

Der folgende Text ist 2002 im Symposionsbericht "Mathematik - nützlich und schön" erschienen, den Karl Röttel zusammen mit einem anderen Vortrag und diversen Lehrercommentaren in seinem Polygon-Verlag herausgegeben hat. Ich danke ihm für die Freigabe zur Veröffentlichung auf meiner Homepage.

im Juli 2017 - Lutz Führer

Effizienz oder Substanz?

Pädagogische Überlegungen zum Mathematikunterricht

von Lutz Führer, Goethe-Universität Frankfurt am Main

(Vortrag Ingolstadt am 19. Oktober 2001)

... Aber die Erzieher hören nicht auf, zu klagen, wie viel ihnen die Umstände verderben; die Bedienten, Verwandten, Gespielen, der Geschlechtstrieb, und die Univerſität! Natürlich genug, wenn da, wo mehr der Zufall, als menschliche Kunst die geistige Diät bestimmte, bei der oft so magern Kost nicht immer eine robuste Gesundheit hervorblüht, die allenfalls dem schlimmen Wetter troßen könnte!

J. F. Herbart: Allg. Pädagogik, 1806
Zit. n. Bartholomäi/Salwürk: Herbarts
Päd. Schriften (1896), 1. Band, S. 116.

Einleitung

Seit 1997 ist der Mathematikunterricht wieder ins öffentliche Bewußtsein geraten. Damals erregte eine dpa-Meldung über die Habilitationsschrift von H.-W. Heymann bundesweite Aufmerksamkeit. Heymann hatte sich bemüht, die allgemeinbildenden Funktionen des Mathematikunterrichts kritisch zu umreißen und war auf die provozierende These gekommen, man sollte zumindest einmal diskutieren, ob nicht der Mathematikunterricht jenseits des bürgerlichen Rechnens zum großen Teil nur auf Spezialwissen hinauslaufe, das aus dem Pflicht- in den Wahlbereich der Schulen verlagert werden könne. Viele Pressemedien nahmen die Gelegenheit gern wahr, den höheren Mathematikunterricht für abseitig und entsprechend überflüssig zu befinden. Heymann wurde zum führenden Mathematikdidaktiker in NRW erklärt und erhielt dort Gelegenheit, den Pythagoras in neuen Lehrplänen für Gesamtschulen als wahlfreien Zusatzstoff abzuwerten.

Das Blatt wendete sich schon ein halbes Jahr später als die TIMS-Studie für Aufregung sorgte. Der bundesdeutsche Mathematikunterricht hatte sich als international mittelmäßig erwiesen. Statt sich über diesen Mittelplatz zu freuen – hatte man doch unter allen Teilnehmerländern am wenigsten Geld für Schulen aufgewandt –, wurde Krisenstimmung verbreitet. Auf diversen Krisen Gipfeln wurde beschlossen, der Sache auf den Grund zu gehen und wieder einen internationalen Spitzenplatz anzustreben. Überall schossen lokale Krisenstäbe und Modellprojekte aus dem Boden von Ministerien und Schulämtern, um die Sache gemeinsam zu richten. 1999 wurden Exper-

ten von der Bund-Länder-Kommission ernannt und befragt. Mit eindrucksvollen Wortschöpfungen für alte Hüte schlugen sie mehr Wissensakkumulation, -vernetzung und -flexibilisierung, Steigerung des Mathematisierungs- und Problemlösungsverhaltens, verstärkten Computereinsatz, synergetische Lehrerzusammenarbeit, interne Lehrerfortbildung, eifrige Selbstevaluation sowie eine ganze Reihe von Projekten vor. Für die Projekte und für die Computerisierung wurden Finanzmittel in Millionenhöhe bewilligt. Im Lieblingsprojekt erstellten mehrere Bundesländer Sammlungen von offenen oder „geöffneten“ Aufgaben zur erfolgreichen Erprobung in angeschlossenen Netzwerkschulen. Inzwischen liegt viel Material vor, aber die Ergebnisse sind weder neu noch besonders erfolgversprechend, wie etwa das neuste Heft der Zeitschrift „Mathematik lehren“ zeigt (Nr. 108, Okt. 2001). Auf europäischer Ebene wurde das sehr teure Test-Projekt PISA aufgelegt, um unter der neuen und teuren Parole „Mathematical literacy“ weitere Schwachstellen unserer Schülerinnen und Schüler in ihrer anwendungsbezogenen Grundausbildung herauszufinden. Lehrer wurden selten gefragt und eher als ausführende Organe diverser Reformbeschlüsse angesehen, die in rascher Folge unter modischen Schlagworten wie „Effizienzsteigerung“, „Dezentralisierung“ und „Qualitätssicherung“ pressewirksam angekündigt und dann den Verwaltungsmühlen des Schulsystems überlassen wurden.

An den Segensreichtum der „Dezentralisierung“ mochte freilich niemand mehr recht glauben. Sie war schon länger im Gespräch und hatte sich vor allem als politisches Mittel zur Mängelvertuschung abgenutzt, indem die Realisierung von allerlei kurzfristigen Einsparungs-, Profilierungs- und Lehrplanbeschlüssen den Einzelschulen überantwortet wurde. Hinzu kam, daß Meinungspresse, Bildungspolitik und -verwaltung jahrzehntelang erfolgreich an einem Bild des Durchschnittslehrers gewirkt hatten, das ihm jede öffentliche Vertrauenswürdigkeit bzgl. unkontrollierter Selbstheilung absprach. Das Schlagwort „Qualitätssicherung“ konnte auch nicht begeistern, denn die Krise beruhte ja gerade darauf, daß es an Qualität eben mangelte und die für Qualitätssicherung im Schulsystem langjährig und gut bezahlten Verantwortlichen offensichtlich versagt hatten. Was blieb war die Parole von der „Effizienzsteigerung“, und so heißt denn auch das Modellversuchsprogramm der Bund-Länder-Kommission SINUS („Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“). „Effizienz“ trifft den Zeitgeist blendend, weil es zugleich nach Leistungssteigerung, Wirtschaftlichkeit und Kompetenz klingt. Niemand kann dagegen etwas haben.

Im folgenden soll trotzdem der Versuch gemacht werden, die innere Widersprüchlichkeit und Unaufrichtigkeit des Effizienzansatzes aufzuzeigen. Die Rahmenbedingungen, unter denen effizienzgesteigerter Mathematikunterricht stattfindet bzw. stattfinden wird, zwingen wieder den alten Wein in alte Schläuche und sorgen lediglich für neue Etiketten. Wirklich zeitgemäßer oder gar zukunftsweisender Mathematikunterricht wird dadurch nicht gefördert, sondern massiv behindert, weil er durchgreifende und darum riskante Veränderungen in der traditionellen Mathematikauffassung und -ausbildung verlangen würde.

„Effizienz“

Abhärten wenigstens wollte Rousseau seinen Zögling. Er hatte sich einen Gesichtskreis bestimmt, und bleibt ihm treu. Er folgt der Natur. Freies und fröhliches Gedeihen soll allen Äußerungen der Vegetation im Menschen durch die Erziehung gesichert werden; von der Muttermilch bis zum Ehebett. Leben ist das Metier, was er lehrt. Doch sehen wir, daß er dem Spruche unseres Dichters: **Das Leben ist der Güter höchstes nicht!** seinen Beifall gönnt; denn er opfert in Gedanken das ganze eigentümliche Leben des Erziehers auf, den er zum beständigen Begleiter dem Knaben dahingiebt! Diese Erziehung ist zu teuer. Das Leben des Begleiters ist auf allen Fall mehr wert als das des Knaben, — schon nach den Mortalitätslisten; denn die Wahrscheinlichkeit, leben zu können, ist für den Mann größer als für das Kind.

J. F. Herbart: Allg. Pädagogik, 1806
 Zit. n. Bartholomäi/Salwürk: Herbarts
 Päd. Schriften (1896), 1. Band, S. 116 f.

Während „Effektivität“ in der gehobenen Umgangssprache kaum mehr als „Wirksamkeit“ bedeutet, wird mit „Effizienz“ stärker auf wirtschaftstheoretische Sichtweisen angespielt, wo die gewünschte Wirksamkeit stets an Wirtschaftlichkeit gebunden ist. Effizienz meint mehr als Effektivität, nämlich erhöhte Wirksamkeit bei niedrigerem Aufwand an „Kosten“ wie Geld, Zeit, Arbeitskraft, Planung, Bedenken, Zweifeln u.ä. Analog zum physikalischen Leistungsbegriff wird „Effizienz“ im öffentlichen Sprachgebrauch als ökonomischer Verhältnisbegriff im Sinne von „Wirksamkeit geteilt durch Aufwand“ benutzt. Wie die täglichen Börsennachrichten zeigen, kann Effizienz stets auf zwei Weisen gesteigert werden: durch Steigerung der Wirksamkeit und/oder durch Kosteneinsparung. „Effizienzsteigerung des Mathematikunterrichts“ meint folglich Steigerung der Wirksamkeit mit möglichst sparsamem oder reduziertem Mitteleinsatz. Fremdwortgebrauch und Nähe zum Wirtschaftlichkeitsdenken sollen zugleich suggerieren, daß die jeweiligen Sprecher hinreichend informiert, ökonomisch erfahren und in der Sache vertrauenswürdig sind. Da es sich in der Regel um dieselben Leute handelt, die entweder die beklagten Zustände seit langem in verantwortlichen Funktionen begleitet oder in den Medien erst überfordert, dann schlecht geredet haben, wirft jede Forderung nach Effizienzsteigerung *drei ernste Probleme* auf:

1. *Wer soll die vermeintliche Ineffizienz verantworten, wenn nicht die langjährig Verantwortlichen?*
2. *Was soll im öffentlichen Schulwesen, zum Beispiel bzgl. des Mathematikunterrichts, „Wirksamkeit“ heißen?*
3. *Welcher Mitteleinsatz kann für welche Absichten als „sparsam“ beurteilt werden?*

