

Hans-Dieter Sill

PISA und die Bildungsstandards

1. Vorbemerkungen

Als eine direkte Folge von PISA vollzieht sich in Deutschland ein Prozess der Entwicklung und Implementierung von so genannten Bildungsstandards. Dieser Prozess ist – angefangen von dem Bezug auf Initiativen der OECD, den politischen Dimensionen und den angewendeten Mitteln bis hin zu der radikalen Änderung von Plänen – in seinen Ausmaßen und Auswirkungen nur vergleichbar mit der Welle der „Neuen Mathematik“ in den 60er und 70er Jahren. Mit einem KMK-Beschluss von 1968 wurden damals, Orientierungen der OECD folgend, radikale Revisionen aller Lehrpläne aller Schulstufen und Schularten in Angriff genommen und von Bildungspolitikern unter dem Einfluss ihrer Berater mit institutioneller Macht entschlossen umgesetzt, trotz aller noch so gut begründeter Kritik von einigen Didaktikern und Mathematikern. „Die Lehrerschaft hatte zu folgen, ob sie wollte oder nicht.“ (Wittmann 2005, S. 6) 1976 wurden die KMK-Richtlinien nach massiven Protesten auch der Eltern wieder revidiert. Es hat aber nach der Einschätzung von Wittmann 15 bis 20 Jahre gedauert, bis der aus heutiger Sicht offensichtliche Irrtum wieder korrigiert werden konnte (S. 7). Heymann sieht als einen wesentlichen Grund für das Scheitern der Reform an, dass das Prinzip der kulturellen Kohärenz eklatant verletzt wurde (1996, S. 155).

Trotz äußerer Ähnlichkeiten gibt es aber erhebliche inhaltliche Unterschiede der aktuellen Bewegung zur New-Math-Welle. Als eine Konsequenz der Ausrichtung an der PISA-Philosophie ist ein wesentliches Merkmal der gegenwärtigen Aktivitäten die besondere Rolle, die man Leistungserhebungen zur Unterrichtsentwicklung beimisst. Hier werden nach meiner Auffassung trotz aller gegenteiligen Beteuerungen die international hinlänglich bekannten Effekte eines „teaching to the test“ missachtet. Lind (2003) stützt sich bei seinen kritischen Bemerkungen zur aktuellen Evaluationskultur auf die US-amerikanischen Erfahrungen bei der Durchführung von Schulleistungstests. Nach einer 2002 erschienenen Studie zweier renommierter US-Bildungsforscher kam es nach Einführung solcher Tests überwiegend

zu sinkenden Schulleistungen. Zudem stieg die Zahl der Sitzenbleiber und der vorzeitigen Schulabbrecher an. Der Unterricht verengte sich immer mehr auf die durch Tests vorgegebenen Inhalte und Lernformen. Es konnte sogar nachgewiesen werden, dass vergleichende Schulleistungstests soziale Benachteiligungen im Bildungssystem nicht bloß aufdecken, sondern verstärken oder gar selbst verursachen.

Auch Wittmann (2005) zitiert aus einem Artikel in der „Washington Post“, in dem festgestellt wird: „Jede Stunde, die damit verbracht wird, Schülerinnen und Schüler auf Tests vorzubereiten, ist eine Stunde, die sie daran hindert, kreative, kritische und neugierige Lerner zu werden. Daher läuft das Streben nach höheren Punktzahlen in Wirklichkeit auf das Absenken der Leistungen hinaus. Schülerinnen und Schüler werden bis zur Absurdität getestet und zwar im Namen von Lernzielkontrollen.“ (S. 9 f.)

Man sollte allerdings die so genannte Output-Orientierung nicht mit dem Missbrauch von Tests zur Steuerung der Unterrichtsentwicklung gleichsetzen. Die Bestrebungen, den Unterricht entweder durch die Vorgabe konkreter Ziele am Ende eines Lernprozesses oder durch die Veränderung der Unterrichtsgestaltung beeinflussen zu wollen, sind zwar einander entgegengesetzt, bedingen sich aber auch wechselseitig. Das reine Propagieren einer neuen Aufgabenkultur, verbunden mit dem Bereitstellen einer Vielzahl von Aufgaben und Lernarrangements, führt letztlich nur zu einem Aktionismus, dessen Ergebnisse unbestimmt sind. Genauso wenig nützt es, wenn man zwar die Ziele des Unterrichts klar festlegt, aber ihre Abhängigkeit von den Bedingungen und den Methoden der Unterrichtsgestaltung ignoriert.

2. Zur Geschichte der Bildungsstandards

Es wird selten erwähnt, dass bereits mit einem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.05.1995 Standards für den mittleren Schulabschluss in den Fächern Deutsch, Mathematik und erste Fremdsprache verabschiedet wurden. Selbst in der Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards (Klieme u. a. 2003) wird auf die Standards von 1995 und die damit gesammelten Erfahrungen mit keinem Wort eingegangen. Es wird sogar behauptet, dass bisher in Deutschland keine Bildungsstandards vorgelegt wurden (Klieme u. a. 2003, S. 35). Diese von der Kultusministerkonferenz beschlossenen Standards

sollten durch eigene Beschlüsse in den Bundesländern als verbindliche Grundlage für die Entwicklung von Lehrplänen bzw. Rahmenrichtlinien verwendet werden. Dies haben nur wenige Länder getan. Über die Wirksamkeit dieser Orientierungen bei Lehrplanarbeiten habe ich keine Veröffentlichung gefunden. Der Beschluss zur Erarbeitung der verbindlichen Standards von 1995 war Bestandteil der „Vereinbarung über die Schularten und Bildungsgänge im Sekundarbereich I“ vom 03.12.1993, mit dem die von einer Dreigliederung abweichenden Schulstrukturen der CDU-regierten neuen Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen ebenso akzeptiert wurden wie die integrierten Gesamtschulen in SPD-geführten Ländern, indem die Vergleichbarkeit der Abschlüsse an formelle Kriterien der Wochenstundenzahl, der Fremdsprachenfolge und der zu erreichenden Fachstandards gebunden wurde. (Rürup 2005, S. 12)

Die Standards für den mittleren Schulabschluss im Fach Mathematik aus dem Jahre 1995 beschreiben die notwendigen arithmetischen, algebraischen und geometrischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Schüler am Ende des Sekundarbereiches I besitzen sollen, um Sachfragen im Alltag lösen zu können, den Anforderungen qualifizierter beruflicher Ausbildung zu genügen und über Grundlagen für weiterführende schulische Bildungsgänge zu verfügen (Standards 1995, S. 6). Die Standards sind in die drei Bereiche Arithmetik/Algebra, Geometrie und Stochastik gegliedert. Dabei wurde zugelassen, dass an Stelle der Stochastik eine Vertiefung aus Arithmetik/Algebra und Geometrie treten kann, womit offensichtlich die Belange einiger Bundesländer wie Bayern berücksichtigt wurden, in denen die Stochastik kein Bestandteil der Realschulbildung zu dem Zeitpunkt war und wohl auch nicht sein sollte. Es werden in jedem Bereich fachliche Schwerpunkte und zugeordnete Qualifikationen angegeben. Die fachlichen Schwerpunkte sind mathematische Themen und die Qualifikationen sind Schülertätigkeiten, die beherrscht werden sollen.

Auch wenn für die Standards nicht die Bezeichnung Bildungsstandards im Sinne der Expertise verwendet wurde, der Begriff Kompetenz nicht auftaucht, keine Aussagen über fachübergreifende Ziele gemacht wurden und auch keine Aufgaben enthalten waren, können die Standards von 1995 doch als Festlegung von abschlussorientierten Qualifikationen für fachspezifische Kompetenzen angesehen werden.

Die Formulierungen der Qualifikationen stimmen mit vielen jetzt als inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen bezeichneten Aussagen fast völlig überein.

Die bildungspolitischen Entwicklungen nach den großen internationalen Leistungsstudien TIMSS und PISA müssen auch vor dem Hintergrund der seit den 50er Jahren währenden und in letzter Zeit wieder verstärkten Föderalismusdebatte im Bildungswesen und den damit verbundenen Auseinandersetzungen zwischen Bund und Ländern gesehen werden. Nach Einschätzung von Rürup (2005) wollten die Kultusminister der Länder mit ihrer schnellen Reaktion auf die Ergebnisse dieser Studien ihre ausschließliche Problemlösekompetenz im Bildungsbereich gegenüber einer bundesstaatlichen Kompetenz nachweisen.

Während die KMK von den 1997 veröffentlichten Ergebnissen der TIMS-Studie noch völlig überrascht war und mit vielfältigen Maßnahmen ohne ein Gesamtkonzept reagierte, beschloss die KMK bereits kurz nach der 2001 erfolgten Veröffentlichung der Ergebnisse von PISA ein konkretes System von Maßnahmen (KMK 2002 a). Sie stellte dabei zunächst fest, dass die Länder die entscheidende Aktions-ebene sind, wenn es darum geht, Konsequenzen aus den Ergebnissen der PISA-Studie zu ziehen und definiert dann sieben Handlungsfelder mit konkret zu ergreifenden Maßnahmen. Das Handlungsfeld 5 lautet: „Maßnahmen zur konsequenten Weiterentwicklung und Sicherung der Qualität von Unterricht und Schule auf der Grundlage von verbindlichen Standards sowie eine ergebnisorientierte Evaluation“. Es enthält folgende Vorschläge: Neufassung von Rahmenlehrplänen; Erstellung von Schulprogrammen; Durchführung und Auswertung von Vergleichsarbeiten (auch schulübergreifend); Intensivierung der externen Evaluation; Erarbeitung von Standards in den Kernfächern; Qualitätsmanagement an Schulen. (KMK 2002 a). Die gleichzeitig vorgelegten Vorschläge des auf Initiative des Bundes zur Sicherung von Qualität und Zukunftsfähigkeit des deutschen Bildungssystems 1999 eingesetzten „Forum Bildung“ wurden als Anregungen abgewertet (Rürup 2005, S. 13).

Bereits in ihrer Sitzung am 23. und 24. Mai 2002 in Eisenach verständigten sich die Kultusminister der Länder darauf, gemeinsame Standards für die Schulbildung zu erarbeiten. „In diesen Standards sollen Kerninhalte, die als gesichertes Wissen zusammen mit Fertig-

keiten und überfachlichen Kompetenzen am Ende eines bestimmten Bildungsabschnitts vorhanden sein müssen, festgelegt werden.“ (KMK 2002 b, S. 1) Am 25. Juni 2002 vereinbarten die Kultusminister bereits einen Zeitplan zur Entwicklung der Standards, bis zum Herbst 2003 sollten die Standards für den mittleren Schulabschluss in Deutsch, Mathematik und der ersten Fremdsprache neu gefasst werden und bis zum Frühjahr 2004 sollten Standards für den Hauptschulabschluss in den Fächern Deutsch, Mathematik und einer Fremdsprache sowie für die Grundschule (4. Schuljahr) in Deutsch und Mathematik erarbeitet werden. (KMK 2002 c)

In dieser Zeit kam es zu öffentlichen Kontroversen zwischen der amtierenden Präsidentin der Kultusministerkonferenz, der Thüringer Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Prof. Dagmar Schipanski (CDU) und der Bundesbildungsministerin Edelgard Bulmahn (SPD).

Das Bundesbildungsministerium unternahm eigene Schritte zur Erhöhung der Bildungsqualität als Konsequenz aus PISA. So stellte Frau Bulmahn im Januar 2002 das Ergebnis einer Studie vor, in der die STIFTUNG WARENTEST im Auftrag der Bundesregierung die Möglichkeit und den Bedarf für Bildungstests geprüft hatte. Das BMBF erklärte, dass die Bundesregierung für eine neu zu gründende Abteilung von STIFTUNG WARENTEST mit dem Namen „Stiftung Bildungstest“ in den nächsten drei Jahren zunächst rund zwei Millionen Euro jährlich zur Verfügung stellen würde. (BMBF 2002 a) Am 25. Juni 2002 unterbreitete die Bundesministerin ein 5-Punkte-Programm „Zukunft Bildung“ als nationale Antwort auf PISA, das die Schaffung nationaler Bildungsstandards und den Aufbau einer nationalen Evaluationseinrichtung enthält. (BMBF 2002 b) Die Präsidentin der KMK forderte daraufhin das Bundesbildungsministerium auf, zur Kenntnis zu nehmen, dass die KMK bereits mit der Arbeit an den Bildungsstandards begonnen hat (KMK 2002 c).

