Lernende Schule 4/2004. Grundsatzartikel. S 10-15. Friedrich Verlag: Seelze

Konrad Krainer & Thomas Stern
Universität Klagenfurt / Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung / IMST3

„MATHE IST MEHR“ UNTERRICHTSENTWICKLUNG IN MATHEMATIK ALS IMPULS FÜR „LERNENDE SCHULEN“

Das Bild von Mathematik verändern

„Das versiegelte, verschlossene Buch ist nicht für jeden zugänglich. Nur mit dem Schlüssel ist es möglich, das Buch zu öffnen. Aber selbst wenn das Buch aufgeschlagen ist, muss man den Inhalt nicht verstehen. Entweder man hat das Verständnis oder nicht!!! Um das Buch verstehen zu können, muss man es von vorne bis hinten durchlesen.“
Kommentar einer Gymnasiastin (Jahrgangsstufe 11) zu ihrer Zeichnung (Abb. 1) „Das große Buch der Mathematik“ mit dem Untertitel „Wo ist der Schlüssel?“.

Die Idee, Schüler/innen ihr „Bild von Mathematik“ (vgl. die Anregung im Werkstatteil dieses Hefts) zeichnen zu lassen und mit Titel und Untertitel zu erläutern, entstand im Rahmen einer schulinternen Fortbildung einer Mathematiklehrergruppe. Die Lehrer/innen präsentierten einander die Zeichnungen ihrer Klassen und diskutierten darüber. Das „Bild“, das die Schüler/innen von der Mathematik bzw. vom Mathematikunterricht gewonnen hatten, löste einige Überraschung aus.

Die Zeichnung „Das große Buch der Mathematik“ macht zumindest aus dreierlei Hinsicht betroffen: Die Mathematik wird interpretiert als

- „Fertigprodukt“ (und nicht auch als Wissen-im-Werden, als etwas Veränderliches, Wachsendes),
- deduktiv und linear aufgebaut (und nicht auch als situativ und modulhaft verstehbar)
- bedrohlich und unzugänglich (und nicht als nützlich und intellektuell bereichernd für viele Menschen)

Zumindest drei weitere verengende Vorstellungen von Mathematik tauchen bei der Analyse von Schülerzeichnungen und -äußerungen häufig auf. Sie wird auch gesehen

- als etwas, das mit dem realen Alltag wenig zu tun hat (und nicht als mächtiges Mittel, reale Probleme zu bearbeiten),
- als unfehlbare Wissenschaft, deren Probleme alle lösbar und gelöst sind (und nicht etwa als Wissenschaft, in der es immer wieder Irrwege gab und in der viele Fragen unbeantwortet sind, noch gar nicht gestellt wurden oder sogar prinzipiell unentscheidbar sind), und
- als Technologie für routinemäßige schnelle Berechnungen oder Konstruktionszeichnungen (und nicht als vielfältige Welt des formalen Denkens, die über Arithmetik und Geometrie weit hinaus geht).

Im Schulunterricht, in der Lehrerbildung und in der öffentlichen Diskussion wird Mathematik häufig nicht in der für sie charakteristischen Vielfalt erlebt. Sie gilt als alltagsfern, abstrakt, fremdartig und für normale Menschen unverständlich. Sie erweckt unangenehme Gefühle und macht Angst: Nicht die eigene Kreativität ist gefragt, sondern die Unterordnung in ein fremde Denkwelt. Man wird an ihr gemessen, „richtig“ oder „falsch“ lautet das Urteil. Fehler werden als Beweise der eigenen Unzulänglichkeit wahrgenommen, im Gegensatz zur Vollkommenheit der Mathematik und der Genialität derer, die sie beherrschen. So (miss)verstanden ist Mathematik im Unterricht eher ein Disziplinierungsinstrument denn ein mächtiges Mittel, Probleme zu beschreiben und zu lösen, oder logische Denkstrategien zu entwickeln. Oft erleben Lernende Mathematik als Einschränkung und Korsett, obgleich sie bestens geeignet wäre, die Menschen in ihrer Lebensbewältigung mündiger und freier zu machen.

Mathe ist mehr! Mehr als statisches Schulbuchwissen. Mathematik ist „dynamisch“, sie ist ja von Menschen gemacht und entwickelt sich ständig weiter. Dabei ist ihr logischer Aufbau, die vielfältige Anwendbarkeit ihrer Konzepte und Methoden oder die Schlüssigkeit und Eleganz ihrer Beweise nicht weniger faszinierend als ihre menschliche Seite (vgl. Fischer/Malle 1985). Dazu gehören ideengeschichtliche Meilensteine wie die Einführung des Koordinatensystems oder die Begründung der Infinitesimalrechnung, aber auch die zahlreichen Irrtümer und Sackgassen sowie der Umgang mit offen gebliebenen oder prinzipiell nicht entscheidbaren Fragen. Nicht zuletzt kann Lernenden auch die Berücksichtigung der gesellschaftlichen Entstehungsbedingungen und der vielfältigen Querverbindungen zu anderen Schöpfungen des menschlichen Geistes, von den Naturwissenschaften bis zu Kunst und Musik, den Weg zum Verständnis der Mathematik ebnen.