Merkwürdiger Weise ist bisher keine dieser drei Grundfragen ernsthaft erörtert worden. Zwar lag es nahe, für die vermeintliche Ineffizienz unseres Unterrichts „die“ Lehrer verantwortlich zu machen, zumal sie an den Krisensitzungen in aller Regel nicht beteiligt wurden, aber es war von vornherein klar, daß man ohne sie wenig verändern könnte. So bescheinigte man ihnen ohne inhaltliche Nachprüfung und ohne Bezug auf ihren Unterricht den „höchsten“ fachwissenschaftlichen Ausbildungsstand, bemängelte nur (aufgrund eines einzigen veröffentlichten und sehr gezielt fehlinterpretierten japanischen Unterrichtsvideos) ein wenig ihre Schwerpunktsetzung im Reproduktiven und ihre verknöcherte Unterrichtsmethodik und setzte im Übrigen auf die latente Begeisterungsfähigkeit des – laut TIMSS und laut Bundesversorgungsbericht – massiv gegängelten, überalterten und kränkelnden Personals. Statt Fehler und Verantwortliche im System zu suchen und auszusondern, wurde ohne Ansehen der Person zum Aufbruch in Richtung Anschluß- und Zukunftsfähigkeit geblasen, wobei die inzwischen etwas schütterten, aber immer noch jugendbewegten Richtungsweiser schon seit Kaiser Wilhelms Zeiten ins Reformpädagogische wiesen. „Aus grauer Städte Mauern laßt uns hinaus...“ – nicht mehr (alle) „ins Feld“, sondern in die selbstgebastelte Weltoffenheit der „neugedachten Schule“ (von Hentig). Man kann es in jeder Geschichte der Pädagogik nachlesen¹:

- Für Projekte schwärmten schon Dewey und Kerschensteiner um 1910;
- Gruppenarbeit im Mathematikunterricht war schon in Lietzmanns Methodik von 1919 ein alter Hut;
- Gaudig forderte seit etwa 1905 das Lernen zu lehren;
- Parkhurst und Washburne zeigten ab 1922, wie man zu große Klassen mit Freiarbeit entlastet;
- Otto, Lietz, Petersen u.v.a. sangen ab 1908 das Hohe Lied von der Schulgemeinde;
- Selbsttätigkeit predigten seit Rousseau 1762 nicht nur Pestalozzi, Diesterweg und Fröbel;
- die Philanthropen um Basedow entdeckten und verspielten um 1780 die Segnungen des spielenden Lernens;
- Meumann forderte 1907 „Pädagogik vom Kinde aus“, nachdem Ellen Key mit sehr zweifelhaften Tönen zum „Jahrhundert des Kindes“ geblasen hatte;
- die einklassige Hauptschule im 19. Jh. konnte gar nicht ohne innere Differenzierung bis in die Mitte des 20. Jhs. überleben;

und

- mit Lebensnähe und Anwendungsorientierung warben schon Semler, Hecker u.v.a. seit dem 18. Jh. für ihr jeweiliges Schulprofil.

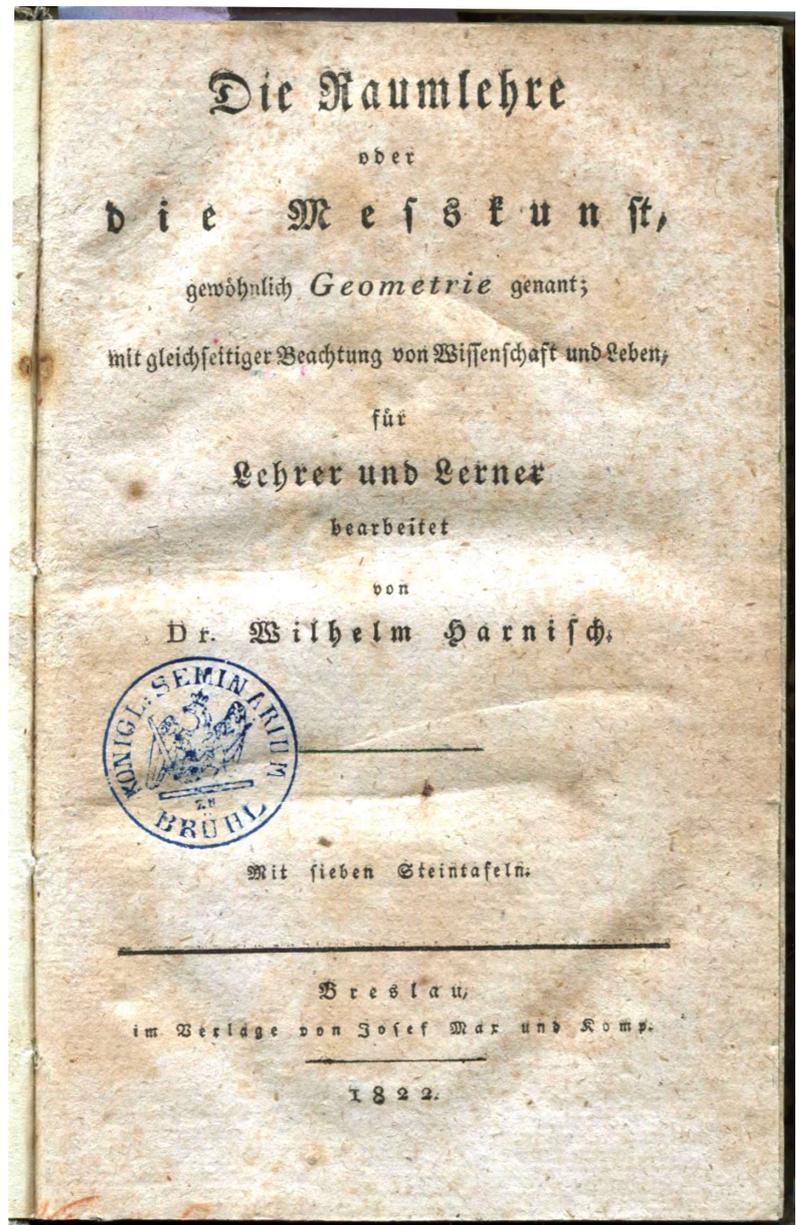
Daß es sich bei all dem um alte Hüte handelt ist nicht das Entscheidende. Neues ist nicht deshalb gut, weil es neu ist; und Altes nicht schon schlecht, weil es alt ist. Es geht vielmehr darum, endlich zur Kenntnis zu nehmen, daß sich all diese tollen Reformideen in all der Zeit nicht flächendeckend durchgesetzt haben. Mag sein, daß sie an historischen Bedingungen scheiterten, die heute nicht mehr gegeben sind. Das bliebe erst noch zu klären. Bis dahin gilt die schlichte Feststel-

¹ Nähere Quellenangaben z.B. in L. Führer: Pädagogik des Mathematikunterrichts. Wiesbaden: Vieweg 1997,

lung, daß erfahrene Praktiker nicht für Gescheitertes zu begeistern sind, indem man es einfach nur mit täglich neuen Werbesprüchen pseudowissenschaftlich aufputzt.

Was die zweite Grundfrage betrifft, verhielt man sich noch pragmatischer: Die deutschen Probanden hatten in TIMSS unbefriedigend abgeschnitten, also gelte es, sie international konkurrenzfähiger zu machen. Was als Durchschnittswissen international gültig ist, braucht nicht hinterfragt zu werden. Prof. Baumert, der die deutsche Testauswertung geleitet hatte, wurde flugs zum führenden Therapeuten ernannt, eifrig konsultiert und kräftig mit Forschungs(macht)mitteln ausgestattet. Der Testtheoretiker und Allgemeinpädagoge Baumert und seine ganze deutsche TIMSS-Mannschaft hatten zwar keine Ahnung vom Mathematikunterricht, aber er hatte die Falschantworten im Test richtig gezählt, also mußte er am besten wissen, wie man Fachleute rekrutiert, die unsere Jugend rasch dahin trimmen, öfter richtig zu antworten und zu rechnen. Was unser Mathematikunterricht sonst noch bringen soll, wurde höheren Orts nicht wieder erörtert – die kurze Heymann-Debatte vor TIMSS war ja peinlicherweise mehr in Richtung Abschaffung gelaufen...

Wenn aber gutes Abschneiden im Aufgabenlösen wie bei TIMSS oder PISA die Meßlatte ist, auf der Wirksamkeit beurteilt werden soll, dann ergibt sich ein Dilemma nicht nur für unsere öffentlichen Schulen, sondern für ihren ganzen Überbau in Schulämtern, Seminaren, Fortbildungseinrichtungen und Hochschulen: Das traditionell und nach weltweitem Urteil erfolgreichste Mittel zur handwerklichen Ausbildung ist die Handwerkslehre im dualen System, d.h. individuell angeleitetes und meisterlich betreutes Training on the job mit ein wenig theoretischer Zusatzbeschulung. Das ist ein alter Hut; wie man z.B. beim ersten preußischen Seminarlehrer Dr. Wilhelm Harnisch in seiner „Raumlehre oder Meßkunst...“ (Breslau 1822, S. VIII-IX) lesen kann:



Es soll hiermit keinesweges geleugnet werden, daß mehre Lehrer schon einen bessern Weg einschlugen; sie ließen Manches die Schüler selbst auffuchen, regten durch Fragen an, erlaubten es nicht gleich jedem, müßig zu sitzen, der erklärte, er habe keine Anlagen zur Größenlehre, und gebrauchten auch wohl Nichtsheit und Paffer in der That, und nicht zum bloßen Schein. Vorzüglich kam durch die Philanthropen die angewandte Größenlehre mehr in Aufnahme; man ging auf das Feld, um einige Messübungen anzustellen, und brachte so mehr Leben in diesen Unterrichtsgegenstand. Allein das Alles war nicht genügend, und fand auch nur in die wenigsten Schulen Eingang.

Die Bildung der Landmesser und der Bauleute dagegen wurde auf einem ganz andern Wege erzielt. Denn ehe man besondere Bauschulen und höhere Lehranstalten für das Baufach errichtete, lernte der Jünger bei dem Meister, wie dies bei Handwerkern noch jetzt der Fall ist. Da ward denn der Schüler gleich ins Leben geführt; er lernte messen, auftragen, berechnen u. s. w., ohne die Gründe und Regeln zu erfahren. Späterhin unterrichtete ihn wohl der Meister etwas darin, oder gab ihm Bücher in die Hände. An Schick und Blick fehlte es solchen durch das Leben gebildeten Leuten nicht, und die größten Stubengelehrten mußten oft vor ihnen die Seegel streichen, wenn es sich um Ausführungen handelte, während sie in der hohen Weisheit stekten.

So fand sich denn auch hier, und findet sich noch heut zu Tage, die unglückliche Trennung von Wissenschaft und Leben, so daß die eine wenig auf das andere achtet, statt daß beide wechselweis sich durchbringen sollen, damit eins das andre fördert. Während der, welcher die Raumlehre zu seinem Broderwerb benützt, nur das von ihr erlernt, was geraden Weges zum Brod führt, so erlernt der andere, der sie zu seiner innern Bildung betreibt, nur ihre Begriffe und Urtheile, ohne selbst an ihr inneres Leben zu kommen. Und weil Wenige in diese bloßen Begriffe, Urtheile und Schlüsse eindringen; so ist die Größenlehre uns gar nicht mehr das, wofür sie Plato hielt: der Eingang zur Weisheit.