Im Juli 2002 erklärte Frau Bulmahn in einem Zeitungsinterview: „Die KMK hat nichts beschlossen, sie hat sich lediglich auf länderübergreifende Bildungsstandards verständigt. Das kann alles heißen: etwa dass jedes Land Standards entwickelt und sie miteinander vergleicht. ... Standards müssen - wie in den erfolgreichen Pisa-Ländern - von Wissenschaftlern entwickelt werden und nicht von den Ministerien der Länder. In dieser Frage gibt es einen klaren Dissens

zwischen Bund und CDU-geführten Ländern.“ (Stuttgarter Zeitung 2002) Daraufhin fühlte sich die KMK veranlasst, in einer Pressemitteilung vom 31. Juli 2002 erneut darauf hinzuweisen, dass die KMK die Einführung der Bildungsstandards für alle Länder bereits beschlossen und mit der Erarbeitung begonnen hat, wobei selbstverständlich auch wissenschaftliche Experten einbezogen werden. (KMK 2002 d)

Das Bildungsministerium beauftragte im August 2002 das Deutsche Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF), „eine interdisziplinäre Forschungsgruppe zusammenzustellen und eine Expertise anzufertigen, die alle Akteure der Bildungspolitik darin unterstützen könnte, verbindliche nationale Bildungsstandards zu entwickeln, zu implementieren und für die Qualitätsentwicklung zu nutzen.“ (Klieme u. a. 2003, S. 9)

In der Plenarsitzung der Kultusministerkonferenz am 17. und 18. Oktober 2002 in Würzburg wurden die getroffenen Vereinbarungen zu den Standards fortgeschrieben. Es wurde bekannt gegeben, dass eine Steuerungsgruppe berufen wurde, die die Organisation von Fachkommissionen zur konkreten Erarbeitung von Bildungsstandards festlegt und unter Mithilfe von Wissenschaftlern die Grundlage für die Erarbeitung von Standards entwickelt. Diese Arbeitsgruppen sollten am 18. Oktober 2002 ihre Arbeit aufnehmen und sie zwischen 2003 und spätestens 2004 abschließen. Dieses Vorgehen sollte den praktischen Fortschritt bei der Erarbeitung bundesweit geltender Standards sicherstellen und damit „eine kontroverse, fachwissenschaftliche Diskussion über Anforderungen an Standards zeitlich begrenzen helfen ...“ (KMK 2002 e, S. 1). Die Einhaltung dieser Standards sollte regelmäßig durch eine unabhängige gemeinsam beauftragte wissenschaftliche Einrichtung überprüft werden. Für die interne und externe Evaluation in den Ländern sollten auf der Grundlage der Standards Aufgabenpools aufgebaut und gemeinsam kontinuierlich weiterentwickelt werden. Die KMK erwartete weiterhin, dass die Ergebnisse der von der Bundesregierung in Auftrag gegebenen Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards in einem zeitlichen Zusammenhang mit dem Verfahren der Kultusministerkonferenz zur Erarbeitung von Standards erörtert werden. (KMK 2002 e, S. 1).

Bei der Vorstellung der Expertise des Bundes am 18. Februar 2003, genau 4 Monate nach Beginn der Tätigkeit der Arbeitsgruppen der

KMK, betonte die Bundesbildungsministerin: „Die Festlegung von schulformübergreifenden Mindestkompetenzen, wie sie von den Autoren der Expertise vorgeschlagen werden, sei deshalb so wichtig, weil damit vor allem die unterdurchschnittlichen Schülerleistungen verbessert und allen Schülern unabhängig von ihrer Herkunft an jedem Ort der Republik ausnahmslos die gleichen Bildungschancen eröffnet würden.“ (BMBF 2003)

Die Arbeitsgruppe zur Entwicklung der Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss im Fach Mathematik bestand nach meiner Kenntnis aus Vertretern von Landesinstituten aller Bundesländer. Die Gruppe wurde von Frau Christa Herwig vom Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien geleitet. Als wissenschaftliche Berater wirkte der Didaktiker Werner Blum, der ebenfalls Mitglied der Expertenkommission zur Erstellung der Expertise (Klieme u. a. 2003) war sowie Mitglied der Expertengruppe Mathematik im Deutschen PISA-Konsortium ist.

Der erste Entwurf der Standards für den mittleren Abschluss wurde bereits knapp 9 Monate nach Beginn der Arbeit am 9. Juli 2003 veröffentlicht und zur Diskussion gestellt. Der Termin für die Stellungnahmen war der 10. September 2003. Die Bildungsstandards wurden mit geringen Änderungen von der KMK am 4. Dezember 2003 beschlossen (KMK 2003). Der erste Entwurf der Bildungsstandards für den Primarbereich und den Hauptschulabschluss lag am 23. April 2004 vor und wurde nach einer Anhörungsfrist von 2 Monaten am 15. Oktober 2004 durch die KMK als verbindliche Grundlage für alle Bundesländer übernommen.

In der außerordentlich kurzen Zeit der Arbeit an den Bildungsstandards war es weder möglich, die vorhandenen Curricula in den einzelnen Bundesländern zu analysieren und ein Konsens zu den unterschiedlichen Auffassungen zu konkreten Fragen der Ziele des Mathematikunterrichts zu erreichen, noch verschiedene Ansätze für Kompetenzmodelle zu diskutieren. In persönlichen Gesprächen mit Mitgliedern der Arbeitsgruppe erfuhr ich, dass das Kompetenzstufenmodell von OECD/PISA von dem wissenschaftlichen Berater als „neuester Stand der Wissenschaft“ eingebracht und weitgehend übernommen wurde.

Im Juni 2004 gründete die KMK ein eigenes Länder-Institut zur Qualitätssicherung im Bildungswesen (IQB) an der Humboldt-

Universität zu Berlin, das einen Stamm von 14 Mitarbeitern und einen Jahresetat von 2,4 Mill. € hat. Am 07.12. 2004 wurde als Leiter des Instituts der Bildungsforscher Olaf Köller berufen. Kennzeichnend für die Rivalität von Bund und Ländern ist, dass die Kultusminister bei der Einrichtung des Institutes jegliche finanzielle Beteiligung des Bundes ausschlugen (Rürup 2005, S. 13).

Aus der Darstellung der Entstehungsgeschichte der Bildungsstandards kann man u. a. folgendes erkennen:

Die Standards sind nicht im Resultat gründlicher wissenschaftlicher Analysen internationaler und nationaler Entwicklungen entstanden, sondern sind Ergebnis eines politisch motivierten Beschlusses auf ministerialer Ebene, der in sehr kurzer Zeit umzusetzen war. Es bestanden deshalb weder zeitliche noch personelle Ressourcen, um den wissenschaftlich außerordentlich anspruchsvollen und vielschichtigen Prozess der Entwicklung nationaler Standards in der notwendigen Tiefe und Gründlichkeit zu gestalten. Selbst die wissenschaftliche Expertise (Klieme u. a. 2003), die in Anbetracht der notwendigerweise sehr kurzen Entstehungszeit kaum zu umfangreichen, tiefgründigen und fachspezifischen Ergebnissen kommen konnte, hat in wesentlichen Punkten keinen Einfluss mehr auf die Standardentwicklung gehabt (vgl. Abschnitt 5). Dies war auch allein schon deshalb kaum realisierbar, da sie erst veröffentlicht werden konnte, nachdem mit der Arbeit an den Standards nach vorgegebenen Orientierungen der Kultusminister bereits begonnen wurde. In der Öffentlichkeit und auch in Publikationen (Blum u. a. 2005) wird aber oft wider besseren Wissens der Eindruck erweckt, dass die Expertise die wissenschaftliche Grundlage der Bildungsstandards darstellt und nur in der Frage, ob man Mindest- oder Regelstandards formulieren sollte, ein gewisser aber unbedeutender Unterschied besteht.

Die Entwicklung der Standards konnte weiterhin nicht genutzt werden, einen breiten Diskurs unter Lehrern, Bildungsforschern und Didaktikern zu zentralen Problemen der Curriculumentwicklung in Gang zu setzen. Die Anhörungszeit von zwei Monaten (und dazu noch in den Sommermonaten Juli und August) war ein sicherer Garant dafür, dass keine kontroversen Diskussionen vor Verabschiedung der Standards ausgelöst wurden. Auch die teilweise gegenläufigen und wenig abgestimmten Aktivitäten von Bund- und Länderebene trugen nicht dazu bei, den Prozess der Entwicklung von Bildungsstandards optimal

und effektiv zu gestalten.

Die aktuellen Bildungsstandards können als der erneute Versuch einer Bildungsreform von oben angesehen werden und sind für mich Ausdruck eines typisch deutschen Hangs zur zentralen Steuerung von Unterrichtsentwicklungen. Sie sind zumindest für den Mathematikunterricht weder das Ergebnis einer breiten Bewegung in der Lehrerschaft, noch einer Gesamtanalyse der Curriculumentwicklung in Deutschland und ebenfalls kein Resultat einer wissenschaftlich fundierten Curriculumtheorie.

Die Kultusminister standen unter dem politischen Druck, angesichts der Deutung der PISA-Ergebnisse als deutsche Bildungsmisere schnell zu handeln. Mangels wissenschaftlicher Vorarbeiten in Deutschland wurden in nahe liegender Weise Ideen und Konzepte der PISA-Philosophie aufgegriffen, insbesondere die Idee des permanenten Testens von Leistungen und der damit verbundenen Hauptorientierung auf die Ergebnisse der Bildung anstatt auf den Prozess. Im Hintergrund stand vermutlich auch der Gedanke, auf diesem Wege am schnellsten und leichtesten zu besseren Ergebnissen bei den nächsten internationalen Leistungstests zu kommen.

Nun lässt sich die in Gang gesetzte administrative Maschinerie kaum noch aufhalten. In allen Ländern wird versucht, die aktuellen curricularen Pläne mit dem Kompetenzmodell der Bildungsstandards in Einklang zu bringen. Es werden oft in kurzer Zeit so genannte Kernlehrpläne entwickelt, Aufgabenkataloge entsprechend den Niveaustufen der Standards zusammengestellt, Lehrerfortbildungen organisiert u. v. a. m. Die vor allem marktwirtschaftlich orientierten Lehrbuchverlage greifen die aktuellen Tendenzen auf und publizieren zahlreiche neue Schriften unter dem Logo der Bildungsstandards.

Blum u. a. stellen dazu fest: „Die Einführung von Standards ist, damit sie rasch wirksam werden kann, i. w. ‚von oben‘ erfolgt, initiiert von der Politik und konzipiert von der Wissenschaft (womit die Autoren für sich einen erstaunlichen Alleinvertretungsanspruch reklamieren, H.-D. S.). Nun muss aber rasch die gesamte Lehrerschaft einbezogen werden, d. h. mit Geist und Intentionen der Standards vertraut gemacht und alltagspraktisch handlungsfähig gemacht werden. Lehrer müssen befähigt werden, in selbstverständlicher Weise standardbezogen zu arbeiten.“ (2005 S. 273)

Kritische Stimmen, die nicht in das politische und wissenschaftliche

Konzept passen (Sill 2004), werden von den Verantwortlichen selbst auf didaktischer Ebene kaum zur Kenntnis genommen oder als unbedeutend abgetan.

Die eigentliche Hauptverantwortung für diese Entwicklungen tragen aber aus meiner Sicht die mit PISA verbundenen Bildungsforscher, die entweder wissentlich oder in Unkenntnis der didaktischen Unterrichtsforschung den Wert von Testarbeiten maßlos übertrieben und die Bedeutung von fachdidaktisch fundierten Curricula fast völlig missachtet haben. Aber auch erhebliche Desiderate in der Curriculumforschung in der Mathematikdidaktik sind eine der Ursachen für das entstandene Dilemma zwischen der Notwendigkeit von Veränderungen und ihrer mangelnden inhaltlichen Fundierung.

3. Bemerkungen zur Curriculumentwicklung und zur Curriculumforschung zum Mathematikunterricht in Deutschland

Der Begriff Curriculum verbreitete sich in Deutschland in den 70er Jahren im Zusammenhang mit den Reformen des Mathematikunterrichts und wurde zunächst als ein umfassendes Unterrichtslenkungssystem im Ergebnis der Lernzielbewegung verstanden (Claus 1995). Heute wird der Begriff vielfach nur als Synonym für zentrale Planungsdokumente wie Lehrpläne, Rahmenrichtlinien u. a. verwendet.