Oft ist die Mathematik jedoch, wie die Zeichnungen der Kinder zeigen, in ihren Augen ein „feuerspeiender Drache“. Aus Lehrersicht scheint es daher eine noble Strategie zu sein, sie zu beschützen, etwa durch Beschränkung auf leicht nachvollziehbare Lernschritte beim Lösen von Routineaufgaben. Ein häufiges Ergebnis ist, dass lernschwache Schüler/innen gerade mit scheinbar Elementarem die größten Schwierigkeiten haben, während die anderen unterfordert bleiben und deshalb ihr Interesse sich in Langeweile verkehrt. Eine Alternative wäre, die selbstbewusste und aktive Auseinandersetzung aller Lernenden mit der Mathematik zu fördern.

Gerade das Offene, das Gehen eigener Wege, das Erfinden neuer Sätze, Beweise und Verfahren, sind Erfahrungen, die forschende Mathematiker/innen an ihrer Wissenschaft schätzen und die sie in ihren Bann ziehen. Wenn es nur – wie manchmal schon durchaus erfolgreich praktiziert – öfter gelänge, ein wenig von diesem Forschergeist im Unterricht zu entfalten, wäre dies ein großer Gewinn. Fast jedes Stoffgebiet, jede Aufgabe ist ersetzbar, nicht aber die Freude, selbst etwas geschafft oder geschaffen zu haben. Diese Freude an Mathematik, an Rechnen und Zeichnen, an Zahlenrätseln und Denksportaufgaben ist bei Grundschulalterkindern durchaus vorhanden, verliert sich aber in der Sekundarstufe zusehends. Bietet ihnen der Unterricht zuwenig Gelegenheit, aktiv zu lernen und kreativ zu denken? Die Auswertung der Antworten des TIMSS-Schülerfragebogens (Mathematik) für die Abiturjahrgänge der Sekundarstufe scheint diese These für Deutschland und Österreich zu bekräftigten. Darin wurde nach der Häufigkeit *kreativer und aktiver Denkleistungen* gefragt. In der Hälfte der 16 Länder kreuzten zwischen 87% bis 96% der befragten Schüler/innen die Antworten „in jeder Unterrichtsstunde“ oder „in den meisten Unterrichtsstunden“ an, in Österreich und Deutschland nur 66% bzw. 80% (vorletzter Platz bzw. viertletzter Platz unter 16 Ländern).

Dass Schüler/innen im Mathematikunterricht selbstständig denken, scheint also in Österreich und Deutschland weniger weit verbreitet zu sein als in anderen Ländern (vgl. Krainer 2002, S. 23). In dieses Bild passen auch die Testergebnisse unserer Schüler/innen der Sekundarstufe II bei TIMSS: Deutsche und österreichische Schüler/innen haben ihre relativen Stärken beim

Lösen von Routineaufgaben. Wenn es um anspruchsvollere Fähigkeiten wie Argumentieren und Begründen geht (vgl. Baumert, Klieme & Watermann 1998) schneiden sie aber deutlich schlechter ab als etwa ihre Gleichaltrigen aus den Niederlanden und der Schweiz. In diesen beiden Ländern gibt es seit einigen Jahrzehnten massive Anstrengungen zur Verbesserung des Mathematikunterrichts durch Lehrerbildung, Unterrichtsforschung und Entwicklungsprojekte. Aufgeweckt durch TIMSS und PISA gibt es auch in Deutschland und Österreich mit den länderweiten Modellversuchen SINUS (ab Sekundarsstufe I, vgl. Prenzel 2000) und SINUS-Transfer sowie IMST² (ab Sekundarstufe II, vgl. Krainer 2002) und IMST3 (Ausweitung auf die Sekundarstufe I, vgl. Krainer 2004) erfolgversprechende Ansätze, ein neues Bild der Mathematik zu entwerfen: eines in dem die Lernenden selbstständig denken und handeln, und die Mathematik zum Verstehen von Begriffen und Verfahren, zum Modellbilden und Problemlösen, zum Anwenden auf neue Zusammenhänge, aber auch zum Zeichnen und zum Spielen einlädt.

Was hat Mathematik mit Allgemeinbildung zu tun?

