

Katherine Johnson am 1. 12. 2016 bei der Premiere von *Hidden Figures* im Virginia Air and Space Center, Hampton, VA

Foto: Aubrey Cernigoi/NASA (NHQ2016-2010033, Public Domain)

war als kriegswichtig erklärt worden. Die USA rüsteten militärisch auf, Fabriken und Farmen stellten wieder Arbeitskräfte ein. Die Arbeitslosigkeit sank in atemberaubendem Tempo: 1940 zählten die Behörden 7,7 Millionen Arbeitslose, zweieinhalb Jahre später, im Herbst 1942, war die Zahl auf 1,5 Millionen geschrumpft.

Dieser Sog hatte der Bürgerrechtsbewegung in den USA, die unter dem Motto „Jobs for all“ für ökonomische Teilhabe kämpfte, Rückenwind verschafft. Nachdem Asa Philip Randolph, der Gründer und Anführer der ersten schwarzen Gewerkschaft mit einem Marsch nach Washington gedroht hatte, hob Präsident Roosevelt am 25. Juni 1941 mit Erlass 8802 die Rassentrennung in der Rüstungsindustrie auf. Darunter fiel auch das Forschungszentrum der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde in Langley. Und weil dort dringend Verstärkung bei den „computers“ gebraucht wurde, ließ man in der Personalabteilung die Gelegenheit nicht verstreichen und warb 1943, zwei Jahre nach dem Erlass, in Zeitungsanzeigen erstmals gezielt um Afroamerikanerinnen. Etliche fanden in dieser Zeit auch erstmals Arbeit in Industriebetrieben, das waren Stellen, die nicht nur sicherer, sondern wesentlich besser entlohnt waren als die von Haushälterinnen, Köchinnen oder Wäscherinnen.

Unter Roosevelts Präsidentschaft war Afroamerikanern auch der Zugang zum öffentlichen Dienst erleichtert worden, unter anderem weil fortan Bewerbungen kein Foto mehr beigelegt werden musste. Der Mangel an Arbeitskräften und der Kampf der Bürgerrechtsbewegung Anfang der vierziger Jahre hatte die Barrieren für Afroamerikaner ein Stück abgetragen. Davon profitierten alle: Staat, Wirtschaft und Bevölkerung. Die Emanzipation der Schwarzen bekam einen Schub und das junge Mathetalent aus White Sulphur Springs in West Virginia mit der Einstellung als „computer“ in Langley die Chance ihres Lebens.

Katherine Johnson selbst nennt es rückblickend Glück.

Glück ist eine Kombination aus Vorbereitung und Gelegenheit. Wenn Du vorbereitet bist und sich eine günstige Gelegenheit bietet, dann ist es dein Glück, dass Du zur richtigen Zeit am richtigen Ort und vorbereitet auf den Job warst,

mit diesen Worten wird sie auf der Website des National Visionary Leadership Project zitiert. Katherine Johnson arbeitete 33 Jahre, bis zu ihrer Pensionierung 1986, für die NASA. Während sie Karriere machte, zog sie drei Töchter groß, nach dem Tod ihres ersten Mannes zunächst alleine – mit Unterstützung ihrer Mutter. Im Film wird ihr Privatleben eher am Rande miterzählt. Eines wird in diesen Szenen aber deutlich. Ohne Familie, ohne Kirchengemeinde, Freunde und Kollegen, ohne den Rückhalt und die Solidarität der Gemeinschaft wäre das Leben von Johnson anders verlaufen. Dass der Film das herausstellt, anstatt, wie bei anderen Filmen über brillante Mathematiker, die Geschichte eines einsamen Genies zu erzählen, ist auch eine Leistung des Regisseurs Theodore Melfi.

Die Vorlage für den Film lieferte das Buch *Hidden Figures* von Margot Lee Shatterly, einer Afroamerikanerin und Tochter eines Ingenieurs, der ebenfalls bei der NASA arbeitete. 2016 in den USA erschienen, avancierte das Sachbuch, das ausführlicher als Film über die historischen Umstände berichtet, schnell zum Bestseller. Im Jahr zuvor hatte Präsident Barack Obama die NASA-Mathematikerin mit der Presidential Medal of Freedom, der höchsten Auszeichnung für Zivilisten, gewürdigt. Dass fast sechs Jahrzehnte verstreichen mussten, ehe ihre Leistungen gewürdigt wurden, zeigt, dass der historische Moment, der sie möglich machte, eine Dynamik in Gang setzte, auf die die Gesellschaft noch gar nicht vorbereitet war. Frauen wie Katherine Johnson schon.

Kristina Vaillant ist freie Journalistin in Berlin und arbeitet regelmäßig für das Medienbüro der Deutschen Mathematiker-Vereinigung.
www.vaillant-texte.de

21 mesures pour l'enseignement des mathématiques

Der Villani-Torossian-Bericht zum Mathematik-Unterricht in Frankreich

Ilka Agricola

Der französische Bildungsminister Jean-Michel Blanquer hatte Ende 2017 die Mathematiker Cédric Villani und Charles Torossian beauftragt, die Probleme des Mathematikunterrichts an französischen Schulen zu analysieren und Vorschläge zur Verbesserung auszuarbeiten. Sie haben ihren Bericht und ihre Empfehlungen am 12. Februar 2018 dem Minister überreicht – nicht nur in Frankreich gibt es seitdem eine intensive Diskussion. Da der Bericht 100 Seiten stark ist und eine erhebliche Vertrautheit mit dem französischen Schulsystem voraussetzt, präsentieren wir hier einige Hintergrundfakten sowie eine kommentierte Zusammenfassung, ergänzt durch ein Interview mit Charles Torossian. Wir hoffen, damit eine breite Grundlage zur Verfügung zu stellen, um konstruktiv über Ähnlichkeiten und Unterschiede zur Lage in Deutschland diskutieren zu können.

1 Der Bericht und seine Autoren

Anlass für den Bericht war die – wenig überraschende – Feststellung, dass die Ergebnisse französischer Schüler im Fach Mathematik unzufriedenstellend sind und sich im Verlauf der letzten Jahre eher noch weiter verschlechtert haben (TIMMS-Studie 2015, landesweite Erhebung „Cedre“ 2014 u. a.). Der Erstautor, Cédric Villani, gehört sicherlich zu den schillerndsten mathematischen Charakteren unserer Zeit und ist der mathematischen Community wohlbekannt: Mathematikprofessor an der Universität Lyon (Arbeitsgebiet partielle Differentialgleichungen und statistische Mechanik), Fields-Medaillen-Gewinner 2010, Direktor des *Institut Henri Poincaré* von 2009 bis 2017, seitdem Abgeordneter des *Département Essonne* (Großraum Paris). Auch der zweite Autor, Charles Torossian, ist ein „echter“ Mathematiker: Forscher am CNRS von 1991 bis 2009 (Arbeitsgebiet Gruppentheorie und Darstellungstheorie), seitdem Generalinspekteur des „Ministeriums für Nationale Bildung“. Über 20 weitere Mitarbeiter und Experten haben sich der Tour de Force gestellt, binnen vier Monaten den Bericht abzuschließen. Dazu wurden unter anderem 16 Expertenanhörungen (inkl. 250-seitigem Fragebogen) sowie 15 „runde Tische“ organisiert.