Deutsche Nachhilfeinstitute wissen es heute ebenso wie die privaten Juku-Schulen, auf deren Paukerei sich der japanische Vormittagsunterricht verlassen kann. Soll das öffentliche Schulsystem in Richtung technischer Wissensreproduktion und -reorganisation für den Arbeitsmarkt der künftigen Dienstleistungsgesellschaft optimiert werden, dann empfiehlt sich seine Teilprivatisierung bzw. Abschaffung oberhalb von Klasse 7 oder 8, bis zu denen eine modernisierte Volksschule genügend Basiskenntnisse in Englisch, bürgerlichen Rechenarten und Popkulturkonsum sichergestellt haben müßte. Große Teile eben jener Abteilungen unseres Bildungssystems, die sich professionell als Krisenmanager verstehen, würden schlicht überflüssig und könnten ersatzlos eingespart werden. Dies würde gleichermaßen für Richtliniendesigner wie für zahlreiche Schulaufsichtsbehörden, Kultusministerien, Bildungspolitiker, Studienseminare, Hochschulabteilungen, Schulbuch- und Medienverlage gelten. Sie müßten sich zumindest dramatisch umorientieren, und viele von ihnen würden der Marktberreinigung zum Opfer fallen. Höhere und Hochschulen, Medienverlage, Lehreraus- und -fortbildungsinstitutionen müßten für ihre Produkte haften, usw. usw.

So kann es nicht gehen, und es wäre geradezu naiv, von den Ratschlägern aus unserem Bildungssystem zu erwarten, sie wären bereit, ihre eigene Existenzberechtigung im Interesse einer wirklich effizienten Problemlösung auch nur in Erwägung zu ziehen. Fehlen der Wille und die Macht, ein gewachsenes Großunternehmen abzuspecken, dann bleiben nur zwei Möglichkeiten: Entweder man rät zu neuen An- und Überbauten – die klassische Lösung –, oder man empfiehlt gewisse Umschichtungen – die Verdrängungslösung mit lokalen Gelegenheitsargumentationen. Anders als in den siebziger Jahren kommt derzeit aus Kostengründen nur die Verdrängungslösung infrage.

So hieß es denn z.B. – ohne ernsthaften Beleg –, im Bereich des reproduktiven Basiswissens seien die deutschen Schüler gar nicht so schlecht (sie waren auch dort nur Mittelmaß), es fehle ihnen vor allem an Flexibilität im Anwenden dieses Wissens (die starken Nationen waren in beiden Bereichen deutlich bis dramatisch besser). Mit diesem klassischen Trick, das Traurige mit dem Übel aufzuhellen, empfahl sich sofort eine kostenneutrale Umschichtung zugunsten der traditionellen Salonpädagogik, die seit Jahrzehnten in schöner Eintracht von allen Subsystemen des Schulwesens hochgehalten wurde, die Schüler nicht selbst (über längere Zeit) unterrichten mußten (s.o.). Das haben wir schon als Referendare gelernt: Wenn der Schulrat kommt, müssen alle Finger nach oben, der Lehrer trete hinter seine Medien zurück und moderiere als sokratisches Ufer den allseits interaktiv tosenden Strom aus genialen Eigenproduktionen, hellsten Gedankenblitzen und fruchtbarsten Antizipationen der Lehrerabsichten.

Daß mehr offene Aufgaben und Unterrichtsformen wünschenswert sind, kann niemand bezweifeln, der die fromme Milch des pädagogischen 20. Jhs. genossen und den Jugendkult des Werbefernsehens verinnerlicht hat. Daß diese Wundermittel aus der Reformapotheke viel Zeit kosten, daß sie neue Disziplin-, Differenzierungs- und Bewertungsprobleme aufwerfen und daß sie stark erhöhte Anforderungen an das fachliche, mentale und methodische Vermögen der Lehrer stellen, wird entweder ganz ignoriert oder mit vagen Versprechungen auf mehr Motivation, Spaß und Zukunftswert gesund gebetet. Daß die Öffnung von Aufgaben und Unterrichtsformen zu besseren Leistungen im reproduktiven Grundlagenwissen führe, wird – im Hinblick auf künftige Vergleichstests: leichtfertigerweise – gar nicht erst behauptet. Denn unabhängig von allen Schwierigkeiten, Erfolg oder Mißerfolg solcher Bestrebungen einigermaßen glaubhaft austesten zu können, garantiert dieser Umschichtungsversuch zwei Vorteile: die Nachfrage an die übergeordneten Subsysteme steigt, und für etwaige Mißerfolge bei künftigen Vergleichstests stehen schon Kandidaten für den Schwarzen Peter bereit...

Bedenkt man die notorisch ungünstigen Voraussetzungen wie Vorbildung und Altersstruktur des Personals, Sparzwänge im Personal- und Schulungsbereich, Evaluationsdruck auf den drittmittelforschungsorientierten Hochschulbetrieb, Nachwuchsmangel, Besoldungsstruktur, Betriebsklima u.v.a.m., dann wird sofort deutlich, daß unter dem Vorwand, das TIMSS-Debakel durch „Effizienzsteigerung“ aufarbeiten zu wollen, ganz andere – z.T. durchaus ehrenwerte – Interessen verfolgt werden. Eine Effizienzsteigerung des öffentlichen Unterrichts ist von flexibleren Aufgaben und Unterrichtsformen dann und nur dann zu erwarten, wenn Wirksamkeit auf einer Skala gemessen wird, die Einsatzbereitschaft in Problemlösesituationen höher einstuft als korrektes Wissen und technisches Können. Für eine solche Gewichtung spräche zweifellos, daß unsere öffentlichen Schulen auf ein Leben in einer offenen, sehr heterogenen, multikulturellen und sozial gefährdeten Gesellschaft vorbereiten sollen, für die es weniger Rezepte als kreativ-konstruktive Einsatzbereitschaft braucht. Aber für eine solche Wertsetzung wäre „Effizienz“ der falsche Begriff, weil er output-bezogen ist. Käme es uns mehr auf Verhaltensweisen und Dispositionen als auf reproduktive und reorganisatorische Leistungsbeweise an, dann müßten wir Lösungsprozesse beobachten, verstehen wollen und interpretieren. Flächendeckende, gar internationale Vergleichstests sind dazu ganz untauglich, weil sie in ihren eigenen wissenschaftsmethodischen Kriterien gefangen sind.

„Aufwand“?

Wenn Effizienz als optimales Verhältnis von Wirksamkeit und Aufwand begriffen wird, sich beide Größen aber aus gesellschaftlichen Schwierigkeiten heraus nicht klar definieren lassen, dann müssen die tatsächlich verfolgten Ziele wenigstens indirekt erschlossen werden. Es könnte sich ja beim gegenwärtigen Reformeifer um einen erschlichenen Konsens handeln, der auch für Partialziele genutzt wird, die für das Ganze unseres Schulsystems gar nicht wünschenswert oder zumindest umstritten sind. Daß in dieser Hinsicht größte Wachsamkeit angebracht ist, mögen die folgenden Paradoxa belegen:

- *Das Lehrpersonal an Schulen und Hochschulen ist überaltert.* Krankenstände und Frühpensionierungen sind umkehrt proportional zur Besoldungsgruppe. Aus Finanz- und Nachwuchsmangel erhöht man trotzdem allorten den Leistungsdruck. Es liegt auf der Hand, daß damit der Kranken- und Arbeitsunfähigkeitsstand zusätzlich belastet wird. Statt zu überlegen, wie man die Müden und Kranken unter den älteren Lehrern so entlastet, daß sie möglichst lange aktiv bleiben, hat man lediglich die Frühpensionierung erschwert. Diese Maßnahme macht nur Sinn, wenn sie von der Unterstellung ausgeht, es seien bisher ungewöhnlich viele Simulanten durchgeschlüpft. Wie berechtigt eine solche Unterstellung war, braucht gar nicht diskutiert zu werden. Sie belastet jedenfalls die Berufsgruppe der Lehrer und die verantwortlichen Aufsichtsbehörden pauschal, und sie wirkt dementsprechend destruktiv auf das Arbeitsklima. Zum Dienst gezwungene Lehrer, die eigentlich zu müde sind, um weiter zu machen, sind keine guten Lehrer. Selbst Wirtschaftsunternehmen, die für die Renten ihrer Mitarbeiter nicht aufkommen müssen, haben längst erkannt, daß sich Leistungsdruck nur bei motivierten Mitarbeitern rechnet. In unserem Schulsystem wird pausenlos über die Motivation der „Kunden“ (Schüler) lamentiert, den Bediensteten hat man stattdessen die Altersermäßigungen und sogar die goldene Uhr zum 40. Arbeitsjubiläum gestrichen.
- *Der Fisch stinkt vom Kopf, sagt der Volksmund.* Schulleitungen und -behörden rekrutieren ihr Personal aus der Lehrerschaft unter tatkräftiger Mithilfe von Schulträgern, Parteien und

Verbänden. Hochschulen holen ihr Lehrpersonal aus Scientific Communities, in denen tiefsinnige Veröffentlichungen, Tagungspräsenzen und Drittmittelrekrutierungen den Ausschlag geben. Kultusminister stammen aus Parteien, Sportvereinen oder Hotelfachschulen. Kein Lehrer kommt in eine höhere Funktion und Besoldungsgruppe, weil er gut unterrichtet (es wäre auch widersinnig, ihn da abziehen, wo er am meisten leistet), er oder (besser:) sie muß sich vielmehr um das Schulprofil, um Fernreisen, um Nachmittagsbetreuung, Verbands- oder Partearbeit verdient gemacht haben. Wer befördert ist, gilt kraft Amtes als begnadetes Naturtalent, darf Klassenbücher kontrollieren und Kollegen aller Fächer beurteilen. Bessere Stellungen werden ausschließlich mit ungelernten Arbeitsanteilen jenseits des Unterrichts legitimiert, obwohl es sich oft nur um niedere Verwaltungstätigkeiten handelt, für die anderswo im öffentlichen Dienst entsprechend niedrige Gehälter bezahlt werden. Kurz: Im angeblichen „Dienstleistungsunternehmen“ Schule sind Ansehen, Entscheidungsbefugnis, Beurteilungskompetenz und Einkommen umgekehrt proportional zum Anteil gelernter Arbeit.