Kann Mathematik auch für Nichtmathematiker interessant und bedeutsam sein? Oder ist es eher Spezialwissen für eine Minderheit mit einer besonders seltenen Begabung? In dem Bestsellerbuch „Bildung. Alles, was man wissen muss“ von Dietrich Schwanitz (1999) kommt Mathematik jedenfalls nicht vor. Viele hoch gebildete Menschen haben kein Problem damit, sich als mathematische Ignorant/innen zu bezeichnen. Zwar bestreitet niemand, dass der Nutzungswert von Mathematik und Naturwissenschaften für den gesellschaftlichen Fortschritt zunimmt, aber ihr Bedeutungswert als Hilfe für Orientierung und Sinnstiftung nimmt gleichzeitig ab, was der Soziologe Friedrich H. Tenbruck (1975) als „Trivialisierungsprozess“ bezeichnet.

Ein Weg aus diesem Dilemma liegt darin, schon in der Schule die Reflexion über den Sinn des Gelernten sowie begriffliches Verständnis und Freude am intellektuellen Wachstum zu fördern anstelle der Beherrschung von Rechentechniken. Damit die Schüler/innen Mathematik lernen, müssen sie auch erfassen, was der Sinn dieser Anstrengung ist. Ihre Lernziele bestehen in der Erweiterung ihres Wissens, Könnens und Verstehens, um sich persönlich weiter zu entwickeln und ihre beruflichen Chancen auszubauen. Das gilt für alle Lernbereiche, also auch für Mathematik, wo es um den Erwerb von **fünf spezifischen Kompetenzen** geht (vgl. Fischer & Malle 1985 S. 296f, Krainer 2002, S. 34f):

- K1 Argumentieren und exaktes Arbeiten (Modelle bilden, logisch begründen, schlussfolgern und beweisen)
- K2 Beobachten und Experimentieren (Hypothesen bilden und überprüfen, Messungen durchführen, quantitative Daten erheben und analysieren)
- K3 Darstellen und Interpretieren von Sachverhalten (verbal, formal, tabellarisch, graphisch, schematisch)
- K4 Produktives geistiges Arbeiten (Probleme lösen, Zusammenhänge herstellen, Strategien anwenden)
- K5 Kritisches Denken und Kommunizieren (mathematische Sprache verwenden und Arbeitweisen reflektieren, Widerspruchsfreiheit überprüfen).

Der Mathematikunterricht leistet einen unentbehrlichen Beitrag zur Allgemeinbildung, wenn es gelingt, didaktisch auf diese Lernziele und inhaltlich auf „wichtige Mathematik“ zu fokussieren, also auf zentrale Ideen, die für das Denken der Lernenden eine wirkliche Bereicherung sind, und deren Bedeutung sie erkennen können.

Sowohl die deutschen Projekte SINUS und SINUS-Transfer als auch die österreichischen Initiativen IMST² und IMST3 versuchen, den Bildungsbeitrag der Mathematik theoretisch und praktisch zu konkretisieren.

Für SINUS hat Mathematik wegen ihres Doppelcharakters einen zweifachen Bildungswert, einerseits als modifiziertes „Abbild" der Realität, andererseits als „System" mit eigenen Strukturen:

Mathematik ist <u>anwendbar</u> „als Beschreibungs- und Problemlösungssprache" in den Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Sie ist damit eine dynamische Grundlage für <u>intellektuelles Handeln</u>.	Mathematik ist <u>abstrakt und formal</u>, selbstbezüglich und autonom. Ihre Begriffe, Methoden und Kalküle erschließen sich aus ihrer eigenen Logik und Fachsystematik.

Um die Balance zwischen diesen beiden Aspekten herzustellen, ist „Vernetzung von Wissenselementen nicht nur auf globaler Ebene über Jahrgänge hinweg, sondern schon lokal in jeder einzelnen Stunde" vorzunehmen, und zwar anhand der **fünf zentralen Ideen**:

I1 Zahl und Raum (Größenvorstellungen, Dezimalsystem, Zahlenbereichserweiterungen)
I2 Funktionen (Bewegungen, Muster, Wachstumsvorgänge)
I3 Algebra (quantitative Zusammenhänge, abstrakte Rechentechniken)
I4 Geometrie (ebene und räumliche Formen, Flächen- und Volumsberechnungen)
I5 Stochastik (Datenanalyse mit Graphen und Tabellen, Modellbildungen).