2 Kernelement des Berichts

Der Bericht enthält 21 Hauptforderungen (Maßnahmen) und 32 Empfehlungen, gegliedert in fünf Bereiche, die einem Rundumschlag des Mathematikunterrichts gleichkommen: Sie betreffen von der Lehramtsausbildung bis

zur Unterrichtsorganisation, von der Grundschule bis zum Abitur, vom AG-Angebot bis zu Schulbüchern so ziemlich alle Aspekte des Mathematiklernens, die man sich vorstellen kann. So verwundert es nicht, dass eine der Hauptthesen des Berichts die ist, dass die vorgestellten Maßnahmen nur dann erfolgreich sein werden, wenn sie alle Stadien und Ebenen des „Bildungszyklus“ erfassen und in einer gewaltigen kollektiven Anstrengung umgesetzt werden. Die nachhaltige Verbesserung des Mathematikunterrichts soll deswegen zu einer nationalen Priorität erhoben werden.

3 Das Bild von Mathematik

Über viele Jahrzehnte hatte die Mathematik an französischen Gymnasien die – ziemlich undankbare – Rolle eines Selektionsfachs: Wer später erfolgreich sein wollte, musste gute Mathematiknoten haben (etwa, um an einer *Grande école* aufgenommen zu werden – selbst wenn man Philosophie oder Politik studieren wollte). Dies führte einerseits zu einem hohen Niveau und einer starken Motivation der Schüler (wenngleich aus nicht im Fach begründeten Motiven), gleichzeitig machte es Mathematik über alle Maßen zu einem wenig geliebten Angstfach. Auch wenn sich diese Zustände seit Mitte der 90er Jahre abgeschwächt haben, sind diese Gedanken doch immer noch präsent. Entsprechend kann man die ketzerische Frage stellen: Welchem Zweck dient die Verbesserung der schulischen Mathematikausbildung? Villani und Torossian distanzieren sich in ihrem Bericht ganz klar von jeglicher utilitaristischer Sicht der Mathematik; ja, es werden mehr Mathematiker, Informatiker und Naturwissenschaftler benötigt, aber es

geht ihnen vor allem um Mathematik als ein Fach „für aufgeklärte Bürger“, um die Reduktion des „Leidens der Schüler“, und um die Querbezüge zu anderen Fächern. Entsprechend gilt es, wieder mehr Interesse und Spaß an dem Fach an sich zu wecken und durch einen gestuften und vielfältigen Unterricht allen Schülern ein Angebot zu machen. Schließlich soll der Mathematikunterricht diejenigen, die ein naturwissenschaftliches Studium anstreben, hierauf angemessen vorbereiten.

4 „Die Singapur-Methode“

Was in Deutschland die Nachwirkungen des PISA-Schocks sind, ist in Frankreich die landesweite Debatte um „die Singapur-Methode“, die es so gar nicht gibt. Gemeint ist ein idealtypischer Mathematikunterricht, wie er u. a. in Singapur extrem konsequent (und unter optimalen, nur bedingt übertragbaren Bedingungen – etwa: homogene Schülerschaft, anderer kultureller und gesellschaftlicher Stellenwert der Bildung ...) seit einigen Jahrzehnten sehr erfolgreich umgesetzt wird. Allerdings verstehen nicht alle französischen Fachdidaktiker unter diesem Label das Gleiche, zum Teil handelt es sich um banale Allgemeinplätze und in der Debatte wird es oft als Schlagwort benutzt für ein Schulsystem, das vor allem eines ist: anders. Neben der Verbesserung der Rahmenbedingungen (Lehrerfortbildung, Schulausstattung usw.) wollen die Autoren für den Mathematikunterricht v. a. die konsequente Umsetzung des EIS-Prinzips von Singapur übernehmen. Dieses unterscheidet drei Lernebenen, die konsequent aufeinander aufbauen sollen:

- Enaktive Handlungsebene (etwa: Neun Murmeln unter drei Schülern aufteilen)
 - Ikonische Handlungsebene (etwa: Murmeln auf dem Papier durch Punkte darstellen)
 - Symbolische/abstrakte Handlungsebene (etwa: Einführen von Konzepten, Variablen ...; dabei starke Betonung des Formulierens, Argumentierens)
- Weiterhin liegt der Schwerpunkt nicht auf dem Zählen/Nummerieren, sondern auf dem Entdecken der Zahlen aufgrund ihrer Zerlegungen ($6 = 5 + 1 = 4 + 2 = 2 \times 3$) sowie den praktischen Anwendungen. Bemerkenswert ist, dass hierbei im Bericht die Unterscheidung zwischen „Zählen“ und „Rechnen“ stark betont wird. Die Autoren Villani und Torossian versuchen in ihrem Bericht zudem herauszustellen, dass es sich hierbei um eine Synthese der Ideen vieler Mathematiker, Mathematikdidaktiker und Psychologen handelt, und nennen etwa Jérôme Bruner, George Polya, Jean Piaget, Zoltan Dienes, Lev Vygotsky, Benjamin Bloom, Maria Montessori ganz explizit.

Ein Beispiel, das die Autoren oft in Interviews zur Veranschaulichung wählen, sind drei Pyramiden in einem Würfel: Schüler erforschen zunächst die Pyramiden und Würfel selbst (Aussehen; gleiche Höhe und Basis, aber andere Form), dann erkunden sie mit Sand oder Wasser das Volumen der Pyramiden und vergleichen es mit dem des Würfels, am Ende steht die Erkenntnis, dass der Volumeninhalt einer Pyramide

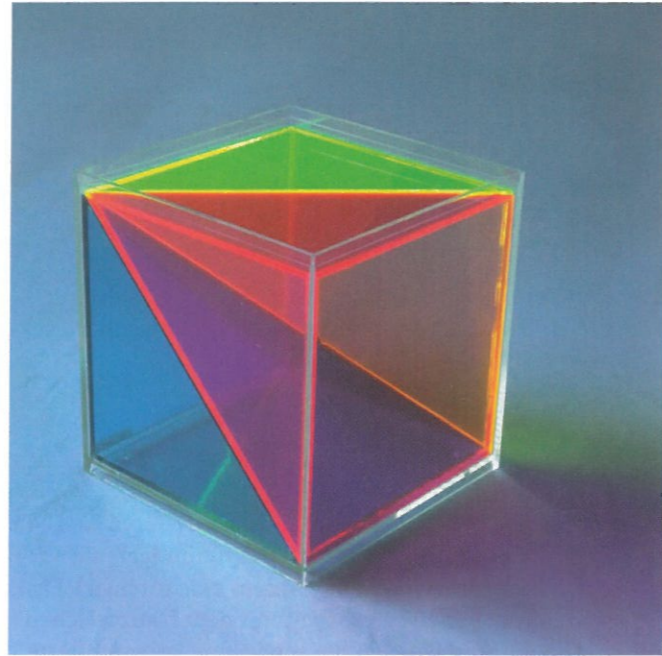


Foto: Ramona Trushchyn, Mathematische Modellsammlung Marburg

immer gleich einem Drittel des Volumeninhalts des „Vergleichswürfels“ ist. Im optimalen Fall wird das Thema in der Oberstufe im Rahmen der Integralrechnung (Verallgemeinerung für Pyramide und Zylinder über einer beliebigen Basis) wieder aufgegriffen und der Faktor Drei dann allgemein hergeleitet.

5 Worüber der Bericht nichts sagt

Obleich der Villani-Torossian-Bericht sehr umfangreich ist, gibt es zwei wesentliche Punkte, zu denen er sich bewusst nicht äußert – diese sind Lehrpläne und Finanzen. Die letzte Reform der Lehrpläne erfolgte 2015, sie ist also noch gar nicht (vollständig) implementiert und evaluiert. Die Autoren vertreten die Auffassung, dass dieser Punkt in der Vergangenheit überbetont wurde, die Erfahrung aber zeige, dass sich die Probleme nicht alleine durch Lehrplananpassungen lösen lassen. Bei den Finanzen ist es sicher klug gewesen, hier keine Angriffsfläche zu bieten; letztlich wird die These vertreten, dass es nicht einfach um „mehr Geld“ gehe, sondern um einen nachhaltigen Kulturwandel.