- *Die sog. Verrechtlichung der Schule ist keine*, weil sie im wesentlichen nicht gesetzlich, sondern auf dem Verordnungsweg intern reguliert ist, keiner Kontrolle durch die Legislative untersteht, und nur subsidiär der Judikative. Das Personal besteht aus bediensteten Alimentations- und Beihilfeempfängern, die sich traditionell nicht als Arbeitnehmer, sondern als Idealisten und Staatsdiener verstehen mit nach oben völlig offenem, nur zum kleinen Teil produktorientiertem Arbeitsvolumen. Ihr normaler Ausbildungsgang, ihre dienstliche Stellenzuweisung und Sozialvorsorge schränken Arbeitsplatzwechsel stark ein und verhindern Berufswechsel fast vollständig. (Das das nicht so sein müßte, beweist das – teure, aber imagewirksame – schweizer Modell der Gymnasiallehrausbildung: Diplomierte Fachwissenschaftler mit pädagogischer Zusatzausbildung schließen normale Arbeitsverträge mit den Schulen oder Schulträgern.) Im Gegensatz zu den NL gibt es betriebliche Mitbestimmung im deutschen Schulwesen allenfalls partiell. In NRW gibt es Personalräte nur auf Bezirksebene. Die Identifikation mit den Unternehmenszielen erfolgt nicht über verhandelbare Arbeitslöhne, Ertragsbeteiligungen oder Mitbestimmung, sondern über theoretische Konstrukte wie Kindeswohl, Jugendarbeit, Erziehungsauftrag oder Bildungsaufgabe.
- *Es gibt keine echte Qualitätskontrolle, wenn es an Zielklarheit und Qualitätsstandards fehlt.* Wo Schulaufsicht vor Ort überhaupt ernsthaft, d.h. unangekündigt, stattfindet, da werden in der Regel Erwartungen, die über Reibungslosigkeit und Verwaltungszwecke hinausgehen, im nachhinein und mit modischen Schlagwörtern aus der Allgemeinpädagogik formuliert. Das bezieht sich in aller Regel weniger auf die komplexen Betriebsziele des öffentlichen Schulwesens als auf angeblich „gesicherte“, naturgemäß aber perspektiv verengte empirische Befunde oder sog. „wissenschaftliche Erkenntnisse“, die Theorien mit Tatsachen verwechseln. Im Großen erfolgt die Zieldefinition, wenn überhaupt, meist ebenso eklektisch: Internationale Vergleichsuntersuchungen wie TIMSS müssen sich am internationalen Durchschnittscurriculum orientieren und verlieren an Validität, wo sie länderspezifische Ziele berücksichtigen. Die bildungspolitische TIMSS-Folgen-Diskussion hat aus der Not eine Tugend gemacht, indem sie unter dem Motto „internationale Wettbewerbsfähigkeit“ stillschweigend das als Ziel unterstellte, was TIMSS getestet hat – im wesentlichen nur trainierbare „skills“ und jährliche „Kompetenzzuwächse“ ohne Rücksicht auf Präsenz der Testinhalte im vorausgegangenen Unterricht. Die PISA-Aufgaben machen das besser, indem sie Problemlösungen in offeneren Anwendungssituationen verlangen, aber der Testaufwand zwingt zu Zeitdruck und Vergleichbarkeit der möglichen Lösungen, so daß letztendlich wieder nur auf gewisse „skills“

abgehoben wird – diesmal auf utilitaristische. Externe System- und Qualitätskontrollen, etwa durch die Legislative, durch unabhängige „Boards of Education“ wie in GB, durch Lehrer-TÜVs wie in der DDR oder durch zentrale Aufnahme- statt Abgabepfahrungen wie in PL werden abgelehnt.

- *Qualifizierte und teure Arbeitskraft wird im großen Stil vergeudet.* Noch gibt es eine – wenn auch abbröckelnde – bildungspolitische Mehrheitsmeinung, die die Hochschulen als die rechten Orte für die fachliche Grundausbildung der Lehrerschaft ansieht. Diese Auffassung stammte ursprünglich neben standespolitischen Emanzipationsbewegungen aus wohlbegründeten staatspolitischen, sozialen und bildungstheoretischen Erwägungen, die heute kaum noch erinnert oder wichtig genommen werden – man denke nur an einst brisante Schlagwörter wie Emanzipation des Bürgertums, Contrat Social, Demokratisierung, Trennung von Kirche und Staat, Generationenvertrag, Sozialpflicht, Chancengleichheit oder Wissenschaftsorientierung. Man ließ sich diese Schulzwecke einiges kosten, bildete schließlich die gesamte Lehrerschaft des allgemeinbildenden Bereichs akademisch aus und besoldete sie entsprechend hoch aus Steuergeldern. Ein so entstandenes und über Idealismen, Tradierung und Beamtentum sozial stabilisiertes „Unternehmen“ muß paradox erscheinen, wenn man am Ende einer zweihundertjährigen Entwicklung plötzlich fragt, inwiefern es sich „rechne“. Wo es primär um meßbare Outputs geht, z.B. um effiziente Vermittlung von Wissen und Können, da ist der erhebliche Einsatz von Akademikern für Verwaltungs-, Ordnungs- und Betreuungsaufgaben schlicht Ressourcenverschwendung, zumal die genannten Aufgaben amateurauf erledigt werden müssen und die professionelle Konzentrationsfähigkeit unvermeidlich leidet. In Frankreich und in den USA gibt es dafür eigenes Verwaltungspersonal: Versäumt ein Schüler seine Pflichten oder stört er den Unterricht, dann bekommt er einen vorgedruckten Laufzettel und wird damit aus der Klasse zum Ordnungsdienst geschickt. Wo es um professionellen Unterricht geht, da ist es auch Zeit- und Kraftvergeudung, wenn sich die Lehrer zu den Schülern bewegen und dann im vorgefundenen Ambiente motivieren, lehren und prüfen müssen. Das angelsächsische Fachraumsystem hat zumindest die Vorteile, daß die Lehrer einen vernünftig ausgestatteten Arbeitsplatz in der Schule haben, ihren Verwaltungsapparat nicht herumschleppen müssen und auf pfleglicher Behandlung „ihres“ Arbeitsraums und „ihrer“ Materialien bestehen.
- *Das Gerede über „Schulleistungen“ setzt falsche Akzente.* Schülerleistungen werden nach innersystemischen Maßstäben teils „gemessen“, teils durch sachkundige Beurteilung festgestellt. Die sachkundige Beurteilung erfolgt nach pflichtgemäßem Ermessen und beruht auf professionellem Wissen, einschlägiger Berufserfahrung, pädagogischem Takt und Bereitschaft zur Selbstkritik. Ökonomische Aspekte spielen bei Leistungsbewertungen in der Schule eine allenfalls nachgeordnete Rolle hinter akademisch definierten Schulfächern, tradierten Ritualen und aktuellen Verwaltbarkeitsinteressen und -maßgaben. Da Schülerleistungen nicht bezahlt werden, jedenfalls nicht von ihrem „Arbeitgeber“, ist die in der heutigen Öffentlichkeit übliche Assoziation von „Leistung“ mit ökonomischem Wert in der Schule nicht wirklich gedeckt. Das wird als durchaus unbefriedigend empfunden, wie Schüler- und Lehrerwünsche zeigen, selbst ärmlichste Arbeitsprodukte oder Projektergebnisse öffentlich zu präsentieren und an Eltern zu vermarkten. Schon die Präsenz von Schülern an ihrem „Arbeitsplatz“ soll künftig – nach bedauerlicher Einmütigkeit zwischen den Parteien – über Werbung von Sponsoren vermarktet und über das Schulprofil bewirtschaftet werden. Die ökonomische Verwertung von Schülerleistungen steht aber im gefährlichen Widerspruch zum Generationenver-

trag, auf den jedes demokratische Staatswesen angewiesen ist: In der öffentlichen Schule darf und muß jeder Jugendliche auf Kosten von Steuerzahlern gebührenfrei, fehlertolerant und nachhaltig lernen, um *nach der Schulzeit* selbstbestimmt, einkommenswirksam und sozial verpflichtet leisten zu können.

Auch wo man den Schulleistungsbegriff vor ökonomischen Verwertungsinteressen bewahren kann, belastet er effizientes Lernen zunehmend, weil er mit dem Schlagwort „Demokratisierung“ die Akzente vom Lernen zum reproduktiven Leisten verschiebt. Die Feststellungsfrequenzen für Schülerleistungen wurden im Interesse von „Transparenz“ zunehmend erhöht, und die Erweiterung von Schüler- und Elternmitspracherechten verlangte ebenso zunehmend nach formaler Offenlegung, Gleichschaltung und „Objektivierung“ der Beurteilungsmaßstäbe. Dieser Trend wurde von Gerichten, Schulverwaltungen, Presse und Bildungspolitik aus jeweils spezifischen Eigeninteressen unterstützt.