Diese fünf „zentralen Ideen" ziehen sich gleichsam als rote Fäden durch die gesamte Sekundarstufe I und II und werden immer weiter vertieft, wobei Begriffe und Verfahren, Anwendung und Bedeutung ausgewogen neben einander bestehen. „Das kann – beispielsweise in exemplarischer Bearbeitung in einem Projekt – durch die systematische Beleuchtung ausgewählter Begriffe (z.B. Ableitung) von verschiedenen Seiten aus geschehen, etwa hinsichtlich Anwendungsbezug, Genese und innermathematischer Bedeutung" (BLK 1997).

In Ergänzung dazu legt das österreichische IMST²-Projekt „Leitlinien" vor, anhand derer die Lehrer/innen und ihre Schulklassen über Sinn und Wert mathematischer Grundbildung diskutieren und passende Lerninhalte auswählen können.

GB1 Weltverständnis
Trägt die Auseinandersetzung mit dem Thema zur Orientierung in der Welt bei? Liefern die Erkenntnisse Antworten auf existenzielle Fragen (etwa nach Gewissheit)?

GB2 Wissenschaft als Teil der Kultur
Liefert die Bearbeitung des Themas Einsicht in größere geschichtliche, zivilisatorische und innerwissenschaftliche Zusammenhänge?

GB3 Alltagsbezug
Geht es um reale Fragestellungen und lebenspraktische Problemlösungen?

GB4 Gesellschaftsrelevanz
Können sich die Jugendlichen auf demokratische Partizipation vorbereiten? Lernen sie zu diskutieren, mit Experten zu kommunizieren und sich an gesellschaftlichen Entscheidungen zu beteiligen?

GB5 Einblick in wissenschaftliches Arbeiten

Werden die Methoden des Erkenntnisgewinns hinterfragt? Werden ihre Möglichkeiten und Grenzen (und ggf. Gefahren) bewusst gemacht?

GB6 Sorge um wissenschaftlichen Nachwuchs
Ist das Kennenlernen mathematischer Berufe und ihrer Perspektiven Teil der Themenstellung?

Das IMST²-Grundbildungskonzept sieht vor, dass der Mathematikunterricht diese Leitlinien erstens bei der Inhaltswahl berücksichtigt, die entsprechend zu begründen ist, und zweitens bei der Unterrichtsplanung. Ein Beispiel ist die Auseinandersetzung mit Wachstumsvorgängen. Sie spielen in der Natur (z.B. Bakterienkulturen) und in der Gesellschaft (z.B. wirtschaftliche Produktionssteigerung) eine große Rolle. Für das *Weltverständnis* ist die Unterscheidung zwischen linearem und exponentiellen Wachstum hilfreich. *Mathematik als Teil der Kultur* kann man anhand des Streits um die Schriften von Robert T. Malthus „Über die Bedingungen und Folgen der Volksvermehrung" (1789) und über aktuelle Bevölkerungsmodelle und ihre politischen Auswirkungen studieren. Der *Gesellschaftsrelevanz* dieses Themas können sowohl Klassendiskussionen und Rollenspiele als auch Schulprojekte Rechnung tragen, in denen es etwa um ökologische Folgewirkungen ungebremsten wirtschaftlichen Wachstums geht. *Einblick in wissenschaftliches Arbeiten* gewinnen Schüler/innen beispielsweise beim (realen oder virtuellen) Besuch eines Forschungsinstituts oder eines statistisches Amtes, wenn sie danach fragen, welche Annahmen für laufende Entwicklungen gemacht werden, und wie sicher die Voraussagen sind. Dabei können sie sich auch über die *Berufsaussichten* von Mitarbeiter/innen erkundigen, und welche Mathematikkenntnisse für sie wichtig sind. Die „Leitlinien" helfen dabei, alle Aspekte einzubeziehen, die für einen grundbildungsorientierten Unterricht nützlich sind.

Entscheidend ist, dass Schüler/innen sich mit Mathematik aktiv auseinandersetzen und sich selbst überlegen, welche Vorteile und welche Grenzen mathematisches Denken hat, wenn es darum geht, ein Problem zu verstehen und Lösungen zu suchen. Es lohnt sich, nicht nur mathematisches Wissen, sondern auch Wissen über Mathematik (Metakognition) in das Lernen zu integrieren und die Schüler/innen zu ermutigen, sich über ihre Vorstellungen, Hoffnungen und Verständnisschwierigkeiten zu äußern. Bei vielen Schulkooperationen im Rahmen von SINUS und IMST² zeigte sich, dass die Möglichkeit, originelle persönliche Gedanken zu relevanten mathematischen Fragen zu äußern, das fachliche Interesse, die Motivation und in der Folge auch die Lernleistungen der Lernenden steigern.

Was ist guter Mathematikunterricht?