Es ist jedoch mangels anderer Termini sinnvoll, unter einem Curriculum für den Mathematikunterricht im weiteren Sinne ein Konzept für einen Unterrichtsprozess zu verstehen, das folgende Merkmale und Bestandteile hat (Sill 2000):

- Der konzipierte Unterricht erstreckt sich über eine oder mehrere Stufen des Bildungssystems des betreffenden Landes.
- Das Konzept basiert auf einer bestimmten Theorie zu den äußeren und inneren Momenten des betreffenden Unterrichts.
- Das Konzept umfasst sämtliche Ziele und Inhalte des betreffenden Unterrichts.
- Das Konzept beinhaltet
 - eine Angabe der Ziele, wesentlichen Inhalte und Grundanforderungen an die Gestaltung des Unterrichts,
 - Konzepte für ein System von Teilprozessen des Unterrichts,

- eine Formulierung der Begriffe, Sätze und Verfahren sowie ihrer Zusammenhänge, die Inhalt des Unterrichts sind,
- eine Sammlung von Aufgaben, die zur Realisierung der Ziele in den Teilprozessen eingesetzt werden können,
- die Bereitstellung von geeigneten Unterrichtsmitteln

Unter Unterricht werden dabei alle Prozesse der gezielten Entwicklung psychischer Dispositionen von Schülern im Klassenverband verstanden. Ein Curriculum ist in seiner vergegenständlichten Form ein abgestimmtes System aus einem Lehrplan bzw. einer Rahmenrichtlinie, Schulbüchern, Arbeitsheften u. a. Unterrichtsmitteln sowie einer Darstellung der projektierten Entwicklungsprozesse und der Möglichkeiten zu ihrer Gestaltung. Im Unterschied zu Konzepten für unterrichtliche Teilprozesse wie etwa einem Algebra-Lehrgang oder einem Kurs zur Arbeit mit leistungsschwachen Schülern müssen in einem Curriculum sämtliche Ziele für eine Altersstufe in ihrer Verflechtung und Entwicklung unter Beachtung der zeitlichen Bedingungen berücksichtigt werden.

In diesem umfassenden Sinne existiert z. Z. in Deutschland mit Ausnahme des Projektes von Müller und Wittmann "mathe 2000" für den Mathematikunterricht in der Grundschule kein Curriculum zum Mathematikunterricht, sondern nur eine Vielzahl von Elementen eines Curriculums wie Richtlinien und Lehrbücher, ohne dass in der Regel die Grundlagen und Ideen ihrer Erarbeitung dargestellt werden. Es gibt weiterhin gegenwärtig in der Mathematikdidaktik keine Struktur oder Institution, die ein solches Curriculum hervorbringen könnte.

In den 60er und 70er Jahren fanden im Zusammenhang mit den damaligen Lehrplanreformen und den damit verbundenen Veränderungen von Schullehrbüchern zahlreiche Analysen von Lehrplänen bzw. Rahmenrichtlinien sowie Lehrbüchern statt. Nach einigen Arbeiten in den 80er Jahren gibt es seit Beginn der 90er Jahre kaum noch Publikationen in dieser Richtung. Eine Analyse der Reihe „Beiträge zum Mathematikunterricht“, die die Konferenzbeiträge der Jahrestagungen der GDM enthält, ergab für die 10 Jahre von 1990 bis 1999, dass von den etwa 1000 veröffentlichten Konferenzbeiträgen in dieser Zeit lediglich 10 Beiträge Problemen der Curriculumentwicklung in Deutschland gewidmet waren, darunter allein fünf von Didaktikern aus der ehemaligen DDR.

Völlig anders stellte sich die Situation in der Curriculumforschung der DDR dar. Analog zum Freudenthal-Institut in den Niederlanden gab es eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung, die Abteilung Mathematik in der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften, die sämtliche Arbeiten zu einem Curriculum im eigentlichen Sinne koordinierte. So waren der Lehrplan zusammen mit einer didaktisch-methodischen Konzeption des Mathematikunterrichts, die Lehrbücher für die einzelnen Klassenstufen, die Unterrichtsmittel und auch die Handreichungen zum Unterricht für die Mathematiklehrer Gegenstand zahlreicher theoretischer und empirischer Untersuchungen. Die Entwicklungsarbeiten erfolgten in enger Zusammenarbeit mit Vertretern der Schulpraxis. Leider konnte diese Tradition der didaktischen Forschung in Deutschland nach 1990 auf Grund der politischen Verhältnisse nicht weitergeführt werden. Die Abteilung Mathematik der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften wurde sofort abgewickelt und alle Hochschullehrerstellen für Methodik wurden in der Regel bundesweit neu ausgeschrieben. Dies führte dazu, dass kein Mitglied der Akademie und nur sehr wenige ehemalige Hochschullehrer für Mathematik-Methodik der DDR weiter wissenschaftlich tätig sein konnten. Lediglich im Rahmen eines ABM-Projektes an der TU Berlin, das nur für ein Jahr genehmigt und dann nicht mehr verlängert wurde, begannen 1991 drei ehemalige Akademiemitglieder mit einer detaillierten Analyse der etwa 270 Lehrpläne für die Grundschule und die Sekundarstufe I, die im Schuljahr 1991/92 in den alten Bundesländern gültig waren (Fanghänel, Stamm, Weber 1992).

Trotz der aktuellen Brisanz der Entwicklung im curricularen Bereich finden sich im Tagungsprogramm für die 40. Tagung zur Didaktik der Mathematik vom 6. bis 10. März 2006 in Osnabrück neben einem Hauptvortrag eines Bildungsforschers bei insgesamt 136 Sektionsbeiträgen lediglich drei Beiträge, die sich explizit mit den Bildungsstandards und zwei Beiträge, die sich mit Problemen der Arbeit mit Schullehrbüchern beschäftigen.

Die Auseinandersetzung mit Lehrplänen und Lehrbüchern wird von der überwiegenden Mehrzahl der Didaktiker in Deutschland nach meiner Einschätzung gegenwärtig nicht als Feld der wissenschaftlichen Arbeit angesehen¹. Dies ist auch eine Folge der Wissenschafts-

¹ Auf der Jahrestagung der GDM im Jahre 2000 habe ich im Rahmen eines Sektionsvortrages die Bildung eines Arbeitskreises zur Curriculumforschung vorgeschlagen. Lediglich drei Kol-

politik der DFG in Bezug auf die didaktische Forschung. Dort können gegenwärtig Didaktiker nur Anträge auf Drittmittel in den Fachkollegien Erziehungswissenschaften, Psychologie oder Sozialwissenschaften stellen, womit kaum Aussichten auf DFG-Mittel für curriculare didaktische Forschungen bestehen.

Dies hat nach meinen Beobachtungen verheerende Folgen für die Wirksamkeit und die Akzeptanz von Didaktikern in der Schule. Es kann bezweifelt werden, dass von den Hunderten von Vorträgen auf den Jahrestagungen und den vielen Artikeln in Fachzeitschriften überhaupt eine nennenswerte Anzahl von Lehrern rezipiert wird. Für die Mehrzahl der Lehrer sind der gültige Plan und die vorhandenen Lehrbücher die wichtigsten Mittel ihrer Arbeit. Es sind aber kaum noch Didaktiker an der Erarbeitung von Lehrplänen und Lehrbüchern beteiligt. Die Kollegen, die daran mitwirken, sind zum überwiegenden Teil nicht in der didaktischen Gesellschaft vertreten.

Wenn auch durch die oft fast konspirative Tätigkeit von Lehrplankommissionen kaum die Möglichkeit besteht, im Vorfeld oder während der Arbeit darauf Einfluss zu nehmen, sind diese Dokumente nach ihrer Veröffentlichung und teilweise im Anhörungsverfahren noch vor ihrer Inkraftsetzung ein lohnender Gegenstand wissenschaftlicher Analysen. Zu Beginn der 90er Jahre wurden in allen fünf neuen Bundesländern neue Lehrpläne bzw. Richtlinien erarbeitet und in Kraft gesetzt, die im Spannungsfeld zwischen der Tradition des Plans in der DDR und der Übernahme von Erkenntnissen und Methoden aus den alten Bundesländern höchst spannende Dokumente sind (Sill 1993 a). Nach einer langen Phase geringer Veränderungen im Lehrplanbereich wurden auch in den alten Bundesländern zum Ende der 90er Jahre und mit Beginn des neuen Jahrtausends sowie in den neuen Bundesländern fast alle Pläne überarbeitet. Als Beispiel seien hier nur die Pläne für das Gymnasium in der Sekundarstufe I betrachtet. Die Tabelle zeigt, in welchen Jahren in den Bundesländern überarbeitete Pläne in Kraft gesetzt bzw. als Entwurf veröffentlicht wurden.

legen haben daraufhin Interesse an der Gründung eines solchen Arbeitskreises bekundet. Auf meinen kritischen Beitrag zu den aktuellen Bildungsstandards in den Mitteilungen der GDM (Sill 2004), in dem ich erneut die Bildung eines Arbeitskreises zur Curriculumforschung vorschlug, erhielt ich lediglich zwei kurze zustimmende Rückmeldungen. Auch zu dem entsprechenden Vortrag auf der Jahrestagung der GDM im Jahre 2005 (Sill 2005) gab es keine Resonanz.

Jahr	Bundesland
1997	Baden-Württemberg, Schleswig Holstein
1999	Thüringen
2001	Bremen
2002	Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern
2003	Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt
2004	Bayern, Hamburg, Saarland, Sachsen
2005	Berlin, ² Rheinland-Pfalz ³

Ein gemeinsames Merkmal vieler neuer Pläne ist die Vereinheitlichung der Gestaltung der Pläne aller Fächer und ihre Einordnung in ein Gesamtkonzept des Unterrichts. So enthalten einige Lehrpläne für jedes Fach einen gleichen allgemeinen Teil zu den grundlegenden Zielen, Konzepten und Grundsätzen der Unterrichtsgestaltung und im Anschluss daran den Fachplan als Konkretisierung der allgemeinen Ziele. Die Vereinheitlichung betrifft z. T. auch die Pläne der einzelnen Schularten.

Die Tendenz zur Koordinierung der Unterrichtsfächer drückt sich auch in der Aufnahme von Forderungen und Anregungen für fachübergreifendes Arbeiten in allen neuen Plänen aus. So werden oft fächerverbindende Unterrichtsabschnitte für jede Klassenstufe vorgeschlagen und bei den meisten Themen findet man Verweise auf Pläne anderer Fächer sowie Vorschläge für fächerübergreifende Projekte.

Ein zentrales Problem der Curriculumentwicklung ist die Frage der Strukturierung des Lehrgangs. Von den Vertretern der Standard-Welle wird gerne ein Gegensatz zwischen den Bildungsstandards und den traditionellen Lehrplänen konstruiert. Diese seien reine „abzuarbeitende Listen von Lerninhalten“ (Blum u. a 2005, S. 268). Damit werden die erheblichen Anstrengungen und auch beachtenswerten Ergebnisse in den Lehrplankommissionen völlig ignoriert und durch die Forderung nach neuen „Kerncurricula“ zunichte gemacht. Es zeigt sich zudem, dass die Bildungsstandards gegenüber vorhandenen Konzepten einen Rückschritt darstellen.

So wurde z. B. im neuen Lehrplan von Nordrhein-Westfalen für die

² Entwurfsfassung

³ nur Orientierungsstufe

Realschule von 1993 meines Wissens erstmalig in einem Realschullehrplan im Fach Mathematik in den alten Bundesländer die Auffassung vertreten und umgesetzt, dass der Mathematikunterricht nicht ausschließlich an der Fachsystematik auszurichten sei, sondern die Inhalte in für Schüler bedeutsame Kontexte gestellt werden müssen (Richtlinien und Lehrpläne für die Realschule in Nordrhein-Westfalen: Mathematik 1993, S. 61). Es wurde in dem Plan weiterhin versucht, das Wechselverhältnis von Lernziel- und Handlungsorientierung zu gestalten, ein realschulspezifisches Abschlussniveau zu konzipieren und wie in jedem Plan viele andere komplizierte Detailprobleme der Auswahl, Anordnung und Gewichtung von Zielen und Inhalten des Mathematikunterrichts zu lösen (Sill 1993 b).

Auf das Konzept eines neuen Lehrplans für die Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen im Jahre 1998 hatten die Auffassungen von W. Heymann (1996) zur mathematischen Allgemeinbildung wesentlichen Einfluss. Diese waren ebenfalls eine Orientierungsgrundlage für damals in Hamburg laufende Arbeiten an neuen Plänen für alle Schularten. Heymann geht von sechs allgemeinen Zielen des Mathematikunterrichts aus und vertritt die Auffassung, dass Veränderungen im Mathematikunterricht vor allem erreicht werden können durch einen höheren Grad des eigenaktiven und kooperativen Lernens von Inhalten, die die Schüler als sinnvoll und bedeutsam erfahren. Der Unterricht wurde deshalb im Plan nach „Themenfeldern“ strukturiert, deren Behandlung obligatorisch ist. Zu jedem Themenfeld werden angegeben: Anforderungen (Schülertätigkeiten); mathematische Inhalte; Beschreibungen des Sinns, der Bedeutung und der zentralen Ideen der Inhalte sowie Lernsituationen, die als Anregung gedacht sind. Für die Doppel-Jahrgangsstufe 5/6 gab es folgende 11 Themenfelder: Daten; Körper und Flächen; Vergleichen und Messen; Beziehungen im Raum; Gesellschaft und Wirtschaft; Symmetrien und Muster; Zufall; Zuordnungen und Modelle; Mathematische Reisen; Freizeit, Technik und Sport sowie Mathematische Grundfertigkeiten. Die gleichen 11 Themenfelder galten ebenfalls für die Klassen 7/8 und einige auch für 9/10.