Dabei müssen jedesmal komplexe professionelle Urteile vor Laien gerechtfertigt werden. Nun kann man professionelle Urteile umso problemloser offenlegen, je mehr man sie (wenigstens vorgeblich) auf zähl- oder meßbare Kriterien stützen kann. Die Offenlegung wird heikel, wenn ungewöhnliche Urteile aus Erfahrung, pädagogischen Intentionen oder Abschätzungen von Entwicklungschancen stammen. Daraus folgt: Je mehr in der schulischen Leistungsbewertung auf Objektivierung und Offenlegung der Maßstäbe gedrängt wird, desto mehr Urteile werden auf „objektive Maßstäbe“ wie etwa Vergleichstests oder vordefinierte Punktraster gestützt und nicht mehr am individuellen Lernprozeß orientiert. Das entlastet zwar die Lehrer von persönlicher Verantwortung für ihre Urteile, aber es entprofessionalisiert sie, und es belastet den pädagogischen Bezug zwischen Lehrern und Lernern². Schriftlich fixierte Leistungen, ausgeklügelte Punktsysteme und externe Tests bekommen ein höchst fragwürdiges Übergewicht, weil sie das Lernen konterkarieren, indem sie kurzfristig antrainierbares Wissen und Können tendenziell über das Selberdenken, Herausfinden, Ausprobieren und Lernen aus riskierten Fehlern stellen. Instabile Eigenentwicklungen und Inkubationszeiten sind nur noch schadlos, wenn sie zwischen den Leistungs„messungen“ abgeschlossen werden können, und das hat natürlich Rückwirkungen auf die Unterrichtsführung und auf die Unterrichtsschwerpunkte zwischen den Meßpunkten. Mündliche Leistungen, die nun einmal schlecht „meßbar“ und kaum objektiv beurteilbar sind, bekommen eine schönfärberische Korrekturfunktion, die in eine Noteninflation mündet und gedankliche Versuche der Schüler mehr schwächt als stärkt. Objektive Leistungs„messung“ setzt außerdem etwas voraus, das schulischem Lernen und der allgemeinen Lebenserfahrung gründlich widerspricht: Das einschlägige Leistungsvermögen muß zu jedem Bewertungszeitpunkt als kurzfristig stabile Eigenschaft jedes Schülers gelten können, und diese Eigenschaft muß sich zum Bewertungszeitpunkt in beobachtbarem Verhalten niederschlagen. Es ist offensichtlich, daß echte Bildungswirkungen, d.h. langfristig wirksame Verbesserungen von Fähigkeiten, Dispositionen und Haltungen, so weder erfaßt, noch gewürdigt werden können. Objektivierter Leistungsmessung verschiebt die schulischen Akzente zugunsten reiner Vermittlung von positiven Wissens- und Könnensreproduktionen, d.h., objektivierter Leistungsmessung entwertet den Gesellschaftsnutzen öffentlichen Unterrichts. Der „Dienstleister“ Schule sollte Leistungen an Schülern erbringen und deren Wirkung beobachten, beurteilen und konstruktiv verbessern. Objektive Leistungsmessung ist nicht Sache des Dienstleisters, sondern seiner „Kunden“ bzw. Abnehmer.

² Näheres zum Stichwort „pädagogischer Bezug“ s. Fußnote 1.

Folgerungen für den heutigen Mathematikunterricht

Während der rund zweihundert Jahre öffentlichen Schulwesens in Deutschland hat der Mathematikunterricht es immer geschickt verstanden, sich teils als Amphibium, teils als Chamäleon zwischen den Extremen Formalbildung und Utilitarismus durchzuschlagen. Diese Strategie hilft ihm jetzt nicht mehr weiter, weil sich seine utilitaristischen Potentiale jenseits des bürgerlichen Rechnens in randständigem, technisch z.T. überholtem Spezialwissen erschöpfen (Vermessungswesen, Extremwertaufgaben, Kurvenschardiskussionen, Würfelbudenstochastik, Geraden- und Ebenenschnitte in der Linearen Algebra) und weil seine Formalbildungsversprechen von ökonomisch geprägten Leistungsmessungen schlicht ignoriert werden müssen. Ob und inwiefern der heutige Mathematikunterricht „effizient“ sein und noch „effizienter“ werden kann, hängt von den Betriebszielen des öffentlichen Schulwesens ab.

Diese Betriebsziele sind, die oben aufgezählten Paradoxien belegen es, nur zum kleinen Teil rational begründet. „Die Schule“ ist innerhalb des staatlichen Beamtenapparats als spezifische Subkultur historisch gewachsen, und was „die Schule“ ausmacht, besteht zum großen Teil aus tradierten, halbbewußten Understatements, die von einem „Schulwesen“ aus diversen heterogenen Überbauten an (neuerdings) sog. „Unterstützungssystemen“ eklektisch fortentwickelt werden. Die ursprünglich auch zur Unterstützung der Unterrichtspraxis eingerichteten Subsysteme des öffentlichen Schulwesens haben sich gemäß der von Parkinson bis Luhmann beschriebenen Natur aller Subsysteme von Großbetrieben entwickelt: Sie haben expandiert, immer größere Teile ihrer Leistungsfähigkeit auf die eigene Verwaltung verwenden müssen und schließlich ihre Dienerrolle durch Aufwertung ihrer Eigenbedeutung überwunden, indem möglichst viele Zulieferungsfunktionen in Steuerungsaufgaben umdefiniert wurden. Jedes hinreichend große Subsystem tendiert zur Verselbständigung; es entwickelt Corpsgeist, naheliegenderweise indem es die eigene Prosperität bewußt oder unbewußt zum obersten Betriebsziel macht. Das oberste Ziel der Mathematiklehrausbildung in der ersten Phase ist die Prosperität des ausbildenden Hochschulbetriebs, d.h. die Förderung der fach- und erziehungswissenschaftlichen sowie fachdidaktischen Forschung unabhängig von deren Praxisrelevanz. In der zweiten und dritten Phase geht es zuallererst um den Fortbestand der Seminare und Fortbildungseinrichtungen. Das oberste Ziel eines Kultusministeriums ist seine öffentliche Reputation, das oberste Ziel der Schulaufsicht die reibungsfreie Schulaufsicht, das oberste Ziel der Bildungspolitik Pressepräsenz, das oberste Ziel ertragsorientierter Verlage heißt Auflage, das der TV-Medien „Quote“... usw.

Um staatliche Subsysteme rasch und effizient aufbauen zu können, mußten sie von vornherein ansehensmäßig hervorgehoben und besser bezahlt werden. Sie waren dementsprechend attraktiv für besonders aktive, flexible und ehrgeizige Mitglieder des vorgefundenen, eigentlich zu unterstützenden Systems. Im Fall des Schulwesens lockten viele Verwaltungs- und einige wenige Universitätsposten, so daß zur ursprünglichen Definition des Betriebsziels, nämlich verlässliche Untertanen, Staatsbeamte und technische Offiziere heranzuziehen, eine im 19. Jh. konsistente Motivation der Bediensteten kam. Der im 19. Jh. kanonisierte Mathematikunterricht an öffentlichen Schulen und Hochschulen läßt sich hier nahtlos einordnen: Die Betonung von klassizistischen „Grundlagen“ der Reinen Mathematik auf Kosten ihrer Erkenntnismotive, die Disziplinierung durch Exaktheit, Strenge und Formalismen, die Leistungsmessung nach Fehlerquoten u.v.a.m. empfahlen den Mathematikunterricht zunächst nach dem Lateinunterricht, später an seiner Stelle

als Hohe Schule der Bürokratie.³ Mathematik wurde auf diesem Weg zum Hauptfach und stellt heute – jedenfalls im flächendeckenden Durchschnitt – das letzte „Auslese“fach dar.

Dieser Ansehenserfolg bot dem Mathematikunterricht und der universitären Lehrerausbildung – leider, wie wir heute erkennen müssen – auch die Möglichkeit, sich den demokratischen Wendungen des 20. Jhs. nur oberflächlich anzupassen, etwa durch unterrichtsmethodische Anleihen bei der Reformpädagogik, durch buntere Aufgabenplantagen und Schulbücher oder durch allerlei zeitgeistkonforme Wortschöpfungen. Über das Verhältnis der klassizistischen Unterrichtsinhalte und über mögliche Beiträge des Mathematikunterrichts zur (später demokratischen) „Volksbildung“ bzw. „Volkserziehung“ ist stoffdidaktisch erst im Kaiserreich und in der Weimarer Republik zaghaft nachgedacht worden (Schellbach, Gallenkamp, du Bois-Reymond, Ingenieurbewegung, Kerschensteiner, Meraner Reformen, Kanitz⁴), seitdem nur noch an der unterrichtsmethodischen Oberfläche. Der landläufige Mathematikunterricht, der seit TIMSS mit Krokodilstränen beklagt wird, ist sowohl von seiner innersystemischen Tradition als auch von seiner wissenschaftlichen Personalausbildung her auf Disziplinierung nach bürokratischem Muster angelegt, weil seine zentralen Denkansätze auf Bestätigung vorgefundenen Wissens angelegt sind, sei es durch dessen nachträgliche und oft kritiklose Anwendung, sei es durch ein ritualisiertes „Beweisenmüssen“: 1. Da gibt es noch folgendes zu lernen, und das macht man so... 2. Dies und jenes gibt zu folgender Definition Anlaß; und nun können „wir“ oder Sie den folgenden Satz beweisen. 3. Berechnen Sie x , wenn dies und das gegeben sind. (Der Duden hat hier sicherheitshalber die Ausrufungszeichen erlassen, sonst wären vielleicht die vielen Imperative irgendwann irgendwem unangenehm aufgefallen.)

Der künftige Mathematikunterricht muß mit zwei problematischen Erbschaften zurecht kommen:

- 1. Er leidet – wie viele andere Unterrichtsfächer auch – am Mangel von solchen Betriebszielen für das öffentliche Schulwesen, die die Finanzierung aus Steuergeldern dauerhaft und krisenfest rechtfertigen könnten.*
- 2. Seine Substanz besteht größtenteils aus tradierten „Grundlagen“ der Reinen Mathematik jenseits des Schulhorizonts, die im 19. Jh. staats- und betriebskonform durchbürokratisiert und im 20. Jh. lediglich umetikettiert wurden.*

Der Versuch der New Math-Bewegung in den siebziger Jahren, den alten „rein“-mathematischen Grundlagen-Ansatz fortzuschreiben, indem durch Anreicherung mit Grundstrukturen zugleich mehr gesellschaftliche Nutzbarkeit und demokratischer Durchblick durch Reine Mathematik verheißen wurde, darf als historisch gescheitert angesehen werden. Durch den Vormarsch der Computer und Digitalmedien einerseits und durch die inzwischen allgegenwärtigen ökonomischen Evaluationsdrücke andererseits gewinnen in den Hochschulen Angewandte Teildisziplinen wie Stochastik, Numerik, Diskrete oder Technomathematik so mächtig an Gewicht, Personal und Ressourcenverfügung, daß sich auch das traditionell formalistische Selbstverständnis der Reinen Mathematik zumindest nutzenorientiert präsentieren muß (Zahlentheorie - Kryptologie; Algebra und Topologie - Quantenfeldtheorie; Analysis - Dynamische Systeme usw.). Dabei zeigt sich leider in aller Regel, daß einerseits bedeutsame technologische oder wirtschaftliche Nutzbarkeiten der sog. Reinen Mathematik sehr weit von ihren schulisch erreichbaren „Grundlagen“ entfernt liegen und daß andererseits die Grundlagen und Sichtweisen der Reinen Mathematik für Anwendungsprobleme nicht ausreichen, weil sie zu eng und oft zu schwerfällig sind. (Als Galileis Schieß-

³ Eine ausführlichere Begründung für dieses Urteil findet sich in meinem Aufsatz....

⁴ Für Einzelheiten s. wieder Fußnote 1.

parabeln in der Praxis versagten, konnte man sie freilich immer noch zum Lehr- und Prüfungsstoff der Offiziere machen – die schossen ja nie selbst mit den Kanonen; vgl. auch das Harnisch-Zitat oben.)