Die Frage, was Unterrichtsqualität ausmacht, ist aktuell, sowohl allgemein (vgl. Helmke 2003), als auch speziell für den Mathematikunterricht (vgl. u.a. Keitel 1998, Biermann & Blum 2001). Dabei ist klar, dass die Umsetzung der Bildungsziele in der Schule nur im Rahmen einer Vision gelingen kann, die die Schüler/innen in den Mittelpunkt stellt. Guter Mathematikunterricht, der einer solchen Vision folgt, zeichnet sich durch zehn Spannungsfelder aus, die Orientierungslinien für die Unterrichtsentwicklung beschreiben, wie sie auch für andere Fächer gelten können.

Zehn Spannungsfelder für einen guten Unterricht
(vgl. die hintere Umschlagseite dieses Hefts)

Lernen ist für die Schüler/innen ein Gewinn, wenn sie Gelegenheit haben, Verbindungen herzustellen und einen Ausgleich zu finden zwischen

1. **Neuem Wissen *und* Vorwissen**
2. **Fachlichen Grundlagen *und* Anwendungsmöglichkeiten**
3. **Gemeinsamen *und* individuellen Zielen**
4. **Vorgegebenen Lernschritten *und* selbstständigem Arbeiten**
5. **Einzelarbeit *und* kooperativem Lernen**
6. **Intellekt *und* Gefühl**
7. **Routineaufgaben *und* anspruchsvollen Aufgaben**
8. **Traditionellen *und* modernen Kulturtechniken**
9. **Gefördert *und* gefordert werden (sich fördern *und* fordern lassen)**
10. **Rückmeldungen beachten *und* selbstkontrolliert lernen.**

Es gibt keine eindeutige Antwort auf die Frage, was guter Unterricht ist, und ebenso wenig gibt es allgemeingültige Rezepte. Kreative Lösungen für eine gute Praxis, die der spezifischen Klassensituation angepasst ist, sind hingegen immer gefragt. Guter Unterricht erweist sich darin, dass er beide komplementären Qualitätsdimensionen jedes einzelnen Spannungsfeldes berücksichtigt, und dass dabei überzeugend begründet wird, wie das im konkreten Fall gelingt. Für Lehrende ebenso wie für Lernende kommt es darauf an, mit den gegensätzlichen Anforderungen konstruktiv umzugehen.

Im ersten Spannungsfeld steht man z.B. vor folgenden Fragen. Soll man sich am Beginn eines Lernabschnitts Zeit nehmen, zu schauen, welches Wissen bei den Lernenden schon vorhanden ist, und etwa in einem Brainstorming Ideen und Assoziationen sammeln, in einer Mindmap festhalten und vorhandene Präkonzepte und Erklärungsmuster hinterfragen? Oder soll man eher zügig neue Begriffe, Fragestellungen und Lösungsmethoden einführen und die Zeit dazu verwenden, die neu gewonnenen Kenntnisse einzuüben und zu vertiefen? In der Praxis zeigt sich, dass es einerseits wichtig ist, die Schüler/innen „dort abzuholen, wo sie sind", um sie nicht zu überfordern. Andererseits muss man ihnen aber auch neue Lernerfahrungen bieten, um sie nicht zu langweilen. Die Überbetonung eines der beiden Aspekte führt zu einer Vernachlässigung des anderen. Oder positiv formuliert: Gute Praxis sucht nach Ausgleich, indem sie bei allen Aspekten auch den jeweiligen Gegenaspekt einbezieht.

Ebenso ist in den anderen Spannungsfeldern je nach Klassensituation ein Ausgleich zwischen den komplementären Aspekten zu suchen. Manchmal kann es durchaus notwendig und sinnvoll sein, sich zur Gänze auf einen einzigen Aspekt (z.B. Routinefertigkeiten einüben) zu konzentrieren, vielleicht sogar auch über einen längeren Zeitraum. Im Allgemeinen scheint jedoch ein systemisches „Nicht-zuviel-und-nicht-zuwenig" angebracht.

Dynamische Orientierungslinien bewähren sich im komplexen Unterrichtsgeschehen eher als starre Gütekriterien oder Tugendkataloge, die man als Lehrer/in Punkt für Punkt zu erfüllen hat. Professionalität im Lehrberuf bedeutet nämlich, ständig die eigenen Handlungen zu überprüfen und sich so in diesen Spannungsfeldern neu zu positionieren. Als hilfreich erweist sich dabei die gemeinsame Reflexion und Zusammenarbeit in Lehrerteams sowie die Unterstützung durch die Schulverwaltung und in Forschungskooperationen mit Wissenschaftler/innen.