Zu diesem völlig neu strukturierten Plan hat der Klett-Verlag eigens eine neue Lehrbuchreihe (Mathe live : Mathematik für Gesamtschulen) herausgebracht. Es wäre sehr interessant zu untersuchen, welche Resultate und Probleme diese Neustrukturierung des gesamten Curri-

culums erbracht hat.

Der Gesamtschulplan wie auch der Lehrplan für die Realschule sind in der Zwischenzeit im Zuge der Umsetzung der Bildungsstandards durch einen sehr kurzfristig erstellten und dürren „Kernlehrplan“ ersetzt worden.

Für die Erarbeitung der neuen Mathematiklehrpläne für Schleswig-Holstein (1997) wurde für alle Fächer verbindlich ein pädagogisches Konzept vorgegeben, das als „Kompetenzmodell“ bezeichnet wird. Dieses Modell liegt u. a. auch allen Thüringer Lehrplänen von 1999, den Rahmenrichtlinien in Mecklenburg-Vorpommern für die Orientierungsstufe und die Sekundarstufe I sowie dem gemeinsamen Plan der Länder Berlin, Brandenburg, Bremen und Mecklenburg-Vorpommern für die Grundschule zugrunde. Es wäre mit Blick auf die hohen Erwartungen an die neuen Kompetenzmodelle höchst interessant zu untersuchen, welche Auswirkung diese mit großen Anstrengungen „kompetenzorientiert“ überarbeiteten Pläne auf den Unterricht in der Schule haben. Insbesondere durch das Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien, an dem auch die Vorsitzende der KMK-Kommission für die Bildungsstandards zum mittleren Schulabschluss Frau Christa Herwig arbeitet, wurde versucht, das neue Vorgehen theoretisch zu begründen (ThILLM 1998).

In den Schullehrbüchern gibt es seit Beginn der 90er Jahre zahlreiche weitere Entwicklungstendenzen, die durch Didaktiker analysiert werden müssten. So wurde der Anwendungsbezug der Mathematik wesentlich erhöht. Dies zeigt sich in einer Fülle von entsprechenden Lehrbuchelementen. Der theoretische Anspruch wurde in Realschulreihen und besonders in Hauptschulreihen erheblich gesenkt. Dies hat zum Verzicht auf ganze Teilbereiche mathematischer Bildung, wie etwa dem Können im Beweisen und Definieren geführt. Es wird kaum noch über die didaktischen Konzepte reflektiert. In Lehrerhandbüchern findet man bis auf sehr wenige Ausnahmen keine entsprechenden Ausführungen bzw. Hinweise zur Unterrichtsgestaltung mehr, sondern nur noch die Lösungen der Aufgaben. Es gibt eine Fülle neuer interessanter Aufgaben und Hergehensweisen, aber kaum grundsätzlich neue didaktische Ideen.

Alle diese Entwicklungen blieben von Didaktikern relativ unbeachtet. Es fanden in den letzten 15 Jahren mit sehr wenigen Ausnahmen weder Analysen von Plänen oder Lehrbüchern noch eigene kon-

struktive, wissenschaftlich orientierte Arbeiten zur Curriculumentwicklung statt.

Eine der Ausnahmen ist die Initiative des Arbeitskreises „Stochastik“ der GDM zum Entwurf eines nationalen Stochastikcurriculums. In dem AK arbeiten sowohl Didaktiker als auch am Stochastikunterricht interessierte Mathematiker und Mathematiklehrer aus Deutschland und Österreich mit. Im November 2000 tagte der Arbeitskreis zum Thema „NCTM-Standards - Anregungen zur Verbesserung des Stochastikunterrichts“ am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin. Im Ergebnis der Diskussion zu den NCTM-Standards (vgl. 4.) wurde auf Anregung des Verfassers vereinbart, eine bildungspolitische Stellungnahme zum Stochastikunterricht in Deutschland zu verfassen, in der die Grundideen der Standards, insbesondere die Schwerpunktsetzung auf die Entwicklung einer Datenkompetenz mit berücksichtigt werden sollten. In einem ersten Schritt wurden die Lehrpläne aller Schularten und Schulstufen aller Bundesländer hinsichtlich stochastischer Ziele und Inhalte analysiert. In einem aufwändigen Verfahren wurden unter Mitarbeit zahlreicher AK-Mitglieder sämtliche Angaben in einer Datei zusammengestellt. Die Analyse zeigte drastische Unterschiede zwischen den Bundesländern im Hinblick auf Umfang und Art der Behandlung stochastischer Themen. Aus Sicht des Arbeitskreises wiesen alle Lehrpläne Mängel auf. Da zum damaligen Zeitpunkt in fast allen Bundesländern eine Revision der Lehrpläne in den kommenden Jahren zu erwarten war, entschloss sich der Arbeitskreis auf seiner Herbsttagung im Jahre 2001, einen eigenen Vorschlag für ein nationales Stochastikcurriculum von Klasse 1 bis 13 zu entwerfen. Dazu wurde eine Arbeitsgruppe berufen, der neben dem Verfasser die Didaktiker Elke Warmuth und Bernd Neubert angehörten, die alle in der DDR als Methodiker gearbeitet hatten.

In einem einjährigen Diskussionsprozess hat sich der Arbeitskreis zu Standpunkten durchgerungen, die auf der Herbsttagung 2002 verabschiedet wurden (Empfehlungen 2003). Aufgrund der bekannten Kontroversen zwischen den Vertretern einer „klassischen“ Statistik und der Bayes-Statistik war die Abfassung eines allgemein akzeptierten Vorschlages durchaus nicht einfach. Die Empfehlungen beschreiben das erwartete Abschlussniveau in der Primarstufe und den Sekundarstufen I und II. Das Abschlussniveau wird charakterisiert, indem

angegeben wird, wozu die Schüler in der Lage sein sollen, was sie kennen und können sollen. Dabei stand das Bestreben im Hintergrund, Minimalforderungen zu bestimmen.

Diese Empfehlungen entsprechen damit den Kompetenzen, die in den Bildungsstandards in der Leitidee Daten und Zufall angegeben werden, sogar im Sinne von Minimalstandards. Während die Angaben in den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss lediglich aus sieben Anstrichen bestehen, die bis auf einen alle einzeilig sind, enthalten die Empfehlungen des AK Stochastik zum Abschlussniveau in der Sekundarstufe I insgesamt 14 Punkte, die etwa zwei A4-Seiten umfassen. Die Empfehlungen wurden in den Mitteilungen der GDM im Dezember 2002 zur Diskussion gestellt, so dass sich auch alle Mitglieder der GDM beteiligen konnten. Es gab lediglich eine einzige Stellungnahme durch den renommierten Didaktiker Hans Schupp, der den Empfehlungen nachdrücklich zustimmte und sie als dringend erforderlich, vorzüglich und wichtig bezeichnete. Nach Berücksichtigung seiner wenigen Änderungsvorschläge bat der Sprecher des AK im Mai 2003 die damalige Vorsitzende der GDM, Frau Kristina Reiss, dass die nun vorliegende Endfassung der Empfehlungen des AK als GDM-Erklärung an die politisch Verantwortlichen geschickt werden könnte. Der Vorstand der GDM hat der Bitte des AK nicht entsprochen, wahrscheinlich weil zu diesem Zeitpunkt die Arbeiten an den Bildungsstandards kurz vor dem Abschluss standen, die Empfehlungen dem mageren Duktus der Standards nicht entsprachen und man keine tiefer gehenden „kontroversen“ fachwissenschaftlichen Diskussionen wünschte.

Das Beispiel der Entwicklung eines nationalen Stochastikcurriculums zeigt in Ansätzen, wie die Entwicklung von abschlussorientierten Standards hätte erfolgen müssen. Mindestens notwendig für diesen Prozess sind

- eine gründliche Analyse der bestehenden curricularen Situation, das heißt der aktuellen Pläne, Lehrbücher und des realisierten Curriculums,
- eine enge Zusammenarbeit von Didaktikern, Fachwissenschaftlern und Lehrern unter Verantwortung der Fachdidaktiker,
- ein mehrjähriger Diskussionsprozess sowie
- eine Orientierung an internationalen Entwicklungen.

Die bildungspolitischen und verbandspolitischen Konstellationen in den Jahren 2002 und 2003 haben leider verhindert, dass das einzige, mit recht großem Aufwand erzielte wissenschaftliche Ergebnis einer ansatzweisen Curriculumforschung in der jüngeren Didaktik bisher in der Praxis als zentrale wissenschaftliche Orientierung wirksam werden konnte.

4. Zu den Standards des NCTM

Der *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) ist der bedeutendste Berufsverband von Mathematiklehrern und Mathematikdidaktikern der USA. Der Verband hat im Jahre 2000 „Prinzipien und Standards für den Mathematikunterricht“ veröffentlicht (NCTM 2000). Dieses Projekt wird in der Expertise (Klieme u. a. 2003) als das international bekannteste und einflussreichste Beispiel für Bildungsstandards bezeichnet. Da nach Aussage des wissenschaftlichen Beraters der KMK-Kommission, Werner Blum, die Leitideen in den Bildungsstandards an die Standards der NCTM angelehnt sind (Blum u. a. 2005), sollen diese hier etwas näher betrachtet werden.

Die Standards 2000 sind kein Produkt zentraler Behörden, sondern Ergebnis einer teilweise sehr kontroversen Diskussion von Didaktikern, Erziehungswissenschaftler, Mathematikern, Lehrern und Vertretern von Schulbehörden, die sich über einen Zeitraum von fast 20 Jahren erstreckte (Engel 2000). Es gab drei Vorläufer der Standards, die *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics* von 1989, die *Professional Standards for Teaching Mathematics* von 1991 und die *Assessment Standards for School Mathematics* von 1995. Im Entwurf der Standards 2000 aus dem Jahre 1998 (NCTM 1998) waren noch insgesamt 54 einzelne Standards aufgeführt, die alle ausführlich erläutert und mit Beispielaufgaben versehen waren. Die Standards waren in drei Gruppen von Jahrgangsstufen eingeteilt (Kindergarten – Kl. 4, Kl. 5 – Kl. 8, Kl. 9 – Kl. 12). Jede der Gruppen begann mit vier gleichen Standards zu allgemeinen Zielen des Mathematikunterrichts (Problemlösen, Begründen, Kommunikation, Mathematische Bezüge). Dann folgten 9 beziehungsweise 10 inhaltsorientierte Standards, die in den einzelnen Gruppen unterschiedlich und sehr inhaltsnah bezeichnet wurden. Neben diesen insgesamt 40 Standards gab es noch weitere 14 Standards, die Kriterien für die Bewertung des Unterrichts und der

Schülerleistungen enthielten. Zum Entwurf der Standards von 1998, der in über 30 000 Exemplaren an interessierte Personen verschickt wurde, gingen 650 Stellungnahmen von Einzelpersonen und 70 Stellungnahmen von Personengruppen ein.

Unter Standard wird von der NCTM eine Aussage verstanden, die ein Urteil über die Qualität eines Mathematiklehrplans oder Mathematikunterrichts ermöglicht. Die Standards sollen zum einen die Öffentlichkeit vor minderwertigen Produkten schützen. Dies ist sicher eine Spezifik in den USA, aber auch in Deutschland wird der Markt zunehmend von zahlreichen Angeboten für Lehrer überschwemmt, die sich bei genauerer Prüfung als von sehr unterschiedlicher Qualität erweisen. Es gibt in Deutschland gegenwärtig keine Qualitätsagenturen für Unterrichtsmaterialien, abgesehen von den Zulassungsverfahren für Schulbücher, wobei es dabei in der Regel nur um die möglichst genaue Übereinstimmung mit den Lehrplaninhalten geht. Die Standards des NCTM sollen weiterhin die Erwartungen an die Ziele des Unterrichts ausdrücken. Drittens sollen mit den Standards die Lehrer in Richtung einiger neuer gewünschter Ziele geführt werden (NCTM 1998). Der Begriff Standard wird also diesem Fall nicht im Sinne der Angabe von Abschlussniveaus, sondern als Qualitätskriterium für den Mathematikunterricht verstanden. Dies ist eine durchaus sinnvolle und überdenkenswerte Interpretation, die vorrangig auf die Verbesserung des Unterrichts gerichtet ist.