6 Hintergrundinformationen I Das französische Schulsystem

Das französische Schulsystem unterscheidet sich stark vom deutschen. Die Schulzeit ist grob gegliedert in

- 5 Jahre Grundschule (*École Primaire, enseignement du premier degré*)
- 4 Jahre *Collège*; es schließt mit dem *Brevet*, dem mittleren Schulabschluss ab. Hier endet normalerweise die Schulpflicht.

- 3 Jahre *Lycée*, es schließt mit dem *Baccalauréat* (kurz *bac*) ab, der allgemeinen Hochschulzugangsberechtigung. Die erste Klasse des *Lycée* dient der Orientierung, danach kann man sich in einer von drei „Sektionen“ spezialisieren (*section littéraire, scientifique, économique*). Wir gehen hier nicht weiter auf den Spezialfall der Berufsschulen ein (*lycées professionnels*).
- *Collège* und *Lycée* zusammen bilden die Sekundarstufe (*enseignement du second degré* oder einfach nur *le secondaire*) – wir werden sie so nennen, auch wenn sie nicht exakt der deutschen Sekundarstufe entspricht. Jede Hochschulbildung wird normalerweise in der Form „bac+x“ angegeben, um die Dauer der Ausbildung nach dem Abitur (x Jahre) anzugeben. Wir werden dieser Schreibweise folgen, weil sie sehr effizient und verbreitet ist.

7 Hintergrundinformationen II Die Lehramtsausbildung in Frankreich

Es mag verwundern, aber die Lehramtsausbildung in Frankreich ist – trotz eines stark zentralistischen Staatswesens – sehr vielfältig und unübersichtlich, gezeichnet von vielen Reformen und mit vielen alternativen Wegen ins Lehramt, die wenig oder gar keine didaktische/pädagogische Ausbildung voraussetzen. Die Gründe sind historischer Natur und gehen letztlich auf das Verständnis vom Staat, seiner Schulen und seiner Beamten zurück, wie es sich seit Napoléon Bonaparte entwickelt hat und in zahlreichen Reformen umgesetzt wurde. Diese Ideen waren vor 200 Jahren sehr modern, haben aber den Konstruktionsfehler, dass sie Parallelstrukturen zu den Universitäten etablierten, die bis heute existieren. Nach dieser Auffassung sollte der Staat an den eigens dafür gegründeten *Écoles Normales Supérieures* (ENS) den Lehrkörper für die staatlichen, ebenfalls neu gegründeten *Lycées* ausbilden (zuvor wurde höhere Bildung v. a. an kirchlichen Schulen und Priesterseminaren vermittelt). Die Ausbildung der Grundschullehrer erfolgte an Spezialklassen, die den *Lycées* angegliedert waren, später an den *Écoles Normales Primaires* (ENP), ähnlich den Pädagogischen Hochschulen. Damals wie heute steht am Ende immer ein Wettbewerb, der über die Übernahme in den Schuldienst entscheidet (die Erfolgsquote hängt stark von der Schulform und dem Fach ab, liegt aber heutzutage typischerweise deutlich unter 50%).

An dieser Grundstruktur hat sich bis zum Ende des 20. Jahrhunderts nicht viel geändert. Bis 1990 bestand die Ausbildung eines Grundschullehrers an einer ENP aus *bac+2 + x*. Diese Schulen waren sehr elitär, mit diversen Weiterbildungsmöglichkeiten (das ist das *x*) und haben nie den Bedarf an Lehrern decken können, man rekrutierte Quereinsteiger direkt vor Ort (oft aus der eigenen Schülerschaft) und über diverse andere Wege, etwa eine *Licence* (*bac+3*), wobei dieser Abschluss nur sehr selten in einem MINT-Fach war. Analog wurden die Sekundarlehrer in geringer Zahl an den ENS ausgebildet oder, in der Mehrheit, per Wettbewerb nach einer *Licence* in ei-

nem Unterrichtsfach rekrutiert. In beiden Fällen waren für Quereinsteiger diverse Praktika und Weiterbildungsmaßnahmen vorgesehen. Gewisse Ämter standen den Quereinsteigern nicht offen, z. B. konnten sie nicht Schuldirektoren oder Schulinspektoren werden.

Von 1990 bis 2013 wurde die Lehramtsausbildung in den neu gegründeten IUFM (*Instituts Universitaires de Formation des Maîtres*) sichergestellt, die an die Universitäten angegliedert, aber nicht integriert waren. Ziel war es, dass die Ausbildung der Lehrer der Primar- und Sekundarstufe sich annähert (mehr akademische Ausbildung für die Primarstufe, mehr Fachdidaktik und Pädagogik für die Sekundarstufe). Damit einher gingen Verbesserungen in der Besoldung der Grundschullehrer und mehr Durchlässigkeit zwischen der Lehrtätigkeit in der Grundschule und dem *Collège*. Allerdings bestand auch weiterhin die Möglichkeit, sich anders auf die Rekrutierungswettbewerbe vorzubereiten. Politisch waren die IUFM immer wieder umstritten, wurden verändert, reformiert – und 2013 letztlich in der alten Form abgeschafft. Seitdem gibt es die *Écoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation* (ESPE), die reguläre Fakultäten an den Universitäten sind.

Der Standardweg in die Schule sieht nun so aus: Man schließt an der Universität eine dreijährige *Licence* (Bachelor) in einem relevanten Unterrichtsfach ab, danach einen zweijährigen „Lehramts-Master“ (*Master MEEF – Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation*), den es in vier verschiedenen Spezialisierungen gibt. Insgesamt also eine Ausbildung der Form *bac+3 + 2* für alle Lehrer, wobei empfohlen wird, sich bereits während der *Licence* mit Praktika und Schulhospitationen vorzubereiten. Insbesondere ist es nicht zwingend, dass Gymnasiallehrer zwei Fächer unterrichten können, auch wenn es oft vorkommt. Die Einschreibung im Lehramts-Master ist heute Pflicht für die Teilnahme am Rekrutierungswettbewerb und findet am Ende des ersten Masterjahres statt.

Die Fachdidaktik wird allerdings in der Regel nicht an den (noch nicht lange existierenden) ESPE unterrichtet, sondern an einem *Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques* (IREM). Diese Forschergruppen sind meist Teil der mathematischen Fachbereiche der Universitäten. Sie organisieren Tagungen, Vorträge, Weiterbildungsangebote usw. und sind der eigentliche Ort fachdidaktischer Forschung.

8 Hintergrundinformationen III – GRIP und SLECC

Die französische Sprache liebt Abkürzungen und Akronyme, im Bildungssektor tummeln sich besonders viele davon. Zwei, die sich nicht sofort erschließen, sind GRIP und SLECC.

GRIP (*Groupe de Réflexion Interdisciplinaire sur les Programmes*, in etwa: Interdisziplinärer Thinktank für Lehrpläne) ist ein privater, aber recht breit aufgestellter Verein, der eigene Vorschläge für Lehrpläne, Methoden, Lehrbücher und Unterrichtsmaterialien erarbeitet. Sein Präsident ist der bekannte Professor für Komplexe Geometrie Jean-Pierre Demailly. Aus ihm hervorgegangen ist das

Schulnetzwerk SLECC (*savoir lire, écrire, compter, calculer*: Lesen, schreiben, zählen, rechnen können), das im Rahmen einer Öffnungsklausel die erarbeiteten Programme und Methoden für begrenzte Zeit umgesetzt hat; mittlerweile handelt es sich eher um ein Netzwerk einzelner Lehrkräfte oder Schulen, die im Rahmen der bestehenden Lehrpläne einzelne Aspekte von SLECC in den Unterricht integrieren. Aufgrund der intensiven Kontakte zu den mathematischen Forschern sind GRIP und SLECC recht einflussreich.

