher Einstiege entwickelt. Du wirst sehen, dass sich eine solche Intervention immer lohnt, und Dich erfreuen an den vielseitigen Ideen der Jugendlichen – und auch an ihren Fehlern, denn Fehler und deren Überwindung sind eine enorme Hilfe beim Erlernen neuer Stoffe.

Gute Erklärungen

Hast Du Deine Schülerinnen und Schüler auf das neue Thema vorbereitet, ihnen gezeigt, warum es wünschenswert wäre, neues Wissen zu generieren und ihnen vielleicht sogar die Gelegenheit gegeben, sich Teile davon selbst anzueignen, wirst Du irgendwann Erklärungen zu den neuen Inhalten liefern. Diese solltest Du sehr sorgfältig planen. Sie sollten in der Länge, der Wortwahl und der Komplexität gut auf das Zielpublikum abgestimmt sein. John Hattie spricht von der «teacher's clarity»; Du bemühst Dich also, klar und präzise zu sein und die zentralen Überlegungen auf den Punkt zu bringen.

Nehmen wir an, Du möchtest Hugo und seiner Klasse erklären, was eine Cauchyfolge ist. Die Versuchung ist gross, die Definition mit Epsilon und N hinzuschreiben. Aber diese «Erklärung» wäre nicht auf das Zielpublikum abgestimmt; die Jugendlichen würden auch nicht verstehen, warum dieses Konzept bedeutsam ist. Viel besser wäre es, Du würdest zuerst die Vorstellung erzeugen, dass Folgen manchmal in einen «Schlauch» eintauchen und diesen dann nie mehr verlassen. Das lässt sich auch sehr schön in einem *mental tool* visualisieren. Wenn es bei einer bestimmten Folge möglich ist, einen Schlauch von beliebig kleinem Durchmesser zu zeichnen und man trotzdem immer eine Stelle findet, ab welcher die Folge permanent in diesem Schlauch gefangen ist, dann spricht man von einer Cauchyfolge. Erst wenn diese Vorstellung geweckt und an Beispielfolgen besprochen und visualisiert worden ist, kannst Du die genaue Definition nachreichen und zeigen, dass sie die bisherige, etwas ungenaue Idee präzisiert. Und erläutern, warum dieses Konzept bedeutsam ist – weil man Konvergenz beweisen kann, ohne den Grenzwert schon zu kennen, oder weil man damit aus der Menge der rationalen Zahlen die Menge der reellen Zahlen konstruieren kann, und so weiter.

Ich hatte einst einen Praktikanten, der in der folgenden Lektion die Cauchyfolge einführen sollte. In der Pause davor tippte er unablässig auf seinem Handy herum. Auf meine Bitte, lieber im Kopf noch einmal seine geplanten Erklärungen durchzugehen, lachte er, legte sein Handy aber nicht weg. Und natürlich misslang seine Erklärung dann in der nachfolgenden Lektion. Das Beispiel zeigt: Wirklich gute Erklärungen zu geben, ist nicht einfach. Es braucht gute Planung, hohe

Konzentration, eine ernsthafte und tiefgründige Auseinandersetzung mit dem Stoff.

Anwendungen und Transfer

Jugendliche sind meist interessiert daran zu erfahren, wofür Dinge gebraucht werden, die sie in Mathematik lernen sollen. Das mag Fans der Mathematik wie Dir und mir etwas utilitaristisch vorkommen, ist aber verständlich. Bedenke, dass die Mehrheit der Klasse später nicht Mathematik studieren wird. Zeige also unbedingt spannende Anwendungen Deines Faches. Sei Dir aber bewusst, dass sich, wie man aus der Forschung weiss, Transfer in andere Inhaltsgebiete nicht automatisch einstellt. Transfer muss man gezielt fördern, indem man dieselbe Sprache spricht, wie sie in den anderen Inhaltsgebieten (MINT-Fächer, Medizin, Ökonomie, usw.) verwendet wird.

Konzeptsicherung

Eine weitere zentrale Erkenntnis der Lehr/Lernforschung ist, dass es nicht reicht, wenn die Lehrperson Dinge gut erklärt; sie muss vor allem dafür sorgen, dass die Jugendlichen für sich selbst Erklärungen generieren, zentrale Ideen in eigene Worte fassen, Vermutungen überprüfen, Fehler richtigstellen, Konzepte erläutern. Massnahmen, die dies fördern, könnte man unter dem Stichwort «Konzeptsicherung» zusammenfassen. Zahlreiche Studien belegen, dass solche Massnahmen zu einem tieferen Verständnis und überdies zu einem sichereren mathematischen Handwerk führen.