Die Endfassung der Standards 2000 unterscheidet sich in der Struktur noch einmal erheblich vom Entwurf aus dem Jahre 1998. Es werden jetzt vier Gruppen von Altersstufen unterschieden, Kindergarten - Kl. 2, Kl. 3 - Kl. 5, Kl. 6 - Kl. 8 und Kl. 9 - Kl. 12. Es gibt weiterhin fünf inhaltsorientierte und fünf prozessorientierte Standards, die auch einschließlich ihrer Teilkomponenten für alle Gruppen gleich formuliert sind. Im Folgenden sollen die inhaltsorientierten Standards mit ihren Teilkomponenten angegeben werden (Übersetzung des Verfassers):

Zahlen und Operationen

- Verstehen von Zahlen, Zahldarstellungen, Zahlbeziehungen und Zahlensystemen
- Verstehen von Operationen und ihrer Beziehungen
- Flüssiges Rechnen und sinnvolles Schätzen

Algebra

- Verstehen von Mustern, Relationen und Funktionen
- Darstellen und Analysieren von mathematischen Situationen unter Nutzung algebraischer Symbole
- Nutzen mathematischer Modelle zur Darstellung und zum Verständnis quantitativer Beziehungen
- Analysieren von Veränderungen in verschiedenen Kontexten

Geometrie

- Analysieren von Merkmalen und Eigenschaften von zwei- und dreidimensionalen geometrischen Gebilden und Finden von mathematischen Argumentationen zu geometrischen Beziehungen
- Bestimmen von Orten und Beschreiben räumlicher Beziehungen durch Nutzung der Koordinatengeometrie und anderer Darstellungsarten
- Anwenden von Abbildungen und Symmetrien zu Analyse mathematischer Situationen
- Verwenden von Veranschaulichungen, räumlichen Vorstellungen und geometrischen Modellen zum Lösen von Problemen

Messen

- Verstehen der messbaren Eigenschaften von Objekten, der Einheitensysteme und Messvorgänge
- Anwenden geeigneter Verfahren, Hilfsmittel und Formeln zum Bestimmen von Größen

Datenanalyse und Wahrscheinlichkeit

- Formulieren von Fragen, die durch Daten beantwortet werden können; Sammeln, Aufbereiten und Darstellen relevanter Daten zur Beantwortung der Fragen
- Auswählen und Verwenden geeigneter statistischer Methoden zur Datenanalyse
- Entwickeln und Bewerten von Schlussfolgerungen und Vorhersagen, die auf Daten basieren
- Verstehen und Anwenden grundlegender Konzepte der Wahrscheinlichkeitsrechnung

Aus mir nicht bekannten Gründen werden Elemente der Analysis als Teil der Algebra aufgeführt. Unter Messen ist das Arbeiten mit Grö-

ßen, aber auch Elemente der elementaren und analytischen Geometrie zusammengefasst. Ansonsten entsprechen die Standardgruppen den stofflichen Hauptthemen des üblichen Mathematikunterrichts.

Die Bezeichnungen der prozessorientierten Standards lauten Problemlösen, Argumentieren und Beweisen, Kommunizieren, Verbindungen herstellen (zwischen mathematischen Ideen sowie der Mathematik und der Wirklichkeit) und Verwenden von Darstellungen (für mathematische Ideen, zum Lösen von Problemen und Modellieren von Sachverhalten). Sie enthalten jeweils drei oder vier Teilkomponenten.

Alle zehn Standards mit allen ihren Teilkomponenten werden zunächst allgemein erläutert (teilweise auch schon mit Beispielen). Für alle vier Gruppen von Jahrgangsstufen werden dann jeweils alle Teilkomponenten aller Standards an konkreten Unterrichtsbeispielen ausführlich diskutiert. Diese Darlegungen haben ein Umfang von etwa 330 Seiten.

Zusammenfassend kann man Neubrand zustimmen, der folgende „fundamentale“ Unterschiede des NCTM-Projektes im Vergleich mit den in Deutschland nach PISA „allzu schnell produzierten Vorlagen“ herausstellt:

1. Die NCTM-Standards sind ein langfristiges, intensiv und breit diskutiertes Projekt.
2. Es ist eine Initiative „von unten“ und keine politisch-administrative Vorgabe.
3. Es handelt sich um eine umfangreiche Publikation (ca. 400 S. mit etwa 60 Autoren) von Lehrern und ausgewiesenen Mathematik-Didaktikern.
4. Es wird das gesamte Curriculum in einer einheitlichen Form erfasst. (2003, S. 11 f.)

5. Bemerkungen zu den Bildungsstandards für den mittleren Abschluss

5.1 Allgemeine Bemerkungen

Es ist zu begrüßen, dass in einem curricularen Papier ein wissenschaftliches Modell zur Beschreibung und Strukturierung der Ziele und Inhalte mathematischer Bildung verwendet wird. Das entschei-

dende Kriterium für den Wert eines Modells ist jedoch der Grad seiner Konstruktivität zur Bewältigung praktischer Probleme, d. h. in diesem Fall der Grad der Orientierung von Lehrplan- und Schulbuchautoren sowie von tätigen Lehrern bei der Auswahl und Anordnung von konkreten Zielen, Inhalten und Methoden für die Konzipierung thematisch zusammenhängender Unterrichtssequenzen bzw. globaler Entwicklungsprozesse.

Das Kompetenzmodell, das den Bildungsstandards für den mittleren Bildungsabschluss und den Hauptschulabschluss im Fach Mathematik zu Grunde liegt, orientiert sich nach den Worten von Blum u. a. (2005, S. 269) eng an den für PISA Mathematik entwickelten Modellen. Das Kompetenzmodell von OECD/PISA dient aber vor allem dazu, die Ergebnisse eines internationalen Tests mit einer beschränkten Anzahl von Items zu einer eindimensionalen Bewertung zusammenzufassen, die lediglich als eine Grundlage für bestimmte bildungspolitische Entscheidungen gedacht ist. Es ist nicht nachvollziehbar, dass dieses naturgemäß sehr grobe Modell ohne weitere Diskussionen auch zur Beschreibung der zahlreichen und vielschichtigen Ziele des Unterrichtsfaches Mathematik verwendet wird. So haben u. a. Meyerhöfer (2004) und Bender (2005) erhebliche Probleme dieses Modells aufgezeigt.

In der Expertise „Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards“ (Klieme u. a. 2003) wird der Terminus „Bildungsstandard“ in folgender Weise erklärt: „Bildungsstandards, wie sie in dieser Expertise konzipiert werden, greifen allgemeine *Bildungsziele* auf. Sie benennen die *Kompetenzen*, welche die Schule ihren Schülerinnen und Schülern vermitteln muss, damit bestimmte zentrale Bildungsziele erreicht werden. Die Bildungsstandards legen fest, welche Kompetenzen die Kinder oder Jugendlichen bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe erworben haben sollen. Die Kompetenzen werden so konkret beschrieben, dass sie in Aufgabenstellungen umgesetzt und prinzipiell mit Hilfe von *Testverfahren* erfasst werden können.“ (S. 13)

Weiterhin werden folgende sieben Merkmale guter Bildungsstandards genannt (S. 17 ff.):

1. *Fachlichkeit* (Nutzung der fachlichen Systematik)
2. *Fokussierung* (Fokussierung auf zentrale, für alle verbindliche Aspekte)
3. *Kumulativität* (Orientierung auf kumulatives und vernetzendes

Lernen)

4. *Verbindlichkeit für alle durch Mindeststandards* (Mindestvoraussetzungen, die von allen Lernern erwartet werden).
5. *Differenzierung* (über die Mindestkriterien hinaus höhere Anforderungen für Leistungsstärkere, die aber nicht zentral, sondern auf Landesebene festgelegt werden sollten)
6. *Verständlichkeit* (knappe, präzise und nachvollziehbare Formulierungen)
7. *Realisierbarkeit* (unter aktuellen schulischen Bedingungen mit angemessenen Unterrichtsaktivitäten realisierbar)

Diesen Merkmalen sowie der Forderung nach einer konkreten Beschreibung der Anforderungen genügen die aktuellen Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss (KMK 2003) in vielen Punkten nur in geringem Maße.

5.2 Zum Problem der Mindeststandards

Von den Auftraggebern und Autoren der Standards wird als einziger Unterschied zu den Anforderungen der Expertise die Tatsache genannt, dass es keine Mindeststandards, sondern Regelstandards sind. Dies wird von der KMK damit begründet, dass die Entwicklung von Mindeststandards erst in einem längeren Prozess der Validierung und Evaluierung möglich ist (KMK 2004). In der Expertise wird betont: „Hier wird jedoch nachdrücklich empfohlen, in den nationalen Bildungsstandards für Deutschland ein verbindliches Minimalniveau festzuschreiben. ... Diese Konzentration auf Mindeststandards ist für die Qualitätssicherung im Bildungswesen von entscheidender Bedeutung. Sie zielt darauf ab, dass gerade die Leistungsschwächeren nicht zurückgelassen werden.“ (Klieme u. a. 2003, S. 20) Dies wurde auch von der Bundesbildungsministerin bei der Vorstellung der Expertise unterstrichen (s. o.). Angesichts der Größe des Reformvorhabens kann das Argument der fehlende Zeit für vorbereitende Arbeiten nicht überzeugen.

Der auch in der Expertise vorgezeichnete Weg zur Entwicklung von Mindeststandards ist zudem sehr einseitig. Offensichtlich versteht man unter Mindeststandards solche Anforderungen, die in Testarbeiten von einem möglichst großen Prozentsatz der Schüler gelöst werden. Dieses rein empirische Vorgehen kann nur ein Aspekt bei der Entwick-

lung von Mindeststandards ein. Was die Schüler zu einem bestimmten Zeitpunkt in Deutschland im Durchschnitt gut können, hängt nicht nur davon ab, wie anspruchsvoll die Aufgabenstellungen sind, sondern auch davon, wie viel Zeit die Lehrer im Durchschnitt für die Ausbildung der hinter diesen Anforderungen stehenden psychischen Dispositionen aufwenden und mit welchen Methoden sie dabei vorgehen.

Ein wesentliches Kriterium bei der Auswahl der Wissens- und Könnenselemente für Mindeststandards ist ihre Bedeutung einmal für das Lernen im Mathematikunterricht, aber vor allem für die Bewältigung von Anforderungen an jeden Bürger der Gesellschaft außerhalb des Mathematikunterrichts. Neben den speziellen Zielen und Inhalten müssen dabei auch allgemeine fachübergreifende Ziele berücksichtigt werden, die durchaus zu anspruchsvollen Aufgaben führen können.

Obwohl auch so verstandene Mindeststandards in der Regel nur geringe mathematische Anforderungen beinhalten, müssen sie hinsichtlich solcher Qualitätsparameter von Kenntnissen wie der Verfügbarkeit, Dauerhaftigkeit, Anschaulichkeit, Sinnhaftigkeit, Anwendbarkeit und Resistenz ein weit höheres Niveau haben als Regelstandards. Dies erfordert einen entsprechenden Aufwand im Unterricht, der sich nicht automatisch bei der immanenten Verwendung der Wissens- und Könnenselemente einstellt, sondern der spezieller Unterrichtsphasen und Gestaltungselemente bedarf.

Ein wesentliches Ziel der Überlegungen zu Mindeststandards sollte es sein, ein minimales, in sich geschlossenes System von mathematischen Begriffen, Sätzen und Verfahren zu bestimmen, das eine sicher beherrschte, lebenslange Grundlage der mathematischen Bildung eines jeden Bürgers darstellt. Der weitaus größte Teil der üblichen Inhalte des Mathematikunterrichts wird in diesem System nicht enthalten sein können.

Für die Entwicklung so verstandener Mindeststandards sprechen folgende Gründe.

- Alle Schüler nehmen aus dem Mathematikunterricht eine Basis mit, auf die sie sich im weiteren Unterricht bzw. in der Berufsausbildung sicher verlassen können.
- Alle Schüler erreichen in einem bestimmten Teilbereich der Anforderungen Erfolge im Mathematikunterricht.