Danksagung.
Ich danke meinen Kollegen Thomas Bauer (Marburg) und Christian Kassel (Straßburg) für ihre kritische Durchsicht dieser Texte und viele wertvolle Bemerkungen.

Weiterführende Links

In französischer Sprache
Originalbericht: tinyurl.com/y8w3axe8
Homepage der Initiative SLECC (*savoir lire, écrire, compter, calculer*), die als eine mögliche Methode für Experimentiergrundschulen im Bericht erwähnt werden. Sie gilt als eher konservativ (nah an den Methoden, wie sie 1945–1970 verwendet wurden): www.instruire.fr, slecc.fr.
Blog von Luc Cédelle, Journalist bei der Zeitung *Le Monde*, der die Debatten um den mathematischen Anfangsunterricht gut wiedergibt: tinyurl.com/y9mhhao8
Webseite des Verbunds der IREM: www.univ-irem.fr

In englischer Sprache
Allgemeine Informationen zum französischen Schulsystem: tinyurl.com/y940ovmp
„Schools that build confidence“ – Pressemitteilung vom September 2017 tinyurl.com/ydfjbdqa
Wikipedia-Seite zum Mathematik-Unterricht in Singapur: en.wikipedia.org/wiki/Singapore_math

In deutscher Sprache
„Singapur – und jetzt werden alle kreativ“. Artikel aus der ZEIT 07/2017 tinyurl.com/y8t8xtcl

21 Maßnahmen für den Mathematik-Unterricht in Frankreich Die Hauptforderungen des *Rapport Villani–Torossian*

Alle Maßnahmen und Empfehlungen werden im Originalbericht in einem oder mehreren separaten Absätzen erläutert und dann in sehr wenigen Worten zusammengefasst. Die Nummerierung und Kurzüberschriften der Maßnahmen sowie die Überschriften der fünf „Blöcke“ entsprechen denen im Originalbericht. Die hier gegebene Beschreibung ist eine Synthese dieser Erläuterungen und Zusammenfassungen, weshalb die von den Autoren gewählten Kurzüberschriften nicht immer 100% passend erscheinen. Die wichtigsten Empfehlungen wurden an der jeweils passenden Stelle bei den Maßnahmen mit aufgenommen. Entsprechend hat eine Auswahl stattgefunden, welche Empfehlungen und Aspekte in dieser Zusammenfassung vorkommen – und welche nicht. Wichtige französische Begriffe sind kursiv gesetzt.

1 Lehramtsausbildung

Eine *Licence* (bac+3) für das Grundschullehramt einführen, die alle dort unterrichteten Fächer und Fähigkeiten (lesen, schreiben, rechnen, zählen) abdeckt, dabei Spezialisierung auf ein Fach zulassen; als Fernziel sollten die Lehrer einer Grundschule auf diese Weise für jedes Fach mindestens einen darin besonders ausgewiesenen Kollegen haben. Alternativ eine „Mehr-Fach-Licence“ (*parcours pluridisciplinaire*) anbieten.

In den klassischen Fächern der *Licence* Nebenfächer einführen; Mathematik als Nebenfach in allen geisteswissenschaftlichen Fächern zulassen.

Den Anteil der Fachdidaktik im „Lehramts-Master“ (*Master MEEF*) deutlich erhöhen.

2 Mathematik in den „Rep+“-Schulen¹

Mathematik ab September 2018 als nationale Priorität in den „Rep+“-Schulen und ab 2020 in allen „Rep“-Schulen implementieren.

3 Experimentierklauseln

In der Sekundarstufe an ausgewählten Schulen (Ziel: ca. 200 Schulen) verschiedene fachdidaktische Methoden ausprobieren und wissenschaftlich solide evaluieren; Kandidaten hierfür sind Anpassungen der „Singapur-Methode“ und der SLECC-Vorschläge.

4 Ausstattung mit Lernmaterialien

Schulen mit mathematischen Modellen und Materialien nebst Anleitungen und Anwendungsbeispielen ausstat-



Cédric Villani, Charles Torossian und der Minister der Nationalen Bildung Jean-Michel Blanquer bei der Vorstellung des Berichts am 12. Februar 2018

ten, um das Begreifen reeller und virtueller Objekte zu fördern (etwa: geometrische Formen und Körper, Stecksysteme, Geobretter, Waagen, Messapparate, Spiele usw.).

MATHEMATIK: EFFIZIENZ, SPASS UND EHRGEIZ FÜR ALLE SCHÜLER

5 Die Lernstufen

Ab der Grundschule und bis zum *Baccalauréat* Mathematik erlernen, gegründet auf die drei Lernstufen

- spielerisches Begreifen und Experimentieren (*manipulation*),
- eigenständiges Formulieren (*verbalisation*),
- Abstrahieren (*abstraction*).

6 Der Unterricht

Den Mathematikunterricht² neu ausrichten („wieder ins Gleichgewicht bringen“ – *rééquilibrer*) unter besonderer Beachtung der drei Säulen:

- strukturierter Unterricht und angemessene Verschriftlichung, die den Schülern als Nachschlagewerk beim Lernen dienen kann und alle wesentlichen Konzepte und Ergebnisse logisch angeordnet enthält; dabei auf Verständlichkeit achten. Die Verschriftlichung neuer Inhalte sollte in der gleichen Unterrichtsstunde stattfinden.
- Beweise wieder sinnvoll in den Unterricht integrieren: Als Mittel zu mathematischem Verständnis, als Training

für logisches und selbständiges Denken. Weiterhin soll auf einer Metaebene vermittelt werden, dass Beweise ein Weg zur objektiven Wahrheitsfindung sind und sie den Kern mathematischen Denkens und Schaffens bilden.

- explizites Üben und rituelles Anwenden gewisser Grundfertigkeiten.

Das „entdeckende Lernen“ sinnvoller einsetzen, um den Unterricht wieder effizienter zu gestalten sowie wieder aktiver auf das Wissen der Lehrkraft im Unterricht zurückgreifen.

Die affektive Dimension des Lernens explizit bei der Unterrichtsplanung berücksichtigen.

Eine positive Fehlerkultur entwickeln (Fehler zulassen und als wichtigen Teil des Lernprozesses ansehen).

Mehr Zeit in der Grundschule für Ausprobieren, Üben, das absolut sichere Erlernen des Zahlenraums zwischen 70 und 99.³

7 Schulisches Umfeld (*le périscolaire*)

Aktivitäten im schulischen Umfeld ausbauen, entsprechende Entlohnung und Anpassung der Stundenpläne. Spaß an und Beschäftigung mit Mathematik fördern – durch AGs, Clubs, Wettbewerbe, Rallyes usw. Diese sollen nicht der Begabtenförderung dienen, sondern allen offen stehen.

8 Beitrag zu anderen Fächern

Bereits ab der Grundschule den Austausch mit anderen Schulfächern (v. a. im MINT-Bereich) ausbauen und das Herstellen von Querbezügen fördern; die Beziehungen zwischen Sprache und Mathematik (etwa: „einer, der, alle“ als Vorstufen der Quantoren) von Anfang an herausstellen.

9 „Wiederversöhnung“ der Schüler mit der Mathematik

Den Schülern Selbstvertrauen in Bezug auf Mathematik und ihren individuellen Lernfortschritt zurückgeben; die Mathematik aus der Ecke „Angstfach“ herausholen.

In der Sekundarstufe falls nötig einen gestuften Mathematikunterricht anbieten, etwa auf drei Leistungsniveaus: Förderniveau (hier „Wiederversöhnung“ genannt, im Sinne einer Wiederversöhnung mit dem Fach – *réconciliation*), mittleres Niveau (*certification*), Vertiefungsniveau (*approfondissement*).