Um die Qualität des Mathematikunterrichts weiter zu entwickeln, lohnt es sich für Lehrer/innen, die eigene Praxis anhand dieser zehn Spannungsfelder immer wieder zu überdenken und Verbesserungspotenziale auszuloten. Was ist mir besonders wichtig? Welche Aspekte vernachlässige ich möglicherweise? In welcher Hinsicht könnte ich die Lernchancen meiner Schüler/innen verbessern? Um mögliche „blinde Flecken“ in der Selbstwahrnehmung zu entdecken, ist es nützlich, die Schüler/innen einzubeziehen. Eine Befragung (siehe den Schülerreflexionsbogen zu den „10 Spannungsfeldern“ im Werkstatt-Teil dieses Hefts) kann unter Umständen große Differenzen zwischen den Vorstellungen von Lehrer/innen und Schüler/innen aufzeigen. Eine offene Klassendiskussion darüber macht es nicht nur möglich, Verbesserungsvorschläge und neue Unterrichtsideen zu sammeln, sondern auch das Eigeninteresse der Schüler/innen an ihrem Lernfortschritt und ihre Wünsche nach Lernhilfe anzusprechen. Es bewährt sich, sie an der Unterrichtsentwicklung zu beteiligen. Sie sind nicht Kunden der Schule oder Adressatinnen der Erziehung, sondern Hauptakteure in den Lehr-Lern-Prozessen, für deren Erfolg sie mitverantwortlich sind.

Was guten Mathematikunterricht ausmacht, beschränkt sich keineswegs allein auf das Geschehen im *Klassenzimmer*. Denn dieses wird stark vom Zusammenspiel mit den anderen Ebenen der Schulwirklichkeit beeinflusst, nämlich der

- *Schule als Organisation* (Wie funktioniert die Zusammenarbeit innerhalb und zwischen Lehrerteams, die Unterstützung durch die Schulleitung, die Kommunikation mit den Eltern, die Mitsprache der Schüler/innen?)
- *Lehreraus- und -weiterbildung* (Wie werden Lehrer/innen mit neuen fachdidaktischen Erkenntnissen vertraut gemacht? Wie werden sie auf neue Anforderungen vorbereitet? Welche professionelle Unterstützung gibt es für ambitionierte Unterrichtsprojekte?)
- *Bildungssystem* (Welche Reformen und politischen Begleitmaßnahmen unterstützen die Akteure an den Schulen dabei, die Schüler/innen auf künftige gesellschaftlichen Anforderungen vorzubereiten? Auf ihr Berufsleben, auf ihre demokratische Partizipation und auf ihre Weltoffenheit?)

Im Klassenzimmer sowie auf den anderen drei Ebenen funktionieren Interventionen nur dann, wenn sie die Folgen für die Schüler/innen mitberücksichtigen. Wird ihnen mehr und bessere Gelegenheit gegeben, mathematisch zu denken, zu forschen, Probleme zu verstehen und zu lösen, selbstständig und mit anderen zusammen zu arbeiten oder Wissen zu kommunizieren? Auch Schulentwicklung und Bildungspolitik sind letztendlich danach zu beurteilen, wie sie sich auf das Lernen im Klassenzimmer auswirken.

„Lernende Schule“: Was können Mathematiklehrerteams dazu beitragen?

Eine Schwalbe macht noch keinen Frühling, und eine Handvoll engagierter Lehrer/innen garantiert noch keinen guten Mathematikunterricht an der ganzen Schule. Oft gibt es unter den Lehrer/innen ein- und derselben Schule enorme Unterschiede bei Berufseinstellung, Fachwissen, didaktischen Konzepten und in der Praxis des Unterrichtens und der Leistungsbewertung. Eltern sind manchmal ratlos, wenn Lehrer/innen Schulautonomie mit ihrer eigenen Autonomie gleichsetzen.

Nun zeigen Forschungen zu „erfolgreichen” Schulen, dass dort häufiger Lehrer/innen zu finden sind, die regelmäßig zusammenarbeiten (Little, 1982). Gute Beziehungen unter Kolleg/innen gelten auch als wichtiges Merkmal von Schulqualität (Reynolds u.a., 2002). Eine Erfahrung wird immer wieder gemacht und mit Überraschung und Freude zur Kenntnis genommen (siehe z.B. den Artikel von Schneider & Schulze in diesem Heft): Kooperation in Fachteams bietet auch Ansatzpunkte für eine professionelle Weiterentwicklung durch gemeinsame Reflexion über Bildungsziele und Unterrichtsprinzipien. Vor allem steigert die Teamzusammenarbeit die Wirksamkeit aller Aktivitäten um ein Vielfaches, einerseits durch die gegenseitige Resonanz, Anregung und Unterstützung, andererseits durch den starken

Eindruck auf andere Kolleg/innen, die sich von neuen Ideen unter Umständen anstecken lassen.