- Es erfolgt eine Gewichtung der zahlreichen Ziele des Mathematikunterrichts, die den Lehrern bei der Bewältigung des Stoff-Zeit-Problems und den Schülern bei der Strukturierung ihres Wissens helfen kann.
- Die nachfolgenden Bildungseinrichtungen wissen, worauf sie sich bei dem mathematischen Grundkönnen der Schulabsolventen sicher verlassen können.
- Es entfällt bei den Minimalforderungen das Problem der Bestimmung des Anforderungsniveaus. Alle Minimalforderungen (als nicht mehr zerlegbare Einzelforderungen) können a priori unabhängig vom tatsächlichen Schwierigkeitsgrad als gleichwertig angesehen werden, da es sich um notwendige und nicht zu unterschreitende Anforderungen handelt.
- Es ist nicht erforderlich, die Testaufgaben geheim zu halten, vielmehr ist es durchaus sinnvoll, den gesamten Aufgabenkomplex allen Schülern in geeigneter und variabler Form zugänglich zu machen, um ihnen die Möglichkeit zur selbständigen Sicherung des Grundlegenden zu ermöglichen.
- Die Arbeit an Mindeststandards erfordert zwingend eine Kooperation von Theoretikern und Praktikern, da sowohl eine theoretische und wissenschaftlich-empirische Analyse der Kompetenzen und der Bedingungen ihrer Entwicklung erfolgen muss, als auch die Realisierbarkeit des Gesamtkomplexes im Kontext der schulischen Bedingungen einzuschätzen und empirisch zu überprüfen ist.

5.3 Bemerkungen zu den allgemeinen mathematischen Kompetenzen

Das Kompetenzmodell der Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss im Fach Mathematik besteht aus zwei Teilen. Es werden zunächst sechs allgemeine mathematische Kompetenzen beschrieben und dann inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen benannt, die nach fünf so genannten „Leitideen“ geordnet sind.

Die beiden großen Kompetenzbereiche überschneiden sich in vielfacher Weise. So ist die allgemeine mathematische Kompetenz „(K 4) Mathematische Darstellungen verwenden“ in der durch die Teilkomponenten erklärten Form identisch mit entsprechenden Teilkomponenten der inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen.

In der Kompetenz „(K 3) Mathematisch modellieren“ wird vom Modellieren eines Bereiches oder einer Situationen gesprochen (wobei unklar bleibt, was damit jeweils genau gemeint ist). Damit fasst man hier den Umfang des Begriffs „Modellieren“ offensichtlich so weit, dass der Inhalt des Begriffes fast leer ist (vgl. Bender in diesem Band). Die gesamte Mathematik ist nichts anderes als ein Modell für räumliche bzw. quantitative Beziehungen in der Wirklichkeit bzw. für mathematische Strukturen selbst. So ist das einfachste Modell in der Mathematik die Zahl. Jede Beschreibung von realen Sachverhalten durch Zahlen bzw. Größen stellt eine Form der Modellierung dar. Damit die Kompetenz im Modellieren überhaupt einen fassbaren Sinn ergibt, sollte man den Begriff viel enger fassen und auf die Modellierung von Beziehungen zwischen außermathematischen Objekten beschränken.

Die allgemeine mathematische Kompetenz „(K 5) Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen“ ist wiederum von ganz anderer Art. Zunächst muss festgestellt werden, dass die Termini symbolisch, formal und technisch weder in der Mathematik noch in der Didaktik definiert sind. Auch im umgangssprachlichen Sinne lassen sich kaum Unterschiede zwischen den Eigenschaftsbegriffen symbolisch und formal benennen, sodass die Formulierung dieser Kompetenz wenig verständlich ist.

Der erste Teilbereich der Kompetenz K 5, lautet: „mit Variablen, Termen, Gleichungen, Funktionen, Diagrammen, Tabellen arbeiten“. Damit wird im Grunde genommen das gesamte Können der Schüler in der Algebra, der Analysis und der Erfassung und Darstellung von Daten erfasst, wenn man unter Arbeiten sämtliche geistige Tätigkeiten im Zusammenhang mit diesen Inhaltselementen versteht. Damit gehört dieser Bereich zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen.

Die zweite Teilkomponente von K 5 „symbolische und formale Sprachen in natürliche Sprache übersetzen und umgekehrt“ ist ein zentraler Bestandteil der ersten Teilkomponente.

Die dritte Teilkomponente „Lösungs- und Kontrollverfahren ausführen“ bezieht sich auf einen anderen Aspekt der mathematischen Bildung. Es geht um die Entwicklung von Einstellungen, Gewohnheiten, Kenntnissen und Fertigkeiten zur Selbstkontrolle beim Lösen von Aufgaben.

Der vierte Anstrich von K 5, „mathematische Werkzeuge (wie Formelsammlungen, Taschenrechner, Software) sinnvoll und verständig

einsetzen“ kann als eine selbstständige allgemeine mathematische Kompetenz angesehen werden, die weit mehr beinhaltet als den Umgang mit technischen Elementen der Mathematik. Es geht im weiten Sinne um die so genannte Medienkompetenz der Schüler, wenn man unter Medien sämtliche Unterrichts- und Hilfsmittel versteht.

Angesichts dieser Konfusion wird auch verständlich, dass bei der Umsetzung der Standards in Lehrpläne oft eine andere Strukturierung vorgenommen wird. So unterscheiden etwa die Kernlehrpläne von Nordrhein-Westfalen die prozessbezogene Kompetenz „Werkzeuge“, worunter man die Verwendung von Medien und Werkzeugen versteht, und die inhaltsbezogene Kompetenz „Arithmetik/Algebra“, die das Umgehen mit Zahlen und Symbolen beinhaltet.

Die beiden allgemeinen mathematischen Kompetenzen „(K 1) Mathematisch argumentieren“ und „(K 6) Kommunizieren“ stehen in der durch die Teilkomponenten definierten Form in einem engen Zusammenhang. Eine Argumentation ist meist mit einer Kommunikation verbunden und umgekehrt werden bei fachlichen Kommunikationen im Mathematikunterricht in der Regel Argumente ausgetauscht. Auch bezüglich der einzelnen Teilkomponenten fallen die Überschneidungen sofort ins Auge. So ist es bei der Beschreibung und Begründung von Lösungswegen in der Regel unumgänglich, die Fachsprache zu verwenden.

Bezüglich der Kompetenz „(K 2) Probleme mathematischen lösen“ ist zunächst der Begriff Problem zu hinterfragen. Er wird in der Didaktik in zwei unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Unter Problem wird einmal im Sinne einer objektiven Kategorie eine besonders schwierige und anspruchsvolle Anforderung verstanden. Damit sind Problem und Aufgabe (als sofort lösbare Anforderung) einander nebengeordnete Begriffe. Sinnvoller in Bezug auf den Lernprozess von Schülern scheint mir die andere Verwendung des Begriffes Problem zu sein, bei der unter Problem im Sinne einer subjektiven Kategorie eine Aufgabe verstanden wird, die durch den jeweiligen Löser nicht unmittelbar bearbeitet werden kann. In diesem Falle ist ein Problem eine spezielle Aufgabe und es kann sich dabei durchaus um eine sehr einfache und elementare Aufgabe handeln.

Generell kann man feststellen, dass die allgemeinen mathematischen Kompetenzen eine geringe Fachlichkeit aufweisen, wenig fokussieren und z. T. nicht klar verständlich sind. Die Kumulativität,

Differenzierung und Realisierbarkeit sind nicht erkennbar. Auch die begleitenden Betrachtungen in bildungspolitischen und didaktischen Beiträgen bleiben auf einer sehr allgemeinen und plakativen Ebene. Es kommen zahlreiche allgemeine Begriffe und Redewendungen vor, deren konkreter Inhalt sehr verschwommen ist. Man kann in diesem Sinne durchaus Wittman zustimmen, wenn er die Bildungsstandards und Kompetenzstufen in Analogie zur Charakterisierung der „neuen Mathematik“ als „general abstract stuff“ der Bildungsforschung bezeichnet (2005, S. 9).

5.4 Bemerkungen zu den Leitideen

Die inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen werden nach Leitideen geordnet, wobei der Begriff Leitidee nicht erklärt wird. Quellen dieses Terminus sind vermutlich die Begriffe „fundamentale Ideen“ (Bruner), „zentrale Ideen“ (Heymann 1996) oder „Grundvorstellungsidee“ (vom Hofe 1995). Mit der Ausweisung von Leitideen als einem zweiten Strukturierungsaspekt wird die Ebene der psychischen Dispositionen, in der sich die Kompetenzbetrachtungen bewegen, verlassen bzw. eingeengt. So beschreibt eine Grundvorstellungsidee nach Hofe Beziehungen zwischen mathematischen Inhalten und individuellen Begriffsbildungen (vom Hofe 1995, S. 97). Der Begriff Leitidee orientiert damit vorrangig auf den Erwerb von Kenntnissen und Vorstellungen der Schüler und beschreibt unzureichend die Gesamtheit der Bildungsziele, zu denen auch Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen gehören. Überraschenderweise werden in den Konkretisierungen der Leitideen Kenntnisse zu mathematischen Begriffen nicht oder nur marginal ausgewiesen. Dieser Widerspruch erklärt sich wahrscheinlich aus der einseitigen Orientierung der Kompetenzbetrachtungen auf Könnenselemente und der damit verbundenen Vernachlässigung von Wissensbestandteilen. In vielen Lehrplänen wurde bisher anstelle des Wortes Kompetenz der Terminus „Wissen und Können“ verwendet, der für Lehrer verständlich ist und beide Aspekte von Leistungseigenschaften zum Ausdruck bringt.

Das System der aufgeführten mathematischen Leitideen ist zudem begrifflich nicht einheitlich. So sind „Zahl“ und „Raum“ mathematische Begriffe, „Messen“ ist eine Tätigkeit, „Form“ ist ein Begriff der Umgangssprache, „funktionaler Zusammenhang“ ist eine Relation, „Daten“ sind außermathematische Objekte und „Zufall“ ist eine philo-

sophische Kategorie. Die Leitideen „Messen“ und „funktionaler Zusammenhang“ beschreiben nur einige Aspekte der anschließend genannten Kompetenzen.

Im System der Leitideen und in ihren Konkretisierungen fehlen die grundlegenden Vorstellungen, Einsichten und Fähigkeiten der Schüler zum Arbeiten mit Variablen und Termen als einer auch bei vorhandenen CAS wesentlichen mathematischen Arbeitsweise, die insbesondere auch für das Arbeiten mit Funktionen eine grundlegende Voraussetzung ist. Diese wurden auch durch die im Entwurf vom 04.07.2003 enthaltene Leitidee „Algorithmen, Kalküle und Heuristiken“ nicht erfasst. Bei dieser jetzt gestrichenen Leitidee wird die Problematik einer Betrachtungsweise mathematischer Bildung mittels Leitideen besonders deutlich: Der Focus lag nicht auf dem zentralen Problem der Entwicklung von Fertigkeiten und Fähigkeiten im Arbeiten mit Termen und Gleichungen, sondern in der Entwicklung von Kenntnissen und Vorstellungen (auf der Metaebene) zum Arbeiten mit Algorithmen und Kalkülen in der Mathematik.

Es ist nicht nachvollziehbar, dass aus der taktischen Überlegung heraus, die gegenwärtige Überbetonung des algorithmisch-kalkülmäßigen Arbeitens im Mathematikunterricht eindämmen zu wollen, auf diesen Bereich mathematischer Bildung fast völlig verzichtet wurde. Die Algebra ist ein selbständiges Gebiet der Mathematik und ein relativ abgrenzbarer Bereich zu erwerbender mathematischer Kenntnisse, Vorstellungen, Fähigkeiten und Fertigkeiten (z. B. das aspektreiche semantische Netz zum Variablen- und Termbegriff, Fertigkeiten im Umformen von Termen). Sie ist nur in Ansätzen in der allgemeinen mathematischen Kompetenz K 5 und mit drei Anstrichen in der Leitidee „(L 4) Funktionaler Zusammenhang“ enthalten, obwohl dies so gut wie keinen Bezug zur Idee des funktionalen Zusammenhangs hat.

Überraschend ist auch, dass im Vergleich mit dem Entwurf der Standards vom 04.07.2003 die Kompetenzen im Vergleichen und Ordnen sowie im Durchführen von Rechenoperationen nicht mehr aufgeführt werden. Sollte auch hier der Gedanke dahinter stehen, dass man Kompetenzen nicht mehr fordern muss, wenn sie schon ganz gut in der Schule vermittelt werden? Das würde insgesamt die Standards in ein anderes Licht rücken und ihnen den Charakter einer Liste der größten Defizite des aktuellen Mathematikunterrichts verleihen.