10 Mathematische Projektarbeiten

In den Projektarbeiten der Sekundarstufe der Mathematik und Informatik einen wichtigen Platz einräumen; dabei v. a. mehr interdisziplinäre Projekte vergeben.

Den Informatikunterricht in der Schule ausbauen und mit dem Mathematikunterricht verknüpfen.

Die Lehrpläne auf innere Kohärenz überprüfen/überarbeiten; Verstehen der Konzepte stärken; Ziele und Meilensteine klarer formulieren; geometrische Intuition fördern und in der Sekundarstufe mehr verwenden; Elemente der diskreten Mathematik in die Lehrpläne aufnehmen.

ZAHLEN UND RECHENFERTIGKEITEN

11 Bedeutung der Zahlen und Grundrechenarten

Heranführung an die vier Grundrechenarten ab der 1. Klasse. Größenordnungen und Maße sollen dabei besonders hervorgehoben werden.

12 Automatismen fördern

Rechenfertigkeiten durch häufiges Üben festigen (Kopfrechnen, Überschlagsrechnungen usw.), um später auch anspruchsvolle und motivierende Aufgaben bearbeiten zu können. Dabei auf Verständlichkeit achten und stupides Anwenden von „Kochrezepten“ vermeiden (vgl. Anhang für ein Beispiel zum Divisionsalgorithmus).

13 Meilensteine

Meilensteine in der Beherrschung des Zahlenraums und der Rechenfertigkeiten definieren und diese dreimal pro Jahr mit stark standardisierten elektronischen Tests erheben. Wiederholungskurse für diejenigen Schüler, die im

ersten Test eines jeden Schuljahres ein gewisses Niveau nicht erreichen. Zeitnahe Rückmeldungen an die Eltern.

WEITERBILDUNG UND VERNETZUNG

14 „Mathematischer Referent“

Austausch unter den Lehrern fördern, insbesondere zwischen Berufsanfängern und erfahrenen Lehrern (*équipes de mathématiques*). In jedem Schulbezirk das Amt eines „Mathematischen Referenten“ einführen, der den Austausch koordiniert und fördert.

15 Weiterbildung

Die Weiterbildung für Lehrer aller Schulformen im Umfang deutlich ausweiten; gemeinsame Zeiten in den Unterrichtsplänen freihalten, Lehrer mit besonderen Kenntnissen (etwa aufgrund von Weiterbildungen oder der Hochschulausbildung) identifizieren und zur Weitergabe der Kenntnisse in der Schule animieren (in Informatik ist dies bereits implementiert).

Bessere Koordination zwischen Schulen und ESPE; den Anteil der IREM an der Weiterbildung erhöhen; das Weiterbildungsangebot mehr an die Bedürfnisse aktiver Lehrer anpassen, insbesondere Ergebnisse der empirischen Forschung vermitteln.

16 „Mathematik-Labore“ gründen

Binnen drei Jahren an mindestens fünf weiterführenden Schulen „Mathematik-Labore“⁴ gründen als Schnittstelle zu den Universitäten, als Ort der Begegnung, der Zusammenarbeit, des Austauschs und der Weiterbildung; Freistellung der beteiligten Lehrer im Umfang von mindestens einer Stunde pro Woche.

Teilnahme am Erasmus+ Programm für Lehrkräfte innerhalb Europas, um andere Unterrichtstraditionen und -methoden kennenzulernen.

Möglichkeit/Pflicht zur Hospitation in anderen Schulen für alle Lehrer (Ziel: dreimal pro Jahr).

ORIENTIERUNG UND EVALUIERUNG

17 Nationale Priorität

Mathematik zur Nationalen Priorität ausrufen, um alle Beteiligten am „Bildungszyklus“ (Lehrer, Schulleiter, Dozenten usw.) für ein gemeinsames Ziel zu mobilisieren.

18 Mathematik-Beauftragter bei der DGESCO

Eine Stelle eines Mathematik-Beauftragten im Ministerium bei der DGESCO⁵ schaffen; dieser ist für die langfristige Umsetzung und Evaluierung der hier vorgeschlagenen Maßnahmen zuständig.

19 Gleichstellung

In der Lehramtsausbildung Gleichstellungsfragen in Bezug auf Mathematik mehr berücksichtigen (etwa: typische Rollenbilder, Berufswahl usw.); durch AGs, Clubs, Mentorenprogramme u. ä. Mädchen und Minderheiten gezielt für MINT-Aktivitäten gewinnen.

20 Schulbücher

Eine Kommission einsetzen, die Kriterien für die Qualität von Schulbüchern entwickelt und auf deren Grundlage eine Rangliste der am häufigsten verwendeten Schulbücher erstellt (viele im Gebrauch befindliche Schulbücher sind veraltet, d. h. entsprechen nicht den aktuellen Lehrplänen, oder decken nicht den gesamten Lehrplan ab – lassen etwa Beweise weg, wo diese im Lehrplan explizit vorgesehen sind).

21 Internetportal

Erstellen und Pflegen eines Internetportals mit digitalen Unterrichtsmaterialien und deren möglicher Verwendung im Unterricht (etwa: dynamische Geometriesoftware, Computer-Algebra-Programme, einfache Programmieraufgaben; Methoden der KI verwenden, um individualisierte Aufgaben anbieten zu können).⁶

Anhang

Stellenweise Division nach angelsächsischem Vorbild

4	3	2	1		1	7	
–	3	4	0	0	2	0	0
		9	2	1		5	0
		–	8	5	0		4
			7	1			
			–	6	8		
				3			

Als Beispiel für eine verständlichere Schreibweise der schriftlichen Division wird diese Variante der angelsächsischen Vorgehensweise gegeben.

Es soll $4321 : 17$ berechnet werden. Dazu wird erst die höchste Stelle (hier: Hunderterstelle) berechnet und als „partieller 100er Quotient“ aufgeschrieben (Divisor geht 100, 200, ..., 900 mal in den Dividenten – hier: 200 mal)

und vom Dividenten abgezogen, analog berechnet man mit dem Rest jeden darauf folgenden partiellen Quotienten (10er Quotient: Divisor geht 10, 20, ..., 90 mal in den Rest, hier: 50). Das Ergebnis erhält man durch Addition der partiellen Quotienten, also $200 + 50 + 4 = 254$. Der Rest 3 steht links. Möchte man die Nachkommastellen berechnen, so kommt als nächster partieller Quotient 0,1 usw. Die Vorteile der Methode sind:

- Vorgehensweise ist für den Schüler in jedem Schritt verständlich (man rechnet 17×200 und zieht das Ergebnis, 3400, vom Dividenten ab),
- die Größenordnung des Ergebnisses ist von Anfang an klar und transparent (kein Verrutschen der Stellen möglich),
- kein unmotiviertes „Herunterholen“ der nächsten Stellen des Dividenten (der vollständige Rest des Dividenten erscheint deutlich in der Rechnung),
- Methode funktioniert unabhängig davon, wie viele Stellen der Divisor hat.