Künftiger Mathematikunterricht?

Es wäre sicher naiv, auf eine amtliche oder gar gesellschaftspolitisch konsensfähige Definition der Betriebsziele für das steuerfinanzierte öffentliche Schulwesen zu warten. Eine gewisse Bereinigung der öffentlichen Meinung über den Sinn von Schulen ist vielleicht am ehesten von der Kommerzialisierung der Teilbereiche oder „Bildungsmodule“ (Bundespräsident Herzog) zu erwarten bzw. zu befürchten, die größere Gewinne als Nachhilfe- oder Juku-Schulen versprechen. Auf diese Bestrebungen, die sich vielleicht am deutlichsten in diversen Einflußnahmen der Bertelsmann- und Holzbrinckstiftungen, der Industrie- und Wirtschaftsverbände sowie auf dem Medienmarkt zeigen, soll hier nicht weiter eingegangen werden, weil sie naturgemäß nur auf „Verfügungswissen“⁵ zielen, d.h. auf nutzenorientierte Ausbildung, nicht auf Volksbildung mit Sozialbindung.

Wie auch immer ein künftiger Gesellschaftsvertrag über das öffentliche, d.h. steuerfinanzierte und gegenüber Partialinteressen neutrale, Schulwesen aussehen mag, er wird Schule als Gemeinschaftsaufgabe nicht nur an der wirtschaftlichen Prosperität des Landes festmachen können, sondern auch den Gesellschaftsfrieden über demokratische Grundwerte und sozial begründete Pflichten absichern müssen – und sei es nur, um die staatliche Ordnungsgewalt bezahlbar zu halten. So läßt sich denn wenigstens gegen den o.g. zweiten Hauptmangel des öffentlichen Mathematikunterrichts etwas tun, um seine Substanz im Rahmen des nichtkommerziellen Systemteils „zukunftsfähiger“ zu machen. Dazu in der gebotenen Kürze nur zwei Thesen, die anschließend näher erläutert werden sollen:

1. *Der öffentliche Mathematikunterricht kann an „Zukunftsfähigkeit“ gewinnen, wenn er seine „Bottom-up“-Sichtweise zugunsten von „Top-down“-Ansätzen reduziert.*
2. *Der öffentliche Mathematikunterricht kann an „Zukunftsfähigkeit“ gewinnen, wenn er große Teile seiner tradierten Substanz (nicht alles!) in „formaler Anwendungsorientierung“ lehrt.*

Mit „Top-down“-Ansätzen ist nicht nur Problem- oder Projektorientierung gemeint, sondern eine Grundauffassung von (Schul-) Mathematik, die Erkenntnis- und Aufklärungsmotive ostentativ über technisches Detailwissen und -können stellt. Wer einsieht, was das schriftliche Rechnen, Verhältnisse, die Formelsprache, quadratische Terme und Trigonometrie, das Trägheitsprinzip, die linearen Approximationskalküle der Analysis oder statistische Modelle für Massendaten in der heutigen Welt leisten sollen oder mit spürbaren Folgen für die Gegenwart geleistet haben, der wird – eher und natürlich in persönlichen Maßen – bereit sein, die Unterrichtsgegenstände als sinnvoll zur Kenntnis zu nehmen, sich in manches zu vertiefen, sich einiges an Detailwissen und -können anzueignen. Wer wissen will, wie man Auto fährt, programmiert oder eine Steuererklärung ausfüllt, der lernt das sehr rasch. Zumindest wäre es endlich gesellschaftlich legitim, allen Schülern Kenntnisnahmen und ein bescheidenes Maß an vorbereitendem Training für weitere Kenntnisnahmen zuzumuten – notfalls auch unter Sanktionsandrohung aufzuzwingen.

⁵ Der Ausdruck stammt von J. Mittelstraß: Wissenschaft als Lebensform. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1982.

Es ist ja keineswegs so, daß die oben kritisierten „tradierten Grundlagen“ der klassischen Mathematik selbst überholt wären. Sie müßten nur aus ihrer schulischen Blickverengung befreit werden. Sobald man die Komplexität echter Problemfelder Schülern nicht vorenthält, sondern mit ihnen oder wenigstens vor ihren Augen drastisch reduziert und nach heuristischen Erklärungs- oder Lösungsmustern sucht, dann finden sich die „alten“ Grundbausteine bald in vielen aktuellen Verwendungsweisen oder Fragestellungen der Mathematik als Grundmuster wieder, zumindest als grobe Näherungsmodelle. Das ist zwar nicht trivial, weil wir anders ausgebildet wurden, aber es ist durchaus spannend und an vielen Stellen nicht nur möglich, sondern als Glaubwürdigkeitsnachweis für die Behauptung Schülern gegenüber notwendig, es handle sich um allgemeinbildendes und deshalb allgemeinverbindliches Grundlagenwissen unabhängig von irgendwelchen späteren Studienfächern.

Wissen ist nicht an sich wertvoll, es muß dem, der es sich mühsam aneignen soll, etwas bedeuten. Nehmen wir ein mathematisches Beispiel: „Das“ Wissen über Parabeln war vermutlich bei den Reinen Klassikern wie Euklid und bei den Astronomen wie Apollonios essentieller Bestandteil von Erkenntniszielen im Großen. Es ging um Erkenntnis an der damaligen (Spitzen-) Forschungsfront. Bei Kepler und Newton stieg es zum „Orientierungswissen“ auf, um es wieder mit Mittelstraß auszudrücken: Parabeln waren den Fachleuten inzwischen geläufig genug, um sie soweit zum Normaltyp für alle gekrümmten Bewegungen im Universum zu machen, daß nicht mehr die Parabelform (unter Gravitationseinfluß) erklärungsbedürftig schien, sondern jede bemerkenswerte Abweichung von dieser Form. Parabeln dienten fortan als Orientierungsmittel für Bewegungsformen, während sie in anderen Bereichen technisches Bezeichnungs- und Verfügungswissen blieben, etwa als ebene Schnitte von Lichtkegeln, als Brücken- oder als Spiegelformen. Die gestaltlichen Metamorphosen zwischen den (Licht-) Kegelschnittformen führten wiederum zu der Vermutung, daß zwischen den Standardtypen von Planetenbahnformen ein nicht nur rechnerische, sondern substantielle Gestaltverwandtschaft besteht. Im Rahmen höherer Geometrien wurde seit dem 19. Jh. denn auch immer wieder versucht, daraus neues „Orientierungswissen“ zu machen (Projektive Geometrie, Differentialgeometrie, Relativitätstheorie). Die Erfolge blieben aber bis heute Fachleuten vorbehalten.

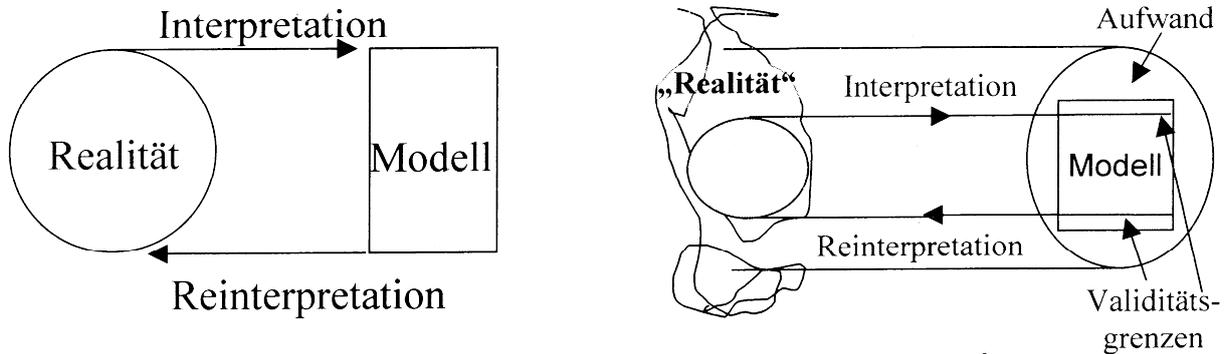
Für die Allgemeinheit ist eine andere Entwicklung bedeutsamer: Das Wort „Parabel“ hat auf dem geschilderten langen Weg nebenher eine übertragene, sogar selbstreferentielle Bedeutung als lehrhaft erzähltes Gleichnis gewonnen. Da wir grundsätzlich etwas mit unserem Verstand begreifen, indem wir etwas Vertrauterer vergleichsweise an seine Stelle setzen, lebt unser Bewußtsein bis hin zur Sprachschöpfung von Metaphern⁶, und indirekte Lehrstücke mit Entwicklungen, d.h. sich in der Zeit entfaltende Gleichnisse, nennt man Parabeln. „Orientierungswissen“ stellt besonders weitreichende und schlagkräftige Metaphern bereit. Da nun Bewegungsmetaphern besonders knapp sind, bietet es sich heute an, das technische Bezeichnungs- und Verfügungswissen über Parabeln wieder zum (notwendig fächerübergreifenden) Orientierungswissen zu machen, indem man von der übertragenen Beutung (z.B. bei Norman Mailer) ausgeht und parabelförmige Bewegungen als Symptom für das Vorhandensein einer ideal konstanten „Kraft“wirkung deutet, wobei dann zu spekulieren ist, was „Kraft“ jenseits physikalischer Bedeutungen heißen mag (z.B. in ökonomischen Zusammenhängen oder bei Leistungsentwicklungen).