Ein Vergleich der Leitideen mit den inhaltsorientierten Standards der NCTM, an die sie nach Aussage von Blum u. a. (2005, S. 269) angelehnt sind, zeigt erhebliche Unterschiede. Die Bezeichnungen der fünf Gruppen der inhaltsorientierten NCTM-Standards (s. o.) ist lediglich als ein ordnender Oberbegriff zu verstehen, der an den üblichen Themenbereichen der Schulmathematik ausgerichtet ist und nicht als Standard oder Kompetenz gemeint ist. Dies zeigt allein schon der Vergleich mit dem Entwurf der Standards von 1998, in dem es 28 inhaltsorientierte Standards gab, die jeweils noch durch 4 bis 6 Teilkomponenten konkretisiert wurden. Man hat dieses System im Laufe der Diskussion auf nunmehr 17 Standards (die Teilkomponenten der 5 Standardgruppen) reduziert, die in allen fünf Gruppen von Jahrgangsstufen aufeinander aufbauend an Beispielen diskutiert werden.

Die Idee der NCTM, inhalts- und prozessorientierte Standards zu unterscheiden, sollte geprüft werden. Damit wäre eine Unterscheidung von Kompetenzen und Leitideen vermeidbar. Es wird zudem der unterschiedliche Charakter der beiden Arten von Kompetenzen deutlich.

Nach den schon zitierten Auffassungen zu Bildungsstandards in der Expertise (Klieme u. a. 2003) sollen diese so konkret sein, dass man sie in Aufgaben umsetzen kann. Dieser zentralen Anforderung genügt die Mehrzahl der in den Leitideen aufgeführten einzelnen Kompetenzen nicht. Dies soll nur an wenigen, besonders eklatanten Beispielen verdeutlicht werden.

So ist etwa die Forderung, dass die Schülerinnen und Schüler im konkreten Situationen kombinatorischen Überlegungen durchführen können, um die Anzahl der jeweiligen Möglichkeiten zu bestimmen (L 1 Leitidee Zahl), so allgemein, dass damit die gesamte Kombinatorik erfasst werden kann.

In der Leitidee Raum und Form wird gefordert, dass die Schülerinnen und Schüler geometrische Strukturen in der Umwelt erkennen und beschreiben, gedanklich mit Strecken, Flächen und Körpern operieren und geometrische Figuren im kartesischen Koordinatensystemen und Körper als Netz, Schrägbild oder Modell darstellen sollen. Da weder konkret gesagt wird, welche geometrischen Strukturen, Flächen, Figuren oder Körper gemeint sind, lassen sich diese Forderungen bis ins uferlose ausdehnen.

Die Bildungsstandards verdienen deshalb den Namen Standard in keiner Weise, wenn man unter Standard wie üblich die konkrete Fest-

legung einer gewissen Norm versteht.

6. Bemerkungen zur „neuen Aufgabenkultur“

Eine der theoretischen Quellen der Bildungsstandards sind Theorien zum Arbeiten mit Aufgaben im Mathematikunterricht, die sowohl in der Entwicklung einer Theorie der Mathematikmethodik der DDR als auch der Mathematikdidaktik der BRD begründet sind.

Regina Bruder, die ihre wissenschaftliche Laufbahn in der DDR begann, zählt zu den wichtigsten Arbeitsergebnissen der Forschungen zum Mathematikunterricht in der DDR „ein Konzept des Arbeitens mit Aufgaben“ (Bruder 2003 a, S. 171), zu dem sie selbst zahlreiche Beiträge geliefert hat und weiter liefert (2003 b).

Blum u. a. (2005) sehen in einer „Neuen Aufgabenkultur“ das Hauptmittel zur Qualitätsentwicklung des Mathematikunterrichts im Zuge der Einführung von Bildungsstandards. Darunter verstehen sie die Entwicklung und den Einsatz von neuen „kompetenzorientierten Aufgaben“, die in geeigneten „Aufgabensets“ im Unterricht eingesetzt werden sollten. „Man muss, um die Bildungsstandards mit Leben zu erfüllen, die ‚Kompetenzbrille‘ aufsetzen und gegebene Aufgaben konsequent daraufhin analysieren beziehungsweise neue Aufgaben daraufhin konstruieren, welche Kompetenzen auf welchem Niveau zu ihrer Lösung mindestens erforderlich sind.“ (S. 270)

Nebenbei bemerkt, erinnern die Formulierung „Neue Aufgabenkultur“ und der proklamierte „Kompetenzerkennungsdienst“ ein wenig an die „Neue Mathematik“ und den „Gruppenerkennungsdienst“, nur dass es diesmal nicht um die Mathematik, sondern um mathematische Aufgaben geht. Gemeinsam ist beiden Richtungen aber die Loslösung von den tatsächlichen Problemen der Konzipierung und Planung des Mathematikunterrichts und damit dem realen alltäglichen Mathematikunterricht und seinen Bedingungen. Man lässt sich weiterhin bzw. erneut von der Vorstellung einer grundsätzlichen kurzfristigen Veränderung des Mathematikunterrichts und aller seiner zentralen Begleitinstrumente wie Lehrpläne und Lehrbücher leiten.

Es gibt eine Vielzahl von aktuellen Publikationen zum Arbeiten mit Aufgaben im Mathematikunterricht, die vor allem eine Beschreibung der Arten von Aufgaben, ihrer Einsatzmöglichkeiten in verschiedenen Sozialformen, ihrer Konstruktion bzw. Variation beinhalten. Es wer-

den dabei u. a. folgende Bezeichnungen für Aufgabenarten verwendet: offene Aufgaben, geschlossene Aufgaben, produktive Aufgaben, authentische Aufgaben, Aufgaben zum Lernen, Aufgaben zum Leisten, selbstdifferenzierende Aufgaben, niveaubestimmende Aufgaben. Diese Darstellungen und Theorien sind vor allem deskriptiv, d. h. sie beschreiben nur die praktisch unbegrenzte Vielfalt der möglichen Erscheinungsformen und ihrer Beziehungen untereinander und bieten eine Sammlung von Beispielen, die oft nicht nach den Zielen des Unterrichts geordnet sind. Sie enthalten in der Regel keine Vorschläge zur konkreten Planung von Themengebieten oder Unterrichtseinheiten bzw. zur Konzeption langfristiger Lernprozesse.

Ohne Frage sind Aufgaben das Hauptmittel zur Realisierung der Ziele des Mathematikunterrichts und Theorien über das Arbeiten mit Aufgaben ein notwendiger Bestandteil der Mathematik-Didaktik. Aber in dem Verhältnis von Zielen (als auszubildende psychische Dispositionen), Inhalten und Methoden des Unterrichts dominieren eindeutig die Ziele. In Auswertung neuester Ergebnisse der Unterrichtsforschung ist für den Pädagogen Hilbert Meyer die klare Strukturierung des Unterrichts und dabei die Stimmigkeit von Zielen, Inhalten und Methoden eines der wichtigsten Kriterien für den Lernerfolg (Meyer 2004). Man kann einen Unterrichtsprozess nicht von den Mitteln her konzipieren und das Wesen des Unterrichts in einer Folge von Aufgabensets sehen.

Es ist unbestritten, dass ein Lehrer bei der Planung seines Mathematikunterrichts ein breites Angebot vielfältiger und interessanter Aufgaben benötigt und Kenntnisse und Fähigkeiten zur Variation sowie zum Selbstbilden von Aufgaben besitzen sollte. Er sollte auch die Fähigkeit besitzen, die Potenzen der Aufgaben zur Realisierung bestimmter Ziele einzuschätzen bzw. über entsprechende Informationen zu den Aufgaben verfügen.

Die Analyse der Anforderungen von Aufgaben sollte aber nicht bei solchen sehr oberflächlichen Merkmalen wie der Zuordnung zu Leitideen oder allgemeinen Kompetenzen stehen bleiben. Viel entscheidender für den Einsatz der Aufgaben im Unterricht ist eine sehr genaue Bestimmung möglichst aller Teilhandlungen beim Lösen der Aufgabe, die erst die entscheidenden Hinweise auf das zum Lösen notwendige Wissen und Können der Schüler und auf mögliche Probleme, die bei der Bearbeitung auftreten können, liefert.

Die entscheidende Frage für einen Lehrer ist aber die Auswahl geeigneter Aufgaben aus dem meist sehr umfangreichen vorliegenden Aufgabenangebot. Sie ergibt sich in erster Linie aus

- den Zielen des Unterrichts, d. h. den von den Schülern anzueignenden Kenntnissen, Fertigkeiten, Fähigkeiten und weiteren psychischen Dispositionen
- den aktuellen Lernvoraussetzungen der Schüler, d. h. dem Entwicklungsstand und -niveau ihrer Kenntnisse, Fertigkeiten, Fähigkeiten und weiteren Dispositionen
- der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit
- den vorhandenen Lernbedingungen.

Ein äußeres Zeichen der gegenwärtigen Dominanz von Aufgaben ist, dass in den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss 11 Seiten für allgemeine Darlegungen und 22 Seiten für Aufgaben und ihre Lösungen verwendet wurden. Die Hauptaktivitäten zur Umsetzung der Bildungsstandards sehen Blum u. a. (2005) in der Entwicklung neuer kompetenzorientierter Aufgaben, für die unter Verantwortung des deutschen PISA-Konsortiums-2006 eine Arbeitsgruppe gebildet wurde, die entsprechende Aufgaben entwickelt hat. Diese Aufgaben sollen von einer durch die KMK eingesetzten Gruppe aus Fachdidaktikern bewertet werden. Dabei bräuchten „Aufgaben im Geiste der Bildungsstandards Mathematik ... natürlich nicht alle neu konstruiert werden ...“ (S. 271), da es bereits aus den letzten Jahren zahlreiche Publikationen mit solchen Aufgaben gäbe. Die im gegenwärtigen Mathematikunterricht alltäglich durch die Lehrer eingesetzten Aufgaben aus Schullehrbüchern werden mit keinem Wort erwähnt. Man ist offensichtlich der Meinung, dass alle Lehrbücher neu oder zumindest umgeschrieben werden müssten. So sprechen Blum u. a. die Erwartung aus, dass „die Schulbuchverlage in Zukunft nur noch im Geiste der Standards konzipierte ... Schulbücher herausbringen.“ (S. 273) Dies zeugt entweder von Unkenntnis oder Ignoranz gegenüber der Tätigkeit von Lehrbuchautoren, die in der Regel schon immer im Auge hatten, was Schüler eigentlich am Ende können sollen und sich dabei bis auf wenige Ausnahmen genau auf das beschränkt haben, was jetzt in den Bildungsstandards als Kompetenzen bezeichnet wird.

Die Vertreter der „Neuen Aufgabenkultur“ wehren sich gegen den

Vorwurf, damit die „Aufgabendidaktik“ wieder aufleben zu lassen. Diese Zurückweisung ist berechtigt, wenn man unter dem Terminus „Aufgabendidaktik“ im engeren und historischen Sinne eine Stofforganisation des Mathematikunterrichts versteht, bei der jedes Teilgebiet der Mathematik durch einen Aufgabentypus bestimmt ist und die Mathematik dem Schüler „weniger als innere ideelle Einheit, sondern vielmehr als Sammlung von Aufgabentypen“ entgegentritt (Lené 1969, S. 35). Heute wird aber der Begriff Aufgabendidaktik auch im weiten Sinne für ein didaktisches Konzept des Mathematikunterrichts verwendet, das den Unterricht primär aus Sicht der Klassifizierung, Auswahl und dem Einsatz von Aufgaben betrachtet.

Die Beschäftigung mit Aufgaben ist in der Lehrerschaft eine sehr verbreitete Aktivität der Auseinandersetzung mit ihrem Unterricht. So haben etwa in dem BLK-Modellversuch SINUS im Fach Mathematik fast 60 % der Beteiligten aus den 11 angebotenen Modulen das Modul 1 „Weiterentwicklung der Aufgabenkultur“ gewählt (Abschlussbericht, S. 21). Deshalb ist die Vorstellung, Diskussion und gemeinsame Erarbeitung von Aufgaben sicher eines der Hauptmittel, um Lehrer zu erreichen und die weitere Entwicklung ihrer didaktischen Kompetenzen anzustoßen.

7. Abschließende Bemerkungen

Ich unterstütze folgende Grundgedanken der durch die KMK-Beschlüsse ausgelösten Aktivitäten zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards:

- Es wird noch stärker als bisher auf das anzueignende Wissen und Können der Schüler und seine Verfügbarkeit in Anwendungs- und Problemsituationen orientiert.
- Das zu erreichende Niveau am Ende einer Schulstufe wird möglichst klar und präzise in verschiedenen Ausprägungsgraden beschrieben.
- Den allgemeinen fachübergreifenden Zielen des Mathematikunterrichts wird durch eine entsprechende Unterrichtsgestaltung ein erhöhtes Gewicht beigemessen.