Du kannst dies auf vielfältige Weise umsetzen. Zum Beispiel kannst Du den Lernenden fehlerhafte Rechnungen, Herleitungen, Argumente vorlegen und sie auffordern, gut zu erklären, worin der Fehler besteht, und eine korrekte Version vorzuschlagen. (Ich hörte einmal einen Lehrer sagen, man dürfe Jugendlichen keinesfalls falsche Umformungen zeigen, weil sie dann eher dazu neigen, genau diese Fehler zu begehen. Das ist Unsinn, das Gegenteil trifft zu. Je besser Jugendliche erklären können, warum Falsches falsch ist, desto eher werden sie diesen Fehler vermeiden, die Forschung zeigt diesen Effekt sehr deutlich.) Oder Du lädst die Lernenden ein, zentrale Punkte des Stoffes sich selbst oder einem fiktiven Laien zu erklären. «Schreibe einen kurzen Text, in dem Du gut erklärst, warum die Wurzel einer Summe im Allgemeinen nicht in die Summe der Wurzeln

der einzelnen Summanden umgeformt werden darf», ist ein Beispiel eines solchen Prompts zur Selbsterklärung. Oder Du präsentierst die Schritte einer Umformung oder Herleitung in durcheinandergewirbelter Reihenfolge und forderst die Jugendlichen auf, eine korrekte, stringente Reihenfolge wiederherzustellen und dabei gut zu erklären, wie ein Schritt aus dem vorangehenden folgt. Und so weiter. Das Augenmerk der Jugendlichen muss unbedingt auf die einem mathematischen Tun zugrundeliegenden Strukturen, Zusammenhänge, Gesetzmässigkeiten gelenkt werden.

Deiner Kreativität beim Design solcher Selbsterklärungen sind keine Grenzen gesetzt. Entscheidend ist nur, dass Du dieser Phase Raum gibst, bevor Du zu den technischen Übungen und Aufgaben übergehst. Denn das oftmals mantraartig vorgetragene Argument «Übung macht den Meister» stimmt so nicht genau. Wer die grundlegenden Konzepte nicht verstanden hat, wird auch durch eine riesige Zahl von technischen Aufgaben nicht besser, sondern orientiert sich vor allem an Oberflächenmerkmalen. Wer dagegen die Konzepte gut verstanden hat, braucht weniger technische Aufgaben, um sicheres, automatisiertes Operieren zu erreichen und lässt sich auch von Aufgaben in neuem Gewand nicht abschrecken.

Und sonst noch?

Es ist klar, dass ich Dir in einem kurzen Brief nicht alles erzählen kann, was im Lehrberuf relevant ist. Es ist auch nicht alles quantifizierbar. Wichtig ist zum Beispiel, dass Du transparent bist, den Lernenden klar sagst, was Deine Absichten sind, wie Du vorgehst, was Du von Ihnen erwartest, wie Du sie beurteilst. Aber es gibt keine Transparenz-Skala, auf der Du mindestens soundso viele Punkte erreichen musst. Wichtig ist auch, dass Du Dich stets bemühst, fair zu sein und gefährliche Untiefen, die zu Ungleichbehandlung führen könnten (Sympathie und Antipathie, Halo-Effekte, Reihenfolgen- und Erwartungseffekte, und so weiter) umschiffst.

Wichtig ist auch, dass Du Deinen Lektionen eine klare Struktur und nachvollziehbare Ziele gibst. Lernende schätzen es, wenn sie wissen, was auf sie zukommt und wohin die Reise geht. Natürlich ist es nie verkehrt, Humor einfließen zu lassen.

Studien konnten sogar zeigen, dass bessere Prüfungsergebnisse erreicht werden, wenn die Lehrperson im Unterricht regelmässig und gezielt Humor einsetzt – allerdings sorgfältig dosiert und relevant für den Inhalt.

Fundamental ist, dass der Fortschritt Deiner Schülerinnen und Schüler und das Gedeihen ihres Könnens für Dich eine Herzensangelegenheit ist. Sie müssen jeden Tag spüren, dass sie Dir wichtig sind und dass Du alles daransetzt, ihnen die bestmögliche Unterstützung zu geben.

Eine Schülerin schrieb einmal: «I don't care how much you know until I know how much you care», und das ist ein fantastischer Satz. Natürlich musst Du viel wissen, aber aus dem Blickwinkel der Lernenden ist vor allem wichtig, dass Du ihnen den bestmöglichen Unterricht bietest, zu dem Du fähig bist. Mathematik ist das wohl grösste Abenteuer des abstrakten menschlichen Denkens; es verdient, in seiner ganzen Tiefe und Tragweite präsentiert zu werden.

ETH Zürich, Departement für Mathematik, Rämistrasse 101,
CH-8006 Zürich

E-Mail: armin.barth@math.ethz.ch



Armin P. Barth ist Dozent am Departement für Mathematik der ETH Zürich. Er hat am MINT-Lernzentrum der ETH geforscht und fast vierzig Jahre an Schweizer Gymnasien Mathematik unterrichtet.

Barth ist Autor diverser Bücher und Artikel zu den Themen Mathematik und Didaktik. Seine Kolumne «Café Mathe» lief während zehn Jahren in mehreren Schweizer Zeitungen. 2020 wurde Barth mit dem MINT-Preis der Rektorin der ETH ausgezeichnet.

Photo credentials: Privat.