Auf weitere, ausführlichere Beispiele muß hier leider verzichtet werden, weil sie regelmäßig tief ins Detail und in allerlei Geschmacksfragen führen würden. Daher zum ersten Punkt nur noch soviel: Der „Bottom-up“-Standpunkt, nach dem vielenorts immer noch Mathematiklehrer von Ma-

⁶ vgl. etwa J. Jaynes: Der Ursprung des Bewußtseins. Reinbeck: Rowohlt 1988.

thematikprofessoren ausgebildet werden, ist anachronistisch. Die Welt, in der unsere Schüler aufwachsen, wird nicht von ihnen schrittweise aus Grundbausteinen – gleichsam wie bei Pestalozzi vom Kinderbettchen im familiären Nahraum über Hof und Dorf bis zur Stadt und Reise-weltkugel – erkundet oder gar subjektiv konstruiert, sie ist in ihren ganzen Komplexitäten immer schon im Fernseher des Kinderzimmers und hinter den Auto- oder Flugzeugscheiben präsent und fordert mit allerlei Verführungskünsten permanent zur konsumptiven Aneignung auf. Verständnis, s. das Harnisch-Zitat oben, Verständnis kommt – vielleicht – hinterher, wenn's sein muß und sich zu lohnen scheint. Das ist nicht nur die alltägliche Auffassung Jugendlicher, sondern es ist auch der wörtliche Sinn von „Aufklärung“, und es ist derselbe Weg, auf dem der größte Teil unseres mathematischen Wissens, Könnens und Verstehens herausgefunden wurde, einschließlich der sog. „Grundlagen“. Die Schulmathematik muß ihren Schülern deutlich machen, daß sie Komplexes mit einfachen Mitteln aufklären oder wenigstens ausleuchten kann. Gelingt ihr das, so darf sie Grundlagenwissen und -können verlangen. Gelingt es ihr nicht, dann wird ihre Zukunft genau so viel wert sein, wie es die Nachfrage nach Bürokraten bestimmt. Mathematische Wissenschaft als fern dahinreisendes Vehikel auf einem kilometerlangen Pfad auszugeben, auf dem die Schulmathematik die ersten Zentimeter gründlich besichtigt, nachmißt und bestaunen läßt, ist jedenfalls lächerlich und auf Dauer nur mit aufgesetzten Motivationsmäzchen in einem rigiden Apparat gegen Jugendliche vertretbar.

Ich komme zur zweiten These. Was meint hier „formale Anwendungsorientierung“? Das Adjektiv „formal“ soll andeuten, daß es um mehr und eigentlich auch um etwas anderes als die in ihren Begrenzungen sattem bekannte Parole von der „Anwendungsorientierung“ geht. Es ist wieder eine grundsätzliche Haltung gemeint, aus der heraus Mathematik an öffentlichen Schulen und – soweit die Lehrerausbildung betroffen ist – auch an Hochschulen gelehrt werden sollte. Es geht vor allem um eine veränderte Wertsetzung beim schulischen Mathematiktreiben, und zwar um eine Wertsetzung, die Angewandten Mathematikern und mathematischen Dienstleistern sehr viel geläufiger ist als den Reinen Hochschulmathematikern: Was Präzisionslösungen, Verfügungswissen, technisches Können oder exakte Argumentationen „wert“ sind, wird nicht mathematisch entschieden, sondern „von außen“. Was „gute“ Mathematik ist, erkennt man nicht an der Einhaltung logischer Regeln. Es mißt sich an aktuellen oder tradierten Problemen, Zielen, Wertsetzungen, gesellschaftlichen Bedürfnissen und am sozialen Spielregeln in „Scientific communities“.



Während das bekannte Bild auf der linken Seite suggeriert, man könne mit mathematischen Modellen Real- oder außermathematische Probleme technologisch auflösen, notfalls halt näherungsweise mittels Iteration, soll das rechte Bild daran erinnern, daß schon der betrachtete Wirklichkeitsausschnitt zwecks Beobachtung „begradigt“ werden muß und daß auch der innermathematische Modellapparat von Menschen bedient und von deren „Scientific community“ umrahmt wird. Tatsächlich findet die mathematische Arbeit gar nicht wertfrei außerhalb der gesellschaftlichen Wirklichkeit statt und unterliegt deshalb fortwährend teils denselben, teils zusätzlichen wertsetzenden Kontextuierungen, die eigentlich beobachtet, isoliert und durch die Mathematisierung berechenbar gemacht werden sollten.

Nach formalistischer Auffassung von Reiner Mathematik ist diese „Unschärferelation“, nach der Beobachtetes vom Beobachter zum Teil unkontrollierbar verändert wird, schlicht kein Problem der Mathematik selbst, sondern Angelegenheit ihrer Anwender. Nun hat es aber die allgemeinbildende Schule fast nur mit (potentiellen) Anwendern zu tun, und der Mathematikunterricht oberhalb des bürgerlichen Rechnens bemüht mathematisches Spezialwissen zu Formal- und Allgemeinbildungszwecken. Dazu kommt, daß der formalistische Standpunkt zwar die Reine Mathematik von den Unsicherheiten menschlicher Interpretationen und Wertungen entlastet, aber nicht die Reinen Mathematiker. Die formalistische Auffassung, nach der es im wesentlichen nur auf Korrektheit, Originalität und Komplexität ankommt, ist nur solange haltbar, wie in der Auseinandersetzung zwischen den Wissenschaftlern Wertsetzungen ausgeklammert werden können – bei Ressourcen-, Besoldungs- und Reputationszuteilungen geht das nicht mehr, und dann entscheiden plötzlich doch wieder Bedeutungs- und Wertsetzungen, die freilich aus wissenschaftspolitischen Gründen als „objektive“, fachimmanente Qualitätsunterschiede ausgegeben werden. Ob jemand, der keine formalen Mängel mitbringt, eine Mathematikprofessur bekommt und mit seinen Jüngern eine „Schule“ aufmachen darf, wird sozial entschieden, nicht wissenschaftlich. Kurz: Es ist Schülern gegenüber weder angemessen noch intellektuell redlich, Mathematik als etwas Platonisches, d.h. als etwas für sich Wertvolles, von mathematiktreibenden Menschen, von Zwecken und Zeitgeistern Unabhängiges, auszugeben. „Formale Anwendungsorientierung“ fordert demgegenüber, auch Reine Schulmathematik – wo immer möglich – als kontextuiert darzustellen und an verständlichen Erkenntnisinteressen zu messen.

Die folgenden Beispiele ersetzen kein neues Curriculum im geforderten Sinne und erst recht keine Umorientierung in der Lehrerausbildung. Sinnvolle Kontextuierungen und Erkenntnisziele sind auch erst noch dazu zu denken, aber es kann vielleicht angedeutet werden, in welcher Rich-

tung es mit dem Mathematikunterricht aufwärts gehen könnte und daß der einzelne Lehrer sich künftig nicht (nur) als dilettierender Vollzugsbeamter, Entertainer oder Eventmanager begreifen muß:

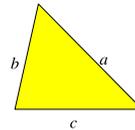
- Die folgenden Statements gelten gemeinhin als falsch:

$$123:45 = 3$$

$$3/5 + 2/7 = 5/12$$

$$(a+b)^2 = a^2 + b^2$$

$$a^2 + b^2 = c^2$$



$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha + \sin \beta$$

$$1,05^7 = 1,35$$

Ersetzt man jedesmal das Gleichheitszeichen durch „ \approx “, dann geht es nicht mehr um absolute Wahrheiten, um richtig oder falsch, sondern um abwägende Urteile, die sich auf jeweils sinnvolle Kontexte stützen müssen. (Im Fall der falschen Bruchaddition geht es um ein naheliegendes Struktur(miß)verständnis: Handelt es sich um Geschwindigkeiten, 3 km in 5 h usw., dann ist die Rechnung sogar richtig; ebenso wenn die Zahlenpaare nicht als Brüche, sondern – natürlich mit vertikalen Strichen – als Vektoren gedeutet werden. Im Fall des „falschen Pythagoras“ klärt erst das Korrekturglied im Kosinussatz die Hintergründe, nicht irgendeiner der fünfhundert Pythagoras-Beweise.)

- Aus guten psychologischen Gründen („operatives Prinzip“ der systematischen Aufgabenvariation) und wegen der fundamentalen Rolle, die diverse Variablenbegriffe für die (höhere) Mathematik spielen, wird in heutigen Grundschulen viel Wert darauf gelegt, die Schüler zum selbständigen Variieren von Aufgabenstellungen und Techniken anzuhalten (Nachbar- und Tauschaufgaben, Stützpunktaufgaben, halbschriftliches Rechnen usw.). Auch auf den weiterführenden Schulen sollte diese „emanzipatorische“ Tugend gepflegt werden. Aufgaben sind nicht gottgegeben, sondern von Menschen mit bestimmten Absichten formuliert. Schüler, die mit einer Aufgabe nicht klar kommen und/oder deren Absichten nicht durchschauen, sollten sich nicht gleich als „Versager“ bekennen und zur Ruhe setzen, sondern eigene Gedanken zu dieser Aufgabe äußern oder eine vermeintlich ähnliche Aufgabe formulieren, die sie lösen können. Statt „kann ich nicht“ sollte es heißen „ich kann (nur) das...“
- (Doppelt) Falsche Ansätze zeigen, wie man aus Fehlern Verbesserungen berechnen kann. Deshalb sollten sie ebenso wie Fehlerbetrachtungen (wieder) zum Standardmittel bei komplizierteren Aufgaben werden – und zwar von den Grundrechenarten an bis zur Regula falsi im Kontext der Differentialrechnung (Newton-Verfahren) und bis zur Simpson-Regel der Integralrechnung.⁷ Differential- und Integralrechnung beruhen entscheidend auf der Idee, mit einfachsten Funktionen zu rechnen (lineare, ganzrationale bzw. Treppenfunktionen) und lediglich die entstehenden Fehler scharf zu kontrollieren.
- Geschicktes Raten mit (evtl. iterierter) Fehlerverarbeitung sollte gegenüber exakt lösbaren Spezialfällen aufgewertet werden – und zwar von der p-q-Formel bis zur Taylorreihe. Wer das Integral einer rationalen Funktion mit Hilfe von gleichlangen Treppen bestimmt, der ignoriert alles, was er von der Form solcher Funktionen in der Differentialrechnung gelernt hat. Schon Fermat zeigte, daß geometrische Intervallteilungen viel angemessener sind und die fraglichen Integrale über die geometrische Reihe liefern. Es ist auch fragwürdig, ob das äquidistante Vor-

⁷ Näheres dazu in

gehen viel allgemeiner ist (es ist lediglich beweistechnisch bequemer – aber das spielt in heutigen Schulen kaum noch eine Rolle).