Damit diese Ansätze in einem langfristigen Prozess zu einer Verbesserung der Qualität des Mathematikunterrichts führen, müssen sowohl

der Prozess der Entwicklung der Standards als auch die Standards selbst noch entscheidend qualifiziert werden. Das oft von Bildungsforschern und Bildungspolitikern herausgestellte ausgereifte Niveau der Bildungsstandards im Fach Mathematik ist eine Fiktion.

Durch das bisherige Vorgehen ist es zu einer eklatanten Verletzung der kulturellen Kohärenz in der Curriculumentwicklung in Deutschland gekommen. Die Pläne und die darauf basierenden Schullehrbücher in den einzelnen Bundesländern sind in einem langen historischen Prozess entstanden und besitzen eine hohe Akzeptanz und Verbreitung in der Lehrerschaft. In den Jahren vor Entstehung der Standards wurden in vielen Bundesländern erhebliche Anstrengungen zur Weiterentwicklung der Pläne unternommen, die zu beachtenswerten Resultaten geführt haben. Es sind weiterhin zahlreiche neue Lehrbuchreihen beziehungsweise wesentliche Überarbeitungen vorhandener Reihen entstanden. Im Sinne einer kulturellen Kohärenz muss zunächst eine gründliche Analyse und Diskussion dieser neuen curricularen Elemente erfolgen, bevor auf dieser Basis eine neue Etappe der Entwicklung beginnen kann. Diese Produkte intensiver Überlegungen in Lehrplankommissionen und Autorenschaften jetzt einfach über Bord zu werfen und durch viel weniger fundierte Bildungsstandards oder Kernlehrpläne zu ersetzen ist ein grundlegender historischer Fehler.

Die jetzt als neu propagierte Idee, durch aufgabenbasierte und abschlussorientierte Standards den Unterricht zu beeinflussen, wird längst in zahlreichen Bundesländern praktiziert; und zwar in den Ländern, die schon seit jeher zentrale Abschlussprüfungen am Ende einer Schulstufe durchführen. Dort üben die Kataloge der bisherigen Prüfungsaufgaben schon längst die Funktion aus, die man jetzt den Bildungsstandards beimisst. Diese Form der Steuerung hat aber auch durchaus erhebliche Nachteile, nicht umsonst hat die Mehrzahl der Bundesländer bisher diesen Weg abgelehnt. Auch wäre es im Sinne eines wissenschaftlichen Herangehens zunächst erforderlich, die Erfahrungen in diesen Ländern und die dabei aufgetretenen Probleme genau zu untersuchen.

Die Verwendung von Beispielaufgaben zur Illustration von Lehrplanforderungen ist durchaus eine sinnvolle Sache. Diese Aufgaben in einem geschlossenen Kapitel nach den allgemeinen Zielstellungen zusammenzustellen, hat aber einen relativ geringen Nutzen. Auch die

sehr oberflächliche Charakterisierung der Aufgaben durch die Zuordnung von Leitideen und allgemeinen Kompetenzen hat einen geringen Einfluss auf die Entscheidungen zum zielgerichteten Einsatz dieser Aufgaben und zur Konzipierung eines kumulativen und vernetzten Lernprozesses über Klassenstufen hinweg. Es wäre viel sinnvoller, umgekehrt die Aufgaben zur Erläuterung der einzelnen Kompetenzen zu verwenden, wie es in den NCTM-Standards geschieht und wie es auch Neubrand (2003) vorschlägt.

Die Bildungsstandards beinhalten kein Konzept eines kumulativen Lernens. Dies ist durch die Beschränkung auf abschlussorientierte Standards wohl auch nicht angelegt. Trotzdem sollte dieses Merkmal guter Bildungsstandards eine wesentlich größere Beachtung finden. Auch dies könnte in Anlehnung an den Aufbau der NCTM-Standards geschehen.

Die notwendigen Arbeiten zur Qualifizierung der Bildungsstandards im Fach Mathematik können nicht durch Bildungsforscher bzw. das IQB in Auswertung von Tests geleistet werden. Dazu sind noch erhebliche theoretische, fachspezifische und unterrichtsbezogene Anstrengungen erforderlich. Es wäre in der aktuellen Situation in Deutschland unbedingt notwendig, eine nationale Expertengruppe mit dieser Aufgabe zu betrauen. Zu dieser Expertengruppe sollten Didaktiker, die Erfahrungen in der Forschung und Entwicklung von Curricula haben, erfahrene Mitglieder von Lehrplankommissionen sowie erfahrene Schulbuchautoren gehören.

Literatur

- Abschlussbericht (2004): BLK – Modellversuchsprogramm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. - Kiel : IPN, 2004
- Bender, P.: PISA, Kompetenzstufen und Mathematik-Didaktik. - In: JMD 26 (2005) 3/4, S. 274-281
- Blum u. a. (2005): Zur Rolle von Bildungsstandards für die Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht. - In: ZDM 37 (2005) 4, S. 267-274

- BMBF (2002 a): Bundesbildungsministerium kündigt „Stiftung Bildungstest“ an. - Pressemitteilung vom 18.01.2002. - URL: <http://www.bmbf.de/press/549.php>
- BMBF (2002 b): 5-Punkte-Programm „Zukunft Bildung“ als nationale Antwort auf PISA. - Pressemitteilung vom 25.06.2002. - URL: <http://www.bmbf.de/press/660.php>
- BMBF (2003): Nationale Bildungsstandards sollen das deutsche Bildungssystem verbessern. - Bundesministerium für Bildung und Forschung. - Pressemitteilung vom 18.02.2003 URL: <http://www.bmbf.de/press/805.php>
- Bruder, R. (2003 a): Vergleich der grundlegenden Konzeptionen und Arbeitsweisen der Methodik des Mathematikunterrichts in der DDR mit denen der Didaktik der Mathematik in der BRD. - In: Henning, H.; Bender, P. (Hrsg.)/Didaktik der Mathematik in den alten Bundesländern - Methodik des Mathematikunterrichts in der DDR. - Magdeburg, Paderborn, 2003
- Bruder, R. (2003 b): Konstruieren – Auswählen – Begleiten. Über den Umgang mit Aufgaben. - In: Friedrich Jahresheft XXI, Seelze, 2003, S. 12-15
- Claus, H. J. (1995): Einführung in die Didaktik der Mathematik. - 2., überarb. Aufl. - Darmstadt: Wiss. Buchges., 1995
- Empfehlungen (2003): Empfehlungen zu Zielen und zur Gestaltung des Stochastikunterrichts/Arbeitskreis Stochastik der GDM. - In: Stochastik in der Schule 23 (2003) 3, S. 21-26
- Engel, J. (2000): Die NCTM-Standards – Anstöße für den Mathematikunterricht nach TIMSS. - In: ZDM (2000) 3, S. 69-74
- Fanghänel, G.; Stamm, R.; Weber K. (1992): Mathematikunterricht in Ländern der Bundesrepublik Deutschland – Übersichten und vergleichende Betrachtungen zu Zielen, Inhalten und Gestaltungskonzepten für den Mathematikunterricht der Klassen eins bis 10/ Hrsg. R. J. K. Stowasser. - In: Preprint Bereich Mathematik, Fachbereich 3, Technische Universität Berlin, Nr. 4/1992
- Heymann, H. W. (1996): Allgemeinbildung und Mathematik. - Weinheim : Beltz Verlag, 1996
- Hofe, R. v. (1995): Grundvorstellungen mathematischer Inhalte. - Heidelberg : Spektrum, Akad. Verl., 1995 (Texte zur Didaktik der Mathematik)

- Klieme, E.; Avenarius, H.; Blum, W.; Döbrich, P.; Gruber, H.; Prenzel, M.; Reiss, K.; Rost, J.; Tenorth, H.; Vollmer, H. (2003): Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. - Bonn, 2003
- KMK (2002 a): 297. Plenarsitzung der Kultusministerkonferenz am 28. Februar/1. März 2002 in Berlin. Pressemeldung vom 01.03.2002; URL: www.kmk.org/aktuell/pm020301.htm
- KMK (2002 b): 298. Plenarsitzung der Kultusministerkonferenz am 23. und 24. Mai 2002 in Eisenach. - Pressemeldung vom 24.05.2002; URL: www.kmk.org/aktuell/pm020524.htm
- KMK (2002 c): Nationale Bildungsstandards: Kultusminister einig über Zeitplan Einführung steht seit Wochen fest - 2004 verbindlich. - Pressemeldung vom 27.06.2002; URL: www.kmk.org/aktuell/pm020627.htm
- KMK (2002 d): Kultusministerkonferenz erarbeitet Bildungsstandards für alle Länder. - Pressemeldung vom 31.07.2002. - URL: www.kmk.org/aktuell/pm020731.htm
- KMK (2002 e): 299. Plenarsitzung der Kultusministerkonferenz am 17./18. Oktober 2002 in Würzburg. - Pressemeldung vom 18.10.2002. - URL: www.kmk.org/aktuell/pm021018.htm
- KMK (2003): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss : Beschluss vom 04.12.2003. - Bonn: KMK. - URL: <http://www.kmk.org/schul/home1.htm>
- KMK (2004): Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz : Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung. - KMK, 2004 (Veröffentlichungen der Kultusministerkonferenz)
- Lené, H. (1969): Analyse der Mathematikdidaktik in Deutschland, - Stuttgart : Klett Verlag, 1969
- Lind, G. (2003): Jenseits von PISA – Für eine neue Evaluationskultur. - URL: <http://www.uni-konstanz.de/ag-moral/hodi/evaluation.htm>
auch in: Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Hrsg., (2004), Evaluation, Standards..... Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Meyer, H. (2004): Was ist guter Unterricht? - Berlin : Cornelsen Scriptor, 2004

- Meyerhöfer, W.: Zum Kompetenzstufenmodell von PISA. - In: JMD 25 (2004) 3/4 S. 294-305
- National Council of Teachers of Mathematics (1998): Principle and standards for school mathematics (Standards 2000), Discussion Draft. - Reston, VA : NCTM. - Arbeitsübersetzungen. - URL: <http://www.ph-ludwigsburg.de/VERALTET/mathematik/forschung/nctm/indes.html>
- National Council of Teachers of Mathematics (2000): Principle and standards for school mathematics. - Reston, VA : NCTM. - URL: <http://standardtrial.nctm.org/document/index.htm>
- Neubrand, M. (2003). PISA und die „Standards“. Arbeiten aus dem Institut für Mathematik und ihre Didaktik der Universität Flensburg, Heft 15 / Februar 2003
- Rürup, M. (2005): Der Föderalismus als institutionelle Rahmenbedingung im deutschen Bildungswesen – Perspektiven der Bildungspolitikforschung. - Frankfurt am Main : DIPF, 2005, TiBi Nr. 9
- Sill, H.-D. (1993 a): Zum Mathematikunterricht in Realschulbildungsgängen der neuen Bundesländer. - In: Die Realschule, 101 (1993) 1, S. 17-21
- Sill, H.-D. (1993 b): Probleme der Realisierung des neuen Lehrplans im Fach Mathematik. - In: Bildung Real. - 37 (1993) Sonderdruck 93, S. 78-81
- Sill, H.-D. (2000): Ziele und Methoden einer Curriculumforschung. - In: Beiträge zum Mathematikunterricht. - Hildesheim : Franzbecker, 2000. S. 611-614
- Sill, H.-D. (2004): Bemerkungen zu den aktuellen Bildungsstandards. - In: Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 12 (2004) 2, S. 72-75
- Sill, H.-D. (2005): Kritische Bemerkungen zu den aktuellen Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss im Fach Mathematik. - In: Beiträge zum Mathematikunterricht. - Hildesheim : Franzbecker, 2005. S. 549 - 552
- Standards (1995): Standards für den Mittleren Schulabschluss in den Fächern Deutsch, Mathematik und erste Fremdsprache, Beschluss der KMK vom 12.05.1995, Sekretariat der Ständigen Konferenz

der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Bonn, 1995

Stuttgarter Zeitung (2002): „Wir müssen die Zäune überwinden“ : Bildungsministerin Edelgard Bulmahn fordert mehr Mitsprache des Bundes im Schulbereich. - In: Stuttgarter Zeitung vom 31.07.2002, S. 5

ThILLM (1998): Was ist neu an den Thüringer Lehrplänen für Grundschule, für Regelschule, für Gymnasium. - Bad Berka : Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien, 1998

Wittmann, E. Ch. (2005): Eine Leitlinie für die Unterrichtsentwicklung vom Fach aus: (Elementar-) Mathematik als Wissenschaft von Mustern. - In: Der Mathematikunterricht 51 (2005) 2/3, S. 5-22