Anmerkungen

1. Erläuterung: „Rep“ und „Rep+“ (*réseau d'éducation prioritaire*) bezeichnen – in zwei Abstufungen – Netzwerke von Schulen, bei denen aufgrund gewisser Parameter (etwa: hoher Anteil an Sozialhilfeempfängern, hoher Anteil von Schülern mit Migrationshintergrund, schlechtes Abschneiden bei Vergleichsarbeiten) ein „hohes sozioökonomisches Problempotential“ diagnostiziert wurde und die aufgrund dieser Klassifizierung mehr Mittel (u. a. geringeres Lehrdeputat der einzelnen Lehrkräfte bei gleichzeitig höherer Zuweisung von Unterrichtsstunden an die Schule, zusätzliche Sozialarbeiter, maximal 12 Schüler pro Klasse in den ersten beiden Jahren der Grundschule) zugeteilt bekommen. Die Bezeichnung wurde 2014 eingeführt, das Konzept gibt es in verschiedenen Variationen seit 1981.
2. Wir empfehlen Lesern mit guten Französischkenntnissen die Lektüre der S. 22–26 des Originals, welche gut lesbar sind. Darin werden die (Hinter-)Gründe für diese Empfehlungen weiter ausgeführt. Dabei ist zu beachten, dass „le cours“ auf Französisch zwei Dinge bezeichnen kann: Sowohl den Unterricht als Ganzes als auch die Unterrichtsnotizen der Schüler.
3. Dies bezieht sich auf eine Besonderheit der französischen Sprache: Als Überbleibsel des bei den Kelten und Normannen gebräuchlichen Zwanzigersystems wird 70 als „sechzig-zehn“, 80 als „vier-zwanzig“ und 90 als „vier-zwanzig-zehn“ gesprochen. In der Schweiz und Belgien haben sich dagegen die Bezeichnungen *septante*, *octante*, *nonante* durchgesetzt.
4. Diese Idee geht bereits auf Émile Borel im Jahr 1904 zurück.
5. DGESCO (*Direction Générale de l'Enseignement Scolaire*): Eine der fünf Abteilungen des Nationalen Bildungsministeriums, die für Schulbildung zuständig ist (die anderen kümmern sich etwa um Hochschulen, Forschung usw.).
6. Zu einem solchen Portal könnte die Seite eduscol.education.fr/maths ausgebaut werden.

Prof. Dr. Ilka Agricola, Philipps-Universität Marburg, FB 12, Mathematik und Informatik,
Hans-Meerwein-Straße/Campus Lahnberge, 35032 Marburg
agricola@mathematik.uni-marburg.de

Ilka Agricola ist seit 2008 Professorin an der Philipps-Universität Marburg und wissenschaftliche Leiterin der Mathematischen Modellsammlung. Seit 2014 ist sie Dekanin des Fachbereichs Mathematik und Informatik. Sie forscht auf dem Gebiet der Differentialgeometrie und Spin-Geometrie. Zusammen mit Thomas Friedrich veröffentlichte sie Lehrbücher zur Elementargeometrie und Vektoranalysis.

„Die Franzosen sind von der Mathematik fasziniert“

Ilka Agricola im Gespräch mit Charles Torossian

In Ergänzung zur Zusammenfassung des Berichts zum Mathematik-Unterricht („21 mesures pour l'enseignement des mathématiques“) in Frankreich hat die DMV die Gelegenheit gehabt, mit einem der beiden Autoren ein Interview zu führen.

Ihr Bericht mit Cédric Villani hat zu heftigen Diskussionen geführt. Hat Sie dies überrascht?

Die Franzosen sind von der Mathematik fasziniert und halten sie zurecht für eine wichtige Angelegenheit. Sie ist wichtig für das Alltagsleben, aber eben auch für die Chancengleichheit, die einer der Gründungspfeiler unserer Republik ist, deren Motto ja „Gleichheit – Freiheit – Brüderlichkeit“ (*Liberté – Egalité – Fraternité*) lautet. Das Medienecho auf unseren Bericht war also heftig, es hat mich aber insofern nicht überrascht, als die tiefen Veränderungen unserer Welt in der Mathematik und der Informatik besonders deutlich zu Tage treten. Bildung ist heute insbesondere in den Schwellenländern ein wesentlicher Schlüssel zur Entwicklung, aber sie ist auch zu einer Hauptsorge von Eltern geworden, die sich fragen, ob ihre Kinder angemessen darauf vorbereitet sind, ihren Platz in den globalisierten Gesellschaften der Zukunft zu finden. In der Mathematik und der Informatik treffen alle diese Fragen und Sorgen zusammen, weil man ein Bild der Zukunft im Kopf hat, in dem Computer, Algorithmen und Daten omnipräsent sind.

Im Übrigen ist das Unterrichten von Mathematik seit langem eine französische Leidenschaft. Wie man weiß, hat die Mathematik früher ähnlich wie Latein eine Auswahl-funktion gehabt. Das hat sich heute geändert, ist aber im kollektiven Unterbewusstsein immer noch präsent. Dazu gehört auch, dass unser Land eine lange Tradition der Mathematikdidaktik mit einem engen Netz von Forschungsinstituten hat (gemeint sind die IREM, Anm. d. Ü.), die es so in anderen Fächern nicht gibt.

Hat die Regierung bereits angefangen, einige Ihrer Vorschläge umzusetzen und wenn ja, welche sind dies?

Auf jeden Fall. Zwei Ministerialerlasse vom April 2018 betreffen etwa unsere Empfehlungen zu den Grundrechenarten, Rechenautomatismen und effizienten Problemlösestrategien. Der Oberste Beirat für Lehrpläne (*conseil supérieur des programmes*) berücksichtigt unseren Bericht bei der Reform des Abiturs, die für 2021 geplant ist. Demnächst wird ein Konzept für die regelmäßige Lernkontrolle der Schüler zwischen 6 und 14 Jahren vorgestellt werden, dieses beruht vollständig auf unseren Vorschlägen.

Schließlich beweist meine Berufung im Juni 2018 auf zwei Jahre zum „Generalinspekteur mit besonderem Auftrag“ zur Umsetzung der Vorschläge des Berichts (*inspecteur général en mission extraordinaire*), dass der Minister den Bericht ganzheitlich implementieren möchte und sich nicht auf didaktische Einzelaspekte beschränkt. In dem entsprechenden Brief vom 4. Juni 2018 schreibt der Minister für Nationale Bildung Jean-Michel Blanquer ganz explizit: „Ich wünsche, dass Sie mir in den kommenden zwei Jahren regelmäßig über die Fortschritte bei der effektiven Umsetzung dieses Projekts im Lande berichten.“

Hat es in der Vergangenheit ähnliche Berichte gegeben?

In den vergangenen 50 Jahren gab es die von André Lichnerowicz¹ geleitete Kommission zur Mathematikdidaktik (1966–1973), die zur Einführung der modernen Mathematik in den Schulunterricht geführt hat. In den frühen 90er Jahren hat Didier Dacunha-Castelle² unter dem damaligen Minister für Nationale Bildung Lionel Jospin Reformen angestoßen und in den späten 90er Jahren hat Jean-Pierre Kahane³ ebenfalls eine Kommission zum Mathematikunterricht geleitet, deren Bericht 2002 als Buch veröffentlicht wurde. Ein bemerkenswertes Werk, in dem unter anderem bereits die Idee der „Mathematik-Labore“ entwickelt wurde, die wir teilweise wieder aufgegriffen haben.

Unser Bericht unterscheidet sich allerdings deutlich von den genannten, weil er von Anfang an eine Vision für die Umsetzung der Vorschläge entwickelt, die die konkrete Organisation des französischen Bildungssystems berücksichtigt. In ihm ist von Mathematik die Rede, aber eben auch von Organisation, von Unterrichtsstunden, von der Rolle der Schulleiter, der Lehrerbildung usw. Manche Themen werden nur knapp oder gar nicht angesprochen, etwa die Evaluierung der Schulen. Dies geschieht mit völliger Absicht, denn unsere allgemeine Philosophie war in etwa: Was muss man kontinuierlich und behutsam ändern, um langfristig einen messbaren Effekt zu erzielen? Möglichst viele Synergien freizusetzen war jederzeit mein Leitmotiv, und dies habe ich auch allen unseren Gesprächspartnern gesagt.