- Die Differentialrechnung lehrt, daß man Extremalstellen beliebig genau ausrechnen kann. Das ist der Höhepunkt der Kurvendiskussionen nach „Schema Eff-zwei-Strich“. Die Analysis lehrt, daß man das nicht braucht. (Weil sich die Zielfunktionswerte in der Nachbarschaft von Extremalstellen nicht bzw. kaum unterscheiden, reichen verfeinerte Wertetabellen oder „gezoomte“ Grafiken – jedenfalls für reale Extremalprobleme – aus.)
- Der Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung ist nicht deswegen tief, weil er Näherungsgedanken mit erratenen oder errechenbaren Stammfunktionen zudeckt, sondern weil er die näherungsweise Konstruktion und Berechenbarkeit von wichtigen differenzierbaren Funktionen liefert (Winkelfunktionen, Logarithmusfunktion, Normalverteilung usw.). Seine eigentliche Beweisschwierigkeit besteht nämlich in einer Konvergenzbetrachtung. Jeder unmittelbaren Anwendung der Integralrechnung liegen Approximationsvorstellungen zugrunde. Für Differentialgleichungen ist zwar der Integralkalkül (ein Stück weit) nützlich, aber die inhaltliche Bedeutung von Differentialgleichungen beruht oft genug doch wieder auf Approximationsideen – ganz zu schweigen vom weiten Feld all der praxiswichtigen Differentialgleichungen ohne geschlossen darstellbare Lösung.
- Die schulische Vektorgeometrie und Lineare Algebra kann vollständig an Beispielen (etwa zur Computergrafik) verstanden werden, wenn man sich angewöhnt, die Beispiele auf Verallgemeinerbarkeit zu prüfen. (Die Lineare Algebra braucht theoretische Begriffe erst für die qualitative Analyse allgemeiner Gleichungssysteme und Abbildungen, insbesondere für die Eigenwerttheorie.)
- Ausgleichs- und Interpolationskurven sind Vereinfachungen bzw. Ergänzungen durch „gestaltliche Ausmittelung“, und das bedeutet viel mehr als die „Kunst“, sie per Hand oder mit dem TI 92 ausrechnen (lassen) zu können. Für Schiffsrümpfe oder Karosserieentwürfe machen ganzrationale Interpolationen keinen Sinn, weil sie unerwünschte Beulen und Falten erzeugen. Bei den Korrelationen, mit denen Gesellschaftswissenschaftler gern argumentieren, wird nur zu gern verschwiegen, daß auf gewisse Standardkurven (meist einfache Geraden) Bezug genommen wird („Regression“) und daß die Bezugskurven wenigstens theoretisch eine sinnvolle „Normal“bedeutung haben sollten.
- Warum ist die Verteilung der Augensummen bei zwei Würfeln dreieckig, bei mehr Würfeln aber (immer) glockiger? (Wie berechnet man die Augensummen-Verteilung für fünf Würfel? Man „faltet“ vier Würfel mit dem fünften, und Faltung „glättet“ – wie unbestimmte Integrale es tun.)
- Wahrscheinlichkeiten, die uns angehen, sind subjektivistisch, d.h. als bedingte Wahrscheinlichkeiten (Bayes), zu verstehen oder wenigstens so zu interpretieren, weil wir die vorgefundenen realen Verteilungen prinzipiell nicht wissen können. Wie die übrige Mathematik auch, liefern Wahrscheinlichkeiten dem Anwender Entscheidungshilfen in Form von „Wenn-dann“-Aussagen. Das Besondere ist lediglich, daß hier die Unsicherheit der Modellannahmen nicht wegdiskutiert werden kann. Nicht einmal ob ein realer Würfel der Laplace-Verteilung gehorcht, kann man wissen. Man kann es nur annehmen und dafür vernünftige Gründe nennen. Zweifel bleiben erlaubt – und so sollte man es auch mit der übrigen Schulmathematik halten.

- Mittelwert-, Streuungs- und Engels Wahrscheinlichkeitsabakus (für einfache Markoff-Ketten) rücken das reflektierte Handeln und Manipulieren in den Vordergrund. Wie bei Simulationen in selbst entworfenen Modellen, bei der 3σ - oder der $1/e$ -Regel bleibt die Unsicherheit des Mathematiknutzers notwendig im Blick, seine persönliche und menschliche Verantwortung bzgl. der Reinterpretation von irgendwelchen Rechenergebnissen für die Realität.

Darum geht es, wenn Mathematik in allgemeinbildenden Schulen unmittelbar als sinnvoll erscheinen soll, und nicht immer nur für ein ungewisses Draußen, Oben oder Später.

Manuskript für

K. Röttel (Hrsg.): Mathematik nützlich und schön – vor 500 Jahren und heute. Bericht zum Symposium in der Fach- und Berufsoberschule Ingolstadt am Freitag, dem 19. Okt. 2001. Dort S. 85-112. Anschließend S.113-198 diverse Diskussionsbeiträge u.a. auch zu diesem Vortrag.

Hier eine meiner gesprächsweisen Ergänzungen zum obigen Vortrag (Gesprächsnotiz des Hrsg.):

b) Notiert aus Gesprächen

Gedanken, beim anschließenden Abendessen aufgeschnappt

1) Lehrer, die sich (auf eigene hohe Kosten) kompetent weiterbilden wollen oder gar Weiterbildung für alle treiben, werden durch die Schulaufsicht „bestraft“ (Unterricht muß in erschwerter Form nachgeholt werden) statt gefördert (Zuschuß, Lob). Kein Wunder, wenn Lehrer ihr Engagement verlieren.

*Behinderung
von Fortbildung*

2) Solange wir uns nicht von Großmäulern, Schaumschlägern und Kriechern befreien, bleibt alles beim Alten.

*Macht der
Unredlichen*

3) Wenn ich überzeugt bin, daß Computer für den Unterricht in meinem Fach nichts bringen, dann sollte ich solche auch nicht kaufen.

*Ehrliches Urteil
über Computer*

Umgekehrt: Wenn ich sie preise, sollte ich sie einsetzen und die besseren Resultate augenfällig ausweisen.

4) Wenn ich quadratische Ungleichungen lösen kann (auch verstanden habe, weshalb das Verfahren stimmt), werde ich dann beispielsweise als Politiker bei der (geschichtlichen) Wahrheit bleiben? – Oder werde ich durch die mathematische Schulung befähigt, das zu sagen und zu tun, das mir (!) Nutzen, Bekanntheit oder Orden bringt? – Sollte man dann als zusätzliches Lernziel „Lügen können“ in den Bildungskanon aufnehmen?

*Unterstützt
Mathematik
die Wahrheit
oder das Lügen?*

(Vgl. „Rhetorik“ im Lehrplan des Triviums früherer Jahrhunderte.)

Zu 4) gleich einen lesens- und überdenkenswertem Kommentar von Herrn Führer:

Das Lügenkönnen brauchen wir nicht zu lehren, das erledigen Zeitungen und Fernsehen besser.

Schwieriger ist die Frage, ob Mathematik eine moralische Komponente habe. Ich glaube, nein. Mathematik ist nur eine Aussageform, deren „Moralwert“ sich allenfalls dann zeigt, wenn Mathematik zwischen Menschen eine Rolle spielt, wenn also gewissermaßen die Prämissen in den mathematischen Wenn-dann-Aussagen mit semantischen Wahrheitswerten belegt werden. Dann allerdings, und das ist beispielsweise im Mathematikunterricht immer der Fall, dann allerdings, wenn Mathematik für die Einflußnahme von Menschen aufeinander benutzt wird, dann kann sich das Verbundsystem Mensch-Mathematik moralischen Kategorien nicht mehr entziehen.

Der Mensch, der Mathematik mit Folgen für andere Menschen benutzt, ist für seine Einflußnahme verantwortlich, und davon kann ihn irgendeine „ewige und darum wertfreie Wahrheit“ des mathematischen Inhalts nicht freisprechen. Er hätte ja auch schweigen können, und nichts tun. Rein mathematischer Inhalt und menschlicher Umgang mit diesem Inhalt sind zweierlei und beinahe unabhängig voneinander. Die „Deutsche Mathematik“ im Dritten Reich zeigte, daß mathematische Bildung allein keinerlei staatsbürgerliche Tugend bewirkt. Die einschlägigen Hoffnungen des großen Reformpädagogen Kerschensteiner haben sich also nicht erfüllt.

Aber auch die Hoffnungen der Herbarts und der von Humboldts, wenigstens mit vielseitiger Bildung und mit Erziehung zu „gleichschwebendem Interesse“ (später: demokratische Verantwortungsbereitschaft aufgrund von Allgemeinbildung) humane Grundhal-

tung anzuerziehen, haben sich zerschlagen: Göbbels gab das dramatischste Gegenbeispiel eines hochgebildeten Charakterschweins. Seitdem ist jeder automatische Zusammenhang zwischen Wissen, Bildung und Anstand unglaubwürdig. Man darf nicht nur Wissen vermitteln wollen und auf dessen positive Wirkung vertrauen, man muß auch dessen Zusammenhang mit humanen Haltungen glaubhaft machen können. Darauf ist besonders im Mathematikunterricht zu achten, weil gerade die (echte oder scheinbare) Unanfechtbarkeit der Mathematik zu allerlei unreflektiertem und daher besonders gefährlichem Wissenschafts-, Technologie- und Autoritätsglauben einlädt.

Mein Appell, Lehrer mögen sich (auch) der Verantwortung für die habituellen Wirkungen ihres Mathematikunterrichts stellen, scheitert oft an der – leider schon durch das Hochschulstudium – verbreiteten Ansicht, zumindest Reine Mathematik könne in einem politikfreien Raum betrieben werden und alles Politische am schulischen Mathematikunterricht sei von außerhalb des Klassenzimmers, von der Landesregierung, vom Parlament, von der Natur, vom gesunden Menschenverstand, vom Begabungsniveau o. ä. so eindeutig vorgegeben, daß man es selber nur noch professionell zu respektieren habe, aber weder anzuzweifeln noch zu thematisieren noch zu rechtfertigen oder gar zu bekämpfen. Von Systemveränderungsmentalität war die Rede, und davon, daß die Welt in Bayern noch in Ordnung sei. Das sind aber politische Wertungen – wessen Welt denn? –, und die taugen schon aus logischen

Gründen schlecht dazu, politikfreie Räume für den MU zu rechtfertigen.

Es mag in der Mathematik unabdingbare Wahrheiten geben, aber das Verbreiten von und das Handeln mit solchen Wahrheiten ist niemals unabdingbar und niemals „an sich wahr“. Viele Schüler spüren das sehr wohl, und das mag auch einer der Gründe für unser schlechtes Abschneiden in TIMSS und PISA sein: Aus Disziplinargründen erlaubt sich der MU ständig so ein bißchen intellektuelle Unredlichkeit: Wer's weiß, fragt; wer's nicht weiß, soll antworten (H. Gaudig, 1905). Wer nie was erfand, der lehrt das Erfinden (Anonymus in der Dt. Lehrerzeitung, 1825). Wer höhere Mathematik studiert hat, der weiß, wie und wozu man Jugendliche mit niederer Mathematik erziehen muß.

Lebenszeitbeamte propagieren den aufrechten Gang (Diskussion) und messen anschließend Leistung mit Fehlerquoten. Etc. pp.