Natürlich gibt es auch den gegenteiligen Effekt des „Systemwiderstands“, der immer dann auftritt, wenn eine Änderung sich anbahnt, der das gewohnte Zusammenspiel bedroht, sei es durch die Aufwertung eines bestimmten Fachs, oder sei es, weil eine Gruppe Neuerungen für alle einführen möchte. Immer gibt es einige, deren Stellung dadurch gestärkt und andere, die marginalisiert würden. Nie ist zu erwarten, dass alle die Veränderungen begrüßen. Konfrontationen zwischen „Veränderern“ und „Bremsern“ führen nicht selten zu Pattsituationen und zum Verpuffen der Reformideen. Für den Erfolg von Schulentwicklung wird die Rolle der Schulleitung deshalb immer wichtiger. Sie muss dafür sorgen, dass sowohl jene, denen die Veränderungen nicht schnell genug voran gehen können, als auch die Vorsichtigen und Skeptischen eine Stimme haben. Möglichst alle sollten sich in einer Steuergruppe repräsentiert sehen, die für die Anpassung der autonomen Schule an die neuen Anforderungen und Ansprüche zu sorgen hat. Wenn es also darum geht, dass Qualitätsentwicklung im Mathematikunterricht tatsächlich an der ganzen Schule greifen und nicht von anderen Entwicklungen behindert werden soll, ist nicht nur ein starker Zusammenhalt des Fachlehrerteams nötig, sondern auch die Unterstützung durch die Schulleitung.

Fachunterricht → Fachlehrer/innen

↕ Steuerung von Schulentwicklung
in Kooperation mit Lehrerteams

Schulleiter/in

Diese Unterstützung geschieht durch ermutigende, dabei aber nicht unkritische Rückmeldungen und adäquate materielle Ausstattung des Fachbereichs. Umgekehrt ist auch die Schulleitung auf konstruktive Kritik und Anregungen von Lehrerseite angewiesen. Wenn zur Koordination der Schulentwicklung eine Steuergruppe eingerichtet wird, sollten alle Gruppen darin vertreten sein, auch die Mathematiklehrer/innen.

Wenn Mathematiklehrer/innen sich von ihrer traditionellen „Einzelkämpferrolle“ lösen und ein Fachteam bilden, das in den Schulgremien dafür eintritt, die mathematischen Kompetenzen als Teil der Allgemeinbildung anzusehen, dann geben sie damit der Schulentwicklung eine ganz besondere Note. Es gibt Kooperationen mit IMST² und SINUS, bei denen Schulprogramme mit einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Schwerpunkt entstanden sind, wie etwa das Beispiel der Kasseler GCL-Schule zeigt (Bendrien & Dörr 2004). Dort beteiligen sich die Mathematiklehrer/innen an fachdidaktischer Weiterbildung und entwickeln gemeinsam eine Kultur der Reflexion über Bildungsziele und „gute Unterrichtspraxis“. Als Fachteam übernehmen sie sowohl Verantwortung für das Schulprogramm als auch eine Rolle als Knotenpunkt für das Netzwerk aus anderen SINUS-Schulen der Region, Schulverbund der umliegenden Sekundarschulen, dem Hessischen Lehrerfortbildungsinstitut und den Fachbereichen Mathematik und Erziehungswissenschaften der Universität Kassel. Mathematiklehrer/innen der Schule sind auf allen diesen Ebenen aktiv und bringen ihr Knowhow auch bei der Ausweitung von Modellversuchsansätzen und bei fächerübergreifenden Diskussionen über Bildungsstandards ein. Von den Bildungszielen des Mathematikunterrichts, wenn sie von einem starken Team vertreten werden, geht oft eine „Ausstrahlung“ auf die Kolleg/innen anderer Fächer aus. Es gibt genügend Beispiele, wie Mathematiklehrer/innen fächerübergreifenden Unterricht koordinieren, Ideen über neue Leistungsbewertungsmethoden verbreiten (Stern 2001), sich an Grundbildungsdiskussionen in Klassenteams beteiligen oder Wettbewerbe organisieren, die dann auch von anderen Fächern aufgegriffen werden (Rittenbacher & Stern 2004). Von manchen dieser Initiativen geht ein Impuls aus, der die ganze Schule erfasst und dazu beiträgt, dass eine positive Erwartungshaltung für gemeinsame Vorhaben, manchmal sogar eine Aufbruchsstimmung entsteht. Das ist eine günstige Voraussetzung für erfolgreiche Schulentwicklung. Sie braucht aber sowohl Unterstützung von innen (durch die Schulleitung), als auch von außen (durch die Schulpolitik).