Charles Torossian

Bei der Lektüre Ihres Berichts war ich von Ihren Empfehlungen zum Mathematikunterricht überrascht – unter anderem dem Vorschlag, die Anteile der verschiedenen Unterrichtsformen (etwa entdeckendes Lernen vs. Frontalunterricht) wieder auszugleichen, um den Unterricht effizienter zu gestalten und den Wissenserwerb zu fördern. Das ist ja in der Tat eine wesentliche Frage der Unterrichtsorganisation, gleichwohl ist die Tendenz in Deutschland eher eine andere, und ein solcher Vorschlag würde vermutlich heftige Gegenwehr auslösen. Können Sie diesen Punkt etwas erläutern, und inwiefern besteht hier ein Konsens?

Ich danke Ihnen für diese Frage, denn sie ist in der Tat zentral. Cédric Villani und ich betonen diesen Punkt immer wieder. Es geht hier nicht um Frontalunterricht mit allen negativen Aspekten, die man damit assoziiert (also etwa ein Unterricht, in dem der Lehrer spricht und die Schüler schreiben oder zuhören, ohne Fragen zu stellen), sondern wir möchten einen konstruktiven schriftlichen „Dialog“ über den Stoff zwischen Lehrer, Schülern und Eltern.

Wir sehen zu viele Unterrichtsstunden, die der Aktivierung der Schüler dienen sollen, in denen sie aber nichts Strukturiertes lernen, das sich in einen größeren Kontext einfügt, oder sogar überhaupt nichts lernen. Die Schüler verlassen den Klassenraum, und wenn man sie fragt, was sie gemacht haben, erhält man ausweichende Antworten der Bauart „wir haben versucht, die Länge eines Gartenzauns zu berechnen!“.

Man kann beobachten, dass der Mathematikunterricht mitunter in schlecht umgesetzte Einzelaktivitäten „abrutscht“, die sich vor allem für Kinder aus prekären Verhältnissen als sehr ineffizient herausgestellt haben. Wir wünschen uns einen Mathematikunterricht, der explizit ist in dem Sinne, dass der Schüler genau weiß, was er lernt, wozu und warum. Ich würde sagen, dass unser Bericht diesem „Abdriften“ des Unterrichts ein Ende bereitet und dass er aus genau diesem Grund von der

mathematischen Community und der Lehrerschaft sehr positiv aufgenommen wurde, weil dieses Abdriften häufig beobachtet wurde, ohne aber in einem offiziellen Text, der Konsens ist, festgestellt zu werden. Es erscheint uns wirklich von grundlegender Bedeutung, dass ein Schüler weiß, was er lernen wird, was es zu verstehen und zu lernen gilt. Dieses Problem setzt sich an den Universitäten fort, wo die Studierenden alleine vor einem kopierten Skript sitzen, von dem sie nicht einordnen können, was wichtig und was nebensächlich ist.

Indem wir der Verschriftlichung des Unterrichts wieder eine bedeutende Rolle zuordnen, geben wir den Lehrern wieder mehr Einfluss auf den zeitlichen Ablauf. Eine Unterrichtseinheit, die sich mit entdeckendem Lernen beschäftigt, darf sich nicht zu lange hinziehen, sonst verlieren die Schüler das Interesse und werden unaufmerksam. Kurz vor dem Läuten der Schulglocke noch schnell etwas ins Heft zu kritzeln, wenn die Kinder schon an etwas anderes denken, ist ebenso ineffizient. Folglich muss das Aufschreiben im richtigen Moment erfolgen, und der geschriebene Text muss danach vom Schüler auch benutzt werden, etwa bei den Hausaufgaben oder einer darauf aufbauenden Unterrichtsstunde. Die Kognitionsforschung hat herausgefunden, dass man mindestens fünfmal in regelmäßigen Abständen ein gewisses Wissen „aufnehmen“ muss, um es auch zu verinnerlichen. Dies muss besser organisiert werden und setzt eine schriftliche Dimension des Wissens voraus. Es hilft, die Gedanken zu ordnen und ist wesentlich in einem Umfeld, in dem das Schriftliche auch weiterhin einen hohen Stellenwert haben wird.

Die Aufgabenteilung zwischen ESPE und IREM ist für einen Außenstehenden nicht sofort klar. Können Sie kurz erläutern, worin Sie zukünftig deren Hauptaufgaben sehen?

Wir verfügen mit den ESPE⁴ und IREM⁵ – und allgemeiner mit den Universitäten und diversen Forschungszentren – über ein fantastisches Kompetenznetzwerk.

Frankreich ist ein relativ zentralistisches Land; unser Bericht erklärt aber im Gegenteil, dass die Lehramtsausbildung horizontal, kontinuierlich und dezentralisiert erfolgen muss. In diesem Sinne werden die IREM eine zentrale Rolle spielen bei der Begleitung der Lehrkräfte, etwa bei der Ausbildung der Grundschullehrer im Fach Mathematik oder bei der Unterstützung der „Mathematik-Labore“, die wir zu Zentren der Lehrerweiterbildung ausbauen möchten. Aber es gibt noch viel mehr und wir sind beim CNRS, beim INRIA und den Universitäten auf viel Enthusiasmus und Bereitschaft zur Zusammenarbeit bei der kontinuierlichen Lehrerbildung gestoßen.

Die ESPE konzentrieren sich derzeit v. a. auf die Master-Ausbildung der Lehramtsstudierenden an den Universitäten. Dies ist ein Thema, an dem der Minister gerade arbeitet: Ziel ist es, dass die ESPE eine größere Rolle bei der Lernforschung und der wissenschaftlichen Evaluierung didaktischer Konzepte spielen und zudem stärker mit dem universitären Umfeld interagieren sollen. Das Gründungsproblem der ESPE ist, das ihnen ein einheitliches Konzept von „Lehre“ zugrunde liegt; aber Grundschullehrer oder Hochschullehrer ausbilden, das ist nicht wirklich das gleiche. **Man hat viel zu lange geglaubt, dass die didaktischen Prinzipien, nach denen man 6-jährige Kinder oder 22-jährige Studierende unterrichtet, im Wesentlichen dieselben sind.** Man versteht langsam, dass dies sehr unterschiedliche Dinge sind und dies wird besonders deutlich, wenn man interdisziplinäre Fragen zwischen Mathematik und anderen Wissenschaften angeht.

Die Verbesserung der Ausbildung der Grundschullehrer ist also ein ganz wesentlicher Punkt. Sie ist heute nicht zufriedenstellend und wir haben sie deswegen zum Gegenstand unserer ersten Hauptforderung gemacht. Das ist eine schwierige Aufgabe, bei der mit unseren Gesprächspartnern sehr breite Einigkeit bestand. Die ESPE werden dabei eine Rolle spielen, aber wir müssen schon früher bei der *Licence* ansetzen.

Was genau macht eigentlich der „Generalinspekteur der Nationalen Bildung“?

Oh, das ist ein weites Feld! Die Generalinspektion der öffentlichen Erziehung, heute der Nationalen Bildung, wurde bereits 1802 von Napoléon Bonaparte gegründet. Alle Ministerien haben Generalinspektionen (Armee, Gesundheit, Finanzen usw.). Die Aufgaben haben sich im Lauf der Zeit verändert, aber die Evaluierung der Lehrer war von Anfang an eine Hauptaufgabe; heute ist diese Aufgabe mit der Dezentralisierung im Wesentlichen an die Inspektoren der Schulbezirke delegiert. Der Generalinspekteur hat eine verallgemeinerte Evaluierungs- und Kontrollfunktion, er berichtet dem Minister und berät ihn. In Zukunft sollen etwa die Generalinspektionen der Nationalen Bildung und der Hochschulbildung enger zusammenarbeiten, wovon wir uns eine Verbesserung an der Schnittstelle *Lycée-Licence* erhoffen. Die Generalinspektoren sind sehr präsent bei der Rekrutierung der Lehrkräfte und der Schulleiter. Alle pädagogischen Fragen landen

früher oder später auf ihrem Schreibtisch. Sie sind nicht nur Beamte, die in Paris in der Rue de Grenelle sitzen (die Adresse des Ministeriums), sondern sie sind veritable Botschafter der Bildungspolitik der Regierung bis in die kleinsten Einheiten. Dieser regelmäßige direkte Kontakt mit Schulen, Lehrern, Schulbezirken usw. macht die Kraft der Generalinspektion aus und ist die Grundlage, auf der der Generalinspekteur den Minister kompetent und zeitnah über Entwicklungen berichten kann.