Für eine „lernende Schule“ bedeutet das, dass alle Beteiligten sich als Lernende verstehen, und dass organisatorische Bedingungen geschaffen werden, die diese Lernprozesse fördern. Den Schüler/innen muss ausreichend Gelegenheit geboten werden, ihr Wissen und Können, ihre Sozialkompetenz und ihre Persönlichkeit weiterzuentwickeln, und dasselbe muss auf einer anderen Stufe auch für die Lehrer/innen gelten, die ihre Professionalität, und für die Schulleiter/innen, die ihre Managementkompetenzen weiterentwickeln. So wie die Schulen darauf ausgerichtet sind, das Lernen der Schüler/innen zu fördern, so müssen sie sich auch darauf verlassen können, bei ihrer Schulentwicklung selbst gefördert zu werden, etwa durch Weiterbildung und Beratung, Forschungskooperationen oder internationale Schulprojekte. Das alles macht die Schule zu einer lernenden Organisation, die auf veränderte Anforderungen reagieren kann, die eigene Entwicklung steuert und dabei auch Einfluss auf die Umwelt nimmt.

Literatur

Anton, M., Kühnelt, H., Malle, M., Unterbruner, U., Krainer, K. (2002): Ansätze für eine mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung in der Oberstufe. In: Krainer. K. u.a.. (Hrsg.): Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. StudienVerlag: Innsbruck, 63-70.

Baumert, J., Klieme E. & Watermann, R. (1998): Jenseits von Gesamttest- und Untertestwerten: Analyse differentieller Itemfunktionen am Beispiel des mathematischen Grundbildungstests der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie der IEA (TIMSS). In: Herber, H.-J. & Hoffmann, F. (Hrsg.): *Schulpädagogik und Lehrerbildung*. StudienVerlag: Innsbruck-Wien, 301-324.

Bendrien, M. & Dörr, H. (2004): Mathe macht mobil – Mathematik als Motor für die Schulentwicklung. Lernende Schule 4/2004 (in diesem Heft)

BLK (Hrsg.) (1997): Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts" (SINUS). BLK - Materialien, Heft 60: Bonn.

Biermann, M. & Blum, W. (2001): Eine ganz normale Mathe-Stunde? Was Unterrichtsqualität konkret bedeuten kann. mathematik lehren 108, 52-54.

Fischer, R. & Malle, G. (1985): Mensch und Mathematik: Eine Einführung in didaktisches Denken und Handeln. Bibliographisches Institut: Mannheim.

Helmke, A. (2003): Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern. Kallmeyer: Seelze.

Keitel, C. (1998): Was ist das Geheimnis des japanischen Mathematikunterrichts? mathematik lehren 90, 13-17.

Klieme E. u.a. (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) und Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). http://www.bmbf.de/pub/zur_entwicklung_nationaler_bildungsstandards.pdf

Krainer, K. (2002): Ausgangspunkt und Grundidee von IMST². Reflexion und Vernetzung als Impulse zur Förderung von Innovationen. In: Krainer, K. u.a.. (Hrsg.): Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. StudienVerlag: Innsbruck, 21-58.

Krainer, K. (2004): Professionalitätsentwicklung im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht. Hintergrund, Ansatz, Ergebnisse und Zukunftsperspektiven des Projekts IMST². Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, Vol. 36 (1), 14-19.

Little, J. W. (1982): Norms of collegiality and experimentation: Workplace conditions of school success. *American Education Research Journal*, 19(3), 325-340.

Prenzel, M. (2000): Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts: Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern. Unterrichtswissenschaft, 2/2000, 103-126.

Reynolds, D., Creemers, B., Stringfield, S., Teddlie, C. & Schaffer, G. (Hrsg.) (2002): *World class schools. International perspectives on school effectiveness*. Routledge Falmer: London, New York.

Rittenbacher, M. & Stern, T. (2004): Mathematik-Wettbewerb als Herausforderung für die ganze Schule. Lernende Schule 4/2004 (in diesem Heft).

Schwanitz, D. (1999): Bildung. Alles, was man wissen muss. Eichborn: Frankfurt/Main.

Schneider, M. & Schulze, L.: Lehrer/innen unterstützen selbstständiges Lernen. Ein Unterrichtsbeispiel zur Statistik mit Boxplots. Lernende Schule 4/2004 (in diesem Heft).

Stern, T. (2001): Testaufgaben kreativ verwenden! Journal für Schulentwicklung 2/2001, 65-70.

Tenbruck, F. H. (1975): Wissenschaft als Trivialisierungsprozess. In: Stehr, N. & König, R. (Hrsg.): Wissenschaftssoziologie: Studien und Materialien. Sondernummer 18 der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. Westdeutscher Verlag: Opladen, 19-47.