Wie kann man diese Tätigkeit mit der Arbeit eines mathematischen Forschers vereinbaren und warum machen Sie das?

Es ist sehr wichtig, mit der Mathematik als wissenschaftlichem Fach in Kontakt zu bleiben, damit man sich ihrer Interaktion mit der Gesellschaft immer wieder bewusst wird. Man hat häufig die Forscher dafür kritisiert, dass sie sich nicht genügend um die Belange der Zivilgesellschaft kümmern. Sowohl Cédric Villani als auch ich beweisen, dass Mathematiker der Gesellschaft etwas zu sagen und zu geben haben und dass man dies so tun kann, dass sich die Umstände verbessern. Man braucht manchmal einen frischen Blick von außen, um Bruchstellen und Zusammenhänge zu erkennen. Präsident Macron hat die Jugend ermuntert, die Zukunft durch einen **intellektuellen Aufbruch** mitzugestalten; ich denke, das ist genau das, was wir machen. Mathematiker formulieren wahre Aussagen, lieben Argumentationen und wollen dabei effizient sein (etwa in einer Rechnung oder einem Beweis). Sie haben die Fähigkeit trainiert, den „key point“ zu finden und um ihn herum eine schlüssige Begründung zu liefern. Kurzum, der Unterschied zwischen einem mathematischen Forscher und einem Abgeordneten oder Generalinspekteur ist gar nicht so groß.

Ansonsten ist es v. a. eine Frage der Organisation und des effizienten Zeitmanagements. Ich reise viel im Land umher und nutze die Zeit, die ich im Zug verbringe, um zu arbeiten und über Mathematik nachzudenken: Vor kurzem habe ich mir zum Beispiel einen elementaren Beweis der isoperimetrischen Ungleichung überlegt. Ich habe mich eingehend mit der Theorie der perfektoiden Räume von Peter Scholze befasst und ich finde es großartig, dass er für die unglaubliche Leistung, die er in den letzten Jahren vollbracht hat, auf dem ICM in Rio de Janeiro die Fields-Medaille bekommen hat.

Zum Schluss: Was ist für Sie die Kernbotschaft Ihres Berichts in einem Satz?

Die Mathematikausbildung muss effizienter gestaltet werden, die Schüler sollen wieder mehr Spaß dabei haben, Mathematik zu verstehen und die Lehrer sollen sich gegenseitig wieder mehr vertrauen und unterstützen.

Vielen Dank für dieses Interview!

Anmerkungen

1. André Lichnerowicz (1915–1998), 1952 bis 1986 Professor für Mathematische Physik (Straßburg, Collège de France); 1970 Hauptvortragender auf dem ICM in Nizza; 1959 Präsident der SMF (Société Mathématique de France).
2. Didier Dacunha-Castelle (geb. 1937), 1968 bis 2005 Professor für Stochastik (Paris-Süd, ENS).
3. Jean-Pierre Kahane (1926–2017), 1954 bis 1994 Professor für harmonische Analysis (Montpellier, Paris-Süd), 1962 Hauptvortragender auf dem ICM in Stockholm, 1975 bis 1978 Präsident der Universität Paris-Süd.

4. *École Supérieure du Professorat et de l'éducation* (ESPE), entspricht in etwa den erziehungswissenschaftlichen Fakultäten an den Universitäten; auch die Hochschuldidaktik ist dort angesiedelt.
5. *Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques* (IREM), Forschungsgruppen zur Mathematikdidaktik, die meist an den mathematischen Fakultäten angesiedelt sind.

Übertragung aus dem Französischen von Ilka Agricola

Prof. Dr. Ilka Agricola, Philipps-Universität Marburg, FB 12, Mathematik und Informatik, Hans-Meerwein-Straße/Campus Lahnberge, 35032 Marburg
agricola@mathematik.uni-marburg.de

Ilka Agricola schloss die Schule am Lycée Jean Renoir in München mit einem Baccalauréat C (Mathematik/Physik) ab. Sie ist seit 2008 Professorin an der Philipps-Universität Marburg und wissenschaftliche **Leiterin der Mathematischen Modellsammlung**. Seit 2014 ist sie Dekanin des Fachbereichs Mathematik und Informatik. Sie forscht auf dem Gebiet der Differentialgeometrie und Spin-Geometrie. Zusammen mit Thomas Friedrich veröffentlichte sie Lehrbücher zur Elementargeometrie und Vektoranalysis.



R. Thiele
Felix Klein in Leipzig
Mit F. Kleins Antrittsrede, Leipzig 1880
2. Auflage

R. Thiele. **EAGLE 047.**
2. A. 2018. 978-3-95922-047-7



O. Neumann (Hrsg.)
Bernhard Riemann (1826-1866)
B. Riemann Habilitationsschrift, Göttingen, 1854
erstmals erschienen in Göttingen 1877/B. G. Teubner 1876.
R. Dedekind: Riemanns Lebenslauf, B. G. Teubner 1878.
O. Neumann: über Riemanns Habilitationsschrift, EAGLE 2017

O. Neumann (Hrsg.). **EAGLE 097.**
1. A. 2017. HC. 978-3-95922-097-2



Hans Wulffing
Carl Friedrich Gauß
Biographie und Dokumente
6. Auflage

H. Wulffing. **EAGLE 051.**
6. A. 2011. 978-3-937219-51-6



Werner Stolz / Jürgen Weiß
Friedrich Kohlrausch (1840-1910)
Erforscher Autor von B. G. Teubner

W. Stolz / J. Weiß. **EAGLE 095.**
1. A. 2017. HC. 978-3-95922-095-8

EAGLE Edition am Gutenbergplatz Leipzig: www.eagle-leipzig.de / www.teubner-stiftung.eu / <https://twitter.com/EagleLeipzig>
Leipzig, 21.02.2018 / Wissenschaftspreis der Teubner-Stiftung an: Prof. Dr. Jürgen Jost, MPI für Mathematik in den Naturw. Leipzig, Leipzig, 21.02.2018 / Achter Teubner-Förderpreis an: Gauß-Gesellschaft Göttingen (Sitz in der Historischen Sternwarte Göttingen).



Edition am Gutenbergplatz Leipzig
Verlagsverzeichnis EAGLE 001 bis 100

EAGLE 001
Überzeugungsleiter
Der Goldener
EAGLE 100

EAGLE
Mit Unterstützung der
Stiftung Bernhard Gottlieb Teubner
Leipzig/Oriental-Berlin/Stuttgart
Edition am Gutenbergplatz
Leipzig



Download (PDF) unter:
www.eagle-leipzig.de/verlagsverzeichnis-EAGLE-001-100.pdf



B. G. Teubner am Augustusplatz / Neubau wurde 1821 eingeweiht
(aus einer in Vorbereitung befindlichen Neuerscheinung, Leipzig 2018)

Edition am Gutenbergplatz Leipzig. **Verlagsverzeichnis EAGLE 001-100:**
www.eagle-leipzig.de/verlagsverzeichnis-EAGLE-001-100.htm